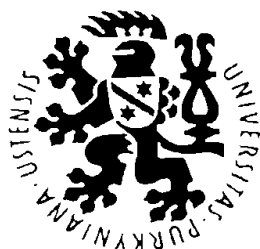


DISTANČNÍ OPORY PRO KOMBINOVANÉ STUDIUM BIOLOGIE

FYLOGENEZE A SYSTÉM NIŽŠÍCH ROSTLIN

Lenka Němcová



UNIVERZITA JANA EVANGELISTY PURKYNĚ
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA
katedra biologie

Ústí nad Labem 2006

Cíl předmětu: Velmi stručně se seznámit s morfologií, systémem, ekologií, historickým vývojem a významem organismů, které tradičně studují vědecké obory algologie, mykologie, lichenologie a bryologie.

ÚVOD:

Studijní opory sestávají ze dvou částí. Jsou to:

1. Teoretická část (obsah přednášek kurzu Fylogeneze a systém nižších rostlin určený k samostudiu).
2. Praktická cvičení (pracovní semináře) ke kurzu.

Textová část bude studentovi kombinovaného studia sloužit k úvodu do problematiky. Tato část bude průběžně aktualizována. Je to z toho důvodu, že v současné době není snadno dostupná studijní příručka, která by interpretovala nové poznatky v oboru, jež znamenají mimo jiné změny v systémech, a to i na úrovni nejvyšších taxonomických kategorií. Jako základní studijní literaturu doporučuji učebnici: **Kalina T. & Váňa J. (2006) [2005 err.]: Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii. – Karolinum, Praha.**

Předkládaný studijní text neobsahuje obrazový materiál, neboť ten je v dostatečném množství a kvalitě přístupný v doporučené studijní literatuře a na internetových stránkách uvedených níže.

Zvláště obtížné kapitoly textu budou diskutovány v rámci společných konzultací.

Nezbytnou součástí studia jsou pracovní semináře. Jejich cílem je seznámit se s konkrétními zástupci hlavních probíraných skupin, procvičit dovednosti získané při práci s mikroskopem a binokulární lupou, prohloubit znalosti morfologie a rozmnožovacích cyklů, u některých skupin pokusit se determinovat objekty dle jednoduchých klíčů.

Vybrané organismy budou demonstrovány v podobě živého či fixovaného materiálu, popř. herbářových položek. Je kladen důraz na materiál snadno dostupný v přírodě, aby jej studenti mohli sami později ve své praxi využít.

Aby byla práce na seminářích efektivní, je třeba, aby účastníci předem prostudovali ty části studijního textu, které se týkají demonstrovaných objektů.

Završením studia předmětu Fylogeneze a systém nižších rostlin jsou **Kryptogamologická terénní cvičení**. V jejich průběhu budou prezentováni nalezení zástupci hub, lišejníků, řas a mechorostů ve svém přirozeném prostředí, procvičovány základy morfologie, zmíněny zvláštnosti rozmnožování a životní cykly. Je nutno zdůraznit úlohu demonstrovaných organismů v ekosystémech (dekompozitoři, parazitismus, saprofytismus, symbiózy...), význam bioindikátorů, vazbu na substrát. Důležité je též seznámení se s metodami sběru, preparace a konzervace nalezených objektů.

Doporučená literatura:

Kalina T. & Váňa J. (2006) [2005 err.]: Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii. – Karolinum, Praha.

Kalina T. (1994): Systém a vývoj sinic a řas.

Váňa J. (1996): Systém a vývoj hub a houbových organismů.

Rosypal S. et al. (2003): Nový přehled biologie.

Svrček M. et al. (1976): Klíč k určování bezcévných rostlin.

Křísa B., Prášil K. /red./ (1989): Sběr, preparace a konzervace rostlinného materiálu.

Hagara L., Antonín V., Baier J. (2000): Houby.- Aventinum, Praha.

Papoušek T. /ed./ (2004): Velký fotoatlas hub z jižních Čech.- T.Papoušek, České Budějovice.

Hindák F. a kol. (1978): Sladkovodné riasy.- SPN Bratislava.

Jankovský L. (1997): Viry, prokaryota, řasy, houby a lišejníky.- MU Brno.

Klán J. (1989): Co víme o houbách.- SPN Praha.

Nienhaus F., Butin H., Boehmer B. (1998): Atlas chorob a škůdců okrasných dřevin.- Brázda, Praha.

