



Грибы – макромикеты

Кафедра микологии и альгологии
Воронина Е.Ю.
2016



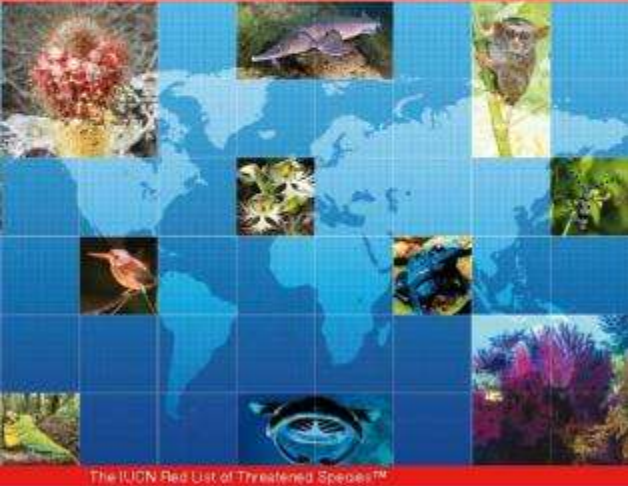
Сохранение биоразнообразия макромицетов

- **Биоразнообразие** — центральная тема экологии. Его величина — **показатель состояния экосистемы** (чем выше — тем лучше).
- **Величина биоразнообразия** складывается из **числа видов** (видовое богатство) и их **относительного обилия** (доля (%) особей данного вида от общего выявленного числа особей) в разных условиях.
- **Оценка биоразнообразия** заключается в подсчете числа видов, определении их обилия и применении индексов разнообразия, объединяющих оба показателя.
- **Выявление** биоразнообразия проводится в ходе **инвентаризационных исследований**.
- **Но:** грибы — модульные организмы, растущие всю жизнь и не имеющие постоянной формы и размера. **Выявление границ их особи** (особенно, на непрерывном (почва, подстилка) субстрате) является серьезной проблемой. Такие же проблемы представляют понятия о популяции и поколении применительно к грибам.
- **Сохранение биоразнообразия** грибов преимущественно сводится к **охране местообитаний**.



GUIDELINES FOR APPLICATION
OF IUCN RED LIST CRITERIA AT
REGIONAL AND NATIONAL LEVELS

Version 4.0



The IUCN Red List of Threatened Species™



Красные книги грибов и списки охраняемых видов

IUCN – The World Conservation Union
(Международный союз охраны природы),
основан в 1949 г.

ЕССФ - European Council for Conservation
of Fungi (Европейский совет по охране
грибов), основан в 1985 г.

[http://www.iucnredlist.org/
technical-
documents/categories-and-
criteria](http://www.iucnredlist.org/technical-documents/categories-and-criteria)

European Council for the Conservation of Fungi



[ECCF Home](#)

[Contact](#)

[Activities](#)

[Publications](#)

[Red Lists](#)

Links to National Red Lists

[Austria](#)

[Denmark](#)

[Sweden](#)

[Switzerland](#)

Red Lists as pdf or Excel Files

[Armenia](#)

[Bulgaria](#)

[Czech Republic](#)

[Estonia](#)

[http://www.wsl.ch/eccf/
welcome-en.ehtml](http://www.wsl.ch/eccf/welcome-en.ehtml)

Красные книги грибов и списки охраняемых видов

В задачи этих организаций входит:

- инвентаризация
- картирование
- разработка охранных мероприятий
- разработка критериев редкости
- создание Красных книг и списков охраняемых видов

Виды грибов ранжированы от *вероятно исчезнувших* (0) до *восстанавливающихся* (5) по российским стандартам. *Решение* о статусе *принять* зачастую *сложно*, критерии отбора видов и категории редкости различаются не только между российскими и зарубежными КК, но и между КК различных регионов России.

Красные книги грибов и списки охраняемых видов

ООПТ России

Главная

Все ООПТ ▾

- Сводная информация
- ООПТ
- Документы
- Юридические и физические лица

Справочные базы

- ▷ База биоразнообразия
- Красные книги
- ▷ Библиотека
- ▷ Карты
- Карта ООПТ ЛО

Рабочие столы

- Картирование видов
- Сотрудник охраны

Имя пользователя или e-mail: *

Пароль: *

Красные книги

Законодательство в сфере охраны животного и растительного мира

Округ	Субъект	Животные	Растения
Российская Федерация		2004	2005
Дальневосточный	Амурская область	2008	2008
	Еврейская автономная область	2014	2005
	Камчатский край	2010	2010
	Магаданская область	2007	2007
	Приморский край	2008	2002
	Республика Саха (Якутия)	2009	2006
	Сахалинская область	2011	2005
	Хабаровский край	2014	2006
	Чукотский автономный округ	2007	2008
Крымский	г. Севастополь		
	Республика Крым		
	Кировская область	2011	2011
	Нижегородская область	2012	2012
	Оренбургская область	2014	2014

Сайт «ООПТ России» <http://oopt.aari.ru/rbdata> содержит нормативные документы и КК различных регионов России, а также базы данных по редким и охраняемым видам

Критерии отбора видов грибов и растений, нуждающихся в охране (КК РФ):

А) виды, нуждающиеся в специальных мерах охраны:

- виды, находящиеся под угрозой исчезновения;
- уязвимые, эндемичные и редкие виды, охрана которых важна для сохранения биоразнообразия различных природно-климатических зон;
- виды, имеющие реальную или потенциальную хозяйственную ценность, и при существующих темпах эксплуатации поставленные на грань исчезновения;
- виды, не требующие в настоящее время срочных мер охраны, но нуждающиеся в контроле состояния в силу их уязвимости;

Б) виды, подпадающие под действие международных соглашений и конвенций;

В) виды, занесенные в Международную Красную книгу (IUCN Redlist, МСОП).

Причины редкости грибов и понятие о «ложной редкости»

- Редкость и уязвимость заселяемых местообитаний.
- Связь с редкими (дискретными) субстратами или редкими хозяевами.
- Эндемизм.
- Низкая активность вида в пределах всего ареала.

