

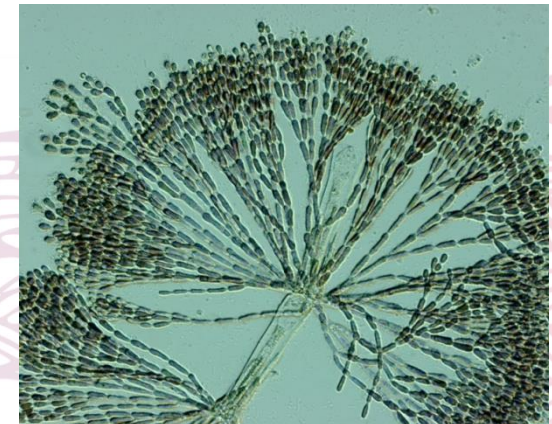
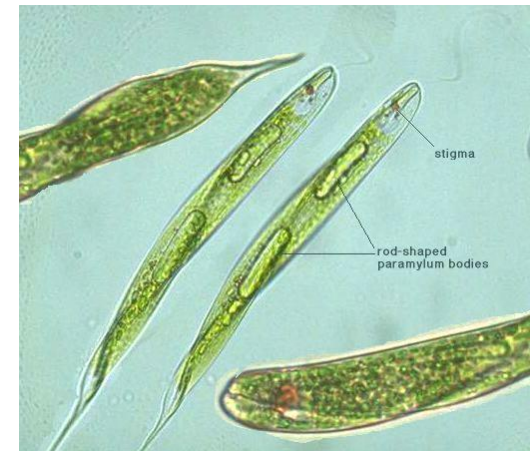
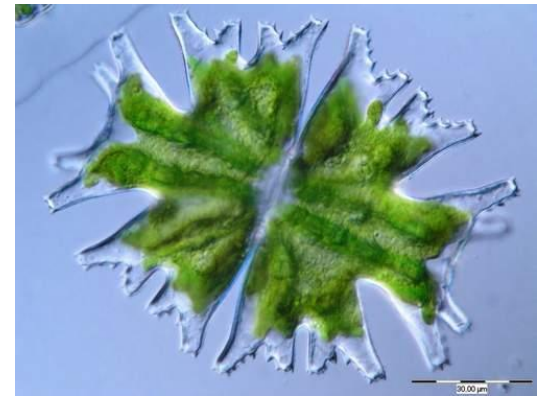
Fylogeneze a diverzita rostlin: řasy a sinice



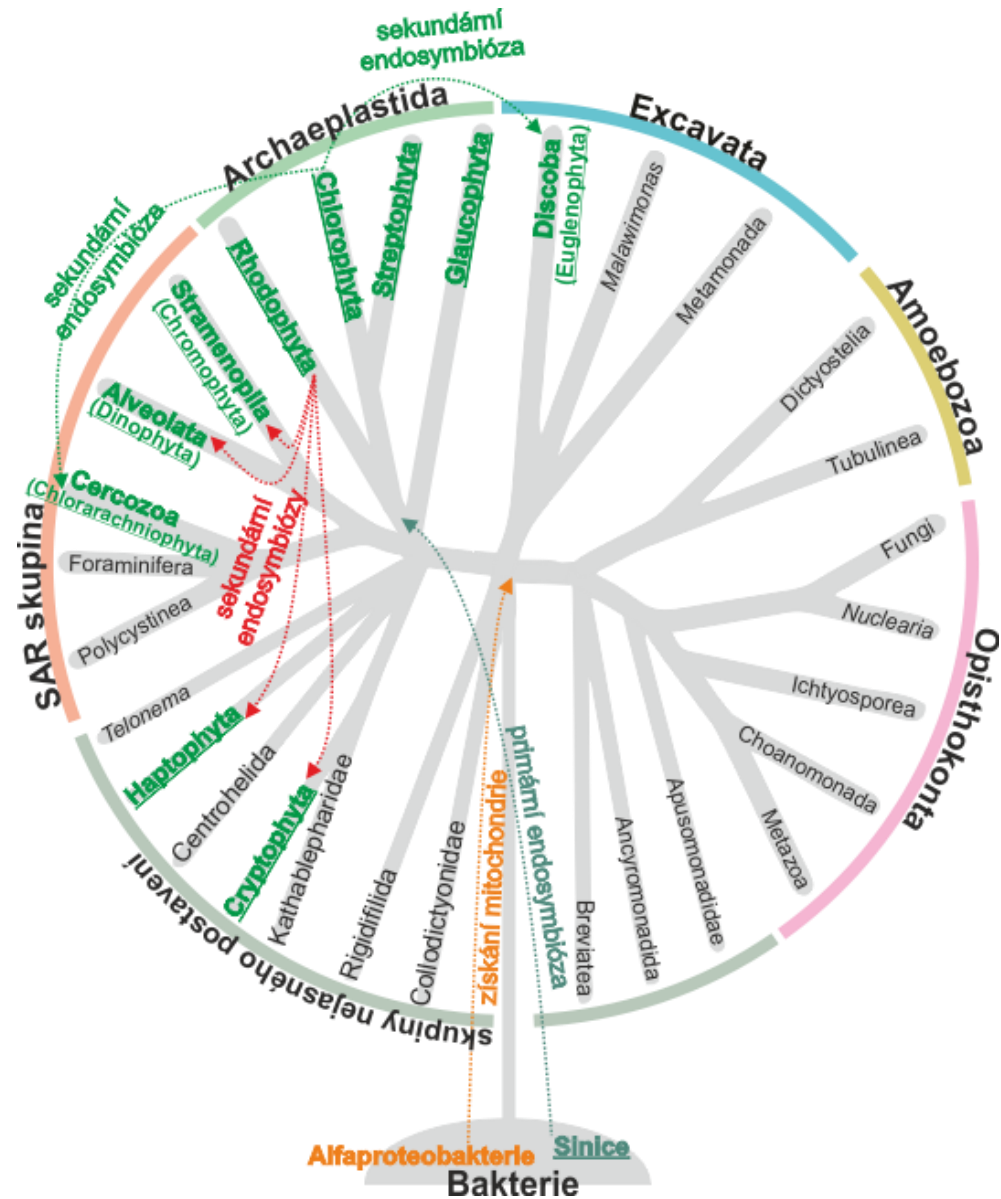
Barbora Chattová

Řasy

- Euglenophyta (krásnoočka)
- Cryptophyta (skrytěnky)
- Dinophyta (obrněnky)
- Chromophyta (hnědé řasy)
- Rhodophyta (ruduchy)
- Chlorophyta (zelené řasy)
- Charophyta (chary)



System



Využití řas

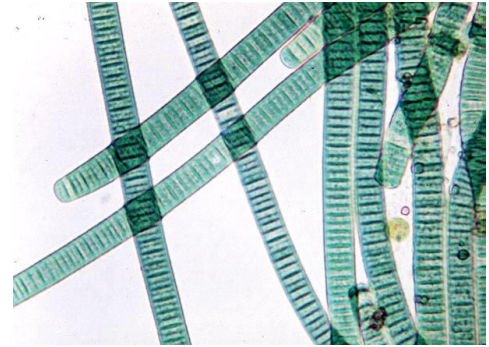


- Potrava, krmivo, léčiva a potravinové doplňky (*Porphyra*, *Chlorella*)
- Kosmetika (mořské chaluhy)
- Akvaristika (např. *Chara*)
- Výroba agaru (*Gelidium*) a karagenu (zahušťovadlo, emulgátor a stabilizátor)
- Talasoterapie- lázeňství
- Výroba biopaliv, biotechnologie
- Modelové organismy (nanomateriálové testy)
- Bioindikace, kriminalistika...



Cyanobacteria, Cyanophyta – Sinice

- Prokaryota/G- bakterie
- Cyanos = modrý (sinný)
- Evolučně staré (3,5 miliard let)
- Nemají jádro ani vakuoly
- Chybí membránové struktury (ER, Golgiho aparát)
- Oxygenní fotosyntéza: vznik před 2,7 miliardami let
- Rostlinný typ fotosyntézy – chlorofyl a
- Heterocyty (N_2 -asimilace)
- Akinety/Arthrocyty
- Aerotopy
- Nepohlavní rozmnožování
- Hormogonie
- Téměř všechny biotopy

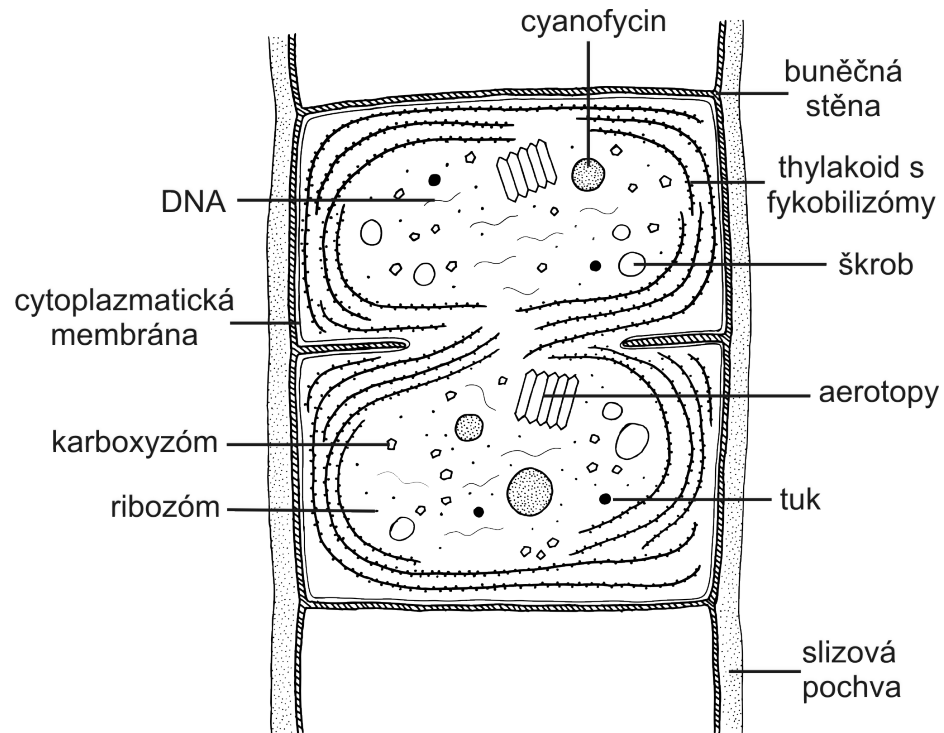


Stavba buňky

- Volně uložená kruhová DNA
- Sinicový škrob
- Thylakoidy: membránové váčky s fotosyntetickým aparátem- chlorofyl a (+ betakaroten, xantofyly)
- Fykobilizómy s fykobiliproteiny
- Karboxyzomy: fixace uhlíku (RUBISCO) analogie pyrenoidů u eukaryot
- Ribozomy: translace (syntéza polypeptidů z řetězce RNA) tvorba bílkovin



Stavba buňky



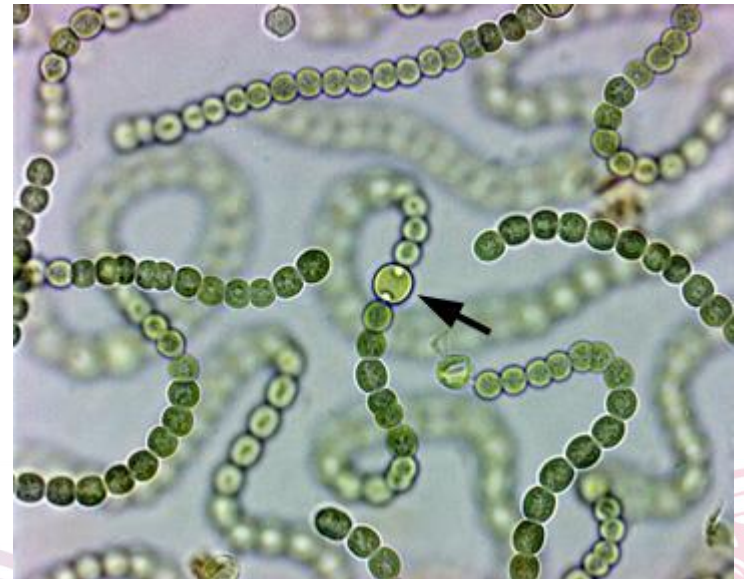
Aerotopy

- Starý název gasvezikuly
- Specializované válcovité struktury
- Pro plyny propustná glykoproteinová stěna
- Regulace polohy ve vodním sloupci
- Jejich počet je pohyblivý, sinice si je tvoří v závislosti na abiotických faktorech



Heterocyty

- Tlustostěnné buňky
- Větší než vegetativní buňky
- Vznikají z vegetativních buněk
- Fixace vzdušného dusíku (enzym nitrogenáza)



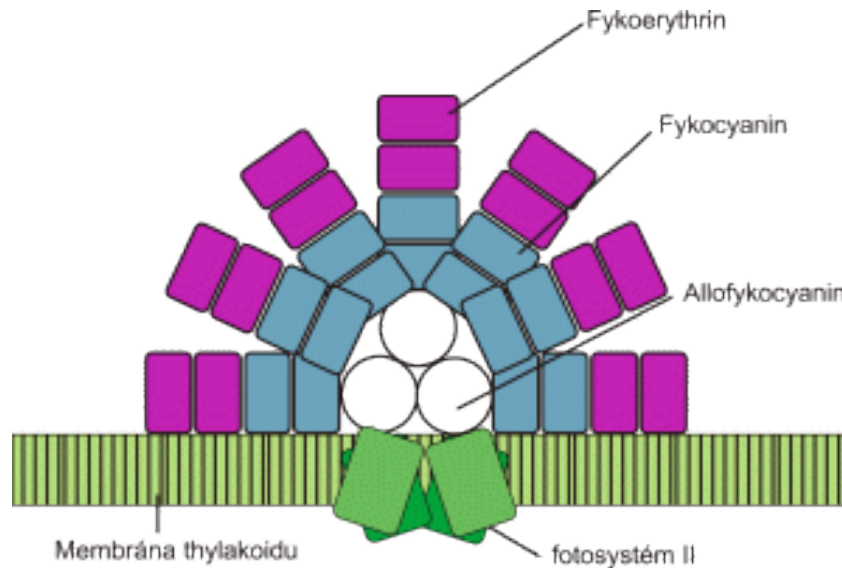
Akinety

- Starší název arthrospory
- Větší než heterocyty
- Trvale odpočívající buňky
- Přežití nepříznivých podmínek
- Vznik z vegetativních buněk



Chromatická adaptace

- Fykobiliny: modré c- fykocyanin, allofykocyanin, červený c- fykoerythrin- fce světlo sběrné antény
- Citlivost tohoto typu světlo sběrné antény umožňuje fotosyntézu sinic při velmi nízké hladině osvětlení (hluboko pod hladinou vody, v půdě, uvnitř kamenů, v jeskyních)



Typy stélek

- **Jednobuněčné:** často obalené slizem, sdružování do kolonií (*Chroococcus*, *Merismopedia*, *Microcystis*)
- **Vláknité:**

Vláknité nevětvené (*Oscillatoria*, *Phormidium*, *Leptolyngbya*)

Vláknité s nepravým větvením (*Scytonema*)

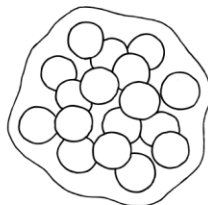
Vláknité s pravým větvením (*Stigonema*, *Mastigocladus*)

Pravé větvení: vzniká fyziologicky, při nepravém větvení jsou vlákna spojená jen slizovou pochvou

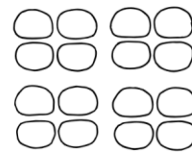




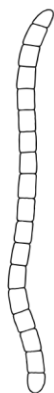
kokální
(*Synechocystis*)



nepravidelné
kolonie
(*Apahanocapsa*)



pravidelné
kolonie
(*Merismopedia*)



jednoduché
vlákno
(*Phormidium*)



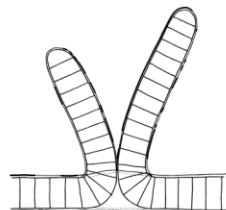
izopolární
vlákno
(*Anabaena*)



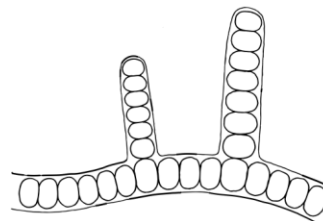
heteropolární
vlákno
(*Rivularia*)



přisedlá
(*Chamaesiphon*)



nepravě větvené
vlákno
(*Scytonema*)



pravě větvené
vlákno
(*Stigonema*)

Rozmnožování

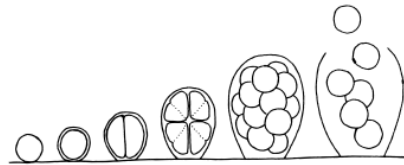
- Pouze vegetativní (nepohlavní)
- Pohlavní rozmnožování není známo
- Rozmnožovací útvary: hormogonie



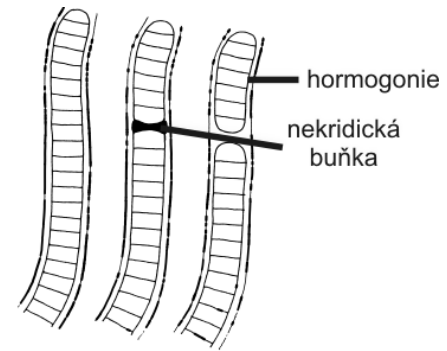
prosté dělení
(*Synechocystis*)



exocytý
(*Chamaesiphon*)



baeocytý
(*Cyanocystis*)



nekrické buňky a hormogonie
(*Oscillatoria*)

Ekologie

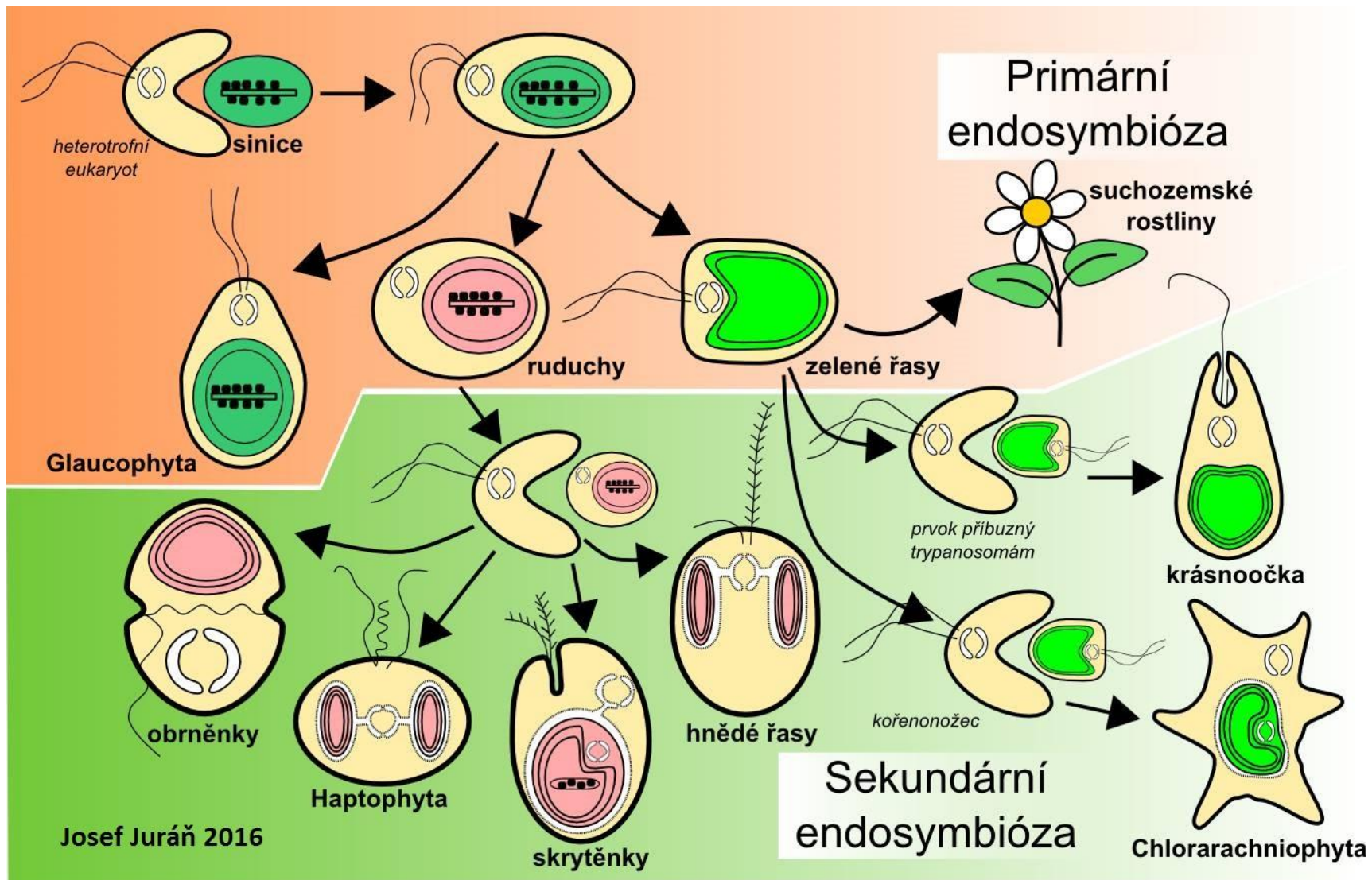
- Téměř všechny biotopy – i extrémní
- Pionýrské organismy
- Eutrofizace- vodní květ
- Cyanotoxiny
- Symbióza
- Stromatolity: útvary vzniklé usazováním uhličitanu vápenatého v slizových pochvách sinic



Symbiotické vztahy

- Cyanobiont ve stélkách lišejníků- rody *Nostoc*, *Gloeocapsa*, *Chroococcus*, *Stigonema*
- Další symbióza s: játrovkami (rod *Blasia*), hlevíky (*Anthoceros*), kapradinami (*Azolla*), nahosemennými (*Cycas*)
- Sinice *Nostoc* v symbióze s houbou *Geosiphon pyriforme*
- + primární endosymbióza: vznik chloroplastů!





System

- Problematická taxonomie
- Molekulární metody
- popsáno víc než 320 rodů s 2700 druhy

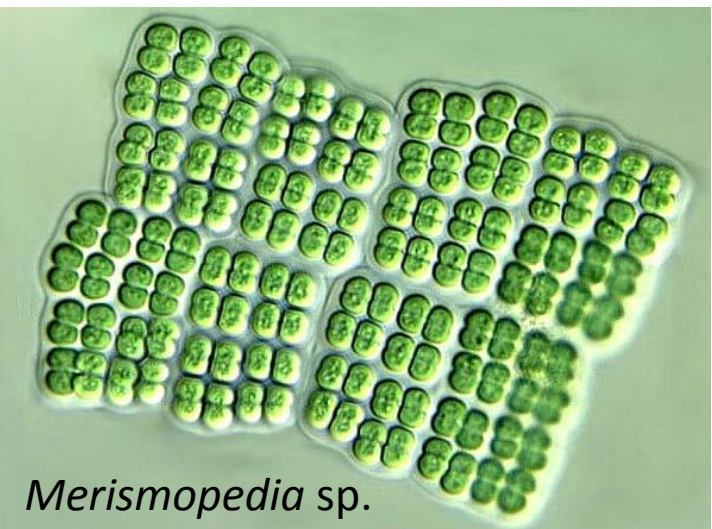
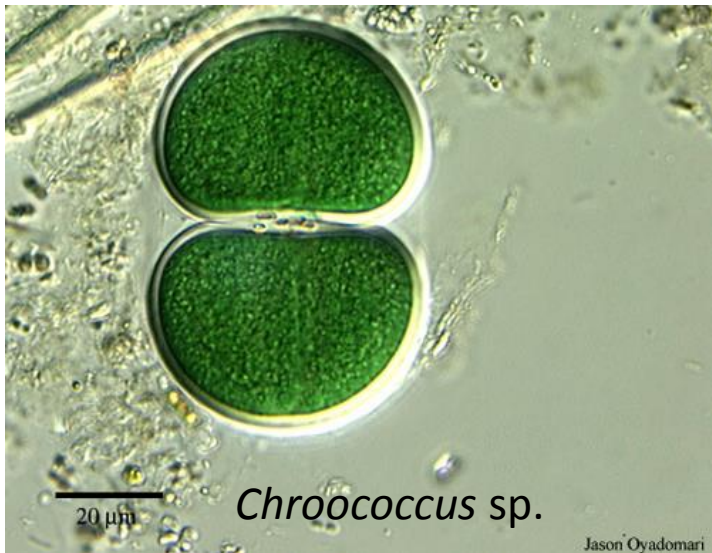


System

- Třída : Cyanobacteria
 1. řád [Chroococcales](#) - jednobuněční zástupci, kteří žijí buď samostatně nebo se sdružují do kolonií
 - 2. řád [Oscillatoriales](#) – jednoduché vláknité sinice
 - 3. řád [Nostocales](#) – vláknité sinice s heterocyty, občas s nepravým, ale nikdy s pravým větvením
 - 4. řád [Stigonematales](#) – vláknité sinice s heterocyty a s pravým větvením



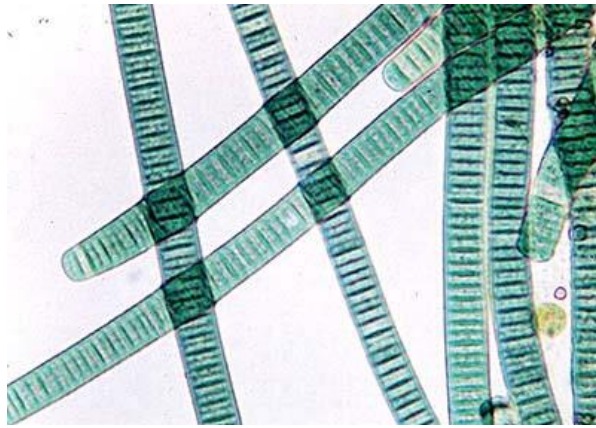
Řád Chroococcales



Řád Oscillatoriales



Microcoleus sp.



Oscillatoria limosa



Phormidium sp.

Řád Nostocales



Nostoc sp.



Scytonema sp.

Řád Stigonematales



Stigonema minutum



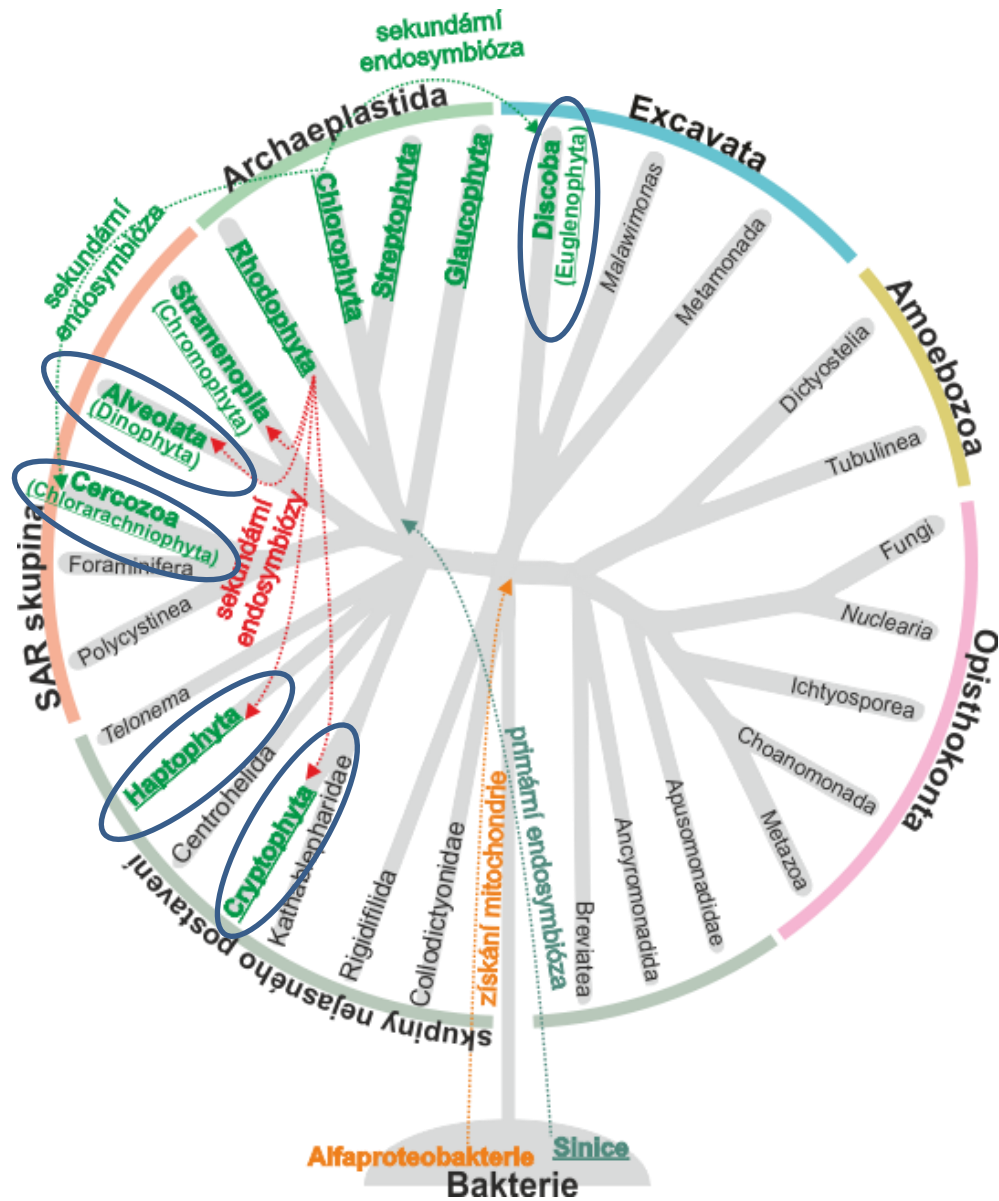
Mastigocladus laminosus

Euglenophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Haptophyta



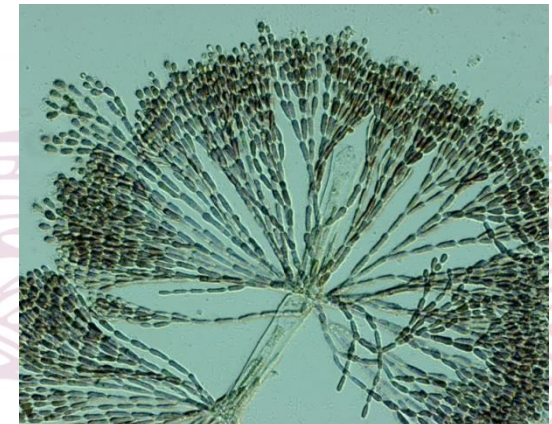
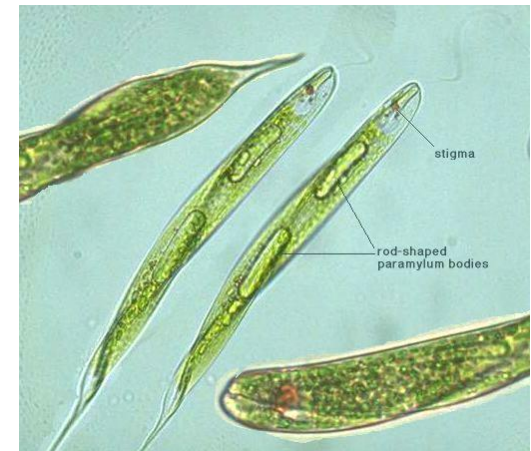
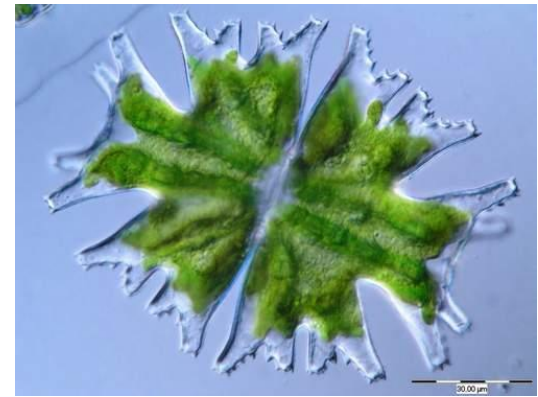
Barbora Chattová

System



Řasy

- Euglenophyta (krásnoočka)
- Cryptophyta (skrytěnky)
- Dinophyta (obrněnky)
- Chromophyta (hnědé řasy)
- Rhodophyta (ruduchy)
- Chlorophyta (zelené řasy)
- Charophyta (chary)



Eukaryota

- Eukaryotní buňky
- Membránové struktury uvnitř buňky
- Bičíky
- Chromozomy
- Haploidní a diploidní stav (evoluční výhoda)
- Rozmnožování
- Mitóza a meiotické dělení



Chlorarachniophyta, Euglenophyta, Dinophyta & Cryptophyta

- Jednobuněční pohybliví mixotrofové s chloroplasty



Chlorarachniophyta

- Filoplazmodium, jednojaderné buňky
- Chloroplasty s chlorofyly a, b, pyrenoid, nukleomorf, 4 membrány
- Zásobní látka chrysolaminaran
- Zoospory (1 bičík)
- Tvorba cyst
- Ekologie - sublitorál teplých moří, mixotrofie

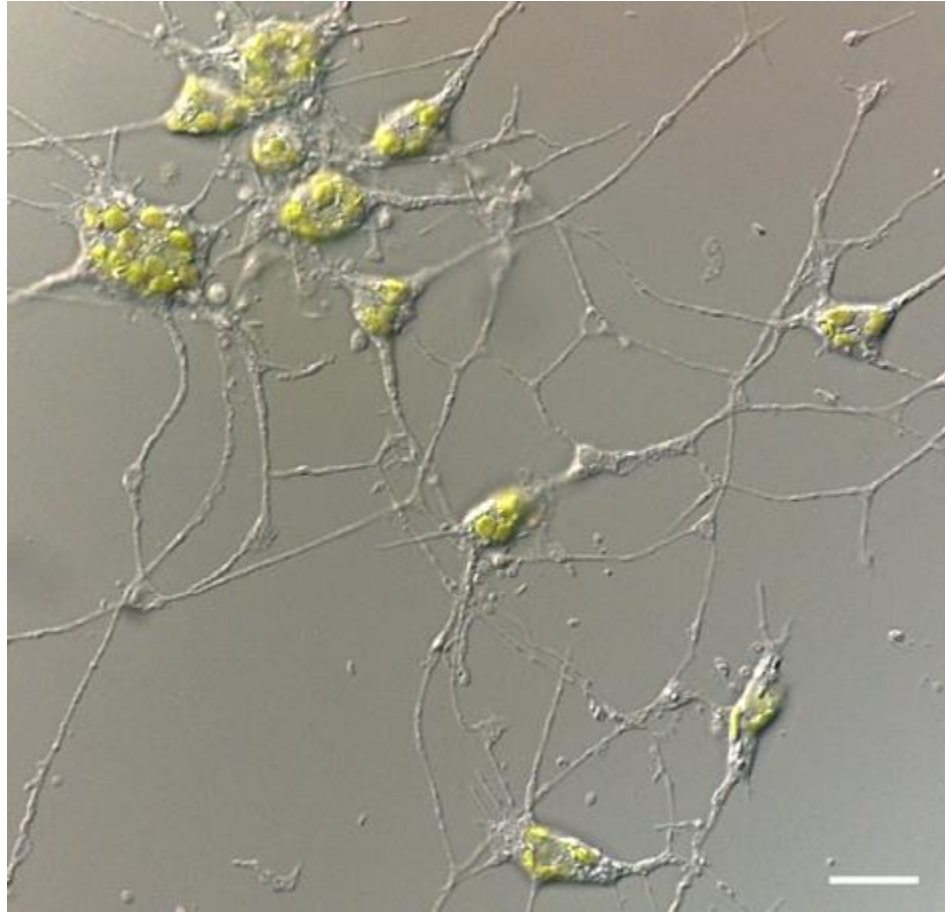


Chlorarachniophyta

- Fylogeneze - sekvence 18S rRNA
- Příbuznost s meňavkovitými prvoky
- Nuklemorf
- Příklad seriální endosymbiozy
- Zástupci:
- *Chlorarachnion reptans*, *Cryptochlora*



Chlorarachnion reptans



<http://myweb.dal.ca/jmarchib/chlorarachniophytes.html>

Dinophyta - obrněnky

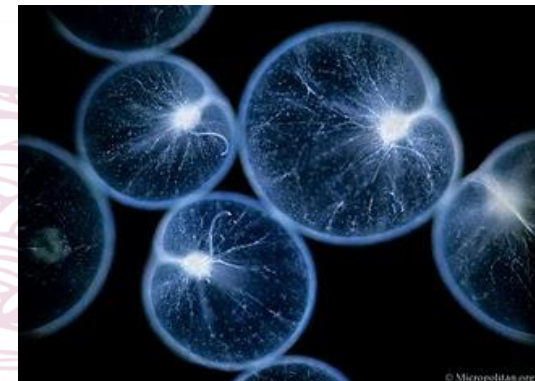
- Dinokaryon - spiralizované chromozomy ve většině buněčného cyklu
- Mitoza mimojaderná
- Kleptoplastidy (získané z vlastní kořisti)
- Pulzující vakuoly
- Chlorofyl a, c₂
- Diadinoxanthin
- Mnohovrstevnatá théka - amphiesma
- Celulózní destičky
- Dinosporin - pelikula



Dinophyta - obrněnky

- Dinokontní buňky - bičíky vycházejí ze střední části těla
- Epikonus, hypokonus
- Desmokontní buňky - bičíky na apexu buňky
- Trichocysty, mukocysty
- Ocellus - vrstevnatá čočka, komůrka, kanálek, retinoid
- Nepohlavní rozmnožování
- Anizogamie, izogamie
- Ekologie - převážně moře
- Toxiny
- Fagotrofie
- Bioluminiscence (organela scintilon, luciferin, luciferáza)

Noctiluca miliaris



Odd.: Dinophyta Třída: Dinophyceae Řád: Peridinales

podélná rýha - sulcus

příčná rýha - cingulum

Peridinium sp.

Gymnodinium sp.



<http://www.dr-ralf-wagner.de/Dinoflagellaten.html>

Ceratium hirundinella



<http://www.dr-ralf-wagner.de/Dinoflagellaten.html>

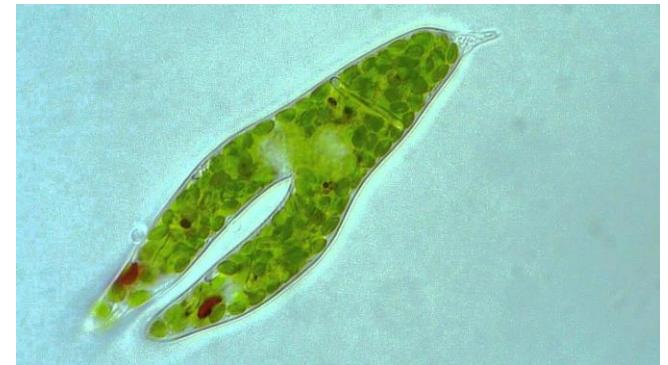
Euglenophyta- krásnoočka

- Pelikula - bílkovinné proužky
- Lorika - sliz mineralizován
- Paraflagelární lišta bičíku - hlavní fotoreceptor buňky
- Jednojaderné buňky
- Stigma volně v cytoplazmě
- Paramylon - zásobní látka v cytoplazmě
- Chlorofyl a, b
- Diadinoxanthin, neoxanthin
- Mukocysty

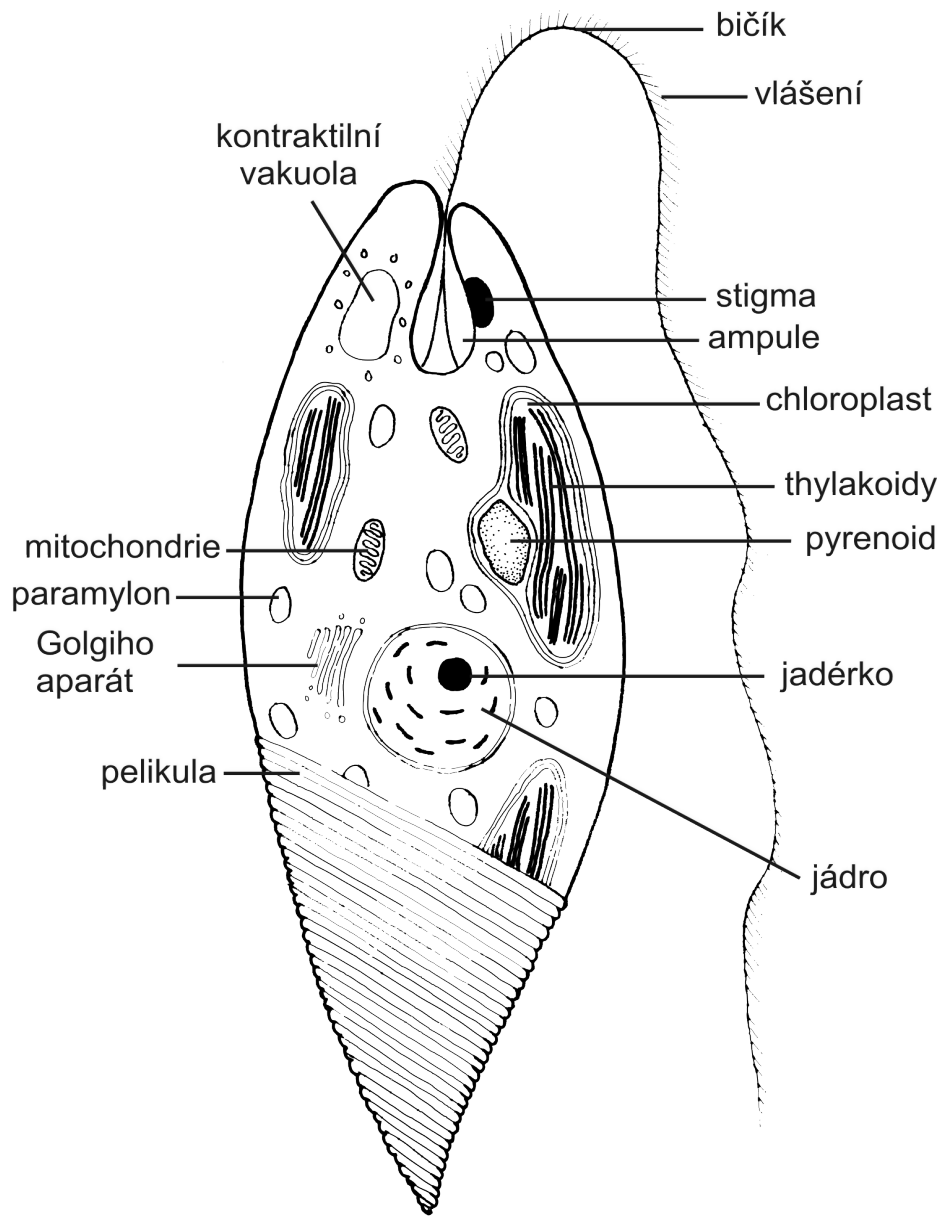


Euglenophyta- krásnoočka

- Ampula
- Jádro má kondenzované chromozomy
- Bičíky se šroubovitě vinutou řadou mastigonemat
- Palmeloidní stádium
- Pouze nepohlavní rozmnožování (schizotomie pohyblivých buněk)
- Ekologie - organicky znečištěné vody
- Fagotrofie, mixotrofie



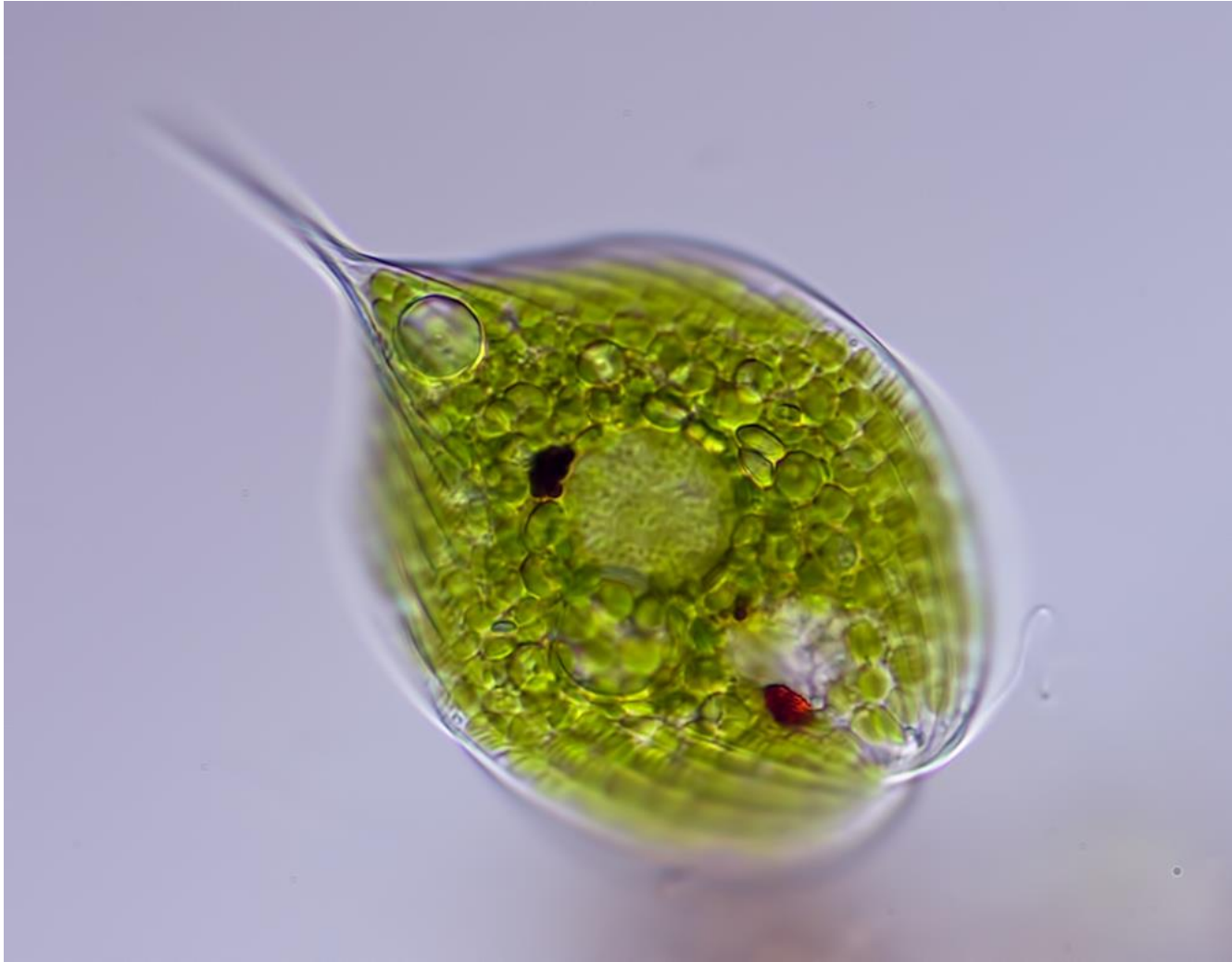
https://www.youtube.com/watch?v=Y_2NDmIBewU



Euglena sp.



Phacus sp.



<http://www.photomacrography.net/>

Odd.: Euglenophyta Třída: Euglenophyceae Řád: Euglenales

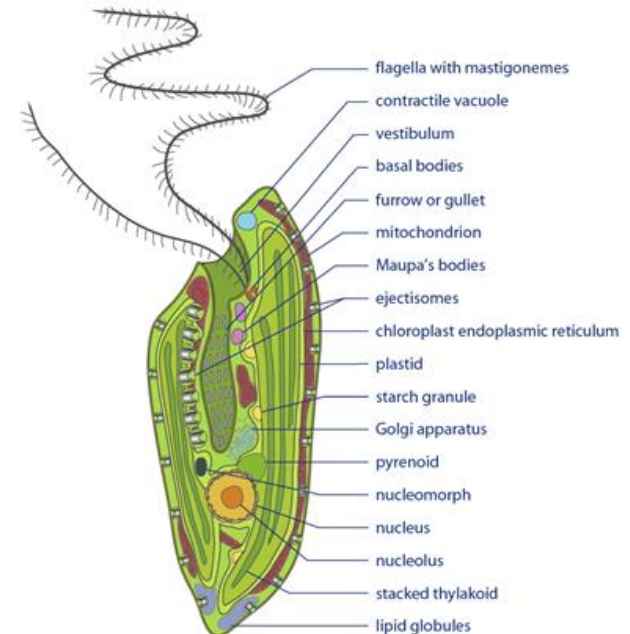


Trachelomonas sp.

© orig. Hájková L.

Cryptophyta: skrytěnky

- Chlorofyl a, c_2 , alloxanthin
- Fykoerythrin nebo fykocyanin
- Mastigonemy - trubicovité vlásky na bičíku
- Periplast s destičkami
- Ejektozomy - mrštné trichocysty
- Škrob v cytoplazmě
- Jícen s ejektozomy
- 2 bičíky
- Delší: 2 řady mastigonem
- Nepohlavní rozmnožování - schizotomie
- Pohlavní rozmnožování - izogamie
- Palmeloidní stadia
- Plankton
- Stenotermní vody



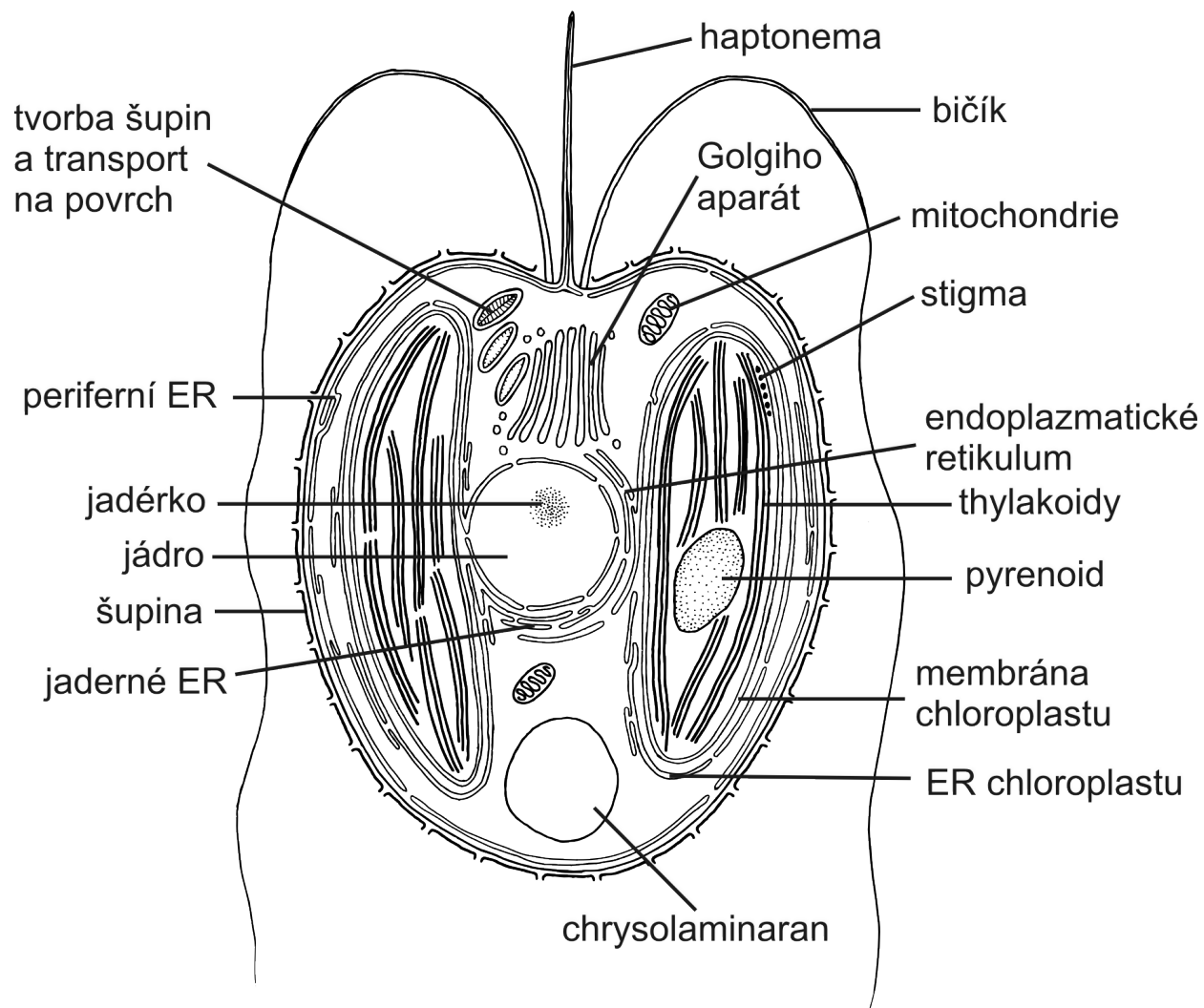
Cryptomonas ovata



<http://www.plingfactory.de/>

Prymnesiophyta (Haptophyta)

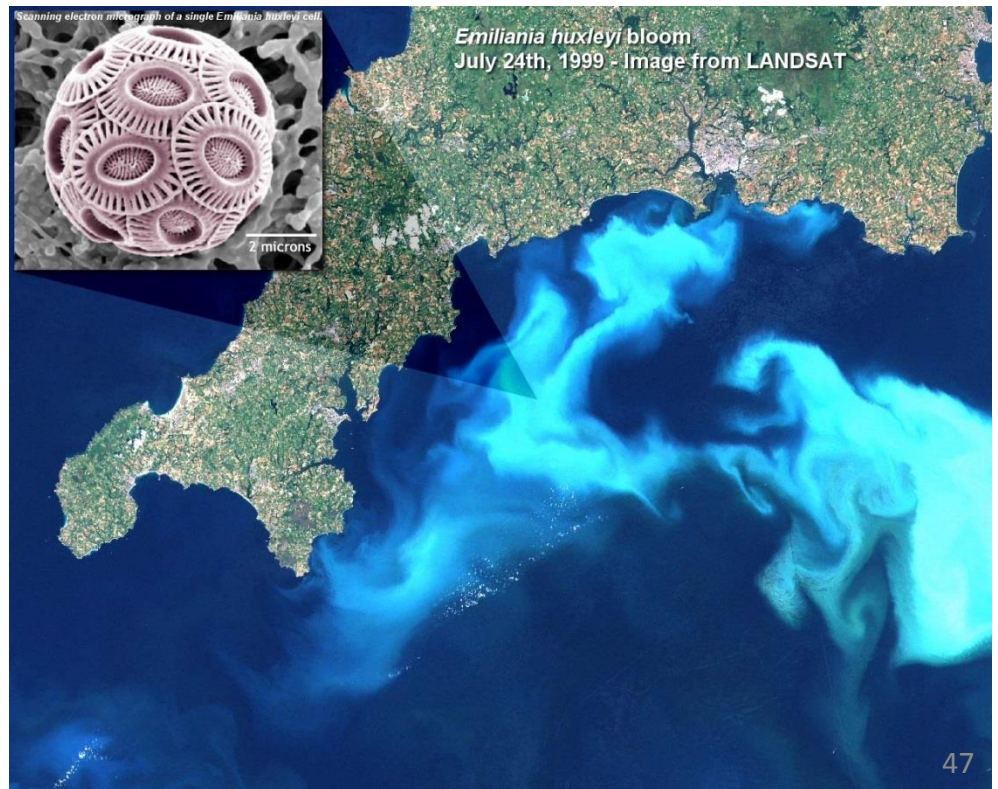
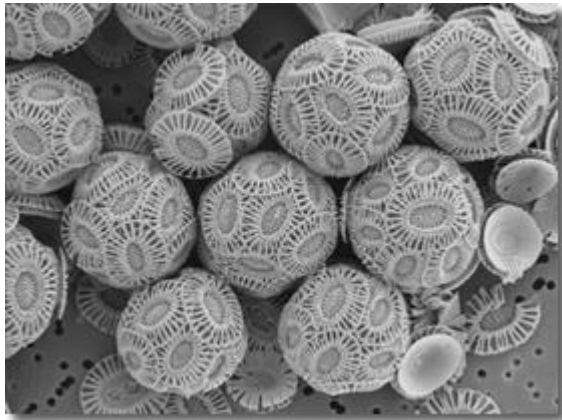
- Stélka: bičíkatá až vláknitá
- Dříve součástí Cryptophyta
- Dva holé bičíky + haptonema
- Haptonema: podobné bičíku, jiná submikroskopická struktura
- Kontraktilní haptonema
- Haptonema slouží k: fagotrofii, rychlé změně pohybu, přichycení k substrátu
- Fukoxantin
- Thylakoidy srostlé po třech
- Chloroplasty s pyrenoidem
- Organické šupiny (polysacharidové), mohou být kalcifikovány- u řádu Coccolithophoridales



Prymnesiophyta - stavba buňky. © Markéta Krautová

Prymnesiophyta (Haptophyta)

- Obrovský globální význam v koloběhu uhlíku a síry
- Oligotrofní subtropická moře
- *Emiliana huxleyi* (tvoří bílý zákal v mořích- white water)



Fylogeneze a diverzita rostlin:

2. přednáška

Stramenopila, (Heterokontophyta, Chromophyta)



Oddělení Heterokontophyta (Stramenopila)

- Fotoautotrofní řasy
- Pleuronematický bičík (pohybový)
- Akronematický bičík
- Chromatofory se 4 membránami
- Chlorofyl a, c
- Fukoxantin, vaucheriaxantin
- Olej, polyfosfátová zrnka – volutin

Třídy:

- Bacillariophyceae
- Chrysophyceae
- Synurophyceae
- Xanthophyceae
- Phaeophyceae
- Eustigmatophyceae

Chrysophyceae- zlativky

- Bičíkovci
- Chrysomonády/zlativky
- Fotoreceptor
- Protein retinal
- Stigma v prohlubni pod povrchem chloroplastu
- 4 mikrotubulární kořeny
- Fukoxantin

Chrysophyceae- zlativky

- Pulzující vakuoly (v hypotonickém prostředí)
- Mukocysty, diskobolocysty
- Lorika - celulóza, chitin, křemité šupiny
- Stomatocysty: odpočívající stádia
- Hologamie - pohlavní proces
- Mixotrofie: i druhy s chloroplasty získávají z organické hmoty dusík a uhlík
- Auxotrofie: závislost na příjmu vitamínů z okolí

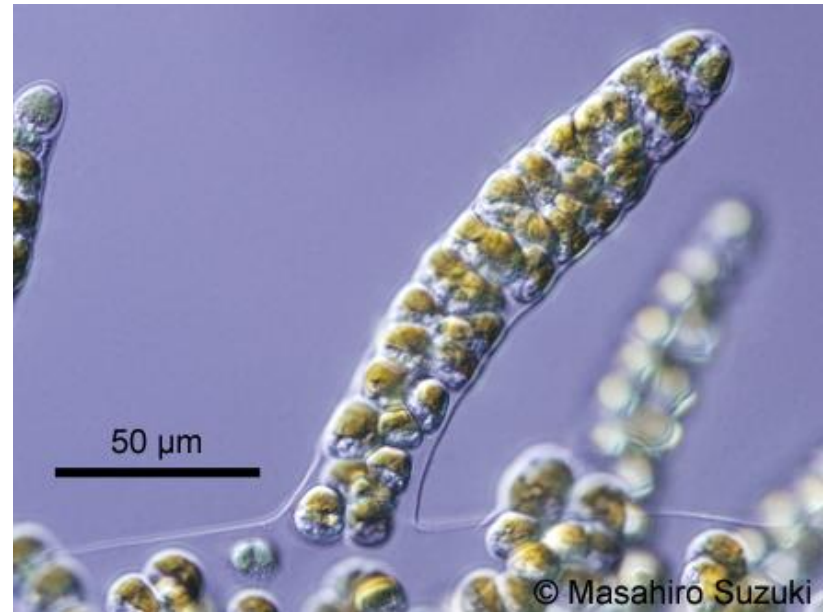
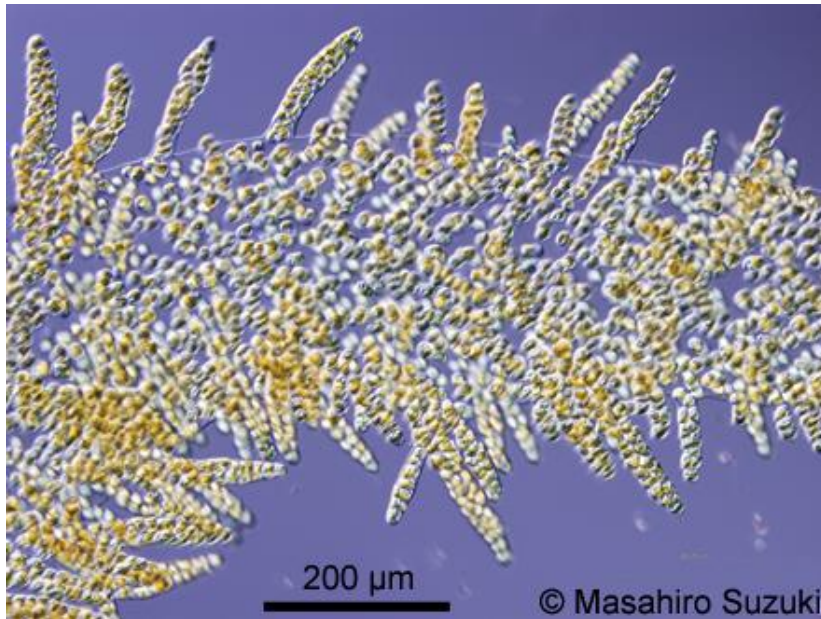
Odd.: Heterokontophyta Třída: Chrysophyceae Řád: Chromulinales

Dinobryon sp.



<http://www.mikroskopie.de/>

Odd.: Heterokontophyta Třída: Chrysophyceae Řád: Hydrurales



Hydrurus foetidus

Synurophyceae

- Povrch delšího bičíku - šupiny
- Fotoreceptor na bázi bičíku (ztlustlina)
- Kinetozomy jsou rovnoběžné, 2 mikrotubulární kořeny
- Chlorofyl a, c, fukoxantin
- Pulzující vakuoly v zadní části buňky
- Fotoautotrofie
- Jenom sladkovodní druhy
- Oligotrofní vody
- Křemité šupiny - taxonomie (SEM)
- Vyhraněná autekologie druhů

Odd.: Heterokontophyta Třída: Synurophyceae Řád: Synurales

Synura sp.



<http://pinkava.asu.edu>



<http://protist.i.hosei.ac.jp>

Mallomonas sp.