Pouličková A., Jurčák J. (2001): Malý obrazový atlas našich sinic a řas.- UP Olomouc.

Keizer G. J. (1998): Encyklopedie hub.- Rebo Productions, Praha.

Kremer B.P. et Muhle H. (1998): Lišejníky, mechorosty, kaprad'orosty. - Knižní klub, Praha.

Černý A. (1989): Parazitické dřevokazné houby.- SZN Praha.

Ellis M.B. et Ellis J.P. (1997): Microfungi on Land Plants. An Identification Handbook.- The Richmond Publishing Co. Ltd.

Maršálek B., Keršner V., Marvan P./eds./(1996): Vodní květy sinic.- Nadatio flos-aquae, Brno.

Sládeček V. et Sládečková A. (1996): Atlas vodních organismů. 1. díl: Destruenti a producenti.- VŠCHT Praha.

Další informační zdroje:

<http://botany.natur.cuni.cz> (prezentace přednášky, model praktického cvičení)

<http://botany.upol.cz> (prezentace mykologické části přednášky, na této adrese je k dispozici též **Atlas houbových organismů**, který všude doporučuji vaší pozornosti)

<http://botanika.bf.jcu.cz/bryoweb/> (bryologie)

<http://www.sci.muni.cz/botany/studium/mykolog.htm>

<http://www.sci.muni.cz/botany/studium/mykosyst.htm>

<http://www.sci.muni.cz/botany/studium/ekolhub.htm>

<http://www.sci.muni.cz/botany/studium/nr-houby.htm>

<http://www.sci.muni.cz/botany/studium/nr-rasy.htm>

<http://www.sci.muni.cz/botany/studium/nr-cvic.htm>

FYLOGENEZE A SYSTÉM NIŽŠÍCH ROSTLIN

TEORETICKÁ ČÁST

I. ČÁST ÚVODNÍ, PROKARYOTA

Několik otázek na úvod:

Co označujeme jako bezcévné rostliny? Co je to stélka? Proč je důležitá systematika? A co je to nomenklatura? Kolik rozlišujeme říší živých organismů?

Karl von Linné (v latinském přepisu Carolus Linneus, 1707-1778) dělil rostliny na tajnosubné (nekvetoucí, Cryptogamia), nazývané též stélkaté (Thallobionta, Thallophyta, thallus je česky stélka), později též **bezcévné** (proč?), nebo (rozuměj vývojově) „**nižší**“, a jevnosubné (kvetoucí, Phanerogamia), s tělem rozčleněným na kořen, stonek a listy (rozčleněné tělo se nazývá cormus, proto též Cormobionta, Cormophyta), též označované jako **cévnaté** nebo (rozuměj vývojově) „**vyšší**“ rostliny (nauka o nich se nazývá též fanerogamologie).

Bezcévné rostliny je společně označení pro sinice, řasy, houby, lišejníky a mechorosty v tradičním smyslu (studuje je kryptogamologie). Nejedná se tedy o systematickou nebo vývojovou skupinu, ale pouze o souhrnné (a v podstatě nepřesné) označení několika skupin stélkatých organismů. Nepřesné proto, že se nejedná pouze o rostliny, ale zástupce několika různých říší.

Budeme se tedy věnovat sinicím a řasám, houbám a jim podobným organismům, lišejníkům a mechorostům.

Sinice, řasy a houby zaujímají důležité místo v koloběhu látek a energie probíhající v přírodě. Autotrofní sinice a řasy jsou hlavními **primárními producenty** organické hmoty ve vodním prostředí. Heterotrofní houby (**reducenti**) získávají potřebné látky a energii k budování svých stélek jako paraziti živých organismů nebo jako saprofyti, rozkládající mrtvá těla rostlin a živočichů. Pozoruhodné jsou symbiotické vztahy, do kterých houby vstupují, lichenismus a mykorrhizy.

Sinice, řasy a houby často zvyrazňují negativní vlivy zhoršujícího se životního prostředí. Narůstající eutrofizace moří a pevninských vod umožňuje vysokou produktivitu sinic a řas. Tím se kvalita vody dále zhoršuje, neboť je ovlivňována látkami uvolňovanými z živých, ale zejména z odumírajících buněk. Prostředí znečištěné lidskou činností do značné míry ovládly saprofytické houby. Znehodnocují mimo

jiné výrobky potravinářského průmyslu, mykotoxiny, které produkují, mohou být příčinou zdravotní závadnosti potravin.