«Ложная редкость»

- Нахождение на границе ареала.
- Связь с нехарактерными для региона хозяевами / симбионтами.
- Мелкие размеры и малая заметность плодовых тел.
- Сложность видов в определении, наличие видов-двойников.
- Наличие флуктуаций и перерывов в образовании плодовых тел.

Основная проблема: недостаток данных по географии грибов и слабая изученность экологии многих видов.

Причины исчезновения и меры по охране грибов

Причины исчезновения грибов:

- разрушение местообитаний (вырубка лесов, вспашка и пр.);
- лесоустроительные мероприятия и др. хозяйственная деятельность;
- интенсифицирование сельского хозяйства;
- загрязнение почвы и воздуха (особенно, вызывающее закисление и эвтрофикацию);
- ? сбор плодовых тел и сопутствующее разрушение мицелия.

Меры охраны грибов:

- сохранение местообитаний;
- создание заповедников грибов;
- создание экологических коридоров;
- сохранение в культуре с последующей реинтродукцией.

Грибы Красной книги России (КК РФ, 2008)

- **24 вида макромицетов** (Ascomycota – 2, Basidiomycota: афиллофороидные - 7, агарикоидные - 12, гастероидные – 3).
- **Критерии включения** недостаточно разработаны. **Причины включения** зачастую субъективны и включают экзотичность облика гриба.

Ascomycota



Sarcosoma globosum



Tuber aestivum

Грибы Красной книги России (КК РФ, 2008)

Basidiomycota: Агарикоидные



Amanita vittadini



Tricholoma colossus



Rubinoboletus rubinus



Strobilomyces strobilaceus

Basidiomycota: Афиллофороидные



Ganoderma lucidum



Polyporus umbellatus



Sparassis crispa



Grifola frondosa

Грибы Красной книги России (КК РФ, 2008)

Basidiomycota: Гастероидные



*Geastrum
fornicatum*



*Clathrus
ruber*



*Dictyophora
duplicata*

Необычные грибы-макромицеты: грибы уникальных местообитаний

Водные грибы-макромицеты



Delicatula integrella – обычно наземный, обнаружен в озере на Карельском перешейке в 2007 г.



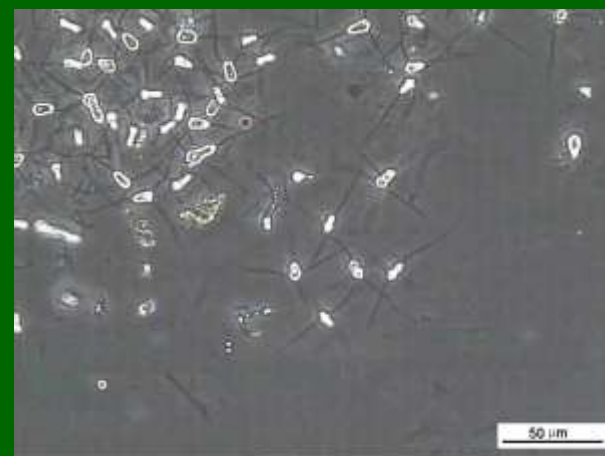
Psathyrella aquatica – реки и ручьи в Орегоне, вид описан в 2010 г.



Водные грибы-макромицеты



Nia vibrissea – морской
гастеромицет на
плавающей древесине



Аридные грибы-макромицеты



Battarreia phalloides

Преимущественно гастероидные грибы, в том числе секотииоидные (замкнутые не до конца) формы.

Такыры – пустынные почвы с плотной коркой на поверхности.

Адаптации к аридным условиям:

- длинная ножка;
- толстый перидий;
- внутренний желатинозный слой перидия;
- наличие ризоморф и тяжей, покрытых песчаными футлярами (песок цементируется, образуются капилляры для притока воды), которые в других условиях у тех же видов не встречаются.



Agaricus bernardii

Аридные грибы-макромицеты



Gyrophragmium dunalii



Phellorinia herculeana



Montagnea arenaria



Disciseda candida

Необычные грибы-макромицеты: грибы-пирофилы

Грибы, связанные с пирогенными местообитаниями (гарями, кострищами и пр.).

Причины пирофильности:

- связь с пирогенными субстратами;
- для прорастания спор необходим тепловой шок;
- избегание конкуренции;
- необходимость низкой кислотности почвы;
- необходимость присутствия определенных видов растений.



Rhizina undulata



Peziza violacea



Geopyxis carbonaria

Необычные грибы-макромицеты: грибы-пирофилы



Bromus tectorus



Инвазионный злак, широко распространившийся в Северной Америке, попав туда из Евразии. Грибной эндофит, проникающий в надземную часть растения, повышает жизнеспособность и семенную продукцию, но при этом повышается риск пожаров.

Morchella elata



Необычные грибы-макромицеты: базидиальные грибы-пирофилы



Pholiota highlandensis



Hebeloma anthracophilum



Myxomphalia maura



Loreleia postii

Необычные грибы-макромицеты: грибы-копротрофы

Грибы, развивающиеся на помете растительноядных животных. Субстрат очень богат азотом и углеродом, по сути, ферментированная трава, pH около 7, но дискретный и редкий. Грибы-копротрофы развиваются в основном в умеренных широтах, в тропиках копромы разлагают преимущественно насекомые. Грибы-копротрофы: зигомицеты, аскомицеты (в основном), базидиомицеты (24 рода, не все облигатные). В этом направлении проходит сукцессия при разложении субстрата.

