

# FUNGI

Houby v širším slova smyslu  
včetně lišejníků

HEN

# Houby (Fungi) – popis skupiny

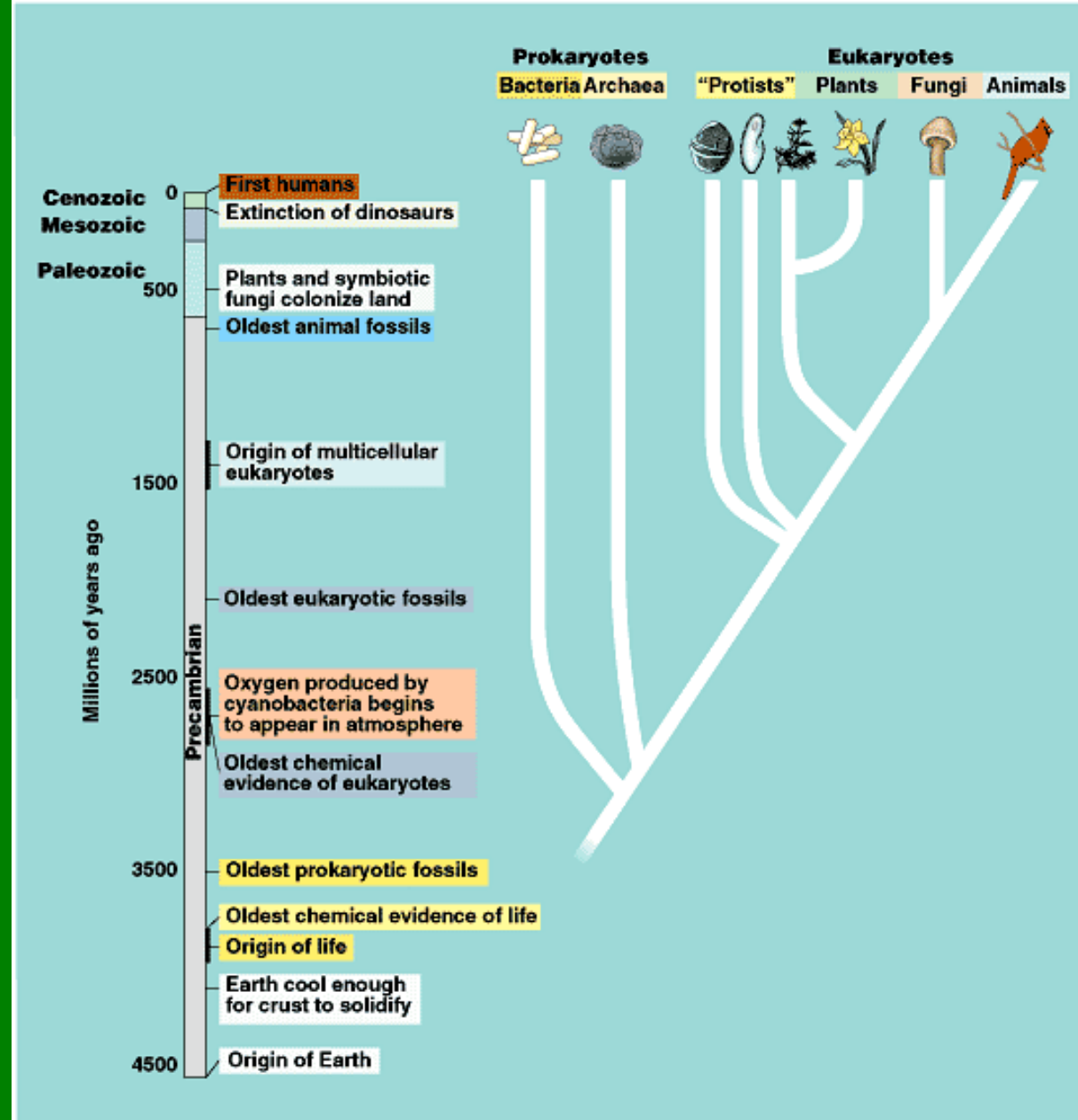
- **Eukaryota**, většinou mnohobuněční
  - kvasinky jsou ale jednobuněčné
- Živiny přijímají absorpcí. Všechny houby se živí **heterotrofně**.
- Absorpce je umožněna myceliem (=podhoubím) značné délky a povrchu, a rovněž tak schopností rychlého růstu
  - mycelium potravu obrostle a vylučuje hydrolytické enzymy, které potravu natráví na menší molekuly, které houba absorbuje
  - někdy tyto enzymy natráví stěnu rostlinných buněk a houba se živí obsahem těchto buněk

# Houby (Fungi) – popis skupiny

- ekologicky jsou houby saprofyté, parazité nebo mutualisté
  - 80 % chorob rostlin je způsobeno houbami
- Fungi se rozmnožují sporami, které vznikají jak sexuální, tak i asexuální cestou
- Fungi a Animalia se vyvinuli pravděpodobně ze společného předka
- 100 000 druhů popsaných, odhaduje se až 1,5 miliónu druhů
- všechny suchozemské biotopy (habitaty)
- spory nalezeny 160 km nad zemí

**Houby (Fungi)**  
jsou příbuznější  
živočichům než  
rostlinám

Fungi se vyvinuly z  
vodních,  
jednobuněčných,  
bičíkatých protist



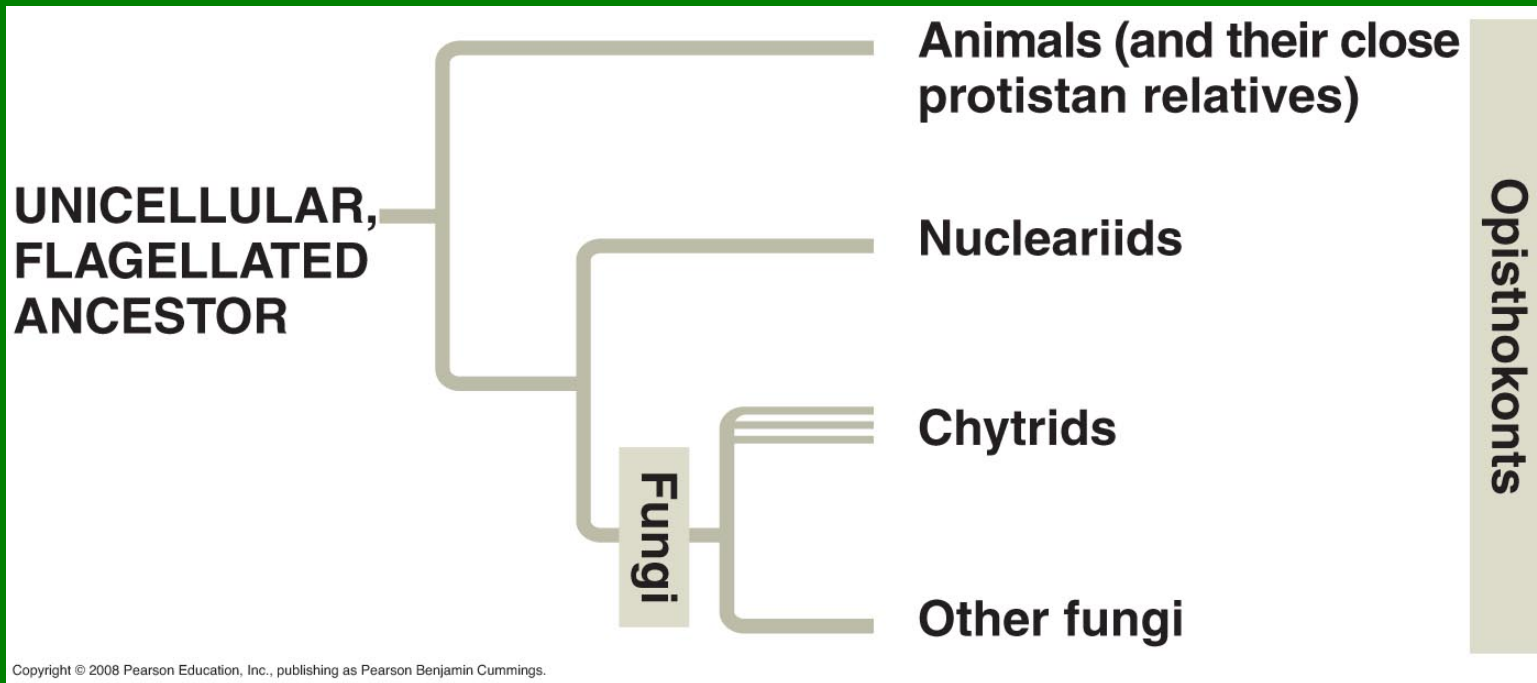
# Evoluce hub

- Houby vznikly z vodních, jednobuněčných bičíkatých Protist
- společný předek s živočichy asi 1,5 miliardy let
- nejstarší zkamenělé Fungi 460 milionů let



tyto fosilní hyfy a spory pochází z ordoviku a jsou staré 460 milionů let

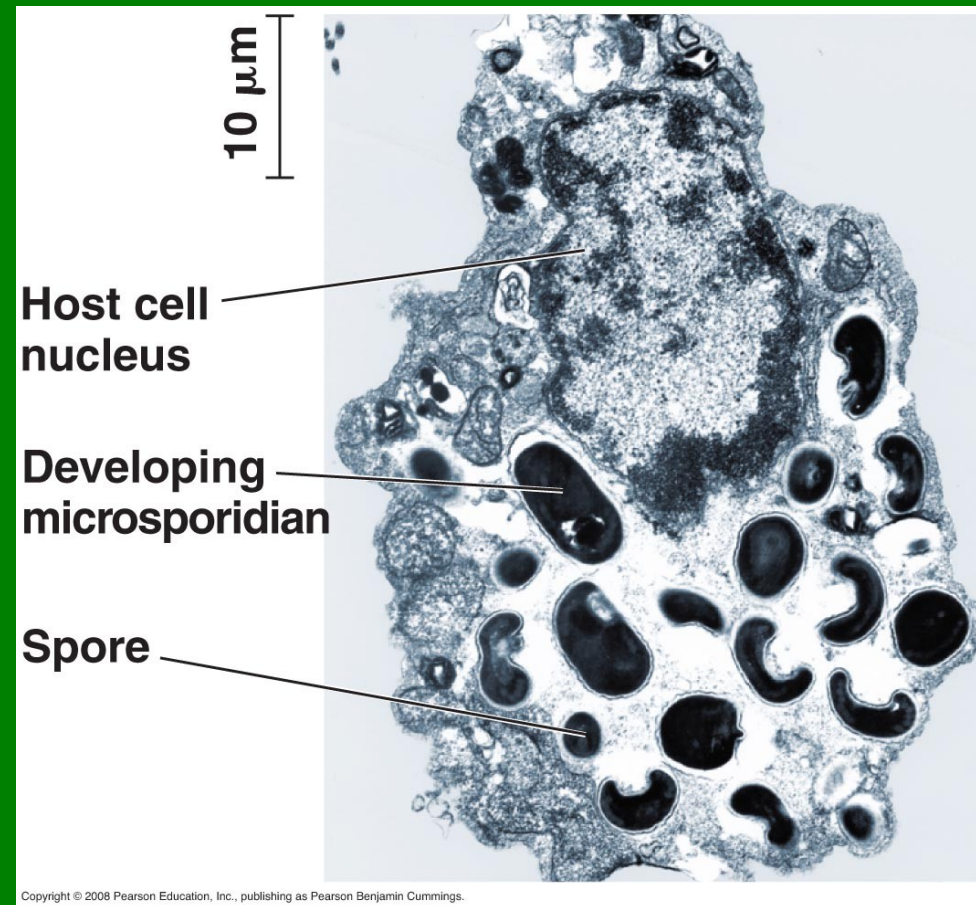
# Evolve hub



- živočichové, jedna skupina prvoků a houby tvoří klad
- společným znakem asi byl kdysi bičík
- mnohobuněčnost se vyvinula u Fungi a Animalia již nezávisle na sobě

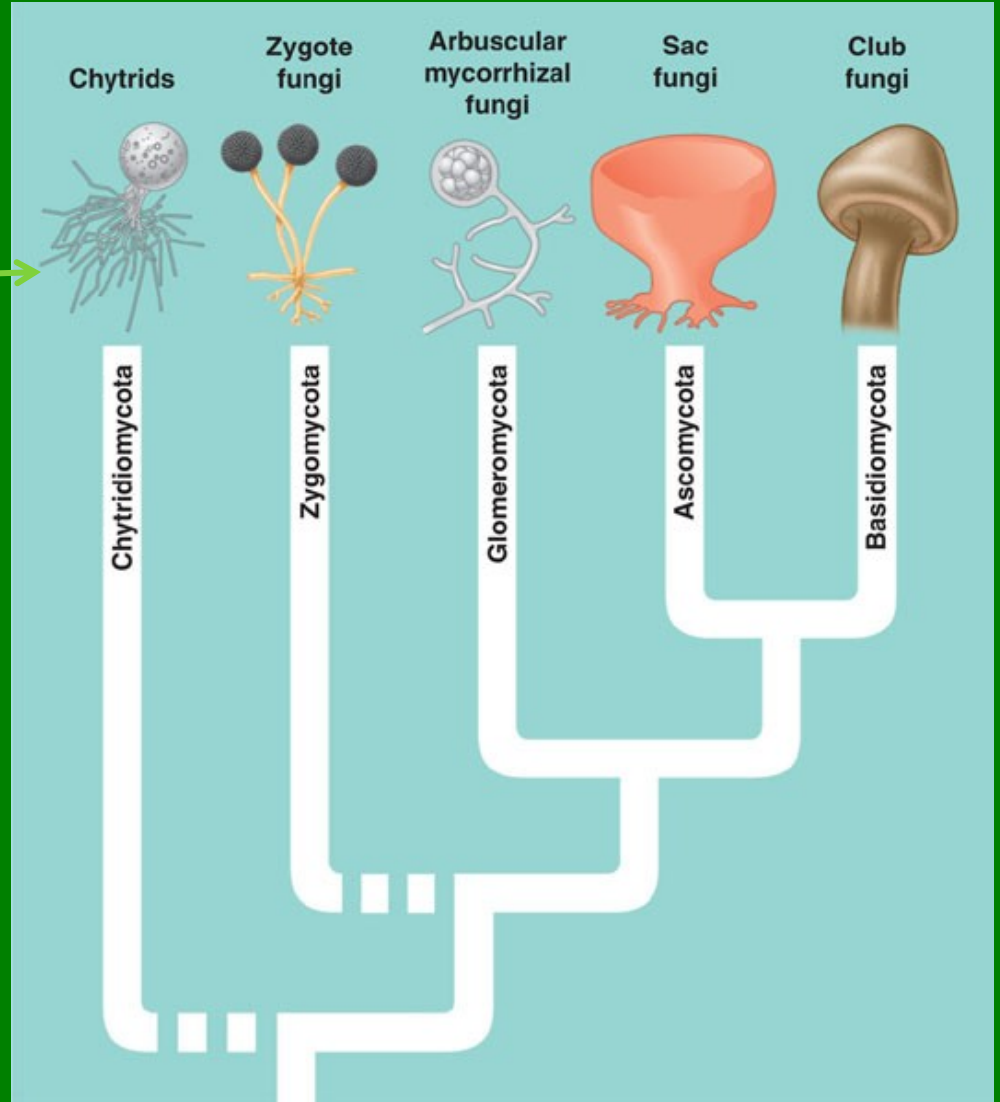
# Problém se skupinou **Mikrosporidia**

- **Microsporidia** jsou jednobuněční parazité prvoků a živočichů
- ovšem **nemají** klasické **mitochondrie**
- ...ale dříve je asi měli
- analýza DNA prokázala, že jsou nejspíše ze všeho linie, která se dávno odštěpila od Fungi



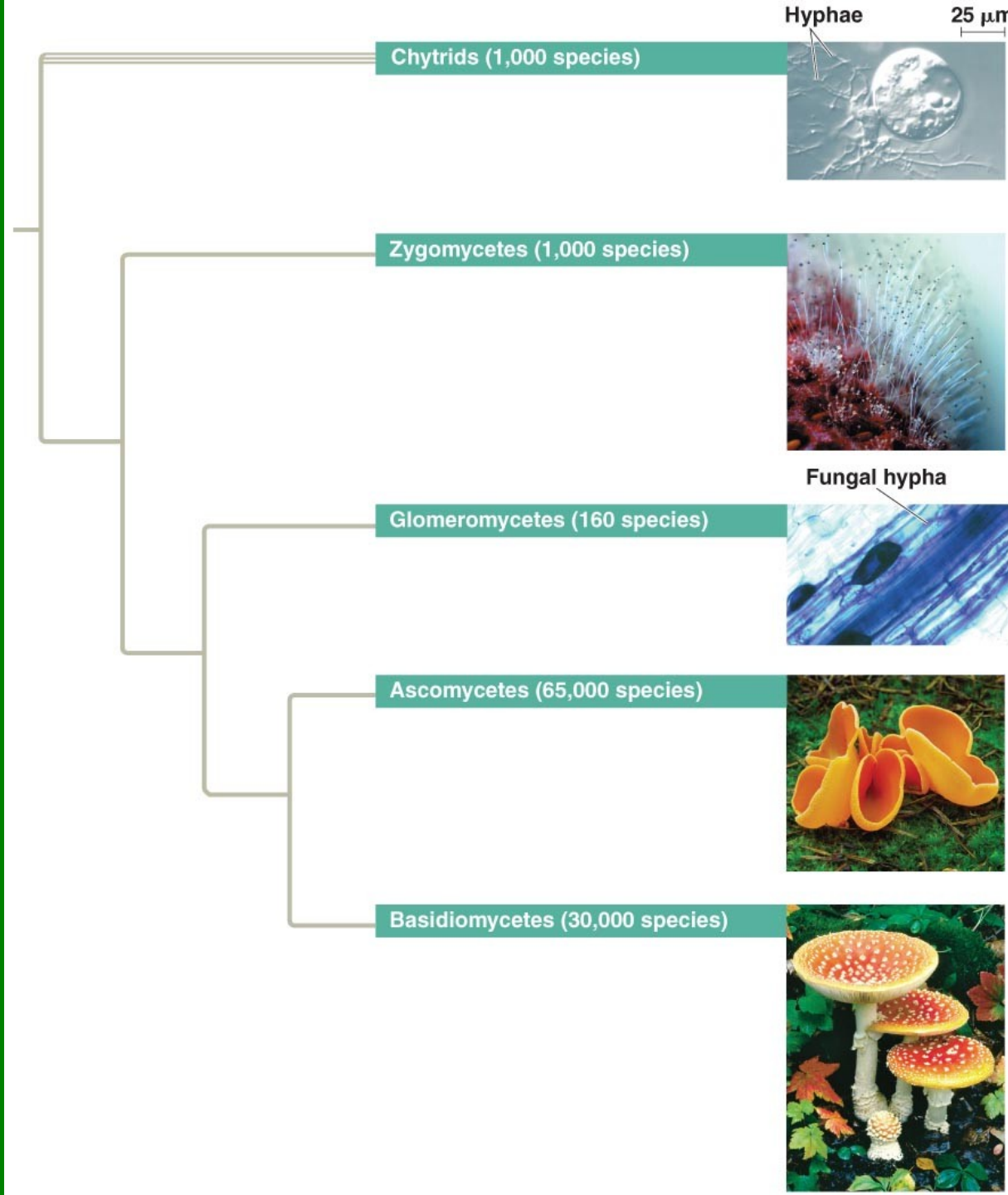
# Evolve hub

Pouze chytridiomycota mají bičík



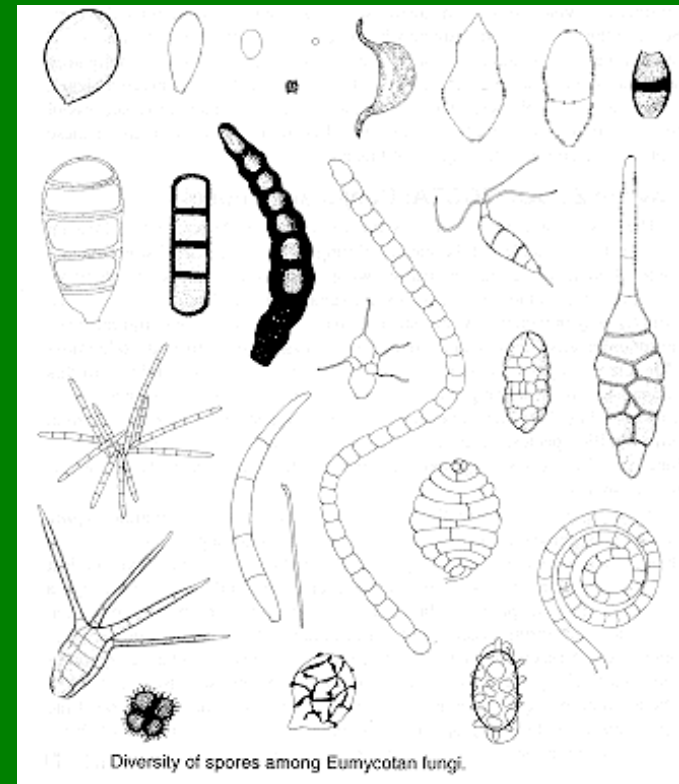


# Současná klasifikace



# Fungi – popis skupiny

- Známo asi 100 000 druhů; celkový počet se odhaduje na 1 500 000 druhů (!)
- Každý rok popsáno cca 800 nových druhů
- Za tento evoluční úspěch vděčí Fungi schopnosti tvořit spory (někdy může být v 1m<sup>3</sup> vzduchu přes 10 000 spor. Dalším důvodem je rychle rostoucí mycelium



**Různé typy spor  
(Eumycota)**

# Houby (Fungi)

## (užitečné termíny)

- Spora = mikroskopická částice schopná vyklíčit v dospělého jedince, aniž by musela splynout s nějakou jinou buňkou. U hub může být jednobuněčná nebo i vícebuněčná. Slouží k šíření houby na jiná stanoviště
- Hyfa = vláknitý útvar, vzniká vyklíčením spory
- Mycelium = kolektivní název pro hyfy. Součástí mycelia jsou i útvary kde vznikají spory
- Sporangium = specializovaný útvar ve kterém vznikají spory

# Příjem živin

absorpce = z okolního prostředí jsou absorbovány malé organické molekuly. Houba vylučuje do zdroje potravy velmi účinné enzymy, zvané **exoenzymy**, které potravu rozkládají na menší molekuly, které je houba schopna absorbovat. Trávení je tedy **mimotělní**.

# Typy výživy

- Saprofytické houby – absorbují živiny z mrtvých těl organismů, jako např. padlé kmeny stromů, mrtvá těla živočichů, trus živočichů atd.
- Parazitické houby – absorbují živiny z buněk žijícího hostitele. Některé např. napadají plíce člověka. 80% chorob rostlin je způsobeno houbami
- Mutualistické houby – rovněž absorbují živiny z buněk živého organismu, ale za to hostiteli prokazují službu; rostlinám například pomáhají absorbovat z půdy minerální látky.