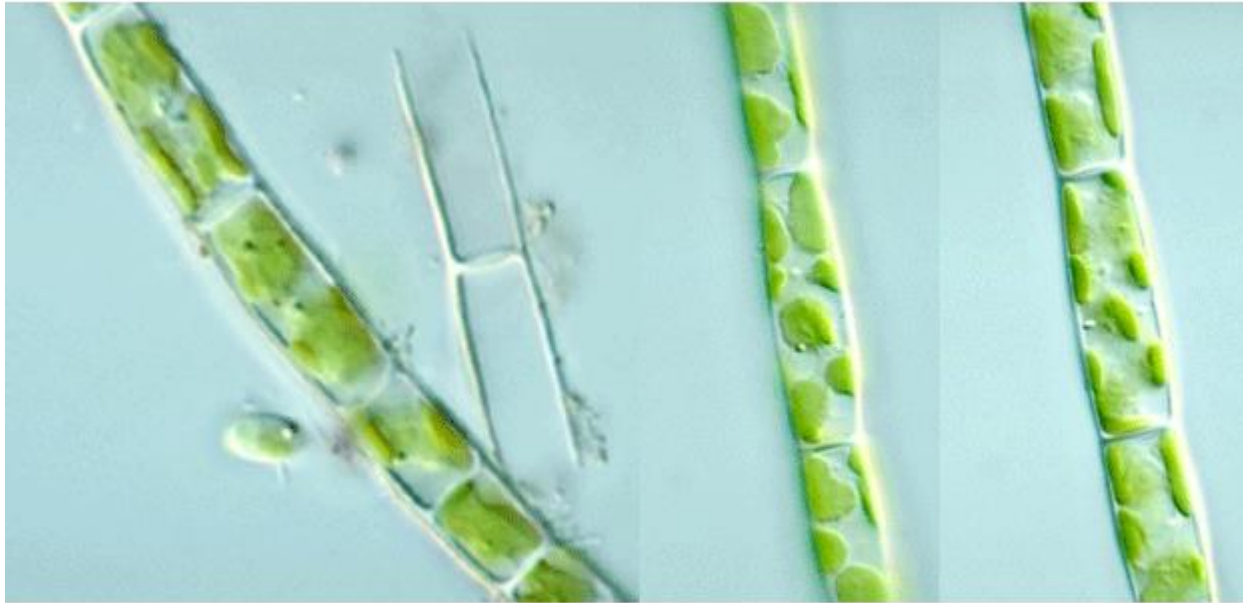


Xanthophyceae

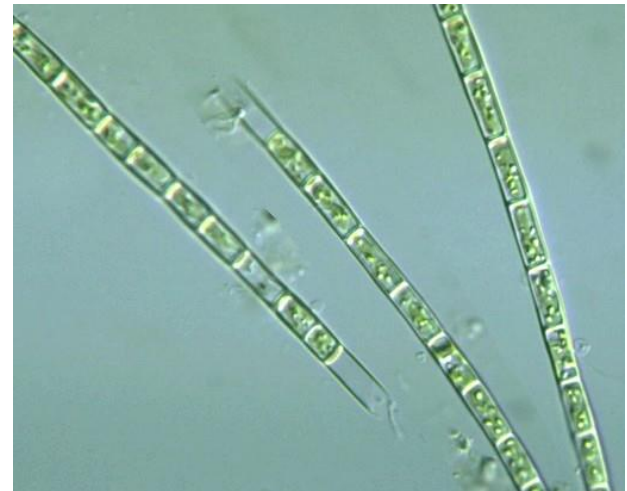
- Monadoidní až sifonální organizační stupeň
- Terčovité chloroplasty
- Chlorofyly a, c_1 , c_2 , Xantofyly (chybí fukoxantin)
- Nahé pyrenoidy
- Zásobní látka olej
- Dvoudílná buněčná stěna
- Heterokontní
- Nepohlavní rozmnožování - zoospory, synzoospory, aplanospory
- Vývojový paralelizmus

Tribonema sp.

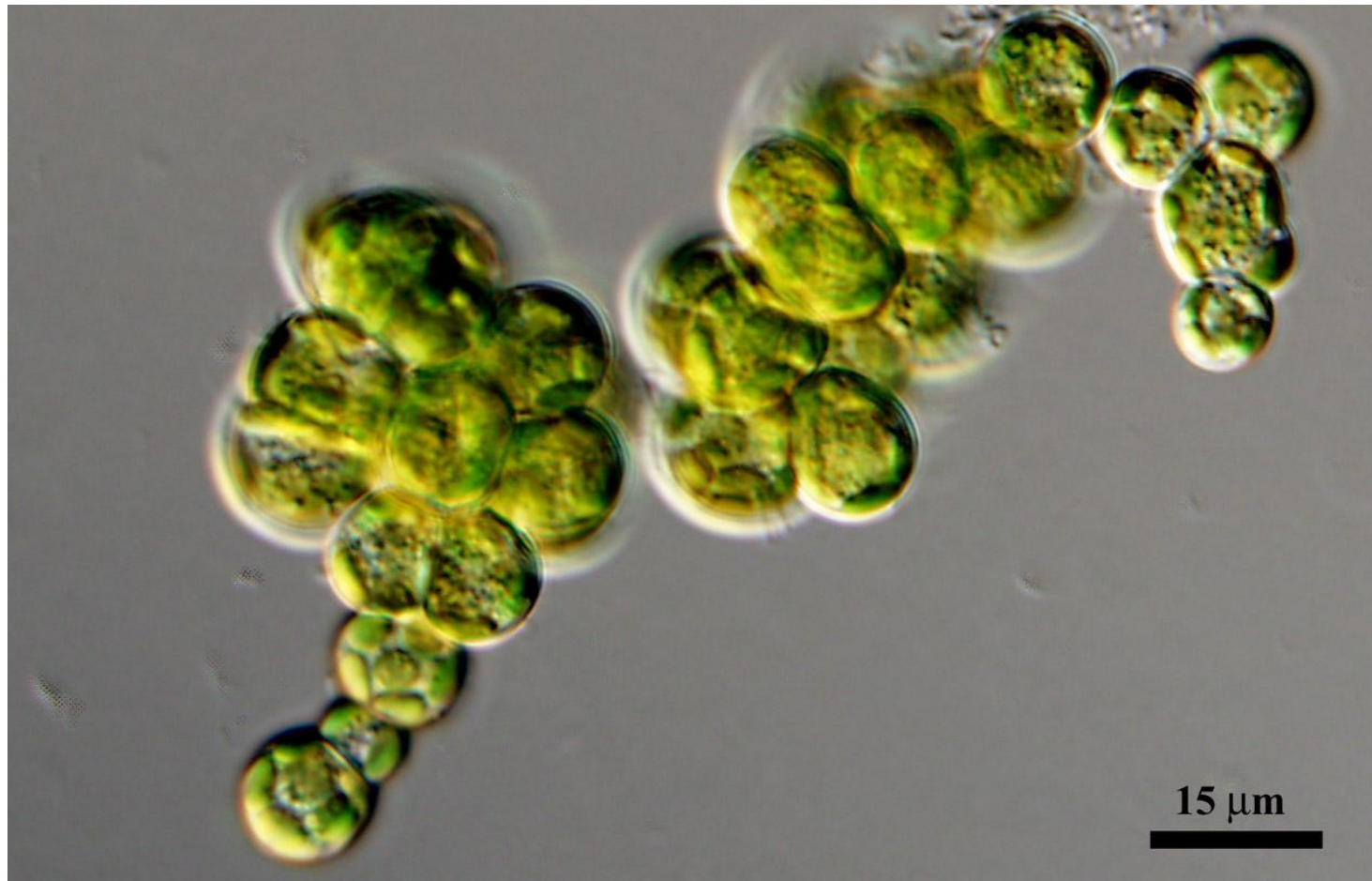
Tribonema



All after Entwisle et al. (1997)

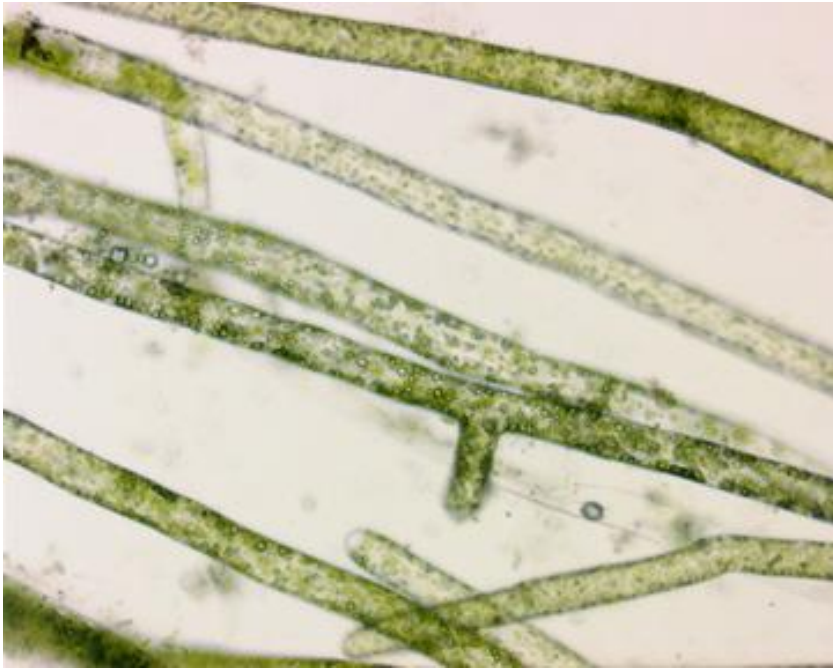


Heterococcus sp.



<http://ccala.butbn.cas.cz>

Vaucheria sp.



<http://fmp.conncoll.edu>



Phaeophyceae

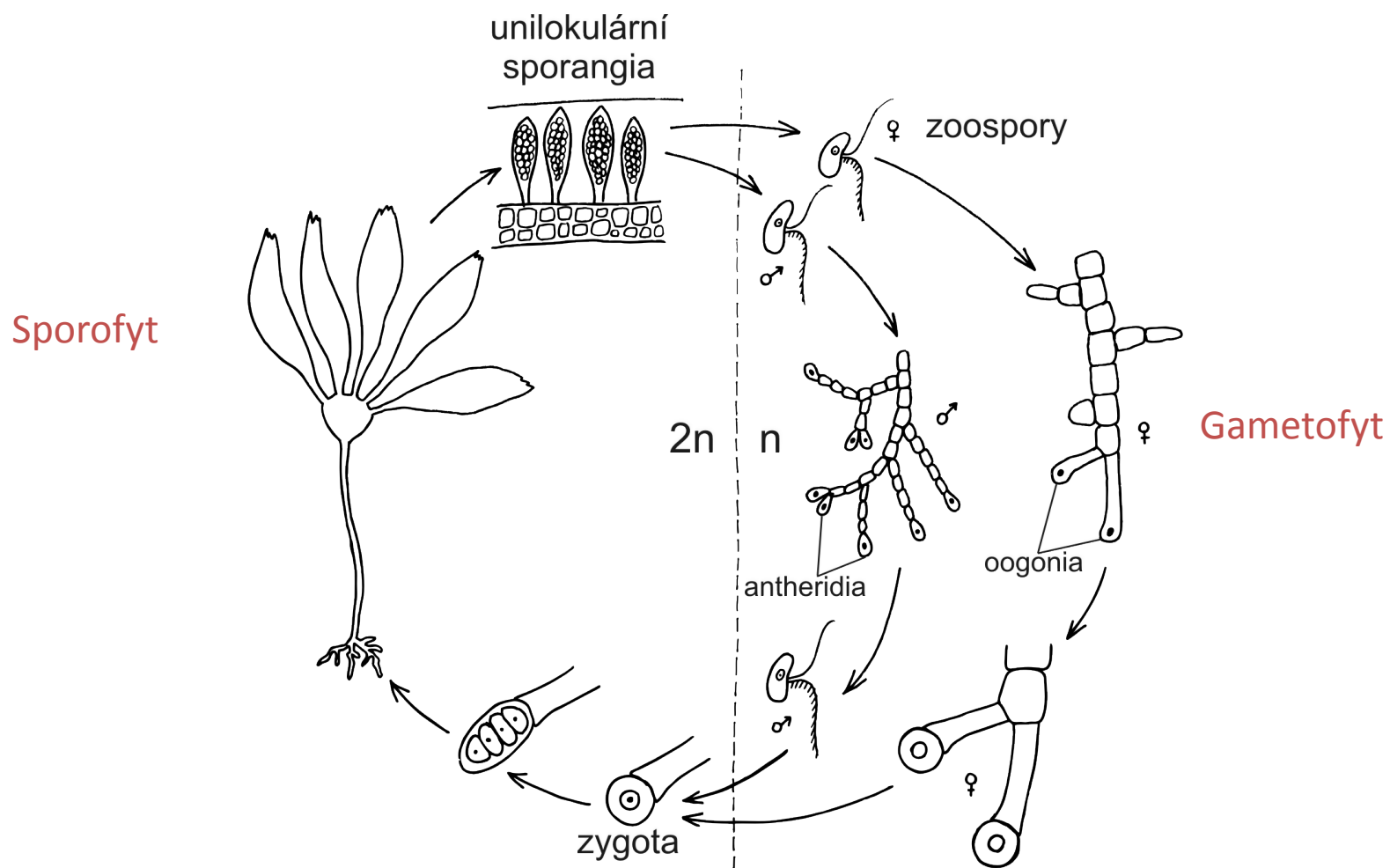
- Hnědé řasy (chaluhy)
- Mořská makrofyta
- Sladkovodní rody *Lithoderma*, *Bodanella*
- Stichoblast – stélka (fyloidy, kauloid, rhizoidy)
- Diferencovaná pletiva (krycí, asimilační a mechanické)
- Plynové měchýřky
- Chlorofyly a, c_1, c_2, c_3
- Fukoxantin, violaxantin
- Nahý pyrenoid
- Laminaran, manitol, olej
- Fysody (vakuoly obsahující baktericidní fenol fukosan)

Rodozměna

- **Izomorfická rodozměna:** gametofyt a sporofyt nejsou morfologicky odlišné, u primitivnějších skupin – např. řád Ectocarpales
- **Heteromorfická rodozměna:** gametofyt omezen, řád Laminariales
- U řádu Fucales není gametofyt vyvinut, haploidní jsou pouze gamety

Rodozměna

- **Izomorfická rodozměna:** na haploidním gametofytu vznikají gametangia- gamety- kopulací vzniká planozygota- z ní vyklíčí diploidní sporofyt- na něm vyrostou sporangia- zoospory- ze zoospor vznikají nové gametofyty
- **Oogamie:** gametofyt nese gametangia jednoho pohlaví, samčí gametangia: anteridia, samičí: oogonia
gametangia produkují gamety- splynutím gamet vzniká zygota
ze zygoty vyroste diploidní sporofyt- v něm vznikají tetraspory
spory vyklíčí v gametofyt
- **Heteromorfická rodozměna:** na fyloidu se vytvoří spory- z nich vyklíčí gametofyt (mikroskopický)- gametangia- gamety (spermatozoidy a oogonia)- zygota- sporofyt



Laminariales - heteromorfická rodozměna. © Markéta Krautová

Rodozměna

U řádu Fucales: gametofyt jako samostatná rostlina chybí

Vegetativní stélka: diploidní sporofyt- tvorba receptakulí- uvnitř vlastní gametangia- konceptakula

Laminaria sp.



<http://www.solpugid.com>

Fucus vesiculosus

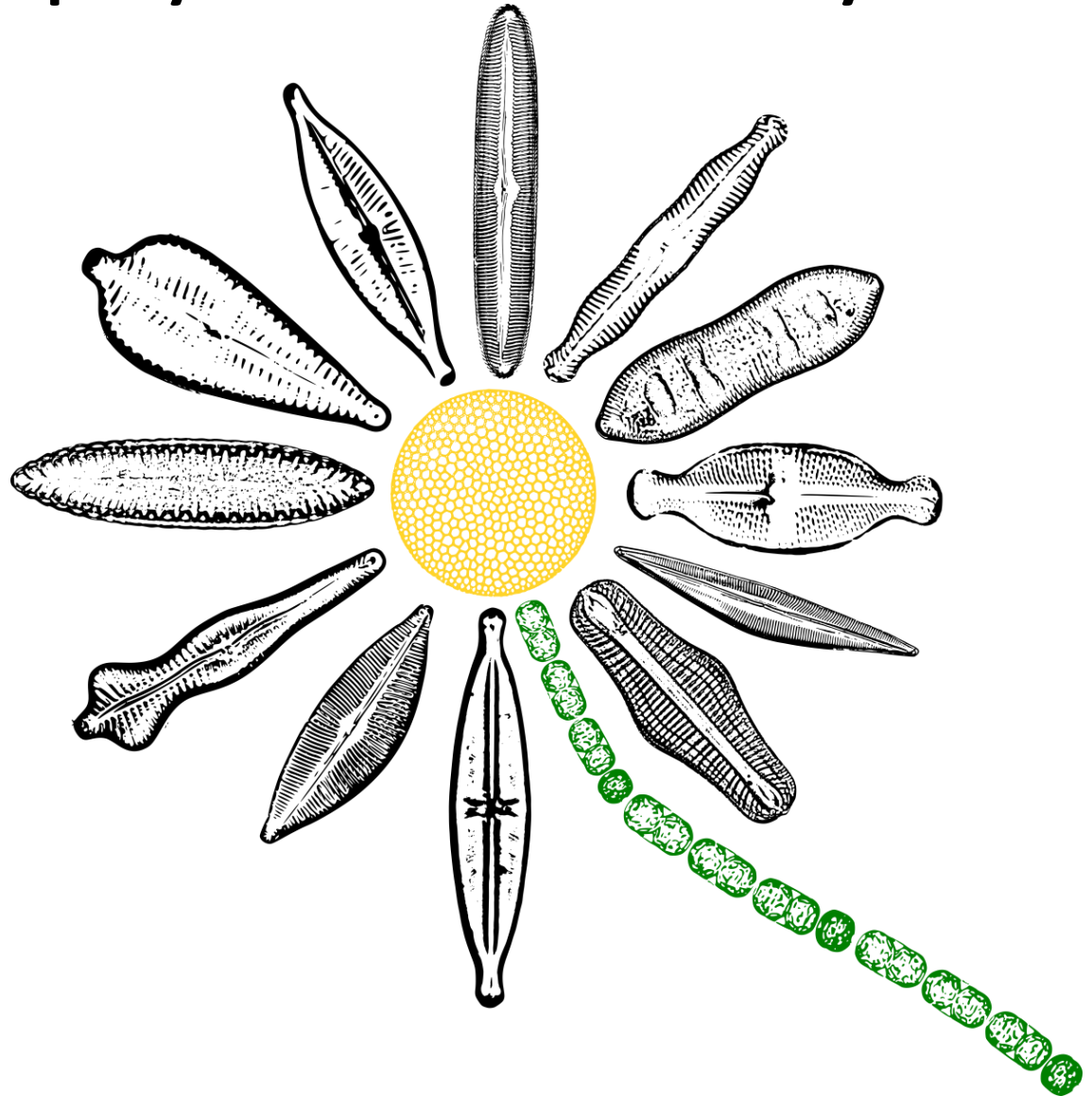


Sargassum sp.

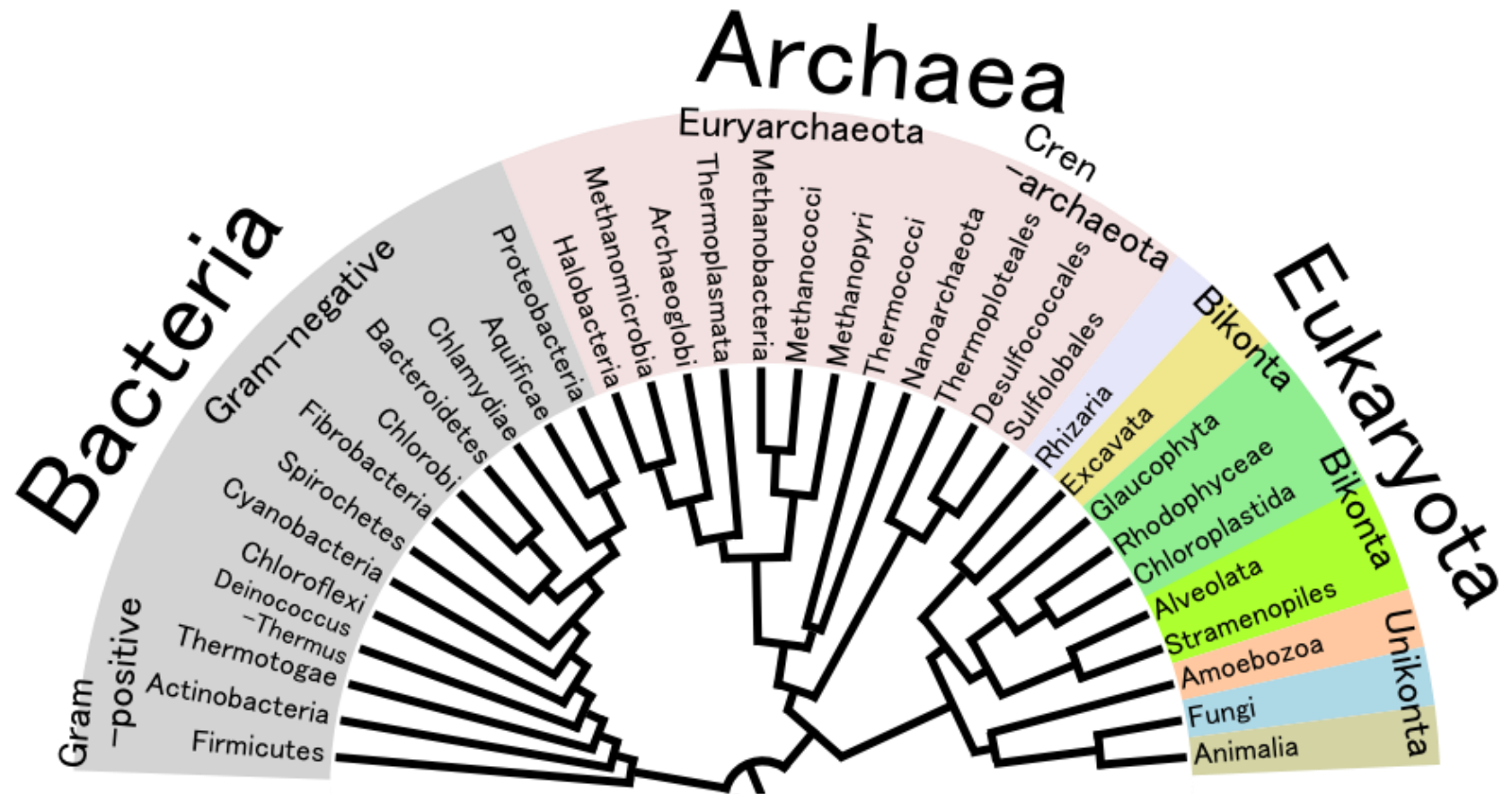
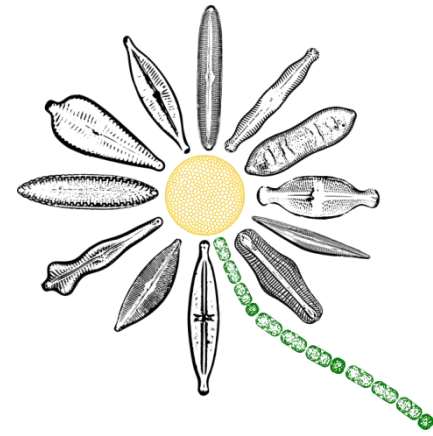


<http://oceanexplorer.noaa.gov>

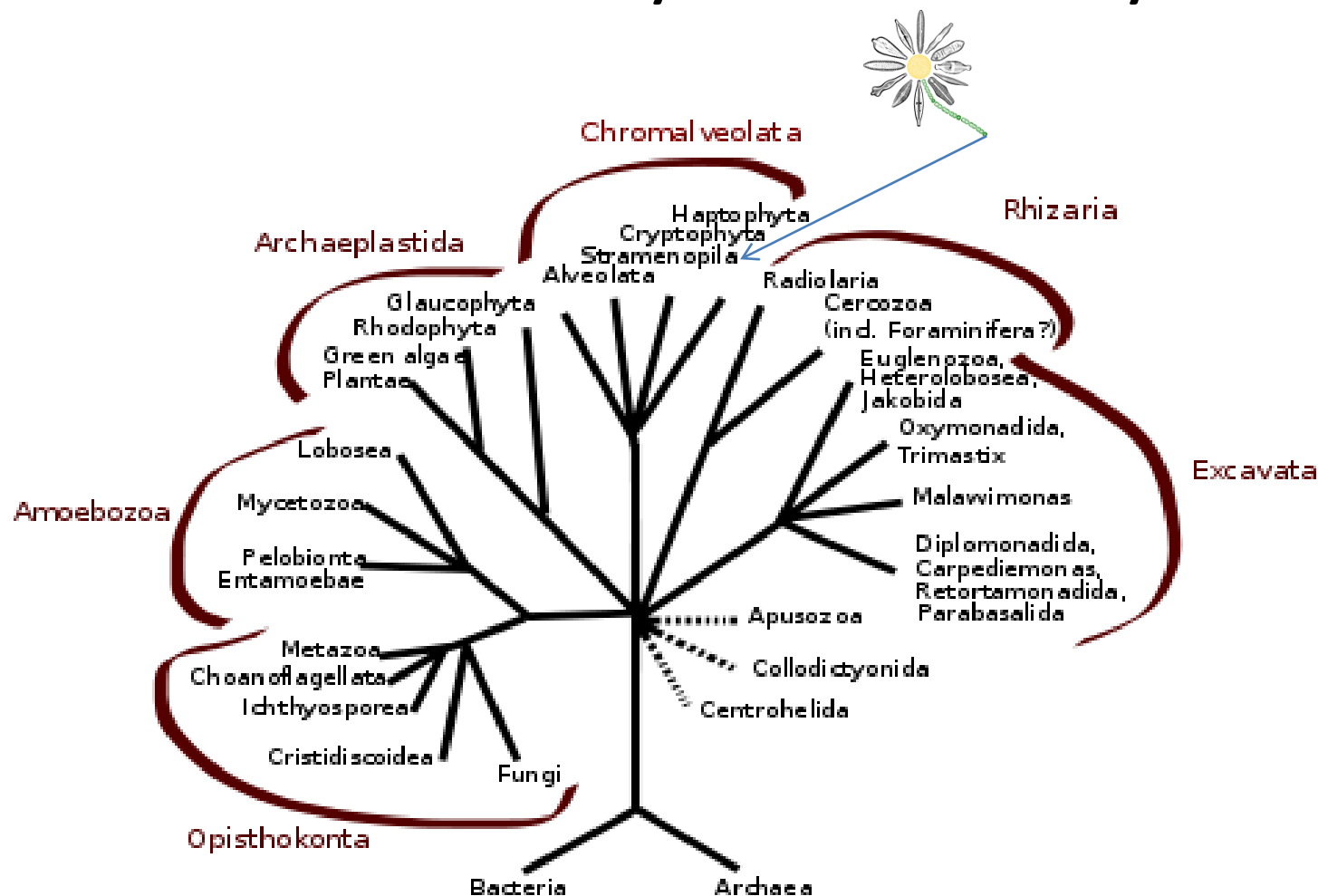
Bacillariophyceae - Rozsivky

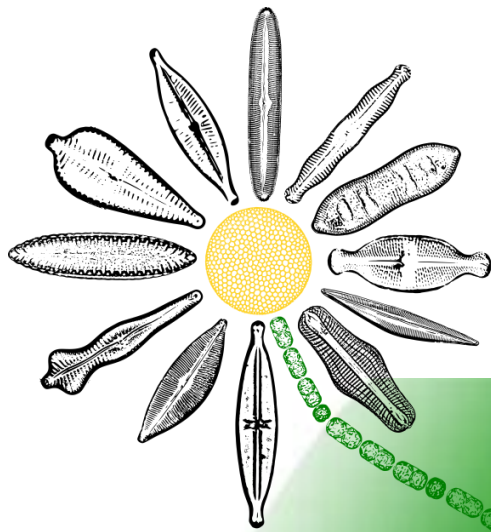


Postavení v systému

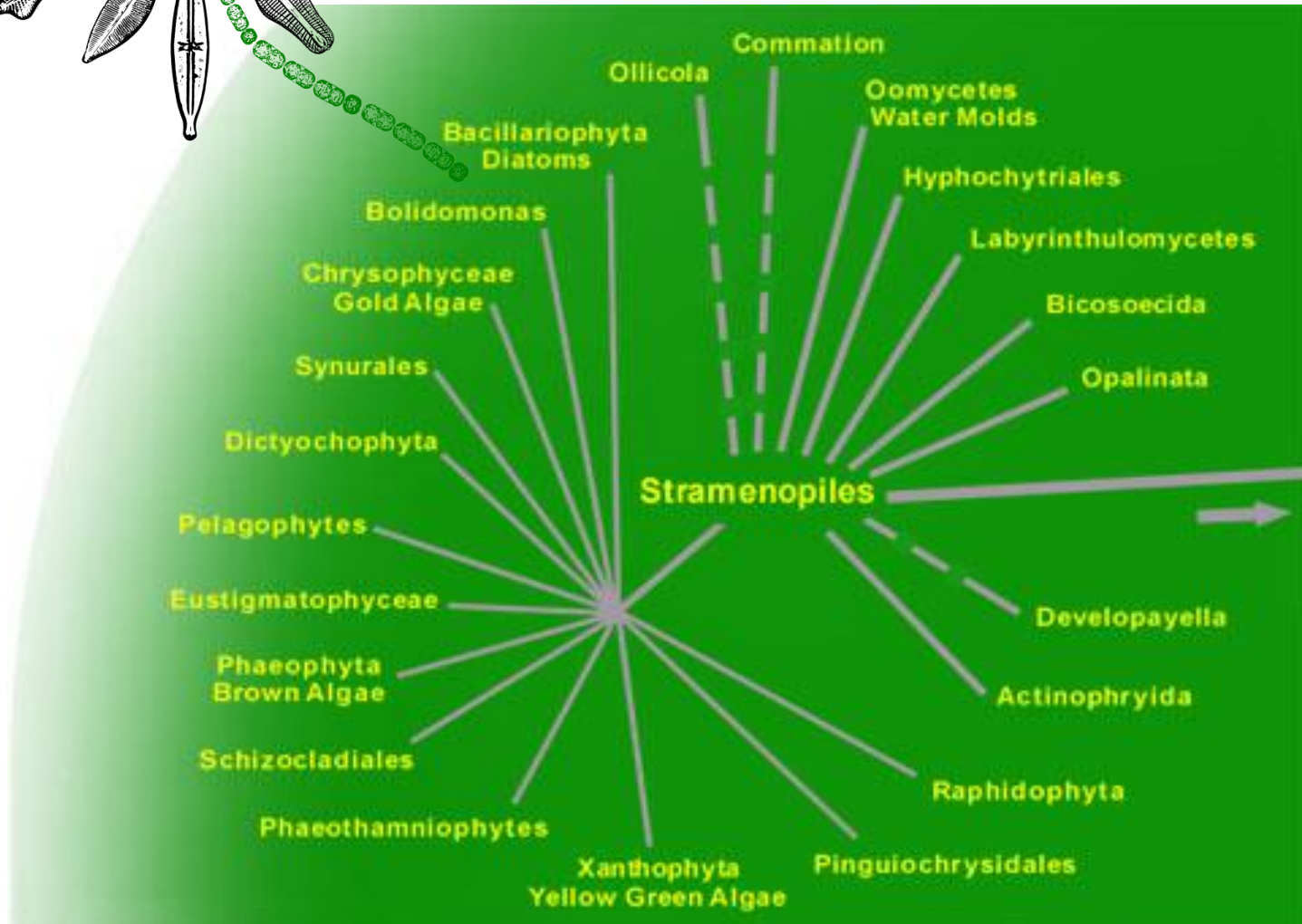


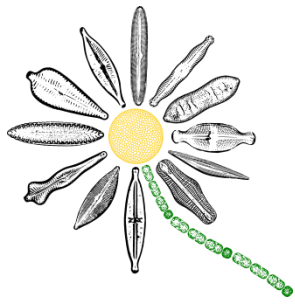
Postavení v systému Eukaryot





Stramenopila





Nejbližší příbuzní

Bolidophyta

- Jednobuněční bičíkovci
- Mořský pikoplankton
- Objeveny až r. 1990



Bolidomonas sp.

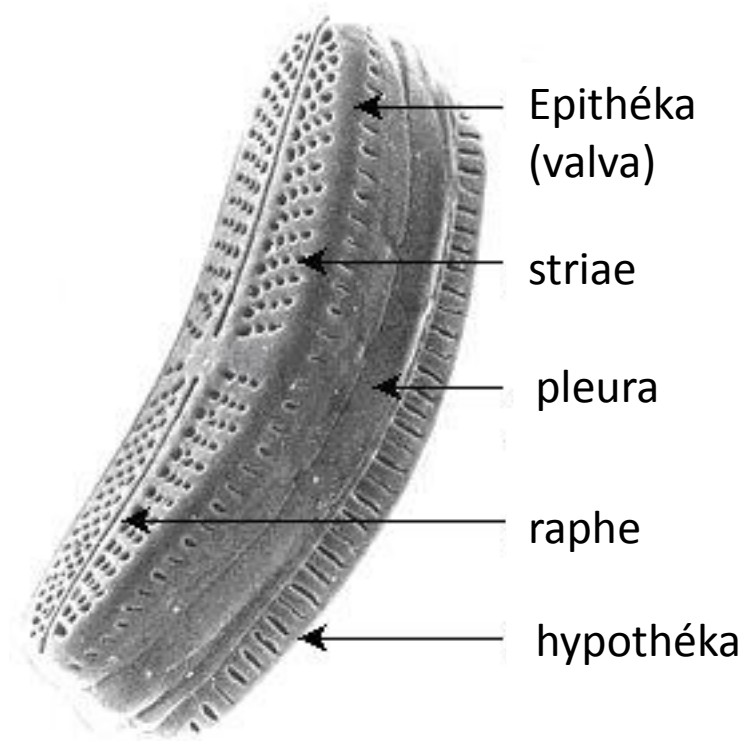


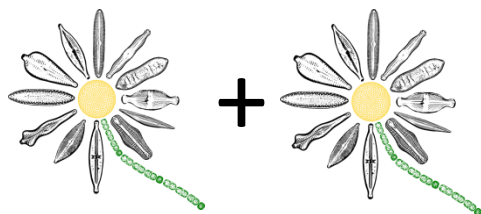
Obecná charakteristika

- Jednobuněčné
- Převážně vodní
- Žijící jednotlivě či v koloniích
- Dvoudílná křemitá frustula
- Diatotepin
- Vychytávání kyseliny křemičité z prostředí, ukládání v SDV
- Polymer SiO_2
- Hnědé chloroplasty
- Chlorofyly a, c_1, c_2, c_3
- Xanthofyly - **fukoxantin**, diatoxantin, diadinoxantin
- Volutin, chrysolaminaran, olej (*vznik ropy*)
- Diktyozomy –produkce slizu a polysacharidů
- Pleuronematický bičík - gamety
- Auxospora – zygota
- Otevřená mitóza
- Diplontní životní cyklus
- Klidová stadia
- Diatomit (křemelina)

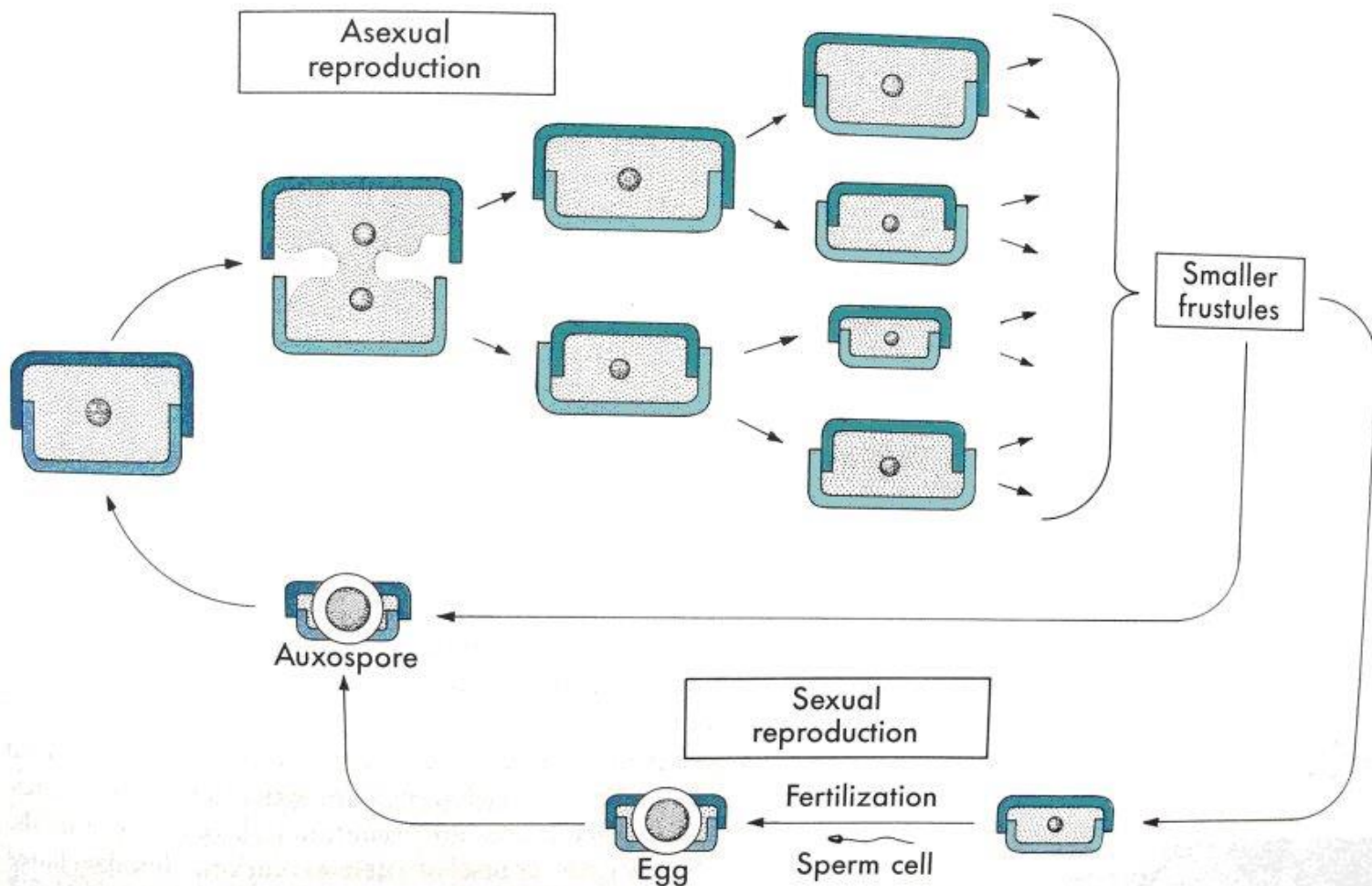
Morfologie

- Schránka- frustula
- Epithéka
- Hypothéka
- Valva
- Pleura
- Raphe
- Striae
- Centrální nodulus
- Radiálně souměrné – Centrické
- Dvoustraně souměrné – Penátní





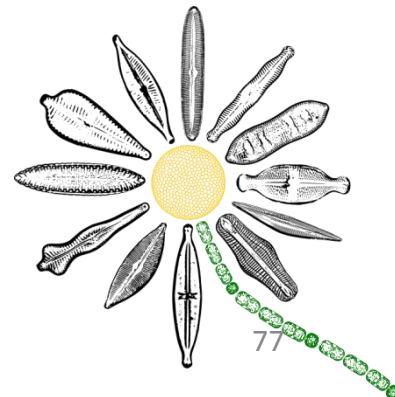
Rozmnožování



Nepohlavní rozmnožování

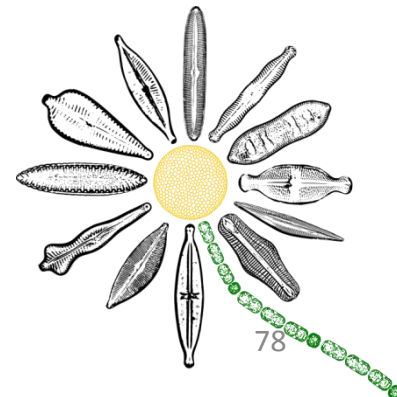
- Výrazně častější
- Rozdělení mateřské buňky na dvě poloviny
- Každá dceřiná buňka získá polovinu schránky
- Zděděná polovina představuje vždy novou EPITHÉKU
- Aktivní dotvoření druhé poloviny schránky
- Zmenšování rozměru schránek

➡ pohlavní rozmnožování



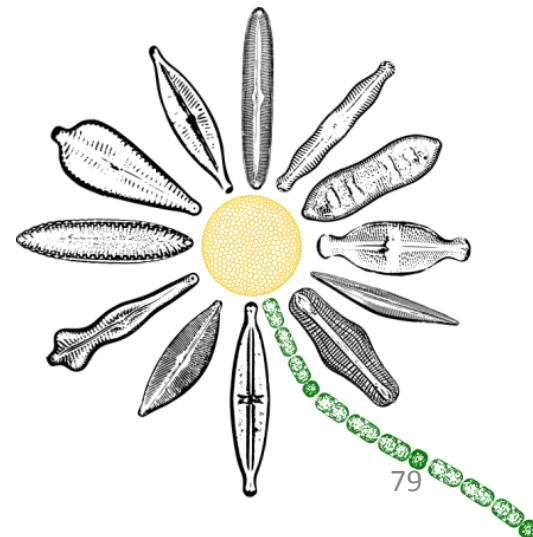
Pohlavní rozmnožování – penátní rozsivky

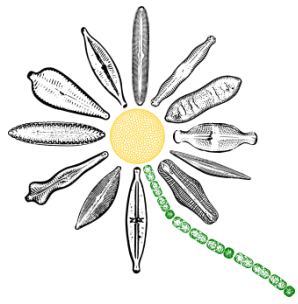
- Meiotický vznik dvou haploidních gamet
- Izogamie (stejné gamety)
- Anizogamie (rozdílná velikost gamet)
- Gamety bez bičíků, pohyb améboidním způsobem
- Splynutí protoplastů (konjugace)
- Auxospora (velká kulovitá buňka, podélné prodlužování)
- Uvnitř auxospory dochází k mitóze- vznikne diploidní iniciální buňka
- Vytvoření frustuly (auxospora kryta pouze polysacharidy)



Pohlavní rozmnožování – centrické rozsivky

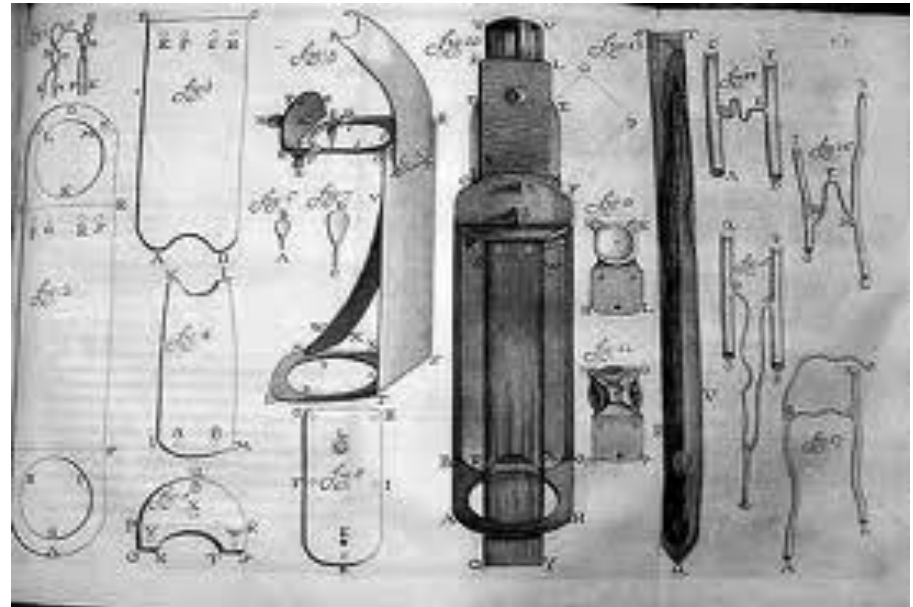
- Oogamie
- Z jedné buňky vznikne oogonium, v něm oosféra
- Z druhé antheridium se 4 spermatozoidy
- Spermatozoidy mají bičík!
- Dále proces podobný jako u penátních rozsivek
- Auxospora a iniciální buňka vždy nápadně větší než vegetativní buňky





Vynález mikroskopu

- kolem roku 1590, holandský brusič čoček a výrobce brýlí **Zacharias Jansen**
- Velké zdokonalení **Anthony Van Leeuwenhoek** (1632-1723), holandský obchodník s látkami



System

1. Centrické rozsivky – valvární pohled je kruh

Např. *Coscinodiscus*, *Cyclotella*, *Aulacoseira*, *Melosira*

2. Penátní rozsivky – podlouhlé, eliptické nebo kopinaté, dvoustranně souměrné

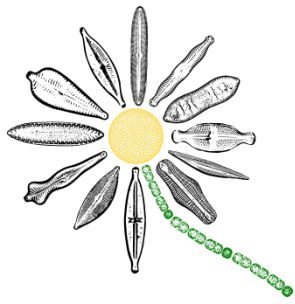
2a. rozsivky bez raphe (*Tabellaria*, *Diatoma*, *Asterionella*, *Fragilaria*, *Synedra*)

2b. rozsivky s jedním raphe po celé délce jedné schránky (*Achnanthes*, *Diploneis*)

2c. rozsivky se dvěma velmi krátkými raphe na konci schránky (*Eunotiales*)

2d. rozsivky se dvěma raphe (*Navicula*, *Pinnularia*, *Cymbella*, *Gyrosigma*, *Gomphonema*)

2e. rozsivky s raphe ve zvláštních kanálcích (*Nitzschia*, *Surirella*)

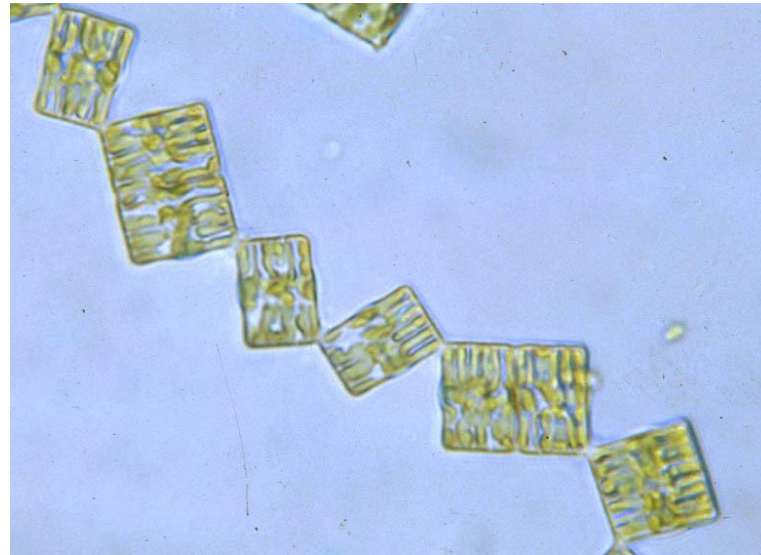


Rozsivky bez raphe

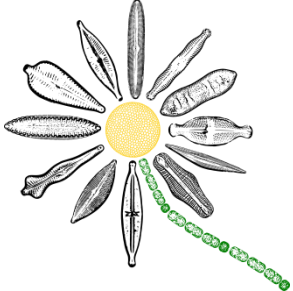
- Valvy dvoustraně souměrné
- Nemají raphe (postrádají aktivní pohyb)
- Občas mají rimoportuly (diagnostický znak)



Staurosira construens var. *venter*



Tabellaria sp.



Rozsivky s raphe na jedné valvě

- Redukce raphe na jedné valvě, vyplněno křemíkem (pseudoraphe)
- Odlišná striace na valvě s raphe a bez raphe
- Bilaterálně symetrické

- Řád Achnanthes

Achnanthes

Cocconeis

Psammothidium

Planothidium

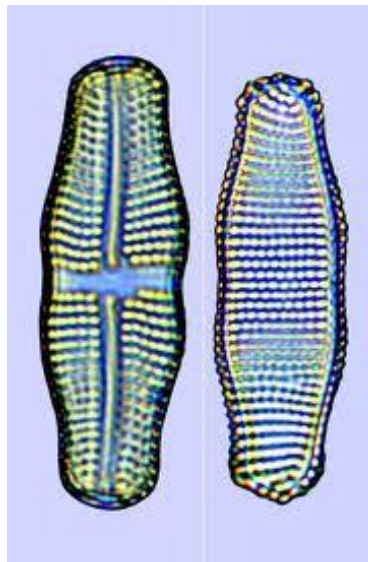
Karayevia

Lemnicola

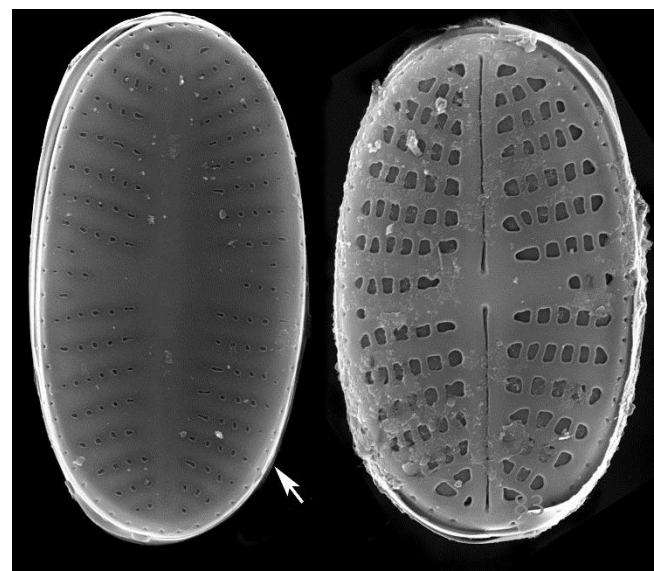
Achnanthidium

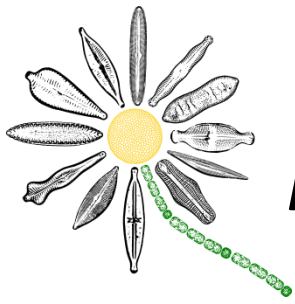
Eucoconeis

Achnanthes coarctata



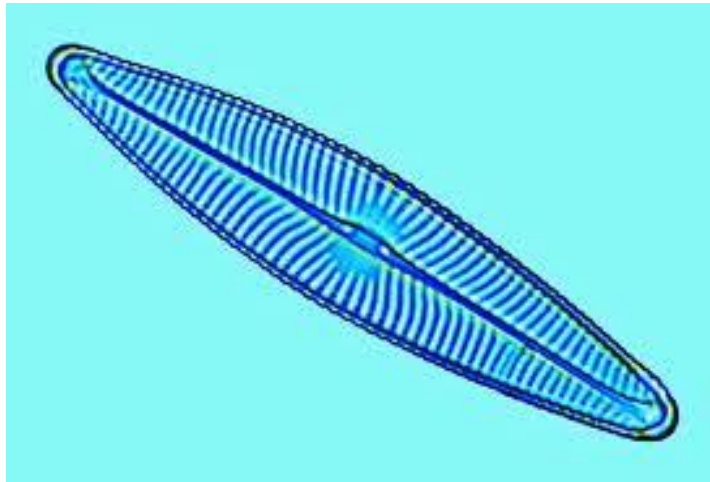
Psammothidium curtissimum
heterovalvární



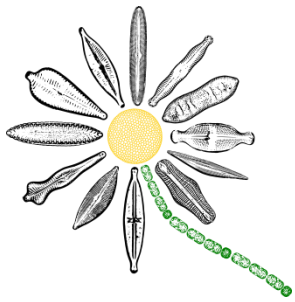


Rozsivky s raphe na obou valvách

- Valvy bilaterálně symetrické
- Raphe vyvinuto na obou valvách
- Buňky mohou být velmi pohyblivé
- Tato skupina má největší diverzitu mezi sladkovodními rozsivkami



Navicula lanceolata



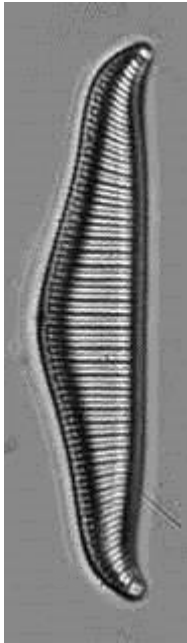
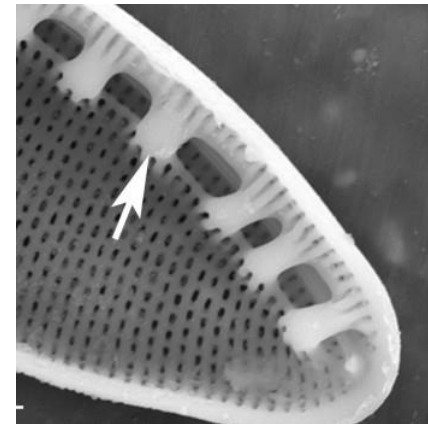
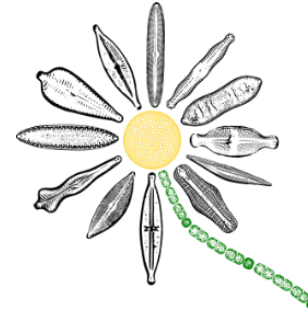
Rody vzniklé z rodu *Navicula*

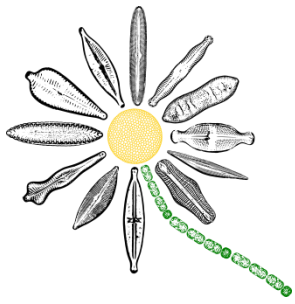


- *Craticula*
- *Sellaphora*
- *Luticola*
- *Geissleria*
- *Hippodonta*
- *Fallacia*
- *Chamaepinnularia*
- *Muelleria*
- *Cavinula*
- *Decussata*
- Cosmioneis*
- Microcostatus*
- Diadesmis*
- Fistulifera*
- Adlafia*
- Mayamaea*
- Kobayasiella*
- Placoneis*
- Aneumastus*

Rozsivky s kanálkovou raphe

- Rhopalodiales
- Bacillariales
- Surirellales
- Kanálková raphe: štěrbina, pod níž probíhá trubice překlenutá křemitými můstky (**fibuly**). Trubice je spojena s vnitřním prostorem buňky otvory (**portuly**). Kanálková raphe bývá uložena blízko okraje valvy.





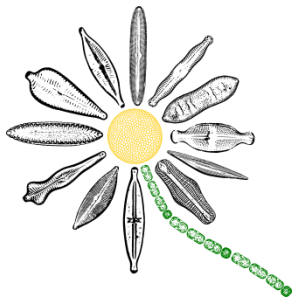
Eunotiales



- Raphe velmi redukované, nízká motilita
- Raphe na boku
- Na valvách mohou být rimoportuly
- Malá skupina, acidobionti
 - *Eunotia*
 - *Actinella*
 - *Semiorbis*
 - *Peronia*

Eunotia fallax

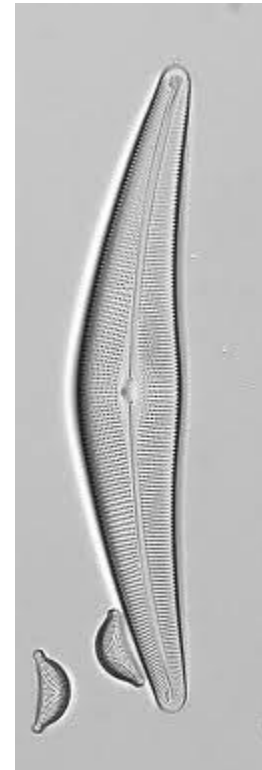




Cymbelloidní rozsivky

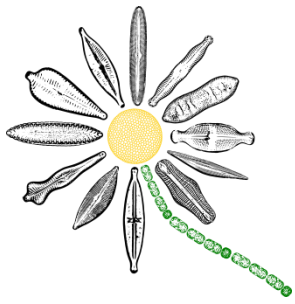
- Asymetrické k apikální ose
- *Amphora*
- *Cymbella*
- *Cymbopleura*
- *Encyonema*
- *Encyonopsis*
- *Reimeria*

Cymbella lanceolata



Amphora veneta

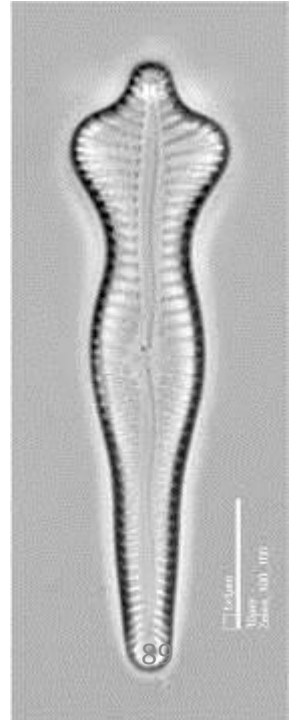




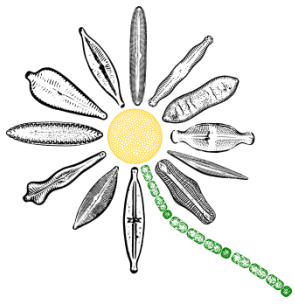
Gomphoidní rozsivky- asymetrické



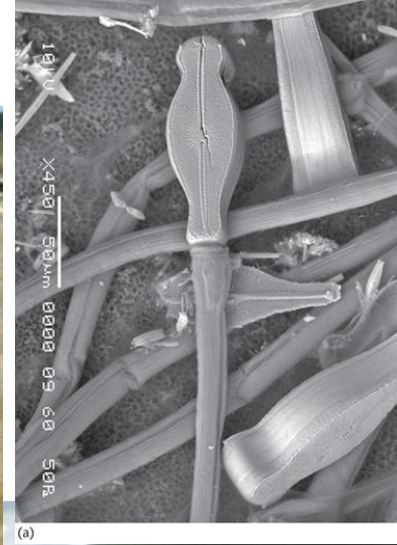
- Valvy jsou asymetrické k transapikální ose, symetrické k apikální ose
- Tvar frustuly klavátní (heteropolární)
- Z pleurálního pohledu klínovitý tvar
- Výrazné koncové pole (tvorba stopek)
- Různé ekologické nároky druhů

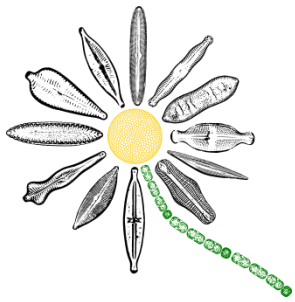


Gomphonema acuminatum



Didymosphenia





Didymosphenia

YOU CAN



the spread of

DIDYMO

A MICROSCOPIC INVASIVE FRESHWATER ALGAE

After leaving from any waterway....just remember

1 + 1 + 1

1 gallon of water + 1 cup of salt + 1 minute soak

Soak all gear for 1 Minute, all felt soled boots or soft absorbent items should be soaked for 30 minutes

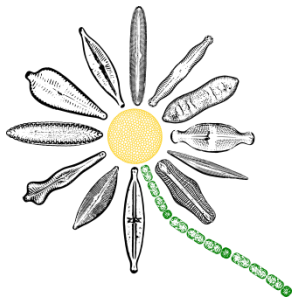
or

Dry all gear for 48 hours before entering another waterway



Cornell University
Cooperative Extension
Ulster County

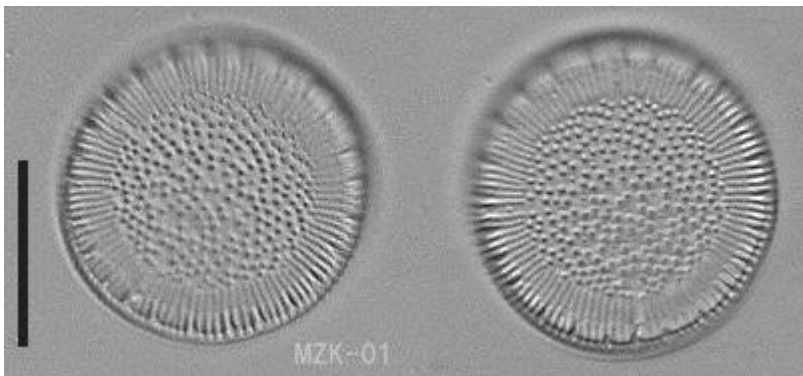
**For more information or a laminated copy of this poster contact the
Ashokan Watershed Stream Management Program at 845-688-3047**



Centrické rozsivky

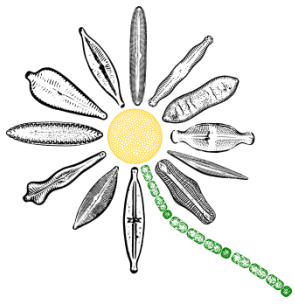
- Valvy s radiální symetrií (většinou)
- Frustuly bez raphe, buňky se aktivně nepohybují
- Frustuly mohou mít fultoportuly a rimoportuly
- Pohlavní rozmnožování je oogamie

Puncticulata praetermissa



Cyclotella meneghiniana

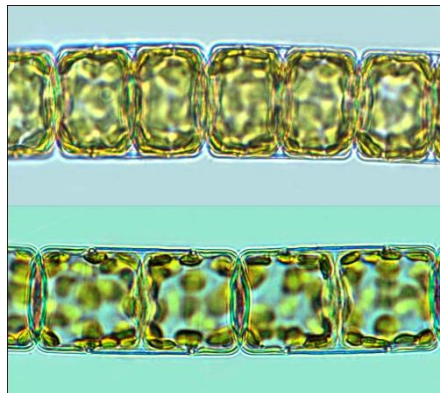




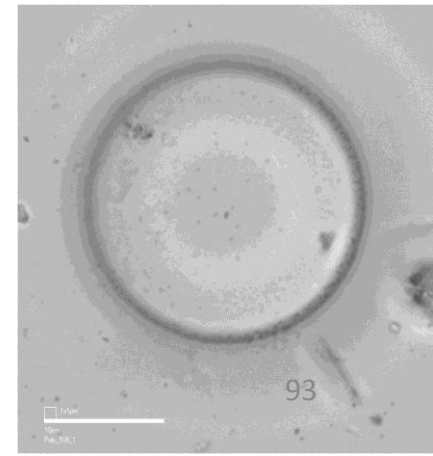
Melosira



- Pleura hodně prodloužená
- Tvoří kolonie, téměř vždy je najdeme v pleurálním pohledu
- Bez ornamentace
- Bez trnů



Melosira varians

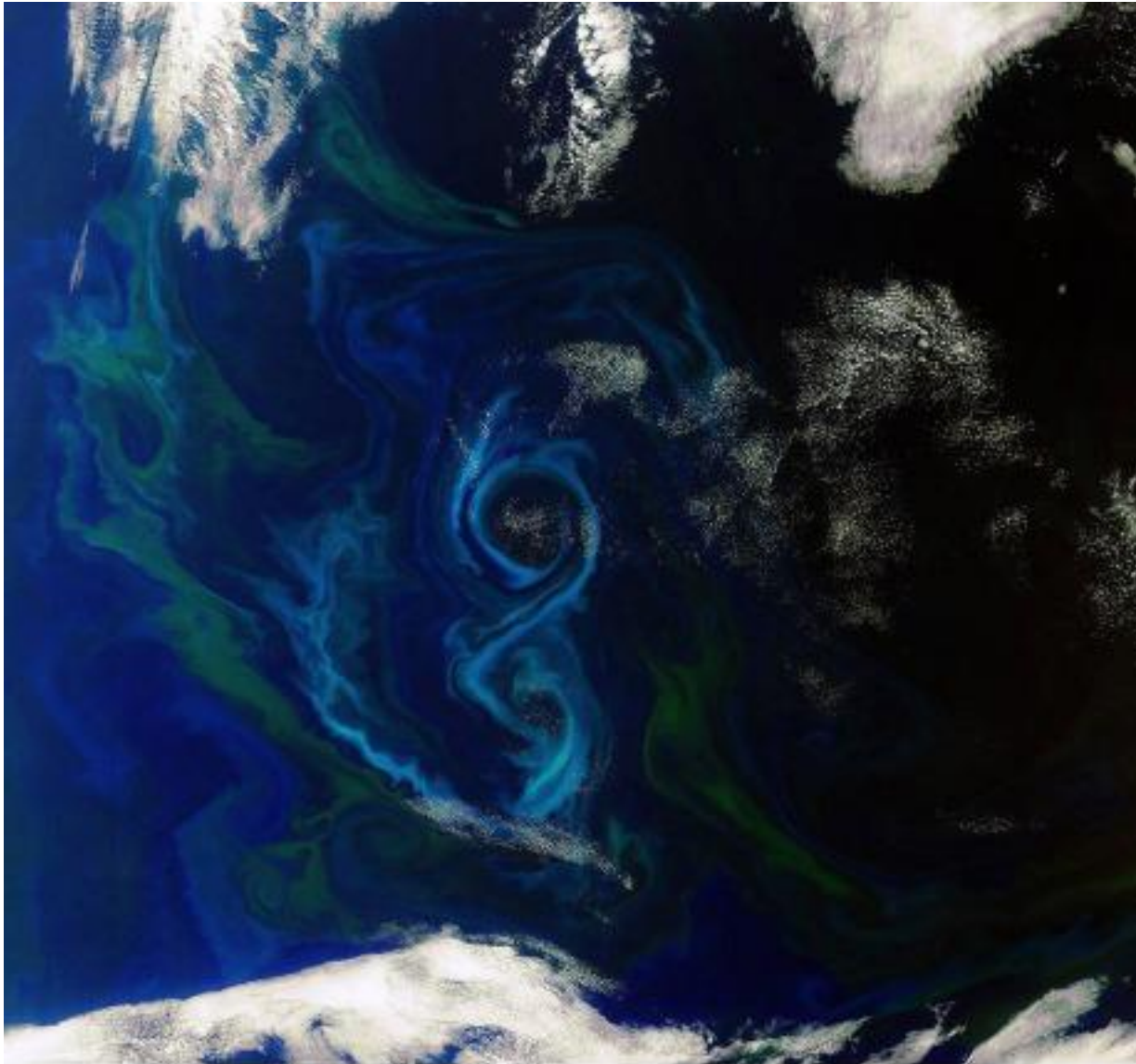
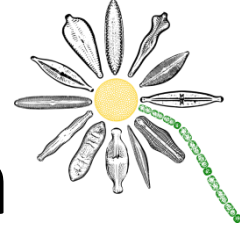


Ekologie

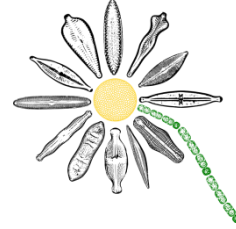


- Jedna z hlavních akvatických fotosyntetických skupin
- Důležitá součást globální primární produkce
- Mořské i sladkovodní (*centrické-převážně mořské, ve sladkých vodách planktonní, penátní často sladkovodní a přisedlé*)
- Plankton
- Bentos
- Perifyton
- Mohou žít epizoicky (velryby) i endozoicky (dírkonoši)
- Jarní a podzimní vrchol ve sladkých vodách
- Ekologické nároky mnohdy druhově specifické (biomonitoring)
- Pevnost schránky- zachování v sedimentech

Mořský fytoplankton



Ekologie



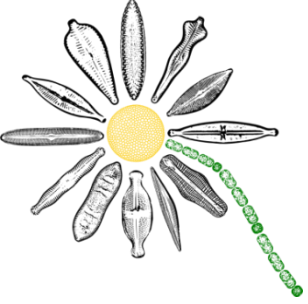
- Vodní květ (sinice) x vegetační zákal (zlativky, rozsivky)

Bentos

- Rozsivky jsou nejčastěji přichyceny k substrátu pomocí slizu

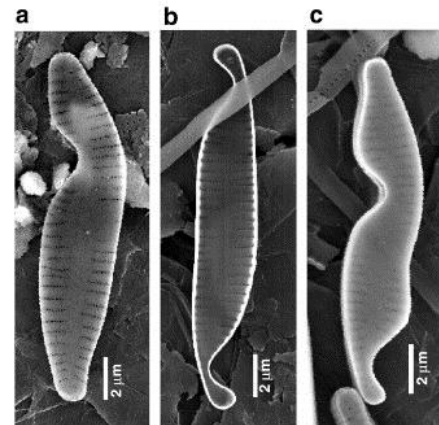
Způsoby přichycení k substrátu:

- Celou plochou: *Cocconeis*
- Jedním koncem: *Fragilaria*
- Slizové stopky: *Gomphonema*
- Slizové trubice: *Encyonema*



Význam rozsivek

- Biomonitoring
- Biopaliva
- Forezní diatomologie
- Testování optických mikroskopů
- Diatomit
- Výzkum klimatických změn
- Paleoekologické rekonstrukce
- Detektory těžkých kovů a radiace



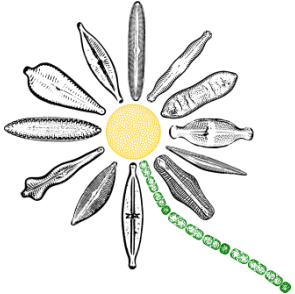
- Podílí se min. 20% na veškerém objemu C fixovaného během fotosyntézy (více než deštné pralesy)

Rozsivkám vděčíme za náš každý pátý vdech...