Zcela jinak hodnotíme význam jednoduchých organismů z hlediska rozvoje mikrobiálních biotechnologií. Nové postupy, které zčásti navazují na zkušenosti z kvasné výroby a přípravy antibiotik, umožňují získat cenné biologicky aktivní látky z kultur vhodných druhů.

Stélka (thallus) je obecný název vegetativního těla jednobuněčných i mnohobuněčných organismů, které postrádá diferenciovaná pletiva a zpravidla také chybí spojení mezi buňkami pomocí plazmodesmat. Stélka tedy není členěna na kořen, stonek a listy, ale funkční obdobu těchto orgánů tvoří rhizoidy, kauloid a fyloidy. U pokročilejších typů dochází k diferenciaci plektenchymatických nebo pseudoparenchymatických pletiv a primitivních cévních svazků. Název stélka má historickou hodnotu a byl používán jako protiklad k rostlinnému tělu sporofytů suchozemských rostlin, nazývanému kormus. organismů těchto skupin.

Zamysleme se nyní nad tím, co je asi úkolem **systematiky**:

A) Znechutit uživatelskou veřejnost neustále se měnícími systémy a dlouhými výklady o tom, že každý systém, který jste se naučili, je již zastaralý.

B) Odradit studenty od studia systematických disciplín nutností memorovat dlouhé seznamy nesrozumitelných jmen s podivnými koncovkami.

C) Vyjádřit přehledně a komplexně současný stav znalostí o jednotlivých skupinách organismů, včetně možných vývojových souvislostí.

Správná odpověď: C)

Systematika má za úkol:

1. Zjistit a správně interpretovat všechny dostupné informace o studovaných organismech.
2. Rozlišit jednotlivé skupiny organismů, utřídit je podle určitých hledisek a srozumitelně je označit (taxonomie a nomenklatorika).
3. A to nejdůležitější: na základě uvedeného se snažit o pochopení vývoje, pochopení fylogenetických vztahů, které by výsledné uspořádání (systém) mělo vyjadřovat.

Co tedy je vlastně „**systém**“? Systém není seznam, ale vyvíjející se názor, respektive vyjádření názoru na danou skupinu organismů na základě aktuálních znalostí, a směřuje k poznání historického vývoje (fylogeneze) i současného stavu dotyčné skupiny organismů.

A co je to **nomenklatorika**? Pomocná disciplína systematické biologie, která se zabývá volbou, použitím a změnami vědeckých jmen taxonů všech kategorií. Vědecká jména jsou latinská (nebo latinizovaná) a mají mezinárodní platnost. Pravidla určující práci s jmény taxonů jsou přesně normována v mezinárodních nomenklatorických kódech. V současné době existuje několik nomenklatorických kódů:

- Mezinárodní kód botanické nomenklatury (International Code of Botanical Nomenclature) (dále MKBN)
- Mezinárodní kód zoologické nomenklatury (International Code of Zoological Nomenclature)
- Mezinárodní kód nomenklatury prokaryot (International Code of Nomenclature of Prokaryota)
- Fylogenetický kód biologické nomenklatury (PhyloCode: A Phylogenetic Code of Biological Nomenclature)

Zatímco vědecké pojmenování (nomenklatura) je latinské, platí jednotně na celém světě a řídí se mezinárodními pravidly, tzv. kódy, různé etnické skupiny mají vlastní národní názvosloví. V případě druhu je vědecké pojmenování binominální: rodové jméno + druhové epitetum a součástí jména je platná zkratka autora jména. **Správné jméno spolu se správným taxonomickým hodnocením představuje ve formě vrcholné zkratky určitou základní charakteristiku taxonu.**

Např.: *Amanita muscaria* (L.) Pers. - muchomůrka červená/ muchotrávka červená - německy Roter Fliegenpilz

Některé základní zásady MKBN:

1. Botanická nomenklatura nezávisí na nomenklatuře zoologické.

2. Použití jmen taxonomických skupin v hodnotě druhu až do hodnoty čeledi se řídí pomocí nomenklatorických typů. Nomenklatorický typ je prvek, s nímž je trvale spojeno jméno taxonu bez ohledu na to, zda se jedná o správné jméno nebo synonymum. Nomenklatorický typ jména druhu je jediný, trvale konzervovaný vzorek (herbářová položka, mikroskopický preparát, popř. publikovaná ilustrace). Nemůže to být pouze živá kultura, jako je tomu u bakterií.