# Rozšíření

- Houby jsou mutualisticky spjaté s mnohými organismy. Ačkoli jsou nejhojnější na souši, mnohé žijí v mořích či sladkých vodách, kde je jejich život spjat s vodními organismy či jejich pozůstatky
- **Lišejníky** (=symbiotické spojení houby a řasy), je možno najít v chladných a suchých pláních Antarktidy nebo v alpinské a arktické tundře
- Mutualistické houby je možno najít i ve tkáních rostlin
- Houby, které jsou schopny rozkládat celulózu jsou přítomny v žaludcích mravenců a termitů

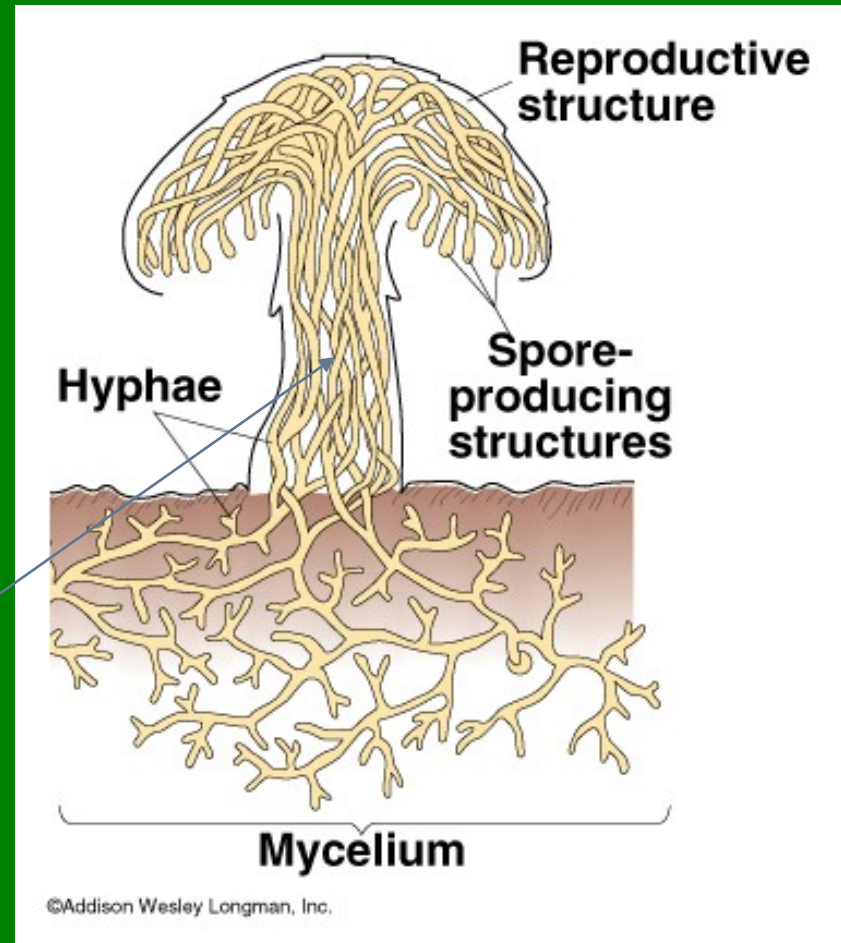
Dvě adaptace umožňují houbám absorpci:

- velký povrch mycelia
- schopnost rychlého růstu

Vegetativní část houby (mycelium) porůstá potravní zdroj.

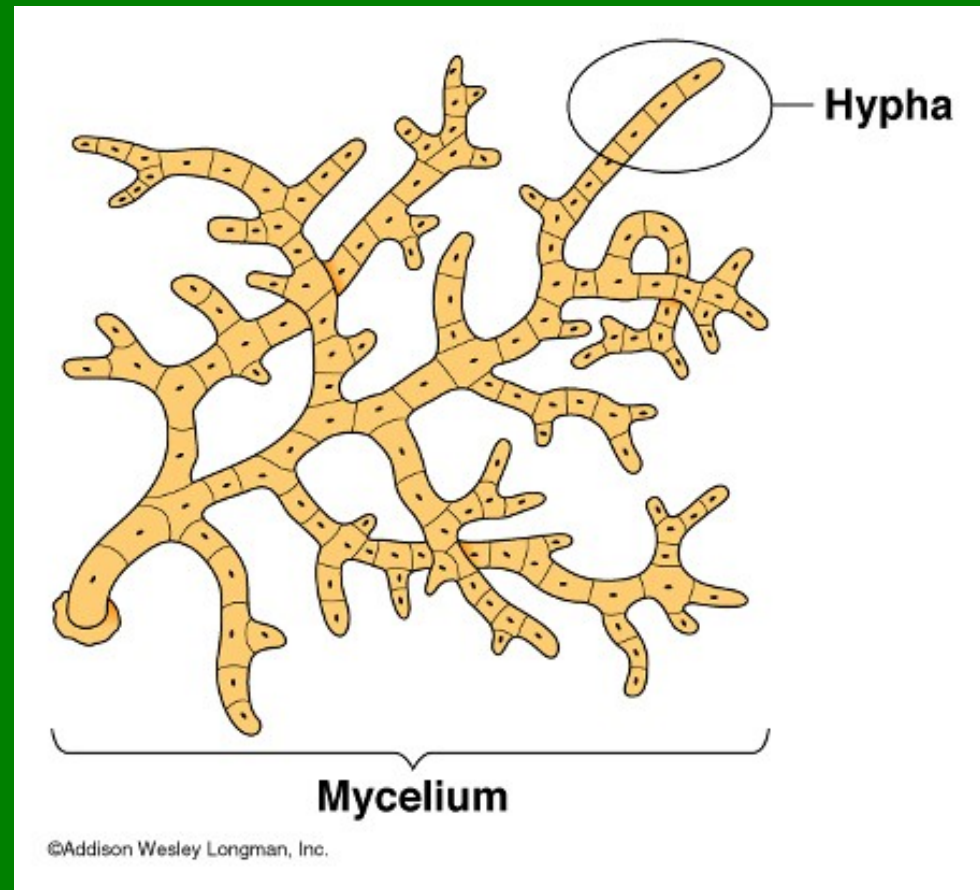
Kromě jednobuněčných kvasinek, tělo houby sestává z vláken zvaných hyfy.

**Plektenchym  
(nepravé pletivo)**



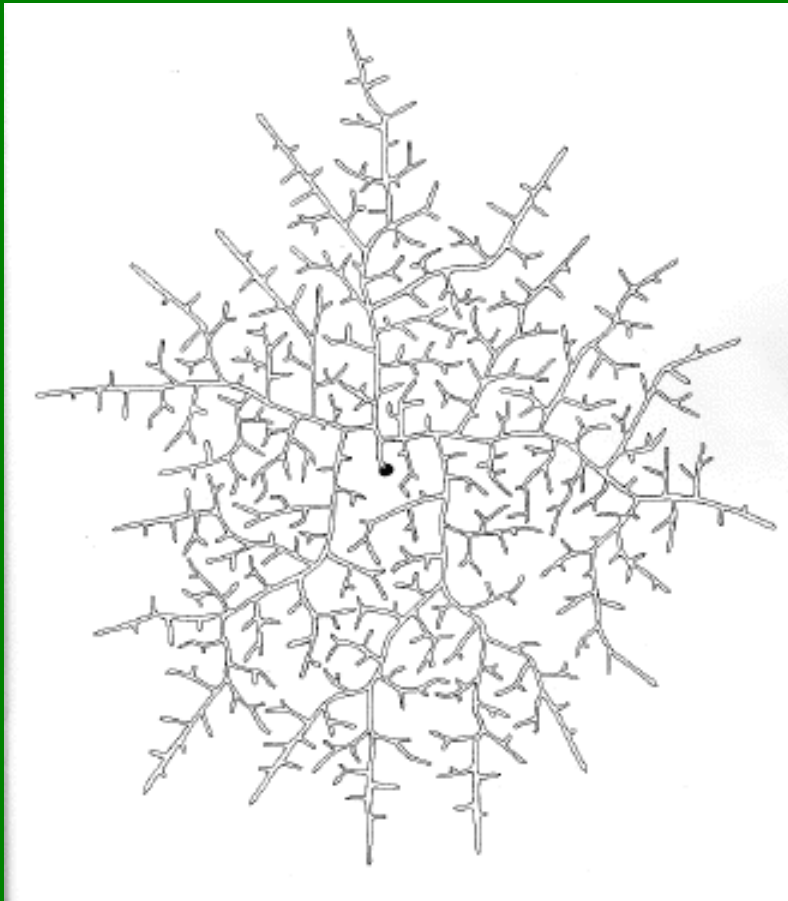
# Mycelium

Hyfy jsou jemná vlákna buněk s buněčnou stěnou. Cytoplasma obsahuje obvyklé organely. Hyfy tvoří propletenou síť vláken zvanou mycelium.





# Mycelium

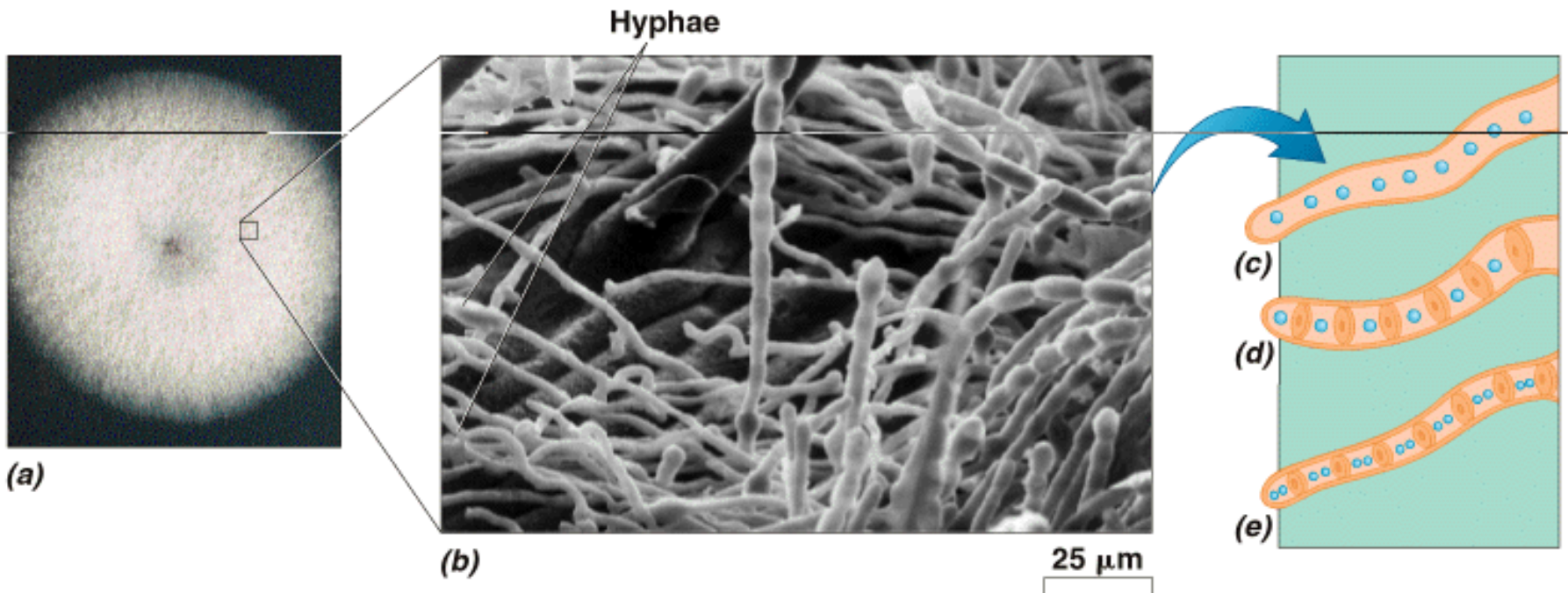


- Některé houby jsou schopny růst i při  $-5^{\circ}\text{C}$ ; jiné až do  $60^{\circ}\text{C}$
- $1\text{ cm}^3$  bohaté půdy obsahuje  $1\text{ km}$  hyf a má povrch okolo  $300\text{ cm}^2$

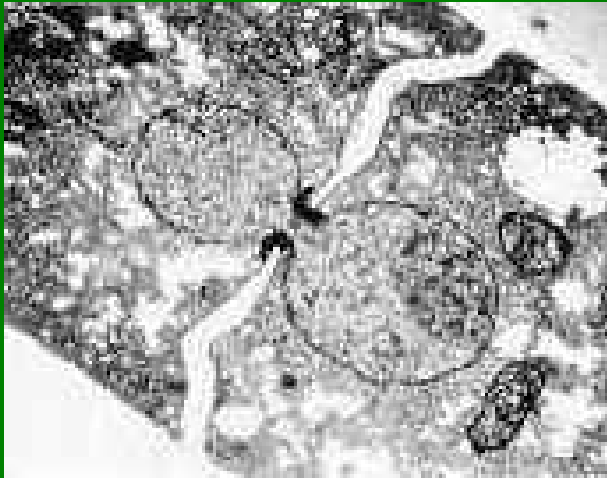
Velmi mladá houba vyrostlá z jediné spory (černá tečka vprostřed obrázku)

# Septa

Stěna mezi jednotlivými buňkami hyf se nazývá septum. Septa v sobě obsahují velké póry, kterými mohou procházet ribozómy, mitochondrie a dokonce i buněčná jádra.



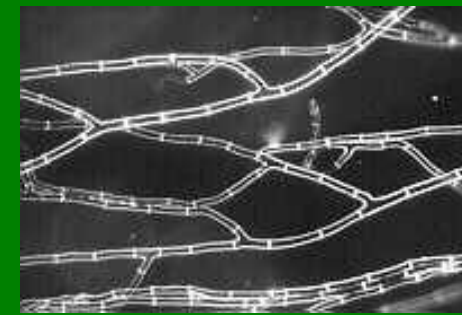
# Septa



*Neurospora crassa*  
(Ascomycota)  
Na fotografii je vidět jádro, které právě proniká septem z jedné buňky do druhé. Tento jev není v přírodě příliš častý.



Pohled na septum z vnitřku buňky.  
Kdybychom se plazili buňkou hyfového vlákna, takto by vypadalo septum s jasně viditelným otvorem.

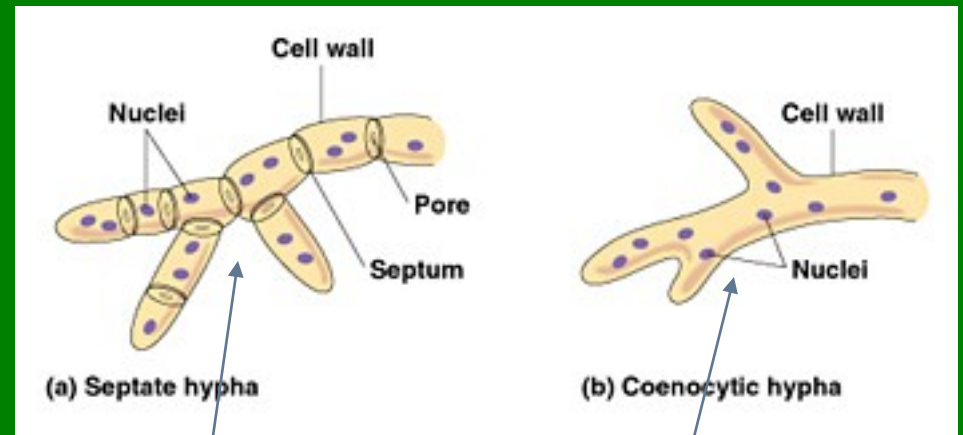


Ascomycota a Basidiomycota mají velmi tenké hyfy se septy (nahore). Dole hyfy ve srovnání s lidským vlasem

# Coenocytické houby

= houby, které nemají septa

Hyfy se sestávají ze stovek či tisíců jader obklopených cytoplazmou. Aseptické houby vznikají opakovanými mitózami, po kterých nenásleduje cytokineze.



Hyfa se septy

Coenocytická hyfa

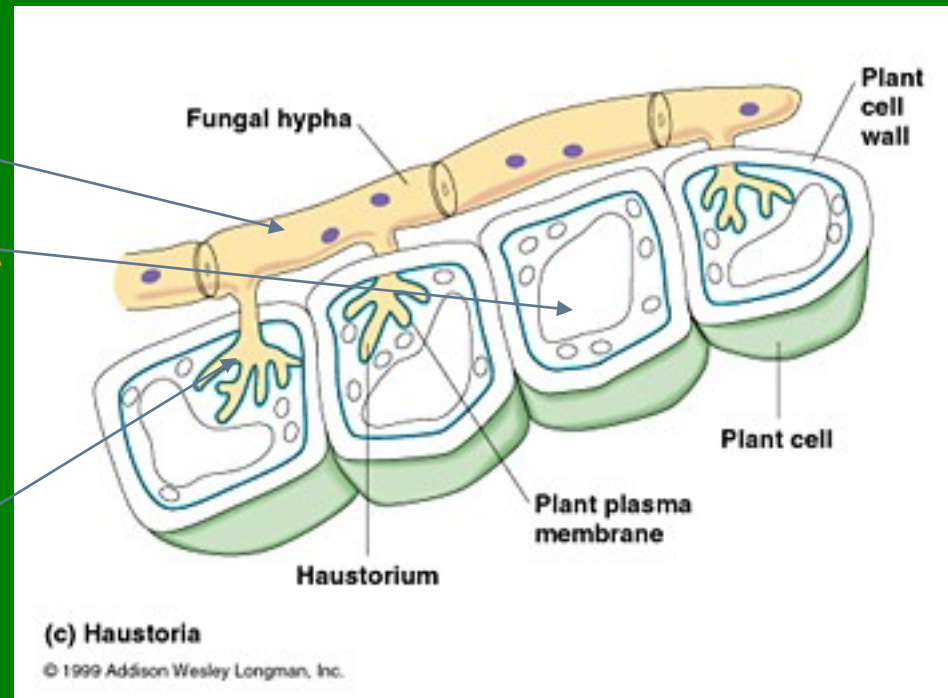
# Haustoria

= jsou přeměněné hyfy, pronikající do tkání hostitele, odkud získávají živiny

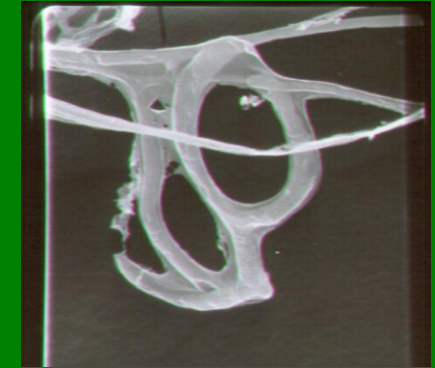
Hyfa

Rostlinná buňka

Haustorium



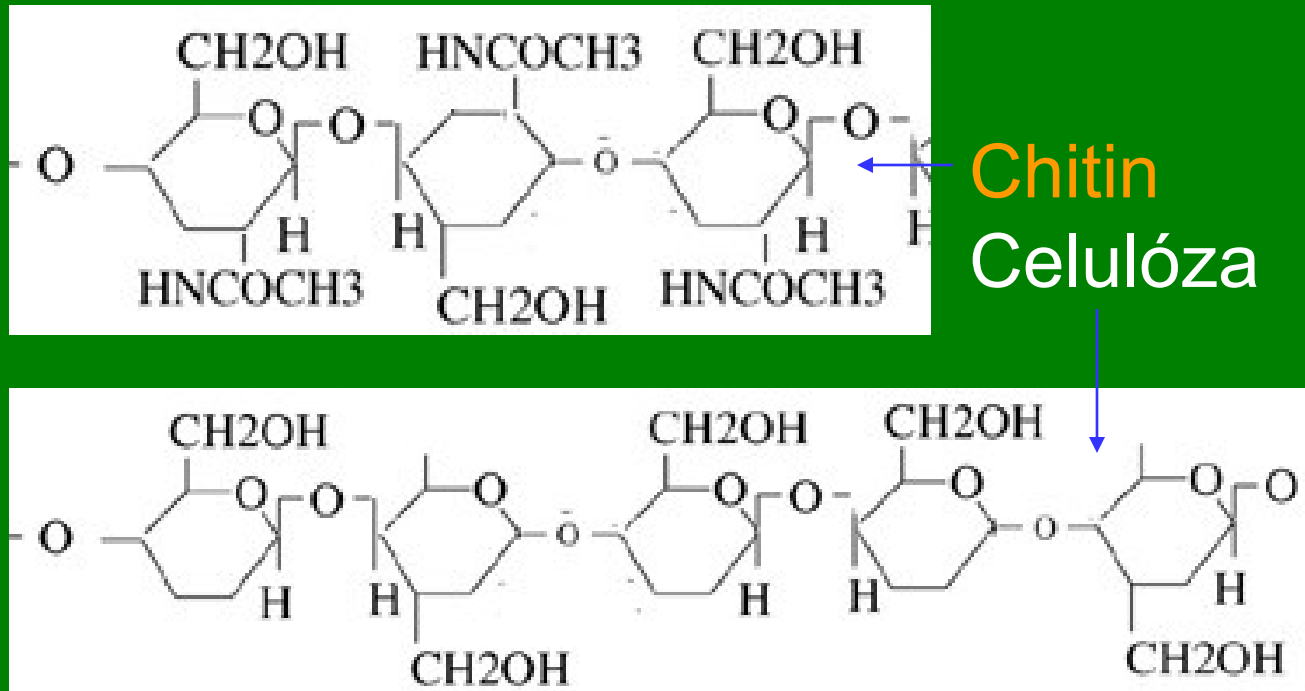
# Hyfy adaptované k lovu kořisti



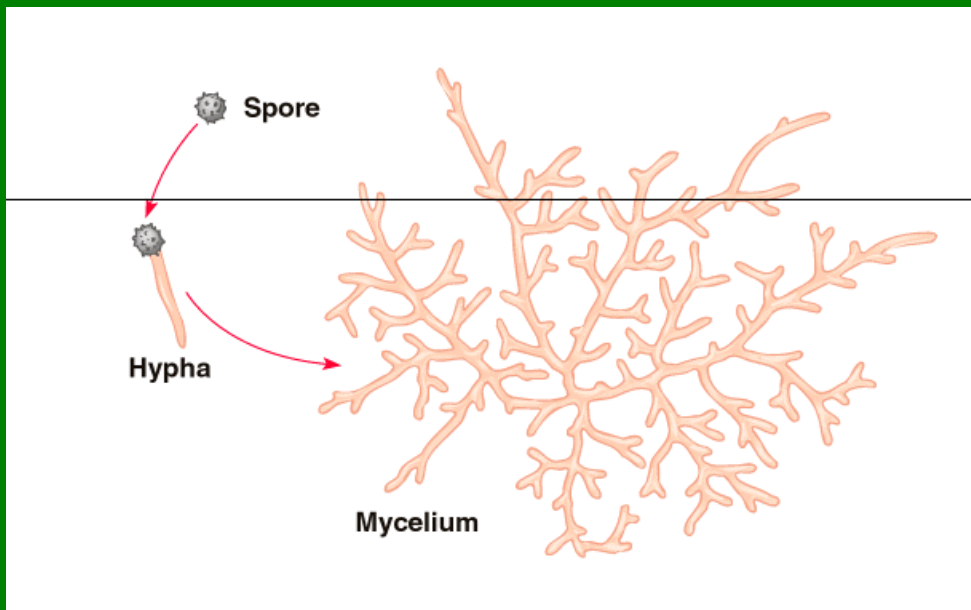
Houba *Arthrobotrys anchonia* s uloveným háďátkem.  
Houba později pronikne háďátko svými hyfy a začne  
trávit jeho tkáň

# Buněčná stěna

Buněčná stěna většiny hub je tvořena **chitinem** (jako u vnějšího skeletu hmyzu) (nikoli celulózou jako u rostlin a oomycot )