Praktické využití

- Paleolimnologie: zjišťování subrecentní flóry, vývoje eutrofizace, acidifikace, globálního oteplování
- Křemelina (diatomit): tepelně izolační materiál, filtrace, absorpční materiál, plnidlo
- Diatomit + nitroglycerin = dynamit
- Potravinářský průmysl: zdroj betakarotenu
- Farmaceutický průmysl: prášek proti střevním parazitům
- Nanotechnologie





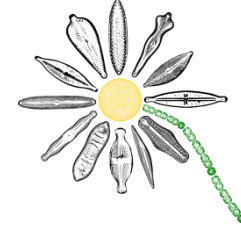
Rozsivky jako bioindikátory

- velmi krátký generační čas- vysoká frekvence dělení
- schopny indikovat změny prostředí v krátkém čase

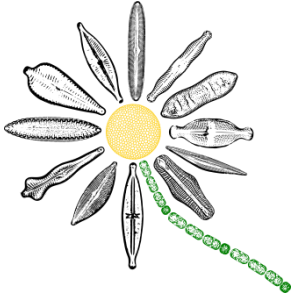
Rozsivky jsou schopné indikovat:

- organické znečištění
- acidifikaci
- trofii toku
- přítomnost těžkých kovů
- případně radiaci
- klimatické změny v paleoekologických studiích

Bioindikátory



- Kyselá voda, pH, dystrofia: *Eunotia*, *Pinnularia*
- Acidifikace: *Eunotia*
- Oligotrofia: *Aulacoseira*
- Mezotrofia: *Asterionella*
- Eutrofia: *Stephanodiscus*

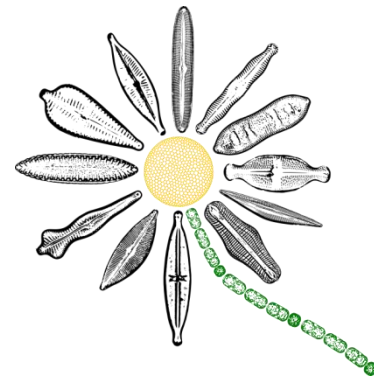


Biologické hodnocení kvality vody

Proč rozsivky:

- citlivě reagují na změny jednotlivých faktorů
- levné
- ve vodním prostředí hojně zastoupené- dominantní složka fytobentosu
- význam v potravním řetězci
- jednoduché metody vzorkování
- vyhodnocení přesné
- uchování díky trvalým preparátům – archivace, případná kontrola

Rozsivky v sedimentech



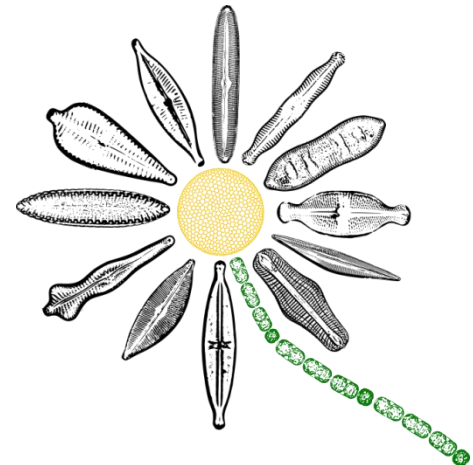
- Schopny spolehlivě indikovat vlastnosti prostředí
- Výborné zachování
- Důležité srovnání s recentními daty
- Rekonstrukce fyzikálních parametrů prostředí: výška hladiny vody, světelné podmínky, teplota a cirkulace vody
- Chemické parametry: chemismus vody, množství živin (především N a P), koncentrace uhlíku, pH, konduktivita a salinita

Paleolimnologie na Svalbardu



Retrospektivní metody na Svalbardu

- Klima se mění
- Změna bude mít/má dopad na lidstvo
- Arktida/Antarktida – nedotčeny tolik lidskou činností
- Jednoduché ekosystémy, krátké potravní řetězce
- Pokud se klima mění zde to bude vidět nejdříve



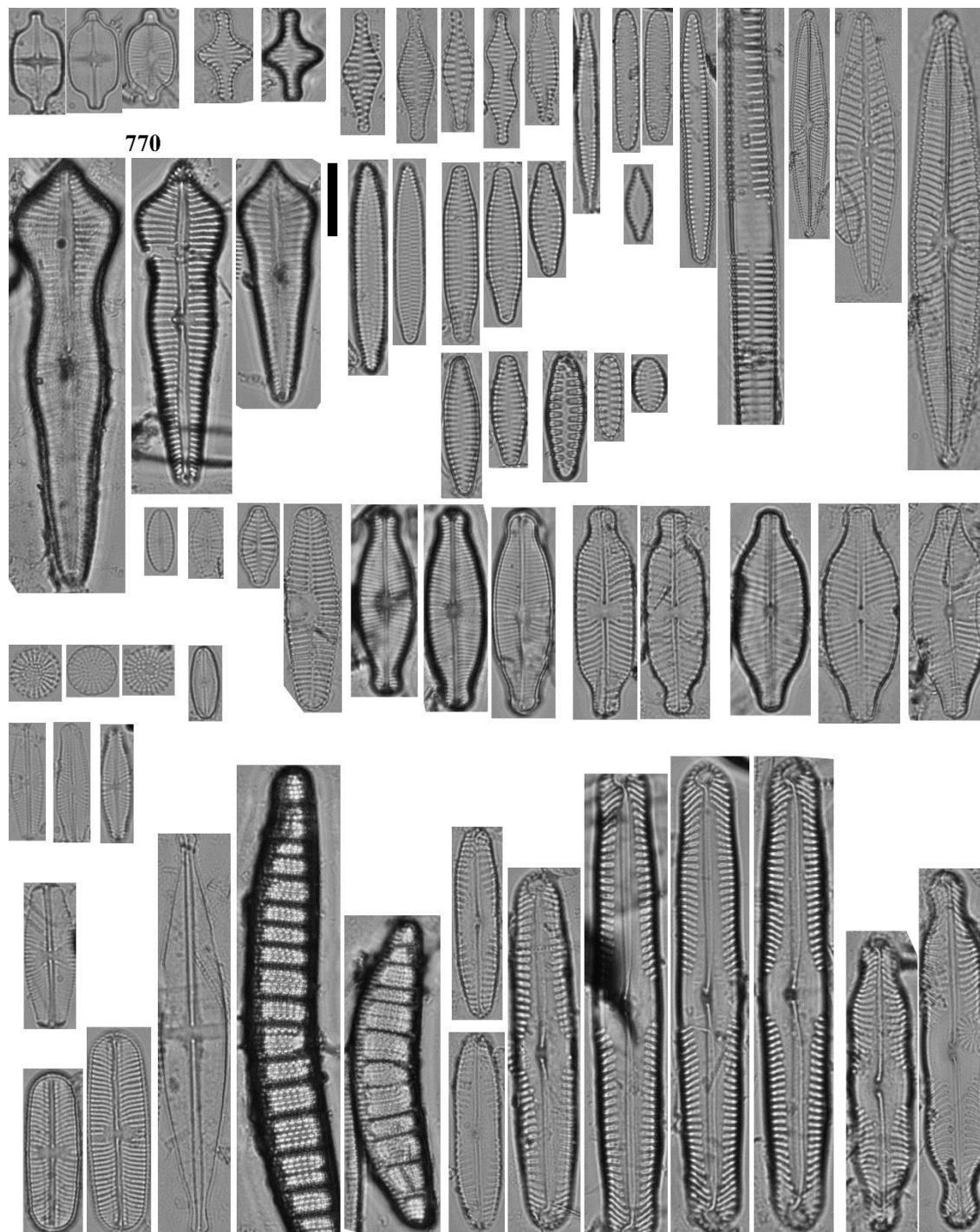
Paleolimnologie na Svalbardu

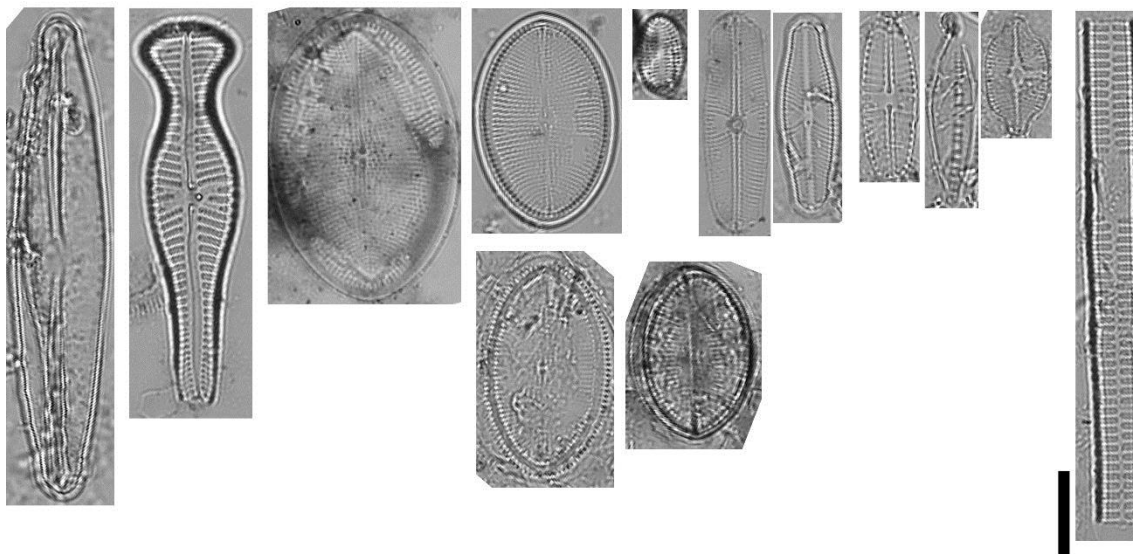
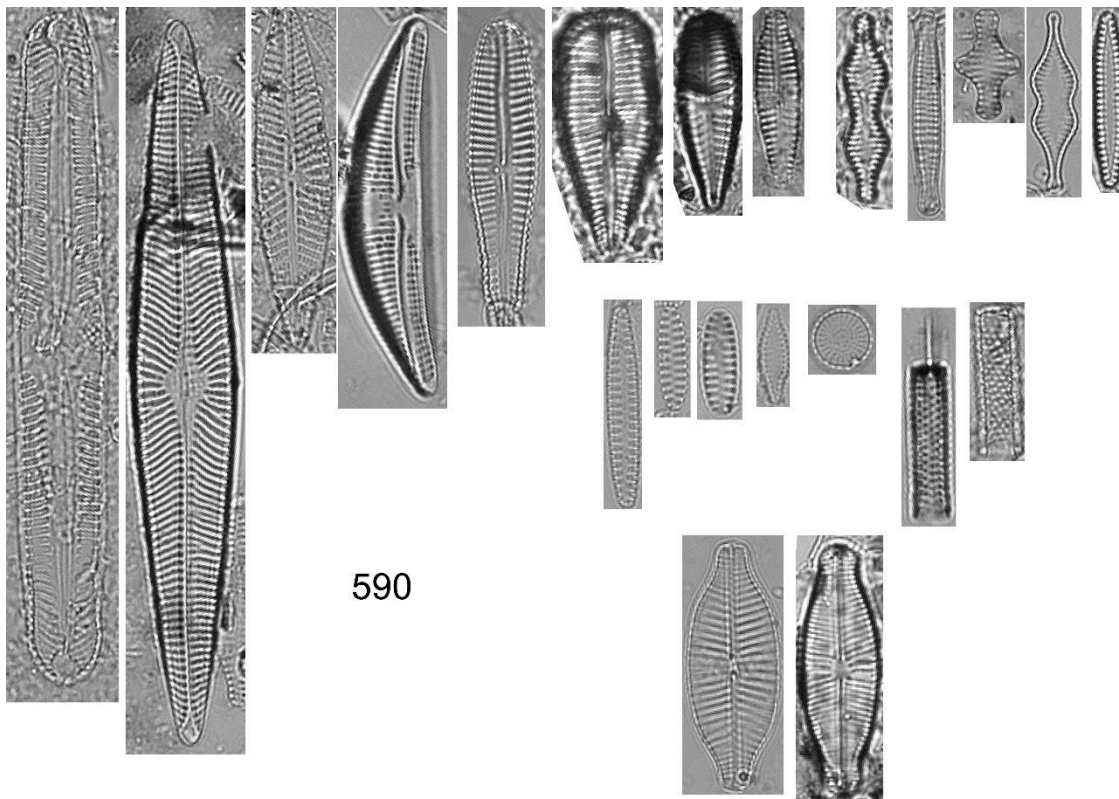






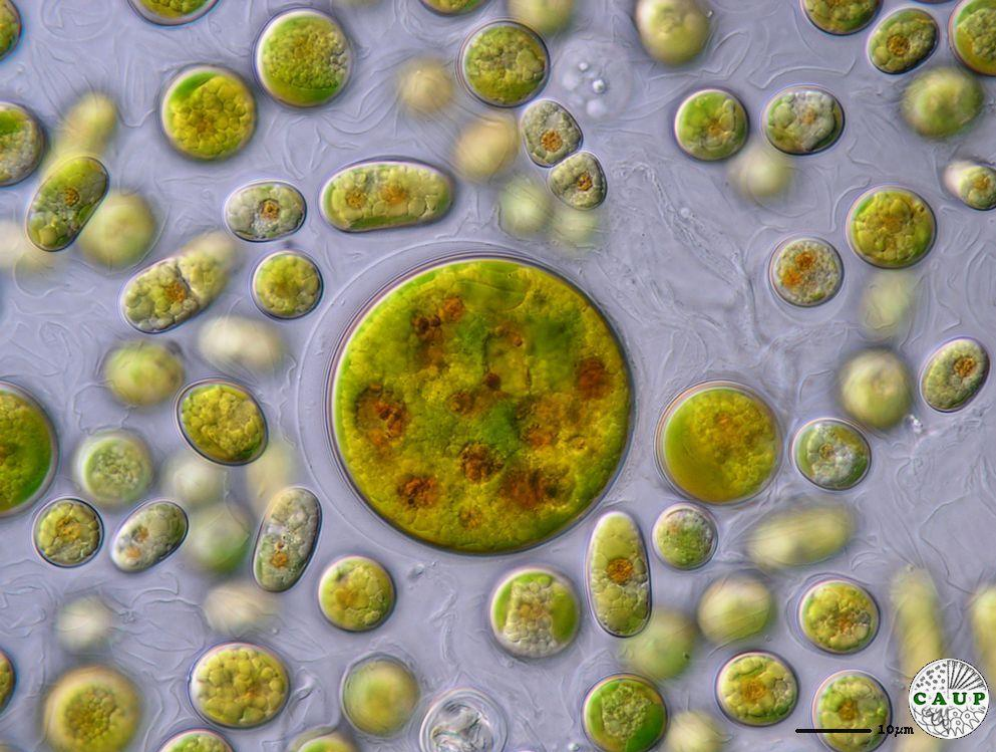






Eustigmatophyceae

- Drobná skupina půdních řas
- Pouze chlorofyl a, violaxantin
- Dříve součástí Xantophyceae
- Chloroplast má 4 membrány
- Tylakoidy srostlé po třech
- Velké stigma uložené v cytoplazmě
- Pohlavní rozmnožování dosud nepozorováno



Eustigmatos sp.

botany.natur.cuni.cz

Chlorobotrys regularis

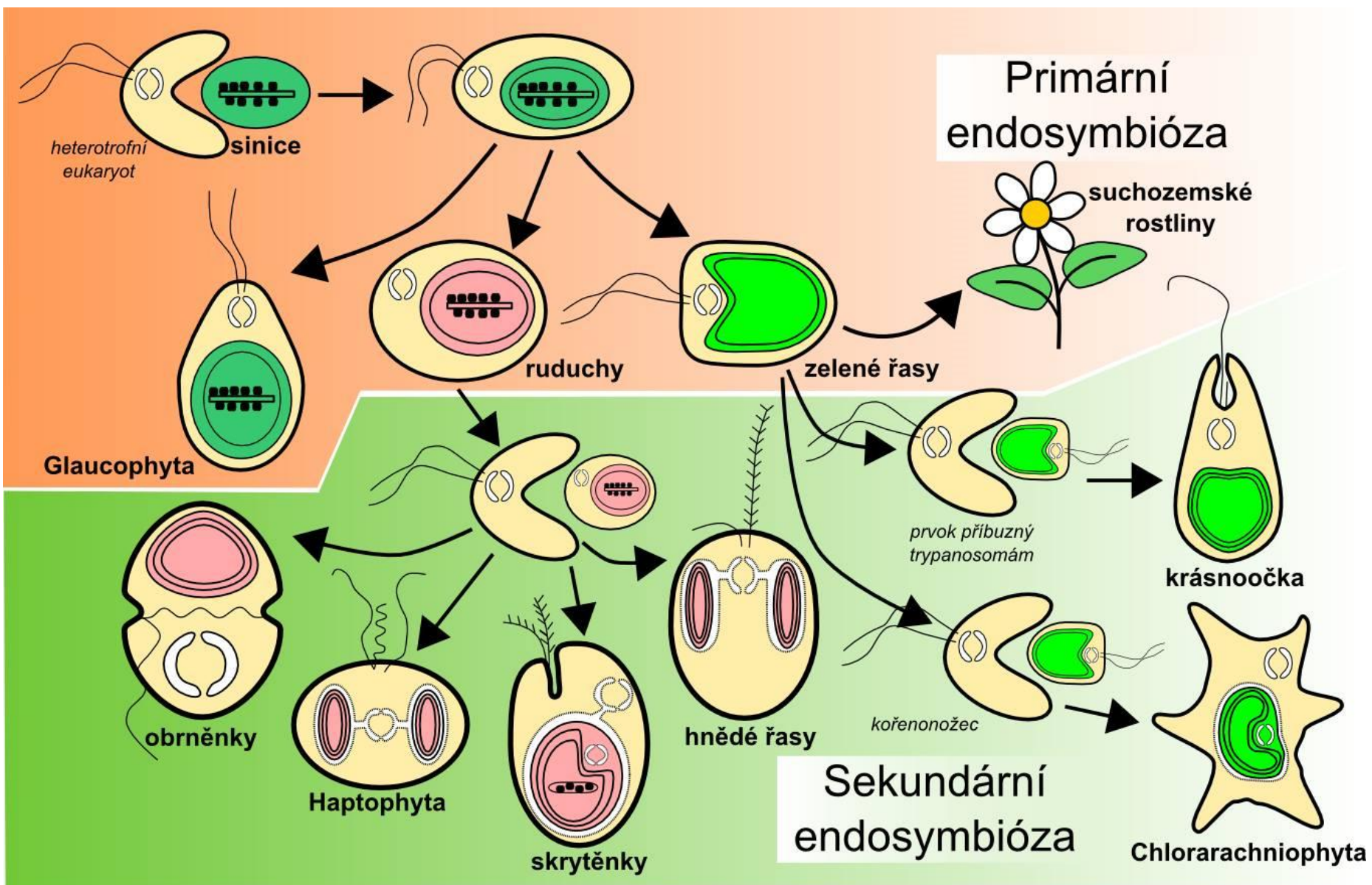


Fylogeneze a diverzita rostlin:

3. přednáška

Glaucophyta, Rhodophyta, Chlorophyta,
Charophyta





Přehled systému Archaeplastida

- Větev **Biliphytae**
 - Odd. Glaucophyta
 - Odd. Rhodophyta
- Větev **Viridiplantae**
 - Vývojová linie Chlorophytae
 - Odd. Chlorophyta
 - Vývojová linie Streptophytae
 - Odd. Charophyta
 - Odd. Anthocerotophyta
 - Odd. Marchantiophyta
 - Odd. Bryophyta
 - Odd. Cormophyta

Glaucophyta



- Cyanely
- Sladkovodní bičíkovci
- Rozmnožování: autospory, zoospory
- 18 S rRNA – monofyletické, příbuzné s Cryptophyta a Rhodophyta
- *Cyanophora paradoxa* - plankton

Glaucocystis nostochinearum



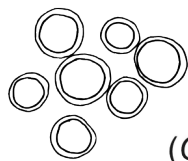
Rhodophyta

- Buněčná stěna - polygalaktany (agar, karagen)
- Kalcifikace buněčné stěny
- Rhodomorfin - glykoprotein
- Chlorofyl a, d
- Chloroplasty mají dvě obalné membrány
- Zeaxantin, lutein, karoteny
- Thylakoidy nesrůstají
- Thylakoidy-fykobilizomy- fykobiliproteiny (c-fykocyanin, allofykocyanin, r-fykocyanin, r-fykoerythrin)
- Florideový škrob (v plazmě)
- Floridozid - sacharid, osmoregulace
- Sekundární metabolity
- Žádné bičíky!
- Potravinářský, farmaceutický průmysl

Rozmnožování ruduch

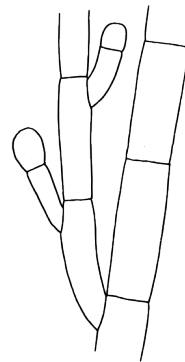
- Nepohlavní: monosporami
- Pohlavní: oogamie – vaječná b. (karpogon) je oplozena nepohyblivou samčí gametou (spermacií, které se tvoří v spermatangiích)

Typy stélek ruduch

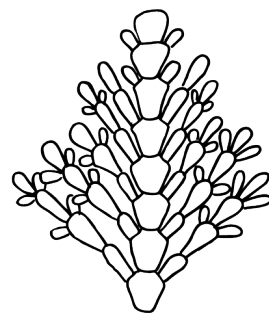


kokální
(*Cyanidium*)

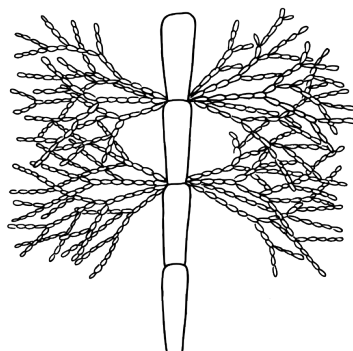
větvená
(*Audouinella*)



vláknitá
(*Bangia*)



inkrustovaná vápencem
(*Coralina*)



větvená
(*Batrachospermum*)



listovitá, gelovitá
(*Porphyra*)

Ekologie

- Tropická moře, mangrove, sladké čisté vody i polární oblasti
- U nás ohrožená skupina
- Některé druhy endolitické, aerofytické, epifytické nebo parazitické
- Často kalcifikované

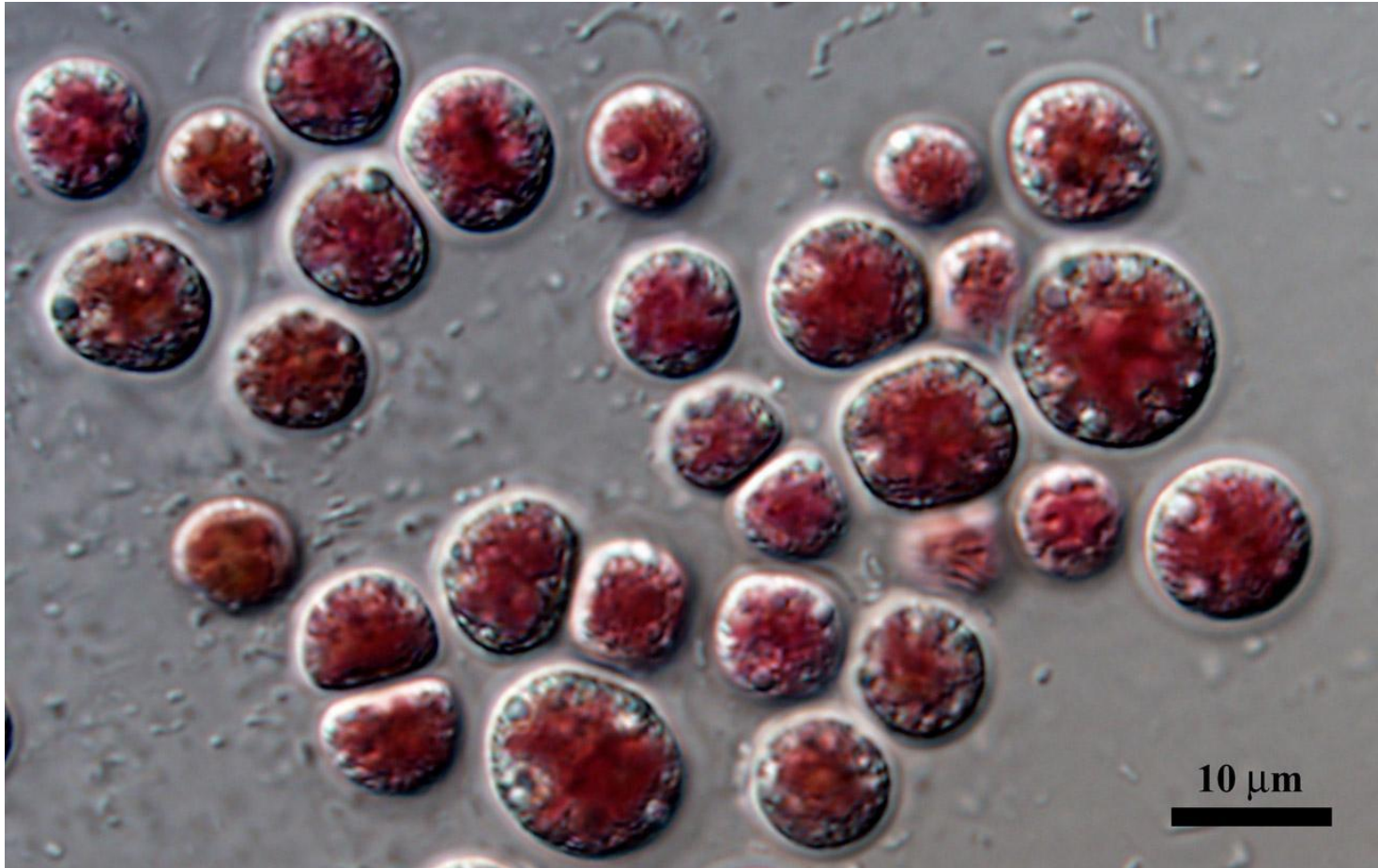
System

- Třída Rhodophyceae

Podtřída: **Bangiophycideae** (starší polyfyletická), jednodušší, převážně jednobuněčné nebo vláknité typy, jediná ploše listovitá stélka u rodu *Porphyra*

Podtřída: **Florideophycideae** (mladší monofyletická), mnohobuněčné a makroskopické stélky, karpogony s trychogynem

Porphyridium cruentum



<http://ccala.butbn.cas.cz>

Batrachospermum sp.

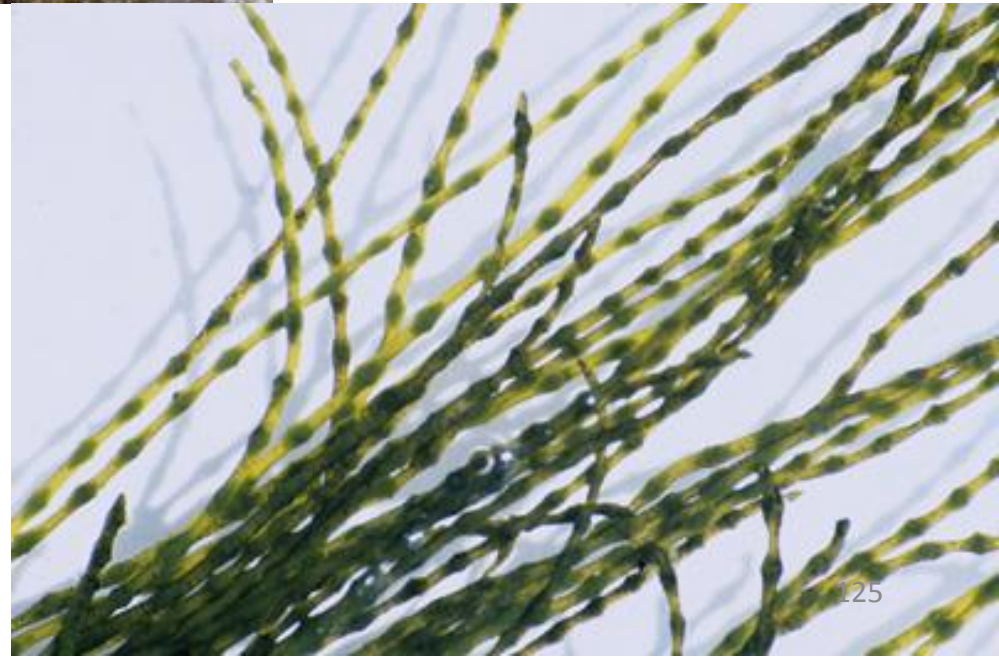


<http://protist.i.hosei.ac.jpg>

Lemanea sp.



<http://cfb.unh.edu>



Audouinella sp.



Porphyra (Nori)



<http://www.fao.org>

Viridiplantae

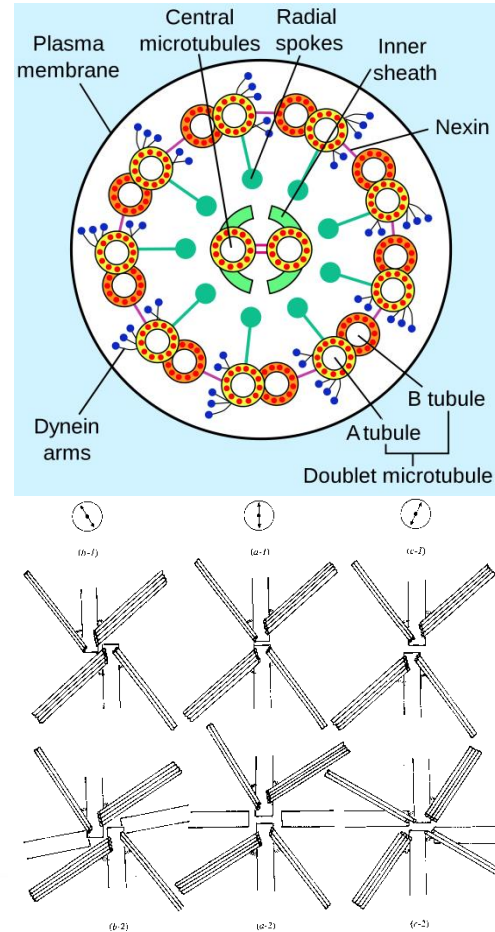
- 1,5 mld. let staré
- Suchozemské rostliny - 700 mil. let
- Monofyletický původ (sekvence aminokyselin aktinu, enzymu Rubisco a nukleotidů 18S rDNA)
- 2 sesterské vývojové linie
- Chlorophytae - odd. Chlorophyta
- Streptophytae - odd. Charophyta, Bryophyta, Cormophyta

Chlorophyta

- Slepá vývojová linie
- Všechny typy stélek (téměř)
- Chlorofyly a, b, β -karoten (karotenoidy někdy velmi výrazné)
- BS zpravidla celulózní (občas glykoprotein)
- Lutein, zeaxantin, violaxantin, neoxantin
- Pyrenoid
- Stigma v chloroplastu
- Fykoplast v mitóze
- Škrob (chloroplasty, leukoplasty, povrch pyrenoidu)

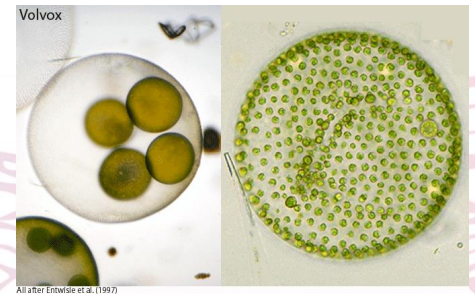
Chlorophyta

- Bičíkový aparát 9+2
- Tubulin
- Dynein (kontraktilní)
- Mikrotubulární kořeny
- DO-orientace (12/6)
- CCW-orientace (11/5)
- CW-orientace (1/7)



Nepohlavní rozmnožování

- Bičíkovci: **schizotomie**
- Jednobuněční: sporulace, tzv. **cytogonie** (dceřinné nebo rozmnožovací buňky vznikají uvnitř mateřské buněčné stěny. Vzniknou buď 2-4 bičíkaté zoospory nebo nepohyblivé autospory)
- Typy žijící v coenobiích se rozmnožují dceřinými **coenobii**
- Vlákňité typy se vegetativně dělí tzv. **cytotomií**, kdy se v mateřské buňce vytvoří příčná přehrádka, vzniknou dvě buňky dceřiné a část stěny mateřské buňky je zachována i pro dceřinou buňku.



Pohlavní rozmnožování

- izo-, anizo- , oogamie
- Většina zelených řas má ortomitózu – je vytvořeno bipolární vřeténko od pólu k pólu, v metafázi jsou chromozómy uspořádány v ekvatoriální destičce.
- Dva typy ortomitózy, podle stupně rozpadu jaderné membrány:
 - uzavřená ortomitóza: jaderná blána zůstává zachována
 - otevřená ortomitóza: je klasický typ, kdy se jaderná membrána rozpadá

Mikrotubulární systémy v cytokinezi

- Oddělení dceřiných buněk
- Dva typy: fykoplast, fragmoplast
- **Fykoplast:** mitotické vřeténko se úplně rozpadne, vytvoří se nová struktura kolmo na jeho původní směr (primitivnější způsob)
- **Fragmoplast:** vzniká z pozůstatků mitotického vřeténka, zakládá se buněčná destička (odvozenější, mají ho vyšší rostliny)

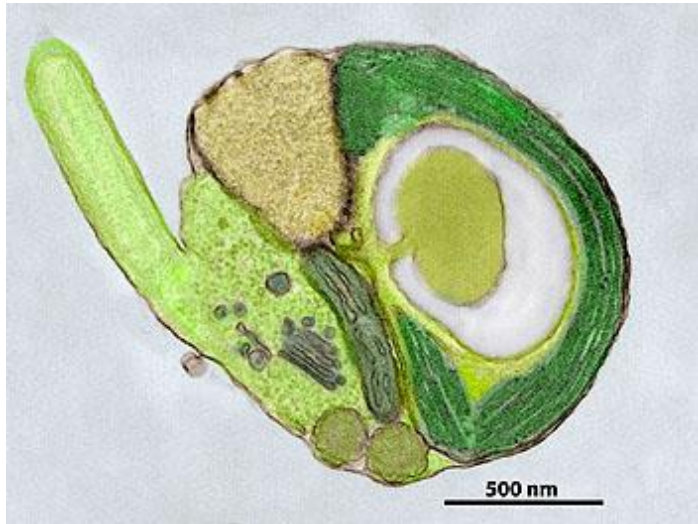
System, třídy

Důležité znaky:

1. sekvence SSU rDNA
 2. Morfologie stélek, povrch buněk
 3. Způsob rozmnožování
 4. Postavení bazí bičíků
- Prasinophyceae (většinou bičíkovci s organickými šupinami na povrchu)
 - Ulvophyceae (vláknité až sifonální stélky a CCW konfigurace)
 - Cladophorophyceae
 - Bryopsidophyceae
 - Dasycladophyceae
 - Trentepohliophyceae
 - Trebouxioophyceae (většinou jednobuněční s CCW konfigurací)
 - Chlorophyceae (mnoho typů stélek, stěna je polysacharidová ev. glykoproteinová (chlamys), bičíkatá stádia mají DO a CW)

Odd.: Chlorophyta

Třída: PRASINOPHYCEAE



<http://www.mbari.org>

Micromonas sp.

Bičíkovci

Kokální stélka

Bičíky 1-2-8

1 chloroplast s
pyrenoidem

Prasinoxantin

Schizotomie

Hologamie

Odd.: Chlorophyta

Třída: Ulvophyceae

- CCW-poloha
- Zoidy (2-4 bičíky)
- Šupiny
- Uzavřená mitóza
- Celulóza
- Mannan, xylan

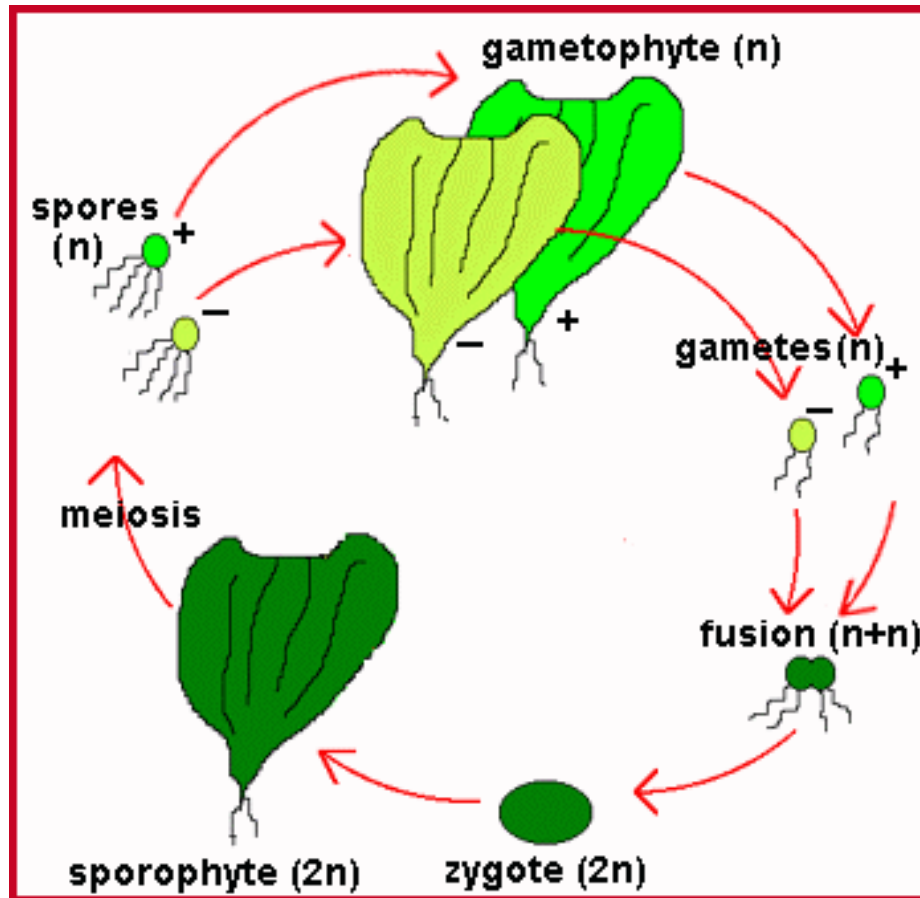


Odd.: Chlorophyta Třída: Ulvophyceae
Řád: Ulvales



<http://mkalty.org/>

Ulva lactuca



<https://s10.lite.msu.edu>

Odd.: Chlorophyta Třída: Ulvophyceae
Řád: Ulvales

© asturnatura.com



Enteromorpha sp.

Třída: Cladophorophyceae

- Sifonokladální stélka
- Krystalická celulóza
- Chloroplast s pyrenoidem obaleným dvoudílným škrobovým obalem
- Uzavřená mitóza
- Haplo-diplontní životní cyklus
- Izomorfní rodozměna
- CCW-orientace

Odd.: Chlorophyta Třída: Cladophorophyceae Řád: Cladophorales



Cladophora aegagropila
Řasokoule 😊



Cladophora glomerata

Třída: Bryopsydophyceae

- Cenocyt
- Centrální vakuola
- Celulóza, xylan, mannan, glukan
- Heteroplastické druhy - amyloplasty
- Sifonein, sifonoxantin
- Haplo-diplontní cyklus
- Izogamie
- Makroskopický, mnohoaderný gametofyt
- CCW-orientace
- Invazní řasy - agresivní druhy - *Caulerpa taxifolia*

Odd.: Chlorophyta Třída: Bryopsidophyceae Řád: Bryopsidales



gnu - www.aquaportail.com

<http://www.aquaportail.com/>

Caulerpa taxifolia

Odd.: Chlorophyta Třída: Bryopsidophyceae
Řád: Bryopsidales



<http://www.natuurlijkmooi.net/>

Codium sp.

Odd.: Chlorophyta Třída: Bryopsidophyceae Řád: Bryopsidales



<http://www.virtual-geology.info/>

Halimeda sp.

Třída: Dasycladophyceae

- Cenocyt
- Osní část s přesleny bočních větvek
- Víceletá stélka
- Proudění cytoplazmy
- Inkrustace stélky CaCO_3
- Celulóza, mannan
- Škrob a fruktan i v cytoplazmě
- Haplontní cyklus
- Izogamie
- Makroskopický, mnohoaderný gametofyt
- Sporofyt jenom zygota
- CCW-orientace

Odd.: Chlorophyta Třída: Dasycladophyceae
Řád: Dasycladales

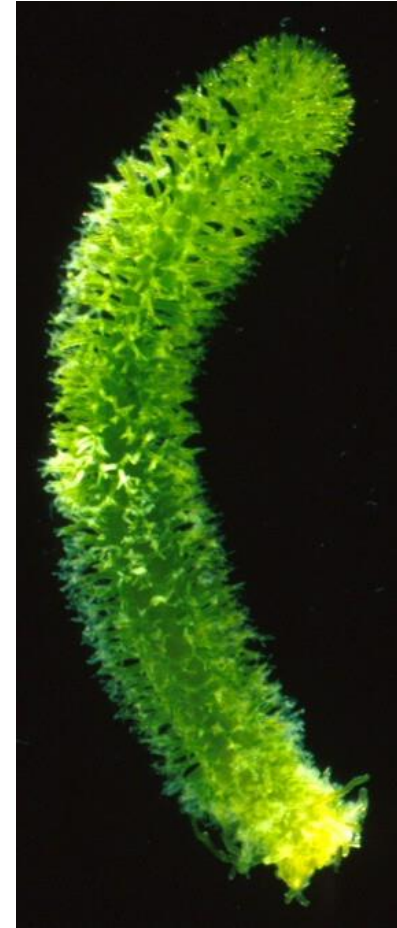


Acetabularia acetabulum

Odd.: Chlorophyta Třída: Dasycladophyceae
Řád: Dasycladales



<http://www.natuurlijkmooi.net>



<http://deptsec.ku.edu>

Dasycladus sp.

Třída: Trentepohliophyceae

- Diskovitá nebo vláknitá stélka
- Mikrotubuly - 3×2 a 4
- Zploštěné zoidy
- Fragmoplast
- Hematochrom - sekundární karotenoidy a β -karoten
- Životní cyklus: haplontní, haplo-diplontní
- Meiospory: 2-bičíkaté nebo 4-bičíkaté
- Kulovitá zoosporangia
- Aerické řasy

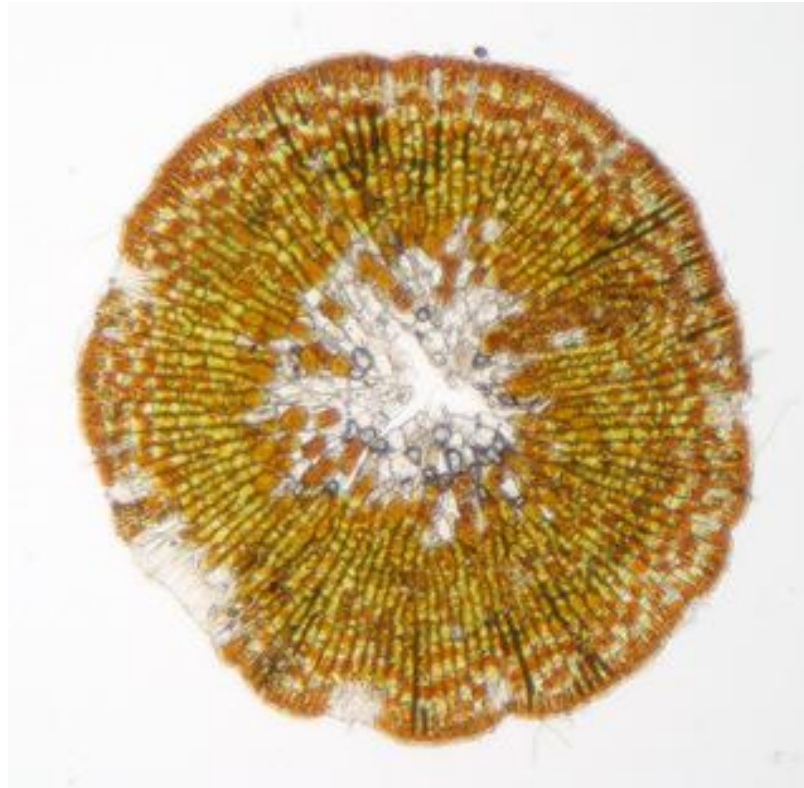
Odd.: Chlorophyta Třída: Trentepohliophyceae Řád: Trentepohliales



<http://www.bioref.lastdragon.org/>

Trentepohlia sp.

Odd.: Chlorophyta Třída: Trentepohliophyceae Řád: Trentepohliales



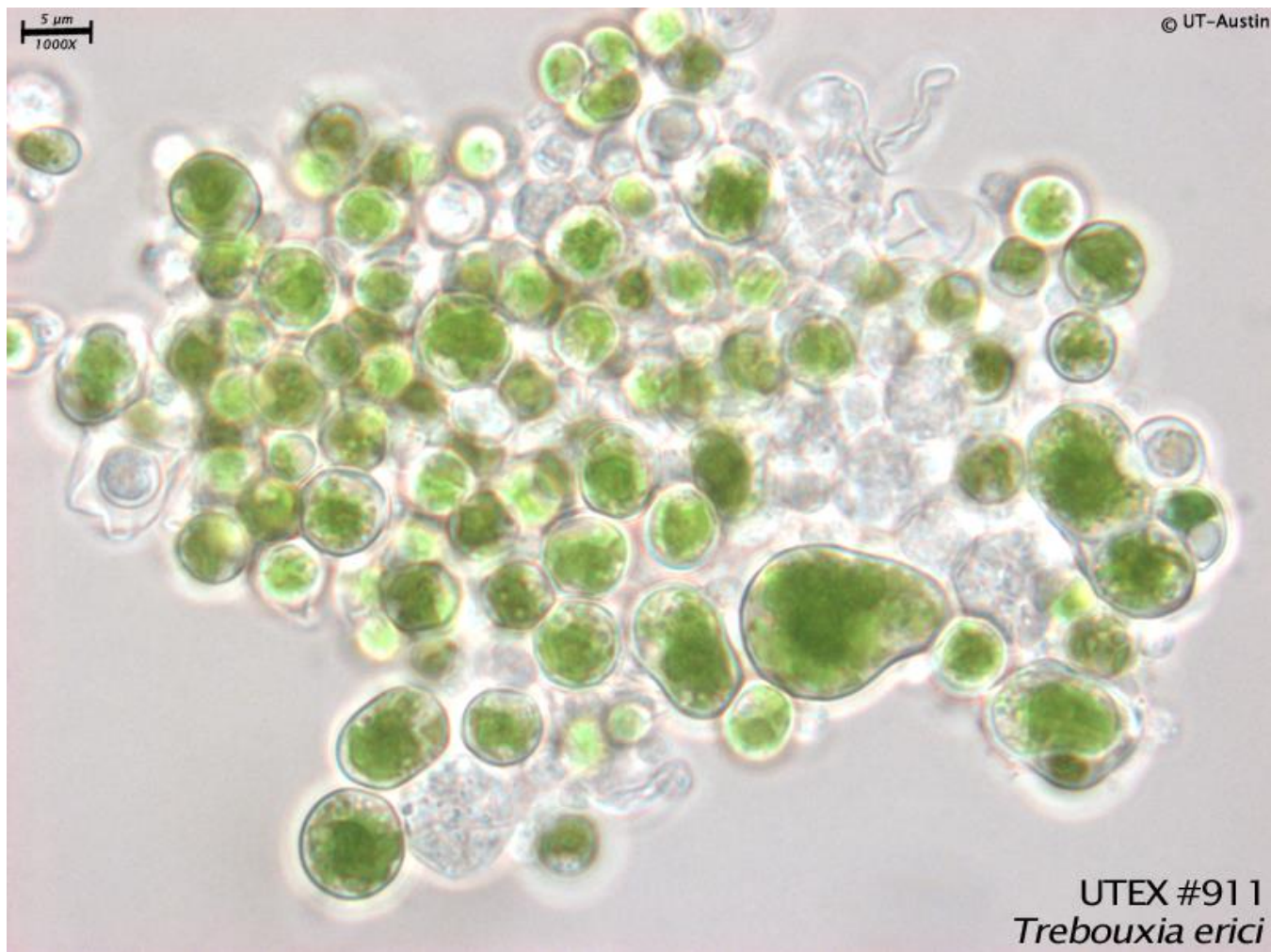
<http://www.discoverlife.org/>

Phycopeltis arundinacea

Třída: Trebouxiophyceae

- Jednobuněčné a vláknité řasy
- Nahé zoospory, gamety
- Kinetozom - CCW konfigurace
- Mitóza uzavřená
- Fykoplast
- Aplanospory, autospory
- Často tvoří symbionty v lišejnících
- Sladkovodní biotopy

Odd.: Chlorophyta Třída: Trebouxiophyceae
Řád: Trebouxiales

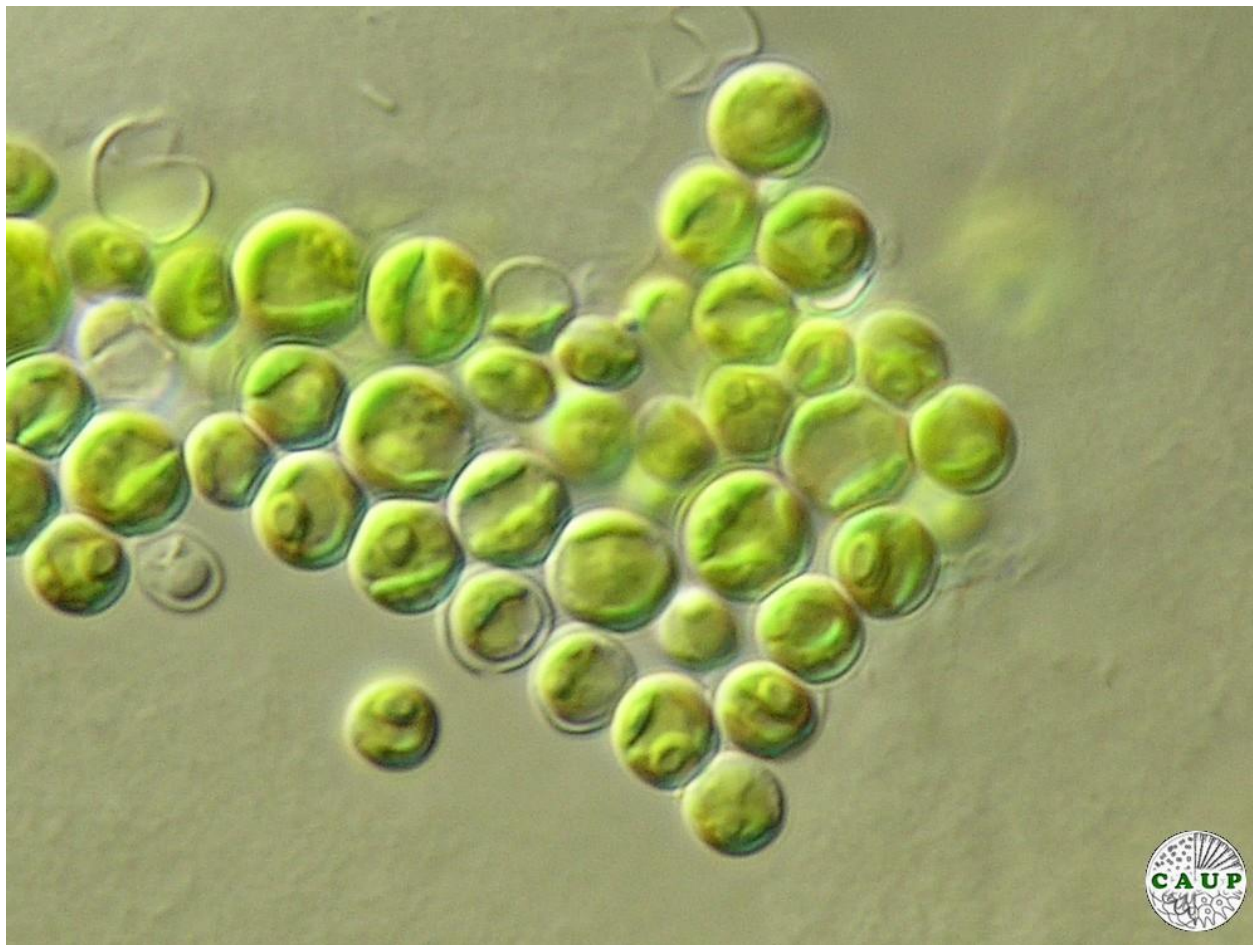


Trebouxia sp.

Trebouxia sp. - lichenizovaná



Odd.: Chlorophyta Třída: Trebouxiophyceae
Řád: Chlorellales

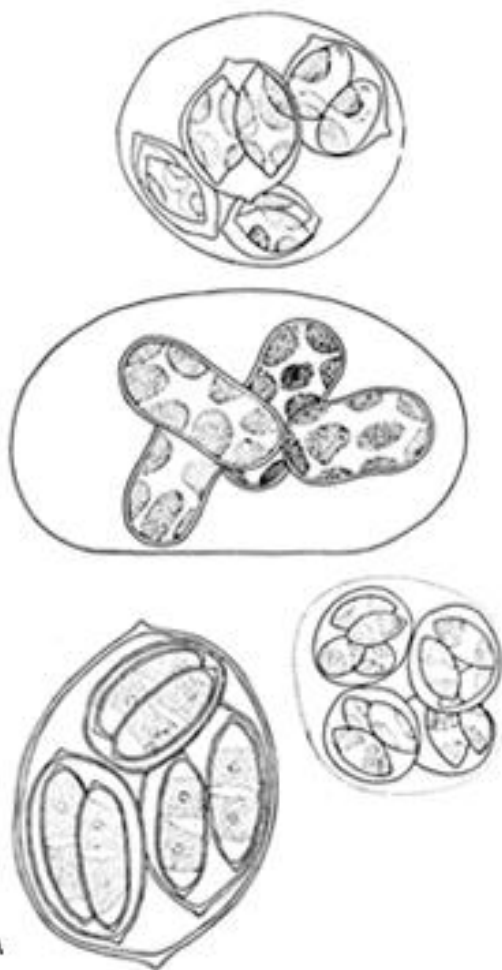


Chlorella sp.

Odd.: Chlorophyta Třída: Trebouxiophyceae

Řád: Oocystales

Oocystis



A

A after Prescott (1951)

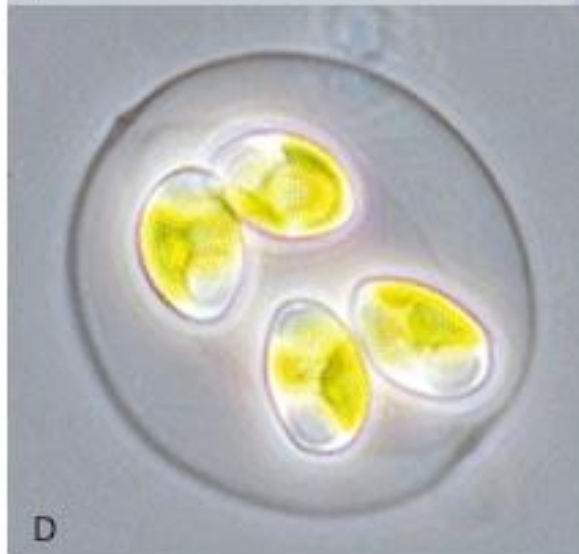
B, C, D, E after Entwisle et al. (1997)



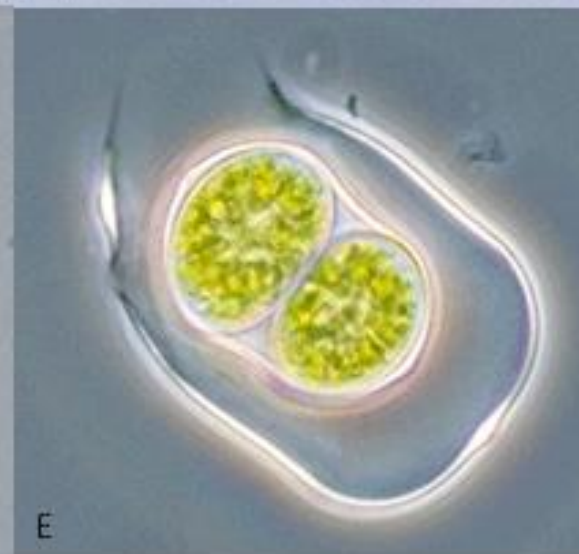
B



C

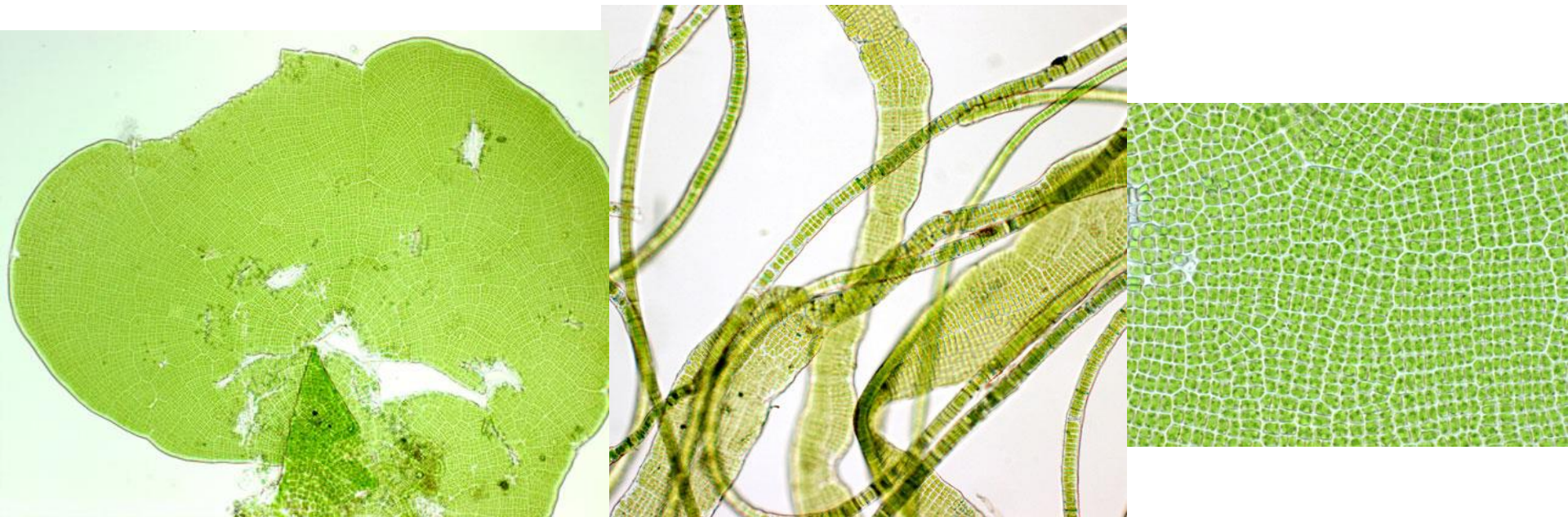


D



E

Odd.: Chlorophyta Třída: Trebouxiophyceae
Řád: Prasiolales



<http://www.seaweedsofalaska.com/>

Prasiola sp.