3. Nomenklatura taxonů je založena na prioritě, tj. přednost při volbě platného jména mají vždy nejstarší platně publikovaná jména (pozn.: protože se stále objevují historické publikace, byly zavedeny tzv. výchozí publikace, např. autorů Linné, Persoon, Fries).

4. Každý taxon s přesným vymezením, zařazením a hodnotou může nést jediné správné jméno, a to nejstarší jméno, které je v souladu s pravidly Kódu. Ostatní platně publikovaná jména, která nemají prioritu nebo jsou z hlediska dnešního taxonomického pojetí již zastaralá, se nazývají synonyma. V dosahu působnosti daného kódu nesmí existovat stejná jména pro různé taxony (homonyma). Vědecká jména jsou latinská a důležitou součástí jména jsou autorské zkratky za jménem, které jméno jednoznačně určují.

5. Článek 59 - stanoví volbu jména hub s pleomorfním životním cyklem. Tím se rozumí životní cyklus vřeckatých a stopkovýtusých hub, ve kterém je zařazena anamorfa, nepohlavní forma, která se rozmnožuje nepohlavními výtrusy a teleomorfa, jejíž rozmnožování je provázáno pohlavním procesem. Správné jméno pro holomorfu (tj. jméno zahrnující anamorfu i teleomorfu) je nejstarší oprávněné jméno platné pro teleomorfu. Př. *Venturia inaequalis* - holomorfa a teleomorfa, *Spilopodia pomii* - pouze anamorfa.

Sinice, řasy a houby v systému organismů.

Biologické systémy zachycují v logickém uspořádání vztahy mezi organismy. K vyjádření vztahů slouží stupně taxonomické hodnoty a jejich vzájemné pořadí. Systémy jsou syntézou znalostí o organismech v podobě, která odpovídá době jejich vzniku. Nové poznatky (zpravidla spojené s novou technologií výzkumu) znamenají změny v systémech, které postihují i nejvyšší kategorie.

Přehled základních systematických kategorií:

taxonomická kategorie	koncovka	příklad
DRUH (species)	nemá	<i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Boletus edulis</i>
ROD (genus)	nemá	<i>Amanita</i> , <i>Volvox</i>
ČELEĎ (familia)	-aceae	Amanitaceae, Volvocaceae
ŘÁD (ordo)	-ales	Agaricales, Volvocales
TŘÍDA (classis)	-phyceae -mycetes -opsida	Chlorophyceae (řasy) Basidiomycetes (houby) Sphagnopsida (mechorosty a cévnaté rostliny)
ODDĚLENÍ (divisio, phylum)	-phyta -mycota	Chlorophyta (řasy, mechorosty, cévnaté rostliny) Basidiomycota (skupiny, které studuje mykologie)
ŘÍŠE (regnum)	nemá	Chromista, Fungi, Plantae
NADRÍŠE, DOMÉNA (imperium)	nemá	Archea, Prokarya, Eukaria

Kolik rozlišujeme říší živých organismů?

Odpověď nutně souvisí s aktuální úrovní znalostí o historickém vývoji (fylogenezi) živých organismů. Termín fylogeneze poprvé použil německý biolog E. Haeckel (1834-1919). Rozuměl tím historický vývoj druhů i celých skupin organismů. Haeckel (1878) své fylogenetické představy zakládal na srovnání ontogenetického vývoje, zejména srovnávací embryologie, morfologie a anatomie, značný význam přikládal paleontologickým nálezům. Vztahy mezi organismy vyjadřoval Haeckel pomocí fylogenetických stromů, v nichž výchozí, vývojově jednodušší organismy jsou předky vývojově dokonalejších organismů.

Z hlediska fylogeneze lze rozlišit tři kategorie taxonů:

1. Taxony monofyletické – zahrnuje výlučného společného předka tohoto taxonu a všechny jeho potomky.
2. Taxony parafyletické – zahrnují svého společného předka, ale ne všechny jeho potomky. Společný předek tedy není výlučný pro tento taxon, ale byl předkem i taxonu jiného.
3. Taxony polyfyletické – nezahrnují svého společného předka jsou jen seskupením podobných organismů bez vývojových souvislostí.