Адаптации грибов к копротрофии:

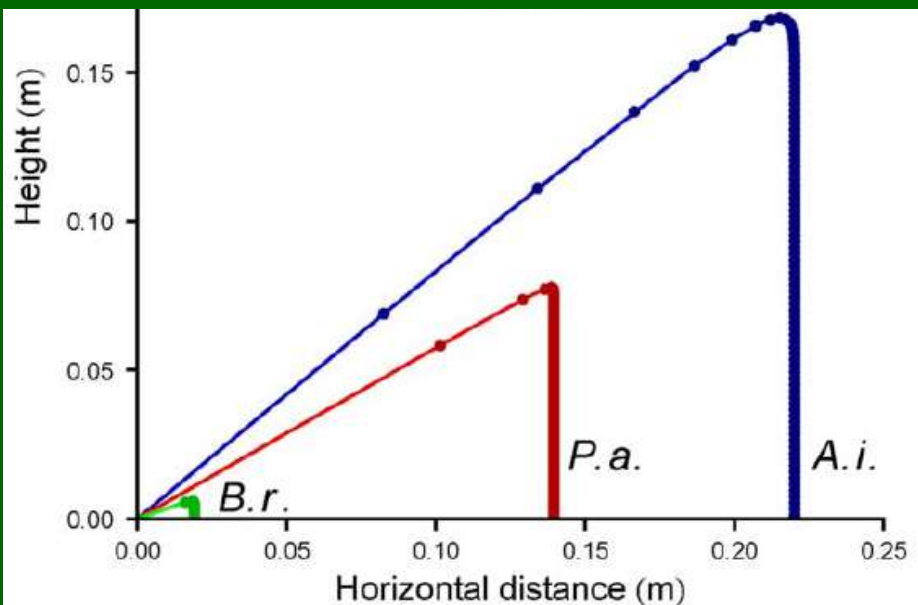
- фототропизм спороносных структур;
- очень активное отстреливание спор на большие расстояния;
- наличие структур, обеспечивающих прикрепление спор к траве;
- способность (и даже необходимость) в прохождении спор через пищеварительный тракт животного для прорастания;
- выработка веществ, подавляющих развитие конкурентов.

Необычные грибы-макромицеты: грибы-копротрофы

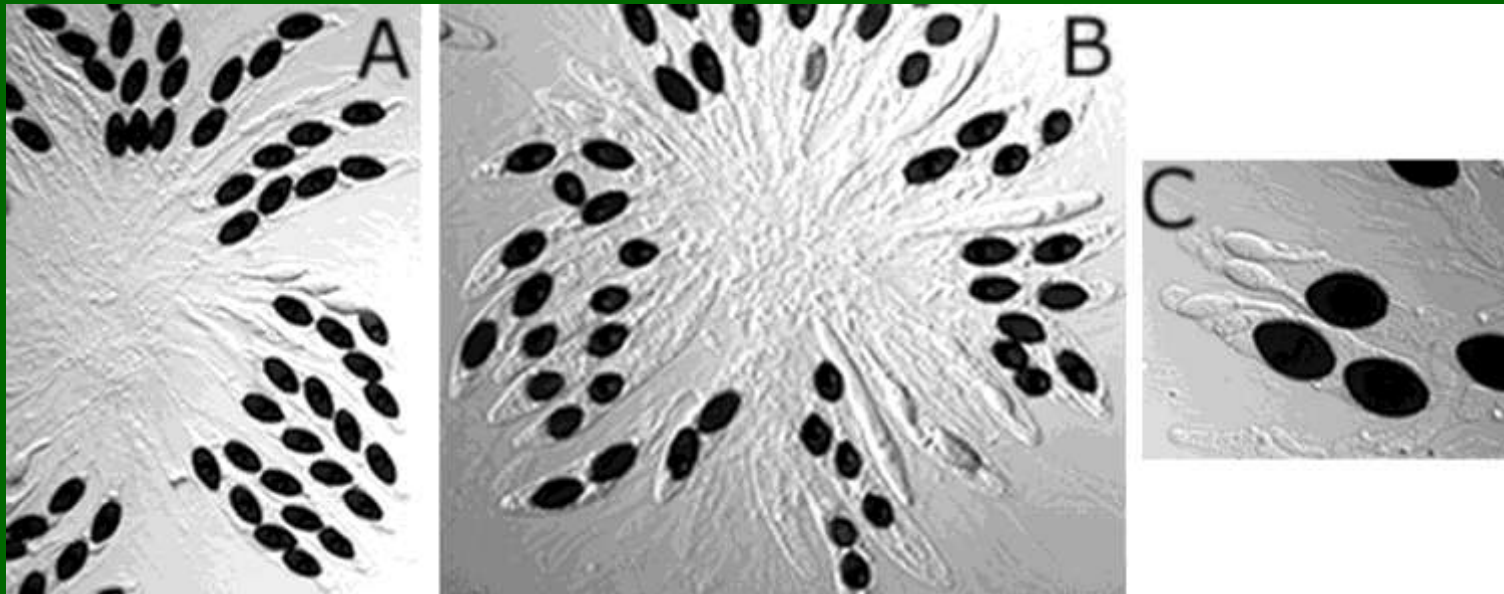


Ascobolus immersus

Гриб отстреливает споры по принципу водяного пистолета, на расстояние до 30 см при размерах плодового тела около 1 мм. Осмотическое давление создается сахарами в сумках.



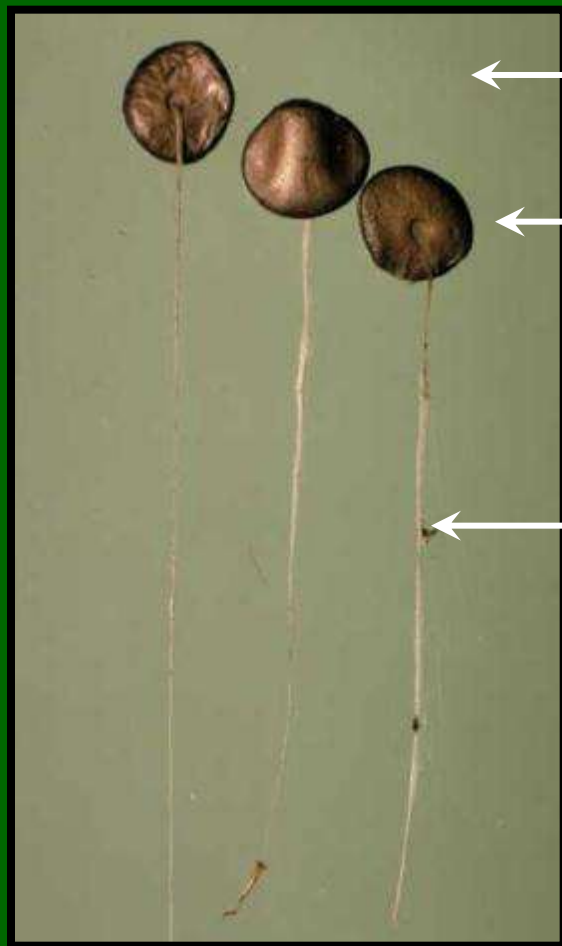
Необычные грибы-макромицеты: грибы-копротрофы



Темноокрашенные споры со
слизистыми придатками для
закрепления на траве. Активный
выброс спор из перитециев.