Třída: Chlorophyceae

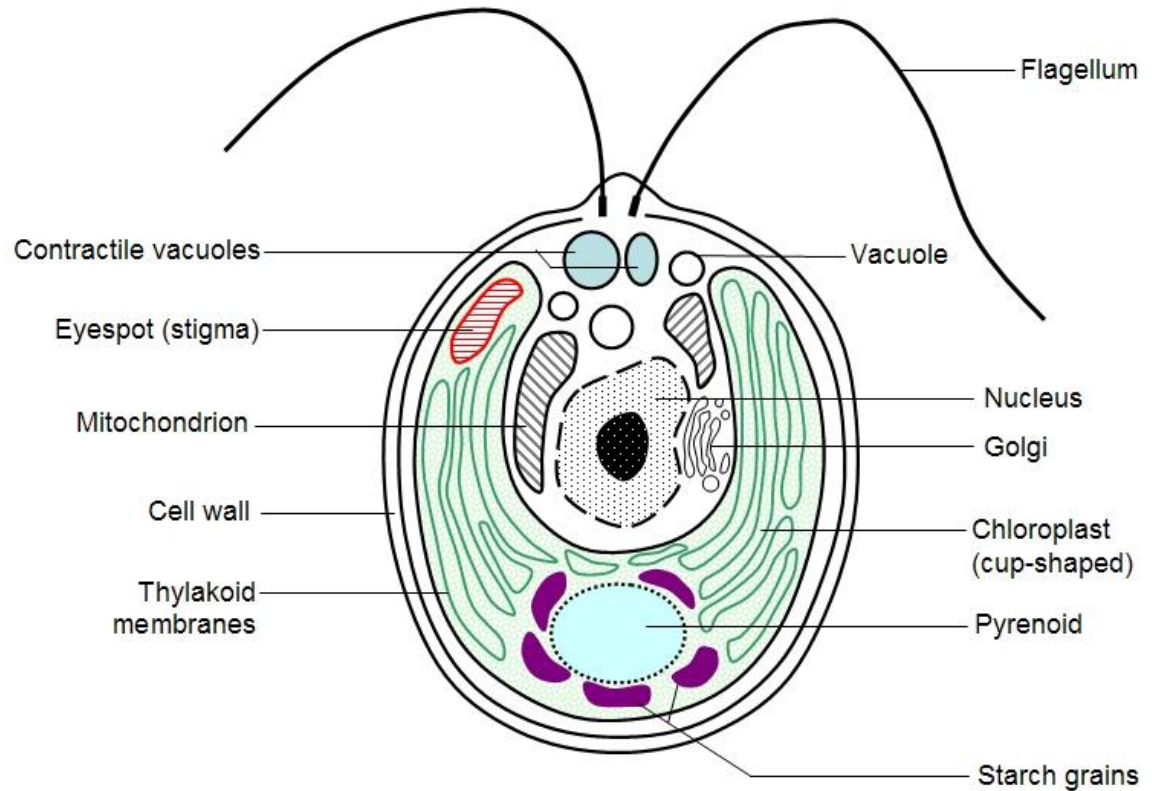
- Bičíkovci, kapsální, kokální, vláknité řasy
- Zoospory, spermatozoidy
- Kinetozom - CW konfigurace převládá (DO u některých)
- Bičíky bez mastigonem, stejně dlouhé
- Chlamys
- Sporopolenin (*Scenedesmus*, *Pediastrum*) - fosilizace
- Aplanospory, hemiaplanospory, autospory
- Mitoza uzavřená
- Kolonie, cenobium

Odd.: Chlorophyta Třída: Chlorophyceae Řád: Chlamydomonadales

Chlamydomonas



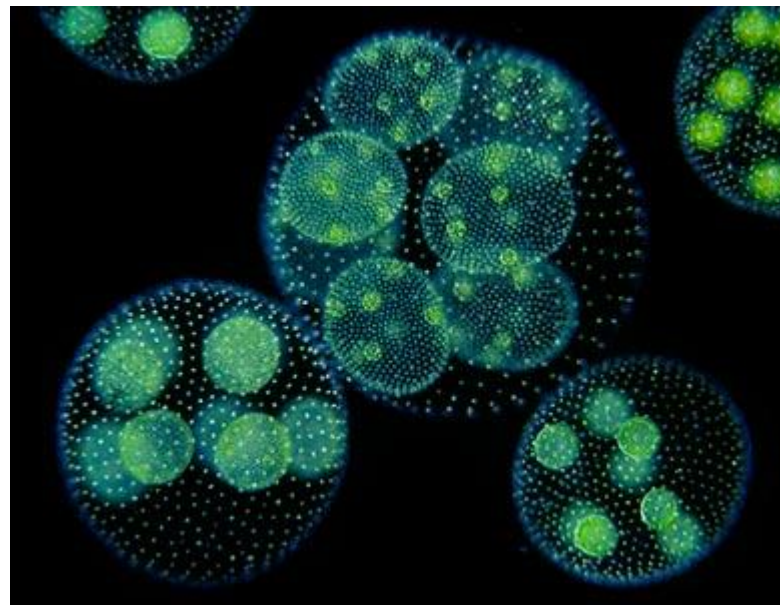
<http://web.mst.edu>



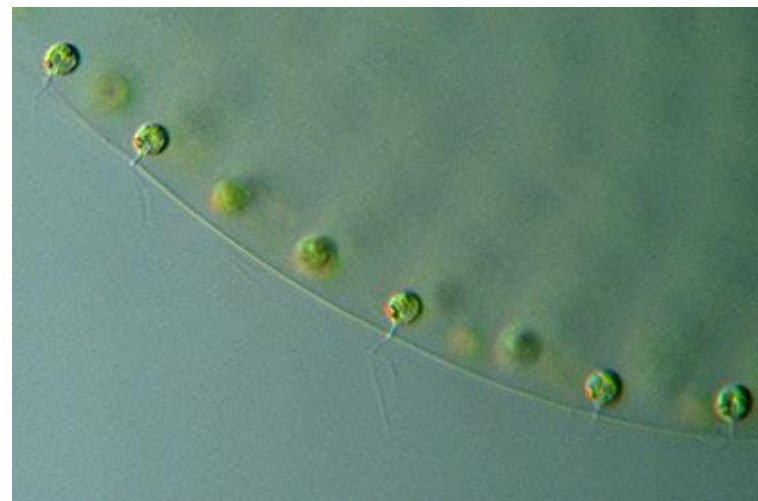
http://cronodon.com/BioTech/Algal_Bodies.html

Chlamydomonas sp.

Odd.: Chlorophyta Třída: Chlorophyceae
Řád: Volvocales

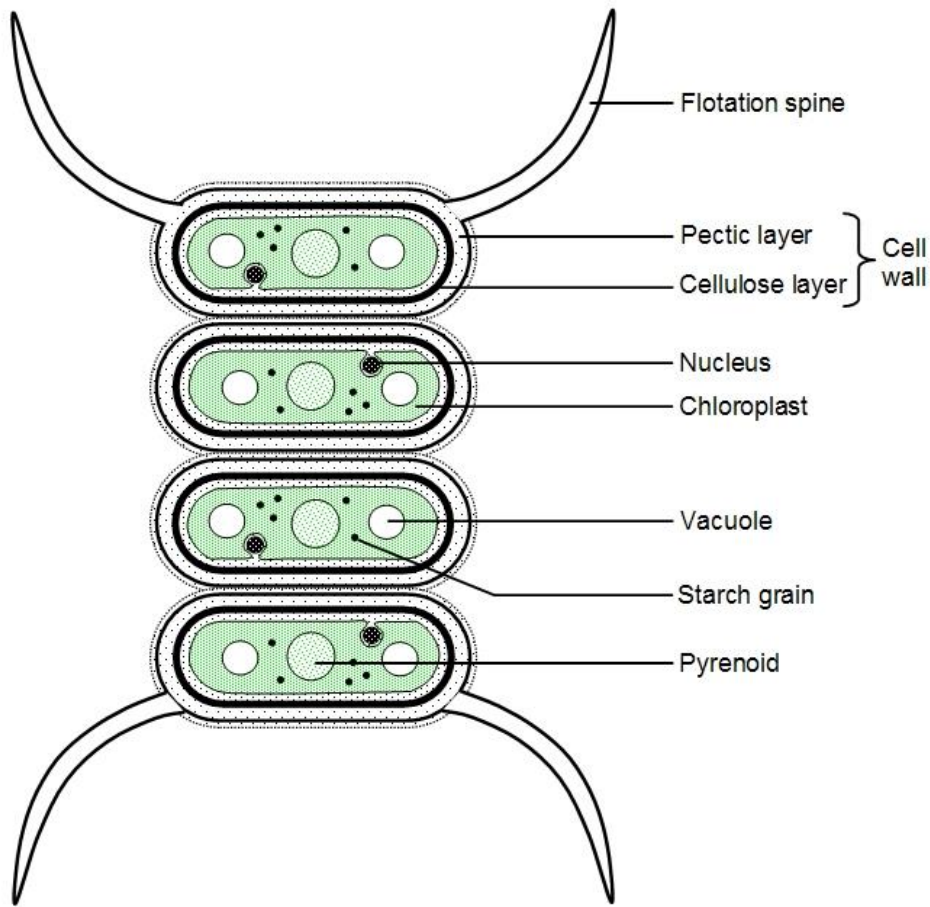


<http://www.microscopy-uk.org.uk>



Volvox sp.

Odd.: Chlorophyta Třída: Chlorophyceae Řád: Chlorococcales



Scenedesmus

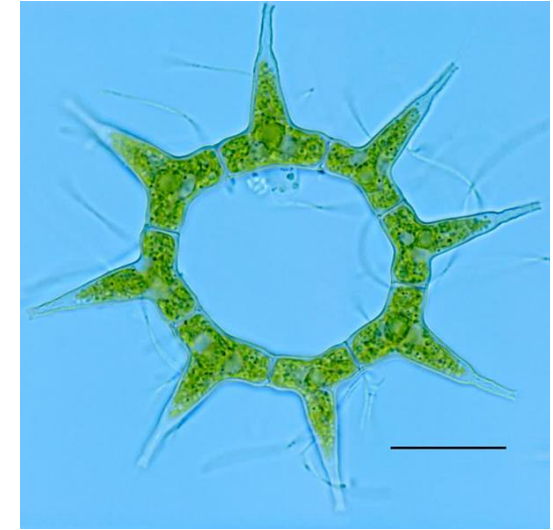
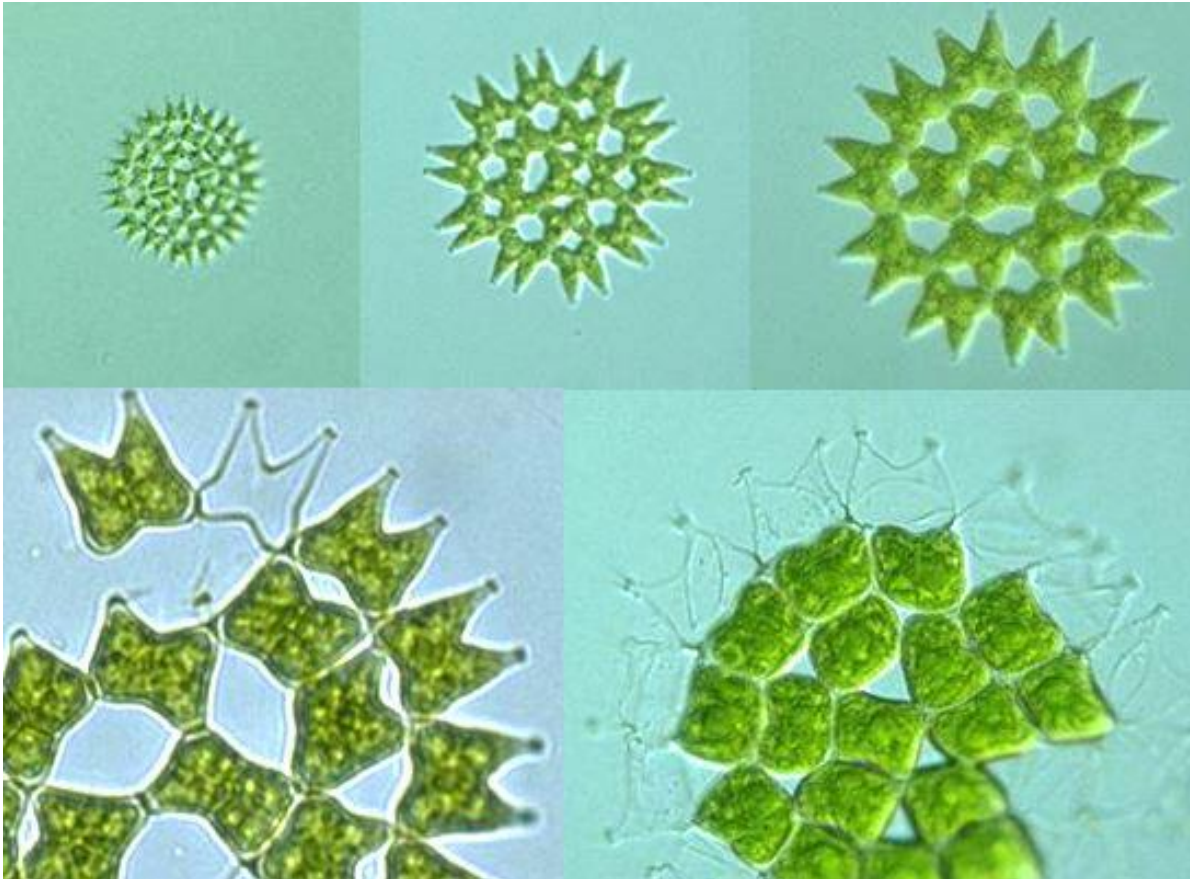


<http://cfb.unh.edu/phycokey>

http://cronodon.com/BioTech/Algal_Bodies.html

Desmodesmus sp.

Odd.: Chlorophyta Třída: Chlorophyceae Řád: Chlorococcales



<http://cfb.unh.edu/phycokey>

<http://protist.i.hosei.ac.jp>

Pediastrum sp.

Odd.: Chlorophyta Třída: Chlorophyceae
Řád: Microsporales



<http://protist.i.hosei.ac.jp>

Microspora sp.

Odd.: Chlorophyta Třída: Chlorophyceae
Řád: Oedogoniales

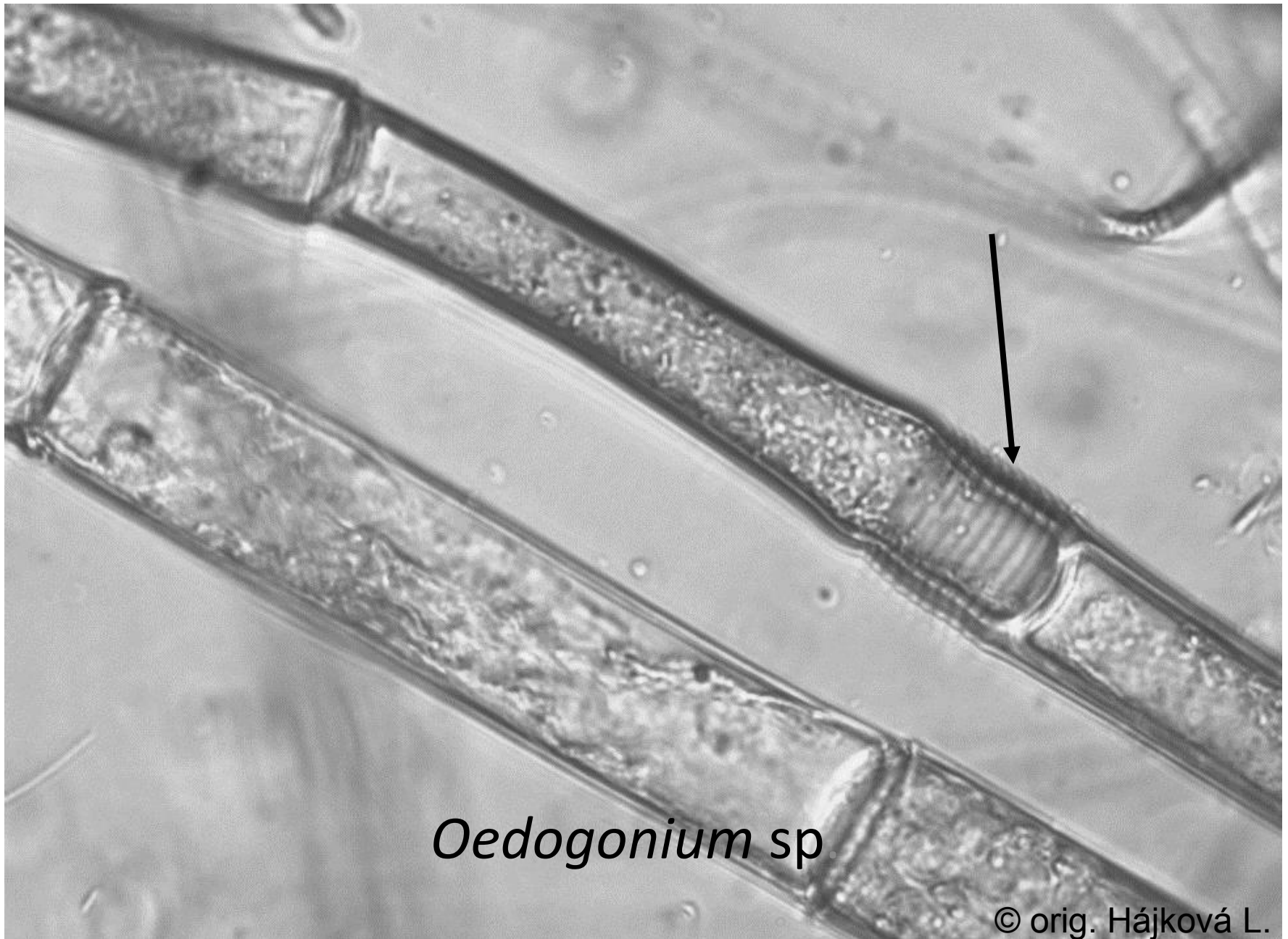
Iniciální stadium



<http://protist.i.hosei.ac.jp>

Oedogonium sp.

Odd.: Chlorophyta Třída: Chlorophyceae Řád: Oedogoniales



Oedogonium sp.

Oddělení Charophyta, třídy

- Mesostigmatophyceae
- Klebsormidiophyceae
- Coleochaetophyceae
- Charophyceae
- Zygnematophyceae

Mesostigmatophyceae

- Sladkovodní
- Bičíkovci, vláknitá stélka
- Šupiny

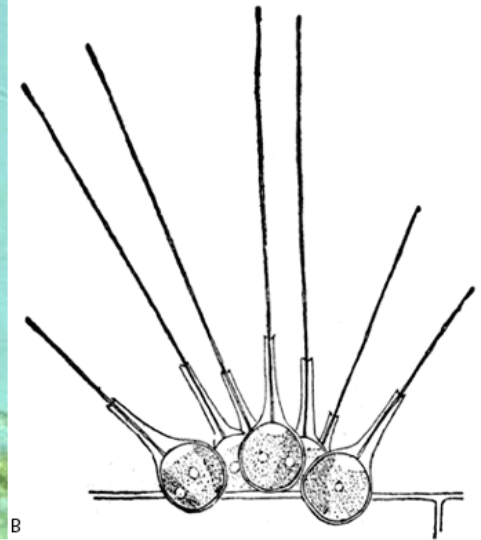
Mesostigma viride



Chaetosphaeridium



A © Y. Tsukii, see http://protist.i.hosei.ac.jp/Protist_menuE.html
B After Smith (1950)



Vývojová větev Charophytae, odd.: CHAROPHYTA

- Výchozí pro zelené rostliny
- Kokální a vláknité řasy
- Přeslenitá vzpřímená stélka
- Fragmoplast
- Chloroplast s pyrenoidem (škrobová zrnka)
- Bičíkový aparát - kinetozom + 60 srostlých mikrotubulů
- Spájkivky - žádná bičíkatá stadia
- Zoospory, spermatozoidy
- Izogamie, anizogamie, oogamie, konjugace

Třída Klebsormidiophyceae

- Jediný rod *Klebsormidium*
- Kosmopolitní
- Voda, terestrické biotopy, půda
- Vlákňité stélky
- Buňky obsahují nástěnný chloroplast s pyrenoidem



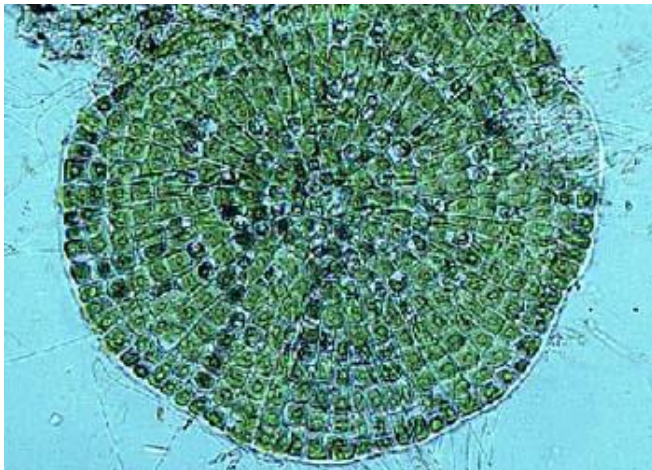
<http://cfb.unh.edu>



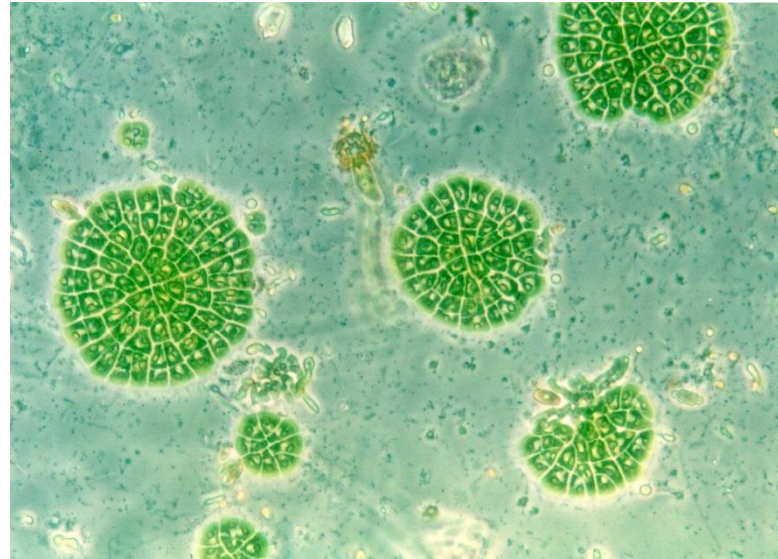
<http://cfb.unh.edu>

Třída Coleochaetophyceae

Tvoří hetrotrichální vlákna,
která se sdružují dohromady
v disk.



www.ucmp.berkeley.edu



<http://www.water-land.co.uk>

Coleochaete sp.

Třída Charophyceae

- Pletivná stélka (nody, internodia)
- Rhizoidy
- Zoospory a spermatozoidy mají 2 bičíky
- Buněčná stěna často inkrustovaná
- Rozmnožování: fragmentace stélky, oogamie
- Oogonium má korunku
- Sladké čisté vody
- Zvápenaté stélky - gyrogonity

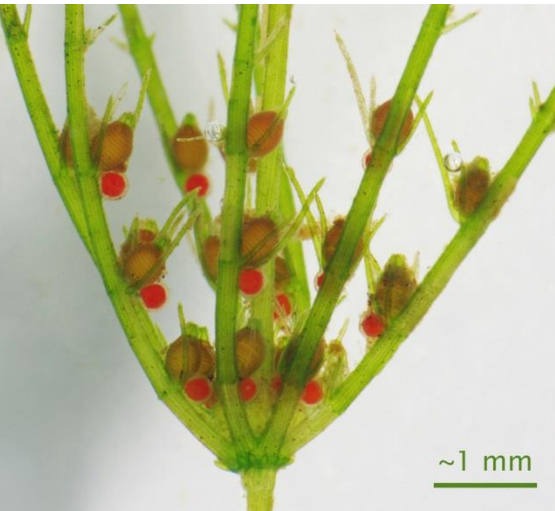
Odd.: Charophyta Třída: Charophyceae Řád: Charales

Chara sp.



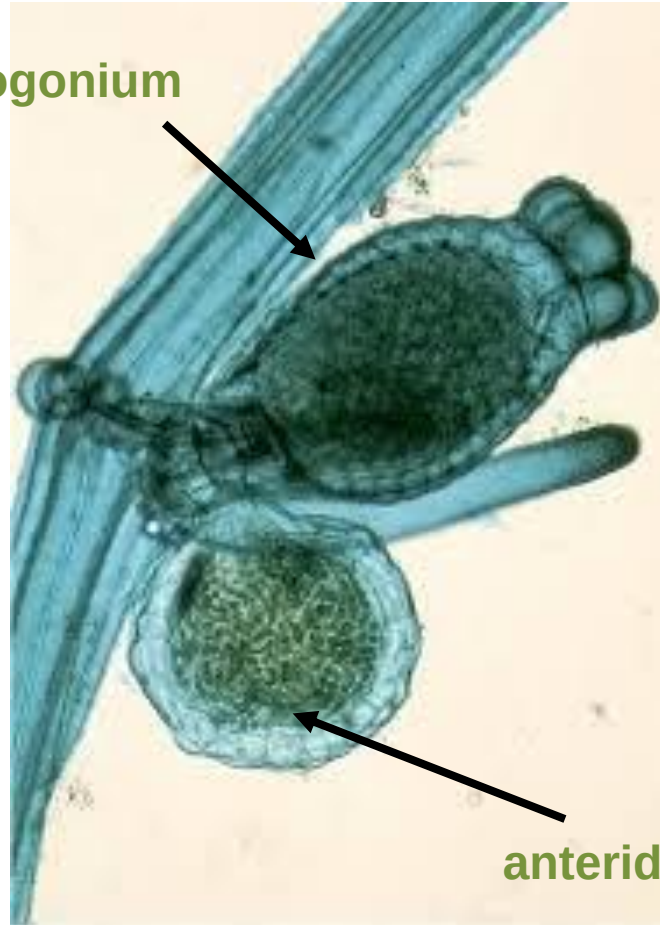
<http://biology.unm.edu>

Gametangia



www.photomacrography.net

oogonium



antheridium



www.photomacrography.net

Odd.: Charophyta Třída: Charophyceae Řád: Charales

Nitella sp.



<http://www.nybg.org>

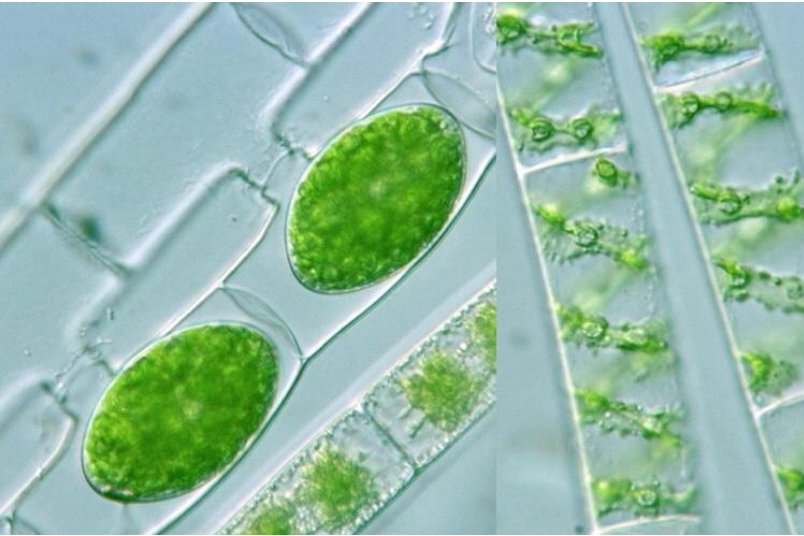
Odd.: Charophyta Třída: Charophyceae Řád: Charales

Tolypella glomerata

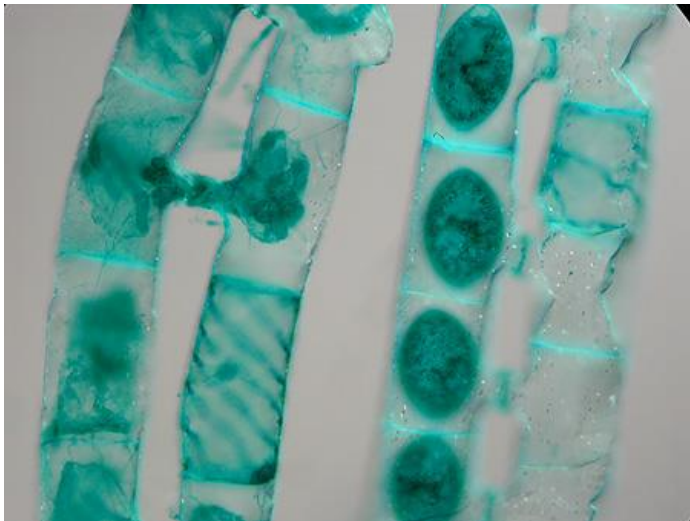


<http://www.naturedugard.org>

Třída Zygnematophyceae



<http://protist.i.hosei.ac.jp>



- Jednobuněčné, vláknité
- Charakteristické uspořádání chloroplastu (stočen do spirály (*Spirogyra*) nebo je hvězdčovitě laločnatý (*Zygnema*)
- Nepohlavní rozmnožování: fragmentace vlákna
- **Konjugace** (isogamety celé protoplasty)
- Haplontní vývojový cyklus
- Zygospora
- Fragmoplast
- **Nemají bičíky**
- Buněčná stěna - primární, sekundární (vnitřní celulózní, vnější slizovitá)
- Mírně kyselé vody, rašeliniště

Konjugace

- **pohlavní proces - spájení** (konjugace): jako gamety vystupují bezblanné protoplasty vegetativních buněk, které se pohybují amébovitě ve vymezeném prostoru (kopulační kanálek u vláknitých jařmatek, společný sliz obklopující buňky u kokálních krásivek) => splynutí, karyogamie => vzniká zygospora obklopená tlustou bun. stěnou (3 vrstvy - endospor, mezospor a strukturovaný exospor; mezospor obsahuje sporopolenin, ostatní celulózu a pektin) => po období klidu meiotické dělení a klíčení
- **žebříčková (skalariformní)** = mezi dvěma různými vlákny;
laterální = mezi dvěma sousedními buňkami téhož vlákna

Třída Zygnematophyceae

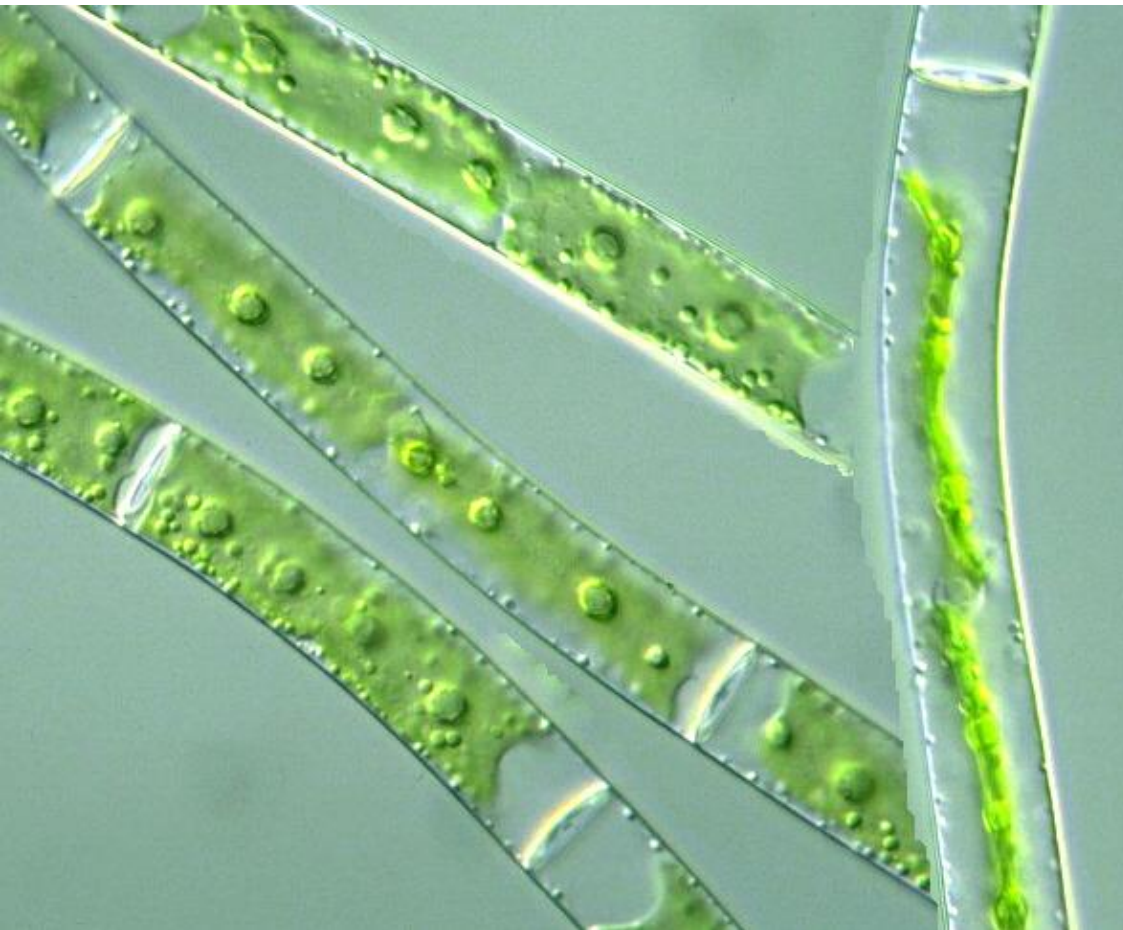
Řád Zygnematales- vláknité typy (nevětvené)

Řád Desmidiiales – jednobuněčné typy, krásivky

- zářez (isthmus – šíje) a dvě semicely
- jádro je dislokováno uprostřed buňky v oblasti isthmu
- výběžky, ostny
- rozmnožování dělením buněk: na počátku se oddálí semicely, mezi nimi se vytvoří sférický měchýřek, do nějž vstoupí jádro a rozdělí se => dceřinná jádra oddělí septum => každá dceř. buňka si dotvoří druhou semicelu

Odd.: Charophyta Třída: Zygnematophyceae Řád: Zygnematales

Mougeotia sp.

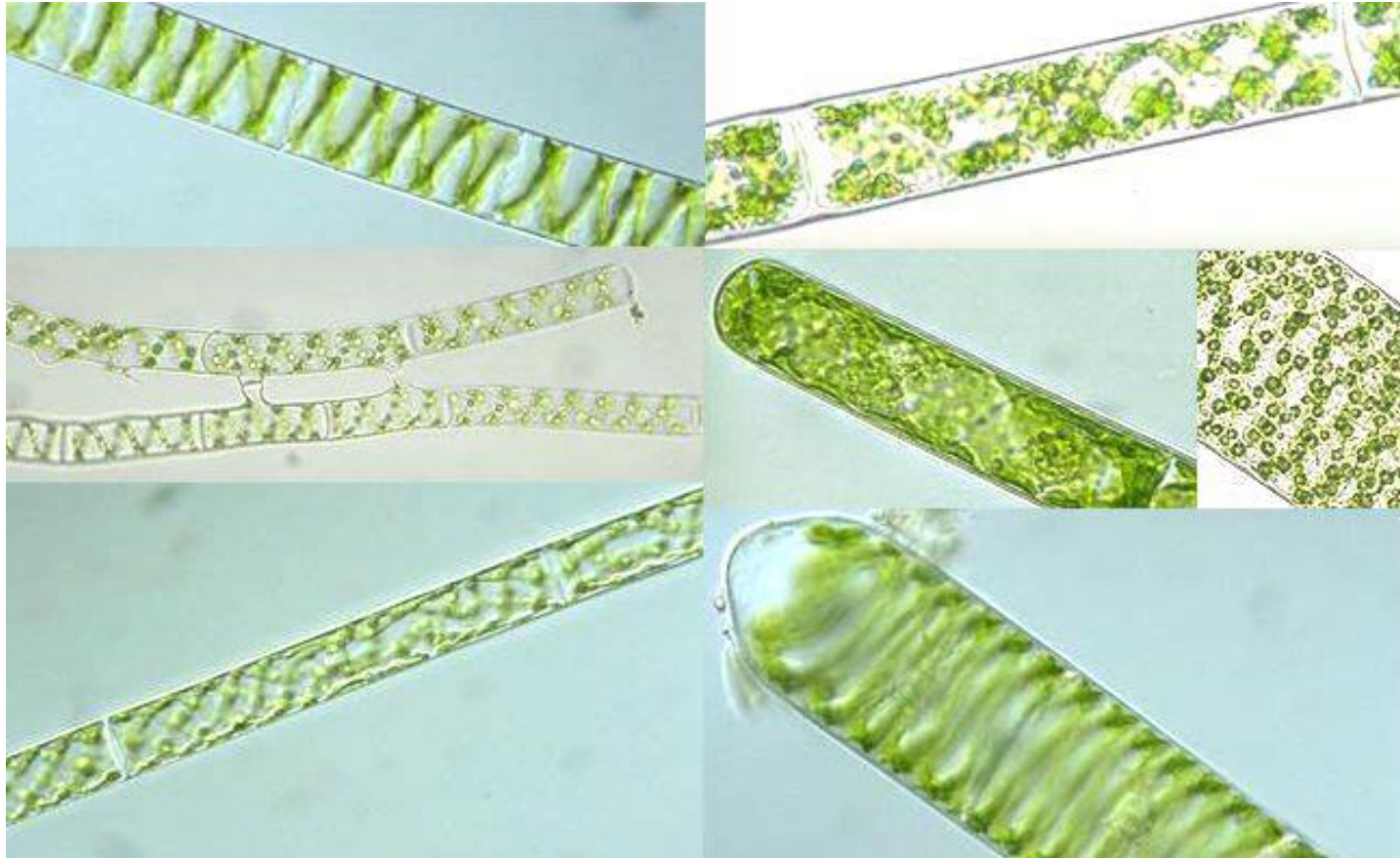


<http://mikrosvijet.wordpress.com>

<http://protist.i.hosei.ac.jp>

Odd.: Charophyta Třída: Zygnematophyceae Řád: Zygnematales

Spirogyra sp.

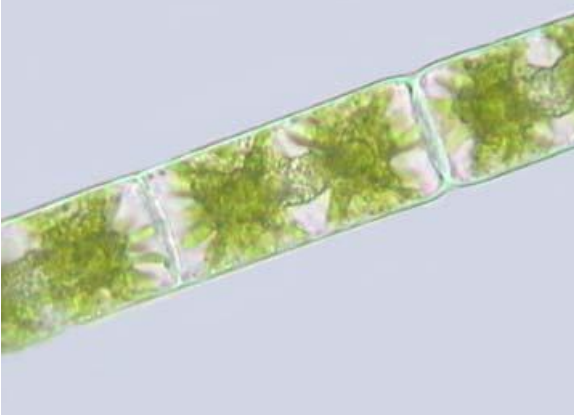
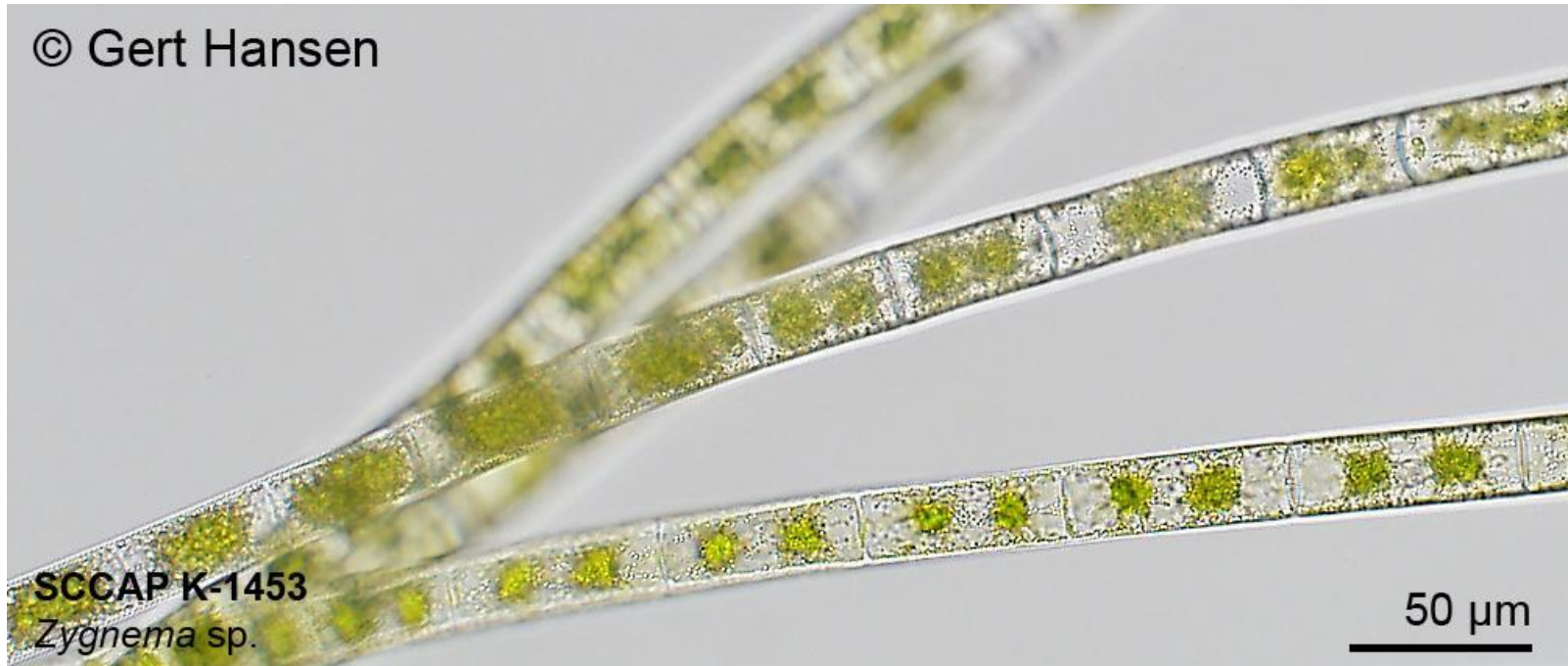


<http://protist.i.hosei.ac.jp>

Odd.: Charophyta Třída: Zygnematophyceae Řád: Zygnematales

Zygnema sp.

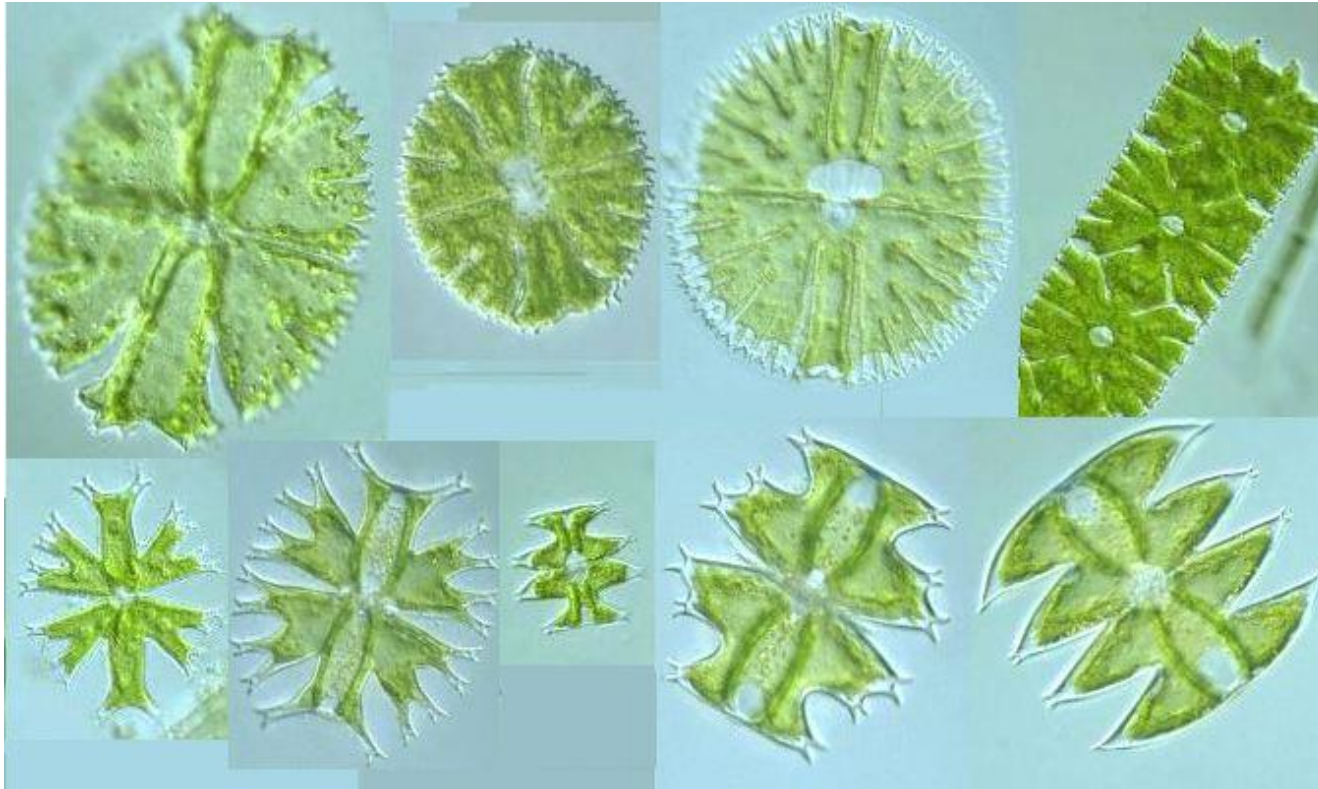
© Gert Hansen



<http://www.microscopy-uk.org.uk>

Odd.: Charophyta Třída: Zygnematophyceae Řád: Desmidiiales

Micrasterias sp.



<http://protist.i.hosei.ac.jp>

Odd.: Charophyta Třída: Zygnematophyceae Řád: Desmidiáles

Micrasterias sp.



www.microscopy-uk.org.uk

Odd.: Charophyta Třída: Zygnematophyceae Řád: Desmidiiales

Cosmarium sp.



<http://protist.i.hosei.ac.jp>

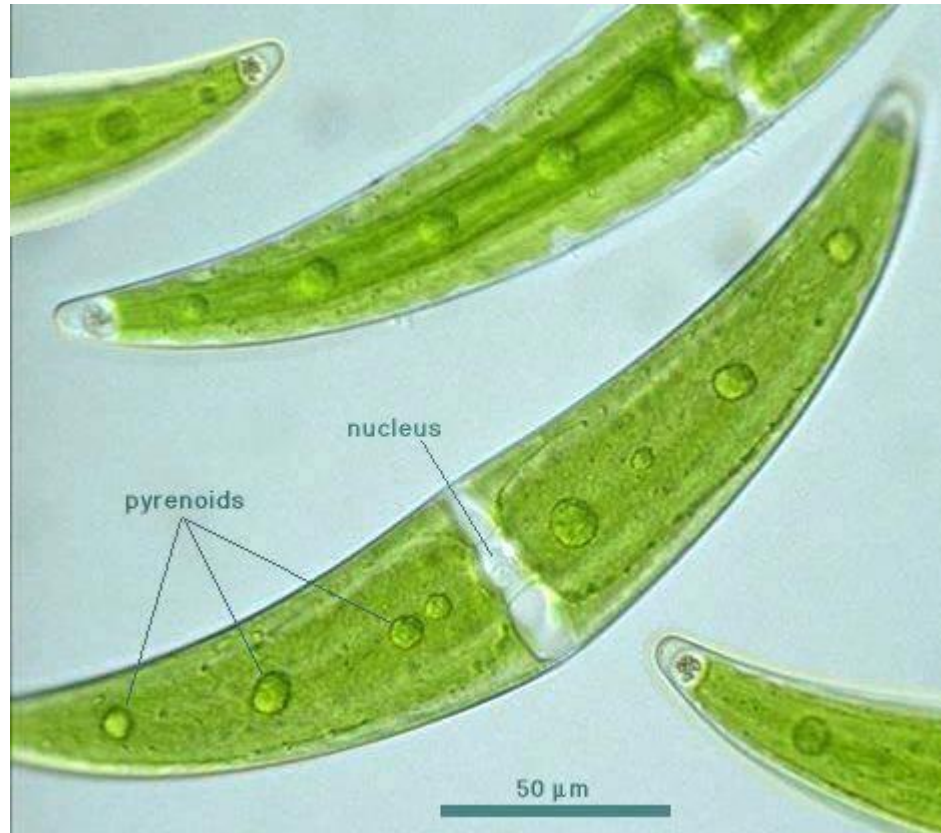
Odd.: Charophyta Třída: Zygnematophyceae Řád: Desmidiáles

Cosmarium sp.



<http://fmp.conncoll.edu/>

Closterium sp.



protist.i.hosei.ac.jp

Odd.: Charophyta Třída: Zygnematophyceae Řád: Desmidiiales

Closterium sp.



<http://dbmuseblade.colorado.edu>

Odd.: Charophyta Třída: Zygnematophyceae Řád: Desmiales

Xanthidium sp.



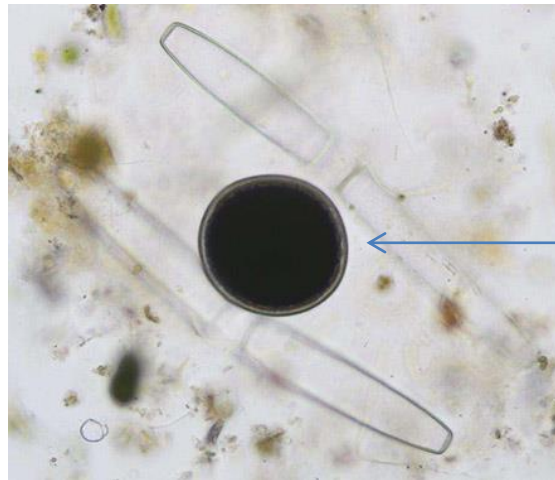
<http://www.desmids.nl>

Odd.: Charophyta Třída: Zygnematophyceae Řád: Desmidiiales

Pleurotaenium sp.



<http://www.desmids.nl>



zygospora

Děkuji za pozornost



2 μm

FYLOGENEZE A DIVERZITA HUB A PODOBNÝCH ORGANISMŮ

(část přednášky *Fylogeneze a diverzita řas a hub*, soubor materiálů zaměřený na charakteristiky hlavních skupin a základní zástupce)

system založený na pojetí taxonů v 10. vydání Dictionary of the Fungi (Kirk et al. 2008)

- Chromalveolata: Peronosporomycota
- Rhizaria: Plasmodiophorida • Amoebozoa: Mycetozoa
 - Opisthokonta: Chytridiomycota
 - / *Eumycota* / Zygomycota / Glomeromycota
 - / Ascomycota: Taphrinomycotina, Saccharomycotina, Pezizomycotina
 - / *pomocná oddělení Deuteromycota a Lichenes*
 - / Basidiomycota: Pucciniomycotina, Ustilaginomycotina, Agaricomycotina

Petr Hrouda

Říše: CHROMALVEOLATA

Oddělení: PERONOSPOROMYCOTA (OOMYCOTA) - OOMYCETY

Třída: PERONOSPOROMYCETES (OOMYCETES)

primitivní typy mají stélky endobiotické (intra- nebo intercelulární), monocentrické (ze stélky vznikne 1 sporangium) a eukarpické (jen část stélky se změní v rozmnožovací útvar), vzácněji holokarpické (celá stélka se změní)
stélka většiny zástupců je **nepřehrádkované mycelium** (nanejvýš s tzv. nepravými přehrádkami), bývá eukarpické a polycentrické
parazitické druhy vytvářejí na myceliu haustoria, pronikající do buněčných stěn hostitele

vnitrobuněční parazité mají amorfní stélku bez buněčné stěny

buněčná stěna mycelia obsahuje hlavně celulózu (fibrilární struktura) a amorfní směs polyglukanů, v menší míře jiné látky

protoplast je **cenocytický** (odpovídá sifonální stélce u řas), mnohoaderný
někdy je vytvořena centrální vakuola, mitochondrie mají trubicovité přepážky
DBV (dense body vesicles) systém – bohatý na glukany, podílí se na jejich polymeraci při tvorbě buněčné stěny nebo zoospor
zásobní látkou je mykolaminaran (rozpuštěný polyglukan)

nepohlavní rozmnožování

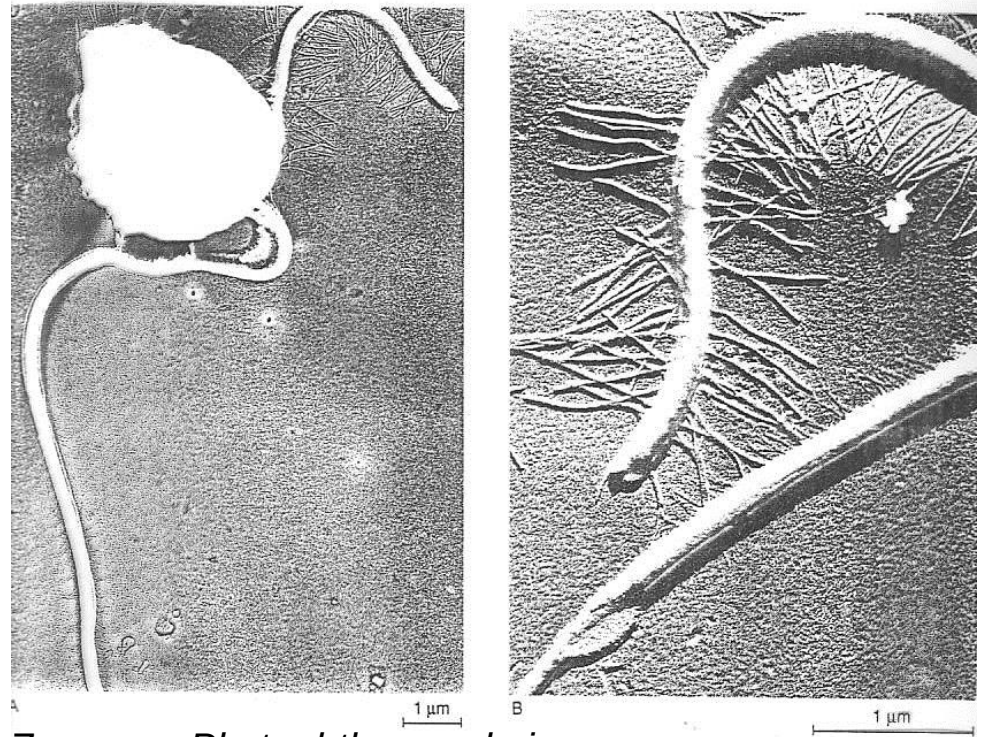
– tvorba zoospor či aplanospor
základním typem jsou sekundární
pleurokontní zoospory (bičíky
vycházejí z boku buňky, jsou
heterokontní, přední péřitý, zadní
jen s jemnými vlásky) – je-li jen
toto jedno pohyblivé stadium
v životním cyklu, jde

o **monoplanetismus** (druhy
označeny jako monomorfní)
některé skupiny tvoří nejprve
primární akrokontní zoospory
(bičíky apikální, téměř stejné),

z kterých po encystaci vznikají sekundární (**diplanetismus**, druhy dimorfní)
vzácnější případy - polyplanetismus (více generací sekund. zoospor: zoospora
=> encystace => zase zoospora) nebo aplanetismus (zoospory se encystují ještě
uvnitř sporangia, ven už vycházejí pouze aplanospory)

možnost změny zoosporangia na monosporické sporangium (tzv. "konidii",
ale s konidiemi to nemá nic společného; tvoří se u *Peronosporales*) => klíč
přímo hyfou

kromě zoospor se vytvářejí také tlustostěnné nepohyblivé chlamydospory



Zoospory *Phytophthora palmivora*

Zdroj: Desjardins et al. (1969): Electron microscopic observations ..., Can. J. Bot. 47: 1077-1079

pohlavní rozmnožování je oogametangiogamie

– nejde o oogamii, protože nedochází k tvorbě volných gamet (souvisí zřejmě s přechodem z vody na souš; tento proces je i u vodních druhů – jsou sekundárně vodní?)

anteridia jsou hormonálně přitahována k oogoniím
=> po kontaktu kopulačními kanálky přejdou samčí jádra do oogonia => oplozená oosféra se mění v tlustostěnnou oosporu
meioza i mitóza jsou uzavřené



Bremia lactucae, gametangia

Foto I. Petrželová, <http://botany.upol.cz/atlas/system/gallery.php?entry=oogonium>

výskyt, ekologie: saprofyté nebo parazité, primitivnější typy ve vodním (nebo vlhkém) prostředí, nejodvozenější *Peronosporales* na nadzemních částech suchozemských rostlin

evoluční tendence spojené s přechodem z vody na souš: menší počet pohyblivých stadií, přechod od saprofytismu k obligátnímu parazitismu, s tím spojená specializace vedoucí až k tzv. organotropii (specializace na určité orgány hostitele)

význam: z pohledu člověka negativní, řada fytopatogenních druhů

systém: v rámci oddělení 1 třída; oddělení řazeno v systému chromalveolat, předpoklad vývojové spojitosti s heterokontními řasami

podtřída *Saprolegniomycetidae* (tzv. "vodní plísně")

- tvorba primárních i sekundárních zoospor,
- v oogoniu často více oosfér,
- centrifugální hromadění periplasmy při tvorbě oospor,
- přítomnost glukosaminů v buněčné stěně a tzv. K₂-bodies v cytoplazmě zoospor,
- příjem síry pouze v organické formě

Saprolegnia sp. –
více oosfér v oogoniu



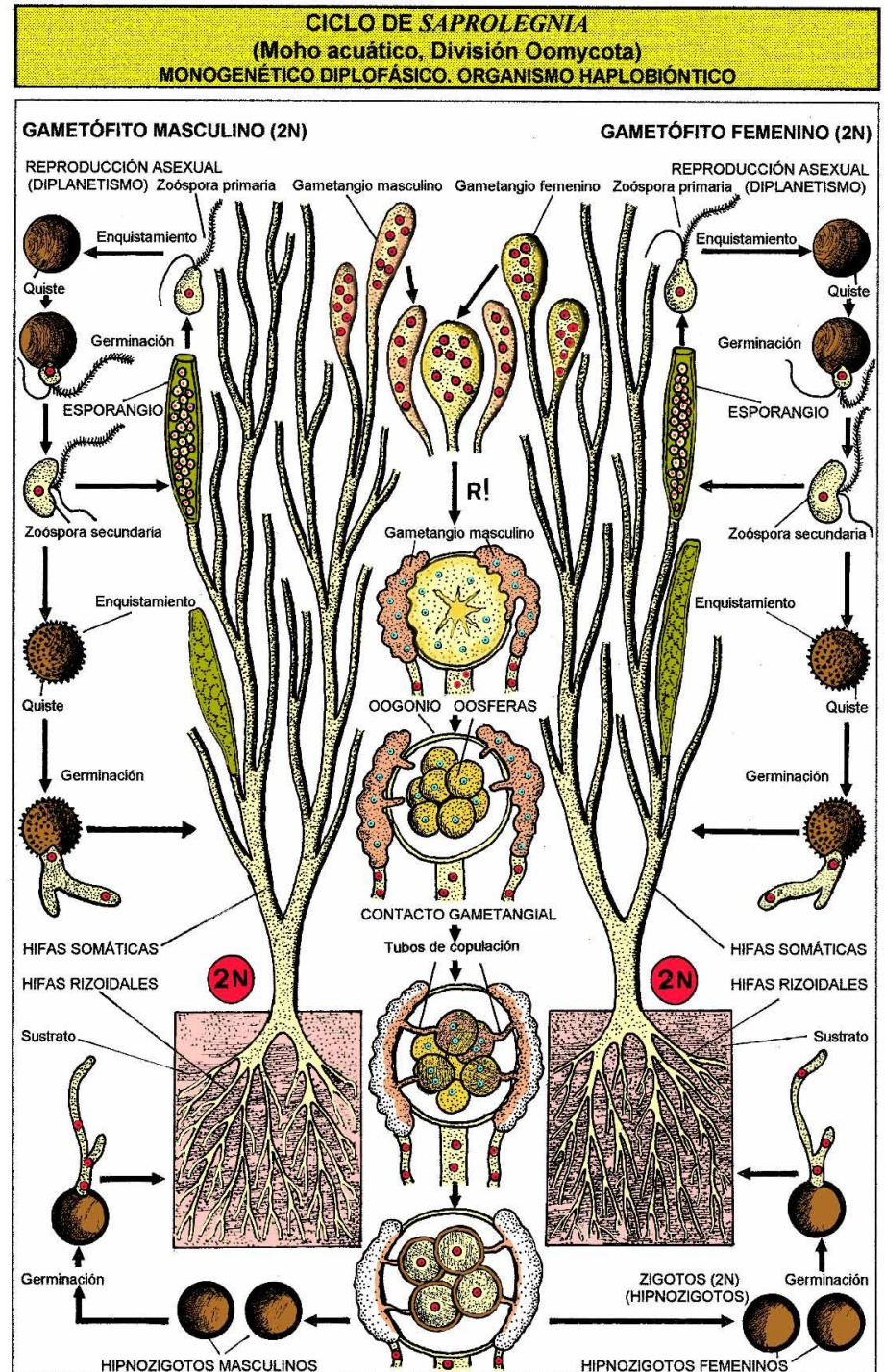
R. Moore, W. D. Clark, K. R. Stern & D. Vodopich: Botany. - Wm. C. Brown Publ., 1995.