Snaha o **třídění organismů (klasifikaci)** je velmi stará (Platón, Aristoteles). Nutnost třídění vyvolána praktickými důvody - využití pro zajištění existence člověka (např. rostliny jedlé, jedovaté, léčivé...). Hromadění poznatků vedlo k potřebě podrobnějšího třídění organismů, nejdříve na základě morfologických znaků. **C. Linné**, popsal všechny dosud známé živočichy a rostliny, popsal četné nové druhy. Velká zásluha - zavedení binární nomenklatury. Spis *Species plantarum* (1753) - závazný seznam platných jmen některých řas, hub, mechů a všech cévnatých rostlin. Rozlišil 2 říše *Regnum vegetabile* a *Regnum animalia*. Systém umělý: pouze morfologické znaky - květy, stavba stélky, např. všechny vláknité druhy řas a hub zařadil do rodů *Conferva* a *Byssus*.

Polovina 19. století – dvě nově ustavené říše pro velkou skupinu nejmenších a primitivních organismů: **Protoctista** Hogg 1861 pro jedno- i vícebuněčné organismy, které nelze zařadit ani mezi rostliny, ani mezi živočichy a **Protista** Haeckel 1866 pro jednobuněčné organismy, stojící mezi rostlinami a živočichy. V současnosti nelze akceptovat, protože vymezení říší je založeno na negativních kritériích.

Systém pěti říší podle Whittakera (1969), nové rysy: zdůraznění významu trofie (fotosyntéza, absorpce, ingesce) a **houby** s.l. poprvé jako samostatná říše.

Moderní, v současnosti velmi užívaný systém založený na 3 doménách (**Prokarya, Archaea, Eukarya**) a 5 eukaryotických říších je kompromisním systémem, který odpovídá průběžnému stavu poznání, vychází zejména ze studia buněčné ultrastruktury a molekulární biologie (viz. Univerzální fylogenetický strom, Rosypal 2003, str. 10, Vývojové vztahy hlavních skupin organismů, Rosypal 2003, str. 154).

V posledních dvou až třech desítkách let bylo vzhledem k novým poznatkům na úrovni biochemické, ultrastrukturální a molekulární nutno opustit zjednodušenou představu, že algologie studuje pouze dvě skupiny organismů (sinice z říše Prokarya a „řasy“ z říše Eukarya) a mykologie pak jedinou skupinu – houby, které by představovaly samostatnou říši Fungi.

Algologie (fykologie) jako vědní obor se podle současných poznatků zabývá systematikou, ekologií a historickým vývojem jak autotrofních prokaryotických sinic (říše Bacteria), tak autotrofních eukaryotických zástupců říší Protozoa, Chromista a Plantae. Vědní obor **mykologie** pak studuje systematiku, ekologii a historický vývoj vlastních hub (říše Fungi) a houbám podobných heterotrofních zástupců říší Protozoa a Chromista.

V uvedeném smyslu pak lze „řasy“ v původním pojetí chápat jako heterogenní polyfyletickou skupinu fotoautotrofních stélkatých organismů se schopností oxygenní fotosyntézy díky fotosyntetickým pigmentům. Houby v širokém smyslu slova (houby s.l.), tedy zástupci říše Fungi a říší Protozoa a Chromista tvoří heterogenní polyfyletickou skupinu s heterotrofní (holozoickou nebo osmotrofní) výživou. Produktem metabolismu vlastních hub je polysacharid glykogen, což spolu s dalšími znaky na úrovni biochemické (syntéza lyzinu) a ultrastrukturální (lyzozomy) houby (Fungi) přibližuje spíše k živočichům, než k rostlinám, se kterými byly v minulosti tradičně spojovány.

Bezcévné rostliny nejsou tedy žádnou systematickou, natož pak fylogenetickou jednotkou. Jedná se o souborné označení pro organismy, které studují vědecké obory **algologie, mykologie, lichenologie a bryologie** a zabývají se studiem organismů, které při současném stupni poznání řadíme do pěti říší (**Bacteria, Protozoa, Chromista, Fungi a Plantae**). Podrobnější charakteristika uvedených říší bude předmětem nejen této, ale i dalších přednášek (botanika cévnatých rostlin, zoologie bezobratlých a obratlovců a jistě i dalších).