Podospora anserina

Необычные грибы-макромицеты: грибы-копротрофы



Cyathus

перидиоль

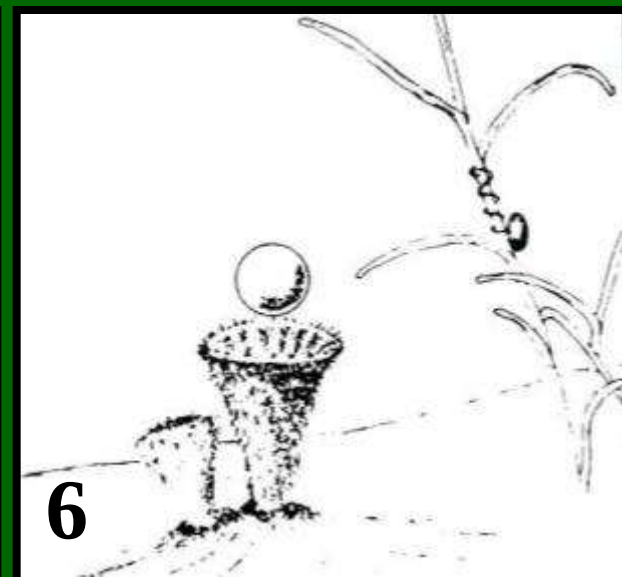
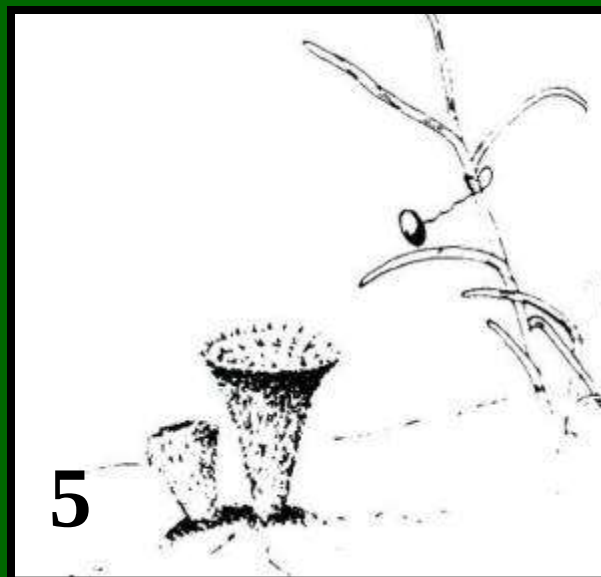
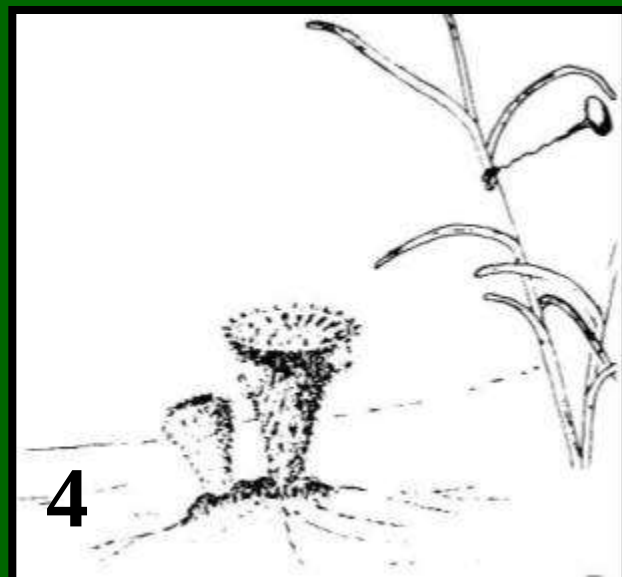
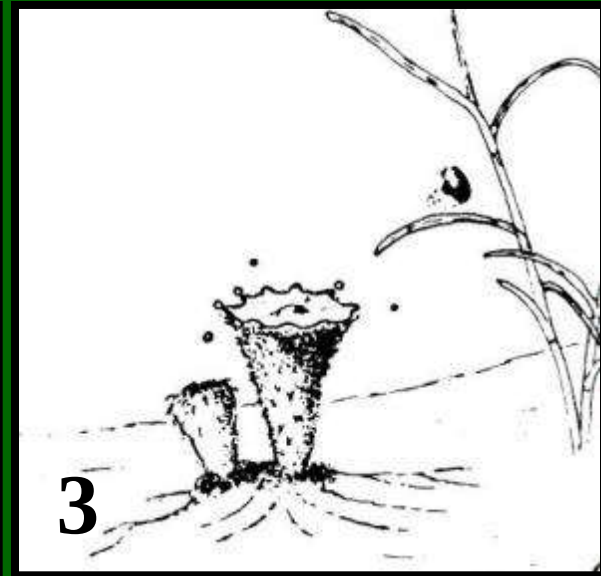
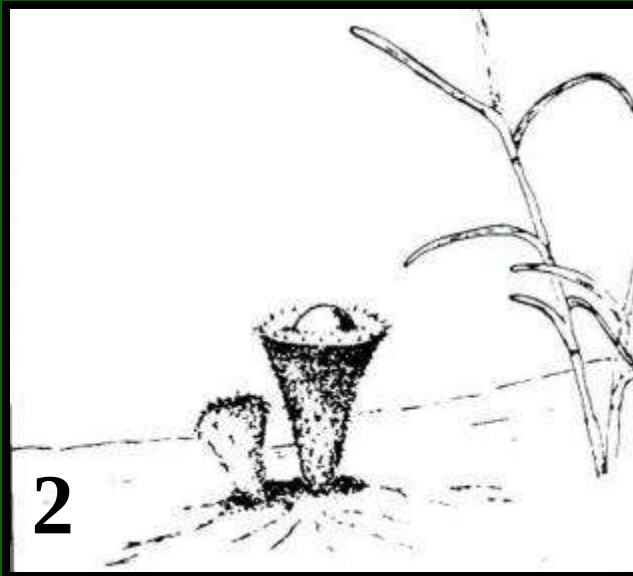
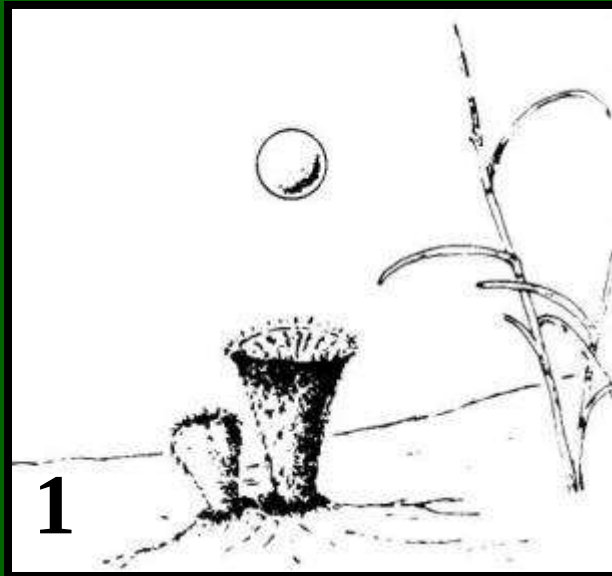
фуникулюс