řád *Saprolegniales* - stélka eukarpická, charakteristický diplanetismus (odvozeně poly- a aplanetismus); počet chromosomů $n=3$

většinou saprofyté ve sladkých vodách, příp. v půdě nebo na kořenech, druhotně i parazité řas, hub, živočichů (*Saprolegnia parasitica* – parazit ryb, *Achlya* – parazité raků i zeleniny)

životní cyklus: na koncích hyf se tvoří sporangia (často proliferující)
 => rozpad jejich obsahu na primární zoospory => encystace v primární cysty => z nich sekundární zoospory => encystace v sekundární cysty => z nich klíčí hyfy

pohlavní proces: na starších hyfách se vytváří gametangia (oddělená přehrádkou) => v oogoniu se vytvoří více jader => více oosfér (vznikají při povrchu oogonia – centrifugální tvorba oosfér); anteridia obklopí oogonium => vytvářejí oplozovací hyfy, které vniknou do oogonia => jimi přejdou samčí jádra => oplození oosfér => vytvořením pevné stěny vznikají oospory => po několika-měsíčním klidu klíčí hyfou
 klidové stadium – tvorba chlamydo-spor (terminálně i interkalárně)



podtřída *Peronosporomycetidae*

- tvorba pouze sekundárních zoospor (nebo aplanetismus),
- v oogoniu (až na výjimky) jedna oosféra,
- centripetální hromadění periplasmy při tvorbě oospor,
- nepřítomnost glukosaminů v bun. stěně a tzv. K₂-bodies v cytoplazmě zoospor,
- počet chromosomů n=5,
- schopny přijímat anorganickou síru (SO₄²⁻ ionty)

řád *Olpidiopsidales* – redukováná stélka, holokarpická, monocentrická; růst endobiotický (uvnitř protoplastů hostitele) nebo intramatrikální (v mezibuněčných prostorech)

stélka v mládí nahá (ale nesplývá s protoplastem hostitele), později vytváří stěnu ve stáří se celá stélka mění na reprodukční struktury – sporangia (=> zoospory jednoho typu, vzácně polyplanetismus) nebo gametangia obligátní parazité řas nebo hub

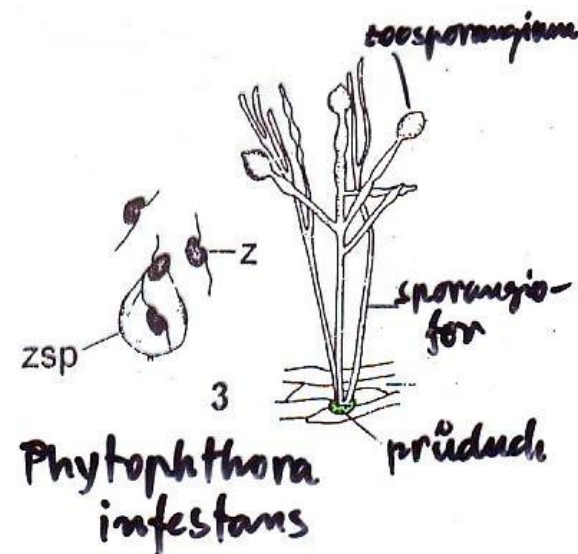
řád *Pythiales* – stélka cenocytická (u starších hyf se tvoří i přehrádky), intracelulární nebo intramatrikální, většinou netvoří haustoria na nediferencovaných hyfách s neukončeným růstem se tvoří sporangia apriori terminálně, ale další růst hyfy je odsune do boční pozice zoospory obvykle pouze sekundární (vzácně polyplanetismus), sporangium může klíčit i přímo hyfou (chová se jako sporangium s 1 aplanosporou) zástupci řádu jsou vodní a půdní saprofyty nebo parazité řas, hub nebo rostlin

řád *Peronosporales* ("nepravá padlí") – obligátní parazité cévnatých rostlin

Phytophthora infestans (plíseň bramborová) napadá nadzemní části (listy) i hlízy
– nejzávažnější patogen brambor, jeho zavlečení v 19. století vedlo k hladomoru
přezimuje na povrchu hlíz => na jaře napadá očka => vyroste s rostlinou => skrz průduchy vyrůstají sporangiofory => zoosporangia roznášena větrem => uvolní se zoospory => v kapce vody vyklíčí v hyfu (při nižší vlhkosti se netvoří zoospory a celé sporangium vyklíčí v hyfu) => průduchem pronikne do dalšího listu => haustoria vnikají do buněk, tvorba nových sporangioforů
v zimě se tvoří oogonia (nejprv vznikne více jader, ale zůstane jen jedno) a anteridia (zůstanou mnohojaderná, ale jen jedno jádro projde do oogonia) => oospora klíčí vláknem, nesoucím zoosporangium

Phytophthora infestans, symptomy napadení

Foto Jaroslav Rod, <http://botany.upol.cz/atlas/system/gallery.php?entry=Phytophthora%20infestans>





Albugo candida na stonku
kokošky, Plasmopara viticola na listu vinné révy

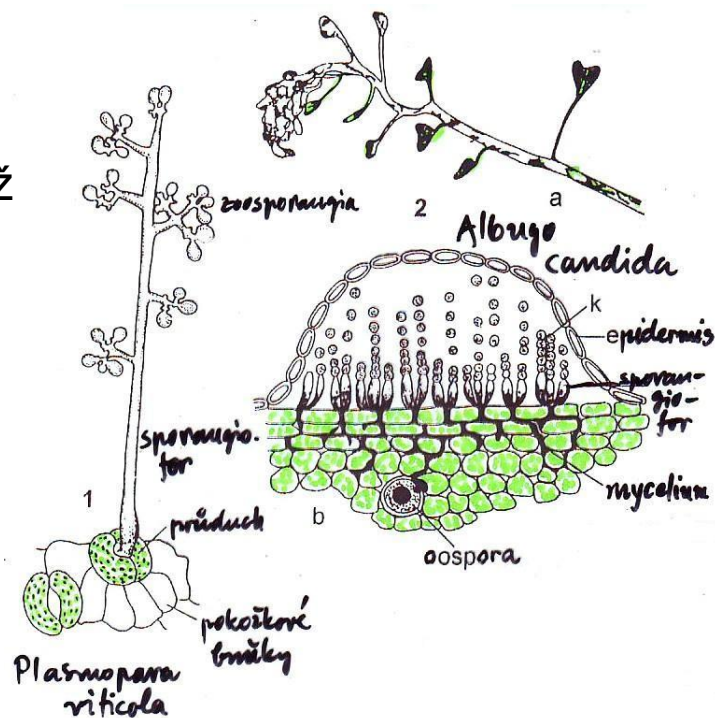
Foto Jaroslav Rod, <http://botany.upol.cz/atlasysystem/gallery.php?entry=Albugo%20candida>,
Michaela Sedlářová, <http://botany.upol.cz/atlasysystem/gallery.php?entry=Plasmopara%20viticola>

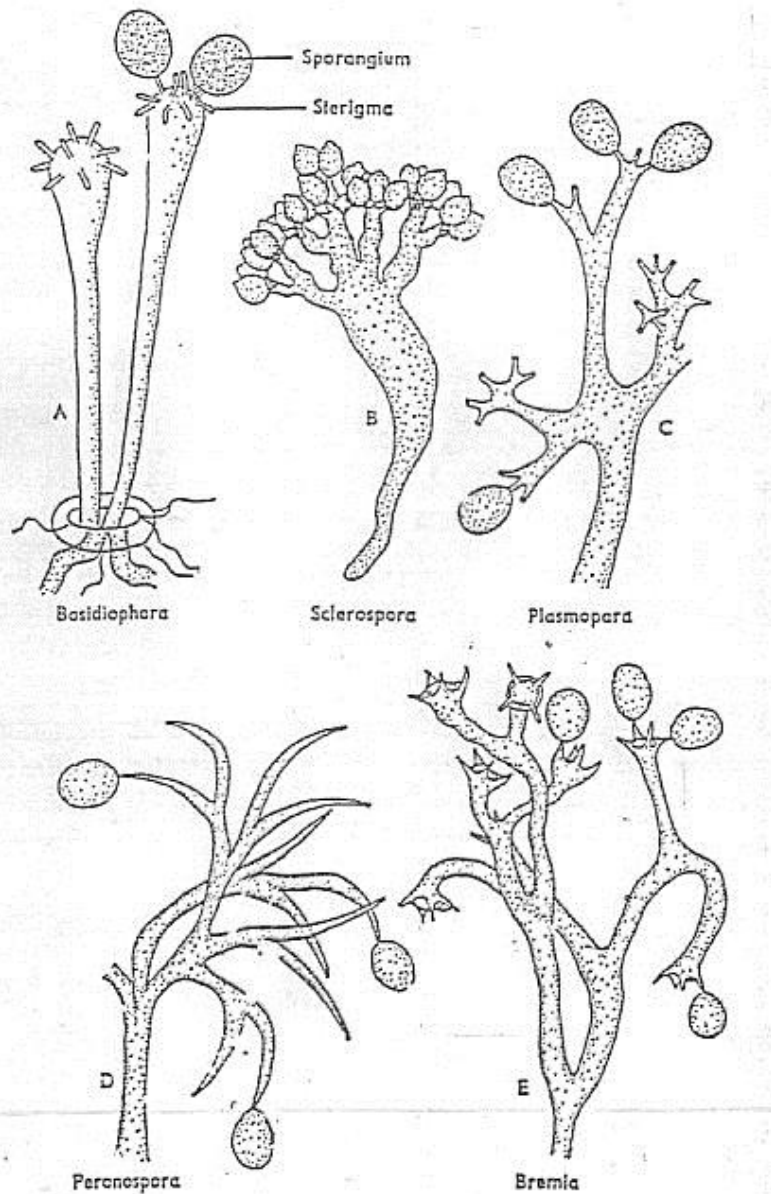
Plasmopara viticola (skvrny na listech, nedosta-
tečné dozrání plodů vinné révy), *P. ribicola* (totéž
na rybízu), *Pseudoperonospora humuli* (parazit
chmele), *Bremia lactucae* (semenáčky salátu),
druhy rodu *Peronospora* na různých rostlinách;

řád Albuginales („bílý rzi“)

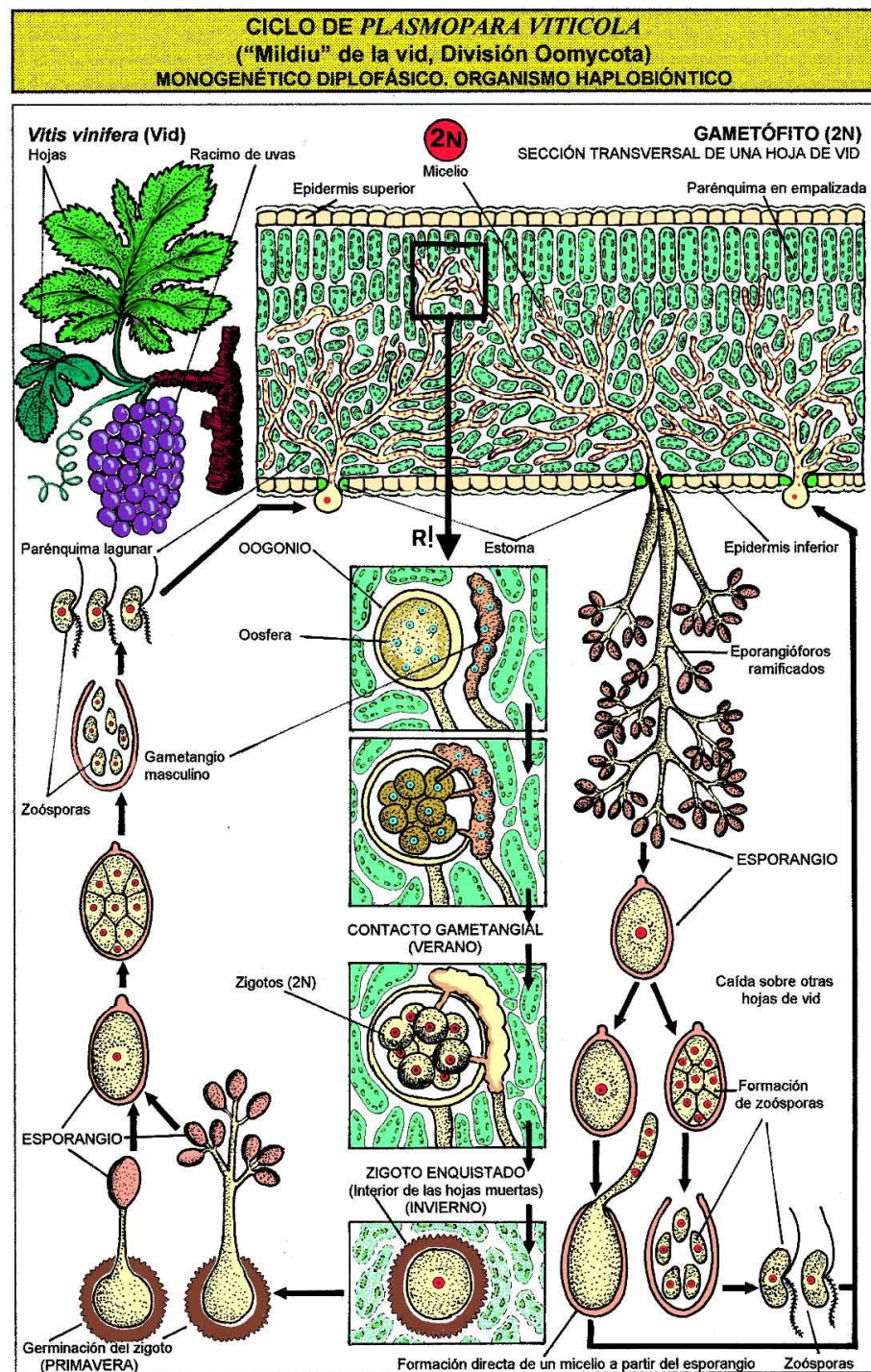
Albugo candida (plíseň bělostná) tvoří ložiska
s nevětenými sporangiofory nesoucími řetízky
sporangii => jejich tlakem ložisko praská a
dochází k uvolnění sporangii

typická pro řád *Peronosporales*
je cenocytická stélka, intercelulární
mycelium vytváří haustoria
zoosporangia se vytváří na větvených
sporangioforech; vzácněji se tvoří
zoospory, obvykle jednosporové
sporangium klíčí přímo hyfou
pohlavní proces: oogametangiogamie
řada druhů má hospodářský význam





Obr. 12: Sporangioforos u rodů čeledi Peronosporaceae (podle ALEXOPOULOSE).



Říše: RHIZARIA

Oddělení: CERCOZOA

Třída: PHYTOMYXEA

– protozoální organismy, mezi které patří **řád *Plasmodiophorida* - nádorovky**

silně specializovaná skupina, **obligátní endoparazité**

kdysi řazeny k hlenkám pro podobnost vegetativních útvarů – nádorovky tvoří tzv. **paraplazmodia**, mnohoaderné útvary, které na rozdíl od plazmodií hlenek nevznikají splýváním menších plazmodií

další odlišnosti:

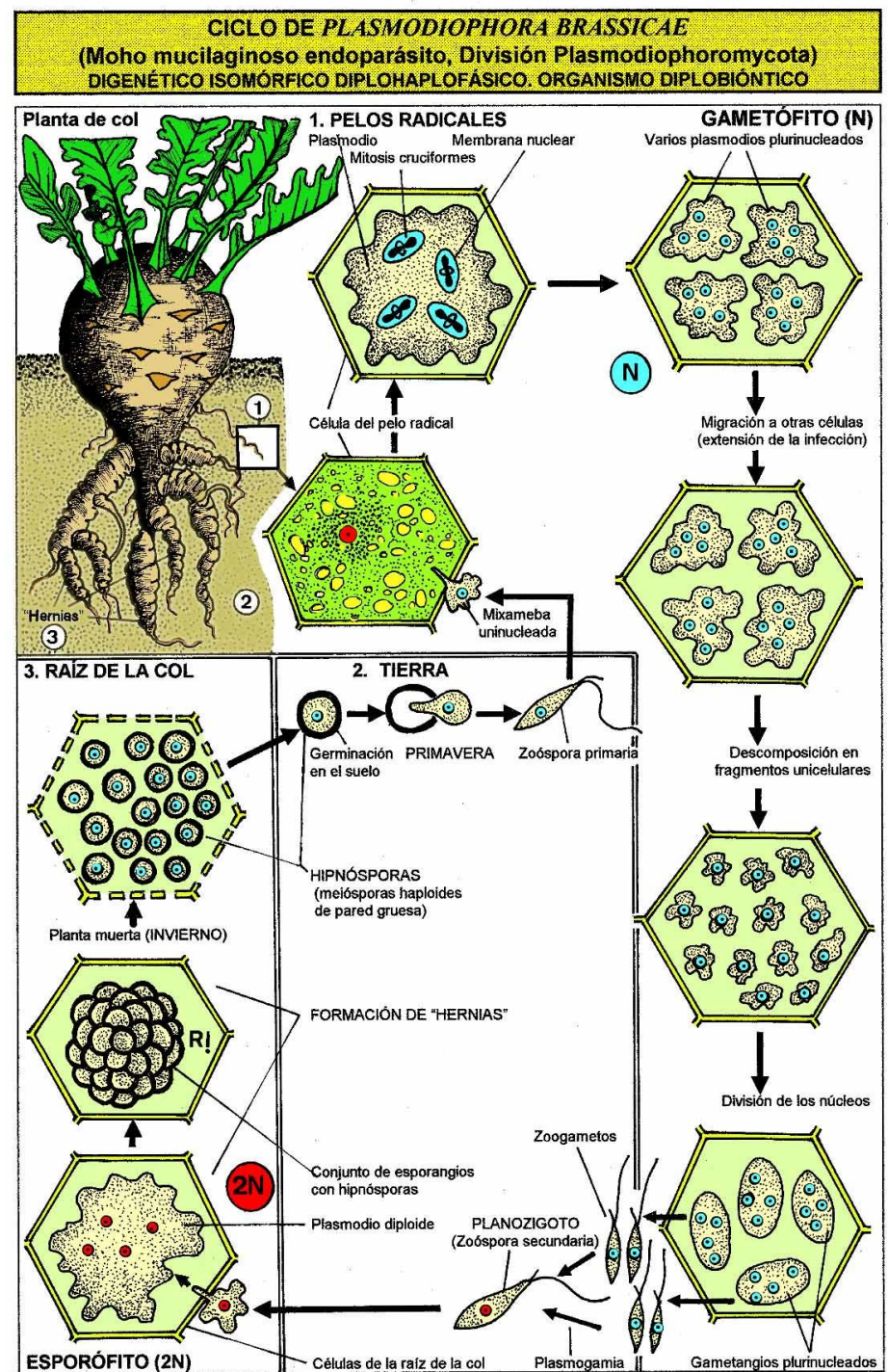
- výživa je osmotrofní (ne holozoická jako u hlenek);
- chybí zde stadium myxaméby;
- hlavní složkou buněčné stěny (cyst, sporangií) je chitin, chybí celulóza;
- netvoří se sporokarpy (možná adaptace na obligátní parazitismus)

životní cyklus:

z cysty vyklíčí bičíkatá primární zoospora => přichytí se na povrch buňky hostitele => směrem k buněčné stěně hostitele se vytvoří "trn" => vakuola v buňce se zvětšuje => tlak plazmy na "trn" prorazí stěnu hostitele => protoplast parazita se přelije do buňky hostitele => dělení jader bez dělení protoplastu => vznik mnohoaderných primárních (haploidních) neboli sporangiogenních paraplazmodií =>

primární paraplazmodia se v létě dělí na jednotlivá sporangia (gametangia) obsahující 4–8 spor (gamet) => uvolní se z hostitele do půdy => další infekce; některé spory přejmou v půdě úlohu gamet a kopulují => v této fázi pouze plazmogamie => 2-jaderné zoospory pronikají zase do buněk hostitele => pomnožením jader vzniká sekundární (diploidní) neboli cystogenní paraplazmodium => v něm karyogamie => meioza => rozpadá se na tlustostěnné cysty

zvláštní způsob dělení jádra v primárním paraplazmodiu (uvnitř uzavřené jaderné blány): metafázové chromosomy utvoří prstenec kolem jádérka, které se protáhne kolmo na rovinu prstence => vznik struktury připomínající kříž – tzv. "křížové dělení" (kromě nádorovek známo u některých jiných skupin prvoků)



výskyt, ekologie: obligátní nekrotrofní parazité řas, rostlin a *Oomycetes*
jejich výskyt a rozšíření je spjat s výskytem hostitelských organismů

hospodářský **význam** je jedině negativní – škody na kulturních plodinách
stadium sekundárního paraplazmodia působí na rostlinách hypertrofie (zvětšení)
a hyperplazie (zmnožení buněk) => z nich se pak po rozpadu buněk uvolňují
cysty do půdy => šíření infekce

system: jeden z řádů v rámci třídy *Phytophycea*
– nejznámější druh *Plasmodiophora brassicae*
(nádorovka kapustová, na snímku vpravo
symptomy na kořenech) je parazit brukvovitých

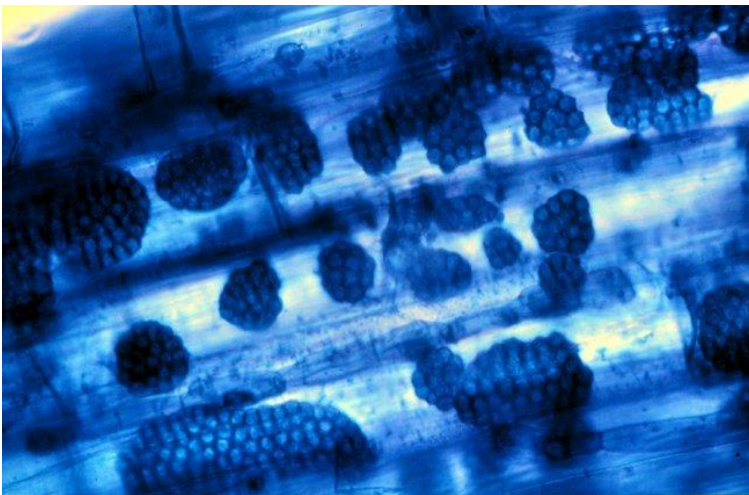


Foto Don Barr, <http://www.bsu.edu/classes/ruch/msa/barr.html>



Foto: Michaela Sedlářová,

<http://botany.upol.cz/atlas/system/nazvy/plasmodiophora-brassicae.html>

Polymyxa (na snímku cysty v kořenu pšenice) – přenašeči virů

Říše: AMOEBOZOA

Oddělení: MYCETOZOA (MYXOMYCOTA, MYXOPROTISTA) – HLENKY

dříve spojovány do jednoho oddělení s akrasii, se kterými se spojují některé společné znaky:

- **výživa** je **heterotrofní**, a to holozoická (fagocytóza – pohlcování jiných organismů)
- v trofické fázi se vyskytují v podobě měňavkovitých **myxaméb**, bičíkatých **myxomonád** nebo tvoří mnohoaderná **plazmodia**, není vytvořena pevná buněčná stěna
- v reprodukční fázi se vytváří plodničky – **sorokarpy** nebo **sporokarpy** a spory s pevnou buněčnou stěnou
- v klidové fázi tvoří mikrocysty, sférocysty nebo sklerocia

naopak oproti akrasii jsou hlenky vymezeny těmito znaky: **ploché myxaméby** mají pseudopodia **se subpseudopodii**; buněčná stěna je **celulózní**; vytvářejí **plazmodia** a **sporokarpy**; dochází k pohlavnímu procesu

trofickou fázi představují **myxaméby**, **myxomonády**, **pseudoplazmodia** nebo **plazmodia**

z pseudoplazmodií vznikají **sorokarpy**, z myxaméb nebo plazmodií **sporokarpy** (útvary, v nichž se tvoří spory)

klidovými stadii jsou mikrocysty nebo sklerocia

Třída: *MYXOGASTREA* (*MYXOMYCETES*) – VLASTNÍ HLENKY

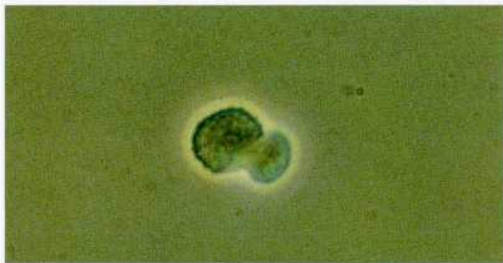
životní cyklus je haplodiplobiotický, tvoří se haploidní myxomonády i myxaméby a následně diploidní plazmodia

různý průběh mitózy – myxaméby (resp. myxomonády) mají otevřenou mitózu s centriolami, v plazmodiích probíhá uzavřená mitóza bez centriol

výživa všech stadií holozoická (pohlcování – fagocytóza)

životní cyklus:

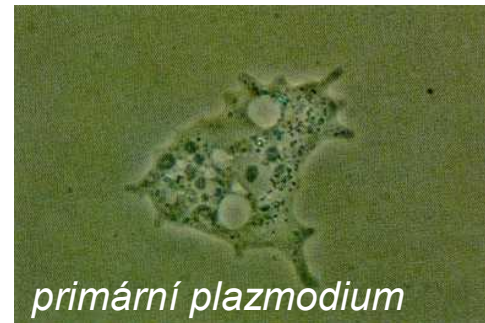
za příznivých podmínek (teplota, vlhkost) se ze spory uvolní myxaméby - volně se mění na myxomonády a zpět vytvořením/ztrátou bičíků anebo v nepříznivých podmínkách vytvoří cysty a pak z nich zase vyrejdí; myxaméby i myxomonády fungují jako gamety
=> kopulace + a – jedinců => diploidní myxaméby (po kopulaci monád zatažení bičíků) => řada mitóz bez dělení protoplastu => mnohojaderné plazmodium



uvolnění monády ze spory

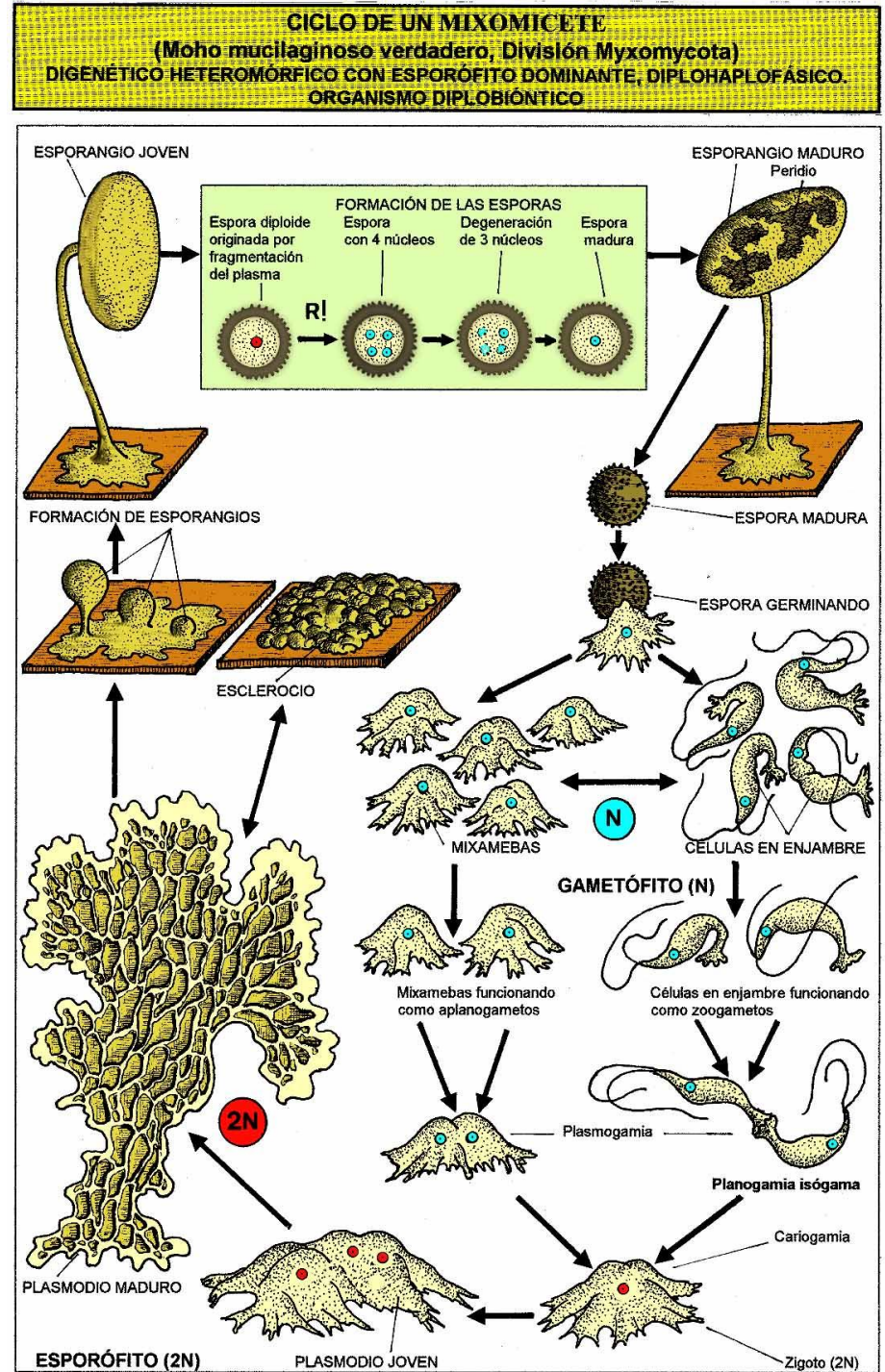


kopulace myxomonád



primární plazmodium

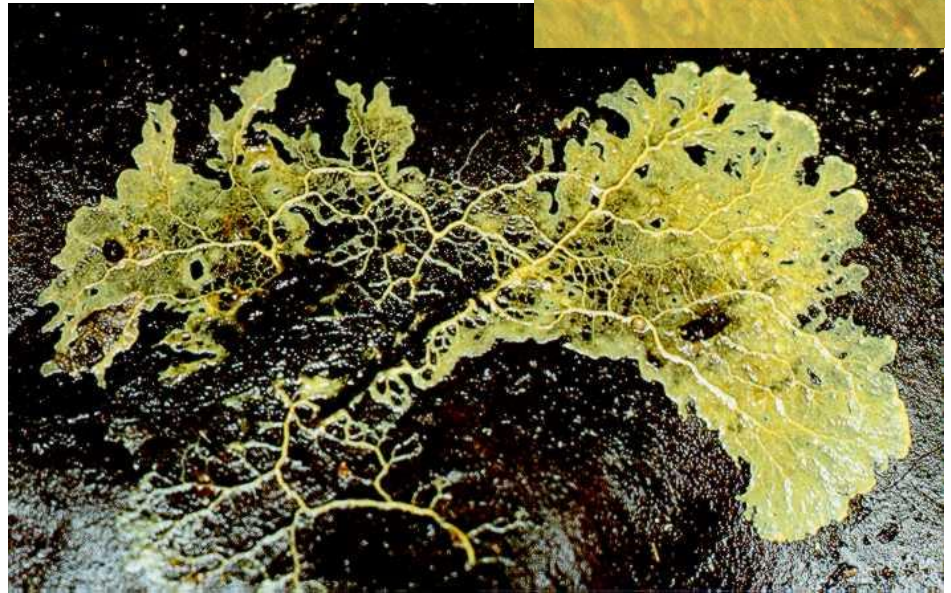
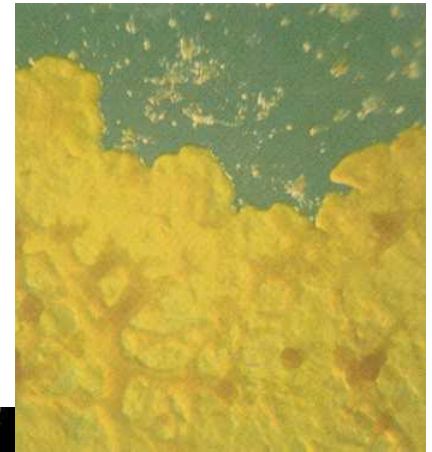
=> mnohoaderné plazmodium je
 v trofické fázi negativně fototaktické
 => při přechodu do reprodukční fáze
 pozitivní fototaxe, plazmodium ztrácí
 vodu a na povrchu se tvoří tenká
 blanka - **hypothalus** => z něj
 vyrůstají sporokarpy => uvnitř nich
 vakuolizace => tvorba kapilicia;
 vlastní plazmodium se mění ve
 spory: sporokarp se rozpadá =>
 diploidní jádra se obalují buněčnou
 stěnou => dochází k meiozi =>
 3 jádra degenerují, výsledná spora
 je jednojaderná (jsou známy
 i vícejaderné v případě následných
 mitóz => z nich klíčí více myxaméb)



plazmodia se vyznačují prouděním plazmy, synchronizovaným dělením jader, schopností růstu i po rozdělení a naopak splývání plazmodií téhož druhu

- **protoplazmodium** je mikroskopické, jen pomalé proudění plazmy; vzniká z něj jeden sporokarp
- **afanoplazmodium** je zpočátku jako protoplazmodium, ale zvětší se; strukturu tvoří síťovitá žilnatina, kterou obklopuje cytoplazma, rychle proudící; vzniká z něj více sporokarpů
- **faneroplazmodium** je též zpočátku jako protoplazmodium, leč naroste do makroskopických rozměrů; jeho struktura je složitější, členěná na gelatinózní a tekutou část, protoplazma je zrnitá; též z něj vzniká více sporokarpů

Vpravo: faneroplazmodium rodu *Physarum*



v nepříznivých podmínkách se plazmodia mění na **sklerocia** (tvrdé nebuněčné útvary)

z plazmodií vznikají reprodukční struktury – **sporokarpy**

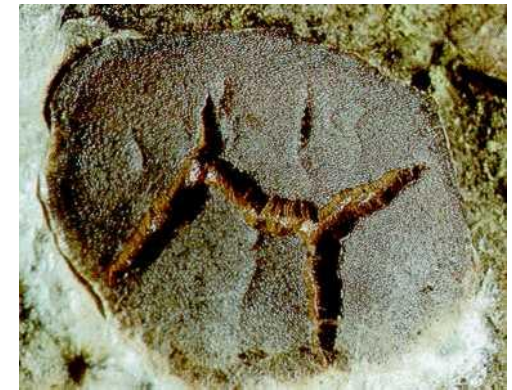
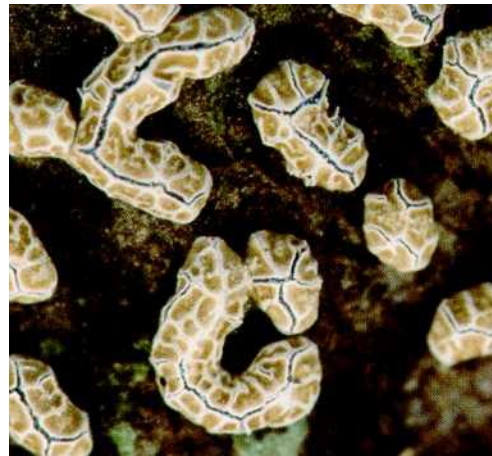
- **sporangia** (stopkatá nebo přisedlá) vznikají z protoplazmodií nebo malých částí plazmodií



- **aethalia** (nestopkatá, rozlitá) vznikají z větších částí plazmodií – je to vlastně útvar vzniklý sloučením řady sporangií v celistvý útvar se společným obalem – peridií (u některých druhů jsou ještě zřetelné stěny původních sporangií – tzv. **pseudoaethalium**)



- **plazmodiokarp** vzniká z velkých částí síťovitého plazmodia, gelatinózní plazma se koncentruje podél žilnatiny, postupně se tvoří peridie (celý výsledný útvar může být síťovitý)



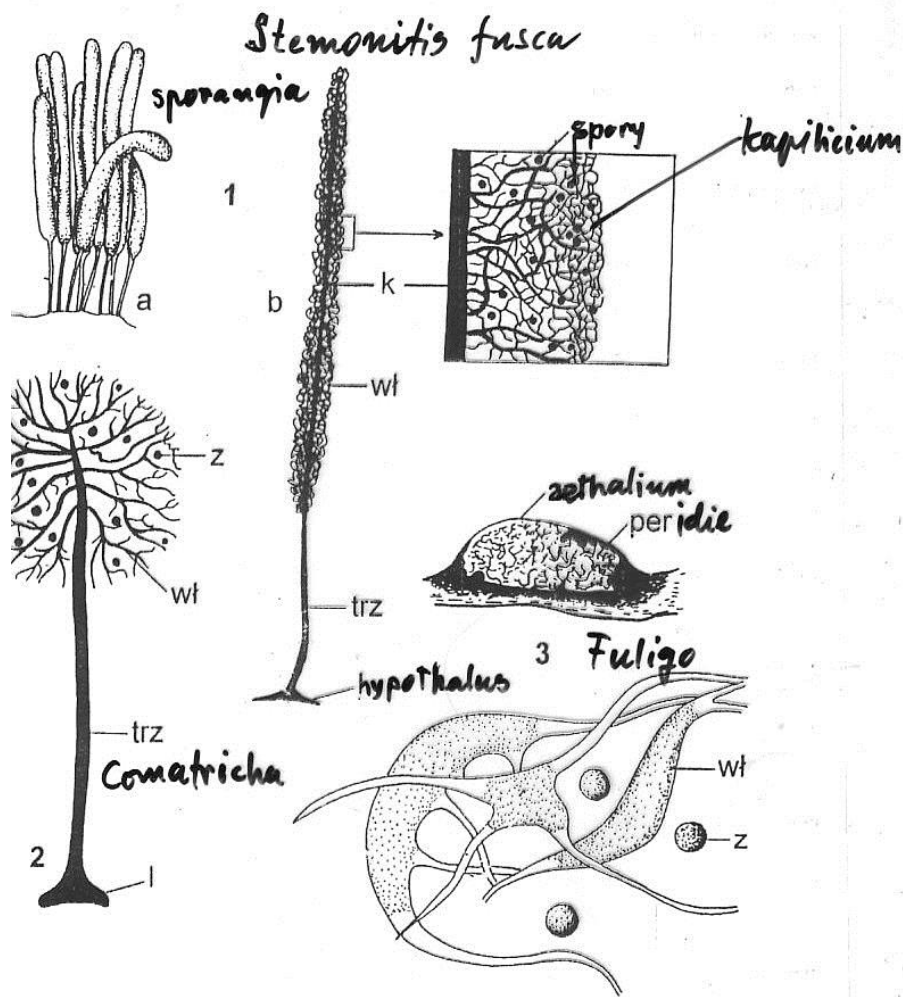
Nahoře sporangia,
níže aethalium
a pseudoaethalium,
vlevo plazmodiokarp

uvnitř sporokarpů se tvoří vlákna (jednotlivá nebo větvená)
 – **kapilicium**, nebuněčná struktura vzniklá z vyloučenin vakuol, uchycená na peridii, bázi sporokarpu nebo kolumelu (pseudokapilicium – nepravidelné niťovité útvary)
 spory mají dvoj- (příp. tří-)vrstevnou stěnu, vnitřní vrstva je celulózni, ve vnější jsou různé látky

výskyt: zcela kosmopolitní, závislé na dostatečné teplotě a vlhkosti – preferují chladná, stinná, vlhká místa; v mírném pásu růst omezen na letní sezónu

substrát: organické zbytky, zejména rostlinné, ale žijí i v půdě, živí se mikroorganismy tam žijícími

system: 5(-6) řádů ve 2(-3) skupinách (některými autory jsou do této třídy řazeni i zástupci čeledi *Ceratiomyxaceae*)





Vlevo vývin sporangií *Stemonitis fusca*, uprostřed sporangia *Trichia* sp., vpravo sporangium *Arcyria pomiformis*

Foto Dalibor Matýsek (*Physarum*, *Arcyria*), Oldřich Roučka (*Fuligo*, *Stemonitis*), Pavol Baksy (*Lycogala*), Anton Mocik (*Trichia*); zdroj fotografií: <http://www.nahuby.sk>

Zleva: aethalia *Lycogala epidendrum*, sporangia *Physarum leucophaeum*, aethalium *Fuligo septica*



Říše: *OPISTHOKONTA*

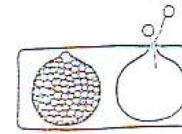
Oddělení: *CHYTRIDIOMYCOTA* - CHYTRIDIE

Třída: *CHYTRIDIOMYCETES*

- **stélka** u jednodušších typů **holokarpická**, u odvozenějších **eukarpická**
- vytváří se rhizoidy (mohou/nemusí být odděleny od stélky přehrádkou), nevětvené nebo větvené => rhizomycelium
- nejodvozenější typy tvoří **cenocytické mycelium** s buněčnou stěnou (chitin a polyglukany), rozdělené tzv. pseudosepty (perforované přehrádky z jiných látek než buněčná stěna)

nepohlavní rozmnožování: zoospory vznikající v zoosporangii (mono- nebo polycentrické typy)
zoosporangia zpočátku mnohojaderná => rozdělení na 1-jaderné části => jednotlivé zoospory
otevírání sporangia: víčkem u operkulátních typů, jinak (obvykle štěrbinou) u inoperkulátních typů
zoospory jednobičíkaté (výjimečně více), bičík opisthokontní (vychází ze zadního konce buňky), není péřitý

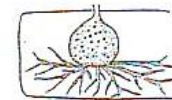
Holokarpické stélky



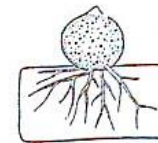
Eukarpické stélky

monocentrické

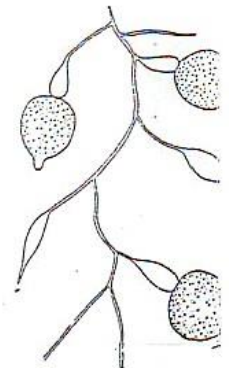
polycentrické



stélka endobiotická



stélka epibiotická



pohlavní rozmnožování: izogamie (za urč. podmínek se zoospory chovají jako gamety, dochází ke kopulaci), anizogamie i oogamie, vzácněji gametangiogamie nebo somatogamické splývání rhizomycelia

životní cyklus je obvykle haplobiotický (ale jsou i případy, kdy zygota neprodělá meiozu a vyroste z ní diploidní stélka nesoucí sporangia)

výskyt, ekologie: vodní a půdní organismy, některé mohou žít i anaerobně (řád *Neocallimastigales* obsahuje obligátní anaeroby), výživa heterotrofní, absorpční saprofyté i parazité na různých skupinách řas, hub, rostlin i bezobratlých (nenapadají obratlovce)

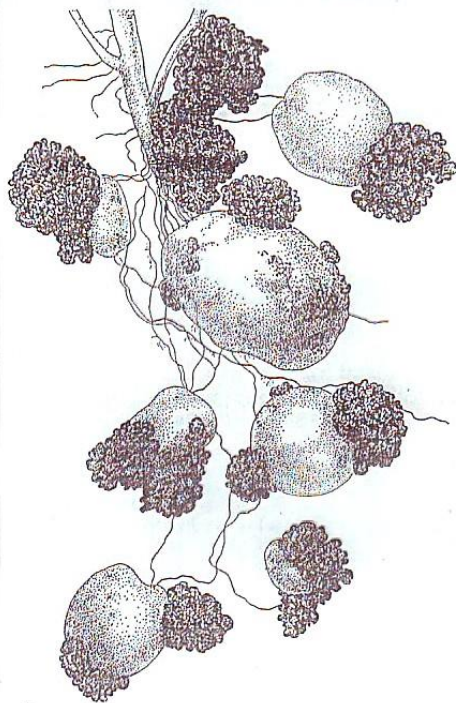
systém založen na ultrastruktuře zoospor, 4 řády

řád *Chytridiales* – jednobuněčné stélky, bez rhizoidů a buněčné stěny (vnitrobuněční parazité) nebo s bun. stěnou a jednoduchým systémem rhizoidů stélky endobiotické (celé uvnitř buněk hostitele) nebo epibiotické (rhizomycelium v buňce, sporangia vně), příp. interbiotické (rhizomycelium zasahuje do více b.) stélky mono- i polycentrické, sporangia operkulátní i inoperkulátní

- charakteristický znak zoospor – centrálně umístěná "jaderná zóna", kinetosom nespojen s jádrem, jedna velká tuková kapka

při povrchu je organela spojená mikrotubuly s kinetosomem – **rumposom** (zřejmě fotoreceptor)

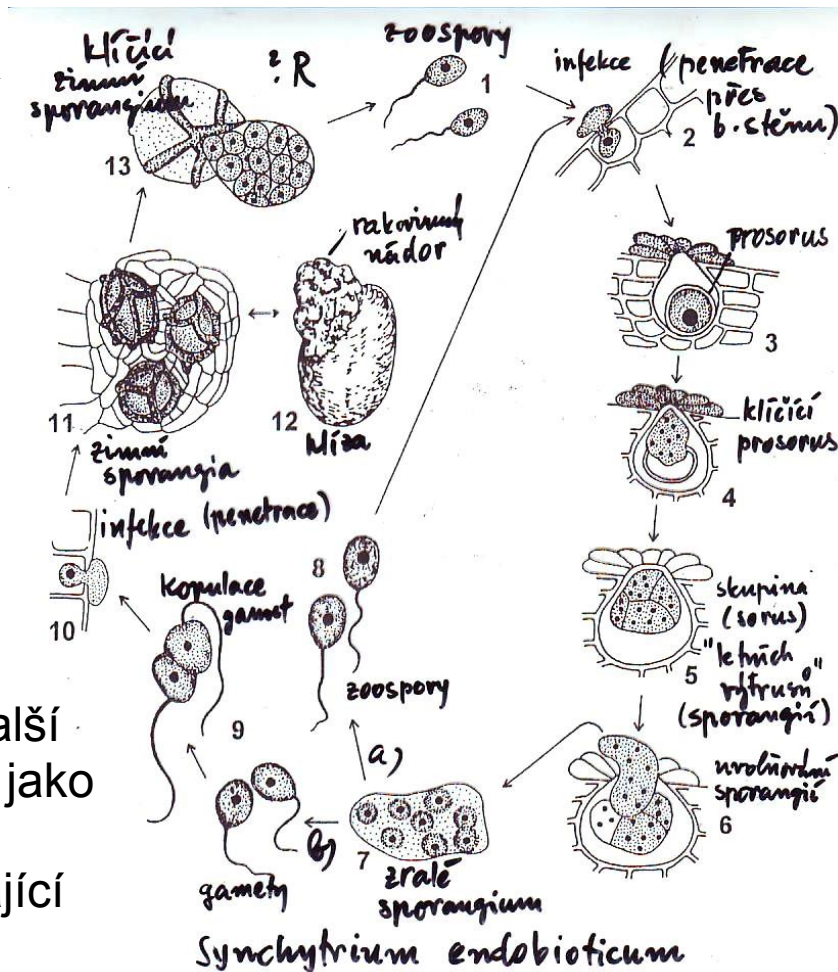
- pohlavní rozmnožování je nejčastěji izogamie (i anizo- či somatogamie), obvykle zoospory mohou být gametami

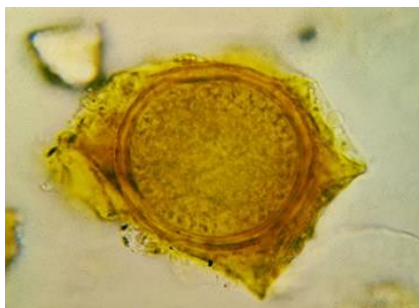


Obr. 19: *Synchytrium endobioticum* (Chytridiales)
Nádory na hlízách brambor (podle URBANA a KALINY).

Synchytrium endobioticum (rakovinec bramborový) – hospodářsky významný parazit, přísně karanténní choroba (klíčivost spor až 20 let)
životní cyklus: z odpočívajících sporangii vyklíčí na jaře zoospory => když se dotknou oka nebo lenticely na hlíze, zatáhnou bičík a oblaní se => průnik do buněk hostitele => obalí se tlustou stěnou => vzniká prosorus (letní výtrus); v okolních buňkách současně neorganiz. dělení

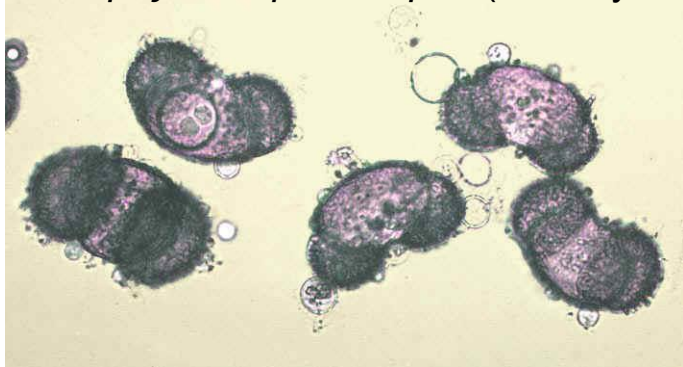
=> stěna prosoru praskne => do buňky vyhřezne protoplast, který se rozdělí => sorus sporangii => po prasknutí stěny buňky hostitele se uvolní zoospory => za optimálního počasí (teplota, vlhkost) další infekce; za sucha menší zoospory fungují jako izogamety => kopulace => zygota infikuje hostitele => v jeho buňce vzniká odpočívající (trvalé) sporangium => přečkává zimu





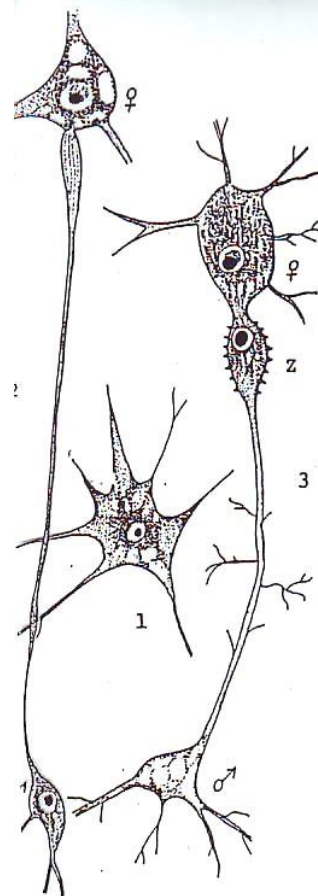
Synchytrium endobioticum –
nahore symptomy
napadení na bramboro-
vých hlízách, vlevo
odpočívající sporangium

Rhizophydium pollinis-pini („kuličky“ na pyl. zrnech)



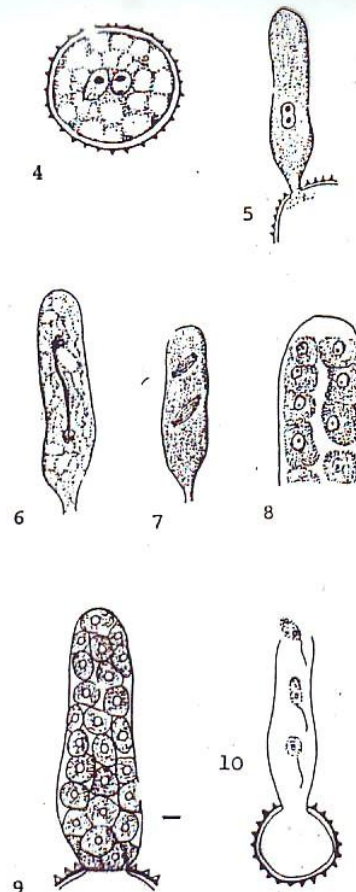
další
zástupci:

<= *Rhizophydium* napadá pylová zrna ve vodě,
Polyphagus má interbiotické stélky, rhizomyce-
lium napadá až 50 krásnooček (*P. euglenae*),
Chytridium – epibiotický parazit řas a hub



20: *Polyphagus euglenae* (Chytridiales).

- 1 – vegetativní buňka,
- 2, 3 – kopulace dvou gametangij,
- mladá zygota (Z) mezi nimi,
- 4 – zralá zygota,
- 5 – klíčení dvoujaderné zygoty a karyogamie,



- 6, 7 – jader: é dělení,
- 8 – tvorba zoospor (zoosporangium),
- 9 – zralé zoosporangium,
- 10 – vyprazdňující se zoosporangium (podle GORLENKA et al.).

Skupina oddělení označovaná jako *EUMYCOTA* – VLASTNÍ HOUBY

historicky vymezená skupina zahrnující houby, u kterých **nejsou** vytvořena žádná **bičíkatá stadia** (tedy všechny kromě mikrosporidií, odd. *Chytridiomycota* a *Blastocladiomycota*)

- stélka je obvykle tvořena houbovými vlákny – **hyfami**, ve vegetativní fázi tvořícími **mycelium** (podhoubí); výjimečně jsou jednobuněčné, schopné tvořit pučivé pseudomycelium (kvasinky)
- jednodušší typy mají stélky nepřehrádkované (přehrádky oddělují pouze reprodukční struktury), vývojově odvozenější mají hyfy rozdělené centripetálně rostoucími přehrádkami – **septy**
septum má uprostřed pór (různého typu u různých skupin), kterým mohou procházet látky i organely
- mycelium u parazitických hub může růst na povrchu pletiv hostitele, ale i vnikat dovnitř – intercelulárně nebo intracelulárně
na takovémto myceliu se vytvářejí apresoria (jen přichycovací funkce) nebo haustoria (vnikající do buněk, slouží k absorpci látek z napadené buňky)

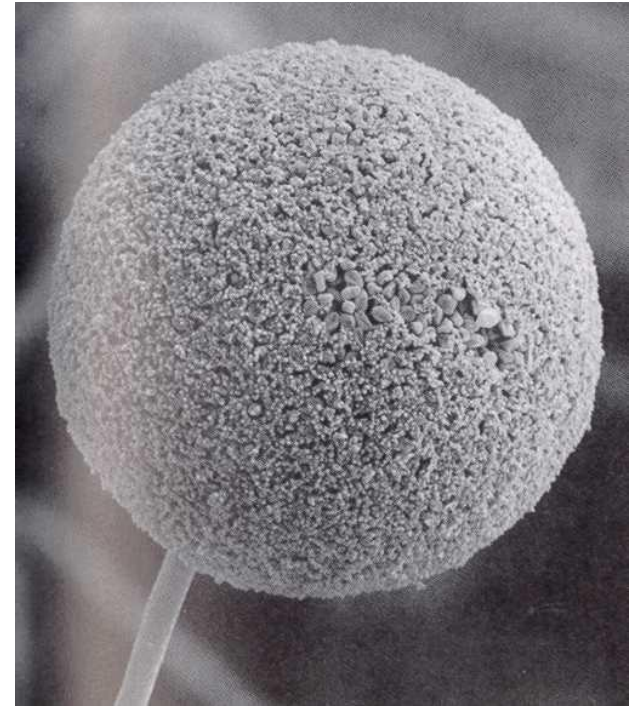
- v určitých fázích životního cyklu (např. plodnice) některých skupin se z hyf tvoří nepravá pletiva - **plektenchymy**:
 - je-li ještě patrná hyfová struktura, jedná se o **prozenchym**, naproti tomu jsou-li již buňky pozměněny a jednotlivé hyfy nejsou zřetelné, jde o **pseudoparenchym**
 - plectenchymatické struktury se kromě plodnic tvoří i ve sterilních útvarech, jako jsou **stroma** (sterilní útvar, ve kterém se tvoří plodnice) nebo **sklerocium** (slouží k přetrvání nepříznivých podmínek)
- **buněčná stěna** je vícevrstevná, složená z lamel tvořených různě orientovanými fibrilami
nejdůležitější složkou buněčné stěny je **chitin** v kombinaci s jinými složkami; u některých skupin chitin chybí
- v buňkách vlastních hub **chybí** jakékoli **plastidy** a fotosyntetické pigmenty; jsou však přítomna jiná barviva (karoteny, xanthofyly aj.)
- v jádře jedno nebo více jadérek, obvykle malý počet chromosomů
- mitochondrie mají ploché přepážky
- jsou přítomny vakuoly, chybí pulzující vakuoly
- **zásobní látkou** je nejčastěji **glykogen**, ojediněle i škrob (u primitivních vřeckatých)

- v životním cyklu hub nacházíme buď **rozmnožování** pohlavní i nepohlavní nebo jen nepohlavní
 - stadium, kdy houba vytváří nepohlavní **mitospory**, se nazývá stadium **imperfektní**
 - stadium, kdy houba vytváří pohlavní **meiospory**, se nazývá stadium **perfektní**
 - je-li u dané houby v dané fázi přítomno perfektní stadium, mluvíme o **teleomorfe**
 - není-li u dané houby v dané fázi přítomno perfektní stadium (= je přítomno pouze imperfektní stadium), mluvíme o **anamorfe**
- <= zde je důvod, proč nelze zcela klást rovnítko mezi anamorfou = imperfektní stadium a teleomorfou = perfektní stadium – rozhodující je (ne-)přítomnost perfektního stadia, takže když se v dané fázi tvoří současně mitospory a meiospory (tedy imperfektní i perfektní stadium), jedná se také o teleomorfou
- houba v celém životním cyklu (tj. anamorfa i teleomorfa dohromady) se označuje jako **holomorfa**
 - je-li v životním cyklu jen pohlavní rozmnožování, je to meiotická holomorfa,
 - je-li v životním cyklu jen nepohlavní rozmnožování, je to mitotická holomorfa;
- v případě obou typů rozmnožování jde o pleomorfickou holomorfou (mluvíme pak také o houbách s pleomorfickým životním cyklem)

- **nepohlavní** rozmnožování probíhá v haploidní i diploidní fázi
- nejjednodušší způsob je prostá fragmentace hyf
- nepohlavní spory vznikají
 - endogenně ve sporangiiích – označovány jako **sporangiospory** (typické pro odd. *Zygomycota*),
 - exogenně na hyfách (specializovaných odnožích - konidioforech) – nazývají se **konidie** (běžné u hub z oddělení *Ascomycota*, v menší míře *Basidiomycota*)

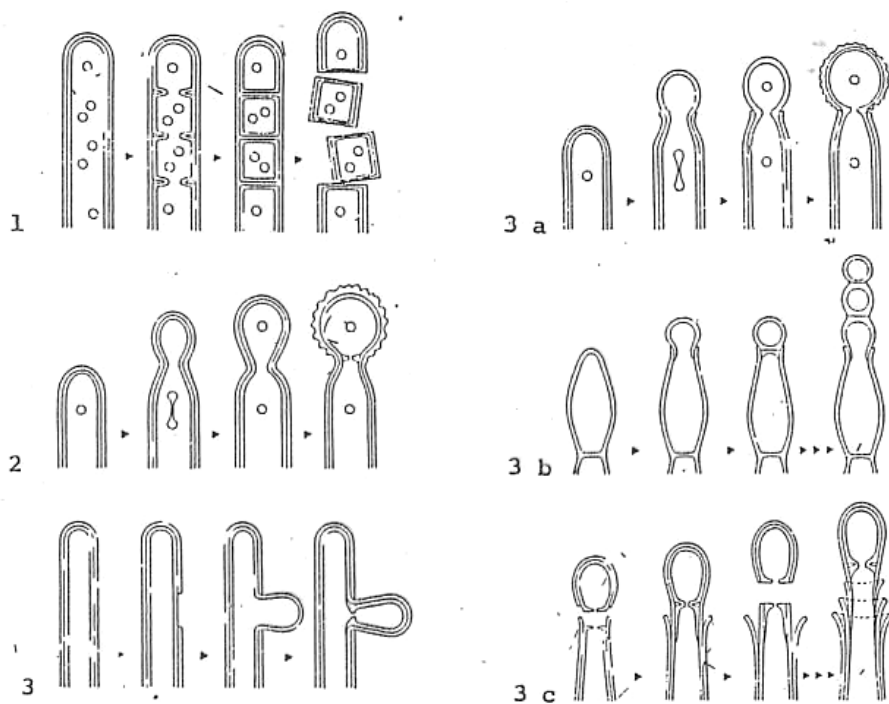
konidiofory se tvoří buď izolovaně nebo v útvarech zvaných **konidiomata**

- koremie (= synnema; svazek konidioforů),
 - sporodochium (palisáda konidioforů v ložisku na povrchu substrátu),
 - acervulus (shluk konidioforů pod povrchem plativa hostitele, u parazitů),
 - pyknida (lahvicovitý útvar s vnitřkem vystlaným konidiofory)
- => více u pomocného oddělení *Deuteromycota*



Sporangium; v jeho pravé části praská stěna a vystupují spory.

R. Moore, W. D. Clark, K. R. Stern & D. Vodopich: Botany, 1995.



Obr. 26: Vznik konidií (konidiogeneze).