# Mycelium

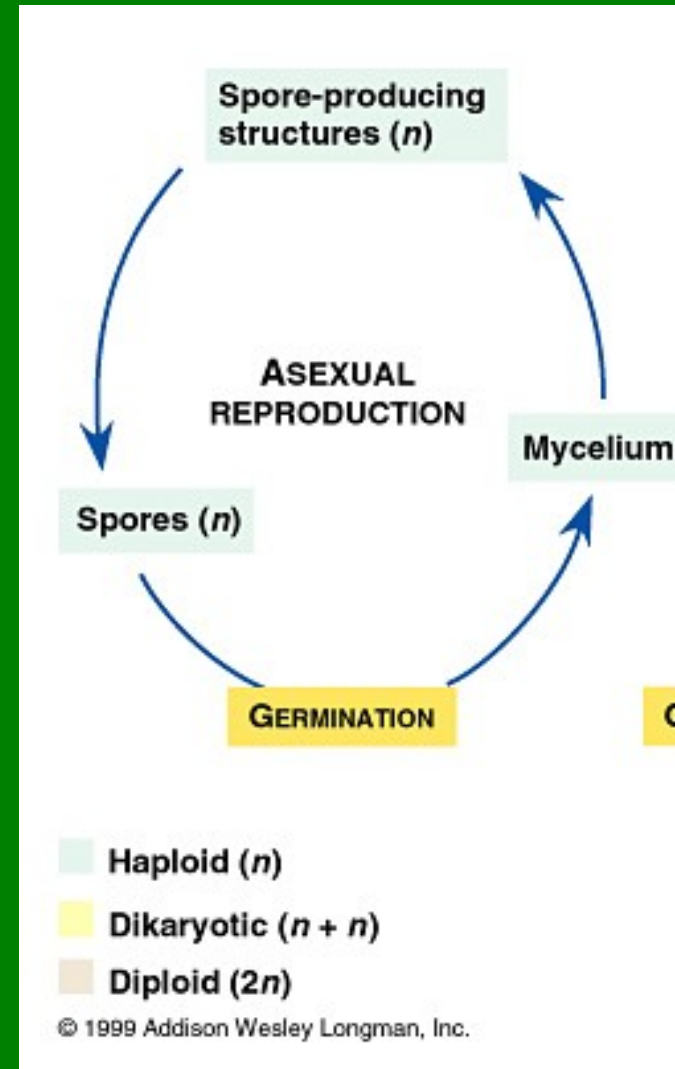


- Mycelium se může v potravním zdroji prodloužit až o kilometr za den. Tento rychlý růst je umožněn prouděním cytoplazmy, které transportuje proteiny a všechny důležité látky do konečků hyf
- Houby jsou nepohyblivé organismy, avšak díky rychlému růstu jsou schopny prorůstat do nových oblastí



# Houby se rozmnožují sporami, které vznikají sexuálně nebo asexuálně

- Spory jsou obvykle jednobuněčné, jen zřídka mnohobuněčné; vytváří se ze specializovaných hyf (nebo uvnitř nich)
- Za příznivých podmínek je houba schopna vytvořit obrovské množství asexuálních spor
- Díky sporám jsou houby všeobecně rozšířeny; spory byly nalezeny i 160 km nad zemí
- Spory jsou u většiny druhů haploidní ( $n$ )



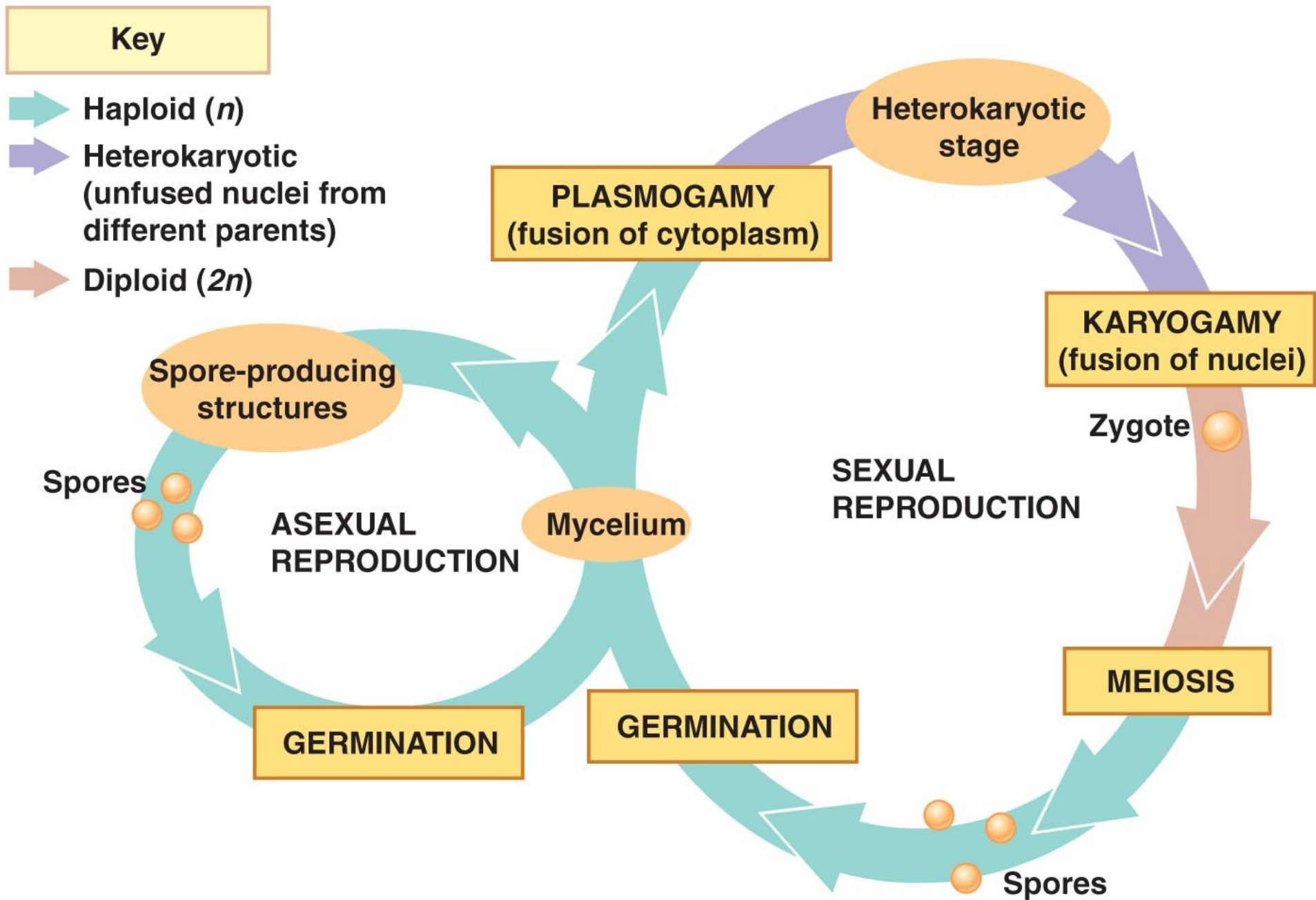
# Sexuální rozmnožování

V životním cyklu hub se střídají tři stadia: haploidní, diploidní a dikaryontní

- Pro většinu hub je sex příležitostným způsobem rozmnožování, obvykle při změně okolních podmínek
- Syngamie = sexuální spojení dvou buněk dvou individuí; má dvě časově oddělené fáze:
  1. Plasmogamie = splynutí cytoplazmy obou buněk  
Dikaryon = jev, kdy se po plasmogamii dvě jádra (vždy haploidní) nachází v cytoplazmě odděleně od sebe. Tyto dvě jádra mohou v tandemu koexistovat a dělit se hodiny, měsíce či staletí
  2. Karyogamie = splynutí jader. Vzniká diploidní buňka, a téměř ihned následuje meióza

# Sexuální rozmnožování

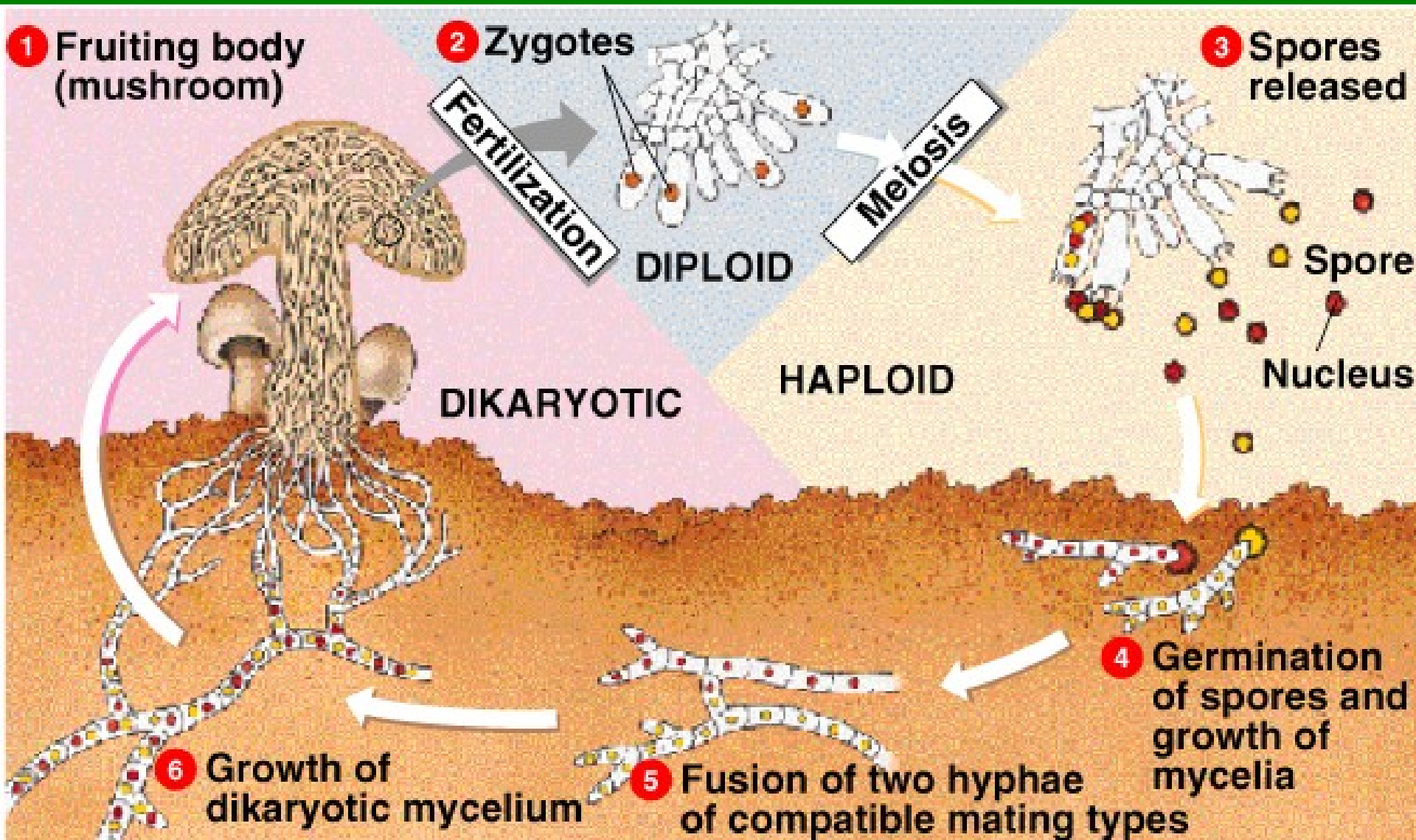
- hyfy dvou mycelií vylučují látky zvané feromony
- pokud jsou hyfy správných párovacích typů, feromony naleznou receptory na povrchu buňky opačného vlákna
- obě hyfy pak rostou směrem k sobě
- hyfy pak splývají v procesu zvaném **plasmogamie**



# Plasmogamie

- = splynutí cytoplasmy dvou mycelií
- po plasmogamii nastává heterokaryontní stadium
  - obě jádra se nacházejí v cytoplasmě nezávisle na sobě
  - někdy si mohou vyměnit geny či části chromosomů procesem připomínajícím crossing-over, jindy nikoli

# Rodozměna u hub (Fungi)



# Mykorrhiza = symbióza s kořeny rostlin

Bez mykorrhizy



S mykorrhizou



Endomykorrhiza = hyfy pronikají do buněk rostliny. Známa u 80% cévnatých rostlin; především Zygomycota

Ektomykorrhiza = hyfy pouze obalují kořínky, ale nepronikají dovnitř buněk. Především basidiomycota, někdy i Ascomycota (lanýž)

# Asexuální rozmnožování

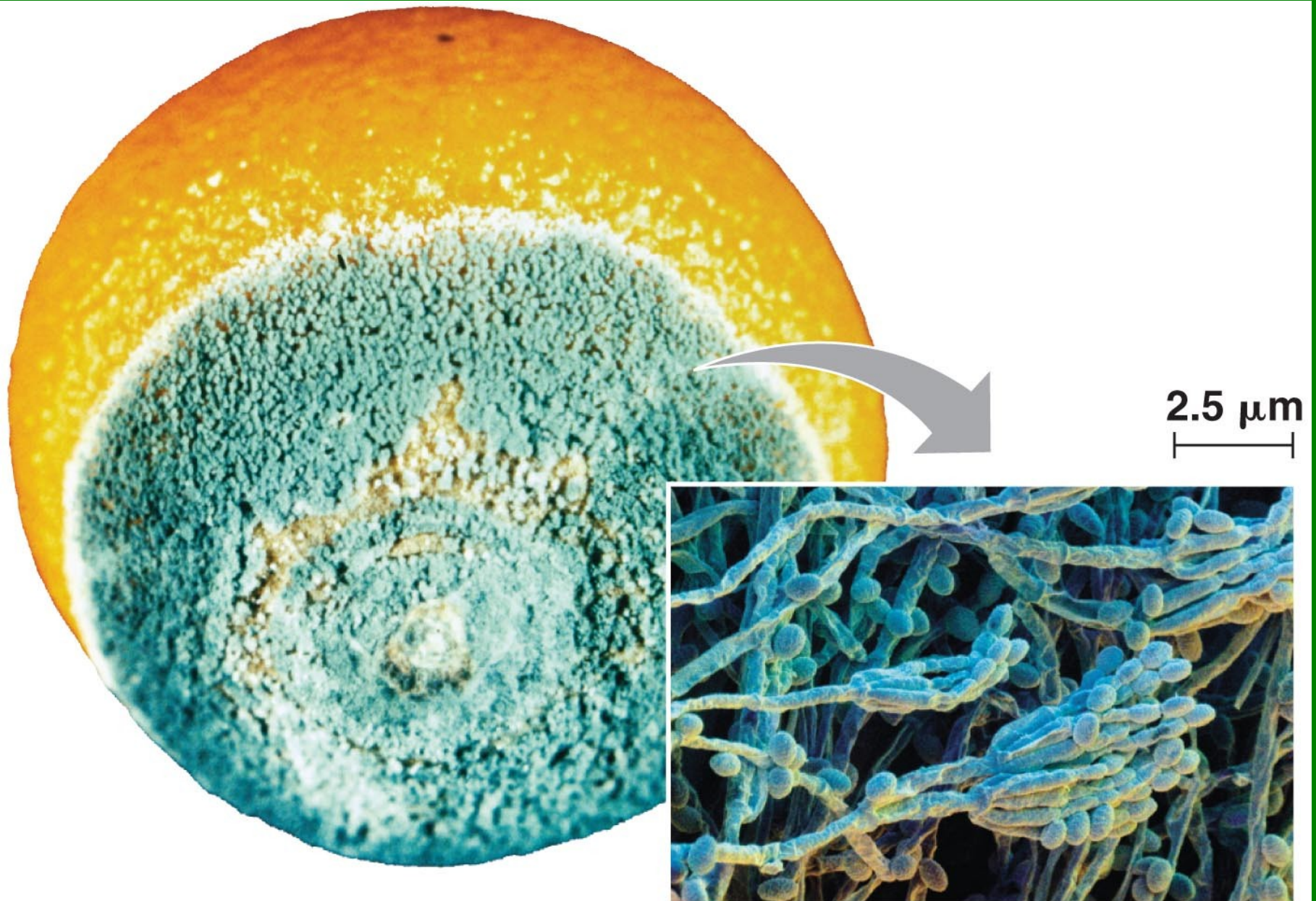
- je známo asi 20 000 druhů hub, které se rozmnožují toliko asexuálně

=(Fungi imperfecti)

- mnohé houby se asexuálně rozmnožují tak, že vytváří **filamentózní hyfy**, které mitózou produkují haploidní spory

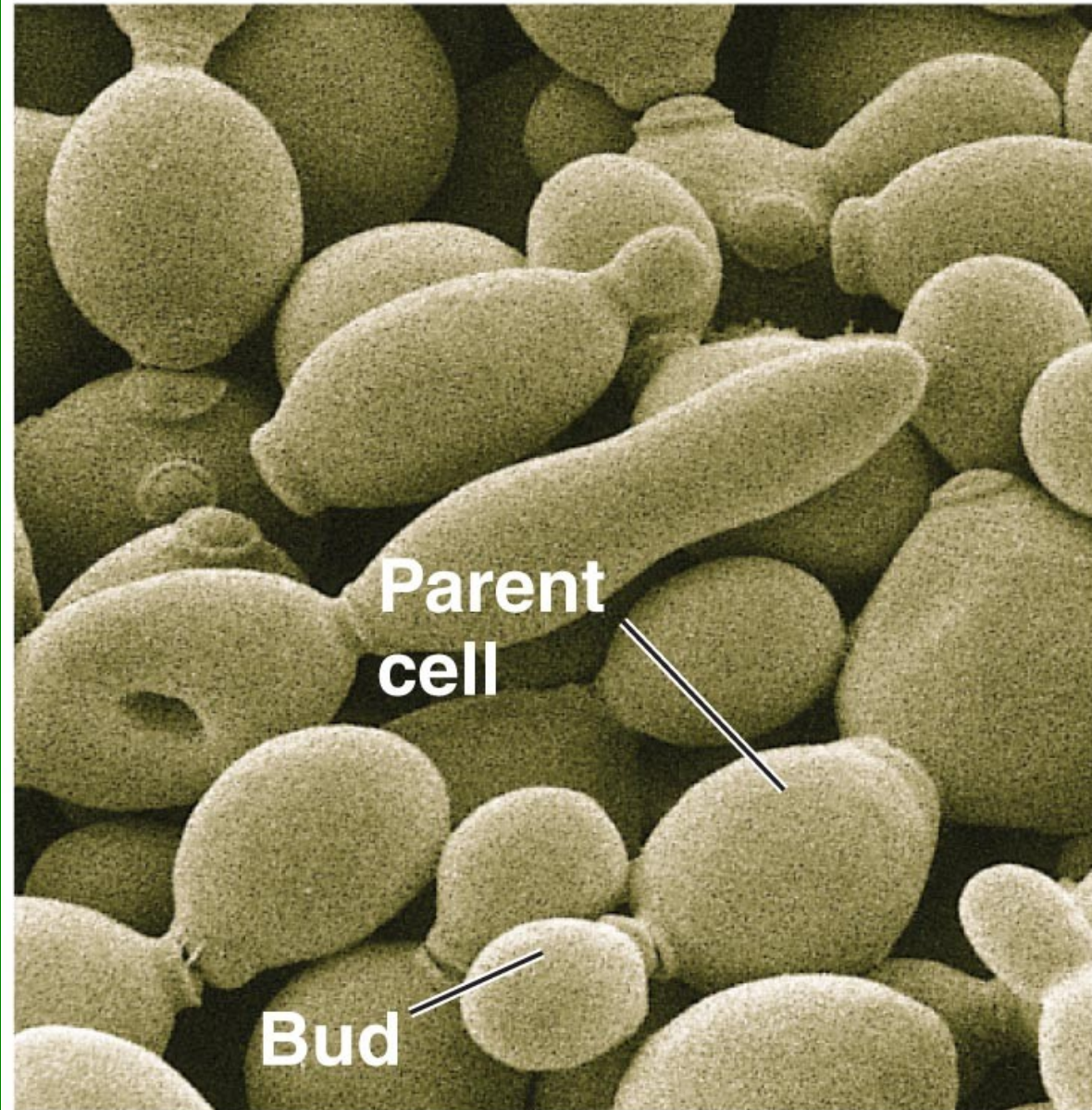


# Asexuální rozmnožování

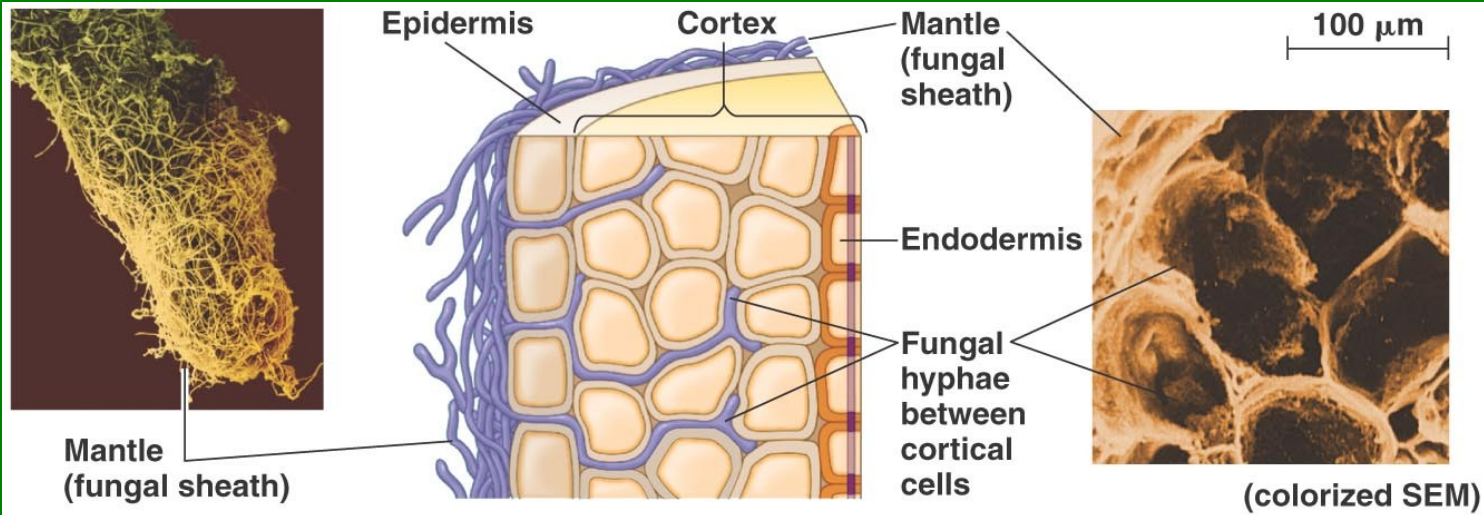


10  $\mu\text{m}$

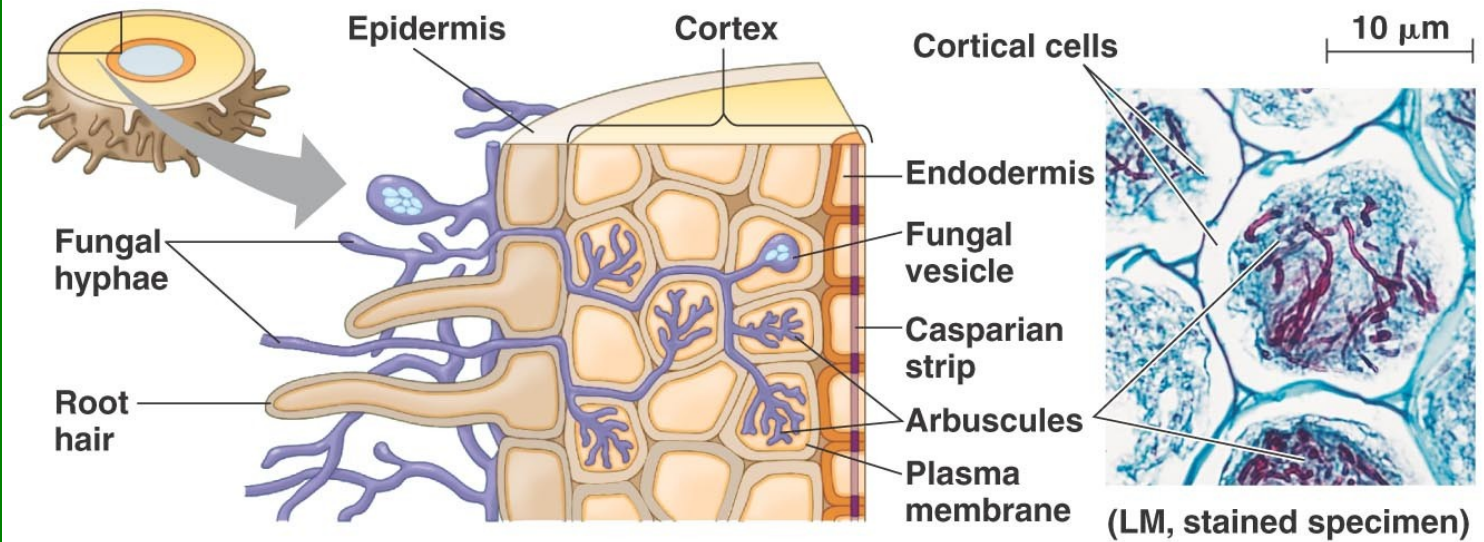
Jiný typ asexuálního  
rozmnožování:  
**pučení** u  
jednobuněčných  
kvasinek