Crucibulum



Распространение перидиолей *Cyathus* с помощью капель воды



Необычные грибы-макромицеты: грибы-бриофилы

Грибы, связанные с мхами факультативно или облигатно, несколько сотен видов (около 400 только из Ascomycota).

Связи грибов с мхами:

- прямой паразитизм гриба (*Octospora* и верхоплодные мхи);
- микоризный симбиоз (формирование микоталлиев);
- паразитизм мха в тройственном микоризном симбиозе;
- уход от конкуренции «под защиту» мха или в экстремальные условия;
- сходные с мхами требования к местообитаниям.

Byssonectria fuispora



© - Josef Hlasek
www.hlasek.com
Byssonectria fuispora aj7733

Необычные грибы-макромицеты: грибы-бриофилы



Arrhenia retiruga
(M.J. Berkeley.
*Outlines of British
Fungology*, 1860)

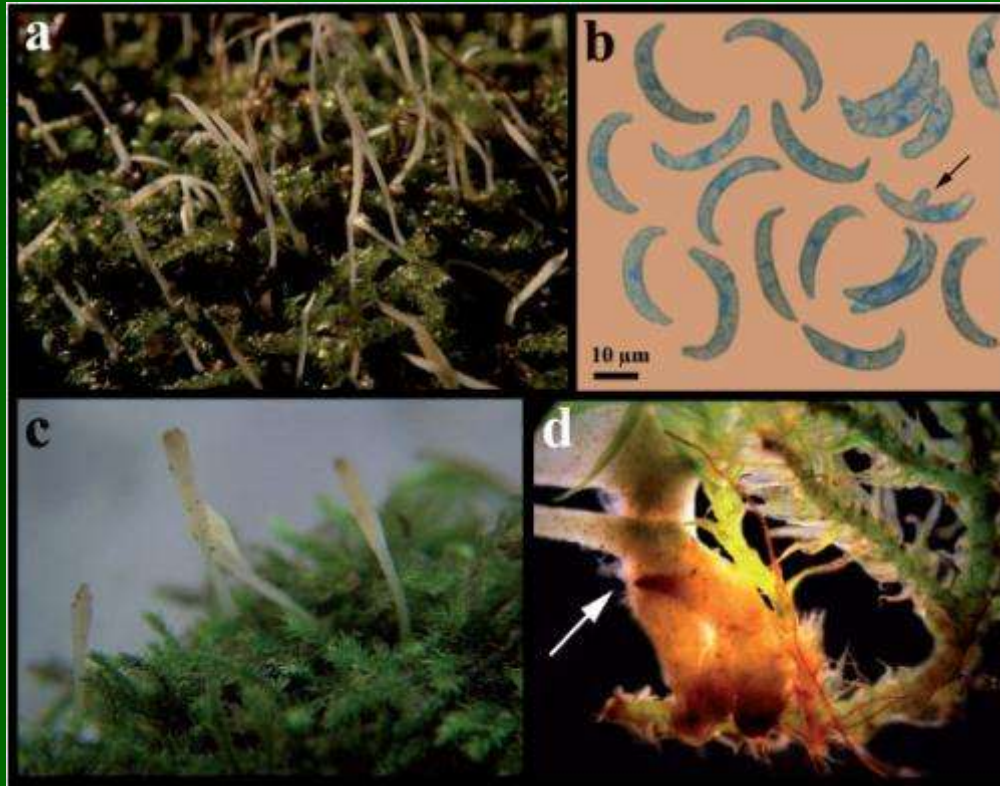


*Rimbachia
arachnoidea*



*Tephrocyste
palustris*

Необычные грибы-макромицеты: грибы-бриофилы



Гриб замещает собой спорофит и получает питание от гаметофита мха через специализированные транспортные клетки. Заселяет только талломы с оплодотворенными архегониями.

*Eocronartium
muscicola*

Необычные грибы-макромицеты: грибы-бриофилы



Rickenella fibula



*Galerina
paludosa*



Galerina hypnorum

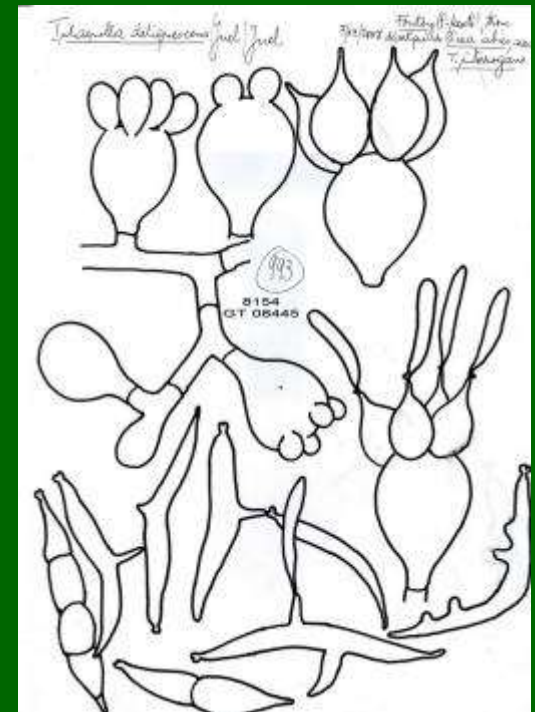


Cryptothallus mirabilis –
бесхлорофильный печеночный мох,
микогетеротроф на
гетеробазидиальном грибе *Tulasnella*,
состоящем в эктомикоризном
симбиозе с деревьями.