- 1 – thalický (arthrický) typ: konidie vznikají z již existující buňky, která se rozdělí přepážkami;
- 2 – holoblastický typ: konidie vypučí z konidiogenní buňky a na tvorbu konidie se účastní všechny vrstvy buněčné stěny;
- 3 – enteroblastický typ: konidie vypučí z konidiogenní buňky, na tvorbu konidie se účastní pouze vnitřní vrstva stěny konidiogenní buňky;
- 3 – vznik laterálních porospor
- 3a – vznik terminálních porospor,
- 3b – vznik fialospor,
- 3c – vznik aneisospor (podle L. J. IMONIA et al.).

základní typy vzniku konidií:

– thalický: hyfa se rozdělí přepážkami a pak rozpadne na jednotl. buňky => thalokonidie = arthrokonidie (thalokonidiemi jsou v jistém smyslu i chlamydospory - tlustostěnné přetrvávající buňky vznikající na myceliu)

– blastický: konidie vypučí z konidiogenní buňky holoblasticky (účast všech vrstev bun. stěny) nebo enteroblasticky (vnější stěna se protrhne, konidii utváří vnitřní vrstva/-y/) => porospory (vypučí z buňky a následně se oddělí buněčnou stěnou), fialospory (vytvářejí se ve specializovaných

buňkách - fialidách a uvolňují se ústím z těchto buněk), aneisospor (také se vytvářejí ve specializovaných buňkách; každá další konidie protrhne přepážku po oddělení předchozí konidie => vznikají "límečky")

- při **pohlavním** rozmnožování u většiny vlastních hub není spojena plazmogamie s karyogamií – karyogamie následuje s určitým zpožděním a do životního cyklu je vložena **dikaryotická fáze** (označovaná **n+n**), charakteristická tzv. konjugovanými mitózami (současné mitózy obou jader)
celý cyklus tedy je: haploidní fáze => plazmogamie => dikaryofáze => karyogamie => diploidní fáze (obvykle omezena jen na zygotu) => meioza => zpět haplofáze
- různé typy pohlavního procesu u vlastních hub:
 - gametogamie (vzácná),
 - gametangiogamie (typická hlavně pro *Zygomycota* a *Ascomycota*),
 - gameto-gametangiogamie (spermatizace, oplodnění samičího gametangia samčí spermacií, též *Ascomycota*),
 - somato-gametangiogamie (vzácná),
 - somatogamie (splývání hyf, hlavně *Basidiomycota*),
 - gametosomatogamie (spermatizace u rzí, oplodnění somatické hyfy spermacií),
 - autogamie (ojediněle, *Ascomycota*)tvoří-li se gamety, nejsou **nikdy pohyblivé**
- **životní cykly** všech možných typů: haplobiotický, haplo-diplobiotický, vzácný je diplobiotický (kvasinky) a naopak velmi častý haplo-dikaryotický
- u hub z oddělení *Ascomycota* a *Basidiomycota* při pohlavním rozmnožování vznikají spory na specializovaných útvarech – **plodnicích**

výskyt, ekologie:

- saprofyté i parazité, vytvářejí symbiotické vztahy (lichenismus, mykorhiza)
- rostou po celém světě, ve všech možných biotopech – půda, vzduch, voda (méně časté), v případě parazitů hostitelské organismy
- hospodářské využití – jedlé druhy, výroba antibiotik, ale i jedovaté a patogenní houby

system: zařazení v systému vedle skupin s bičíkatými stadii
systematické členění na jednotlivá oddělení:

- *Zygomycota* (primárně cenocytické mycelium, chybí dikaryofáze i plodnice, tvoří se 1 meiospora); pravděpodobně polyfyletická skupina s příbuzenskými vazbami na různé skupiny odd. *Chytridiomycota* nebo *Blastocladiomycota*
- následující oddělení už jsou považována za monofyletický „vrchol vývoje hub“
 - *Glomeromycota* (endomycorhizní houby, oddělení dříve řazené k předchozímu, ale podle současných poznatků je sesterskou skupinou následujících)
 - *Ascomycota* (přehrádkované mycelium, dikaryofáze přítomna, tvoří se plodnice, meiospory vznikají endogenně ve vřečkách)
 - *Basidiomycota* (taktéž přehrádkované mycelium, dikaryofáze přítomna, tvoří se plodnice, ale meiospory vznikají exogenně na bazidiích)

Oddělení: ZYGOMYCOTA

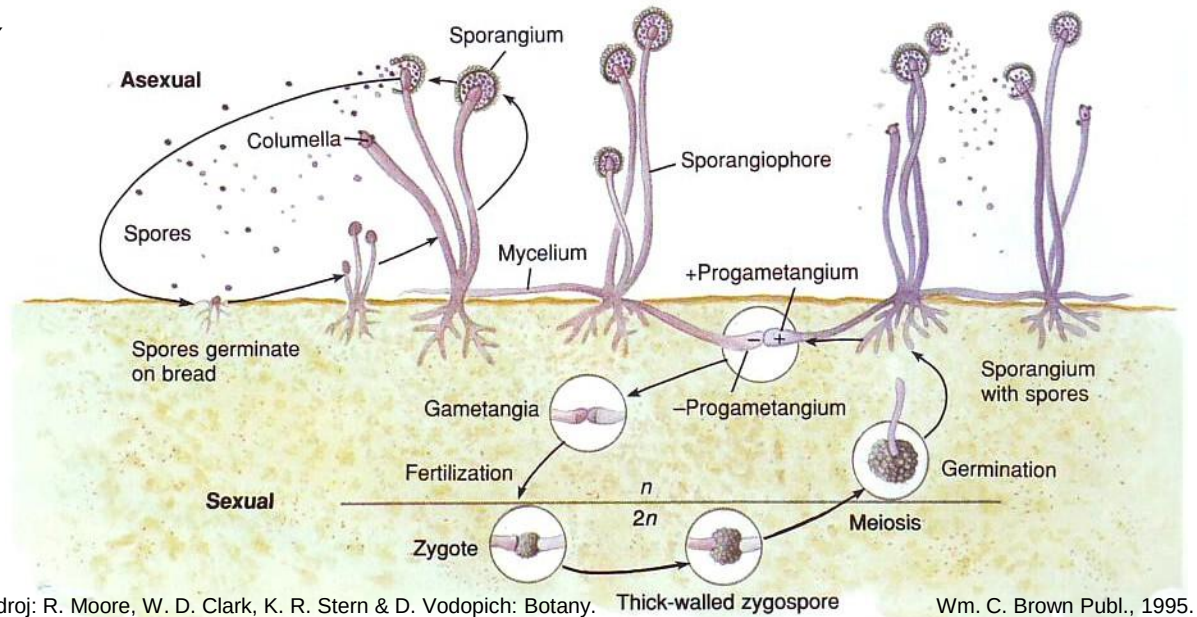
- mnohojaderné cenocytické hyfy, přehrádky většinou oddělují jen rozmnožovací struktury (neplatí absolutně)
 - u vývojově odvozených skupin již dochází k tvorbě přehrádek, ale zůstávají i vícejaderné úseky (obdoba sifonokladální stélky)
 - základní složkou bun. stěn je chitin, doprovázený chitosanem, příp. jinými cukry
- nepohlavní rozmnožování: ve sporangiích se tvoří **sporangiospory**, v hyfách se tvoří tlustostěnné chlamydospory
 - tvorba sporangiospor: na myceliu se vytvoří svazky sporangioforů => vrcholové části zduří => vytvoří se sporangium (obvykle kulovité) => sem se přesune část cytoplazmy s jádry => z centrální části vznikne tzv. kolumela (střední sloupek, přetrvávající i po rozpadu sporangia), cytoplazma v periferní části se rozdělí => části se obalí stěnou => spory
 - část sporangioforu pod sporangiem je u některých druhů rozšířena v tzv. apofýzu
 - u původních typů mnohosporová sporangia, vývojová tendence vede k jednosporovým (podobně jako u odd. *Oomycota* jsou tu dvě stěny – stěna sporangia a stěna spory – rozdíl oproti konidii)

Gongronella butleri

<http://zygomycetes.org/index.php?id=90>



- pohlavní rozmnožování
- izo- (vzácněji anizo-) **gametangiogamie** (též označení "zygogamie"), splývání gametangií
- **homothalické** druhy
- kopulace gametangií i ze stejného mycelia,
- **heterothalické** druhy
- musí být z různých mycelií (+ a –)



- průběh pohl. procesu: výběžky z mycelií jsou chemotakticky přitahovány => kontakt, tvoří se na nich progametangia => jejich oddělení přehrádkou => mnohojaderná gametangia => splynutí, plazmogamie a karyogamie => zygota => vytvoří se zygosporangium, obsahující 1 tlustostěnnou zygosporu - odpočívající stadium => po období klidu klíčí hyfou
- gametangia a následně zygospory jsou nesené rozšířenými konci hyf - **suspensory**
- u některých zástupců na suspenzorech vyrůstají hyfy, které obalují zygosporu (u některých až úplně) – předzvěst tvorby plodnice u vývojově pokročilejších pododdělení (připomínají primitivní kleistothecium u vřeckatých hub)
- k meiozi dochází při zrání nebo klíčení zygospory, živ. cyklus je haplobiotický

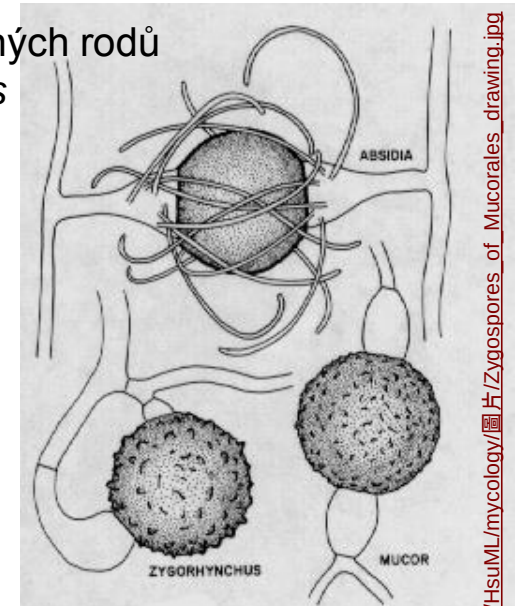
- **výskyt, ekologie:** saprofyté půdní, koprofilní aj., některé skupiny zahrnují parazity rostlin, hub i živočichů
řada druhů využívána v biotechnologii pro produkci různých látek

Pododdělení: **MUCOROMYCOTINA**

řád *Mucorales*

- u většiny druhů málo přehrádkované mycelium
- u někt. druhů se v tekutých médiích vytvoří přehrádky nebo mycelium rozpadne na buňky => tzv. dimorfismus (různý charakter stélky v různých podmínkách)
- sporangia mnohosporová (až 1000 spor), u odvozenějších typů méně spor ve sporangiu (až jedna => nesprávně označováno za "konidii")
- kromě pohlavně vzniklých zygospor tvoří některé druhy též partenogeneticky tzv. azygospory
- většinou saprofyté na půdě, trusu, potravinách – *Mucor*, *Rhizopus* (kropidlovec), *Zygorhynchus*, *Pilobolus* (měchomršť – pod sporangiem má vak, v němž se hromadí voda => zvětšující se tlak nakonec odmrští celé sporangium), některé druhy i parazitické
- využití: fermentace cukrů a bílkovin, výroba různých organických kyselin

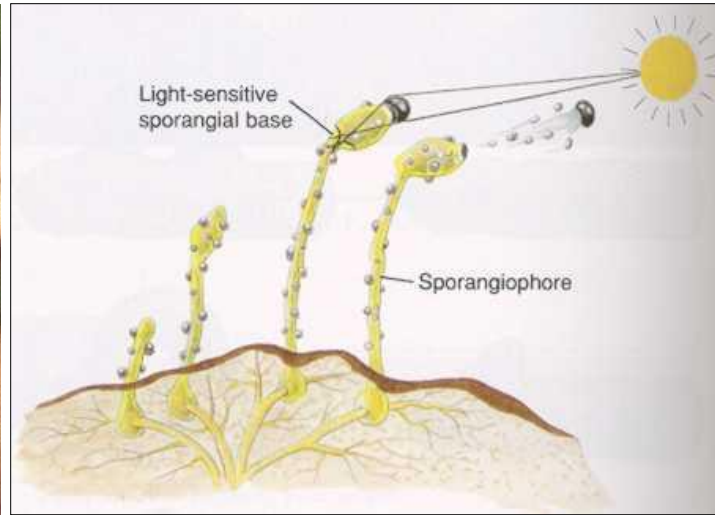
Zygospory různých rodů
řádu *Mucorales*



http://www.dipbot.unict.it/sistematica_es/Mucor.html



Mucor sp.,
zygospora se suspenzory



Vlevo: Houbáš,
Spinellus fusiger –
parazit na helmovce

Foto Mirek Junek,
<http://www.idsystem.cz/mushrooms/fotoframe.htm>

Vpravo: Měchomršť,
Pilobolus sp. – koprofilní
druh, natáčí a vystřeluje
sporangia ke světlu

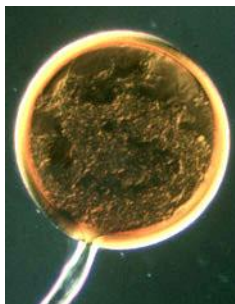
Zdroj: R. Moore, W. D. Clark, K. R. Stern &
D. Vodopich: Botany. - Wm. C. Brown Publ., 1995.

Oddělení: *GLOMEROMYCOTA*

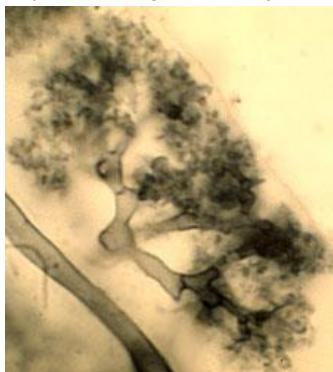
Třída: *GLOMEROMYCETES*

• recentně až na úrovni samostatného oddělení jsou hodnoceny houby z dřívějšího řádu *Glomerales*

arbusculus,
chlamydospora



<http://tolweb.org/Glomeromycota>

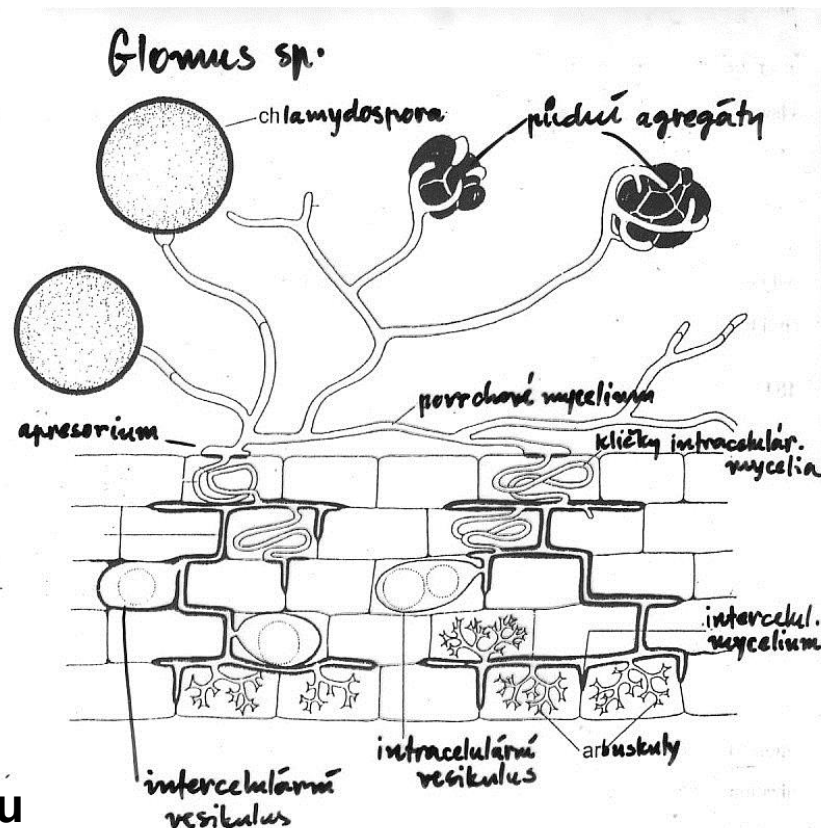


- vegetativní stélka je cenocytická, většinou se netvoří sporangia, ale chlamydospory
- tyto houby vytvářejí s velkým počtem druhů cévnatých rostlin

arbuskulární mykorhizu

(dříve vezikulo-arbuskulární

= VAM; má ji asi 80 % cévnatých rostlin): mycelium proniká do rostlinných buněk a vytváří tam větvené keříčkovité útvary - arbuskuly (někdy též zásobní měchýřky - vezikuly) => výměna látek pomáhá růstu a výživě hostitele (*Glomus* aj.)



Oddělení: ASCOMYCOTA – HOUBY VŘECKATÉ

- skupina sdružující houby, jejichž výtrusy vznikají ve (více či méně dokonale vyvinutém) **vřecku** (latinsky **ascus**, množné číslo **asci**)
- vřecko má povahu meiosporangia - zralé vřecko je diploidní buňka, ve které dochází k meiozi při vzniku spor (obvykle je jedinou diploidní buňkou v životním cyklu)
- spory se tvoří endogenně, obvykle v počtu 8 v jednom vřecku (po meioze ještě 1 mitóza, ale může jich být i jiný počet)
- u mnoha zástupců se vřeka a askospory za normálních podmínek vůbec netvoří a houba žije jen v imperfektním stadiu (anamorfa)
- vegetativní stélka - přehrádkované **mycelium** (u kvasinek i jednotlivé buňky, resp. jejich kolonie, příp. pučivé pseudomycelium); vegetativní mycelium je haploidní (výjimky opět u kvasinek)
 - přehrádky mají ve středu **jednoduchý pór** (výjimečně chybí)
- při pohlavním procesu dochází ke vzniku dikaryotických hyf, tvořících **plodnice (askomata)** => v plodnicích pak dochází ke karyogamii v koncových buňkách tzv. **askogenních hyf** – z nich vznikají vřeka
 - vegetativní dikaryotické mycelium se vyskytuje u *Taphrin*
- jedná se o nejpočetnější skupinu hub, zahrnující cca 60 % známých taxonů
- do tohoto pododdělení patří většina známých lichenizovaných hub a také většina známých imperfektních hub (žijících pouze jako anamorfy) přísluší sem

bazální skupiny vřeckatých hub (dříve označované názvy *Hemiascomycetes*, *Protoascomycetes* nebo *Endomycetes*)

=> v aktuálním pojetí pododdělení *Taphrinomycotina* a *Saccharomycotina*

- dost heterogenní "slepenec", ve kterém bylo sdružováno několik skupin relativně jednoduchých organismů, v některých systémech oddělovaných (někým jako celek, někým jen některé skupiny) mimo vřeckaté houby
- zástupci jsou hlavně půdní nebo epifytičtí/epizoičtí saprofyté (někteří žijí v trávicím traktu), někteří i parazité rostlin
- mycelium redukované (jednotlivé buňky, pučivé pseudomycelium) nebo vláknité
 - přehrádky vytvořeny nebo ne, celistvé nebo s pórem, buňky jedno- nebo vícejaderné
 - dikaryofáze vzniká pouze u čeledi *Taphrinaceae*
- buněčná stěna jednovrstevná, převažující složkou jsou glukany a manany, u kvasinek zjištěn i chitin, u *Protomycetaceae* celulóza
- nepohlavní rozmnožování: pučení, tvorba blastospor
- pohlavní rozmnožování: somatogamie (hologamie i hyfogamie), vzácně jiné typy (gametangiogamie, gametogamie)
- u této třídy se netvoří plodnice, vřecka nevznikají z askogenních buněk a nemají otevírací aparát

Pododdělení: ***TAPHRINOMYCOTINA***

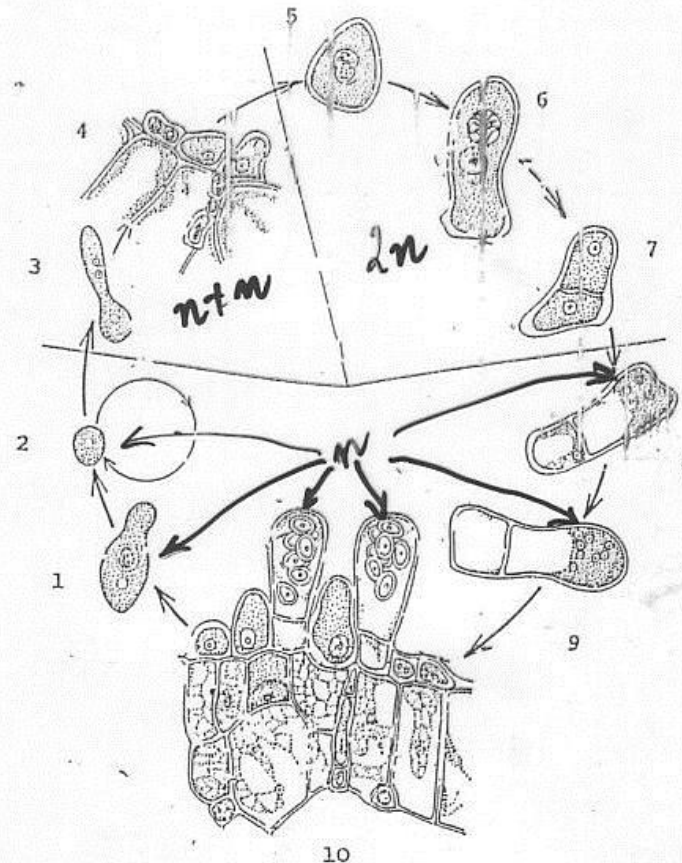
skupina spojená na základě molekul. analýz stojí na bázi vývoje vřeckatých hub

Třída: ***TAPHRINOMYCETES***

řád *Taphrinales*

taktéž parazité, liší se od jiných tříd tvorbou dikaryotického parazitického mycelia

haploidní fáze je saprofytická –
kvasinkovité buňky => kopulace
vypučivších blastospor nebo párování
jader v pseudomyceliu => dikaryotické
mycelium (parazitické, přehrádkované;
netvoří se gametangia ani askogenní hyfy),
vytváří na povrchu hostitele chlamydospory
=> v nich karyogamie => zygota =>
rozdělení ve dvě buňky => bazální
degeneruje, z terminální se vyvine vřecko
s dvojvrstevnou stěnou => spory
se uvolňují pod tlakem štěrbinou
=> zase pučí (mohou se takto
pomnožit už ve vřecku)



Obr. 40: Životní cyklus druhu *Taphrina deformans* (*Taphrinales*).

- | | |
|---|--|
| 1 – pučící askospora, | 7 – bazální pučka a základ vřeska, |
| 2 – tvorba blastospor, | 8 – vřecko po meiozi, |
| 3 – plazmogamie a vznik dikaryotického mycelia, | 9 – vřecko po následující mitóze, |
| 4 – chlamydy spory na pletivu hostitele, | 10 – zralá vřečka se sporami v pletivu hostitele |
| 5 – karyogamie, | (podle URBANA a KALINY). |
| 6 – mitotické dělení buňky, | |

Taphrina pruni
- bouchoře

(nedozrávající
a zpotvořené
plody slivoní)

/foto uprostřed/

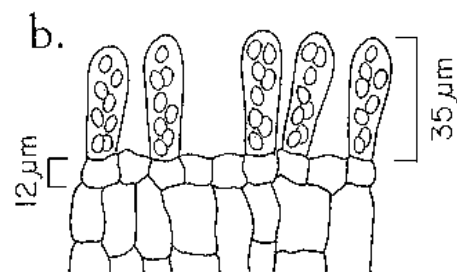
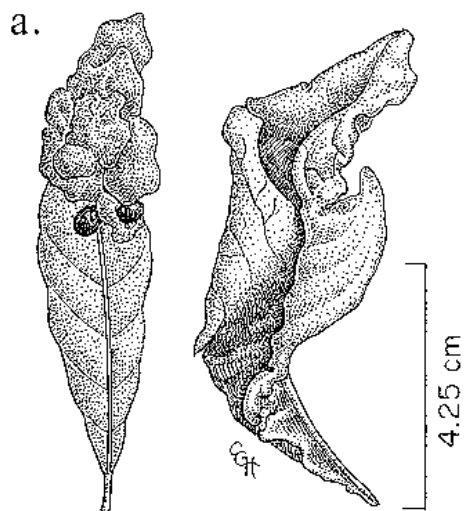
Taphrina cerasi,
Taphrina betulina

parazitují v pletí-
vech pupenů,

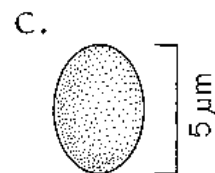
způsobují tvorbu

čarověníků (zmnožení větví)

/foto vlevo/



b. vřecka, c. spora



Vpravo: vřecka se sporami na povrchu listu



R. T. Hanlin: Illustrated Genera of Ascomycetes, vol. II, 1998.

T. deformans

způsobuje
kadeřavost
listů broskvoní
/foto vpravo/



<http://www.commanster.eu/commanster/Mushrooms/Asco/SpAsco/Taphrina.betulina.html>



<http://www.nature-diary.co.uk/2005-09-16c.htm>

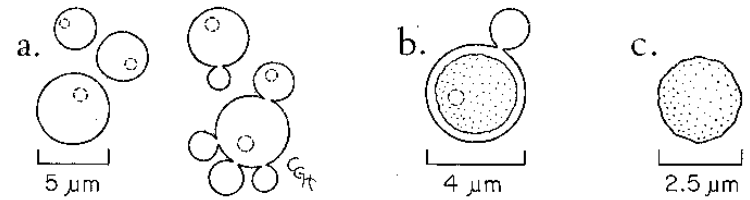


http://ocwus.us.es/produccion-vegetal/sanidad-vegetal/Sanidad_vegetal/Tema%2021_HTML/page_09.htm

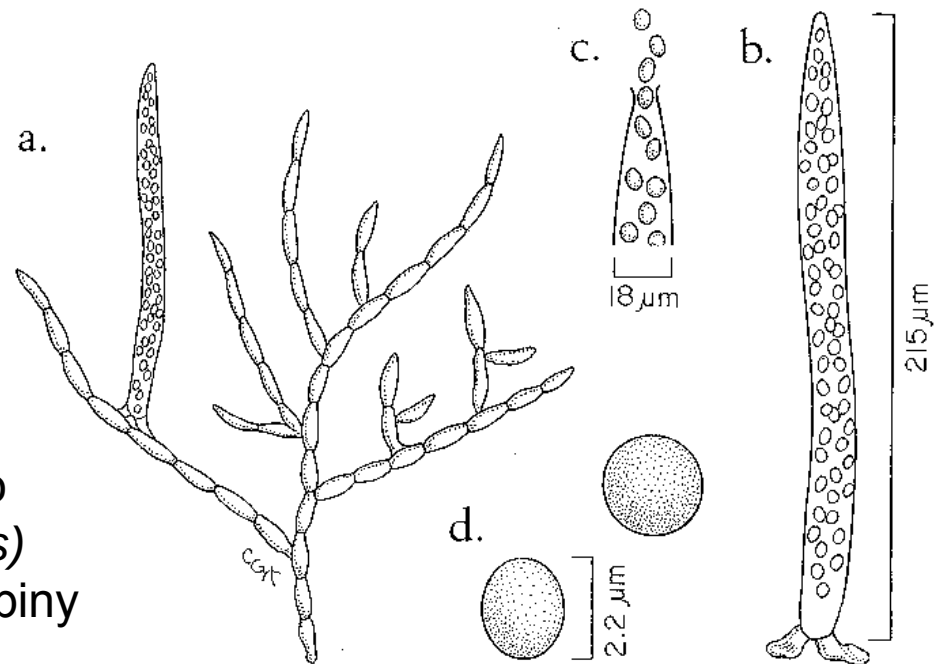
Pododdělení: **SACCHAROMYCOTINA**

Třída: **SACCHAROMYCETES - KVASINKY**

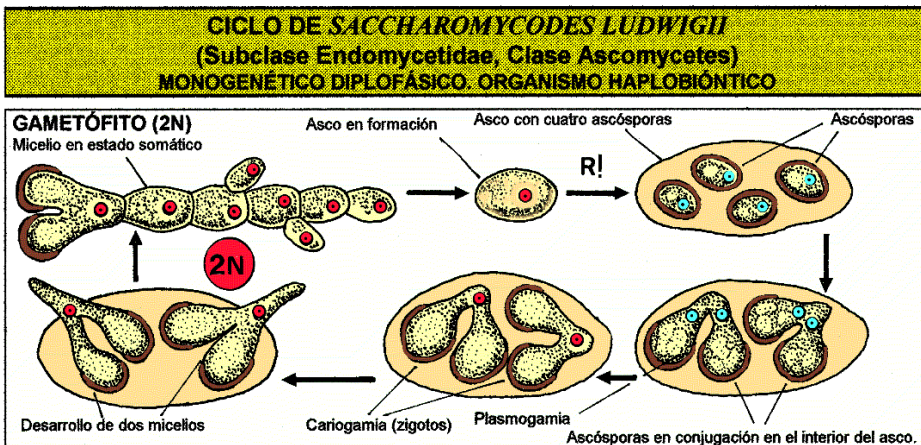
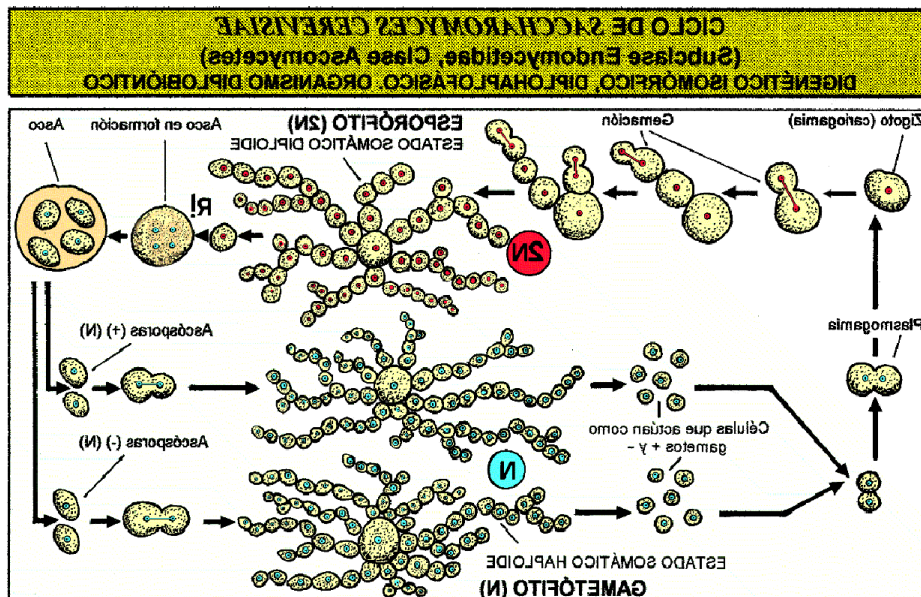
- samostatné buňky nebo pučivé pseudo-mycelium, převažuje nepohlavní rozmnožování (tvorba blastospor)
- převážně saprofyté, jejich fermentace cukrů (rozklad na etanol a CO₂) a syntéza různých organických látek jsou bohatě využívány v biotechnologii



Saccharomyces cerevisiae (kvasinka pivní) - výroba piva, droždí; haplo-diplobiotický cyklus, v kultuře pohromadě haploidní i diploidní buňky
Endomyces - tvorba arthrospor (mycelium se rozpadá na úseky)
Dipodascus - vláknité endofytické mycelium, zvláštností je kopulace gametangií; na podobnosti pohlavního procesu s *Endogonales* (Zygomycetes) byla založena teorie o vývinu této skupiny právě od předků spájivých hub



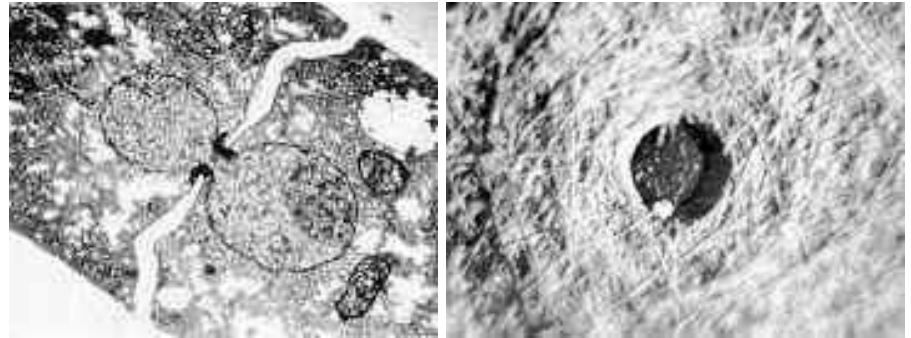
Obr. nahoře: *Debaryomyces hansenii*, a. veget. buňky, pučení, b. jednoduché vřecko, c. askospora;
dole: *Dipodascus albidus*, a. mycelium, b. a c. vřecka, d. askospory. Hanlin: Illustrated Genera of Ascomycetes, vol. II, 1998.



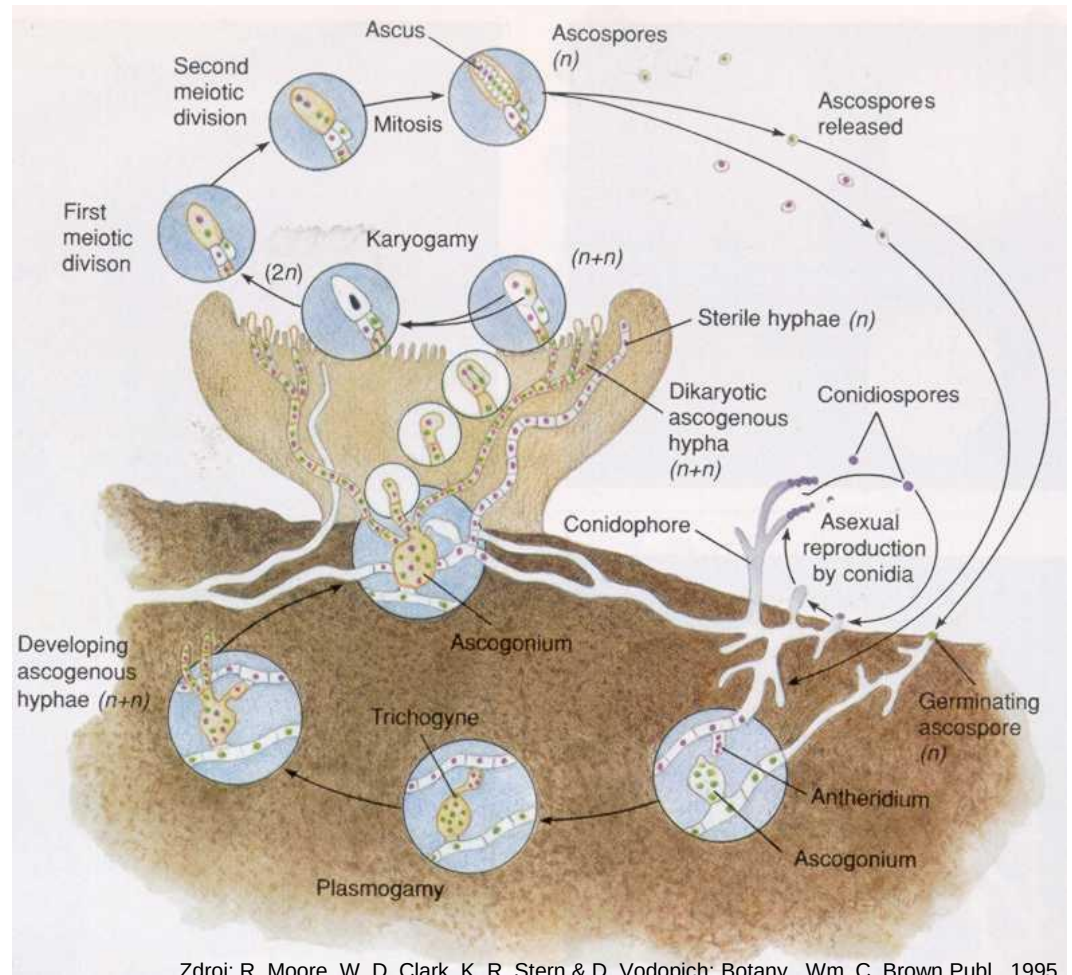
- pohlavní rozmnožování somatogamické (vzácněji kopulují gametangia nebo aplanogamety) => v zygotě je pouze 1 jádro (splývaly-li vícejaderné buňky, ostatní jádra degenerují) => vřečka vznikají přímo ze zygoty (holozygotní) nebo jako výrůstek ze zygoty (exozygotní druhy) nebo ze zygoty vyroste diploidní mycelium a na něm se vytvoří vřečka => spory se uvolní rozpadem vřečka nebo pórem na vrcholku
- životní cyklus u různých druhů haplobiotický, haplo-diplobiotický (převážně izomorfická rodozměna, viz *Saccharomyces*) nebo diplobiotický (*Saccharomycodes*)

Pododdělení: ***PEZIZOMYCOTINA (ASCOMYCOTINA)***

- "**pravé**" **vřeckaté** houby, u kterých dochází k tvorbě **plodnic** (askomat, askokarpů)
- přítomna pravá **dikaryotická fáze** - tu představují **askogenní hyfy**, na kterých se vytvářejí vřečka
- vegetativní stélku tvoří vláknité, větvené, přehrádkované **mycelium**; přehrádky vrůstají centripetálně, uprostřed zůstává jednoduchý pór (umožňuje přechod plazmy i jader) – póry uzavírají různá tělíska, jejichž vznik je spojen s Woroninovými tělísky (krystalické útvary v buňce poblíž pórů)
/na obr. vlevo průchod jádra pórem; vpravo pór z pohledu z nitra buňky, při spodním okraji Woroninovo tělísko/
Zdroj: <http://www.mycolog.com/CHAP4a.htm>
- buněčná stěna dvouvrstevná, základní složkou je chitin a β -1,3-polyglukan, příp. další látky
- nepohlavní **rozmnožování** dělením (vzácné), fragmentací stélky nebo **konidiami**
- pohlavní rozmnožování - základním typem je **gametangiogamie** (gametangia obvykle vícejaderná): samčí větev mycelia nese **anteridium**, samičí i několik obvykle kulovitých **askogonů**, z nichž vybíhají vláknité výrůstky – **trichogyny**



- Životní cyklus je haplo-dikaryotický s převažující haploidní fází: askospora klíčí v haploidní (monokaryotické) mycelium => na něm (resp. v základu plodnice u asko- lokulárních typů – viz později) se tvoří gametangia – na jednoduché samčí větvi anteridium, na větvené samičí (tzv. archikarpu) askogony => k trichogynu (jehož jádra degenerovala) se přiblíží anteridium => splynutí obsahů buněk – plazmogamie => v oplozeném askogonu párování jader => vyrůstají dikaryotické hyfy – askogenní hyfy, tvořící plodnice => koncové buňky askogenních hyf ve výtrusorodé vrstvě se stávají mateřskými buňkami vřecek (askogenními b.) => v nich karyogamie => meioza => obvykle ještě jedna mitóza (nebo ne anebo více) => výsledkem je zralé vřecko se (4-)8(-více) askosporami

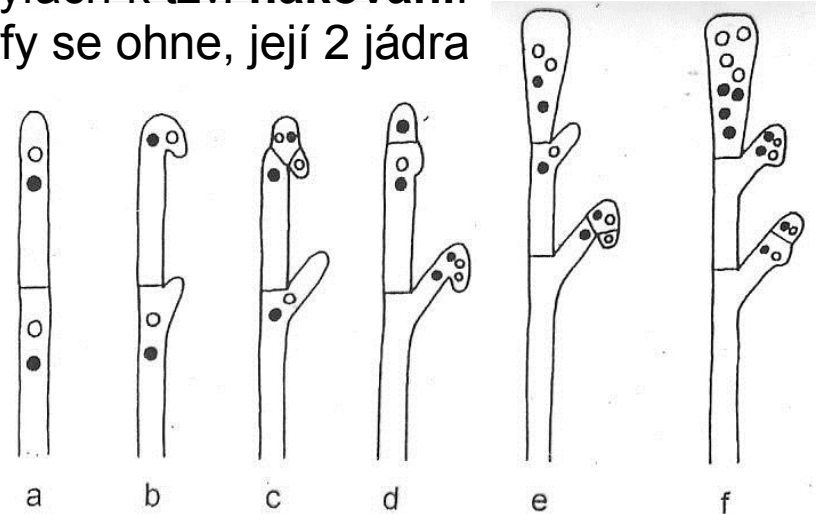


Zdroj: R. Moore, W. D. Clark, K. R. Stern & D. Vodopich: Botany. Wm. C. Brown Publ., 1995.

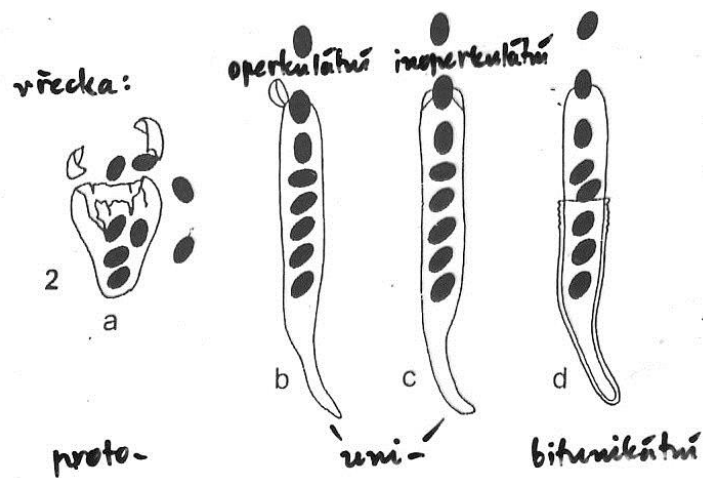
- modifikace pohlavního procesu:
 - gameto-gametangiogamie (= spermatizace): namísto anteridií oplodňují askogon aplanogamety - spermacie, vznikající na spermacioforech nebo v ložiscích - permogoniích (funkci spermacií mohou převzít i konidie, sloužící jinak k nepohlavnímu rozmnožování)
 - somato-gametangiogamie: askogon oplodněn přímo jádrem ze somatické hyfy, anteridia se netvoří
 - somatogamie: splynutí dvou somatických hyf => póry v přehrádkách se přesunou jádra do tvořícího se základu askogonu
 - autogamie (vzácná): párování jader uvnitř mnohojaderného askogonu

• **vřecko** je meiosporangium, v jeho vývoji jediná diploidní buňka v životním cyklu vřecko je obvykle protáhlé nebo elipsoidní až kulovité, je vždy jednobuněčné

– při jeho tvorbě dochází na askogenních hyfách k tzv. **hákování**: terminální buňka dikaryotické askogenní hyfy se ohne, její 2 jádra se rozdělí => přehrádky oddělí střed buňky se 2 různými jádry od 1-jaderných "zbytků" => středový úsek se stává terminální buňkou => vřeckem, v něm karyogamie => meioza; "zbytky" splynou zase v dikaryotickou (nyní subterminální) buňku (=> ta se může znovu hákovat => pak vzniká svazek vřecek)



– důležitou charakteristikou je struktura stěn vřecka – dle ní rozlišujeme vřecka



- **pro(to)tunikátní** s jednovrstevnou stěnou bez otevíracího aparátu, spory se pasivně uvolňují po rozpadu nebo zeslizovatění stěny vřecka

- **unitunikátní** s dvouvrstevnou stěnou členěnou na exoascus a endoascus – obě vrstvy tenké a spojené, otevírají se současně pórem či štěrbinou (vřecka **inoperkulátní**) nebo víčkem (**operkulátní**)

- **bitunikátní** se stěnou vícevrstevnou rozdělenou na dvě funkčně rozdílné vrstvy => zde exoascus praská, endoascus vyhřezne a prodlouží se a teprve ten se později otevírá (vždy inoperkulátní); z uni- a bitunikátních vřecek jsou spory vymršťovány turgorem buněk

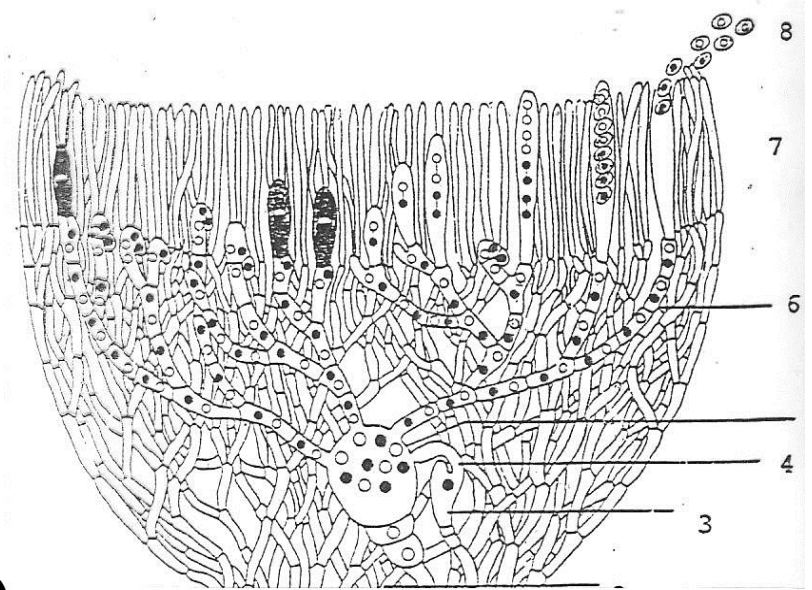
• **spory** vznikají obvykle po 8 ve vřecku najednou (simultánní dělení), vzácněji postupně (sukcesivně)

– výjimky: namísto 8 jednojaderných mohou vzniknout 4 dvoujaderné, případně více dělení jader ve sporách => oddělení přehrádkami => vícebuněčné spory - dvoubuněčné didymospory, vícebuněčné fragmospory (buňky v jedné řadě) a diktyospory (dělení ve více směrech => zdřovité uspořádání)

– jednobuněčné spory nazýváme amerospory; popsané názvy jsou používány i pro konidie

- **plodnice (askokarpy, askomata)**

jsou tvořeny jednak pletivý z haploidních (monokaryotických) hyf, tvořícími sterilní část plodnice, a jednak hyfami dikaryotickými, vzniklými na základě pohl. procesu – stěna plodnice (**peridie**) obklopuje tzv. **centrum** (obojí tvořeno z haploidních hyf), kde dochází k vytváření vřecek (na dikaryotických askogenních hyfách) vřečka pak u odvozenějších typů vystylají výtrusorodou vrstvu - **thecium (hymenium)**



členění typů plodnic podle ontogenetického vývoje:

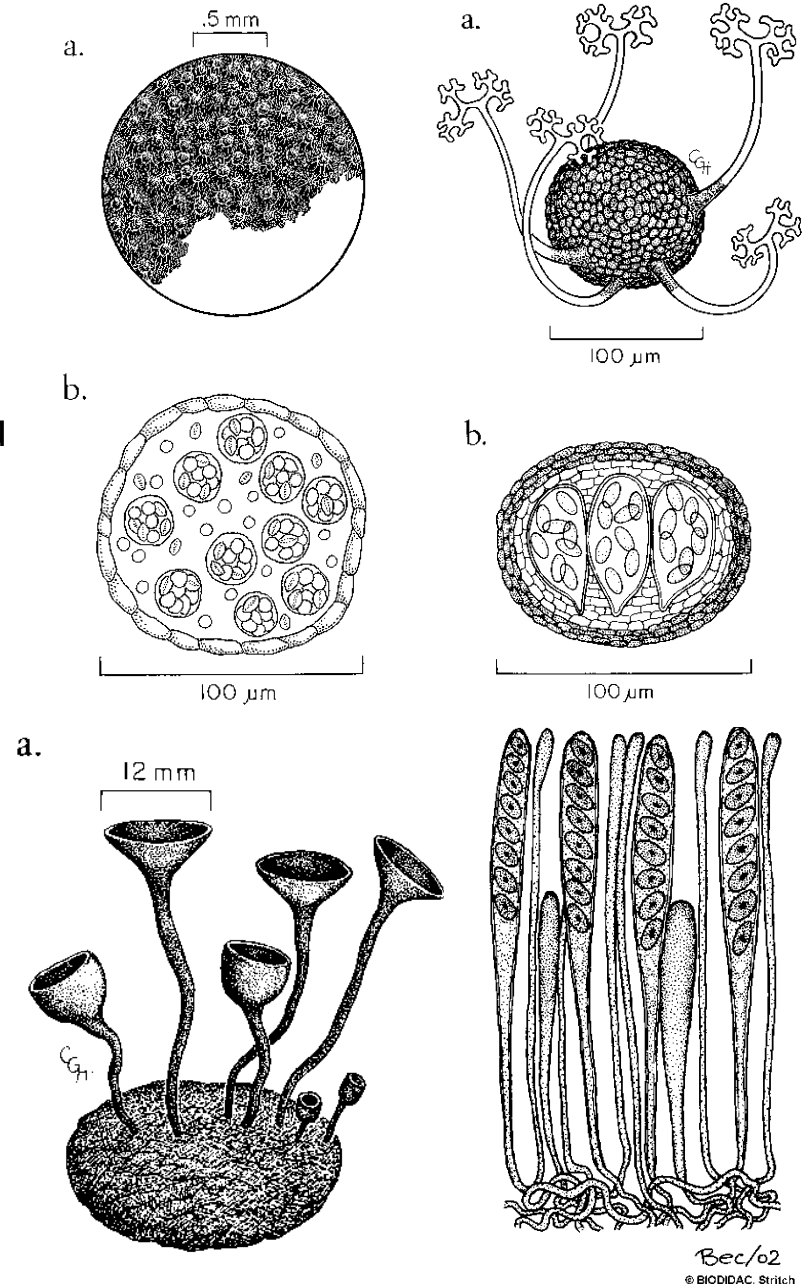
- typ **askohymeniální**: nejprve dojde k pohlavnímu procesu, poté se v tom místě vytváří plodnice souběžně s růstem askogenních hyf => vřečka (obvykle unitunikátní) se tvoří na povrchu plodnice nebo v primárních dutinách (vzniklých při vývoji plodnice)
- typ **askolokulární**: primárně se vytvoří pseudoparenchymatický útvar (askostroma - základ plodnice), ve kterém teprve dojde k vytvoření gametangií a k pohlavnímu procesu => následně teprve vznikají lyzigenně tzv. sekundární dutiny, do nichž prorůstají již vytvořeným pletivem askogenní hyfy a v nichž se tvoří vřečka (obvykle bitunikátní)

členění plodnic podle morfologie
(základní askohymeniální typy):

- **kleistothecium** je uzavřená plodnice s vytvořenou stěnou, otvírá se rozpadem; vřečka nejsou nijak uspořádána
- **apothecium** je primárně miskovitá plodnice (odvozeně pak různých tvarů); vřečka jsou uspořádána v theciu na povrchu plodnice, parafýzy vytvořeny (někdy přesahují v tzv. epithecium); vrstva hyf pod theciem tvoří tzv. hypothecium, sterilní okraj apothecia (tvořen haploidními hyfami) je nazýván excipulum; vřečka dozrávají současně, spory jsou též vystřelovány (stimulem bývá vnější podnět, např. světlo)

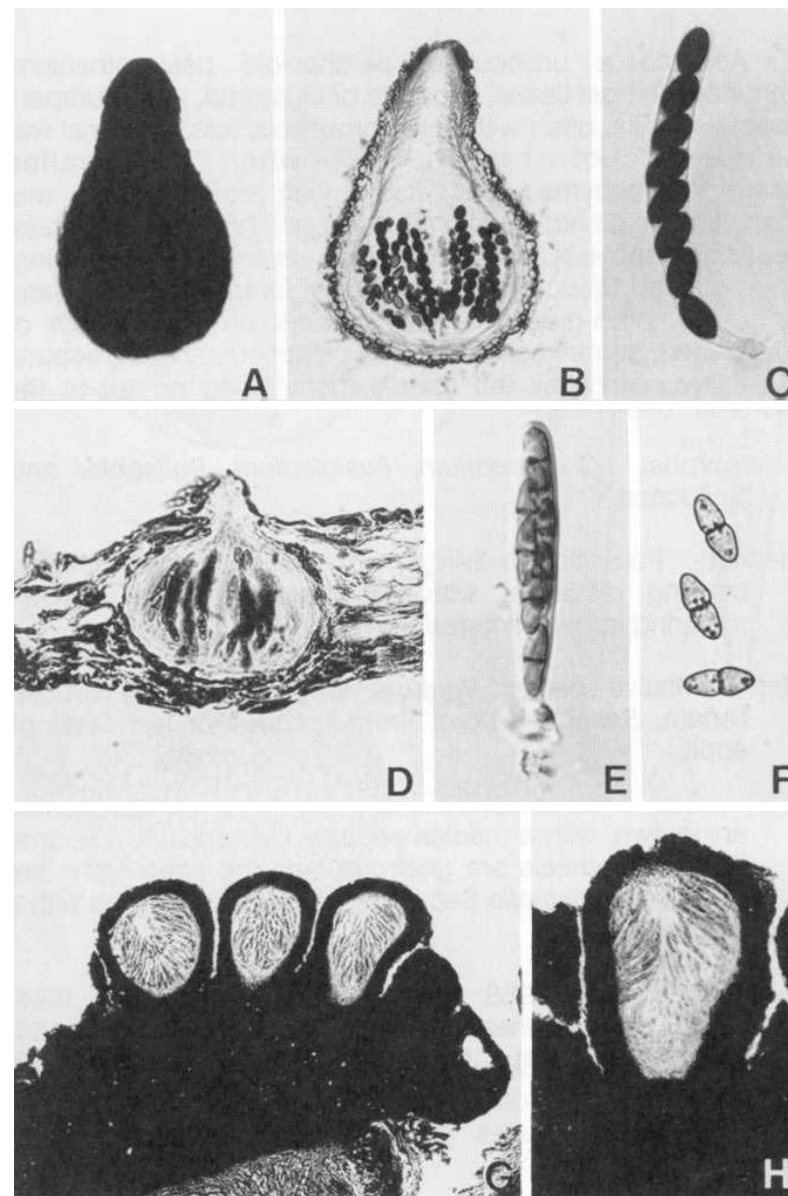
Nahoře vlevo kleistothecia *Eurotium amstelodami*,
vpravo plodnice padlí *Microsphaera penicillata*
(označované různými autory jako kleistothecia
nebo erysiphální perithecia);
dole vlevo apothecia *Monilinia fructicola* (vyrůstající
ze sklerocia), vpravo vřečka a parafýzy v theciu

Zdroj obrázků ozn. a nebo b: Hanlin, Illustrated Genera of Ascomycetes, vol. I a II., 1990 a 1998.
Obr. vpravo dole: kresba Rebecca Stritch,
http://biodidac.bio.uottawa.ca/thumbnails/filedet.htm?File_name=Asco012b&File_type=gif



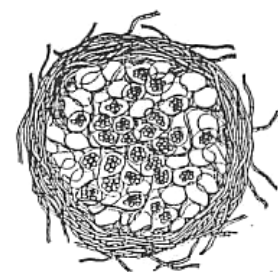
- **perithecium** je kulovitá nebo protáhlá plodnice (často bývají zanořeny ve sterilní hmotě stromatu), vřecka jsou uspořádána uvnitř v theciu (dozrávají postupně), mezi nimi se tvoří sterilní hyfová zakončení - parafýzy; spory jsou vystřelovány z vřecek a vycházejí ven ústím (ostiolem) vystlaným perifýzami (parafýzy a perifýzy se tvoří z haploidních hyf)
- kromě těchto základních typů rozlišujeme protothecium (jen spleť hyf obklopujících vřecka), tuberothecium (jak je někdy odlišováno druhotně uzavřené apoth.) nebo myriothecium (polštářovitá plodnice se sestavou dutin, v každé 1 vřecko)
- askolokulární houby mají pseudoapothecia, pseudoperithecia (morfologicky podobná, ale s askolokul. vývojem), thyriothechia (síťovité pseudoperith.) nebo hysterothecia (štěrbínovitá pseudoapoth.)

ABC: volné perithecium *Sordaria fimicola*, DEF: pseudoperithecium *Venturia liriodendri*, GH: lokuli ve stromatu *Apiosporina morbosa*.

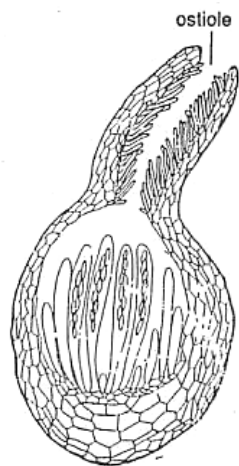


pro zopakování ...

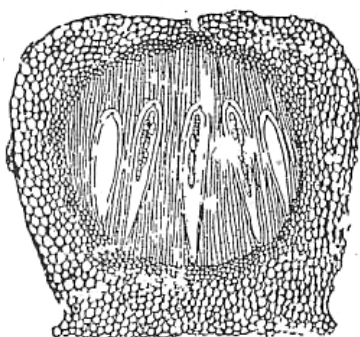
Semple & Kendrick, 1992



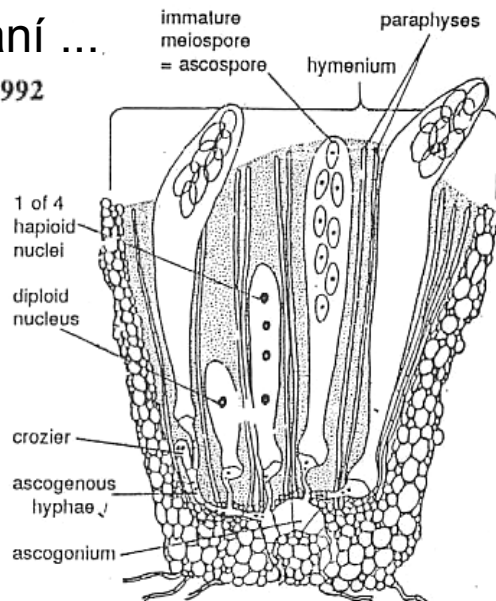
4.5 Cleistothecial ascoma.



4.4 Perithecial ascoma.



4.6 Pseudothecial ascoma.



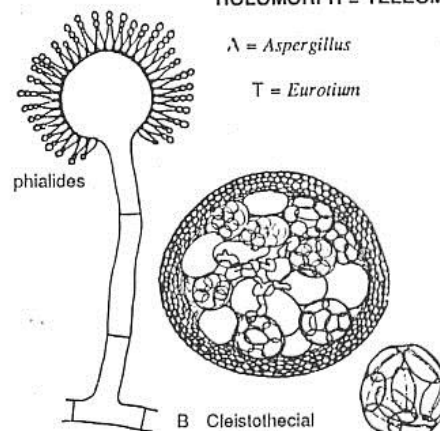
4.3 Apothecial ascoma.

T6-

HOLOMORPH = TELEOMORPH (T) + ANAMORPH (A)

A = *Aspergillus*

T = *Eurotium*

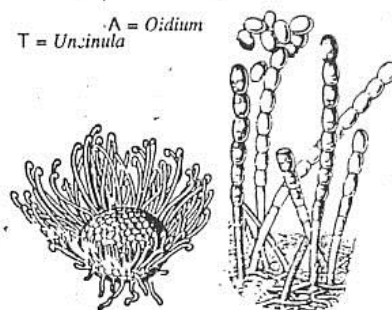


A Conidiophore

4.7 Eurotialean holomorph.

A = *Oidium*

T = *Uncinula*



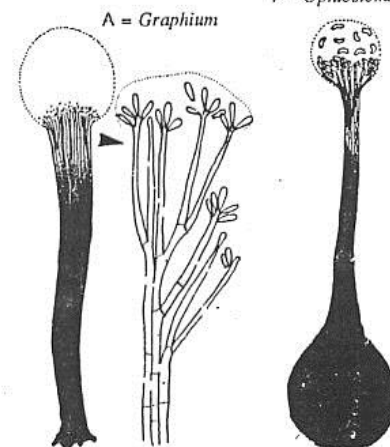
A Ascoma

B Conidiophores

4.9 Erysiphalean holomorph.

Evolutionary Survey of Fungi, Algae and Plants

T = *Ophiostoma*



A Synnema

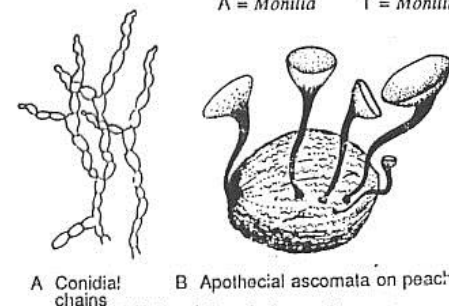
B Detail of Head

C Ascoma

4.8 Ophiostomatalean holomorph.

A = *Monilia*

T = *Monilinia*



A Conidial chains

B Apothecial ascomata on peach

4.10 Leotialean holomorph.

nemnoho zástupců (10–12 %) se vyskytuje v pleomorfické holomorfě (vytváří teleo- i anamorf, tzv. pleomorfický životní cyklus); většina jich je známa v meiotické holomorfě (netvoří anamorf) anebo v mitotické holomorfě (netvoří teleomorf)

výskyt, ekologie:

- saprofyté, fakultativní i obligátní parazité rostlin i živočichů (patogenní druhy)
- symbiotické vztahy – lichenismus (mykobionti většiny lišejníků jsou právě *Pezizomycotina*), mykorhiza
- zastoupeny ve všech možných biotopech vodních i suchozemských
- využití některých druhů jako jedlé houby, ale zejména pak průmyslově v potravinářství a farmacii (zejména různé druhy anamorfního rodu *Penicillium*)

systém:

původní členění morfologické, podle typu plodnic (dnes používané již pouze pro souhrnné označení skupin se shodným typem plodnice): *Plectomycetes* (*Plectomycetidae*) - kleistotheciální typy; *Pyrenomycetes* (-idae) - peritheciální typy (včetně příbuzných typů, i pseudoperith.), "tvrdohouby"; *Discomycetes* (-idae) - apotheciální typy (včetně příbuzných typů, i pseudoapoth.), "terčoplodé" fylogeneticky věrnější je systém členící vřeckaté houby podle vývoje plodnice - primitivní *Protoascomycetidae*, askohymeniální *Ascohymenomycetidae* a askolokulární *Ascoloculomycetidae*

i tento systém je však v aktuálním pojetí opuštěn jakožto neodpovídající fylogenezi a pododdělení *Pezizomycotina* je členěno na více menších tříd

Třída: *EUROTIOMYCETES*

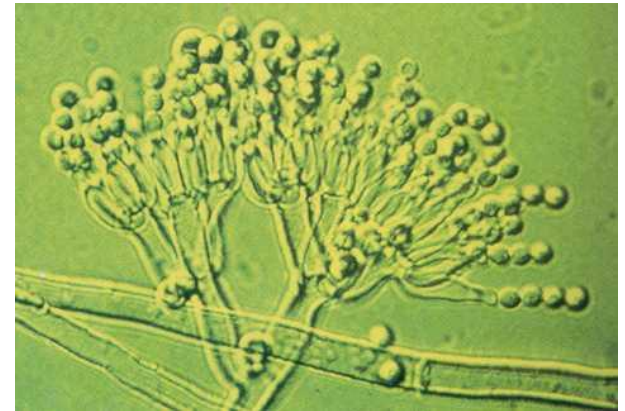
podtřída *Eurotiomycetidae*

tvoří protothecia nebo primitivní kleistothecia s prototunikátními vřecky zhruba odpovídá dřívější podtřídě *Protoascomycetidae*

řád *Eurotiales* (tzv. „nepravé plísně“) – bohatý řád mikroskopických hub, v jehož rámci převažuje zastoupení anamorf (u mnohých zástupců se v jejich životě ani teleomorfa nevyskytuje) => díky mohutné produkci konidií jsou rozšířeny prakticky všude

- vzácné pohlavní rozmnožování – červovitý askogon, kolem kterého se ovíjí anteridia => z buněk nesoucích askogon vyrůstají hyfy, které vytvoří stěnu kolem anteridií a dají základ plodnici typu protothecia nebo kleistothecia – dochází i k somatogamii
- zástupci jsou saprofyté, řídčeji parazité rostlin i živočichů, řada z nich produkuje mykotoxiny
- značný hospodářský význam zejména v potravinářském, farmaceutickém a chemickém průmyslu, ale i značné škody („plesnivění“)

Penicillium (štětičkovec) - anamorfní rod, druhy vytvářející štětičkovité konidiofory; využívány k produkci antibiotik (*P. notatum*, *P. griseofulvum*), zrání sýrů (*P. roqueforti*, *P. camemberti*), i druhy způsobující běžné plesnivění ovoce (*P. italicum*)



Zdroj:
Moore
et al.:
Botany,
1995.

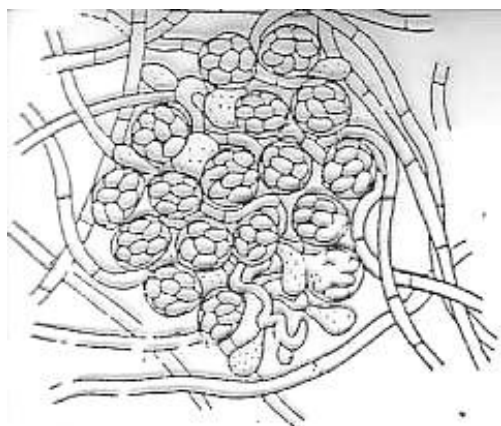


Zdroj: R. Moore, W. D. Clark, K. R. Stern & D. Vodopich: Botany. Wm. C. Brown Publ., 1995.

Aspergillus (kropidlák) - též anamorfní rod, druhy s konidiofory na konci měchýřkovitě rozšířenými; patogenní druhy (způsobující těžká onemocnění, např. *A. fumigatus*), produkce aflatoxinů (*A. flavus*), i druhy využívané k fermentaci nebo produkci organických kyselin (*A. niger*)

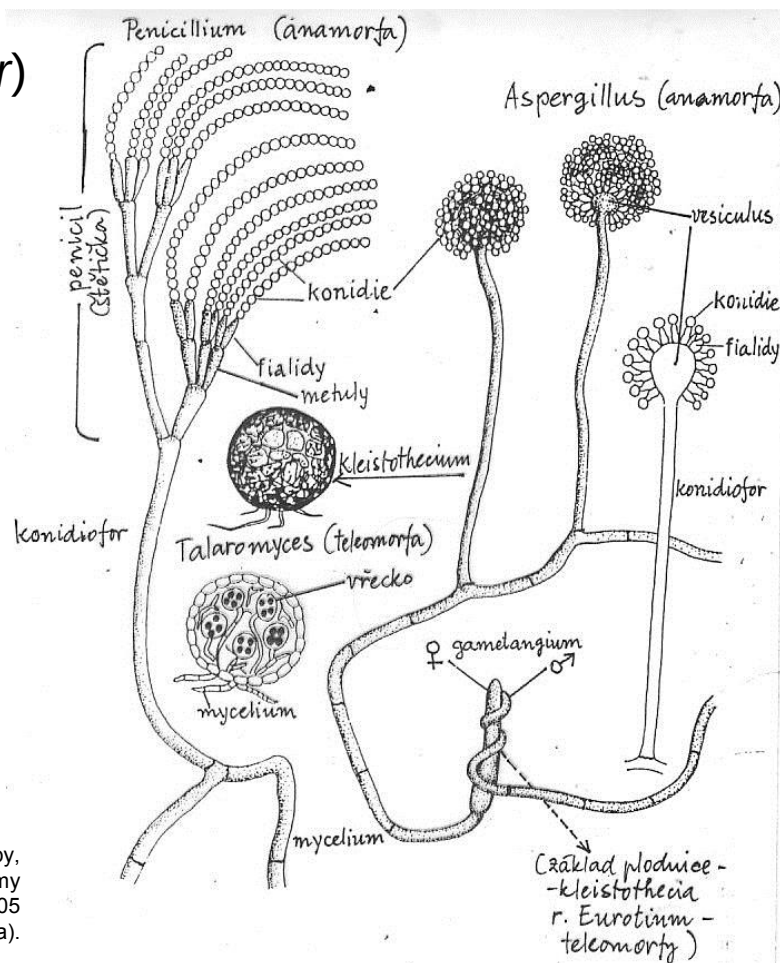
jejich teleomorfy (pro *Penicillium* v rodech *Talaromyces*, *Eupenicillium*, pro *Aspergillus* v rodech *Eurotium* a dalších) tvoří mikroskopická kleistothecia a uvnitř nich volně uložená prototunikátní vřecka;

jiné rody (*Byssochlamys*) tvoří jen plodnice typu protothecium - shluky hyf kolem vřecek



Vlevo: Protothecium *Byssochlamys nivea*

Zdroj: Kalina et Váňa: Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii, Karolinum, Praha, 2005 (podle Müllera a Loefflera).