# Ektomykorrhiza a Arbuskulární mykorrhiza

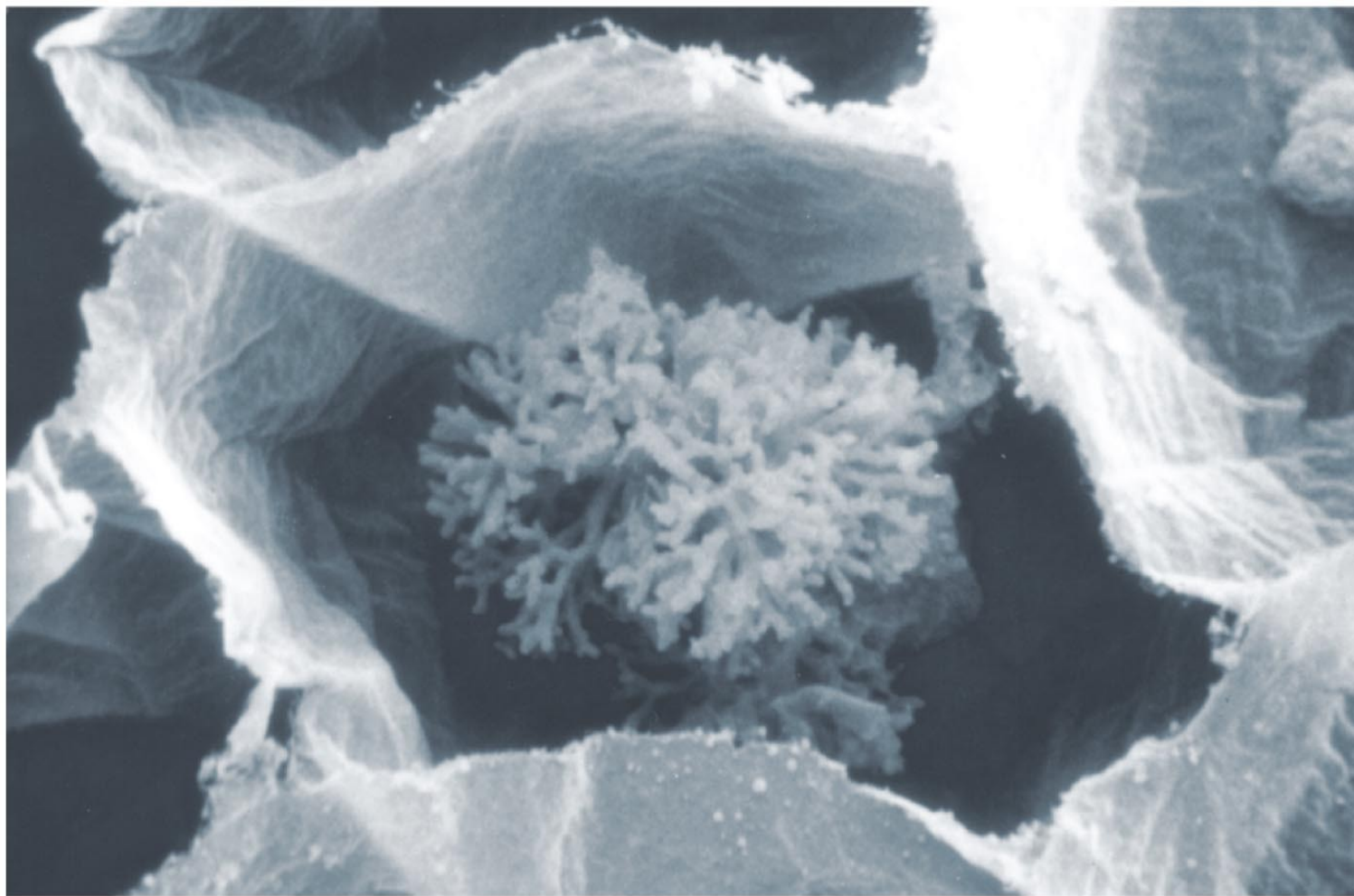


(a) Ectomycorrhizae



(b) Arbuscular mycorrhizae (endomycorrhizae)

# Arbuskulární mykorrhiza



2.5  $\mu\text{m}$

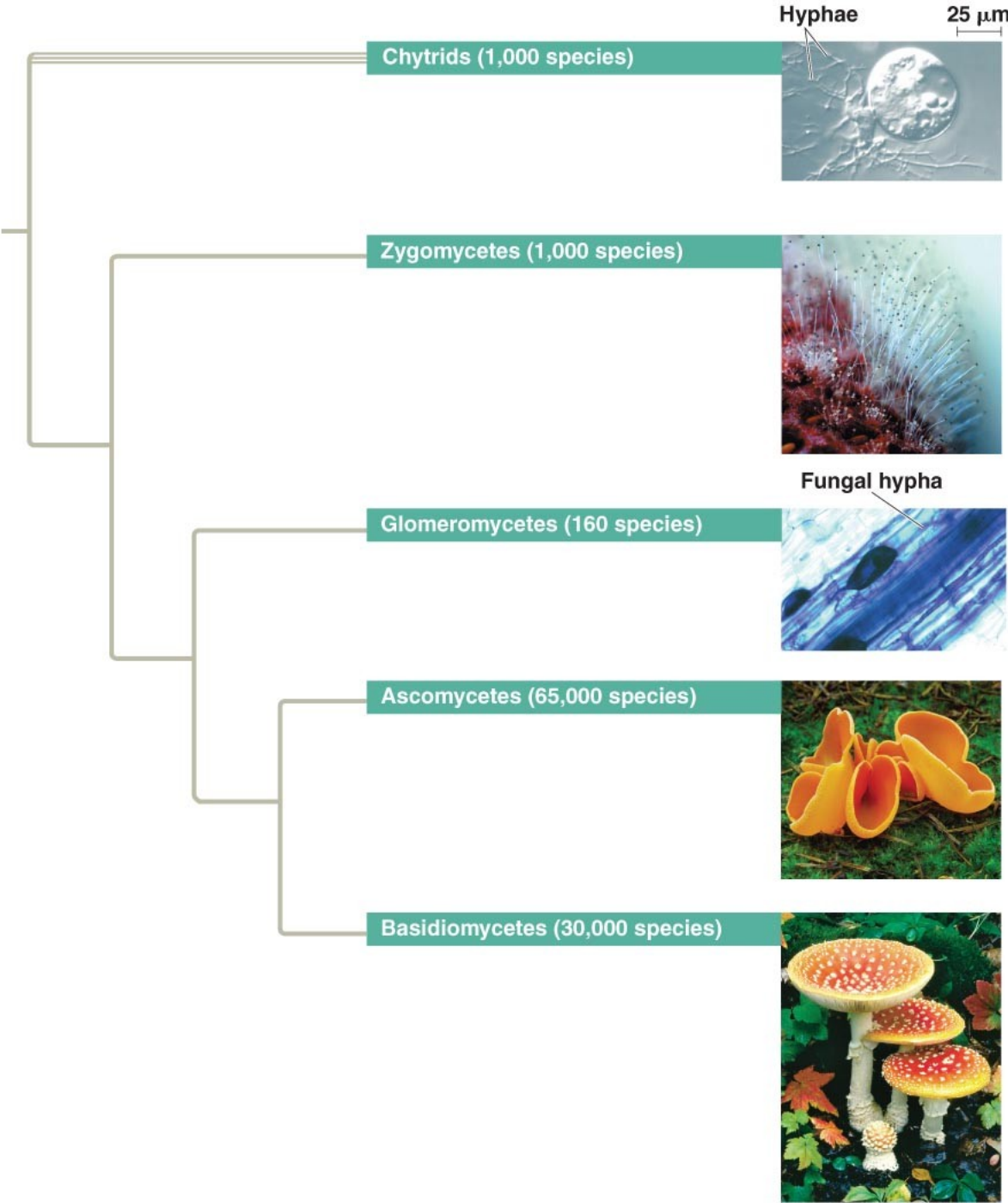
# System hub

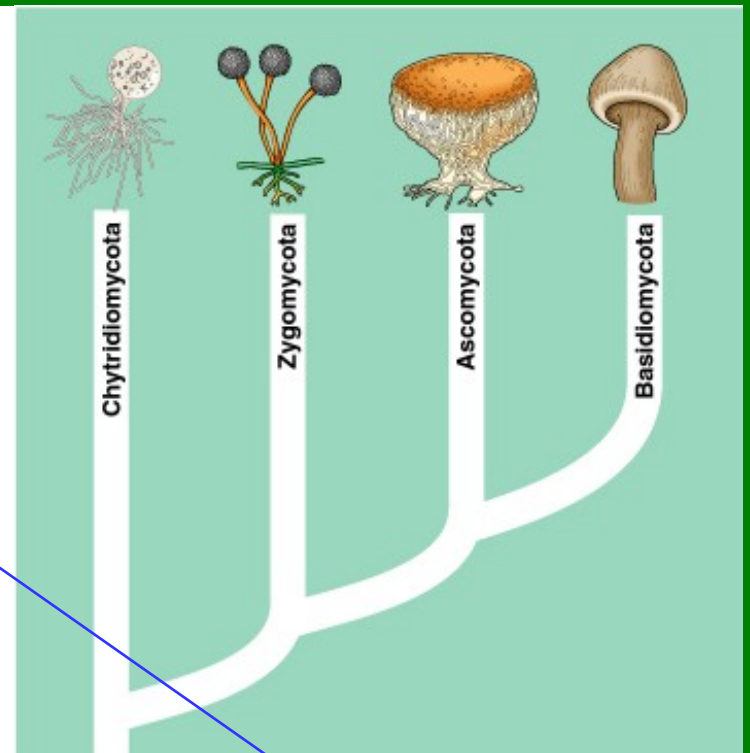
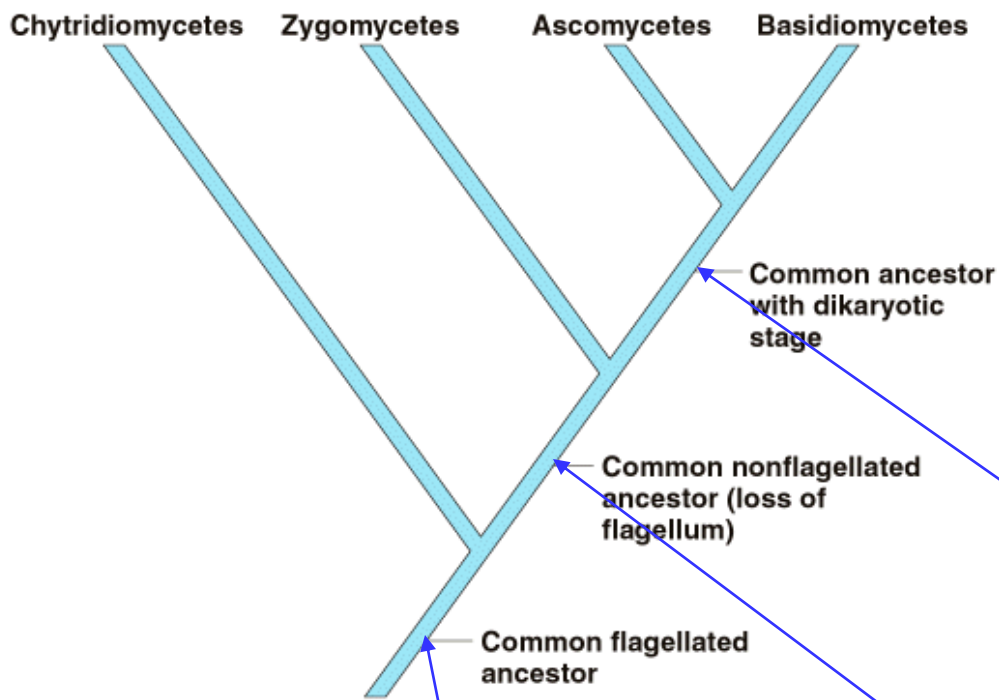
(jedno z možných dělení)

asi 100 000 druhů, možná až 1,5 milionů

- Oddělení Hlenky (Myxomycota)
- Oddělení Nádorovkovité (Plasmodiophoromycota)
- Oddělení Oomycety (Oomycota)  
(první tři oddělení řadí mnozí mezi Protista)
- Oddělení Chytridiomycety (Chytridiomycota)
- Oddělení Houby vlastní (Eumycota)
  - Třída Houby mukorovité (Zygomycetes)
  - Třída Houby vřeckovýtrusé (Ascomycetes)
  - Třída Houby stopkovýtrusé (Basidiomycetes)

# Současné dělení hub





Společný předek  
S bičkem

Ztráta bičku

Dikaryontní  
stadium

# Hlenky (Myxomycota)

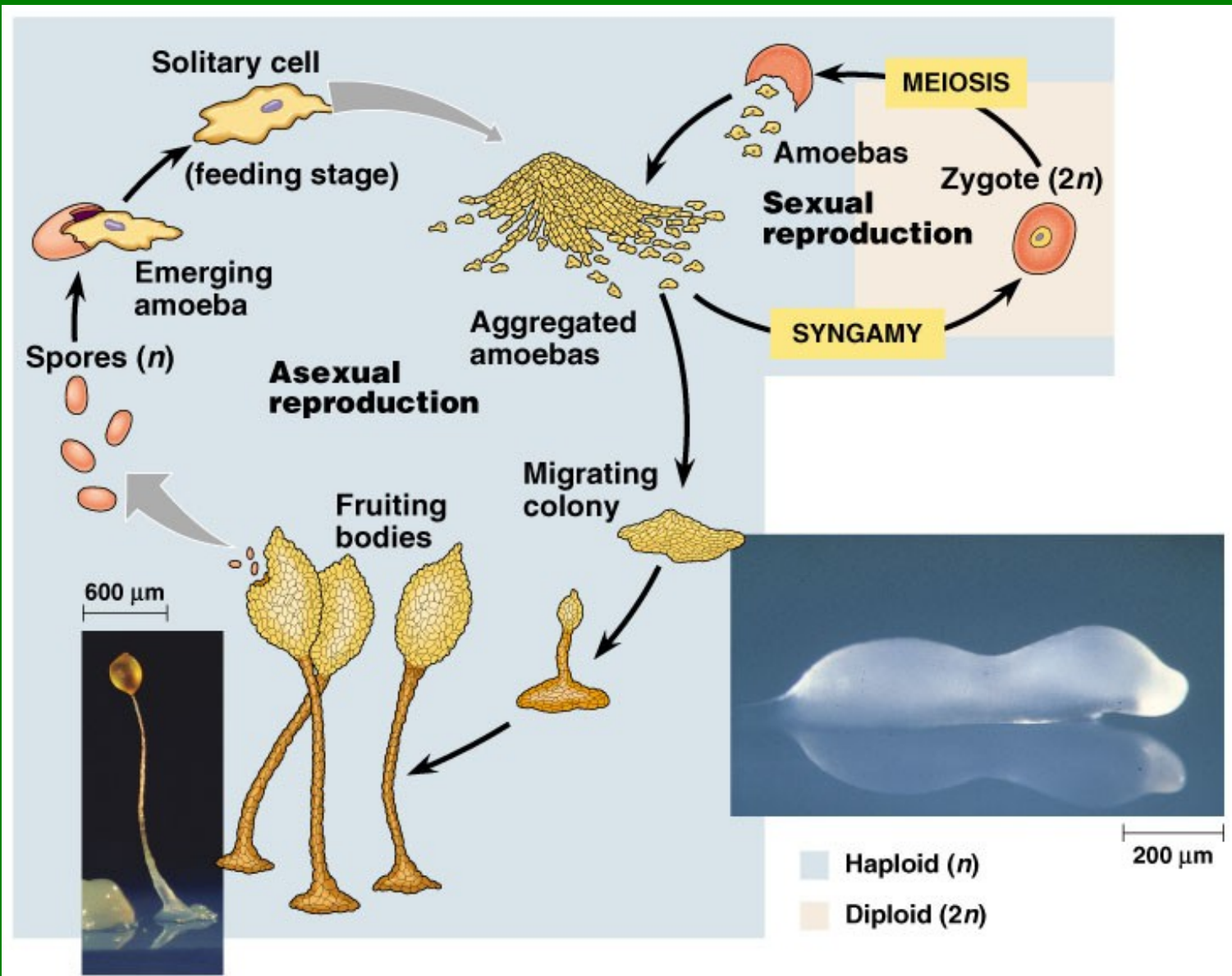
- Mycelium chybí
- Jednobuněčné améby se živí pohlcováním bakterií, prvoků, organických zbytků atd.
- Někdy se améby mohou shlukovat v rosolovité plasmodium
- Velmi málo prozkoumaná skupina



*Mucilago crustacea*



# Myxomycota (Hlenky)



# Oomycety (Oomycota)

- V buněčných stěnách **celulóza**
- Vodní, půdní a parazitické organismy
- Hnilobytky (Saprolegnia)
  - Vřetenatka révová (*Plasmopara viticola*) způsobuje perenosporu vinné révy

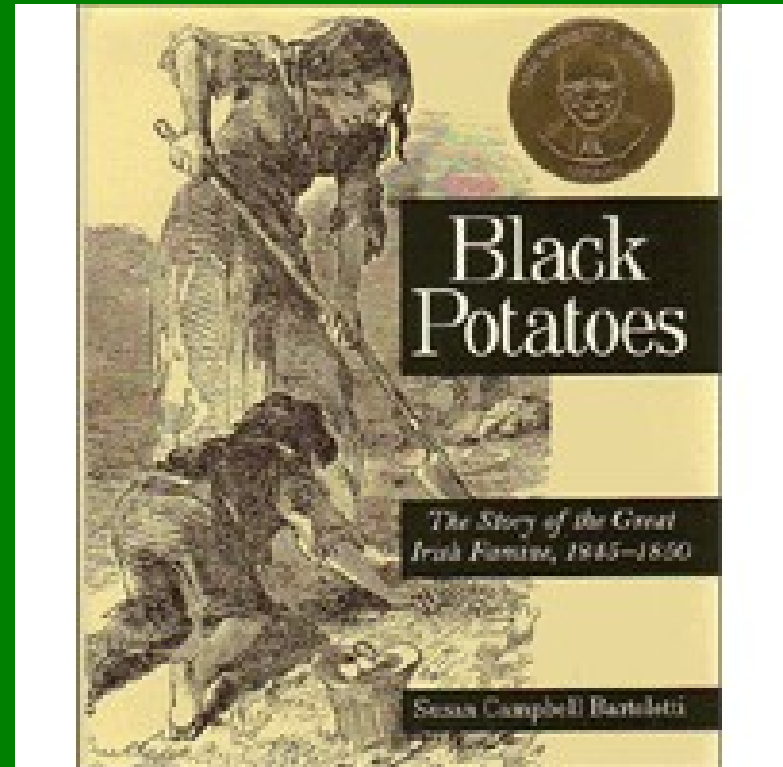
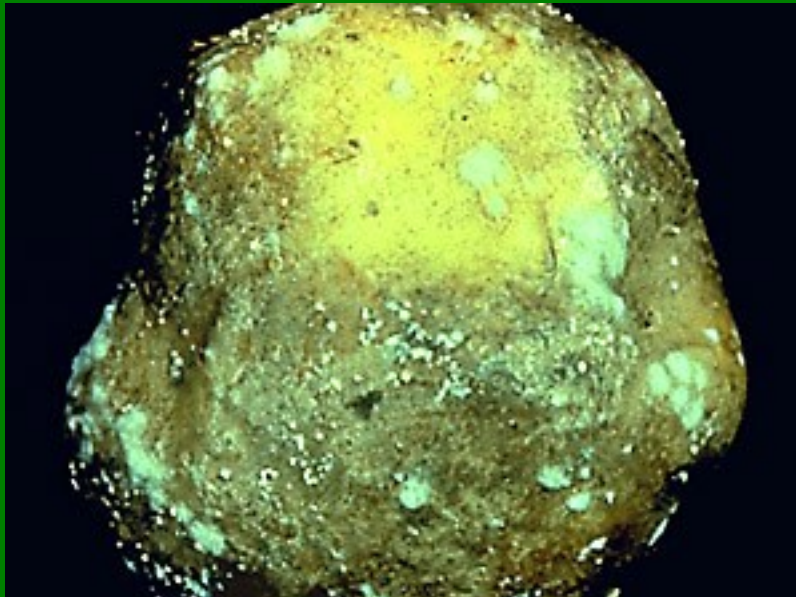


Na rubu listů vinné révy vyrůstají skrze průduchy **sporangiofory** (=nosiče výtrusnic). Výtrusnice se snadno ulamují a jsou roznášeny větrem nebo dešťovou vodou.