Přehled hlavních probíraných jednotek:

DOMÉNA (NADRÍŠE): PROKARYA

říše: **Bacteria** (oddělení Cyanophyta)

DOMÉNA (NADRÍŠE): EUKARYA

říše: **Protozoa** (oddělení Acrasiomycota, Myxomycota, Plasmodiophoromycota, Chlorarachniophyta, Euglenophyta, Dinophyta)

říše: **Chromista** (oddělení Cryptophyta, Labyrinthulomycota, Peronosporomycota, Hyphochytriomycota, Heterokontophyta, Haptophyta)

říše: **Fungi** (oddělení Chytridiomycota, Microsporidiomycota, Zygomycota, Ascomycota, Basidiomycota)

říše: **Plantae** (oddělení Glaucophyta, Rhodophyta, Chlorophyta, Charophyta, Anthocerotophyta, Marchantiophyta, Bryophyta)

Základní fakta o říších, které nás v rámci tohoto kurzu zajímají (podle Rosypal 2003):

říše: **BACTERIA**

Jednobuněčné nebo vláknité prokaryotické organismy s jednoduchou stavbou buňky. Protoplast pokrývá buněčná stěna. Buňky neobsahují mitochondrie ani plastidy. DNA má tvar kruhové molekuly. Ribozomy mají sedimentační koeficient 70S. Rozmnožují se nepohlavně. Jsou autotrofní i heterotrofní, všudypřítomné, zapojené do koloběhů dusíku, síry a uhlíku, řada z nich je patogenních.

Sinice (Cyanobacteria, Cyanophyta) jsou skupinou fototrofních oxygenních bakterií, které obsahují chlorofyl ve specializovaných membránách, tylakoidech. Oxygení fotosyntéza se posléze rozšířila na veškeré fotoautotrofní organismy a zásadním způsobem ovlivnila podmínky na Zemi. Sinice se staly hlavními donory chloroplastů pro heterotrofní eukaryotní hostitele, z nichž se různými cestami vyvinuly všechny autotrofní eukaryotní organismy s tímto typem fotosyntézy.

říše: **PROTOZOA** Goldfuss 1818

Převážně jednobuněčné organismy s chemoheterotrofní (osmotrofní nebo fagocytární) výživou. Jen tři skupiny prvoků mají chloroplasty (Chlorarachniophyta, Euglenophyta a Dinophyta). Chloroplasty byly získány sekundární nebo terciární endosymbiózou a jejich dárce pocházeli z různých fototrofních skupin. Chloroplasty mají na povrchu tři nebo čtyři membrány. Skupiny s chloroplasty se vyznačují mixotrofní výživou, kdy fototrofní výživa je v různé míře doplněna výživou heterotrofní. Bičíky, pokud je zástupci mají, tak jsou bez mastigonemat (duté vlásky na bičíku). Protozoa vykazují velkou morfologickou, fyziologickou i genetickou variabilitu a lze předpokládat, že jejich prapředci byli vývojovým centrem pro mnoho dnes existujících skupin. Protozoa jsou bezesporu heterogenní, parafyletickou skupinou organismů. Říše bude postupně členěna na další skupiny s relativně monofyletickým původem.

FUNGI Linnaeus 1753 (skupina), FRIES 1821

Jednobuněčné i vícebuněčné, často vláknité (myceliální) organismy, buněčnou stěnu tvoří chitin a β -polyglukany. Výživa absorpční (osmotrofní), tedy heterotrofní a to nikoli fagotrofní. Zásobní látkou je (podobně jako u živočichů) glykogen. Bičíky pouze u oddělení Chytridiomycota, hladké, bez mastigonemat. Životní cyklus převážně haploidní nebo dikaryotický, vzácně i diploidní. Náplň této skupiny doznala v posledních desetiletích velkých změn, především převedením některých zástupců, které tradičně studuje mykologie, do říší Protozoa a Chromista.