Třída: *PEZIZOMYCETES*

tzv. operkulární diskomycety – tvoří plodnice typu apothecií (příp. tuberothecií, viz níže) s unitunikátními operkulárními vřečky

- třída obsahuje jediný **řád *Pezizales*** tvořící často pestře zbarvená apothecia, jejichž vřečka se otvírají víčkem
- u většiny druhů známa pouze teleomorfa
- mycelium je podzemní, někdy se tvoří sklerocia (nikdy stromata)
- gametogametangiogamie (spermatizace) – askogon oplodněn spermacií, netvoří se anteridium
- vřečka unitunikátní, operkulární, výjimka (praskají štěrbinou) u koprofilního rodu *Ascobolus* (hovník), spory aktivně vymršťovány (až několik centimetrů)
- plodnice miskovité, kalichovité, přisedlé i stopkaté, u odvozených typů kuželovité nebo čepcovité se zprohýbaným povrchem a sterilním "třeněm"; gymnokarpní (od počátku otevřené) nebo hemiangiokarpní (zpočátku uzavřené, posléze se otevírající)

saprofyté na půdě nebo organických zbytcích, příp. spáleništích (*Pyronema* - ohnivka)
červeně zbarvené miskovité plodnice mají *Aleuria* (mísenka), *Sarcoscypha* (ohnivec), *Scutellinia* (kosmatka)

Mísenka oranžová (*Aleuria aurantia*)

Zdroj: L. Hagara, V. Antonín, J. Baier: Houby, Aventinum, Praha, 1999.



saprofyté na půdě nebo organických zbytcích,
příp. spáleništích (*Pyronema* - ohnivka)
červeně zbarvené miskovité plodnice mají *Aleuria*
(mísenka), *Sarcoscypha* (ohnivec), *Scutellinia*
(kosmatka)
hnědé miskovité plodnice – *Peziza* (řasnatka),
Discina (destice), protáhle stopkaté - *Otidea*
(ouško)
poduškovité plodnice na půdě – *Rhizina* (kořenitka)
ve stipitátních rodech (plodnice se "třeněm")
najdeme dobré jedlé houby – *Morchella* (smrž),
Verpa (kačenka), *Helvella* (chřapáč), i prudce
jedovaté – *Gyromitra* (ucháč)



Třída: **LEOTIOMYCETES**

Foto Jaroslav Rod, <http://botany.upol.cz/atlas/system/gallery.php?entry=Microsphaera%20alphitoides>

v aktuálním pojetí jediná **podtřída** *Leotiomycetidae* zahrnuje houby rozdílného vzhledu i ekologie – saprofyty i parazity rostlin, drobné i s makroskopickými apothecii několik řádů, sdružených na základě molekulárních analýz

tyto houby mají unitunikátní vřecka, plodnicemi jsou erysifální perithecia (dle jiných autorů typ kleistothecií), apothecia nebo hysterothecia

řád *Erysiphales* (padlí) – obligátní parazité cévnatých rostlin, jejich porosty tvoří jakoby "pomoučení" vytvářejí na povrchu pletiv hostitele (extramatrikálně) přehrádkované mycelium, pronikající haustorii do buněk epidermis (mycelium některých druhů proniká i intramatrikálně)

- nepohlavní rozmnožování – tvorba oidií (arthrokonidie, rozpadá se myceliální vlákno), anamorfy v rodu *Oidium*
- pohlavní rozmnožování na povrchu hostitele, askogon (bez trichogynu) oplodněn anteridiem



Shora padlí dubové (*Microsphaera alphitoides*), askomata s vřecky *Erysiphe* sp. a oidie *Podosphaera xanthii*

- askomata jsou drobná kulovitá kleistothecia (některými autory považována za primitivní perithecia) s větvenými přívěsky (rodově charakteristické)
- plodnice se otvírají štěrbinou pod tlakem zralých vřecek, i ta praskají štěrbinou na povrchu (ve ztenč. prstenci pod vrcholem)
- vřecka jsou unitunikátní, spory aktivně vymršťovány

Uncinula necator

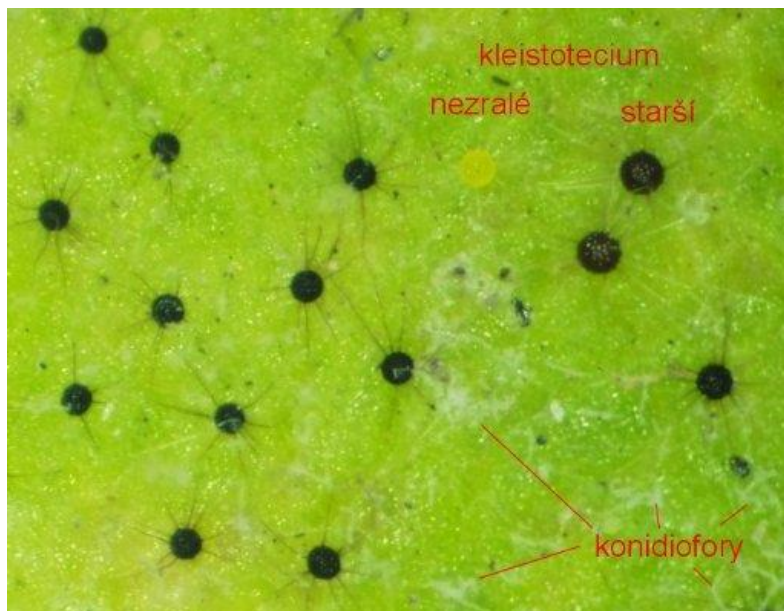
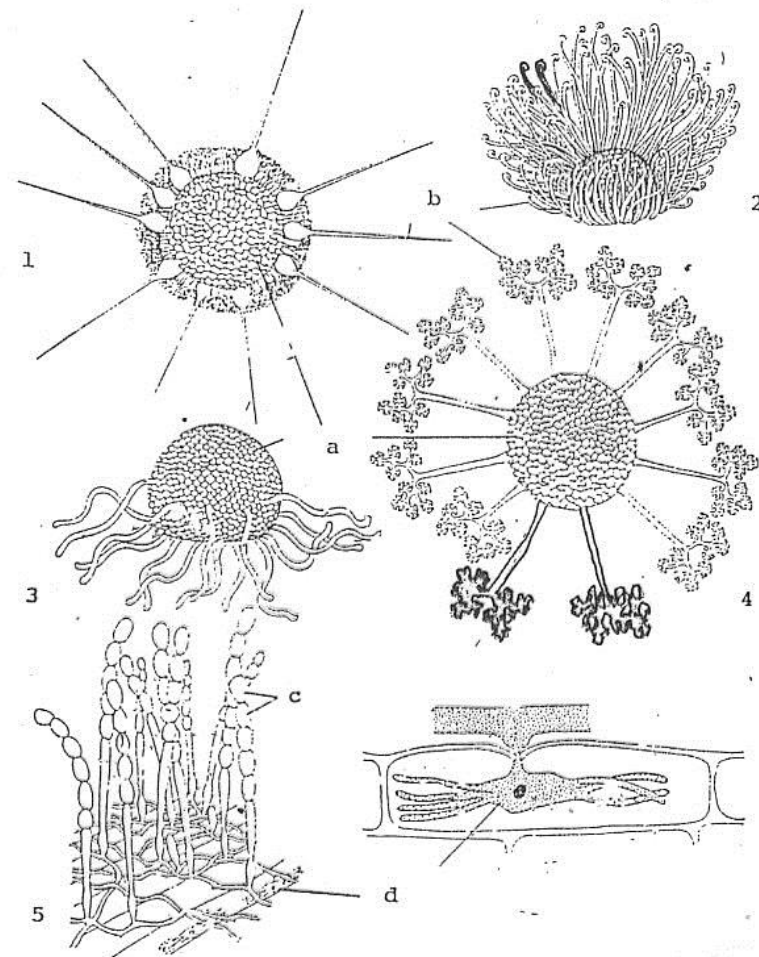


Foto Michaela Sediářová, <http://botany.upol.cz/atlasysystem/gallery.php?entry=Uncinula%20necator>



Obr. 53: Askomata a mycelium zástupců řádu Erysiphales.

- 1 – Phyllactinia,
- 2 – Uncinula,
- 3 – Erysiphe,
- 4 – Microspora,
- 5 – anamorfa z rodu Oidium.

- a – askomata
- b – přívěsky,
- c – konidio,
- d – větvené haustorium v buňce hostitele (podle KENDRICKA).

- některé druhy významné jako fytopatogenní – *Sphaerotheca mors-uvae* (padlí angreštové), *Erysiphe graminis* (p. travní), *Uncinula necator* (p. révové) a další

řád *Helotiales* – inoperkulátní diskomycety

- časté nepohlavní rozmnožování, tvorba blastokonidií
 - askogony oplodňovány spermaciemi, anteridia se netvoří
 - apothecia přisedlá nebo stopkatá, velikosti několik milimetrů až centimetrů, vznikají někdy na sterilních útvarech – sklerociích nebo stromatech
 - vřecka unitunikátní, inoperkulátní, otevírají se pórem, spory jsou jedno- nebo vícebuněčné
 - zástupci sparofytičtí i parazitičtí
- *Mitrula* (čapulka) - žlutá kyjovitá apothecia na organických zbytcích ve vodě nebo vlhku, *Helotium* (voskovička) - drobné terčovitě plodnice na dřevě, *Chlorociboria* (zelenitka) způsobuje zelenání dřeva, *Lachnellula* (brvenka) - plodnice na nádorech modřínů

Další podobné druhy:

vlevo vodnička potoční (*Hymenoscyphus clavus*), vpravo patyčka rosolovitá (*Leotia lubrica*)

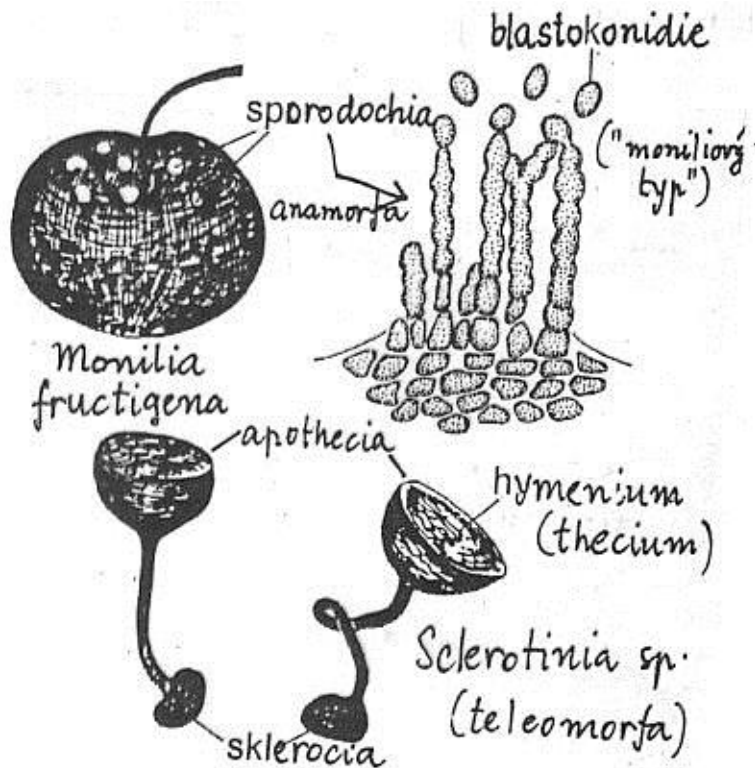
Zdroj: Hagara et al.: Houby, 1999.



- do řádu *Helotiales* patří i řada hospodářsky významných parazitů - *Botryotinia* (anamorfa *Botrytis*) na plodech rostlin, *Drepanopeziza* na rybízu, *Pseudopeziza* na jeteli (tvorba stromat => usychání listů)
- *Sclerotinia* (hlízenka) tvoří sklerocia a stromata na podzemních orgánech bylin, *Monilinia* (anamorfa *Monilia*) napadá větve a plody => plod prorostlý myceliem se stává pseudosklerociem

Mumifikované jablko se sporodochii *Monilia fructigena*

<http://www.biology.ed.ac.uk/research/groups/jdeacon/microbes/applerot.htm>



Třída: *LECANOROMYCETES*

obsahuje několik řádů lichenizovaných hub, zde je zmíněn nejvýznamnější *Lecanorales* v širším pojetí

(pro účely redukované přednášky jsou sem vřazeny též zástupci dalších řádů lichenizovaných vřeckatých hub)

řád *Lecanorales* – početný řád (přes 5800 druhů) lichenizovaných hub (zahrnuje asi polovinu druhů lišejníků)

- různé typy stélek i fotobionti, plodnice apothecia s askohymeniálním vývojem, gymnokarpní (vzácněji hemiangiokarpní), parafýzy někdy vytvářejí epithecium

vřečka tlustostěnná, tzv. lekanorový typ (něco mezi uni- a bitunikátními vřečky – otevírání vřečka je dvoustupňové, ale nedojde k vyhrěznutí vnitřní vrstvy mimo vnější)

- spor je ve vřečku 2-8 (i víc), jsou jedno- i vícebuněčné

– *Collema* (huspeník) – slizovitá homeomerická stélka, promísena vlákna houby a buňky fotobionta (*Nostoc*)



Huspeník *Collema coccophorum*

<http://www.lichen.com/bigpix/Ccoccophorum.html>

- běžné rody s lupenitou stélkou: *Parmelia*, *Hypogymnia* (česky oboje terčovka), *Phycia* (terčovník), *Xanthoria* (terčník), *Peltigera* (hávnatka), *Lobaria* (důlkatec), *Umbilicaria* (pupkovka) – přirostlá k substrátu jen v jednom místě
- stélku lupenitě-keříčkovitou mají *Cetraria* (pukléřka), *Pseudevernia*, *Evernia* (větvičník)

Terčovka bublinatá (*Hypogymnia physodes*)

Foto Jiří Bohdal, <http://www.naturephoto-cz.eu/hypogymnia-physodes-picture-1610.html>

Větvičník otrubičný
(*Pseudevernia furfuracea*)

Foto Stephen Sharnoff, http://www.sharnoffphotos.com/lichensF/pseudevernia_furfuracea.html

Vpravo dole:

Hávnatka psí (*Peltigera canina*)

<http://www.mezistromy.cz/cz/fotogalerie/byliny>

Terčník zední (*Xanthoria parietina*)

<http://www.fotoaparar.cz/index.php?r=25&rp=464151&gal=photo>





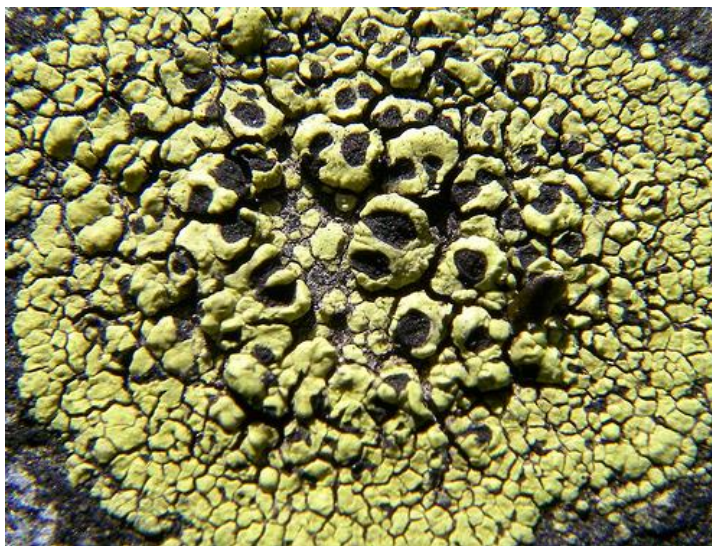
- *Cladonia* (dutohlávka) – druhy s lupenitým základem stélky a vzhůru trčícími podecií, nesoucími apothecia
- čistě keříčkovité jsou druhy rodů *Usnea* (provazovka), *Alectoria* (vousatec) – oboje epifyté, stélky visí z větví
- k substrátu zcela přirostlé korovité lišejníky – *Rhizocarpon* (mapovník), *Lecidea* (šálečka)

Vlevo nahoře: Dutohlávka *Cladonia diversa*

Foto Carl Farmer, <http://www.nature-diary.co.uk/2007-05-26.htm>

Vlevo dole: Provazovka *Usnea florida*

Foto J. R. Crellin, <http://www.floralimages.co.uk/pusneafiori.htm>



Mapovník
Rhizocarpon sp.

<http://www.flickr.com/photos/laajala/485461821/>

Třída: *SORDARIOMYCETES*

obsahuje tvrdohouby (*Pyrenomyces* v dřívějším pojetí, vytvářejí perithecia) s askohymeniálním vývojem a unitunikátními vřečky (výjimkou jsou zřejmě nejpůvodnější řády *Microascales* a *Ophiostomatales*)

podtřída *Hypocreomycetidae*

řád *Hypocreales* – plodnicemi jsou perithecia,

u mnoha rodů zanořena do sterilní hmoty stromat

- u rodů, kde se stromata nevytvářejí, může perithecium obklopovat spleť hyf; kromě stromat též tvorba sklerocií (též sterilní útvary, které ovšem neobsahují perithecia; mohou být kromě houbových pletiv tvořeny i pletivy napadené rostliny)
- podstata vývoje plodnice je askohymeniální, vřečka unitunikátní, inoperkulátní, spory dvou- až vícebuněčné
- převažuje nepohl. rozmnožování, tvorba blastokonidií, často ve sporodochiích
- řád zahrnuje saprofyty nebo fakultativní parazity na rostlinách, řidčeji živočiších

– *Nectria* (rážovka) - volná červená perithecia na dřevě, parazity na vřeckatých a stopkovýtrusných houbách jsou druhy rodů *Hypomyces* a *Apiocrea* (nedohub)

– *Claviceps* (paličkovice) - parazit trav, z napadeného semeníku se vytváří sklerocium - přezimující útvar, ze kterého další sezónu vyrostou stromata s perithecií; *C. purpurea* (p. nachová) obsahuje jedovaté alkaloidy, využívané i k výrobě léčiv

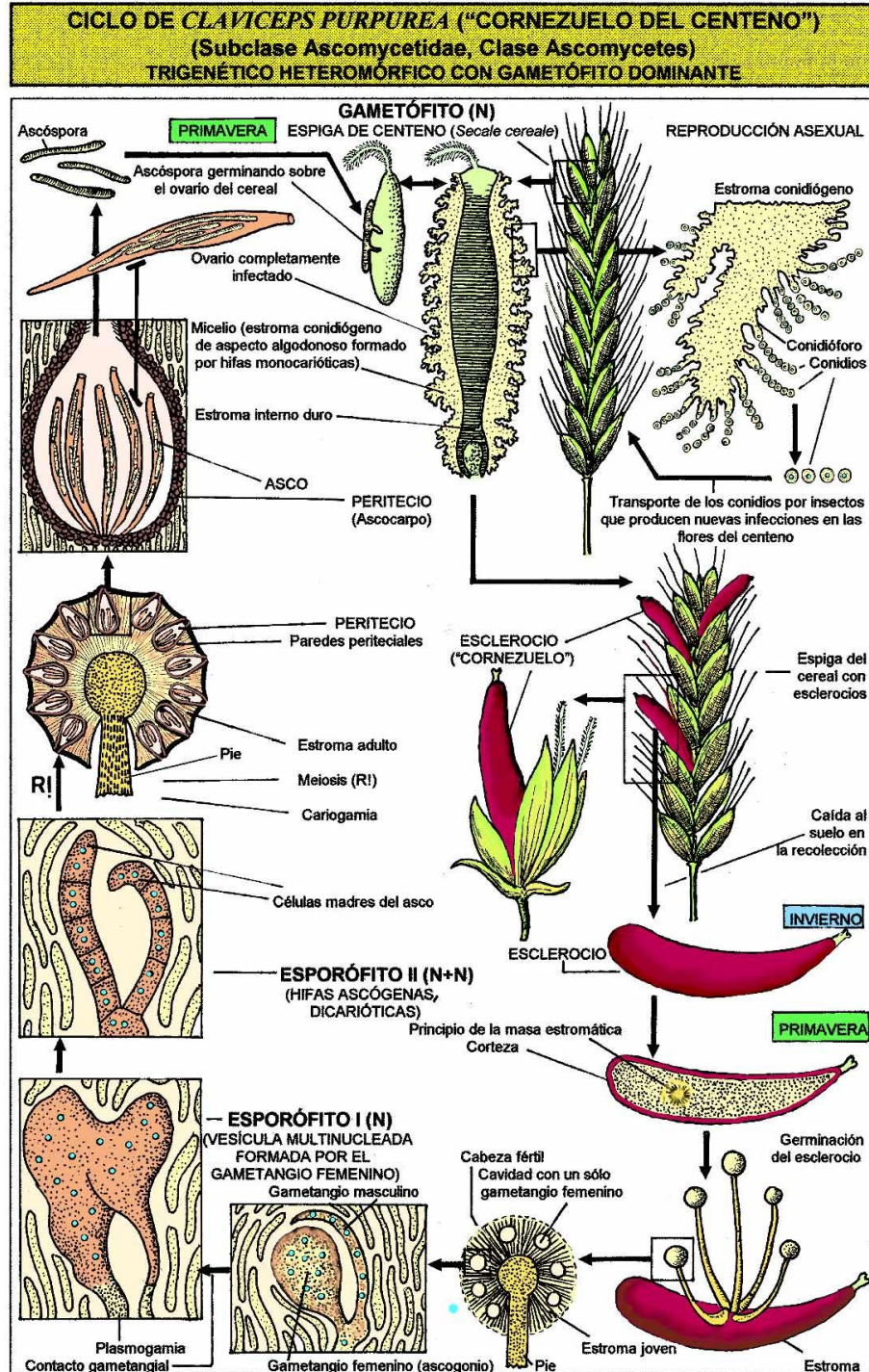


Nedohub zelený (*Hypomyces viridis*)
na lupenech holubinky



Housenice červená (*Cordyceps militaris*)
parazituje na larvách
a kuklách hmyzu

Zdroj: L. Hagara, V. Antonín, J. Baier:
Houby, Aventinum, Praha, 1999.



podtřída *Xylariomycetidae*

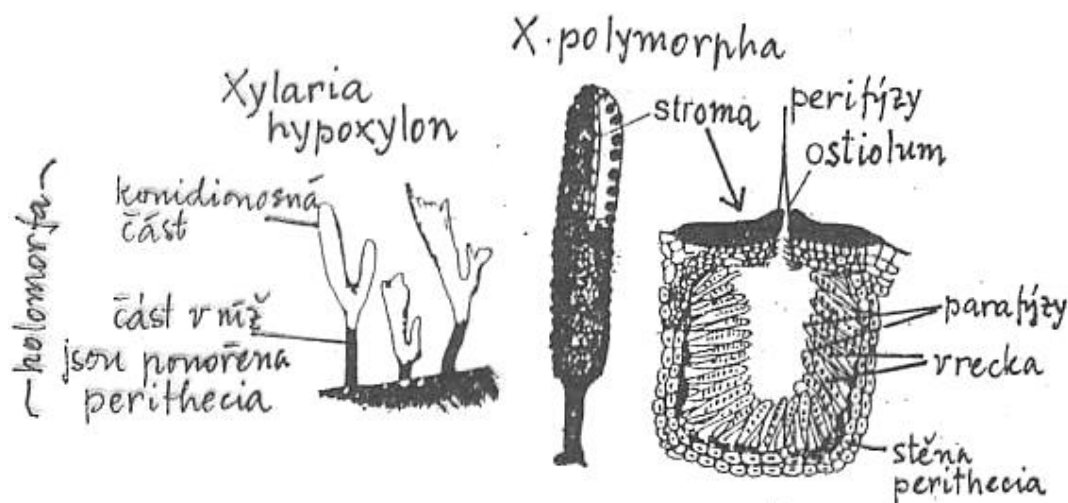
řád *Xylariales* – mycelium ve dřevě, na jeho povrchu se vytváří pevná makroskopická stromata, v nichž jsou zanořena černá perithecia

- vývoj plodnice askohymeniální, vřecka unitunikátní nebo pseudounitunikátní, inoperkulátní (pod vrcholovým pórem mají zónu s 1 nebo více prstenci)
- převážně saprofyté na dřevě (*Xylaria* - dřevnatka, *Hypoxylon* - dřevomor), vzácněji parazité dřevin (spálenka - *Kretzschmaria*)

Dřevomor červený
(*Hypoxylon fragiforme*)

Ladislav Hoskovec,

<http://botany.cz/cs/hypoxylon-fragiforme/>



Dřevnatka parohatá (*Xylaria hypoxylon*)

Zdroj: L. Hagara, V. Antonín, J. Baier: Houby, Aventinum, Praha, 1999.

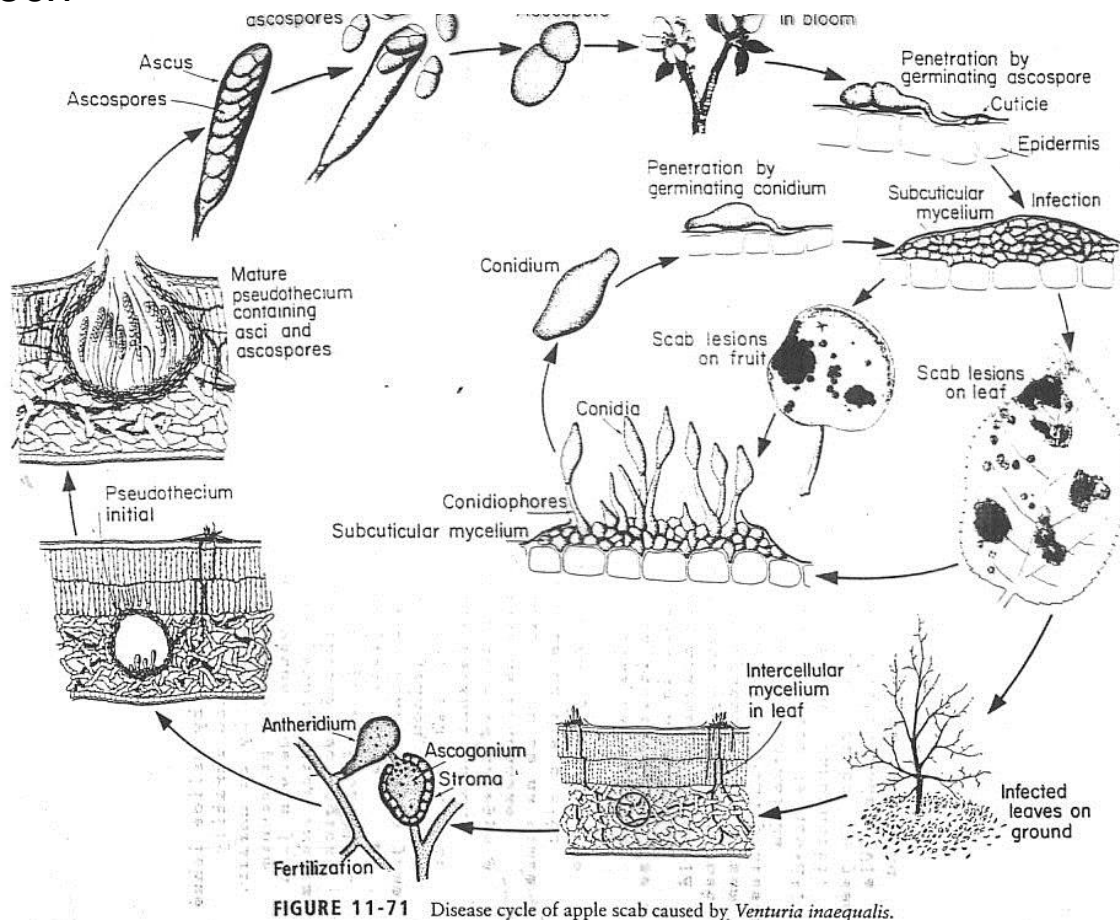
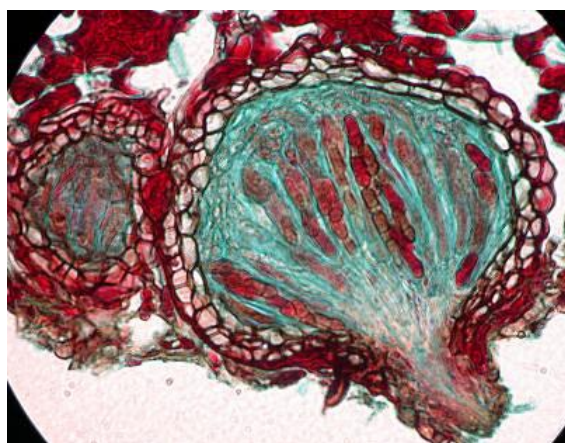
Třída: *DOTHIDEOMYCETES*

- samičí pohlavní orgány představují archikarpy tvořené 1 nebo více askogony a jedním trichogynem; k oplození dochází procesem gametangiogamie, spermatizace nebo somatogamie
- vývoj plodnice askolokulární, tvoří se askostroma, v něm se vytvoří dutiny a do nich vrůstají vřečka a pseudoparafýzy;
morfologicky jsou plodnice typu pseudoperithecia nebo odvozených typů
- vřečka bitunikátní, po prasknutí exoasku se endoaskus prodlouží asi třikrát, spory se přesunou do jeho vrcholové části a jsou aktivně uvolňovány
- řád zahrnuje ekologicky různé skupiny – saprofyty a parazity rostlin, řas, živočichů i jiných hub

podtřída *Pleosporomycetidae*

řád *Pleosporales* – početně velký řád zahrnující většinu askolokulárních hub
– druhy rodu strupatka - *Venturia* (anamorfy *Fusicladium*) způsobují strupovitost na různých ovocných stromech

Tom Volk, http://botit.botany.wisc.edu/toms_fungi/sep2002.html



Strupatka jabloňová (*Venturia inaequalis*) – vlevo pseudoperithecium, vpravo životní cyklus

Pomocné oddělení: *DEUTEROMYCOTA (FUNGI IMPERFECTI)*

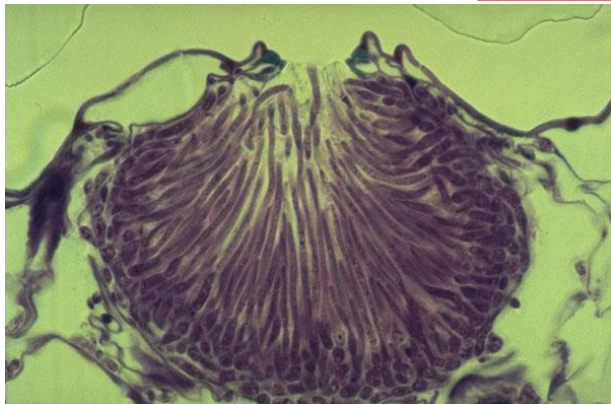
není přirozenou taxonomickou jednotkou, je vytvořena pro účely klasifikace
hub v anamorfní fázi

- různé pojetí šíře této skupiny
 - buď zahrnuje pouze druhy, u nichž se nevytváří teleomorfa (žijí tedy v mitotické holomorfě - rozmnožují se pouze mitosporami, příp. "přesedlaly" na parasexuální proces) nebo teleomorfa není známa (v přirozených podmínkách nevzniká anebo vzniká, ale zatím nebyla objevena spojitost s danou anamorfoou) => po objevení spojitosti s teleomorfoou jsou pak takovéto druhy zařazeny do přirozeného systému a z takto pojatého systému *Fungi imperfecti* vypadnou
 - anebo (podle mého logičtější pojetí) zahrnuje anamorfy všech druhů, tedy i těch, u kterých teleomorfa známa je (souběžně jsou samozřejmě klasifikovány v přirozeném systému); u většiny těchto druhů je anamorfa převládajícím stadiem, ke tvorbě teleomorfy dochází vzácněji
- členění na pomocné třídy, řády, čeledi a rody na základě morfologické podobnosti konidiového stadia (není zde snaha o přirozené uspořádání)
- podle vlastností mycelia (přehrádkované, jednojaderné buňky, jednoduché póry v přehrádkách) lze soudit, že *Deuteromycota* reprezentují převážně anamorfy vřeckatých hub

základním způsobem **rozmnožování** je tvorba **konidií**,
a to jak přímo na myceliu, tak na **konidioforech**;
konidiofory vyrůstají jednotlivě nebo v **konidiomatech**
(obdoba plodnic) – pyknidách, acervulech, sporodochiích
nebo synnematech)

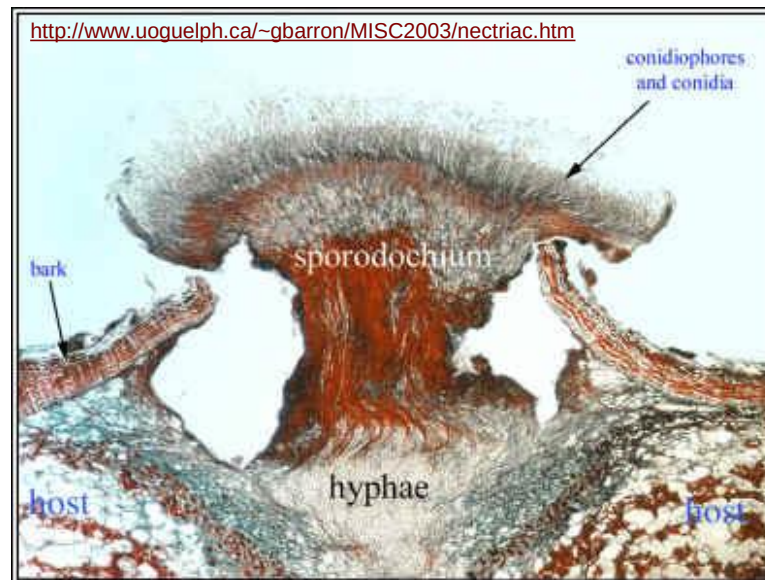
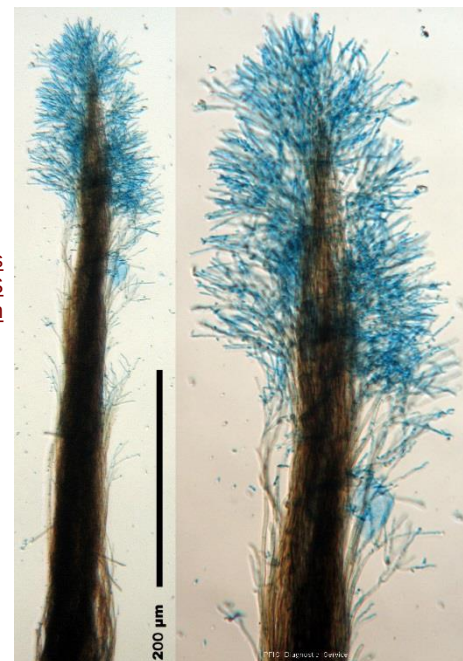
<http://www.pri.wur.nl/UK/research/research+themes/Interaction+between+plants+pests+and+diseases/photowheat/>

http://www.ppis.moag.gov.il/ppis/plant_disease_gallery/D_S_W_S/Rosellinia_necatrix_08-9.htm



Vlevo: pyknida *Mycosphaerella graminicola*; vlevo dole: acervulus *Mycosphaerella pini* (anamorfa *Dothiostroma*); vpravo dole: sporodochium *Nectria cinnabarina* (anamorfa *Tubercularia*); vpravo: synnema (= korémie) *Rosellinia necatrix*.

http://www.eppo.org/QUARANTINE/fungi/Mycosphaerella_pini/SCIRPI_images.htm

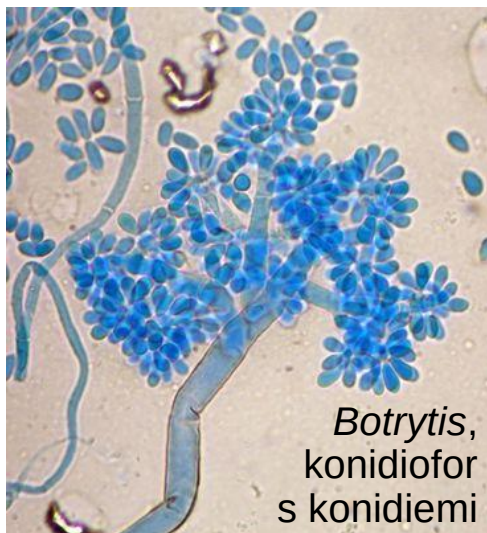


- ke genetickým kombinacím dochází prostřednictvím **parasexuálního procesu**: styk dvou haploidních mycelií => vytvoření můstků => jimi přejdou jádra => heterokaryotické mycelium => v něm může dojít ke splývání jader (různých i shodných genotypů) => diploidní jádra => během jejich dělení nastane mitotický crossing-over => tvoří se diploidní mycelium a konidie => haploidizace bez meiozy - v anafázi chromosomy nerovnoměrně rozděleny k pólům => některé haploidní konidie odlišné od rodičovských
- tímto procesem je zabezpečena genetická proměnlivost a tím i přizpůsobivost změnám podmínek

výskyt: na všech možných biotopech, suchozemských i vodních, zástupci saprofytičtí i parazitičtí (většinou fakultativně, ale i obligátně, někteří dokonce hyperparazitě), i významné patogenní houby

systém se zdaleka nemusí krýt v pojetí rodů a druhů se systémem přirozeným, v němž jsou klasifikovány teleomorfy (1 teleomorfní rod může mít druhy ve více anamorfních a naopak <= dáno tím, že jeden teleomorfní rod i druh může tvořit více typů konidií a naopak různé teleomorfní rody tvoří konidie, příp. konidiomata stejného typu)

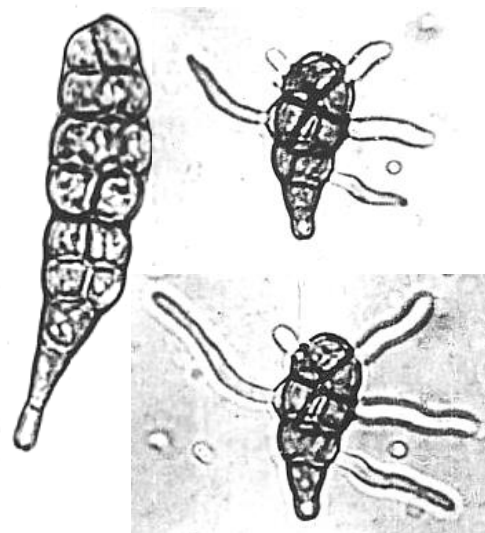
historicky byl systém založen na morfologii konidií (dnes již ustupuje do pozadí), v současnosti preferováno členění podle tvorby mycelia a konidiomat



Botrytis,
konidiofor
s konidiemi



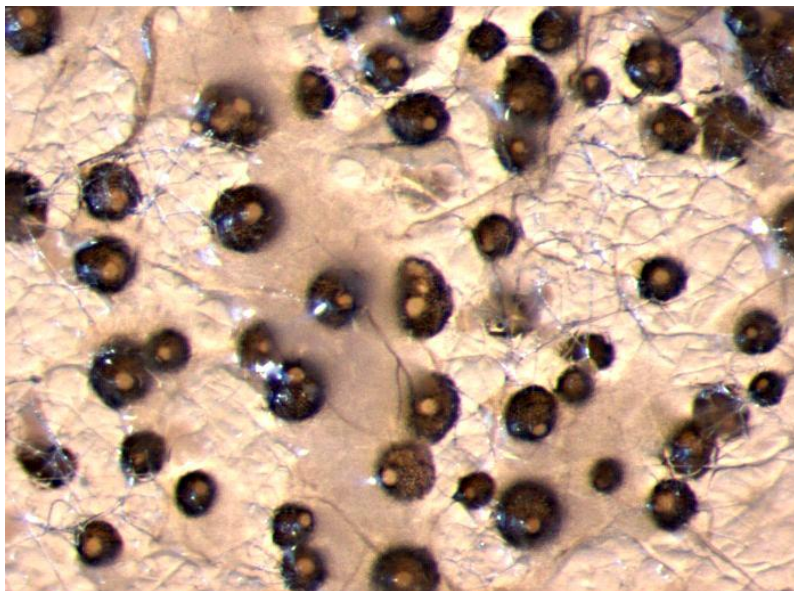
Fusarium,
vícebuněčné
makrokonidie



„Zdřovitá“
konidie
Alternaria
tenuissima
a klíčení
Alternaria
alternata
(*Dothideom.*,
Pleosporales)
z pěti buněk
současně
(čas. odstup
1 hodina)

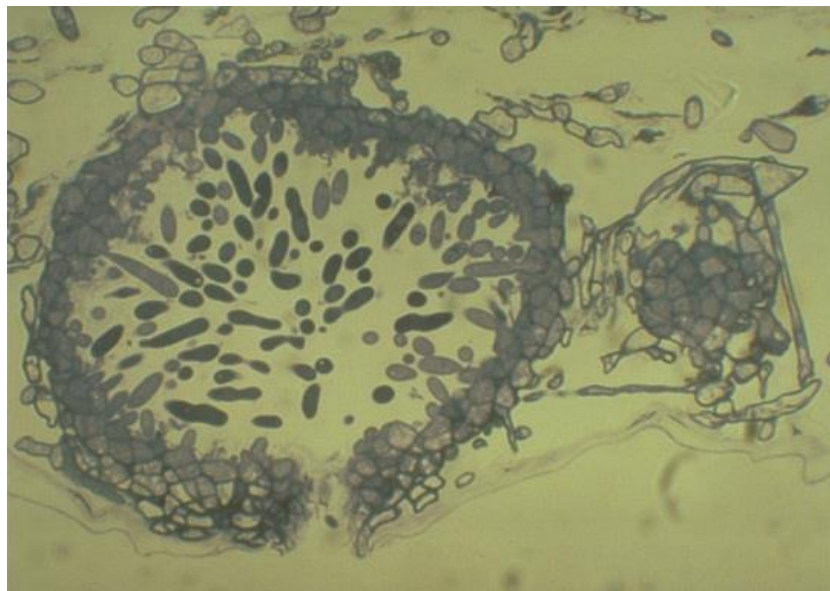
Joëlle Dupont, <http://www.mnhn.fr/microchampignons/joelle.html>

<http://www.globalcyran.com/usmicro/newimages/Fusarium.jpg>



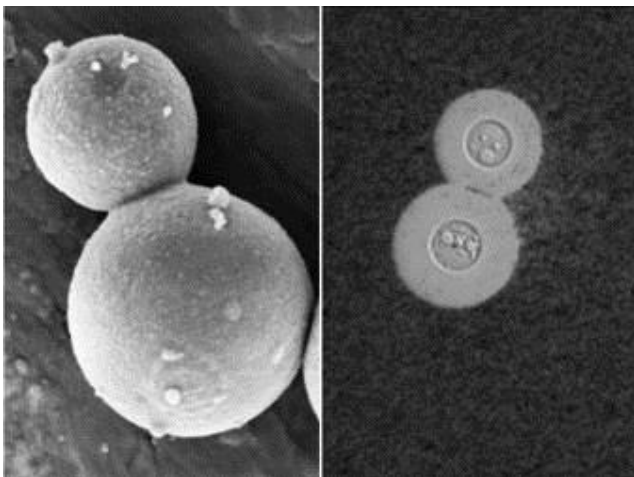
Phoma trachelii (*Pleosporales*), pyknidy

Foto: Magnus Gammelgaard, <http://www.plante-doktor.dk/phoma.htm>



Ascochyta fabae (*Pleosporales*), průřez pyknidou

B. Tivoli, <http://www.inra.fr/hyp3/images/6030092.jpg>



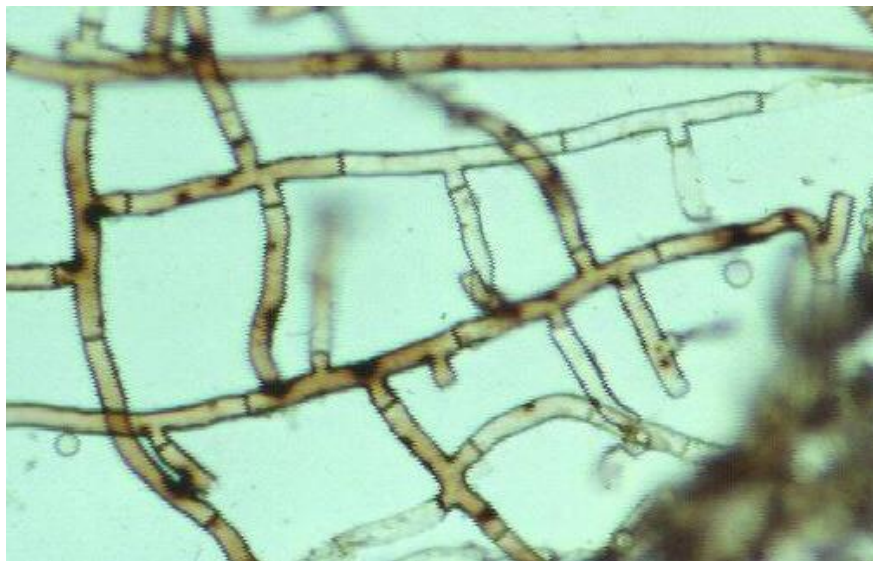
Cryptococcus neoformans,
kvasinkovité
stadium
stopkovýtrusné
houby z rodu
Filobasidiella

<http://www.bio.tamu.edu/USERS/xlin/research1.html>



Vpravo nahoře: *Lepraria incana*

Foto J. K. Lindsey, <http://www.commanster.eu/commanster/Mushrooms/Lichens/Lichens/Lepraria.incana.html>



Rhizoctonia sp.

<http://www.botany.hawaii.edu/faculty/wong/Bot201/Deuteromycota/rhizoc2.jpg>



Sclerotium rolfsii

http://www.botany.hawaii.edu/faculty/wong/Bot201/Deuteromycota/Sclerotium_rolfsii1.jpg

Pomocné oddělení: *LICHENES* - LIŠEJNÍKY

je obtížné přesně definovat, co je lišejník – definice různých autorů se o to pokouší zhruba ve smyslu, že jde o morfologicko-fyziologickou jednotku, ve které je obligátně vázán určitý druh houby (mykobiont) s určitým druhem řasy nebo sinice (fotobiont)

mykobiont – houbová složka je u více než 90 % druhů vřeckatá houba, zbytek tvoří houby stopkovýtrusné

- mezi vřeckatými houbami najdeme řadu rodů, čeledí i některé řády pouze s lichenizovanými zástupci – u stopkovýtrusných jde nanejvýš o rody, ale v řadě případů obsahuje jeden rod lichenizované i nelichenizované druhy (*Omphalina*)
- druhy hub tvořící lišejníky jsou obvykle specificky lichenizované, neschopné samostatného života



Vpravo lichenizovaná *Omphalina umbellifera*, vlevo nelichenizovaná *O. discorosea* (kalichovka lužní)

Foto Jaroslav Malý, <http://www.naturfoto.cz/kalichovka-luzni-fotografie-3676.html>

Foto Stephen et Sylvia Sharnoff, <http://www.lichen.com/bigpix/Oumbellifera.html>

- problematické je zařazení houby *Geosiphon pyriforme* (*Glomeromycota*), tvořícího symbiózu se sinicemi, které jsou však ve stélce lokalizovány ve vezikulech (nejde tedy o běžný typ lišejníkové stélky)

fotobiont – fotosyntetizující složka řasová (v tom případě lze mluvit o fykobiontu) nebo sinicová (cyanobiont)

- nejčastějšími fotobionty jsou zelené řasy, po nich sinice a v ojedinělých případech různobrvky a chaluhy
- fotobionty lišejníků jsou běžně řasy (*Trebouxia* aj.) nebo sinice (*Nostoc* aj.), které se vyskytují jak volně, tak vázané v symbióze s houbou
- jeden druh řasy nebo sinice může být fotobiontem mnoha (i systematicky zcela nepříbuzných) lichenizovaných hub
- přímý kontakt mezi buňkami jednotlivých složek (ale nemusí k němu dojít) – z hyf mykobionta pronikají haustoria do buněk fotobionta



Terčovka brázditá (*Parmelia sulcata*) a buňky rodu *Trebouxia* ve stélce terčovky (měřítko 20 μm)

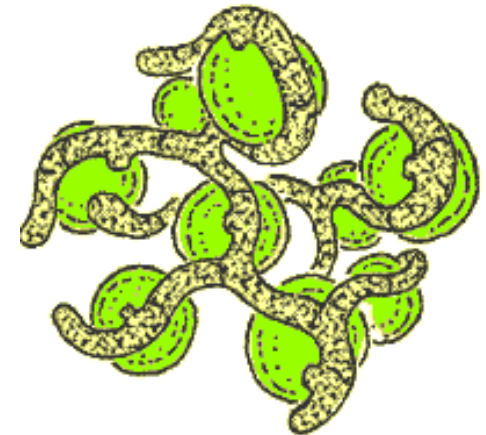
Foto AJ Silverside, http://www.lichens.lastdragon.org/Parmelia_sulcata.html

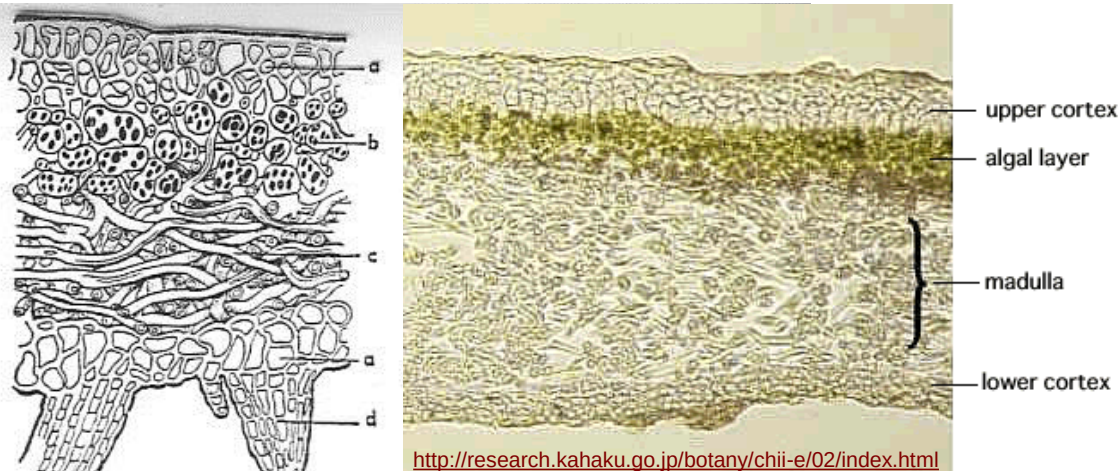
vztah mykobionta a fykobionta je zjednodušeně označován jako **mutualistická** (oboustranně prospěšná) **symbióza**

- spojení více mykobiontů s jedním fotobiontem může vést ke vzniku parasymbiózy (současné symbiózy obou mykobiontů s tím fotobiontem), ale také může "nový" mykobiont zlikvidovat "starého" (stávajícího)
 - naopak setkání jednoho mykobionta s více fotobionty => vznik cefalodií - výběžků na povrchu stélky, ve kterých je další fotobiont lokalizován
 - případ polysymbiózy: s lišejníkem žije v symbióze *Azotobacter*
- ve vztahu myko- a fotobionta nemusí jít vždy o pravou symbiózu – jde i o případy, že houba žije saprofyticky na odumřelých buňkách fotobionta, nebo dochází i k parazitismu z jedné i druhé strany (=> vede k teoriím, že v lišejníku jde obecně o "kontrolovanou" formu parazitismu – čím fylogeneticky starší, tím ustálenější)

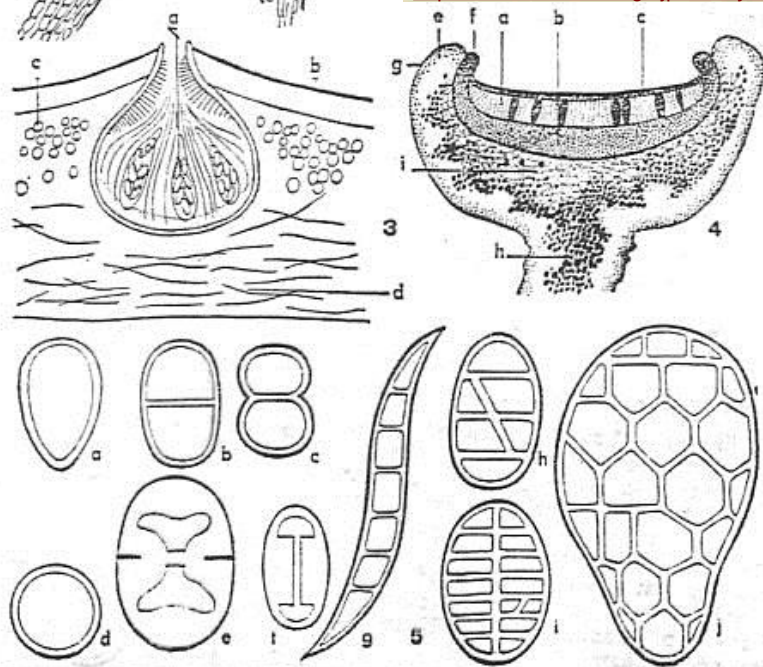
stavba stélky – podle anatomie rozlišujeme dva typy:

- **stélka homeomerická** – buňky fotobionta a vlákna mykobionta volně rozptýleny mezi sebou; tyto lišejníky mívají stélku rosolovité konzistence (pod tento typ lze zařadit i vláknité lišejníky – vlákno fotobionta obklopené hyfami mykobionta)
 - tvar homeomerických stélek určuje spíše fotobiont, zatímco tvar heteromerických stélek určuje mykobiont





<http://research.kahaku.go.jp/botany/chii-e/02/index.html>



Stavba stélky a plodnic lišejníků: 1 svislý řez heteromerickou stélkou, a kůra, b stélkové řasy, c dřeň, d rhiziny; 2 různé druhy sorálů, a rtovitý, b jazykovitý, c kápovitý; 3 svislý řez peritheciem, a vřeska s výtrusy, b kůra, c stélkové řasy, d dřeň; 4 svislý řez apotheciem, a thecium, b hypothecium, c epithecium, e stélkový okraj apothecia, f vřeskový okraj apothecia (excipulum), g kůra, h stélkové řasy, i dřeň; 5 různé druhy výtrusů, a, d jednobuněčné, b, c, e, f dvoubuněčné, g mnohobuněčné s příčnými přehrádkami, h, i mnohobuněčné s příčnými a podélnými přehrádkami

• stélka heteromerická

– diferencovaná

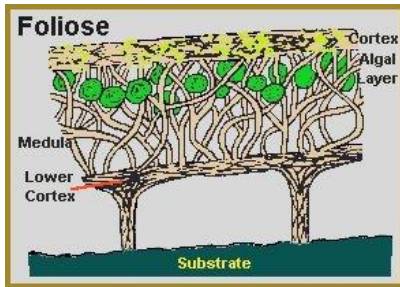
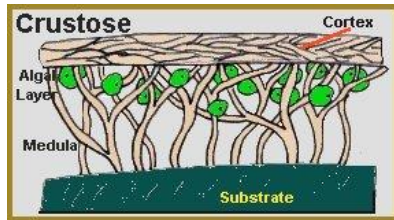
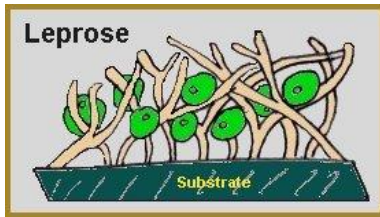
na jednotlivé vrstvy:

– **svrchní kůru** tvoří pevné izodiametrické buňky mykobionta (mechanická ochrana, omezení výparu),

– ve vrstvě **gonidiové** jsou buňky fotobionta, mezi nimi řídce hyfy (pronikají do buněk haustorii nebo ne),

– vrstva **dřeňová** obsahuje rozvolněná vlákna mykobionta,

– případně je u některých vytvořena spodní kůra stejné stavby jako svrchní (v ní bývají vytvořeny "otvory", jimiž proniká dřeňová vrstva na podklad – tzv. **cyfely** – slouží pro čerpání vody a živin; je-li namísto "otvorů" spodní kůra přerušena, mluvíme o pseudocyfelách); ze spodní kůry mohou vybíhat do substrátu **rhiziny** (obdoba kořínků)



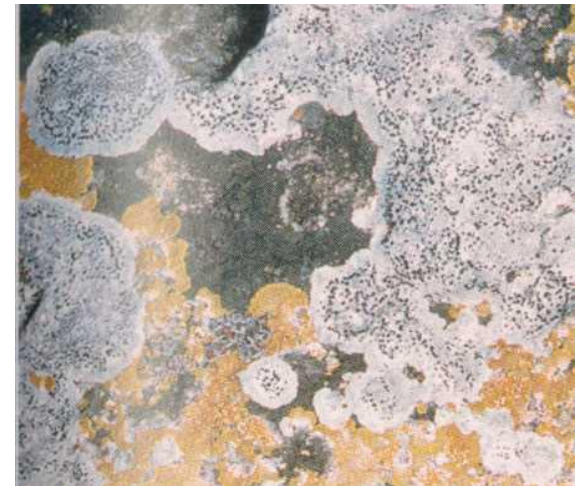
Leprariová, korovitá
a lupenitá stélka
na příčném řezu

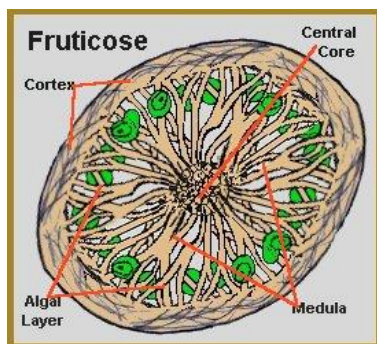
<http://www.earthlife.net/lichens/lichen.html>

dělení typů stélek podle **morfologie**:

podle morfologie dělíme vlastně jen heteromerické stélky; homeomerické jsou rosolovité (díky slizu cyanobionta), vláknité nebo tzv. leprariové (práškovité, rozpadavé – anamorfní stadium)

- stélka **korovitá** je celou svou plochou přirostlá (nebo vrostlá) na substrát, obvykle chybí spodní kůra
- stélka **lupenitá** je také rozložená do plochy, ale k podkladu přirůstá jen některými místy, část zlaločnatělé stélky může od podkladu odstávat; na spodní straně stélky bývají vytvořeny rhiziny – "kořenující" svazky hyf vrůstající do substrátu





Příčný řez svislou částí
keříčkovité stélky

<http://www.earthlife.net/lichens/lichen.html>

- stélka **keříčkovitá** je v kontaktu se substrátem jen svojí "bází", je vystoupavá nebo naopak visící ("vousatá" u epifytických druhů), je charakteristická radiální stavbou (na řezu tvoří vrstvy korová, gonidiová a dřeňová soustředné kruhy, nejsou "nad sebou" jako u ploše rozložených stélek)
 - přechodným typem je stélka **dimorfická** – část stélky je lupenitá (thallus horizontalis) a část keříčkovitě vystoupavá (thallus verticalis)
- keříčkovité, válcovité nebo pohárkovité útvary - **podecia** – na svém vrcholu nesou plodnice (např. u dutohlávek)



R. Moore, W. D. Clark, K. R. Stern & D. Vodopich: Botany, 1995 (2x).



Foto Pavel Hošek, <http://www.vesmir.kav.cas.cz/Madagaskar>

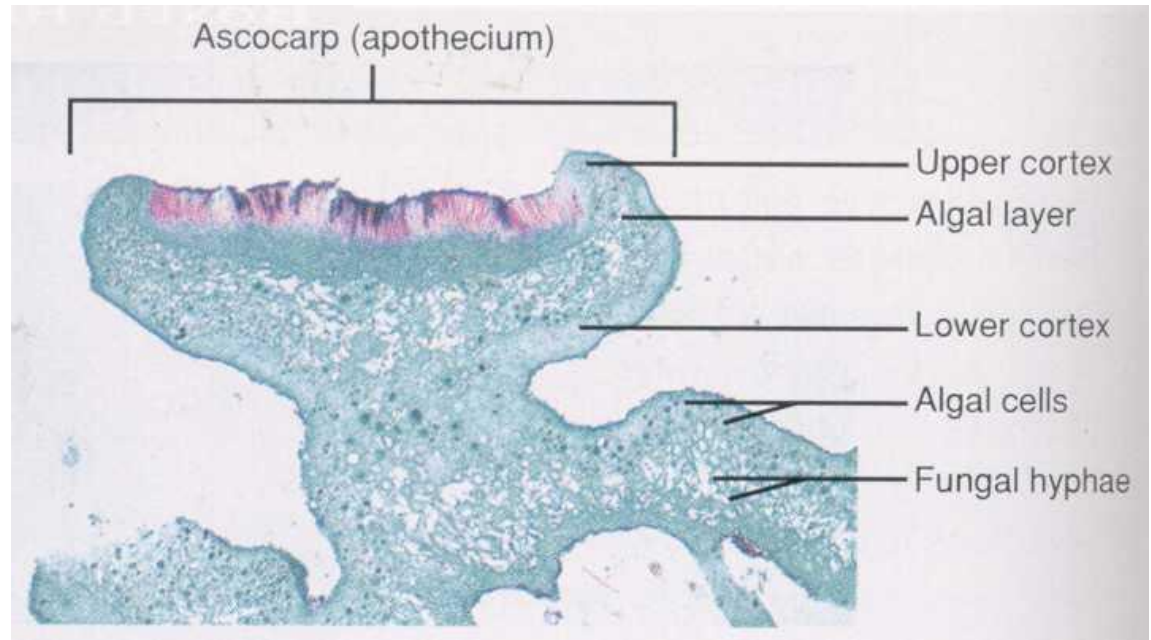
Vpravo keříčkovitá stélka, uprostřed dimorfická, vlevo podecia dutohlávky

rozmnožování:

pohlavní rozmnožování je pouze záležitostí mykobionta – v případě rozmnožování askosporami (resp. bazidio-sporami) je pak odkázán na opětovné "setkání" se svým fotobiontem; některé druhy proto tvoří tzv. hymeniální gonidie – buňky řas, které pronikají do thecia (hymenia) plodnic a šíří se spolu se sporami

Průřez apotheciem
vystupujícím z povrchu
heteromerické stélky

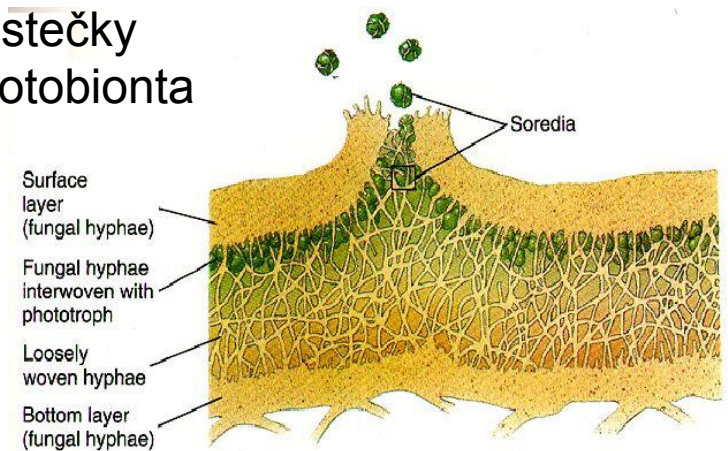
Zdroj: R. Moore, W. D. Clark, K. R. Stern & D. Vodopich:
Botany. - Wm. C. Brown Publ., 1995.