# Oomycety

## irský hladomor 1846

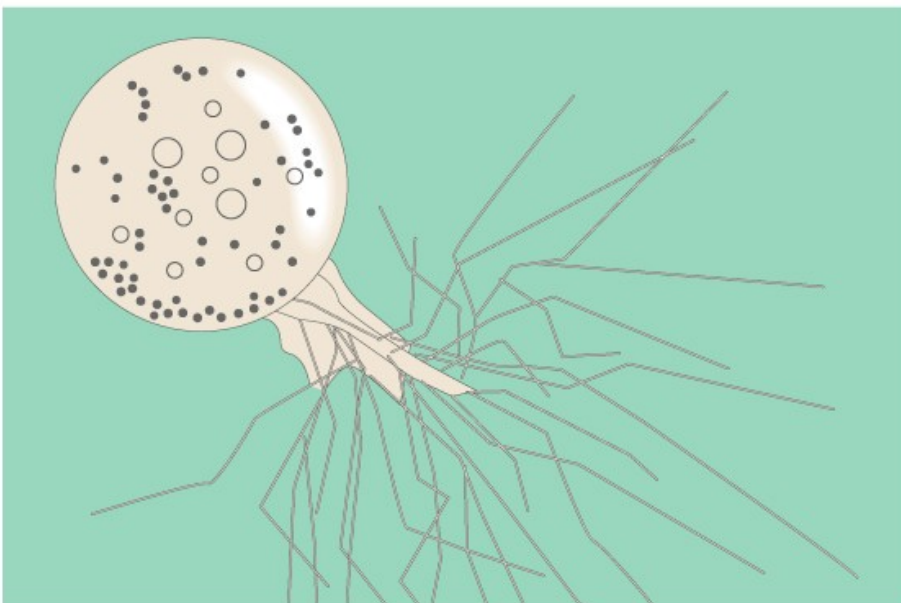


Plíseň bramborová (*Phytophthora infestans*), způsobila exodus více než 1,5 miliónu Irů do USA

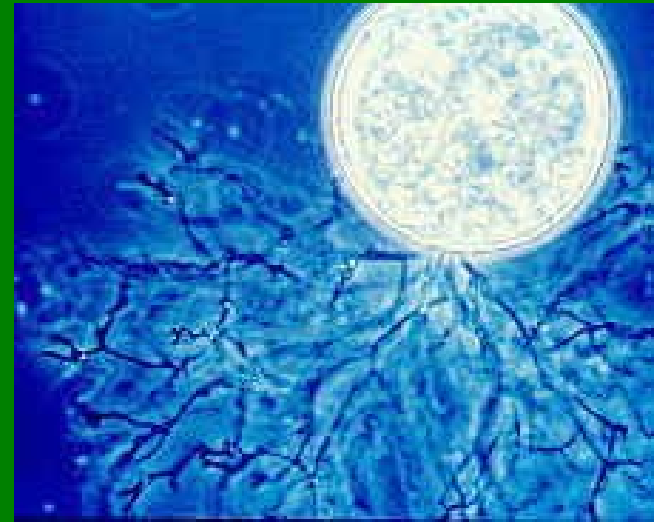
# Chytridiomycota

- možná se vyvinuly z bičíkatých protist, kam jsou občas řazeny
- dnes se zdá že patří mezi *Fungi*
- trubicovitá stélka

Např. *Synchytrium endobioticum*, původce rakoviny brambor



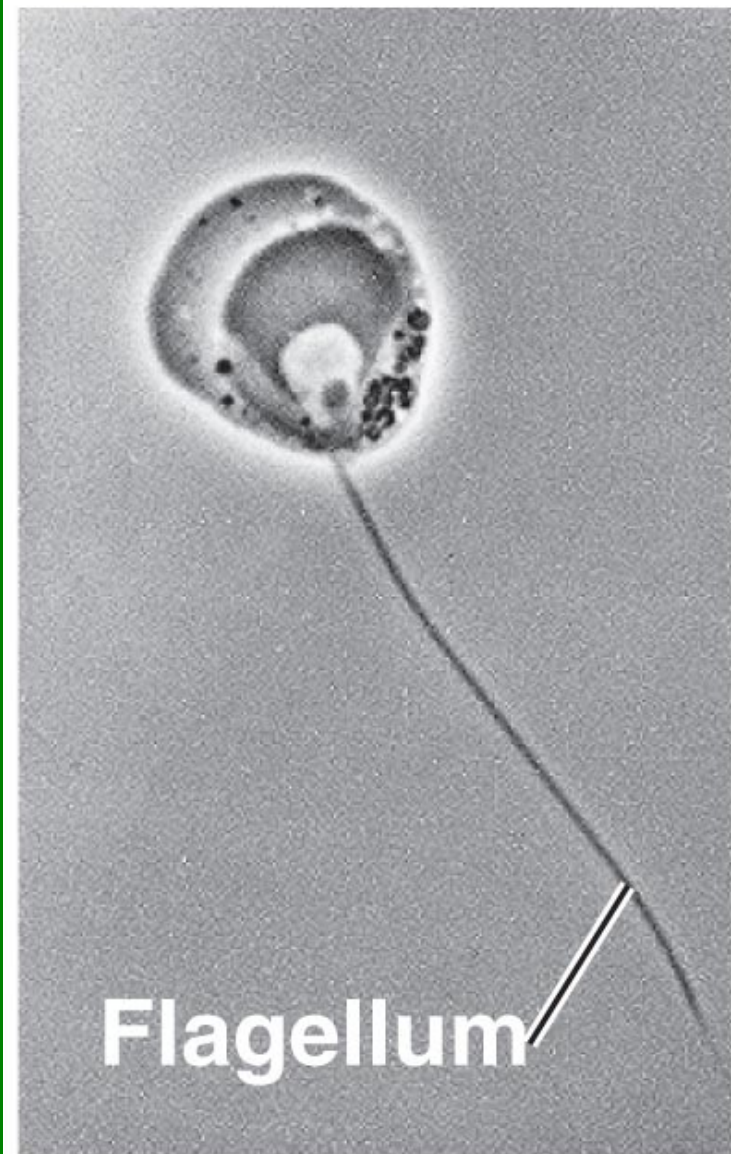
©Addison Wesley Longman, Inc.



Rod *Rhizopydium*

# Chytridiomycota

bičíkatá spora Chytridiomycot.  
Tato **bičíkatá spora** je  
nazývána **zoospora**

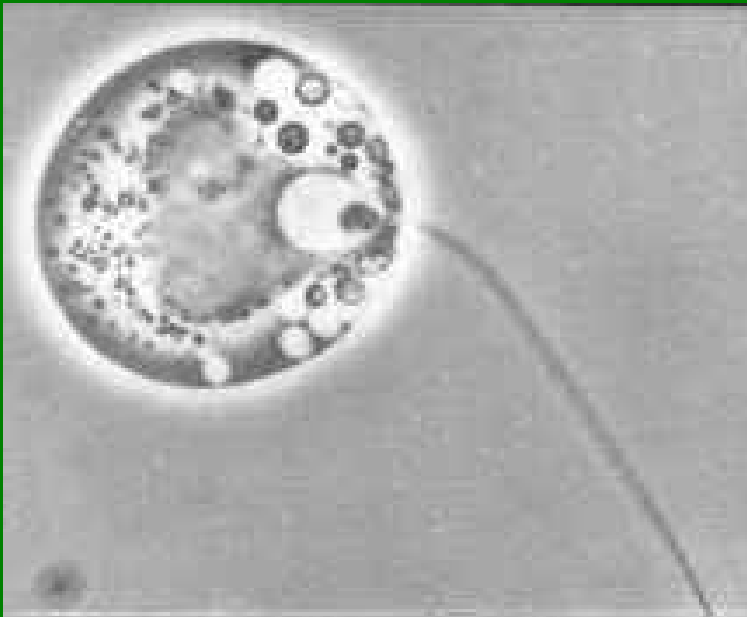


4  $\mu\text{m}$

# Chytridiomycota

- hojné v půdě a sladkých vodách
- saprofyti nebo paraziti prvoků, rostlin či živočichů
- jednobuněčné i mnohobuněčné
- jako jediní z hub mají bičík

# Chytridiomycota



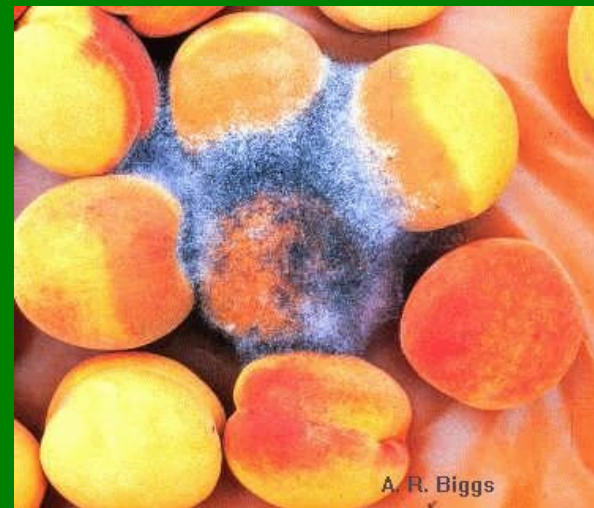
Bičíkatá zoospora  
rodu *Allomyces*



Rod *Chytridium*. Ze  
sporangia se právě  
uvolňuje bičíkatí zoospora

# Zygomycota (spájivé plísně)

- popsáno asi 1 000 druhů
- většinou suchozemské, rostou v půdě nebo na tlejících organismech
- hyfy jsou coenocytické, s výjimkou reprodukčních buněk



rod *Rhizopus*

A. R. Biggs

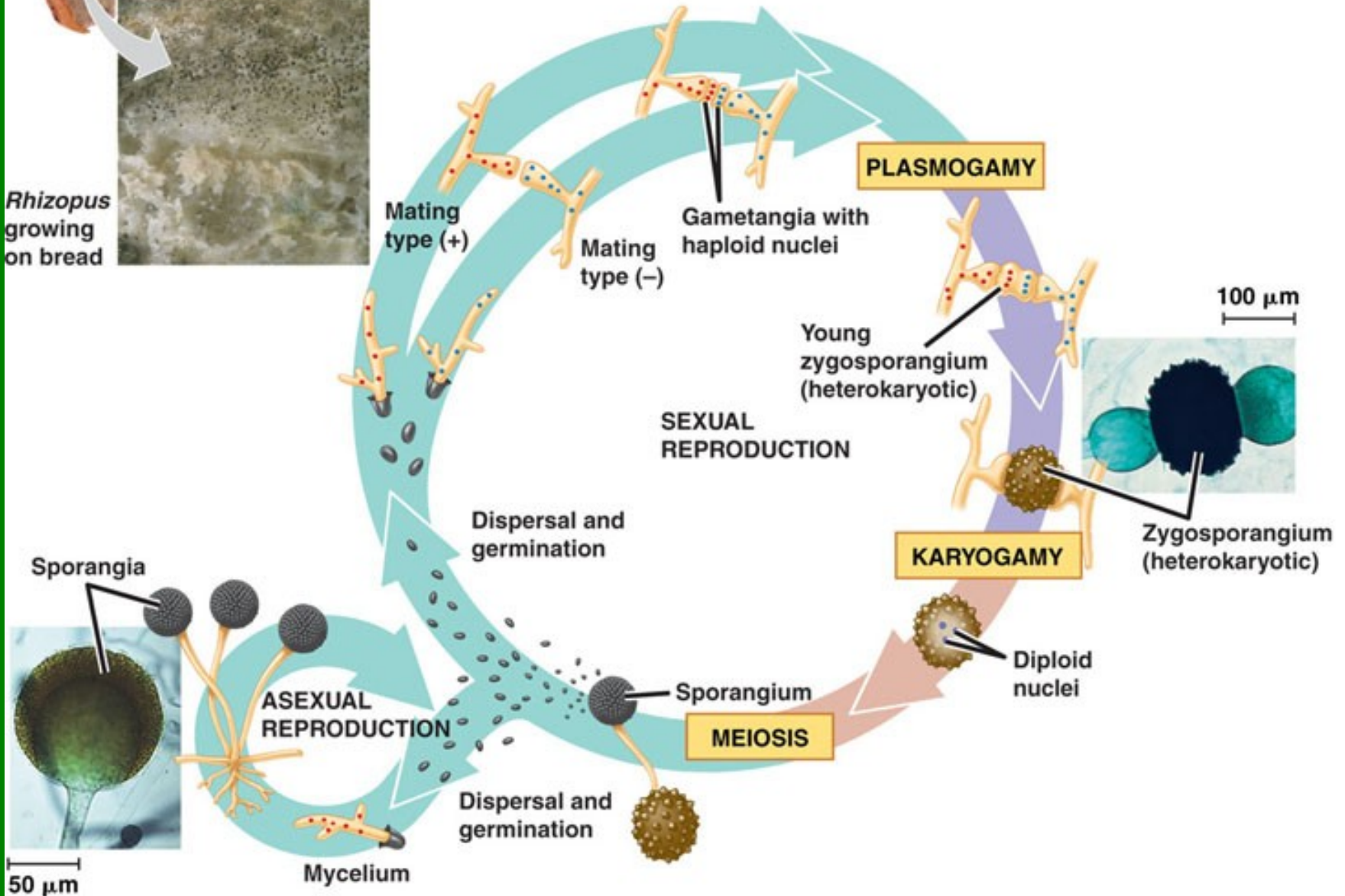


# Životní cyklus *Rhizopus stolonifer* (Kropidlovec černavý)

Key	
<span style="color: teal;">■</span>	Haploid ( $n$ )
<span style="color: purple;">■</span>	Heterokaryotic ( $n + n$ )
<span style="color: brown;">■</span>	Diploid ( $2n$ )



*Rhizopus*  
growing  
on bread



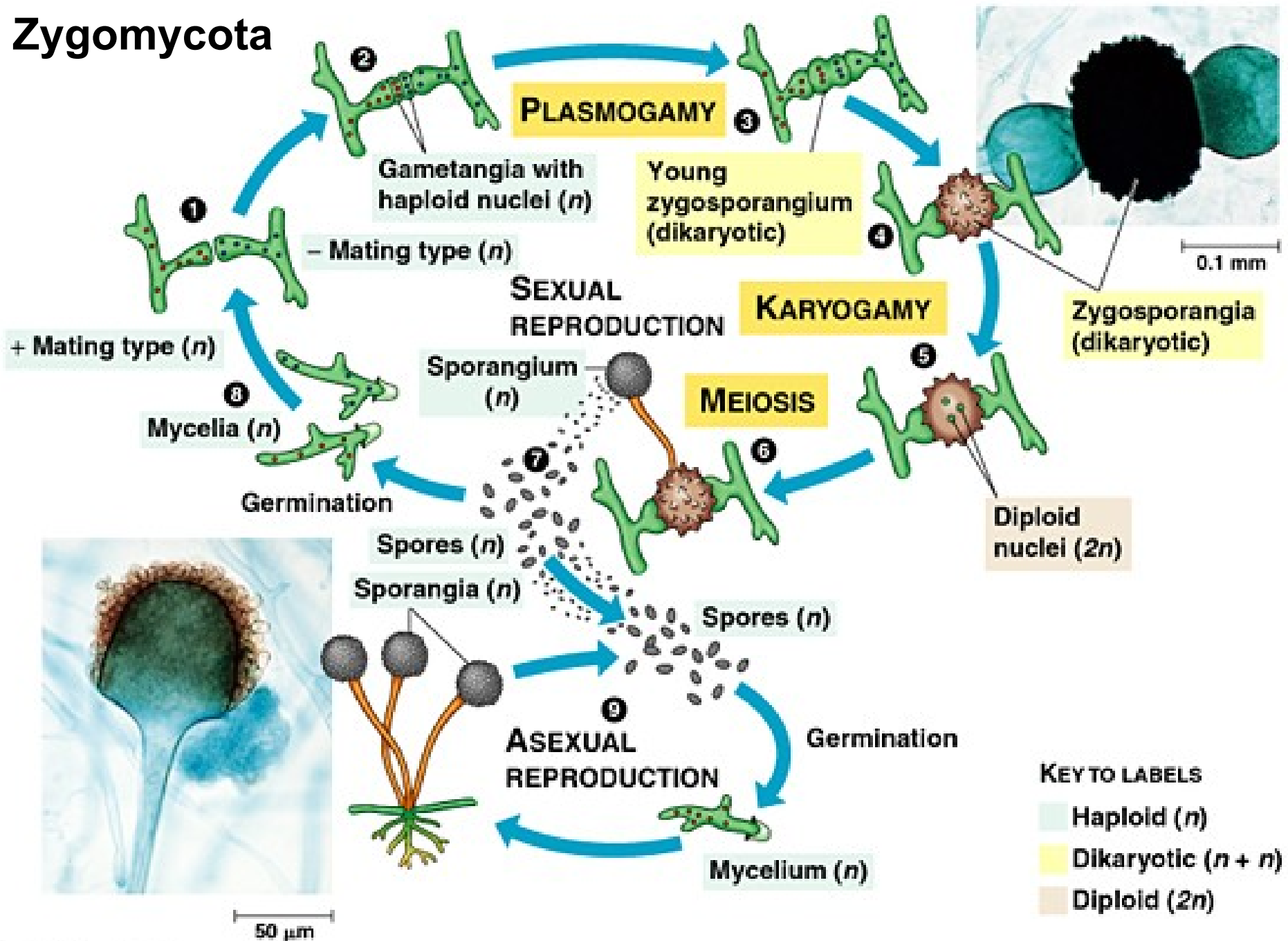
# Zygomycota

## rod Pilobolus



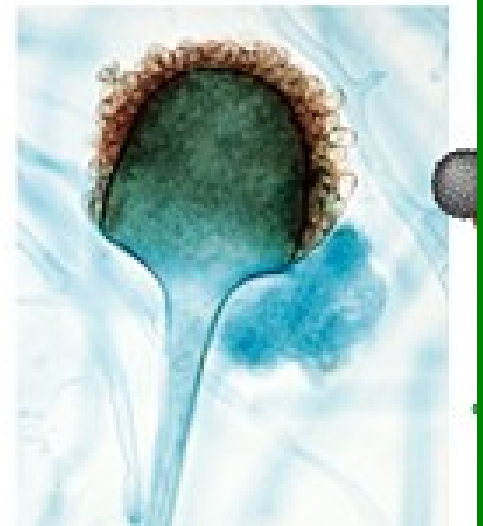
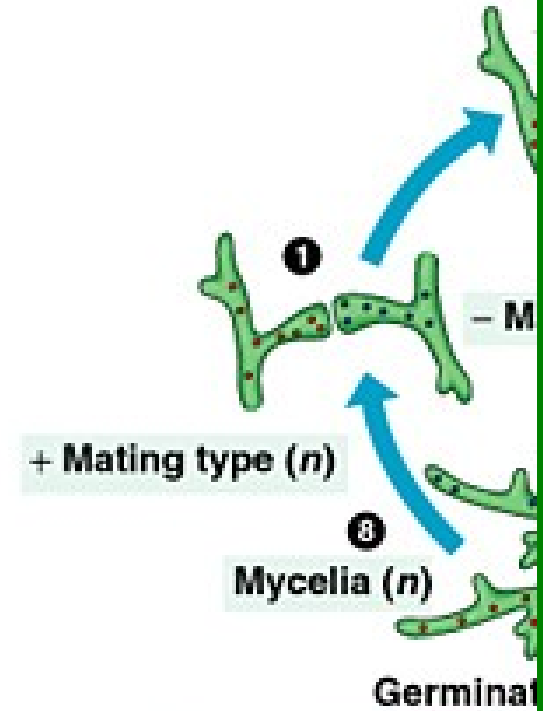
Ve sporangiích jsou řádově stovky spor.  
Pilobolus umí vystřelit své spory až na 2 m  
a „namířit“ směr střelby na předpokládaný zdroj živin!

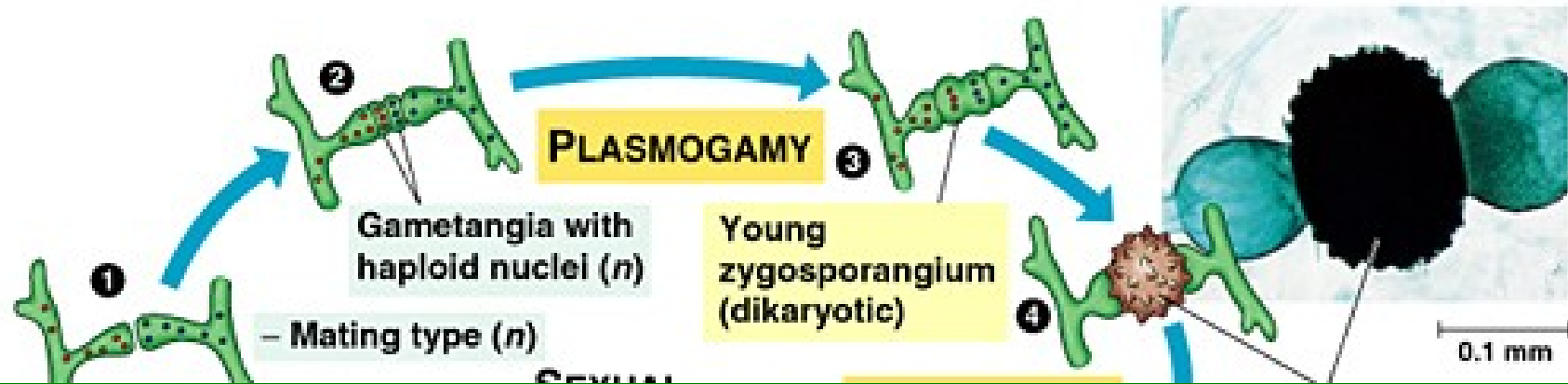
# Zygomycota



# Zygomycota

1. Sousední mycelia opačných párovacích typů (+ a -)
2. tvoří hyfální výběžky zvané **gametangia**. Každé obsahuje několik haploidních jader oddělených septem





3. Mezi gametangiemi nastává plasmogamie (=splynutí cytoplazmy) a vzniká **dikaryotické zygosporangium**

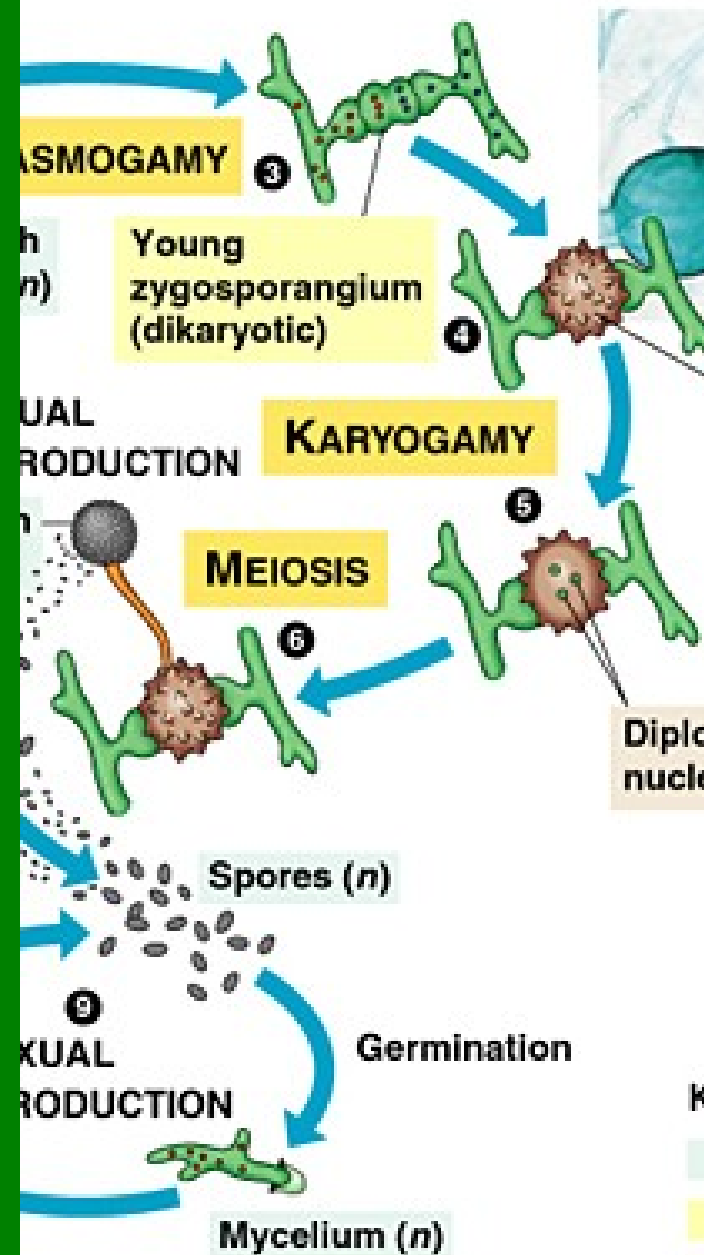
4. U tohoto zygosporangia vzniká **pevná a drsná buněčná stěna**, schopná po měsíce vzdorovat vyschnutí a jiným nepříznivým podmínkám