Ризоид (400х) с гифой
Tulasnella sp.

Tulasnella



Необычные грибы-макромицеты: грибы на шишках

Гриб заселяют шишки либо случайно (многие подстилочные сапротрофы из родов *Mycena*, *Marasmius* и др.), либо встречаются исключительно на этом субстрате.



Baeospora myosura



Auriscalpium vulgare



Mycena strobilicola

Необычные грибы-макромицеты: грибы на шишках



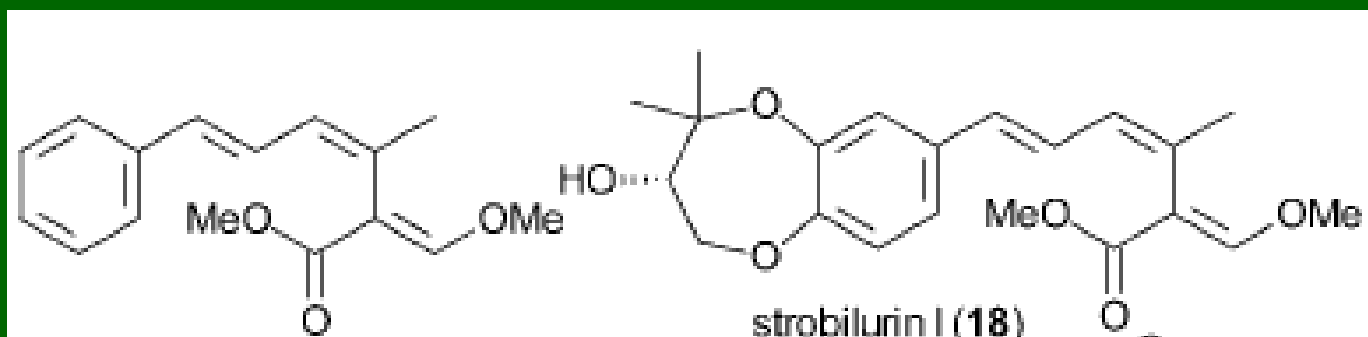
Strobilurus esculentus (ель)

S. tenacellus (сосна)

S. stephanocystis (сосна)

Продуценты стробилуринов –
фунгицидов (блокаторы передачи
электронов в дыхательной цепи),
используемых в сельском хозяйстве
(препарат азоксистробин).

Strobilurus



Необычные грибы-макромицеты: грибы-микофилы

Микофилия (связь с грибами) не всегда подразумевает микопаразитизм. Преимущественно несовершенные грибы аскомицетного происхождения, однако существуют и некоторые микофильные макробазидиомицеты и аскомицеты.



Asterophora parasitica
(на Russulaceae)



Squamanita paradoxa (на
Cystoderma, *Phaeolepiota*, *Tubaria*,
Galerina и др.)

Необычные грибы-макромицеты: грибы-микофилы



Volvariella surrecta обычно
на *Lepista nebularis* и
Clitocybe clavipes



Entoloma abortivum
«жертва»
Armillaria mellea



Entoloma venum

Необычные грибы-макромицеты: грибы-микофилы



Boletus parasiticus на *Scleroderma*:
взаимосвязь неясна, возможно
совместное плодоношение на
микоризном окончании одного
хозяина.



Collybia tuberosa на сильно
разложенных остатках плодовых
тел: не является облигатным
микофилом. Плодовые тела
образуются из склероция.

Необычные грибы-макромицеты: грибы-микофилы



Пор. Нурocreales (Ascomycota) – преимущественно патогены растений, беспозвоночных животных, грибов.



Elaphocordyceps capitata (вверху) и
E. ophioglossoides (внизу) –
паразиты оленьего трюфеля
Elaphomyces

Необычные грибы-макромицеты: грибы-микофилы



Нурореопсис лихеноидес и *Нименохаете табасина*

Нурореопсис лихеноидес (Нурореалес, Аскомицота) поселяется на древесине, где обитает ксилотроф *Нименохаете табасина*. Неизвестно, является ли он микопаразитом *Нименохаете*, или развивается как ксилотроф на том же субстрате.



Необычные грибы-макромицеты: грибы-кератинофилы

Заселяют кератин-содержащие субстраты (кости, волосы, кожу, ногти). Микромицетные кератинофилы являются возбудителями кожных микозов, грибка ногтей и вызывают перхоть.

Макромицеты-кератинофилы относятся преимущественно к пор. Onygenales (Ascomycota) и не являются паразитами.



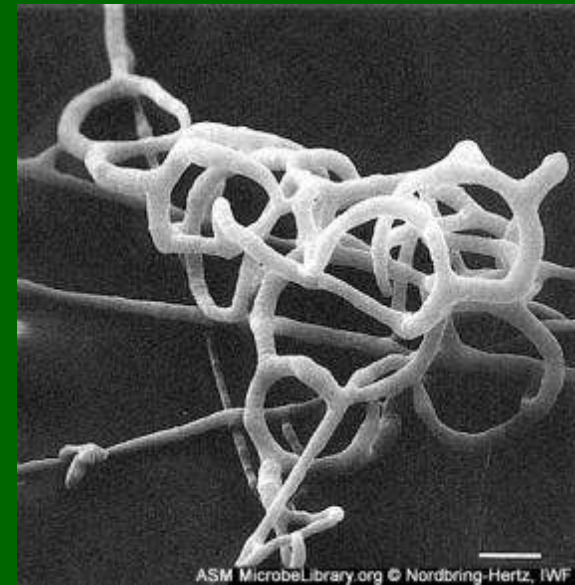
Onygena equina

Необычные грибы-макромицеты: хищные грибы

Многие грибы, особенно, ксилотрофы, испытывают дефицит азота и компенсируют его хищничеством на нематодах. В основном нематофагами являются микромицеты, но некоторые макромицеты способны к хищничеству также. Эта стратегия позволяет не только получить источник азота, но и предотвратить выедание нематодами мицелия.