společné šíření obou složek zajišťuje rozmnožování **nepohlavní**

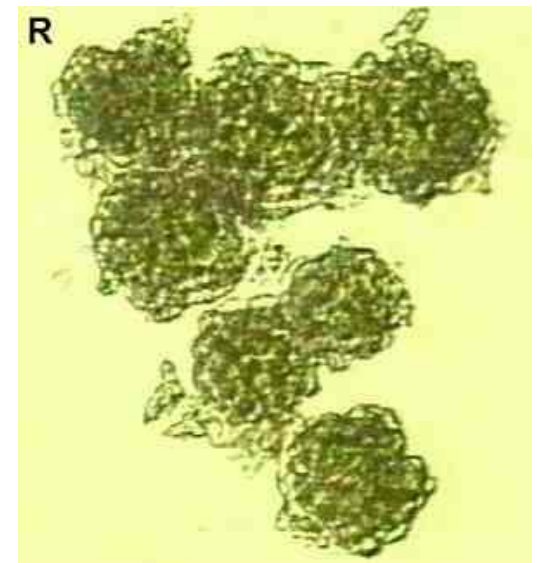
- nejjednodušším typem je fragmentace stélky a růst nových stélek z úlomků

- o něco složitější typ představují **soredie** – částčky stélky tvořící se na povrchu, obsahující buňky fotobionta propletené hyfami houby => jejich odlomení od stélky vede k šíření
- soredie se tvoří buď nahodile na povrchu stélky, nebo na určitých okrajových částech zvaných sorály
- odvozeným typem rozmnožovacích útvarů jsou **isidie** - válcovité výrůstky z povrchu stélky, v nichž je zachována heteromerická stavba všech tří vrstev => také šíření jejich odlomením
- bývají odlišovány též fylidie (lupenitá období isidií) a schizidie (odtržení povrchu stélky s fotobiontem)



Isidie *Xanthoparmelia australasica*

<http://www.anbg.gov.au/cryptogams/underworld/panel-4/index.html>



Nahoře: schéma uvolňování soredií z povrchu stélky

http://biology.unm.edu/ccouncil/Biology_203/Summaries/Fungi.htm

Dole: soredie *Physcia grisea*

<http://www.biology.ed.ac.uk/research/groups/ideacon/microbes/lichen.htm>

ekologicko-fyziologická charakteristika: autotrofní organismy; spojení houby a řasy/sinice umožňuje těmto organismům růst na místech, kde by se samotné jednotlivé složky "nechytyly" - fotosyntéza umožňuje život na anorganickém substrátu, mykobiont zprostředkovává čerpání vody, živin a ochranu proti výparu (růst na extrémně suchých stanovištích - až 62 týdnů bez vody), příp. kompetiční výhody

příjem CO_2 zajišťuje fotobiont, příjem O_2 a nitrátů obě složky (cyanobionti, příp. symbiotický *Azotobacter* též atmosférický dusík)

lišejníky vrůstají hyfami po celé ploše do substrátu (kámen, půda, u epifytických lišejníků povrch rostlin, nejčastěji kůra), případně kontakt se substrátem zajišťují rhiziny

růst je oproti jiným organismům pomalý (roky, i desítky let, nejstarší korovité stélky odhadem 4500 let)

hromadění radioaktivních látek ve stélkách – možnost sledování zamoření oblastí jejich výskytu

produkce "lišejníkových látek" - mohou sloužit jako zásobní látky, působit antibioticky (proti bakteriím i jiným houbám) i odpuzovat býložravce, ale klidně být i prostým "odpadem" metabolismu

některé druhy produkují jedovaté látky (deriváty kyseliny vulpinové) působící na nervovou soustavu (používány ve Skandinávii k hubení vlků)

výskyt: od rovníku k pólům, na nejružnějších stanovištích (extrém v Antarktidě – zcela uvnitř kamenů)

kvůli svému pomalému růstu nejsou kompetičně silné, rostou hlavně na stanovištích, kde jiné organismy růst nemohou – zde jsou často prvotním sukcesním stadiem, jejich odumřelé stélky tvoří první organickou složku půdy tvořící se na čistě minerálním podkladu

využití: vzácně jako potrava ("mana" - *Lecanora esculenta*), spíše jako krmivo, potrava pro zvěř

některé druhy využívány v lidovém lékařství (*Lobaria pulmonaria*), při výrobě barviv, v parfumerii aj.

slouží jako dobré indikátory čistoty ovzduší

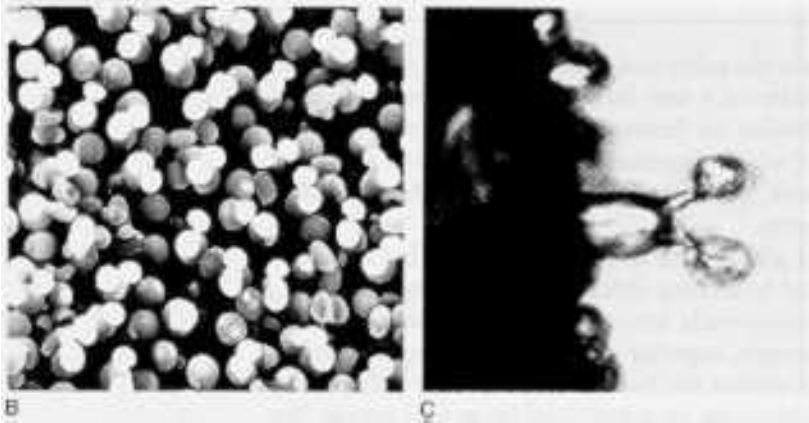
systém:

dnes jsou lichenizované houby řazeny do systému hub podle svého mykobionta

- v rámci vřeckatých hub některé řády obsahují jen lichenizované houby (*Lecanorales*, *Verrucariales* a pár dalších), jiné obsahují některé lichenizované zástupce (*Ostropales*, *Helotiales*)
- lichenizované stopkovýtrusné houby nalezneme jen mezi houbami rouškatými (z pododdělení *Agaricomycotina*) v čeledích *Thelephoraceae*, *Corticaceae*, *Clavariaceae* a *Tricholomataceae*

Oddělení: *BASIDIOMYCOTA* – HOUBY STOPKOVÝTRUSNÉ

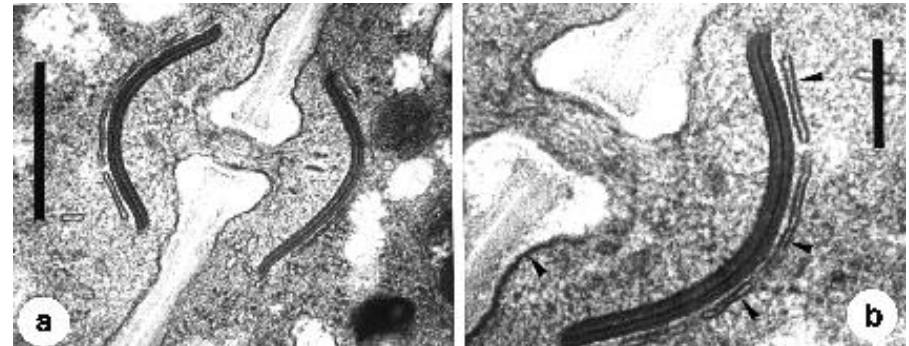
- charakteristickým rysem oddělení je karyogamie a meioza probíhající v terminální buňce dikaryotické hyfy - **bazidii** (bazidie = meiosporangium)



- v tomto je podobnost s vřeckatými houbami, ale zásadní rozdíl - **bazidiospory** se tvoří **exogenně** na stopkách vyrůstajících z bazidie - **sterigmatech** (nejčastěji po 4, ale počet může být 2–8)

Měřítka: (a) 0,5 μm , (b) 0,2 μm

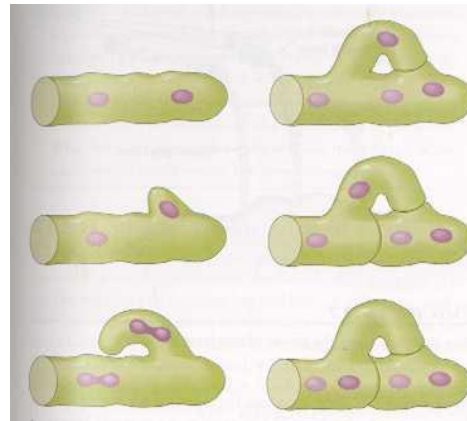
- vegetativní stélka - **vláknité přehrádkované mycelium**, spletením více myceliálních vláken vznikají pevné provazce, rhizomorfy nebo sklerocia



- ve stěně přehrádek vytvořeny **dolipory** - póry, jejichž obě strany jsou kryty membránovou čepičkou - parentosomem (dolipory nejsou vytvořeny u všech stopkovýtusných hub, např. u rzí)
- hlavní složkou vícevrstevné buněčné stěny je chitin

- klíčením bazidiospory vzniká haploidní **primární mycelium** (jednojaderné buňky, někdy při klíčení dělení jader rychlejší než růst přehrádek, ale takto vzniklá vícejadernost je dočasná); výjimečně tato fáze může chybět, pokud dojde již ke kopulaci bazidiospor (mazlavé sněti)

- pohlavní proces vede ke vzniku dikaryotického **sekundárního mycelia** – v něm probíhají konjugované mitózy spojené s tvorbou **přezek** (zajišťují rovnoměrné rozdělení + a – jader do dceřinných buněk; ne u všech skupin k tvorbě přezek dochází)



R. Moore, W. D. Clark, K. R. Stern & D. Vodopich:
Botany. Wm. C. Brown Publ., 1995.



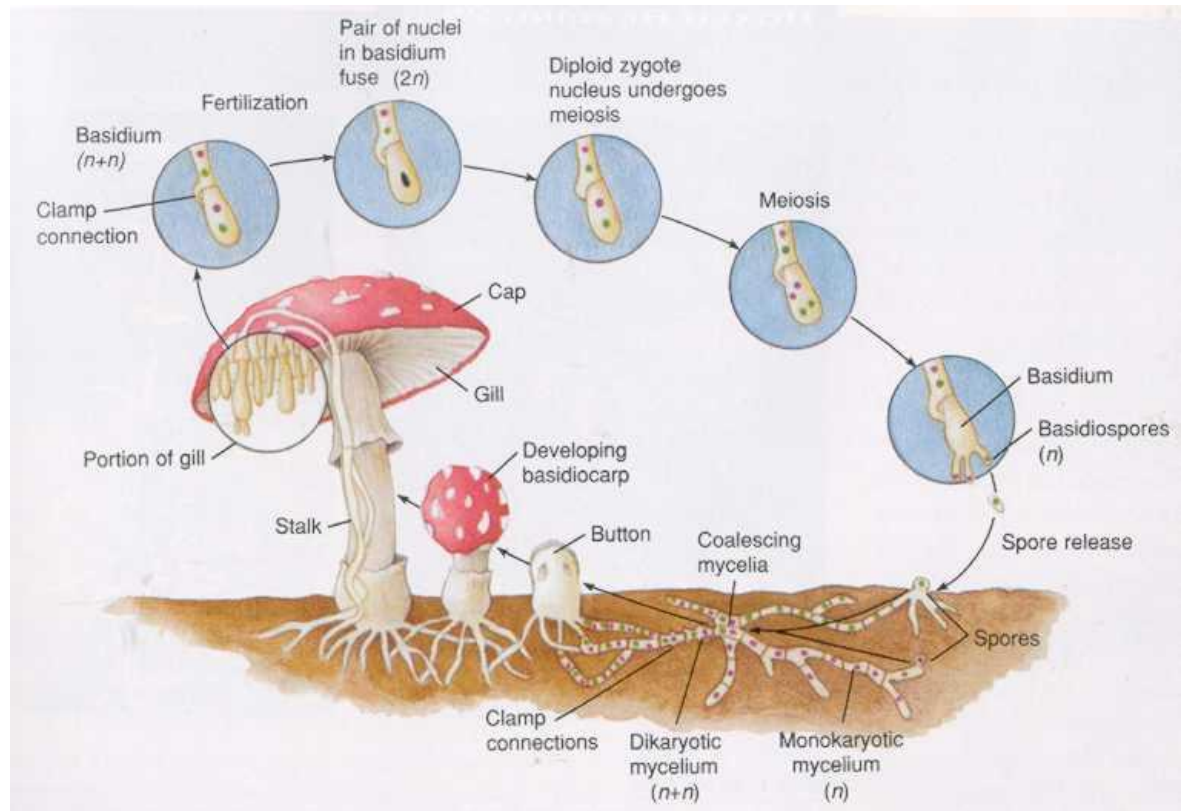
=> na sekundárním myceliu dochází k tvorbě plodnic (není časově a prostorově vázána, nemusí se tvořit hned a v místě somatogamie – naopak, dikaryotické mycelium může růst řadu let bez vytvoření plodnic; zde je zásadní rozdíl oproti vřeckatým houbám)

- hyfy tvořící plektenchymatická pletiva v plodnicích jsou někdy označovány jako terciální mycelium, ačkoli se jedná v podstatě stále o mycelium sekundární
- z hlediska životního cyklu jsou *Basidiomycota* **dikaryonty** – značně omezena je délka života haploidního primárního mycelia a diploidní fázi představuje jediná buňka

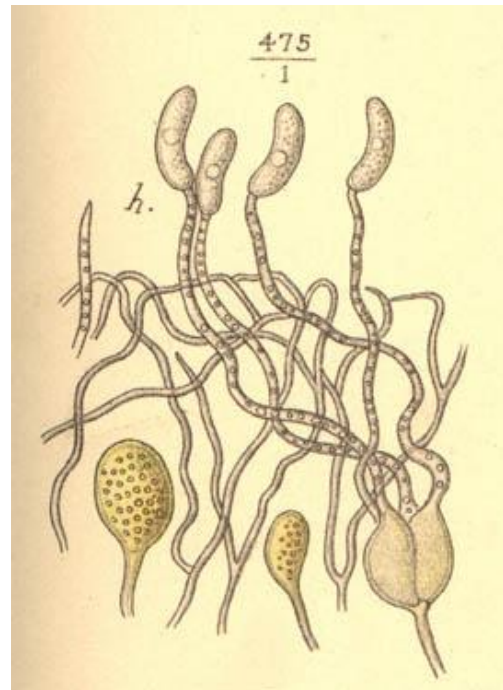
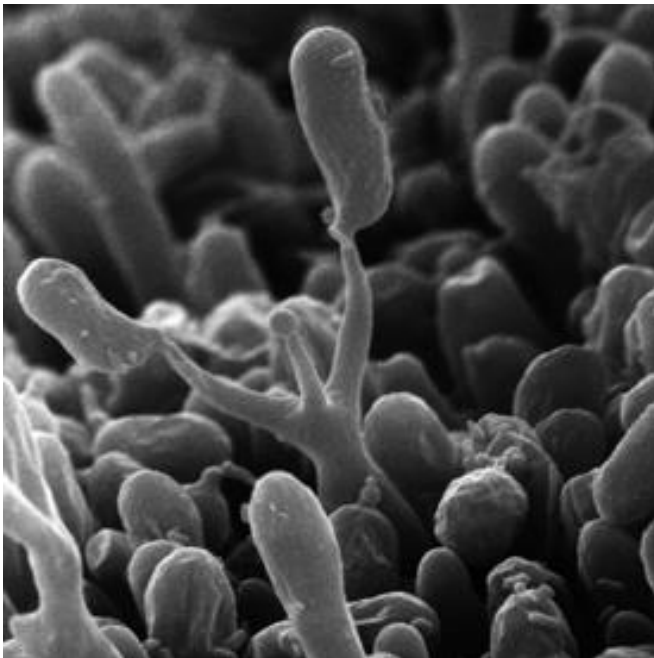
- nepohlavní rozmnožování - tvoří se konidie, obvykle na dikaryotickém myceliu, ale dominujícím stadiem je u stopkovýtrusných hub teleomorfa
- pro **pohlavní rozmnožování** je typické, že se vůbec nevytváří gametangia; nejčastějším pohlavním procesem je **somatogamie** dvou mycelií (vzácněji rovnou bazidiospor), u rzí se setkáme s gametosomatogamií (oplození hyfy spermacií)

Životní cyklus stopkovýtrusné houby – primární a sekundární mycelium, tvorba plodnic a bazidií

Zdroj: R. Moore, W. D. Clark, K. R. Stern & D. Vodopich: Botany. Wm. C. Brown Publ., 1995.



- bazidie je koncovou buňkou dikaryotické hyfy, oddělenou příčnou přehrádkou karyogamie a meioza mohou bezprostředně navazovat v téže buňce, nebo může být odlišena probazidie (v ní dochází ke karyogamii) a metabazidie (místo, kde probíhá meioze)
- dělení bazidií podle jejich stavby: nepřehrádkovaná **holobazidie** × přehrádkami rozdělená (podélně nebo příčně) **fragmobazidie**
- dělení podle postavení vřeténka při meiozi: **chiastická** (vřeténko v příčné poloze, bazidie bývá "tlustá") × **stichická** (vřeténko v podélné poloze, bazidie obvykle štíhlá, protáhlá)



Vlevo:
Tvorba spor na stichické
holobazidii lišky obecné

Zdroj: E. Danell (1994): Cantharellus cibarius:
Mycorrhiza formation and Ecology. Acta Univ. Ups.
35, 75 pp., Uppsala;
<http://www-mykopat.slu.se>
[/Newwebsite/mycorrhiza/kantarellfiler/texter/rtf.htm](http://Newwebsite/mycorrhiza/kantarellfiler/texter/rtf.htm)

Vpravo: Chiastická
fragmobazidie rosolovky
s dlouhými sterigmaty

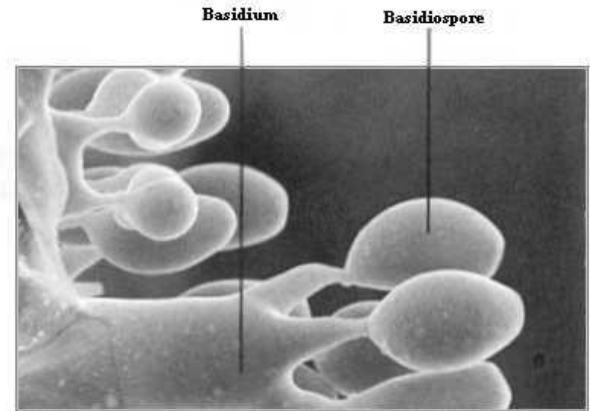
Zdroj: Jean Louis Émile Boudier: Icones mycologicae
ou iconographie des champignons de France,
principalement Discomycètes, 1904–1909;
[http://www.mushroomthejournal.com/greatlakesdata/
Terms/steri702.html](http://www.mushroomthejournal.com/greatlakesdata/Terms/steri702.html)

- bazidie mohou vyrůstat přímo na myceliu, příp. z jiných buněk (např. teliospor u rží nebo snětí), ale nejčastěji je jejich tvorba soustředěna do omezené vrstvy **hymenia** nebo se tvoří uvnitř plodnice v **glebě**

- tvorba spor: haploidní jádra po meiozi projdou sterigmaty ven z buňky a obalí se buněčnou stěnou
- místo, kde spora přirůstá na sterigma, se nazývá hilum (obvykle zde je



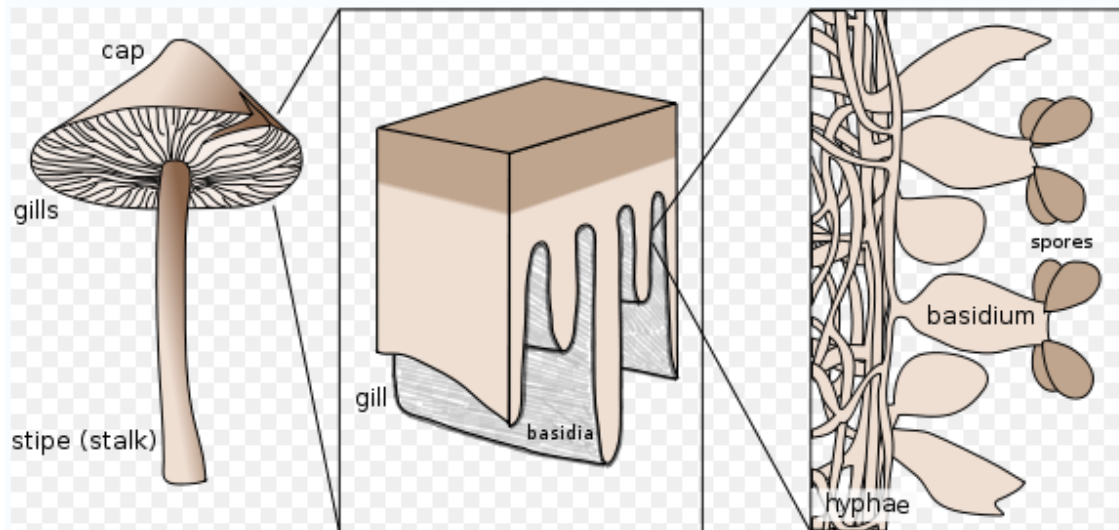
<http://www.bsu.edu/classes/ruch/msa/mims.html>



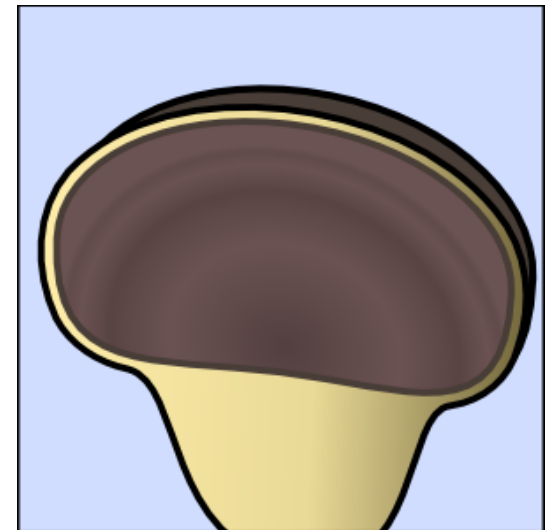
<http://pollen.utulsa.edu/Spores/basidiospores.html>

- i klíční pór, ale může být také na vrcholové straně spory)
- z bazidií hymenomycetoidních jsou spory aktivně odmršťovány (balistospory), zatímco z gastroidních se pasivně uvolňují (tvorba těchto typů bazidií neodpovídá přesně skupinám rouškatých hub a břichatek)
- bazidiospory jsou různého tvaru i velikosti, mají různé barevné reakce na chemická činidla (cyanofilní, amyloidní, dextrinoidní) – pomůcka při určování
- spory jsou vždy jednobuněčné, většinou jednojaderné
- klíčení bazidiospor – základní typ je klíčení hyfou (=> primární mycelium), kromě tohoto mohou z bazidiospor klíčit jednotlivé buňky (kvasinkovité buňky, konidie nebo sekundární spory, pouze u některých řádů z bývalé skupiny *Heterobasidiomycetes*)

- v pododdělení *Agaricomycotina* se tvoří útvary nazývané **plodnice** (**bazidiokarpy, bazidiomata**); k tomu poznámka: plodnice v užším smyslu tohoto slova by měly obsahovat pohlavní orgány – podle tohoto užšího pojetí u stopkovýtusných hub nejsou pravé plodnice
- základní dělení na typy hymeniální a gastrální
 - hymeniální plodnice /obr. vlevo/ jsou charakterizovány přítomností **hymenia** (buď pokrývá celý povrch plodnice, nebo jen specializovanou část povrchu - **hymenofor** (lupeny, rourky, ostny, póry, lamely, i hladký hymenofor); v hymeniu se kromě bazidií tvoří sterilní buňky zakončující hyfy (cystidy aj.)
 - v gastrálních plodnicích /vpravo/ se bazidie tvoří uvnitř v **glebě**, obalené **peridii**



http://en.wikipedia.org/wiki/File:Basidium_schematic.svg



http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gleba_icon.png

- typy **hymeniálních plodnic**:

- **holothecium** - rozlitá, kyjovitá, keříčkovitá, hymenium pokrývá celý povrch plodnice
- **pilothecium** - plodnice jednoletá, s jednorázovým vývojem, diferencovaná na klobouk a třeň, hymenofor pokrývá spodní část klobouku;

u plodnic tohoto typu se vytváří plachetky: **velum universale**, kryjící celou plodnici, z něž po roztrhání zbývá pochva na bázi třeň nebo strupy na vrcholu klobouku, a **velum parziale**, kryjící mladý hymenofor, jehož pozůstatkem je pak prsten nebo pavučinka na třeni anebo cáry na okraji klobouku

- **krustothecium** - plodnice s postupným vývojem (přirůstající), jedno- nebo víceletá, může a nemusí být členěna na klobouk a třeň, hymenofor pokrývá spodní část klobouku (nebo nerozlišené plodnice)



L. Hagara, V. Antonín, J. Baier: Houby, Aventinum, Praha, 1999.

Shora: kuřátka lososová, pavučinec šupinonohý (vlevo), muchomůrka císařka, hlinák červenající.

- typy **gastrálních plodnic**

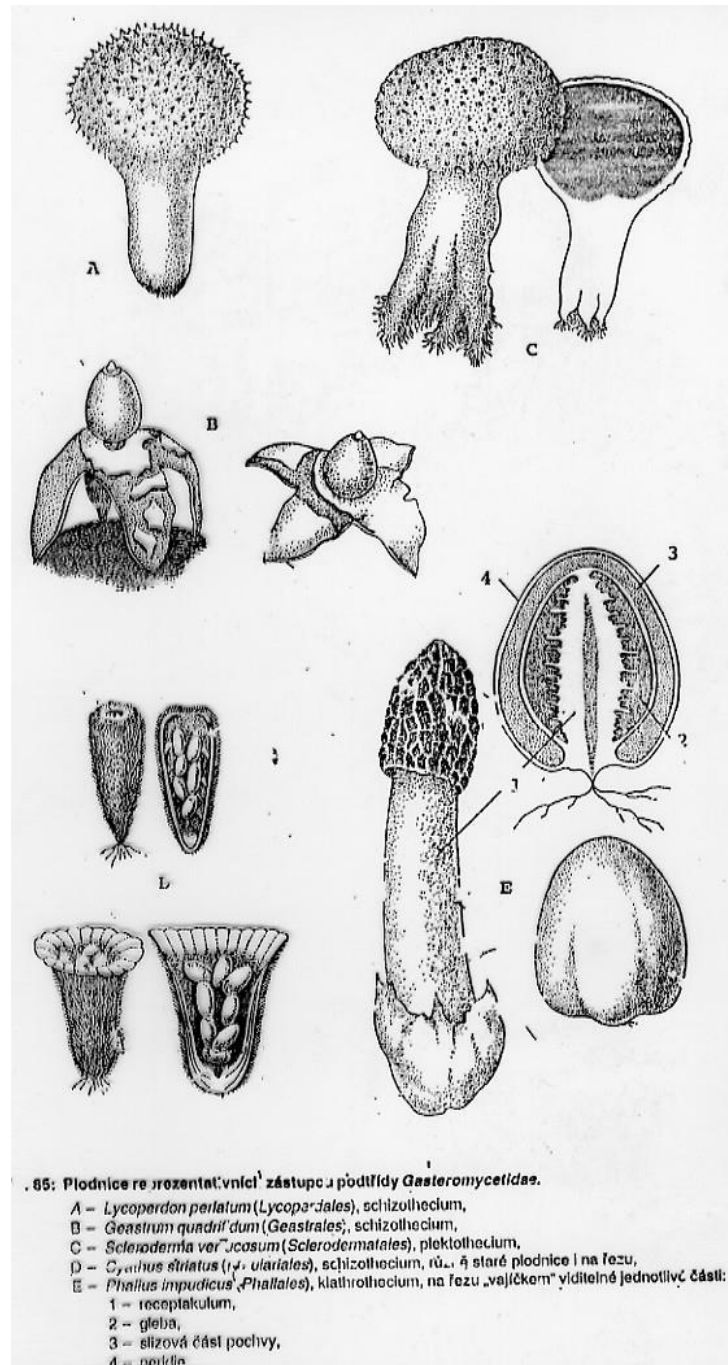
(všechny uzavřené):

- plektothecium - plodnice s roztroušenými bazidiemi
- lysothecium, schizothecium - uvnitř plodnice jsou dutiny vystlané hymeniem
- auliothecium - plodnice, do jejíhož nitra vrůstají lamely, pokryté hymeniem
- klathrothecium - gleba je rozdělena větvenými lamelami a v době zralosti vynesena nahoru přídatným receptakulem

Běžné typy gastroidních plodnic =>

(řády v popiscích dle historického systému)

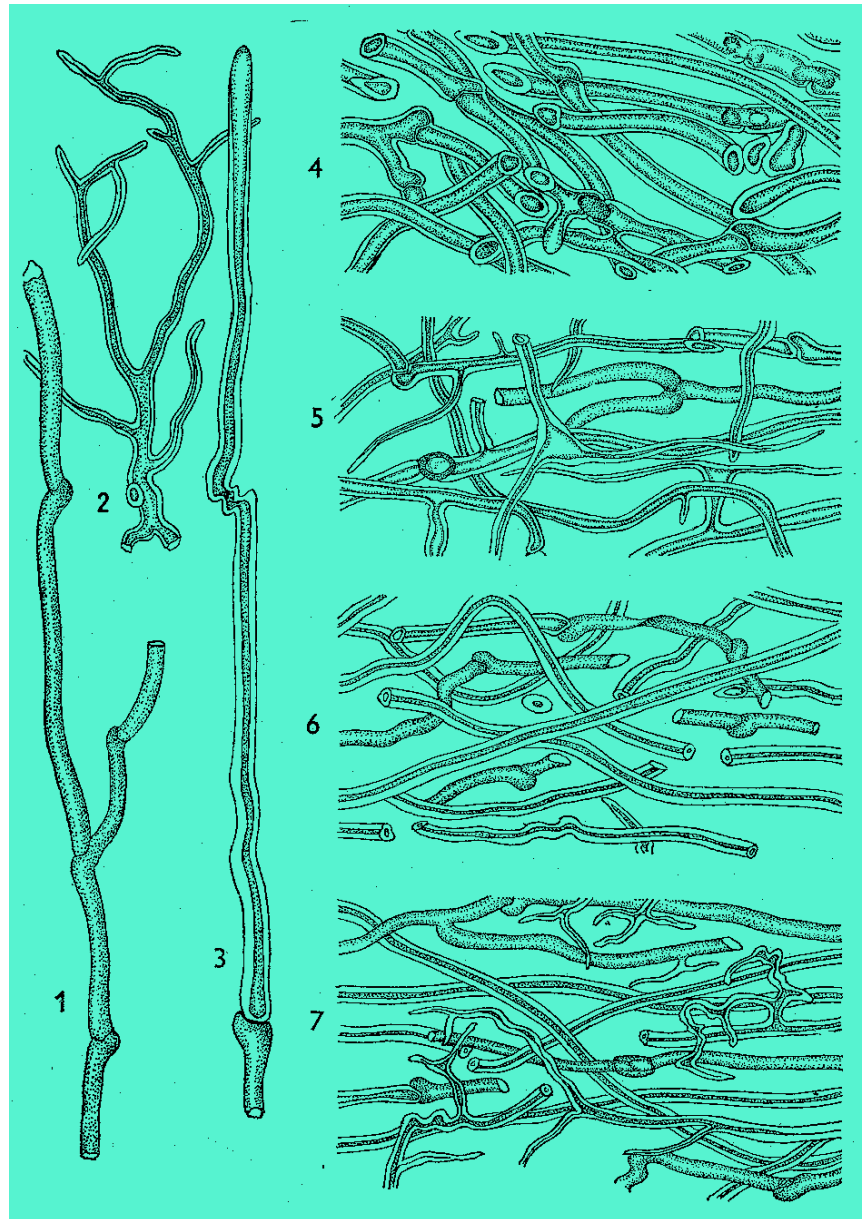
T. Kalina et J. Váňa: Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii, Karolinum, Praha, 2005.



85: Plodnice reprezentující zástupce podtřídy *Gasteromycetidae*.

- A = *Lycoperdon perlatum* (Lycoperdales), schizothecium,
 - B = *Geastrum quadrifidum* (Geastrales), schizothecium,
 - C = *Scleroderma verucosum* (Sclerodermatales), plektothecium,
 - D = *Cynophus striatus* (i.e. ulariales), schizothecium, růž. a staré plodnice i na řezu,
 - E = *Phallus impudicus* (Phallales), klathrothecium, na řezu „vajíčkem“ viditelné jednotlivé části:
- 1 = receptakulum,
 - 2 = gleba,
 - 3 = slizová část pochvy,
 - 4 = perikle

- plektenchymatická pletiva tvořící plodnice (prosenchym, pseudo-parenchym) jsou utvářena hyfami trojího typu:
 - základním typem jsou hyfy **generativní** (1) - tenkostěnné, větvené, přehrádkované, dávají vznik bazidiím
 - odvozené typy jsou pak hyfy **skeletové** (3) - tlustostěnné, nevětvené, nepřehrádkované
 - případně ještě **vazbové = ligativní** (2) - tlustostěnné, větvené, nepřehrádkované, oproti skeletovým téměř nemají lumen
- => pletivo je pak **monomitické** (4; jen generativní hyfy, ty jsou vždy přítomny), **dimitické** (6; generativní + skeletové), **amfimitické** (5; generativní + ligativní) nebo **trimitické** (7; všechny tři typy hyf)



ekologie:

- houby ponejvíce saprofytické, z nichž řada má schopnost přejít fakultativně k parazitismu, ale i specializované skupiny biotrofních parazitů (rzi, sněti)
- významná je symbióza s cévnatými rostlinami - **mykorhiza** (vzájemný podíl na výživě a ochraně, odumření jednoho partnera často vážně oslabí i druhého)
 - ektotrofní mykorhiza - hyfový plášť obaluje kořínky, houba proniká jen do mezibuněčných prostor (převládá u dřevin – viz foto, kořínky obalené hyfami muchomůrky)
 - endotrofní mykorhiza - hyfy pronikají do buněk rostlin, více u bylin
- minimum je lichenizovaných hub, jen některé druhy (nejsou zde ohraničené taxonomické skupiny zahrnující lichenizované zástupce)
- hospodářsky významné jsou kromě fytopatogenních parazitů houby rozkládající celulózu a lignin - "dřevokazné" houby
- řada zástupců zejména "masitých" hub jsou vyhledávané jedlé houby, u některých jsou využívány halucinogenní látky



<http://cs.wikipedia.org/wiki/Mykorhiza>

výskyt: nalézáme je v různých suchozemských biotopech, často ve spojení s určitými porosty vyšších rostlin

stopkovýtrusné houby známy ze starších třetihor, symptomy na cévnatých rostlinách přisuzované napadení parazitickými zástupci známy již z křídy

za evoluční vrchol stopkovýtrusných hub jsou považovány houby z pododdělení *Agaricomycotina*, tvořící holobazidie (dříve jako skupina *Homobasidiomycetes*)

jako vývojově starší jsou hodnoceny skupiny řazené v aktuálním pojetí systému v pododděleních *Pucciniomycotina* a *Ustilaginomycotina*, spolu s houbami z pododdělení *Agaricomycotina* tvořícími fragmobazidie

=> heterogenní soubor zahrnující všechny skupiny, jejichž zástupci mají fragmobazidii, a k nim organismy, u nichž byla zjištěna tvorba sekundárních spor (pučících z bazidiospor) nebo kvasinkovitých buněk (v dřívějších pramenech jako skupina *Heterobasidiomycetes*)

u těchto skupin se můžeme setkat s rozmanitostí znaků:

- z bazidiospor klíčí hyfy nebo kvasinkovité buňky, sekundární spory nebo mikrokonidie
- primární mycelium může být déletrvající (u mikrocyklických rzí je dokonce jedinou formou vegetativní stélky)
- pohlavní proces - vznik sekundárního mycelia: somatogamická hyfogamie, kopulace bazidiospor (*Tilletiales*) nebo gameto-somatogamie (*Pucciniales*)
- póry v přehrádkách hyf jsou různých typů - jednoduché, se zátkou i mohou zcela chybět
- bazidie různých typů (stichické i chiastické, fragmobazidie i holobazidie, hymenomycetoidní i gastroidní), tvoří se v hymeniu, přímo na myceliu nebo na sekundárních sporách

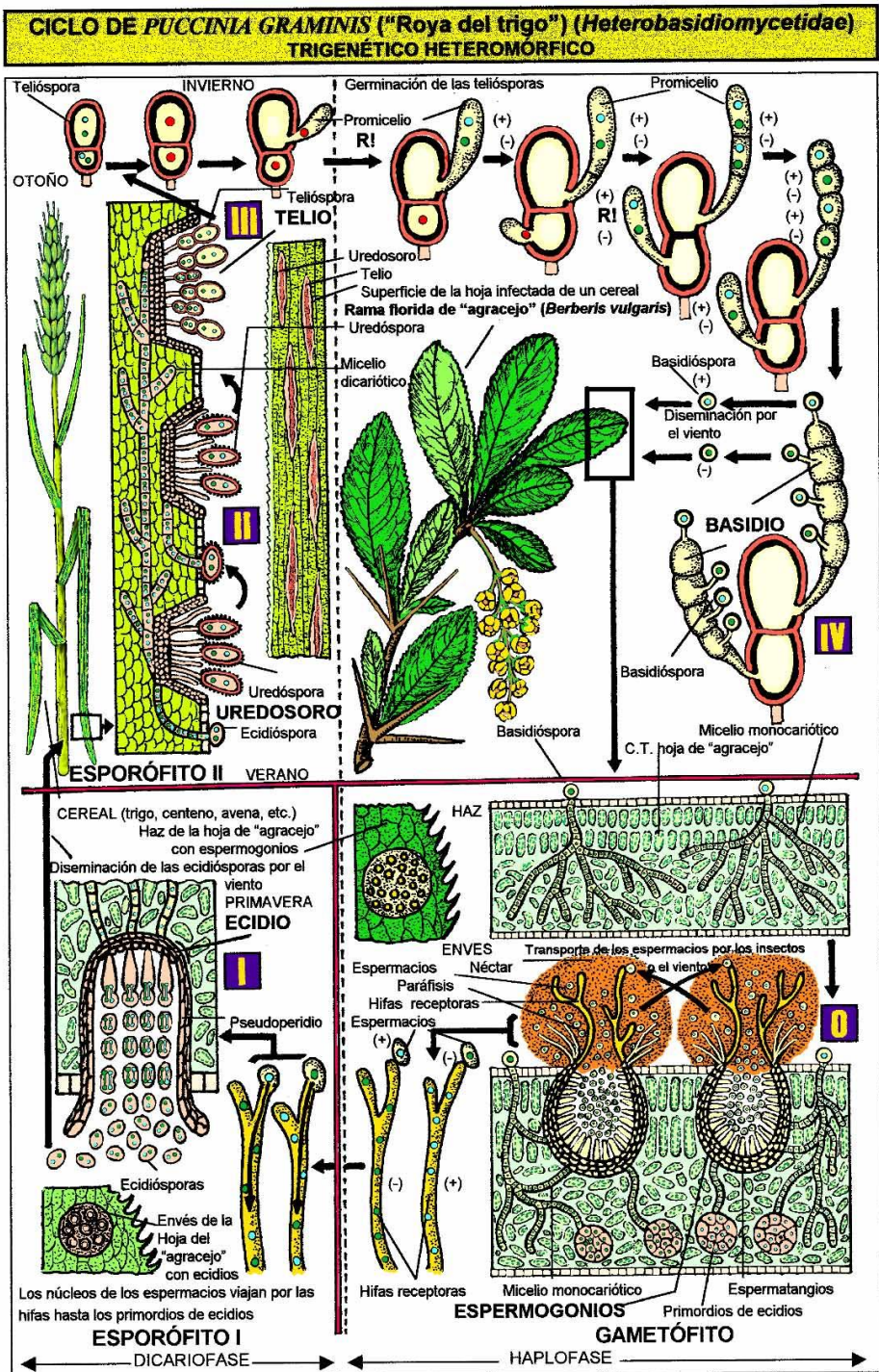
Pododdělení: **PUCCINIOMYCOTINA**

Třída: PUCCINIOMYCETES (UREDINIOMYCETES)

řád *Pucciniales (Uredinales)* - rzi jsou obligátní biotrofní parazité rostlin

- intercelulární mycelium vysílá haustoria do buněk hostitele => způsobují hypertrofie, hyperplazie
- na myceliu jsou jednoduché póry (nejsou vytvořeny dolipory), hyfy bez přezek
- netvoří se plodnice, zato se vytváří několik typů nepohlavních spor
- většina druhů během svého životního cyklu střídá hostitele (heteroecické, dioecické = dvoubytné), některé druhy prožijí celý životní cyklus na jednom hostiteli (autoecické, monoecické = jednobytné)
- řada druhů má životní cyklus zkrácený o jednu nebo více fází
- pravděpodobně se jedná o nejprimitivnější stopkovýtrusné houby – hyfy nemají přezky a dolipory, dlouhá haploidní fáze, gameto-somatogamie, více stadií nepohlavních spor
- parazité cévnatých rostlin - druhy rodů *Puccinia* (na travách aj., různí mezihostitelé), *Uromyces* (na bobovitých aj.), *Phragmidium* a *Gymnosporangium* (na růžovitých)

vývojový cyklus dvoubytné rzi: na mezihostiteli bazidiospora vyklíčí v hyfu => haploidní mycelium infikuje tkáň => pod svrchní epidermis se tvoří ložisko - **spermogonium** (ozn. 0) => na něm se z hyf odškrubují spermacie - samčí gamety

[illegible]

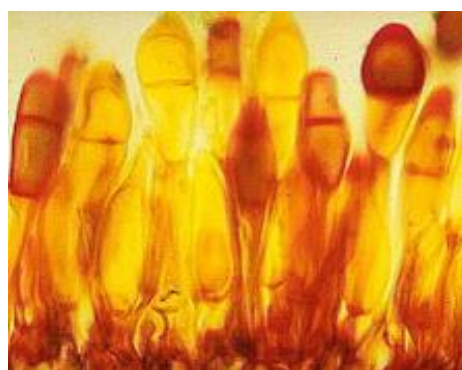


Vlevo nahoře
spermogonia s
kapkami nektaru,
dole aecia,
uprostřed řez
listem s ložisky
Puccinia graminis.
Vpravo nahoře
uredia a řez
ložiskem *Puccinia*
graminis, pod nimi
teliospory a telia
Puccinia graminis,
dole telia *Gymno-*
sporangium sp.
na cypřišku a
bazidie vyrůstající
z teliospory.



© Copyright APS Press

Foto B. Steffenson, <http://www.apsnet.org/online/archive/1998/barley70.htm>



<http://www.botany.hawaii.edu/faculty/wong/BOT135/2009/Lecture07/Lect08.htm> (spermogonia, uredia + řez ložiskem, telia + řez ložiskem)

<http://www.botany.hawaii.edu/faculty/wong/Bot201/Basidiomycota/Uredinomycetes/Uredinomycetes.htm> (řez spermog. + aecia, teliosp. + bazidie)



Pododdělení: **USTILAGINOMYCOTINA**

Třída: USTILAGINOMYCETES

pozn.: dnes je této třídy řazen i řád *Urocystidales*, zahrnující rody, patřící v tradičním systému k mazlavým snětím

řád Ustilaginales - sněti prašné

jsou obligátní parazité se silně redukovanou haploidní fází

- sekundární mycelium vzniká kopulací primárních mycelií nebo primárního mycelia s bazidiosporou nebo dvou sekundárních spor (vypučivších z bazidiospory); často se tvoří kvasinkovité stadium nahrazující primární mycelium
- sekundární mycelium - jednoduché póry, tvorba přezek, intercelulární mycelium s haustorií (řídčeji intracelulární)
- vysoce specializovaní (nejen na hostitele, ale i jen na některé nadzemní orgány - listy, květy aj.) parazité cévnatých rostlin – druhy rodu *Ustilago* (na travách, nahoře vlevo *U. tritici*, vpravo *U. maydis*), *Anthracoidea caricis* (na ostřicích, foto vpravo)

http://www.agric.wa.gov.au/PC_92016.html?s=1001

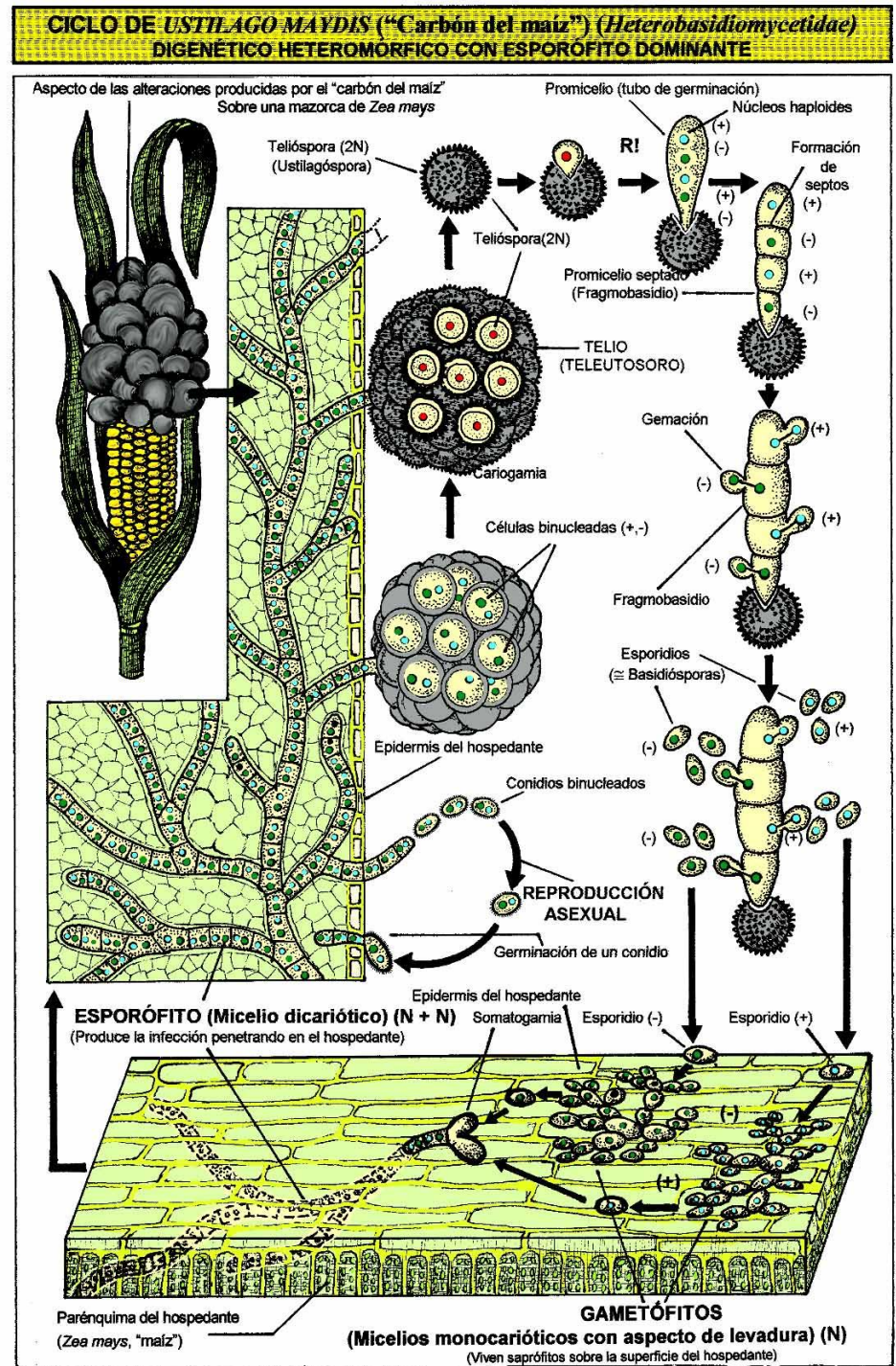


<http://www.broadinstitute.org/news/169>



Foto Carl Farmer, <http://www.nature-diary.co.uk/2008/06-11.htm>

- pohlavní rozmnožování: netvoří se plodnice, na dikaryotickém myceliu se tvoří tlustostěnné teliospory (= chlamydospory) => v nich dojde ke karyogamii => vyklíčí tzv. promycel => v něm meioza - stává se metabazidií (příčně přehr.) => tvorba bazidiospor = sporidií (každé jádro v metabazidii se ještě mitoticky rozdělí na 2 => přejdou do bazidiospor) => ty pak spolu kopulují rovnou anebo kopulují buňky z nich vypučivší => vyrůstá dikaryotické mycelium => infekce => časté napadení embrya, po vyklíčení sněť prorůstá rostlinou a projeví se až v dospělosti přeměnou obsahu plodu v masu teliospor
- nepohlavní rozmnožování: hyfy prorážející na povrch hostitele odškrcují dikaryotické blastospory => další infekce



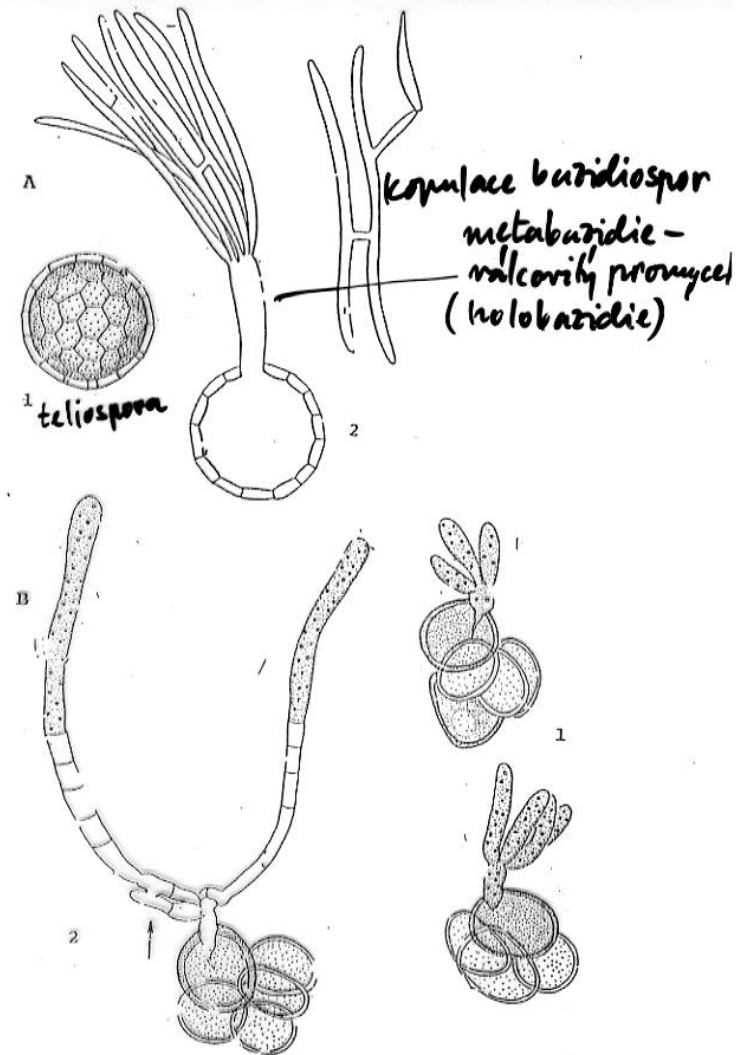
Třída: *EXOBASIDIOMYCETES*

taktéž parazitické houby, na rozdíl od třídy *Ustilaginomycetes* mají holobazidie

řád *Tilletiales* - sněti mazlavé

jsou obligátní parazité, odlišní v mnohém od snětí prašných:

- nevytváří se primární mycelium, na dikaryotickém myceliu primitivní dolipory (ale ještě i jednoduché póry)
- na dikaryotickém myceliu se též tvoří teliospory (chlamydospory), z nichž klíčí promycel – meioza někdy v něm a někdy už v teliospoře => pak přesun haploidních jader do promycelu => z něj se tak stává holobazidie (promycel je tedy už vlastně metabazidií) => tvorba bazidiospor => kopulují ještě na bazidii pomocí kopulačních kanálků => přesun jádra z jedné do druhé => ta pak vyklíčí hyfou nebo sekundárními sporami (nikdy pučením)



Obr.81: Teliospory u řádu *Tilletiales*.

- A – *Tilletia caulis*,
1 – teliospora,
2 – teliospora s promycelem a jehlicovitými bazidiosporami,
3 – kopulace bazidiospor;
B – *Urocystis anemones*,
1 – klíčící teliospory obklopené sterilními buňkami,
2 – později, po kopulaci bazidiospor (šipka) se již vyvíjí přehrádkované sekundární mycelium
(A – podle URBANA a KALINY, B – podle ALEXOPOULOSE).

- hostitele infikuje dikaryotická hyfa, nejčastěji v půdě při klíčení rostliny (infekce není předem v embryu!)
- obligátní parazit cévnatých rostlin, v napadených orgánech často vytváří při tvorbě teliospor páchnoucí ložiska se zbytky hyf (druhy rodů *Tilletia* aj.)



<http://www.viarural.com.ar/viarural.com.ar/insumosagropecuarios/agricolas/agroquimicos/rizobacter/aa-enfermedades/tilletia-carries-01.htm>



Foto B. Goates, <http://www.apsnet.org/online/archive/1998/barley81.htm>

Vlevo pšeničné klasy napadené *Tilletia caries* (= *T. tritici*); vpravo teliospory *Tilletia controversa*.

Pododdělení: **AGARICOMYCOTINA**

- homogenní skupina, považovaná v současné době za vývojově nejodvozenější
- bazidiospory klíčí vždy hyfou, nevytvářejí se kvasinkovité útvary (v přirozených podmínkách)
- sekundární mycelium vzniká vždy somatogamií (hyfogamií), u většiny zástupců (jsou výjimky) se tvoří přezky a dolipory s perforovaným parentosomem
- bazidiospory jednobuněčné, téměř vždy se tvoří plodnice (výjimkou je pár drobných řádů, ze zde zmíněných jen *Filobasidiales*)
- výjimečně dochází k tvorbě konidií (anamorfního stadia), a to vždy na dikaryotickém myceliu, případně na plodnicích

Třída: **AGARICOMYCETES**

houby s nerozdělenou bazidií (= holobazidií), netvoří kvasinkovitá stadia (neplatí absolutně, viz první řád)

dle vývoje plodnic rozlišujeme **houby rouškaté** (dříve podtř. *Hymenomycetidae*), u nichž se bazidiospory tvoří na povrchu plodnice v povrchové vrstvě zvané **hymenium** (výtrusorodé **rouško**), jež tvoří kromě bazidií sterilní zakončení hyf: bazidioly, cystidy, hyfidie (vlákna, která jsou obdobou parafýz u vřeckatých hub)
– bazidie hymenomycetoidního typu, spory až na výjimky aktivně odmršťovány (balistospory)
– plodnice **gymnokarpní** (od počátku otevřené) nebo **hemiangiokarpní** (dočasně uzavřené 1 nebo 2 plachetkami - velum parziale, velum universale)

druhým typem jsou **břichatky** (dříve podtřída *Gasteromycetidae*)
– základní znak: **angiokarpní** vývoj plodnice – je uzavřená až do dozrání spor
– bazidie gastroidního typu, bazidiospory pasivně uvolňovány (odlamují se ze sterigmat), roznášeny větrem, vodou, živočichy
– povrch plodnice uzavírá většinou dvouvrstevná **okrovka (peridie)**, samotný vnitřek plodnice pak tvoří **teřich (gleba)**
– bazidie se tvoří volně v celém teřichu nebo na hymeniu, které pokrývá povrch jeho vnitřních prostor (komůrek)
– během zrání se pletivo teřichu rozrušuje => shluky hyf tvořící kapilicium
– k uvolnění spor dojde po rozrušení peridie a obnažení teřichu

řád *Polyporales* zahrnuje houby laicky označované "choroš" – většina druhů tvoří gymnokarpní krustothecia, obvykle bokem přirostlá a často víceletá, s pórovitým nebo lamelovitým hymenoforem

- dřevní houby, saprofyté nebo fakultativní (i obligátní) parazité
 - charakterističtí zástupci: *Fomes* a *Fomitopsis* (česky obojí troudnatec, kopytovité plodnice), *Daedalea* (síťkovec, protažené až lamelovité póry), *Ganoderma* (lesklokorka), *Trametes* (outkovka); některé druhy jsou v mládí jedlé, např. *Laetiporus* (sírovec)
- vlastní rod *Polyporus* (choroš) - houby s dobře odlišeným třeněm a kloboukem, pórovitý hymenofor



Vlevo: Choroš zimní (*Polyporus brumalis*)

Foto Ján Šuvada, <http://www.nahuby.sk/atlas-hub/Polyporus-brumalis/Trudnik-zimny/Choros-polooplastvovy/ID1824>

Vpravo nahoře: outkovka pestrá (*Trametes versicolor*)

Foto Juraj Komár, <http://www.nahuby.sk/atlas-hub/Trametes-versicolor/Trudnikovec-pestry/Outkovka-pestra/ID764>

Vpravo dole: sírovec žlutooranžový (*Laetiporus sulphureus*)

Foto Sloník :o)

řád *Agaricales* – nejpočetnější řád, hemiangiokarpní pilothecia (u různých druhů různá tvorba velum partiale nebo velum universale), hymenofor u naprosté většiny zástupců lupenitý

- patří sem řada rodů obsahujících vyhledávané jedlé houby – *Macrolepiota* (bedla), *Agaricus* (pečárka, žampion), *Armillaria* (václavka), některé druhy rodů *Tricholoma*, *Lepista* (čirůvky) aj.
- stejně významné jsou ale i jedovaté houby z rodů *Amanita* (muchomůrka), *Entoloma* (závojenka), *Inocybe* (vláknice) nebo *Cortinarius* (pavučinec)

Zleva muchomůrka jízlivá (*Amanita virosa*), závojenka olovová (*Entoloma sinuatum*), nahoře vláknice načervenalá (*Inocybe erubescens*), dole pavučinec plyšový (*Cortinarius orellanus*)



L. Hagara, V. Antonáin, J. Baier: Houby, Aventinum, Praha, 1999.



Foto
Ladislav Tábi,
<http://www.nahuby.sk>
/atlas-hub/Entoloma-sinuatum
/Hodvabnica-velka/Zavojenka-olovova/ID113



Foto Jaroslav Malý,
<http://www.nahuby.sk/atlas-hub/Inocybe-erubescens/Maknica-Patouliardova>
/Maknice-zacervenalá-Patouliardova/ID796



Foto Vladimír Zita,
<http://www.nahuby.sk/atlas-hub/Cortinarius-orellanus>
/Pavucinovec-plysový/Pavucinec-plysový/ID371



Hagara et al.: Houby, Aventinum, Praha, 1999.



Foto Erik Brozmann, <http://www.nahuby.sk/atlas-hub/Coprinopsis-atramentaria/Hnojnik-atramentovy/Hnojnik-inkoustovy/ID97>



Foto Jiří Polčák, <http://www.nahuby.sk/atlas-hub/Lepista-nuda/Povabnica-fialova/Ciruvka-fialova/ID507>

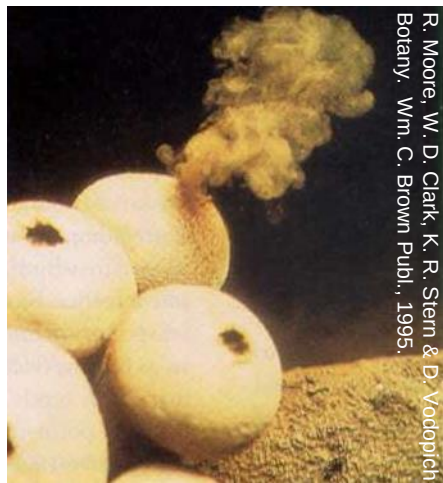
Pečárka polní (*Agaricus campestris*), hnojník inkoustový (*Coprinopsis atramentaria*), čirůvka fialová (*Lepista nuda*)

- do řádu *Agaricales* jsou aktuálně řazeny i některé rody hub s břichatkovitou plodnicí (břichatky v současném systému nepředstavují systematickou skupinu, houby s tímto typem plodnic jsou zastoupeny v různých řádech)



Hagara et al.: Houby, Aventinum, Praha, 1999.

Vlevo střechan bedlovitý (*Chlorophyllum agaricoides*) – přechodný typ mezi rouškatou houbou a břichatkou; vpravo pýchavka (*Lycoperdon* sp.) a pohárovka obecná (*Crucibulum laeve*)



R. Moore, W. D. Clark, K. R. Stern & D. Vothpich Botany, Wm. C. Brown Publ., 1995.



L. Hagara, V. Antonín, J. Baier: Houby, Praha, 1999.

řád *Boletales* – hemiangiokarpní (vytvořeno velum partiale) nebo gymnokarpní pilothecia s hymenoforem rourkatým, vzácněji lupenitým (snadno se odděluje od dužniny klobouku)

- převážně mykorhizní houby – největším rodem je *Boletus* (hřib), dále rody *Suillus* (klouzek), *Xerocomus* (suchohřib) nebo *Leccinum* (kozák); z lupenitých mají význam *Gomphidius* (slizák) nebo *Paxillus* (čechratka)

Zleva suchohřib hnědý (*Xerocomus badius*), klouzek modřínový (*Suillus grevillei*), nahoře slizák mazlavý (*Gomphidius glutinosus*), čechratka podvinutá (*Paxillus involutus*)

Foto Yvona Janotová, <http://www.nahuby.sk/atlas-hub/Boletus-badius/Suchohrib-hnedy/Suchohrib-hnedy/ID673>

Foto Ivan Belay, <http://www.nahuby.sk/atlas-hub/Suillus-grevillei/Masliak-smrekovcovy/Klouzek-slicny/ID276>

Foto Pavol Kešefák, <http://www.nahuby.sk/atlas-hub/Gomphidius-glutinosus/Slizak-mazlavý/Slizak-mazlavý/ID609>

Foto Ondrej Líška, <http://www.nahuby.sk/atlas-hub/Paxillus-involutus/Cechracka-podvinuta/Cechratka-podvinuta/ID21>



řád *Russulales* – pilothecia hemiangiokarpní (ale s vzácně vyvinutým velem)

- charakteristickým znakem řádu je přítomnost sférocyst - kulovitých buněk, vzniklých přeměnou buněk hyf (hyfy zde netvoří přezky); dužnina je pak křehká, lámavá
- převážně mykorhizické druhy, u nás zástupci dvou velkých rodů - *Russula* (holubinka) a *Lactarius* (ryzec), jenž je kromě sférocyst charakteristický ještě roněním mléčné tekutiny při poranění (může za to přítomnost mléčnic v pletivu – u holubinek jsou také vytvořeny, ale bez obsaženého "mléka")



Holubinka vrhavka (*Russula emetica*)

Foto Božena Kuzmová, <http://www.nahuby.sk/atlas-hub/Russula-emetica/Plavka-skodлива/Holubinka-vrhavka/ID470>

Ryzec ryšavý (*Lactarius rufus*)

Foto Milan Zajac, <http://www.nahuby.sk/atlas-hub/Lactarius-rufus/Rydzik-rysavy/Ryzec-rysavy/ID585>