# Zygomycota

5. Když jsou podmínky opět příznivé, nastává **karyogamie** a protilehlá jádra splývají.

Bezprostředně po karyogamii následuje **meióza**

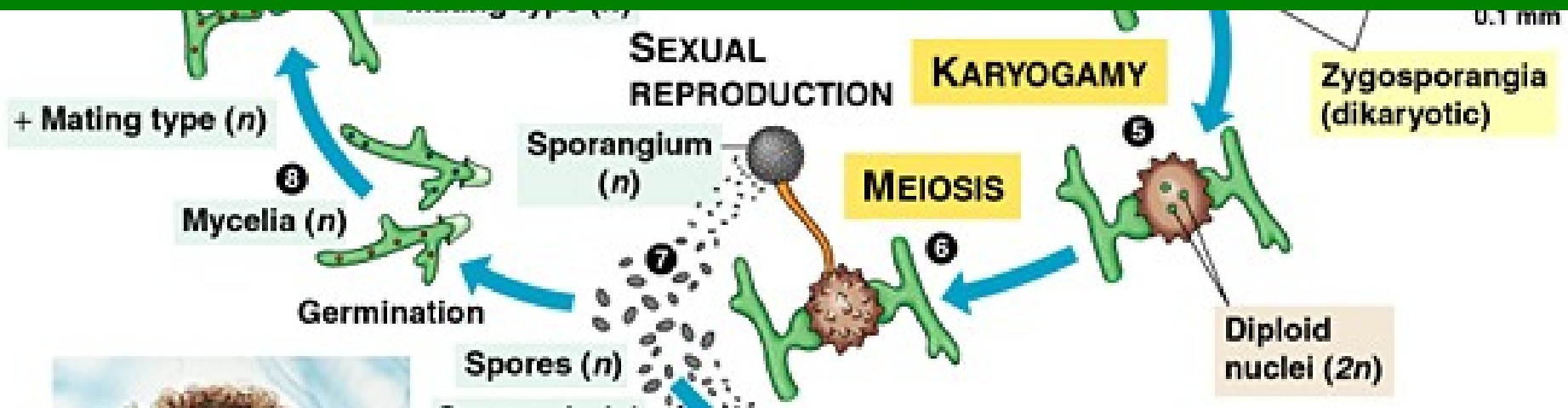
6. Ze zygosporangie potom vyroste krátké **sporangium**, ze kterého se uvolňují geneticky různorodé haploidní spory



# Zygomycota

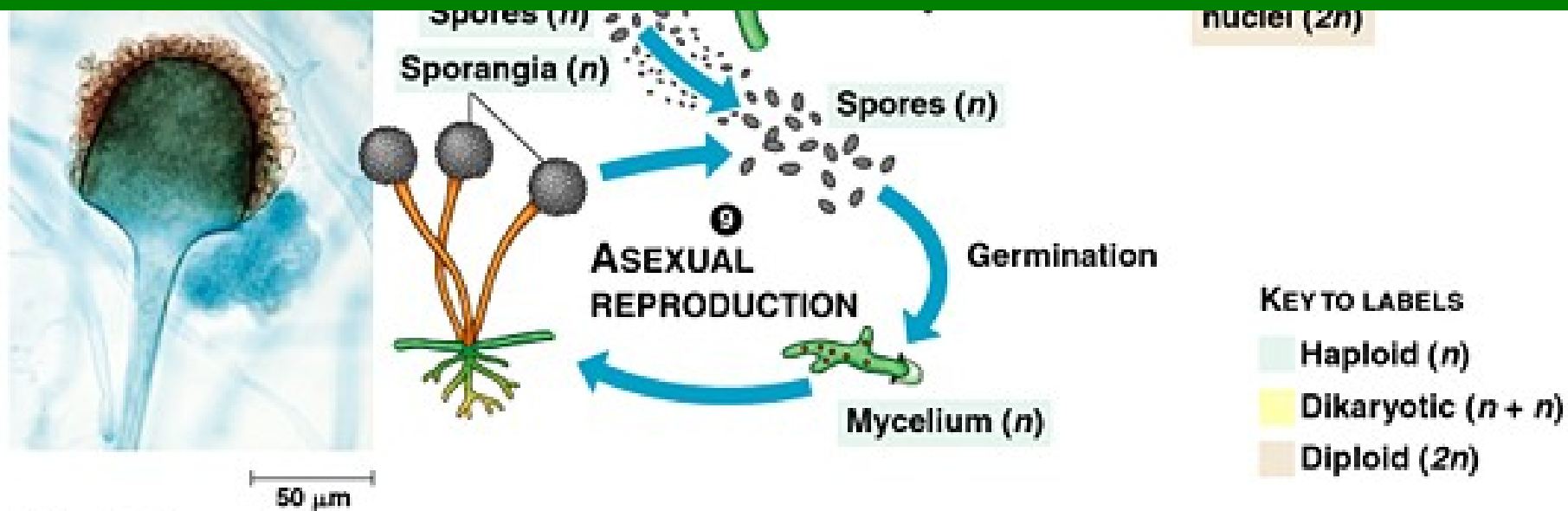
7. Ze sporangia se tedy uvolní geneticky odlišitelné haploidní **spory**

8. Tyto spory vyklíčí v nová haploidní **mycelia**

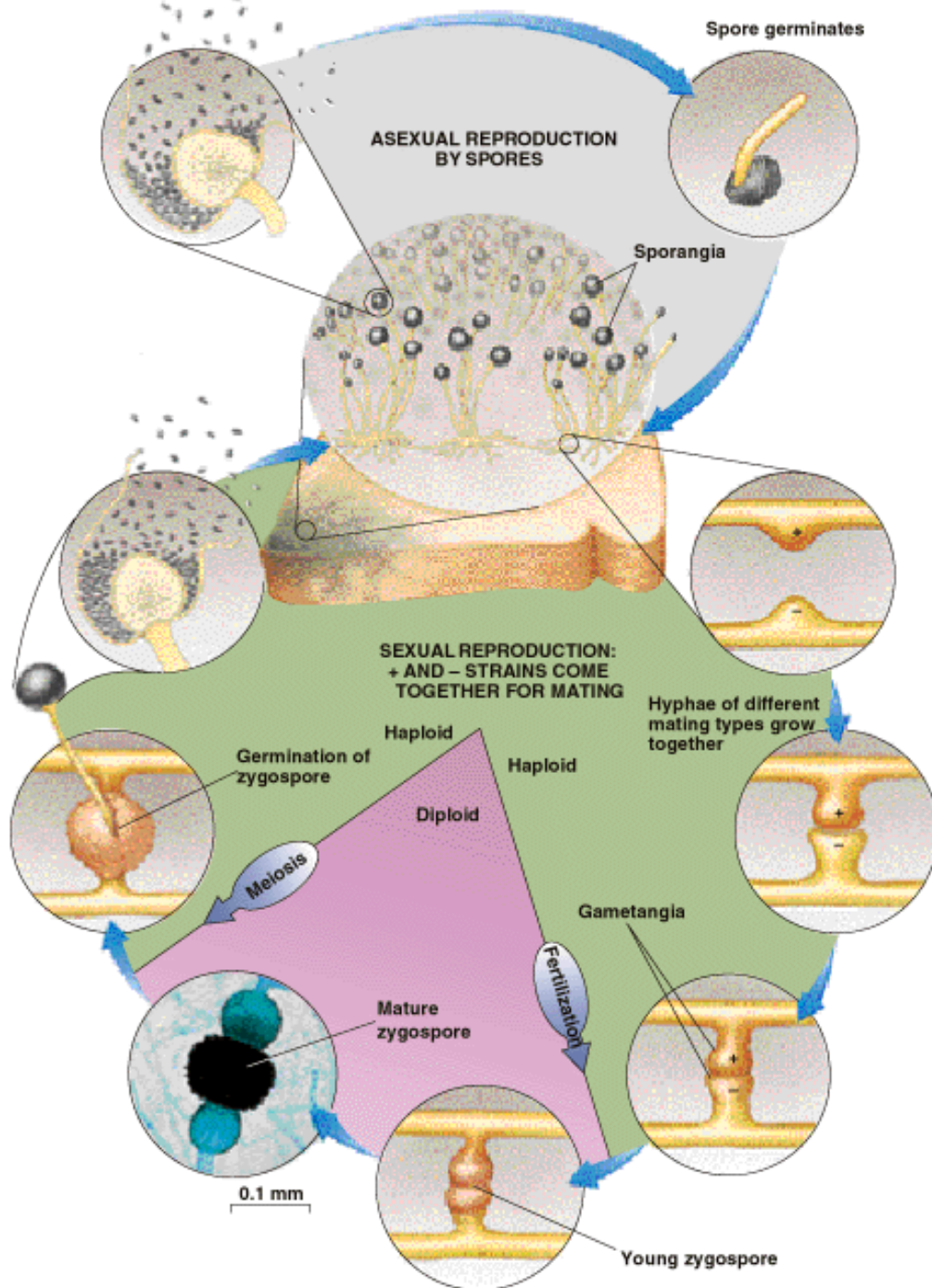


# Zygomycota

9. Mycelia rodu *Rhizopus* se mohou rozmnožovat rovněž nepohlavně tvorbou sporangií, ve kterých se nacházejí geneticky totožné spory







# Zygomycota (jiné schéma)



Zygosporangium  
*Mucor mucedo*

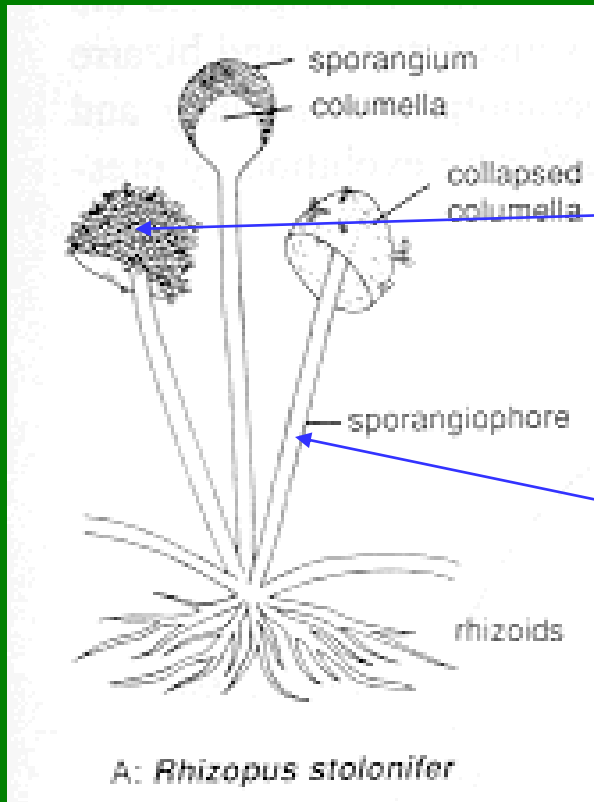
# Zygomycota



Na obrázku je Petriho miska s agarem. Na protilehlé strany misky byly umístěny dva sexuálně kompatibilní kmeny rodu *Phycomyces*. Mycelia se rozšířila po agarovém povrchu. V místě setkání (temné čára vprostřed misky) došlo ke vzniku zygosporangií.

# Zygomycota

## Rhizopus stolonifer



Sporangium

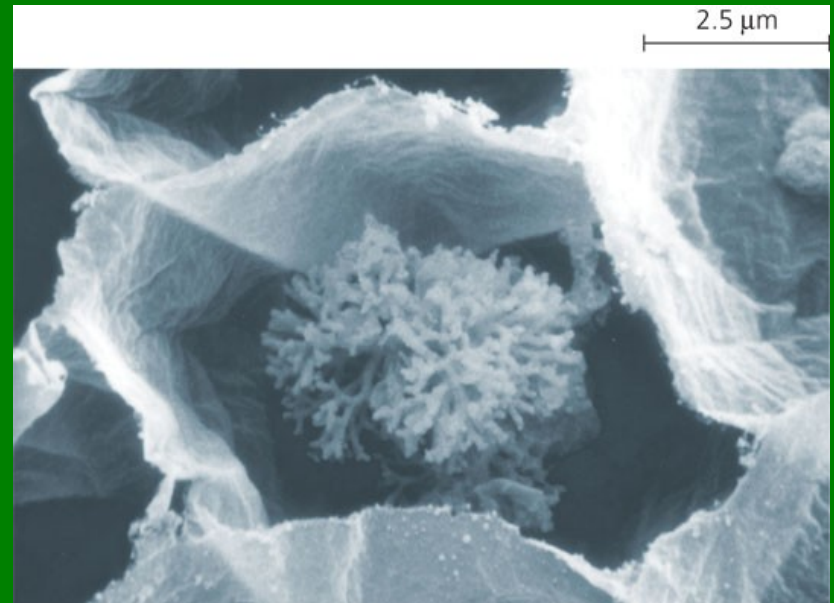
Sporangiofor



# Glomeromycety

dříve řazené mezi Zygomycota

- tvoří podivný typ endomykorhizy zvaný arbuskulární mykorhiza
- asi 90% rostlin tvoří arbuskulární symbiózu s glomeromycetami!



hyfy, které svým větvením připomínají keř či strom jsou vidět uvnitř kořenové buňky, ze které byla odstraněna cytoplasma

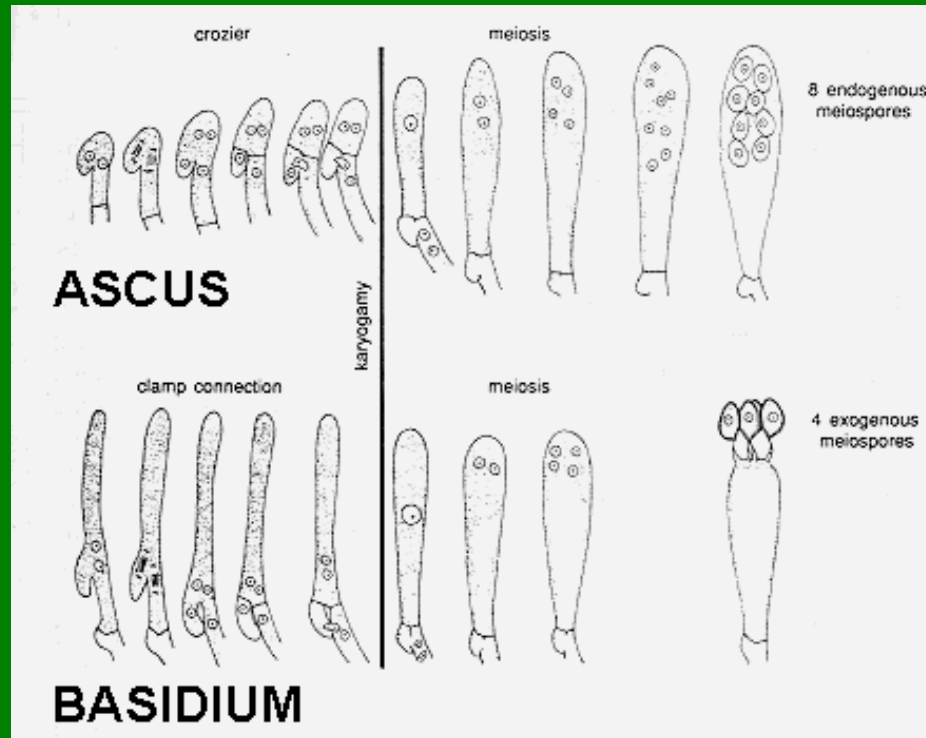
# Ascomycota a Basidiomycota

- Mají dikaryontní fázi
- Umí využít jako zdroj potravy celulózu, lignin a dokonce keratin (- vlasy, nehty, srst)
- Na rozdíl od prokaryot, neumí fixovat vzdušný dusík

# Ascomycota a Basidiomycota

Horní obrázek:

**Sporangia ascomycet** jsou vřečka (asci). Jsou cylindrická a v dospělosti obsahují osm haploidních spor (askospor), které se uvolňují do vzduchu.



Spodní obrázek:

**Sporangia basidiomycot** jsou basidia. Obvykle obsahují čtyři drobné výběžky - **sterigmata**, každé obsahuje jednu haploidní sporu (basidiosporu)

Vznik asků či basidií značí konec dikaryontní fáze: dvojice jader splynuly a nastala meióza (u ascomycot následovaná mitózou), čímž vznikne 8 haploidních askospor nebo čtyři haploidní basidiospory

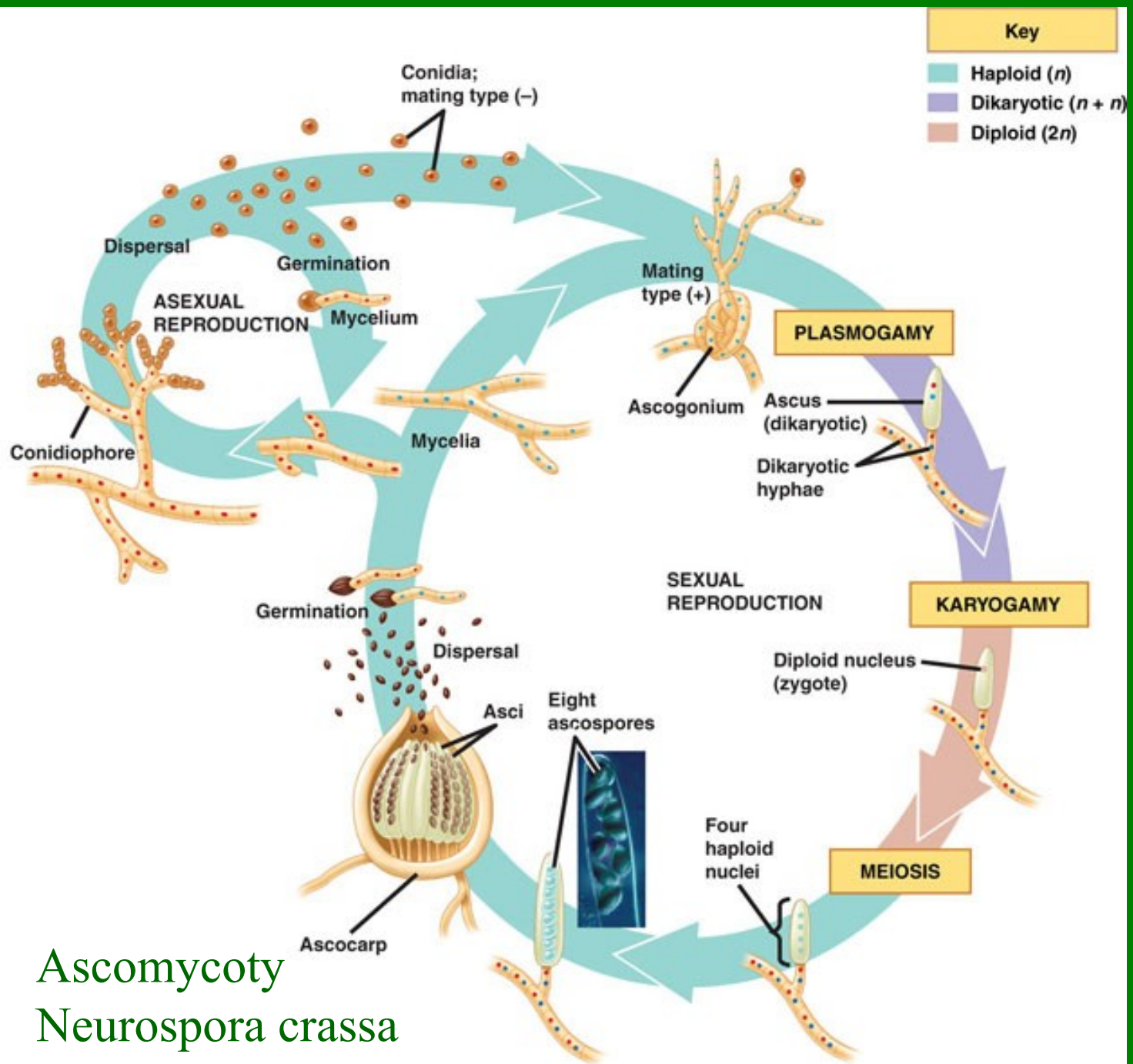
# Ascomycota

- popsáno kolem 32 000 druhů
- mořské, sladkovodní, suchozemské
- tvoří vřecka (vřecko = ascus), které obsahují 8 askospor. Tato vřecka jsou vždy důsledkem pohlavního procesu
- krom toho se rozmnožují i nepohlavně pomocí konidií
- asi 40% z nich tvoří lišejníky
- některé žijí v intercelulárách houbovitého parenchymu listů a vylučují toxiny jedovaté pro hmyz

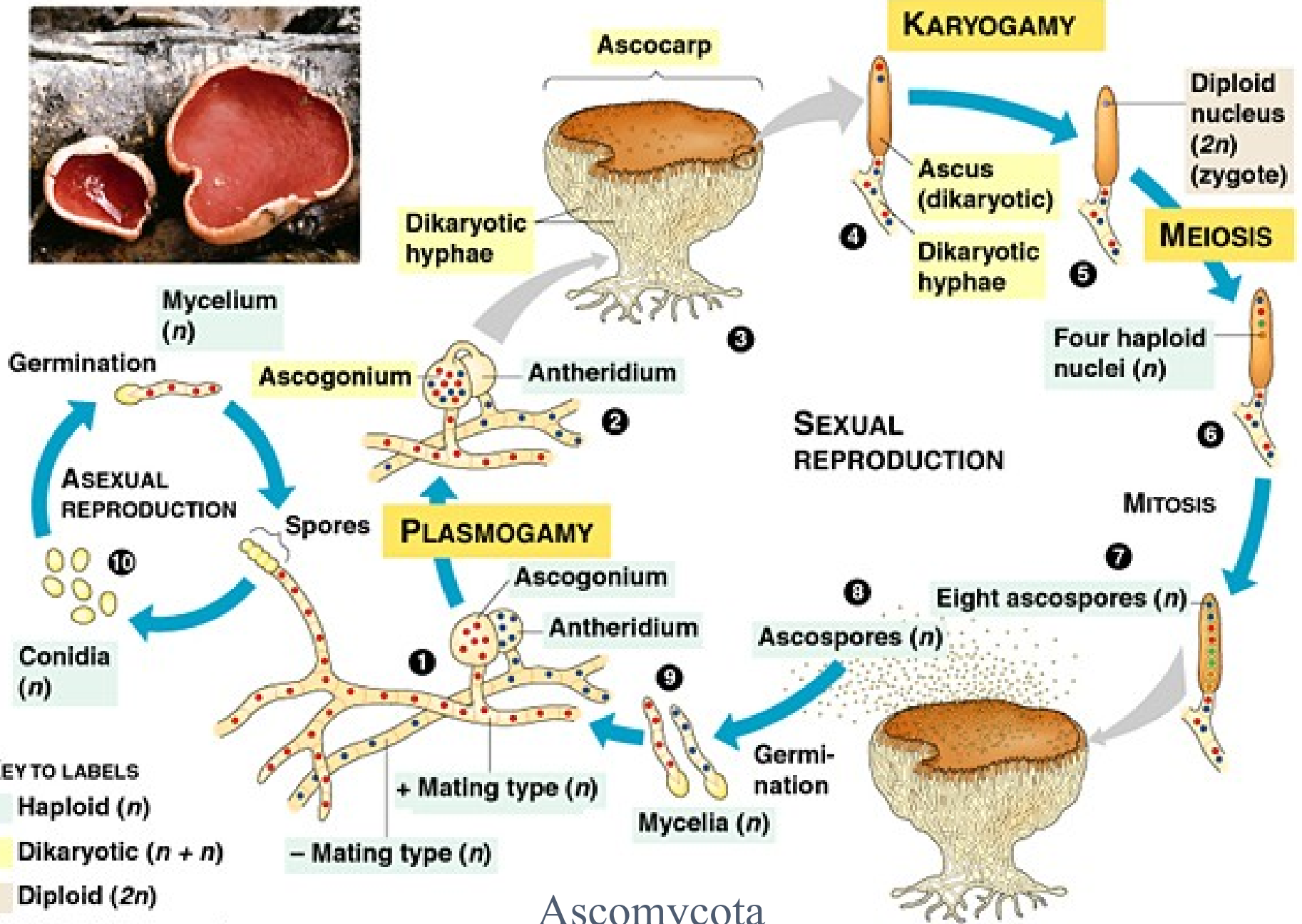
# Ascomycota

- jedním z nejznámějších zástupců je *Neurospora crassa*
- v roce 2003 byl sekvenován její genom...
- ...*Neurospora* má 10 000 genů, málo nekódující DNA