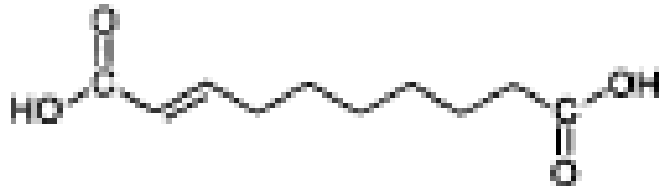
Адаптациями служат:

- наличие ловчих колец (видоизменение мицелия);
- наличие секреторных клеток;
- выделение нематотоксинов;
- выделение протеолитических экзоферментов.



Необычные грибы-макромицеты: хищные грибы

Pleurotus (вешенка) – съедобный культивируемый гриб-ксилотроф. Мицелий в условиях дефицита азота выделяет нематотоксин.



Pleurotus ostreatus

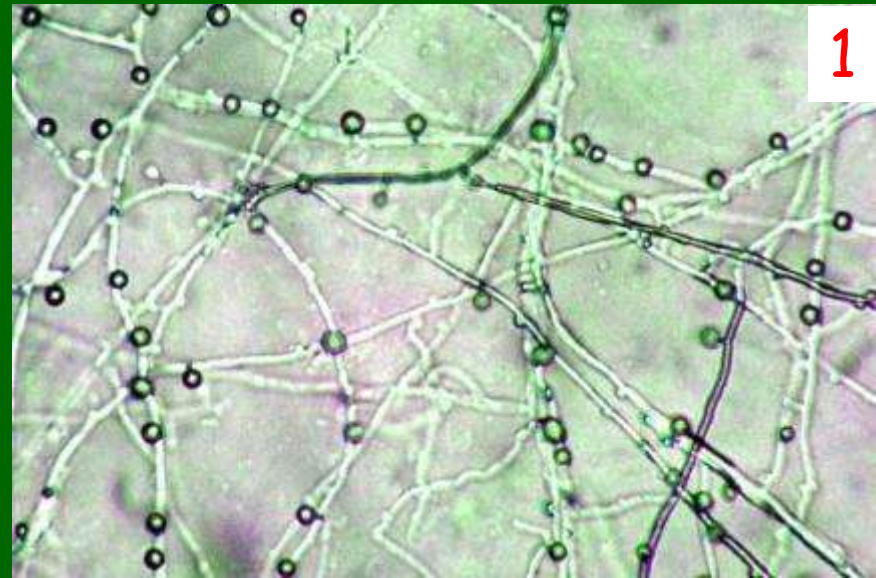
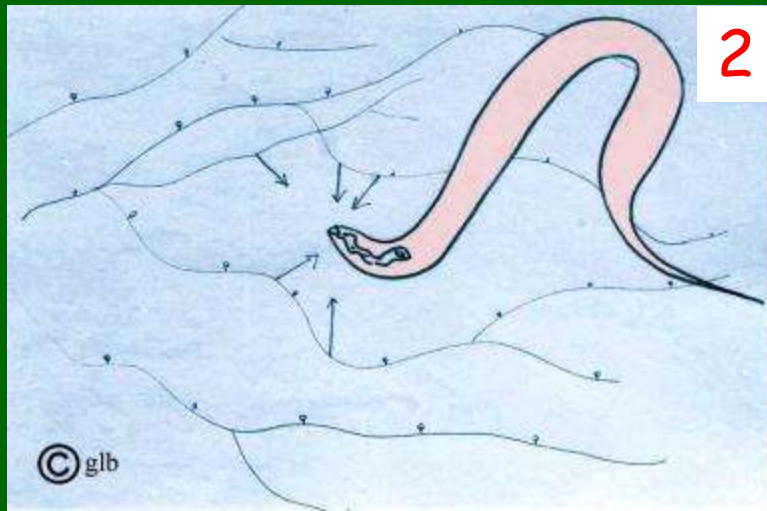


Pleurotus pulmonarius

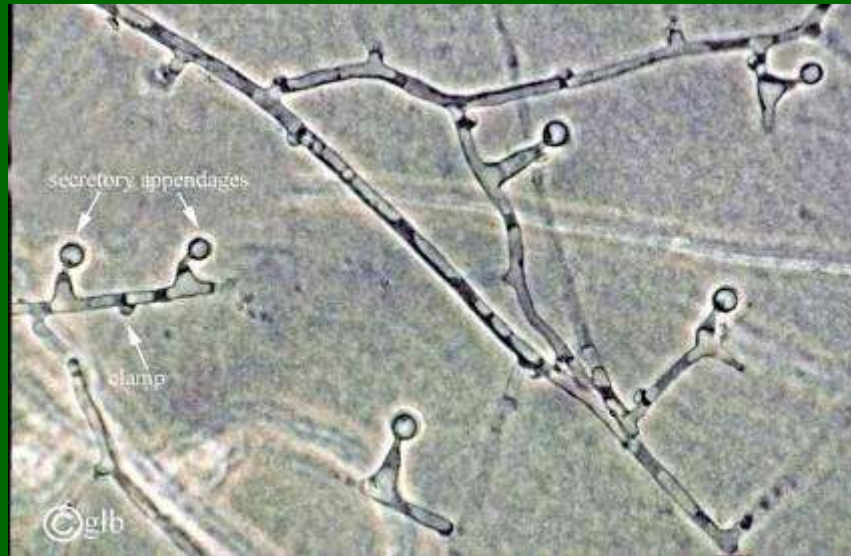
Необычные грибы-макромицеты: хищные грибы

Нематотоксин может образовываться также в ответ на выедание в секреторных клетках (1).

Токсин парализует нематоду, специализированные гифы гриба направлены растут к ней (2), а пищеварительные гифы осуществляют ее переваривание (3).