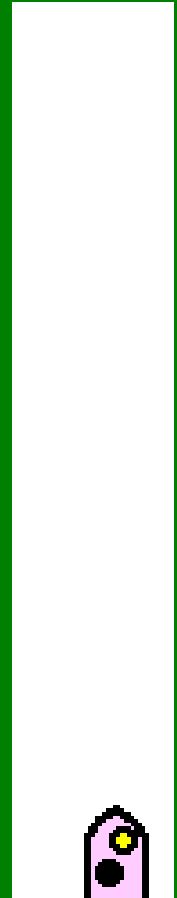
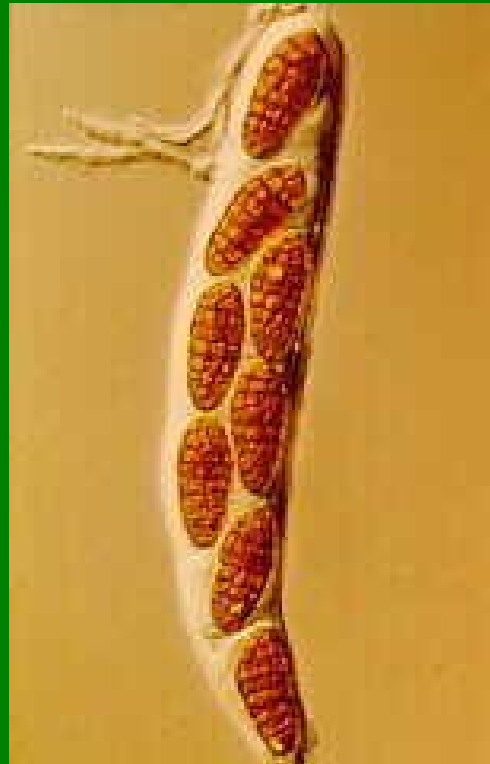




Ascomycoty  
 Neurospora crassa

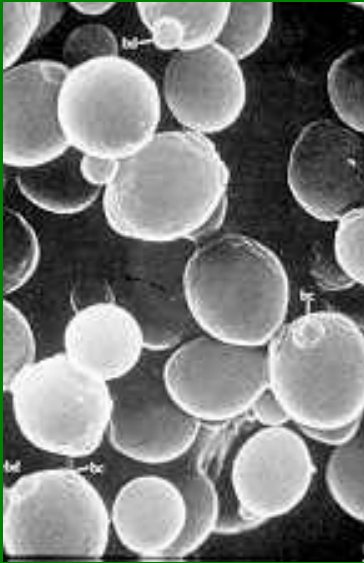


# Ascomycota

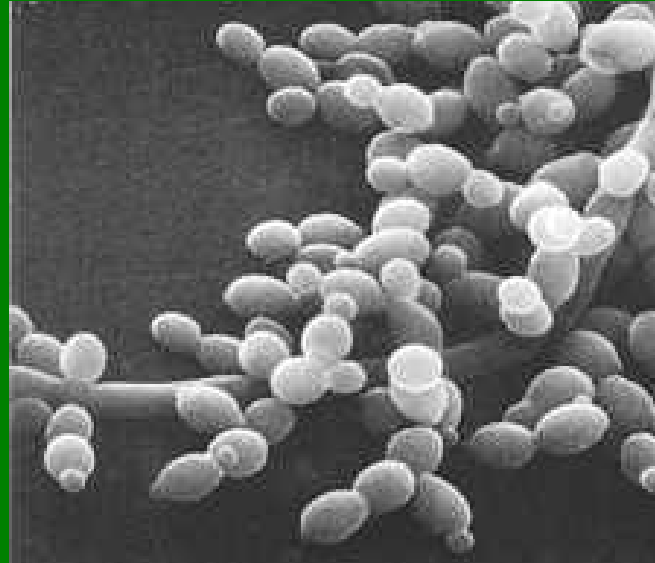


Různé typy výtrusnic (asků = vřecek).  
V každé je osm haploidních spor

# Ascomycota - příklady

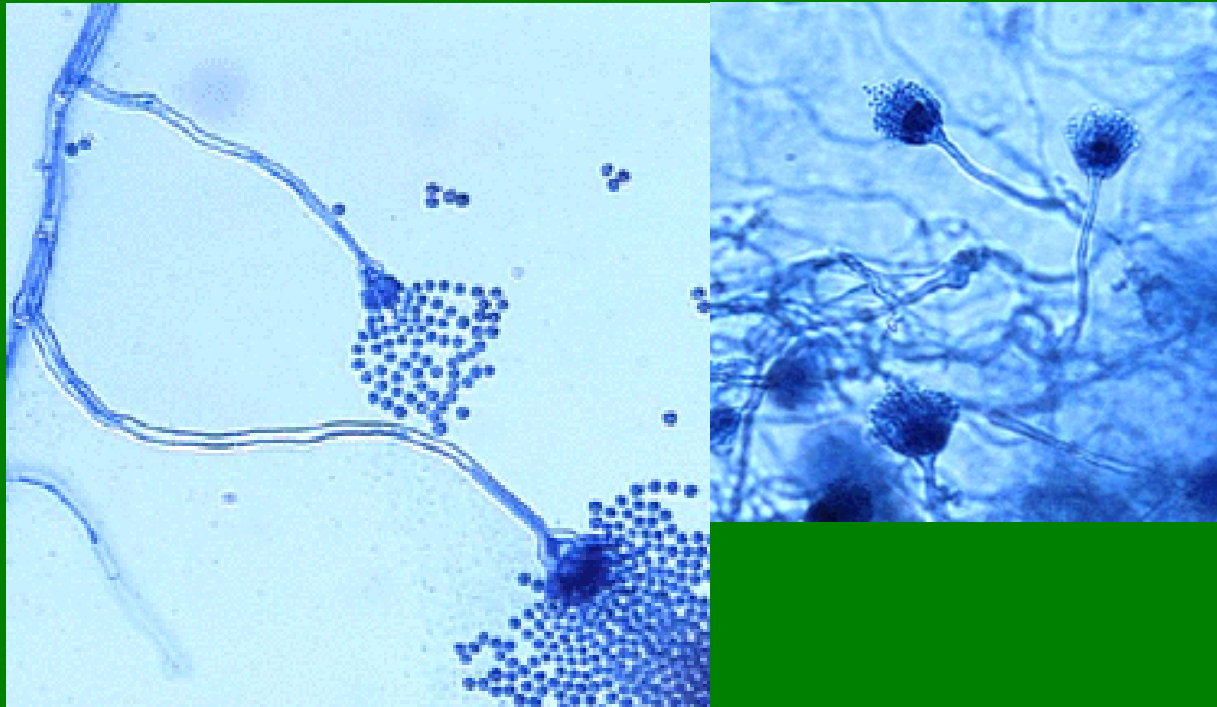


*Saccharomyces  
cerevisiae*

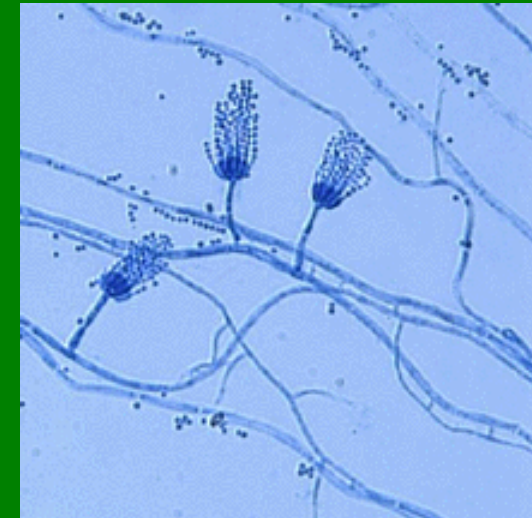


*Candida albicans*  
Kvasinky se  
rozmnožují pučením.  
V případě, že se  
dceřinné buňky  
rozmnožují pučením,  
vznikají řetízky  
nepravého mycelia  
(pseudomycelium)

# Ascomycota - příklady

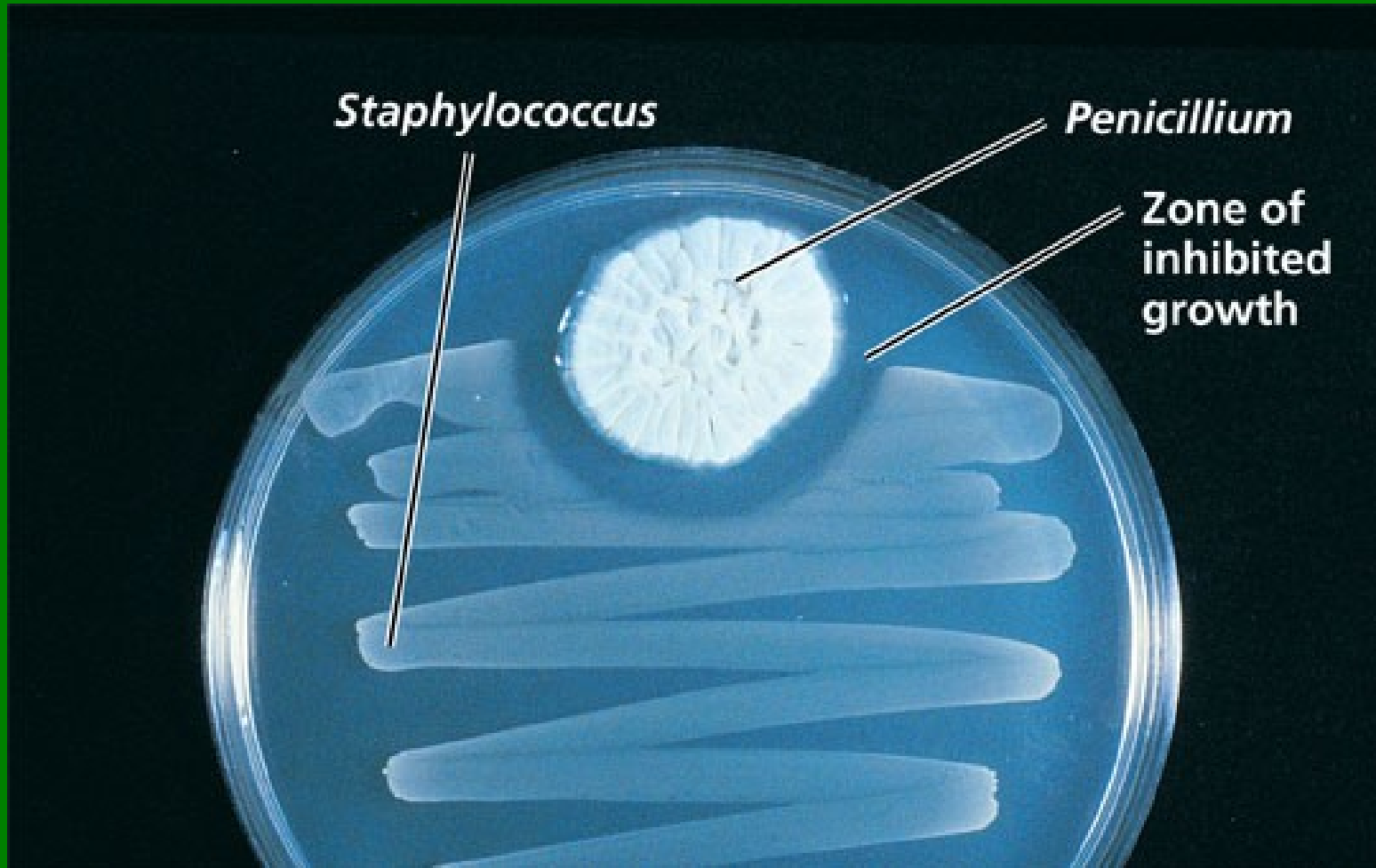


Rod Kropidlák (*Aspergillus*)

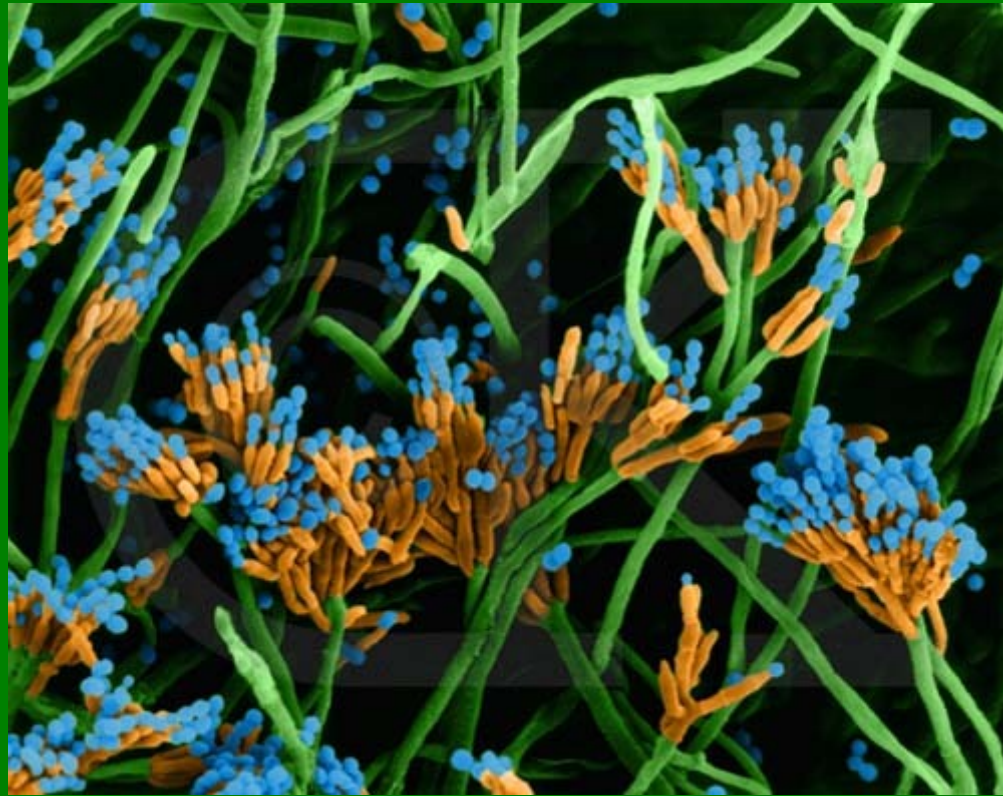


Rod *Penicillium*

# Působení penicilínu



# Ascomycota - příklady



Rod *Penicillium*

Hyfy, sporangia a spory

# Ascomycota - příklady



*Claviceps purpurea* – jedovatý a léčivý námel nachový



# Ascomycota - příklady

*Taphrina populina*



Lanýž letní  
(*Tuber aestivum*)



*Rhytisma punctatum*



Rod *Monilia*



# Ascomycota - příklady

Rod *Peziza* - řasnatka



Řasnatka - *Peziza cochleata*



Patyčka - *Leotia viscosa*

# Ascomycota - příklady

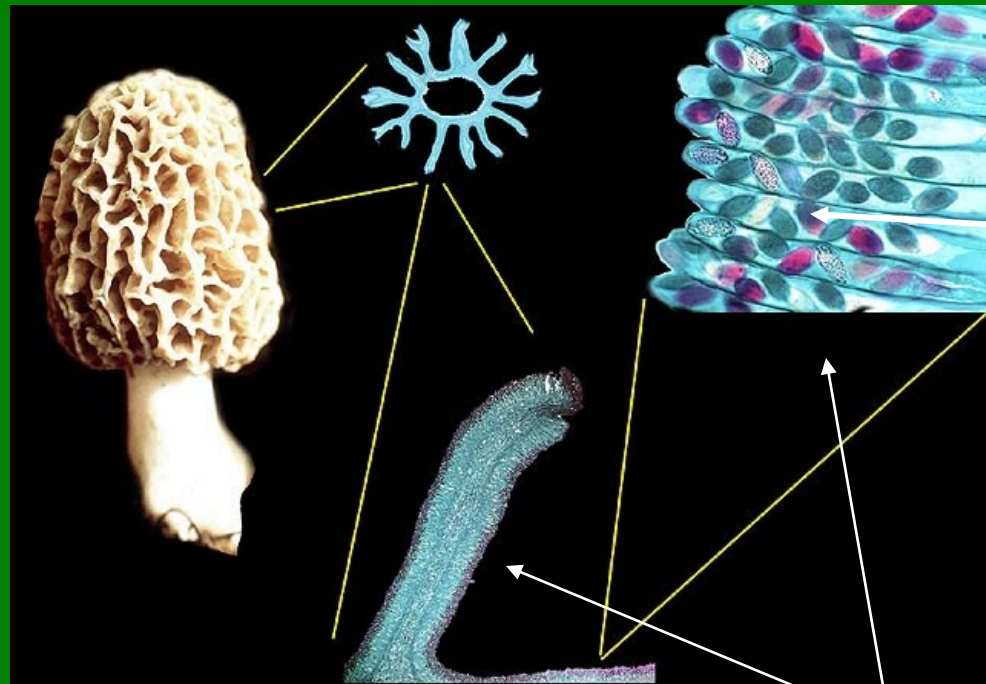


Ohnivec šarlatový (*Sarcoscypha coccinea*) roste na ztrouchnivělém dřevu, únor až květen. Např NP Podyjí.

# Ascomycota - příklady



Smrž rodu *Morchella*



Na fotografii jsou dobře vidět  
vřecka; každé obsahuje osm  
haploidních spor (askospor)

# Ascomycota - příklady



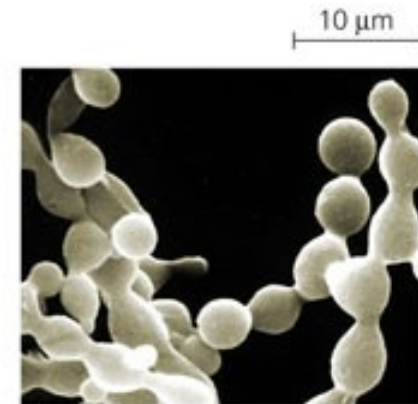
(a) The cup-shaped ascocarps (fruiting bodies) of *Aleuria aurantia* give this species its common name: orange peel fungus.



(b) The edible ascocarp of *Morchella esculenta*, the succulent morel, is often found under trees in orchards.

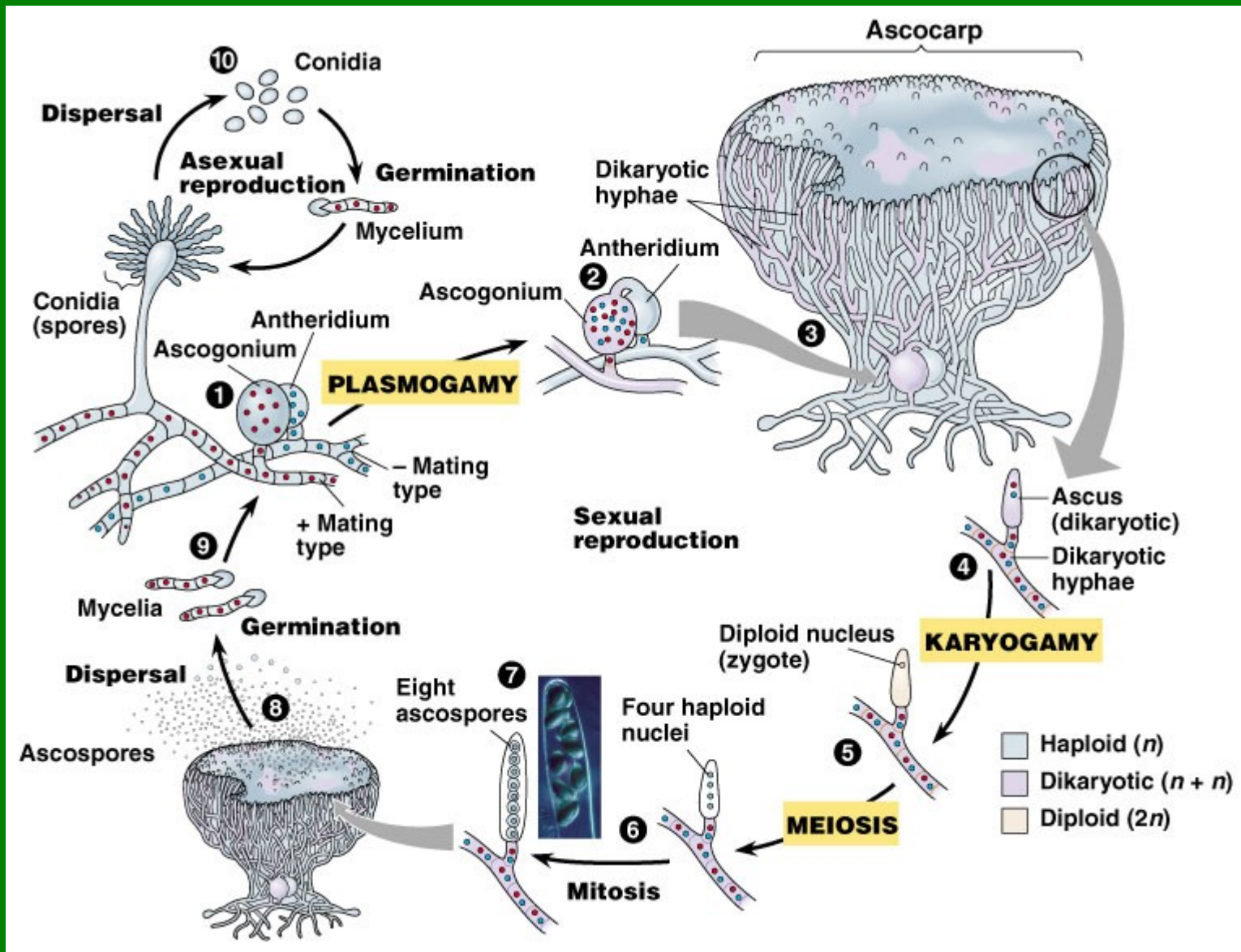


(c) *Tuber melanosporum* is a truffle, an ascocarp that grows underground and emits strong odors. These ascocarps have been dug up and the middle one sliced open.



(d) *Neurospora crassa* feeds as a mold on bread and other food (SEM).