Необычные грибы-макромицеты: хищные грибы



Conocybe lactea – образует секреторные клетки, выделяющие нематотоксин, но, в отличие от ксилотрофов, этот гриб не использует нематод в пищу. Токсин нужен для предотвращения выедания, это возможное начало эволюции грибов в направлении хищничества.



Необычные грибы-макромицеты: грибы-патогены членистоногих

Преимущественно зигомицеты и аскомицеты, в том числе их бесполое стадии - анаморфы.

Ряд видов используется в биоконтроле вредителей, для получения протеолитических ферментов и медицинского сырья.

Среди макромицетов наиболее известен род *Cordyceps* (пор. Нурocreales, Ascomycota), в широком понимании – около 400 видов, в основном в Азии.

Виды специфичны к хозяевам и способны влиять на поведение насекомого, побуждая его способствовать распространению и выживанию патогена.

Многие виды – источник ценных биологически активных веществ.

Известны из древних китайских медицинских трактатов (7 в.) под названием «Дун чун ся цзо - Зимой – червяк, летом – трава»



Необычные грибы-макромицеты: грибы-патогены членистоногих

После проникновения ростковых гиф в тело беспозвоночных-хозяев через кутикулу происходит интенсивное развитие мицелия в жировом теле и гемолимфе.

Важную роль в патогенезе играют токсины.

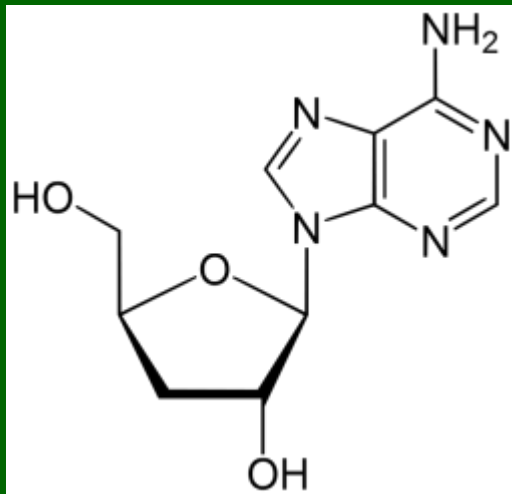
Разрушение тканей хозяина происходит под действием протеолитических ферментов, многие энтомопатогенные грибы являются объектами биотехнологии ферментов.



Необычные грибы-макромицеты: грибы-патогены членистоногих



Cordyceps sinensis



Кордиципин – соединение, обладающее тонизирующим и противоопухолевым действием. Стоимость гриба за 10 лет повысилась на 900%, несанкционированный сбор наказуем.

Медицинские показания: заболевания дыхательных путей, онкологические заболевания, болезни печени, диабет.



Представители рода *Cordyceps* из джунглей Амазонки



Необычные грибы-макромицеты: грибы в «грибных садах»

Некоторые общественные насекомые (муравьи из трибы Attini сем. *Murmicidae* в Новом Свете и термиты из трибы *Macrotermitinae* продвинутого сем. *Termitidae*) в Африке и Юго-Восточной Азии организуют грибные сады.

Гриб используется как источник ферментов или пища, насекомые отбирают определенный вид и выращивают на пеллетах, основывая новую колонию, царица забирает гриб с собой на новое место.

Отношения трактуются как мутуалистический симбиоз, возникший около 50 млн. лет назад.



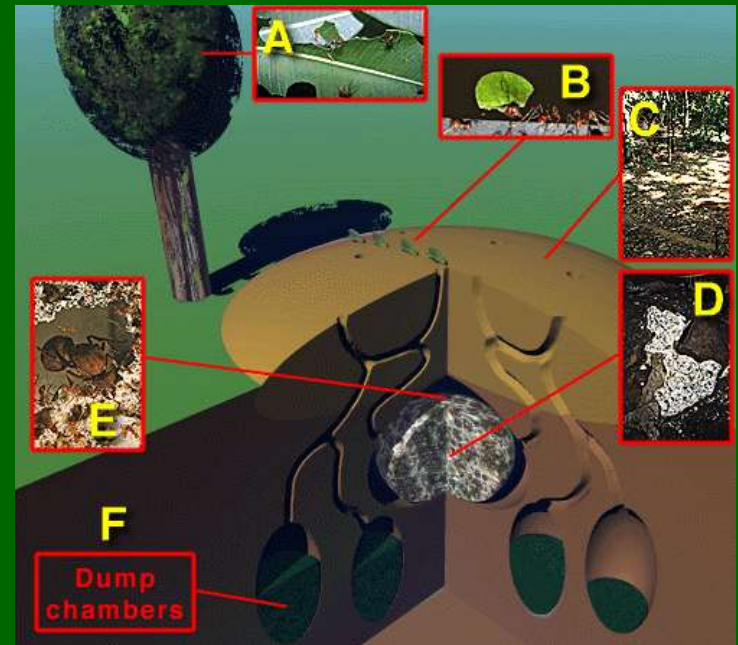
Leucocoprinus cepaestipes



Необычные грибы-макромицеты: грибы в «грибных садах» муравьев

Муравьи аттины (Attini, сем. Myrmicidae) – облигатные «садоводы». 12 родов и 200 видов муравьев выращивают агарикоидные грибы из сем. Lepiotaceae.

Низшие аттины используют для культивирования детрит и менее разборчивы в подборе грибов, высшие (листорезы) используют свежесрезанные листья и культивируют только определенный гриб.



Необычные грибы-макромицеты: грибы в «грибных садах» термитов



Термиты (Macrotermitinae, сем. Termitidae) – облигатные «садоводы», обитают в тропической Африке, Мадагаскаре, Индии и Юго-Восточной Азии.

14 родов и около 350 видов термитов выращивают агарикоидные грибы из рода *Termitomyces*.

Гриб служит источником богатой азотом пищи и ферментов для разложения лигнина и целлюлозы. Его выращивают в сотах и подкармливают.



Необычные грибы-макромицеты: грибы в «грибных садах» термитов



Termitomyces reticulatus в
термитнике
Odontotermes latericius



Xylaria polymorpha – контаминант
грибных садов и успешный
конкурент культивируемых грибов