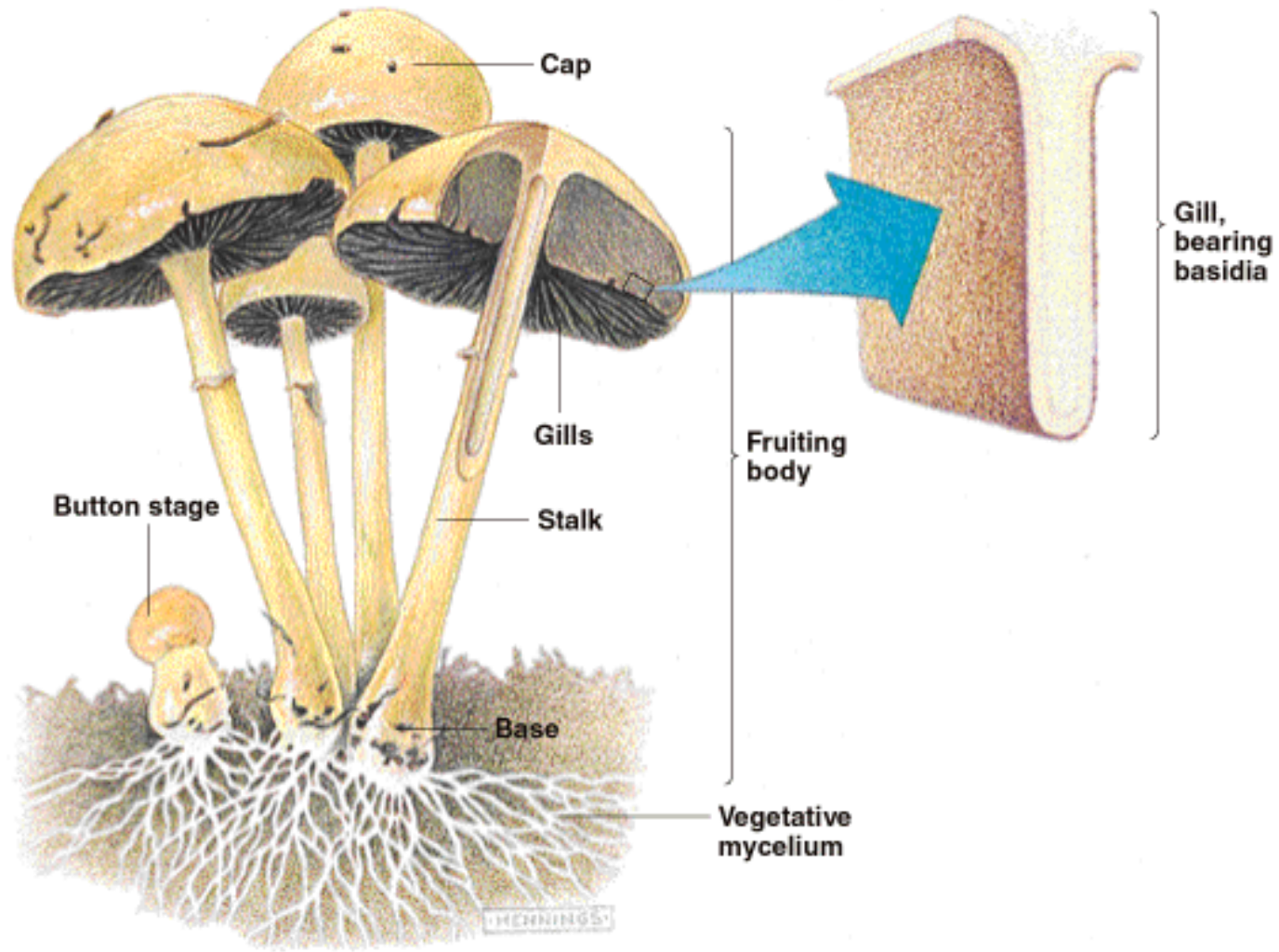
# Životní cyklus askomycot



# Basidiomycota

- asi 25 000 druhů
- **mykorrhizální** houby i parazité rostlin
- výtrusy, zde zvané **basidiospory**, vznikají na povrchu buněk, zvaných basidie.  
**Basidiospory** se vytváří až po pohlavním procesu

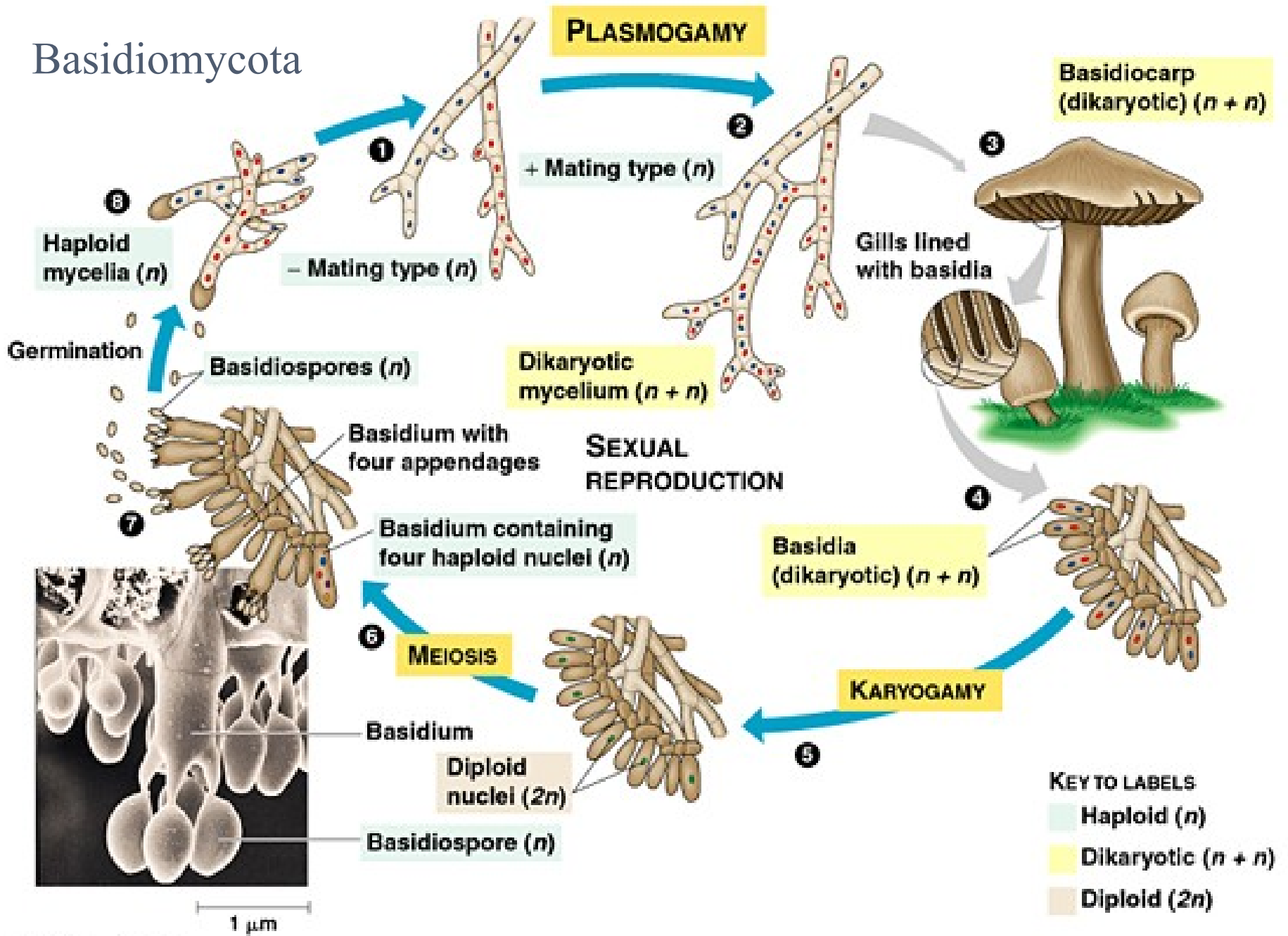
# Basidiomycota



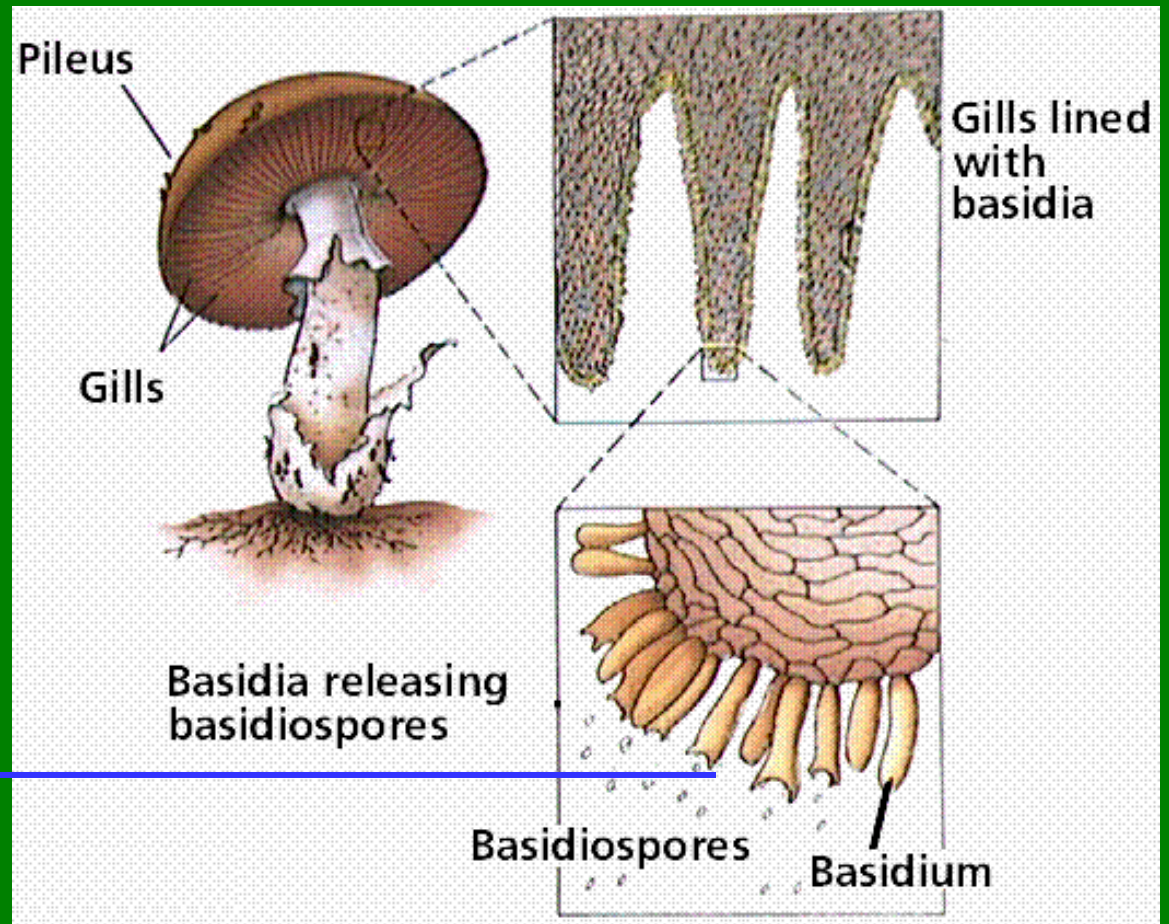
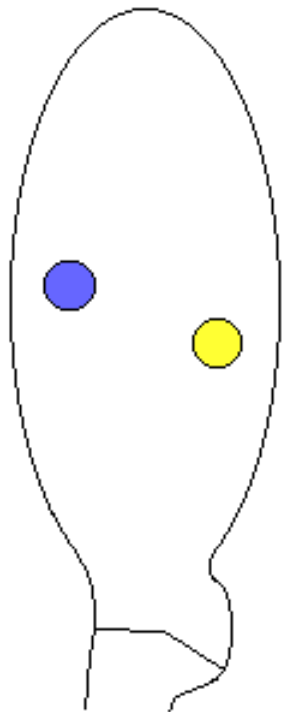
(a)



# Basidiomycota



# Basidiomycota



# Basidiomycota (houby stopkvýtrusné) systém

- **Heterobasidiomycetidae**
  - (basidie je čtyřbuněčná)
    - Rzi (Uredinales)
    - Sněti (Ustilaginales)
- **Homobasidiomycetidae**
  - (basidie je jednobuněčná)
    - Chorošotvaré (Aphyllorphorales)
    - Bedlotvaré (Agaricales)
    - Břichatky (Geastrales)

# Basidiomycota

Heterobasidiomycetidae

Rzi (Uredinales)



Rez trávní  
(*Puccinia  
graminis*) střídá  
dva hostitele; jarní  
výtrusy se tvoří na  
listech dřišťálu,  
které potom infikují  
obiloviny  
(na obr. pšenice)



# Basidiomycota

Heterobasidiomycetidae

Sněti (Ustilaginales)



Sněť kukuřičná (*Ustilago maydis*)

Tvoří na kukuřici nádory velikosti dětské hlavy

# Basidiomycota

Homobasidiomycetidae

Chorošotvaré (Aphylllophorales)



Chorošotvaré  
Kuřátka rodu *Ramaria*



Chorošotvaré  
Rod *Ganoderma*



Rod *Bridgeoporus*

# Basidiomycota (stopkpvýtrusné houby) - příklady



(a) Fly agaric (*Amanita muscaria*), a common species in conifer forests in the northern hemisphere



(b) Maiden veil fungus (*Dictyophora*), a fungus with an odor like rotting meat



(c) Shelf fungi, important decomposers of wood



(d) Puffballs emitting spores

# Basidiomycota

Homobasidiomycetidae

Bedlotvaré (Agaricales)



Lysohlávky - *Psilocybe cubensis*



Hnojník - *Coprinus comatus*



Hřib *Tylopilus felleus*



Žampión -rod *Agaricus* (*Endoptychum*)



# Basidiomycota

Homobasidiomycetidae

Břichatky (Geastrales)



Pestřec

*Scleroderma aurantiacum*



Rod *Clathrus*

# Mravenci rodu *Atta* (střihači)

- mravenci rodu *Atta* (Střední a Jižní Amerika) si na těchto listech pěstují uvnitř mraveniště speciální druh houby, která neroste nikde jinde na světě a touto houbou se výhradně živí



# Lišejníky

- Symbiotické (mutualistické?) spojení houby a řasy (nebo sinice)
- Řasy a sinice je možno najít běžně volně, houba volně žít sama nemůže žít buď vůbec, nebo jen obtížně
- Houba je skoro vždy ze skupiny Ascomycota, fotosyntetizující organismy jsou zelené řasy (*Trebouxia*, *Pseudotrebouxia*, *Trentepohlia*) nebo sinice *Nostoc*. Tyto čtyři rody tvoří asi 90% všech lišejníků. Proto se lišejníky klasifikují podle houbové složky

# Lichenes

- Pohlavně se výjimečně rozmnožuje pouze houbová složka lišejníku s velkým rizikem že fotosyntetizující řasu nebo sinici rodu *Nostoc* nepotká
- Stélka je
  - Korovitá (c)
  - Lupenitá (b)
  - Keříčkovitá (a)



(a) A fruticose (shrub-like) lichen

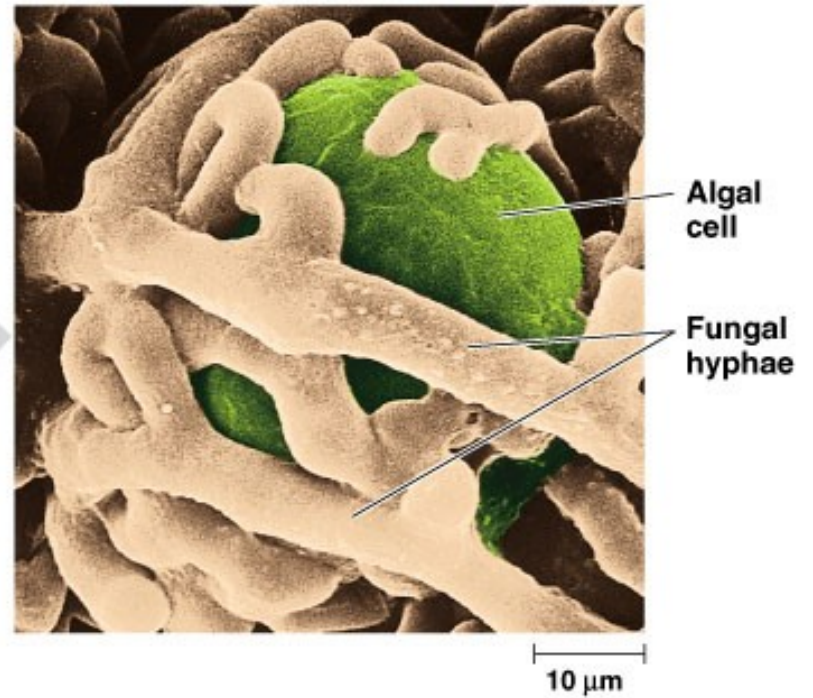
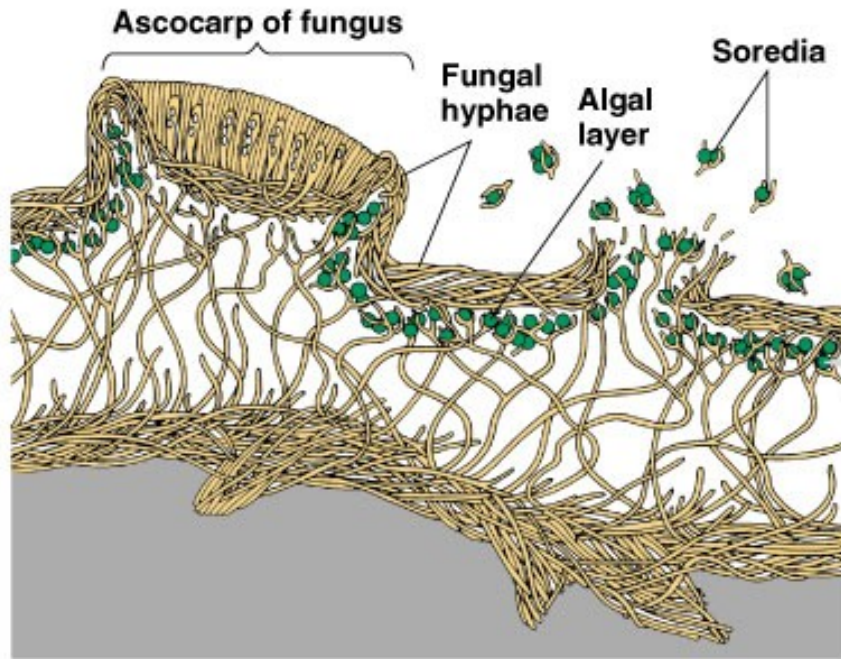


(b) A foliose (leaf-like) lichen



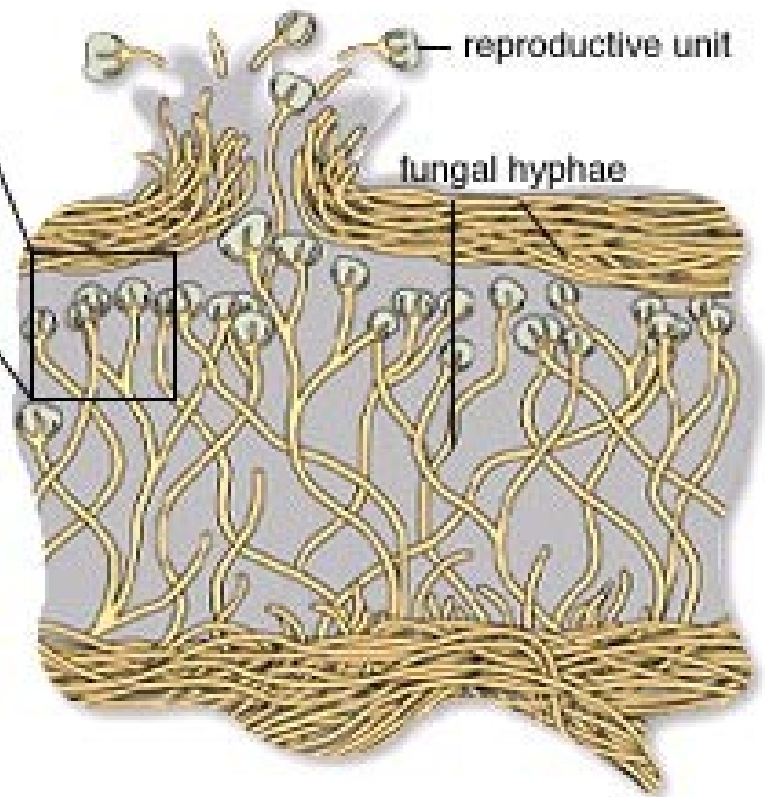
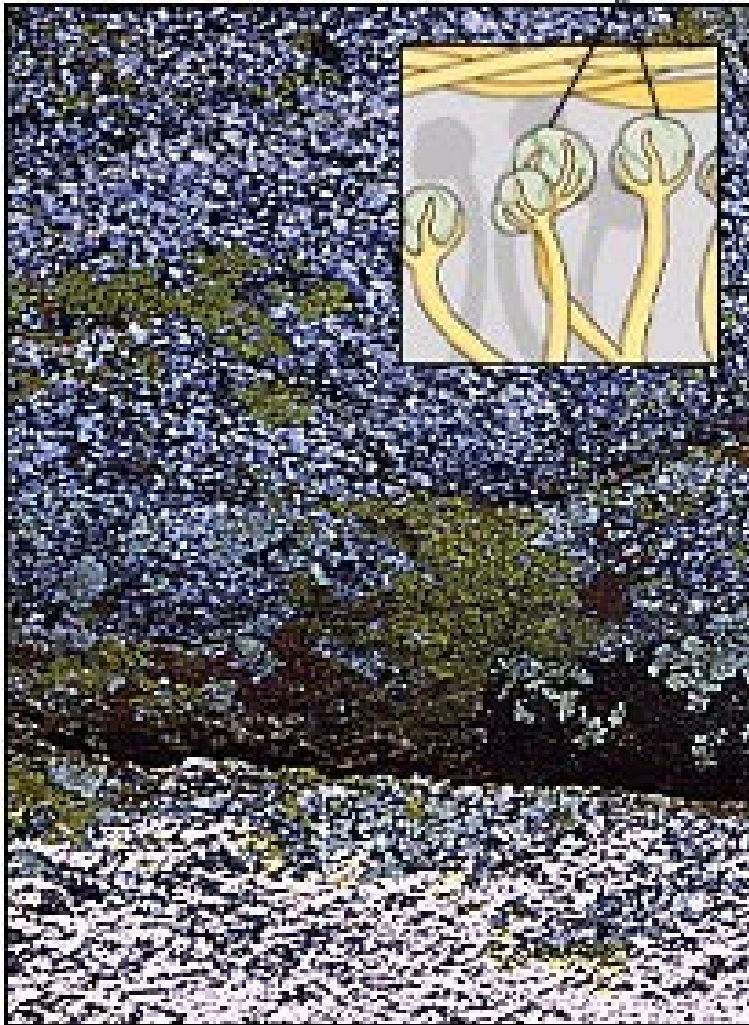
(c) Crustose (crust-like) lichens

# Anatomie lišejníku



# Lišejníky

© John and Barbara Plesants



# Lišejníky



Dutohlávka sobí  
*Cladonia rangiferina*



Tajga porostlá lišejníky



Strom porostlý lišejníky, Řecko. Lišejníky jsou bioindikátory čistoty ovzduší