CHROMISTA Cavalier-Smith 1981

Relativně „mladá“ říše, ustavená pro skupiny jak primárně heterotrofních tak sekundárně autotrofních organismů, které získaly chloroplasty sekundární endosymbiózou (chloroplasty mají na povrchu čtyři membrány), při které se endosymbiontem stala kompletní eukaryotická buňka s chloroplastem. Buněčná stěna je převážně celulózní či z jiných polysacharidů. Zásobní látkou je u většiny zástupců polysacharid chrysolaminaran, u heterotrofních zástupců pak polysacharid označovaný mykolaminaran, škrob se tvoří

pouze u skrytěnek (Cryptophyta). Bičíky (pokud jsou vyvinuty) bývají dva, alespoň jeden s mastigonematy. Chromista obsahují autotrofní řasové organismy i heterotrofní organismy houbám podobné, které zřejmě mají společný původ, pro který hovoří některé fyziologické znaky (syntéza lysinu přes kyselinu diaminopimelovou, DAP, zatímco u vlastních hub jde přes kyselinu aminoadipovou, AAA). Skupina bývá také označována jako Straminipila.

PLANTAE Haeckel (1866), Linné 1753 jako regnum Vegetabilio

Říše obsahující fotoautotrofní organismy, založené na primární endosymbióze při které eukaryotní hostitelská buňka pohltila prokaryotní buňku sinice (chloroplasty se dvěma membránami). V eukaryotní evoluci se primární endosymbióza udála pouze jednou. Dala vznik glaukofytům, ruduchám, zeleným řasám a vyšším rostlinám (embryofytům). Fylogenetické analýzy dokázaly těsnou příbuznost mezi ruduchami a zelenými rostlinami. Glaukofyta jsou pravděpodobně sesterskou skupinou s primitivními chloroplasty (cyanelami). Samostatnou vývojovou větev představují zelené rostliny (Viridiplantae), které zahrnují zelené řasy (Chlorophyta) a streptofyta, což je skupina zahrnující parožnatky (Charophyta), mechorosty a cévnaté rostliny.

Kompartimentace buňky

Kompartimentace - členění buňky na funkčně rozdílné prostory a struktury.

Důležité!: Předpokládá se znalost základní charakteristiky prokaryotické a eukaryotické buňky, znalost původu, stavby a funkce jednotlivých organel (Kalina 1994, str. 15-20, Rosypal 2003, str. 8-9, 40-55).

Rozmnožování řas a hub. Základní pojmy.

Rozmnožování - jedna ze základních vlastností organismů. Význam: udržování druhu, zvětšování počtu jedinců a šíření na nová území. Důležitý evoluční činitel, s průběhem rozmnožování úzce souvisí variabilita, mutace, přenos genetického materiálu.

U řas, hub ... probíhá pohlavní a nepohlavní rozmnožování.

Nepohlavní rozmnožování - vznikají rozmnožovací buňky (výtrusy, spory), které se vyvíjejí ve výtrusnicích (sporangích) nebo na koncích vegetativních vláken, kde dochází k přeměně vegetativních buněk ve spory. **Spory** – pohyblivé: zoospory, planospory, nepohyblivé: u řas: autospory, aplanospory, u hub např. konidie. Vznikají při mitotickém dělení jádra – mitospory: haplo- či diplo- (Př. haplomitosporangiospory).

Vegetativní rozmnožování - tvoří se jednobuněčné či vícebuněčné částice (části vláken, úlomky mycelia), které dorůstají do tvaru původní rostliny. V některých případech se na stélkách tvoří specializované rozmnožovací částice (gemy: parožnatky, mechorosty, soredie, isidie: lišejníky). Opět spojeno s mitotickým dělením.

Pohlavní proces - plazmogamie, karyogamie - vzniká diploidní jádro, ve kterém ihned nebo po několika mitózách dochází k meiotickému dělení. Zygota často utvoří tlustou stěnu - zygospora (hypnospora) a přetrvává tak i dlouhé klidové období. Pohlavní buňky (gamety) vznikají: buď přeměnou vegetativních buněk nebo ve specializovaných buňkách (gametangiích). Jsou pohyblivé či nepohyblivé (planogamety a aplanogamety).

Druhy **oboupohlavné** (tj. obojí gametangia na 1 stélce, monoecické) a **jednoplhlavné** (diecické).

Druhy **homothalické** - na stélce vyrostlé z jednoho výtrusu vznikají gametangia obojího pohlaví, jejich jádra, ač geneticky stejná, se účastní plazmo- a karyogamie, **heterothalické** - stélky se rozpadají do dvou skupin kmenů, + a -. Mezi příslušníky stejného kmenu nemůže dojít k pohlavnímu procesu, i když jsou tam obojí gametangia, samčí a samičí. Pohlavní proces je bržděn homologickým párem genů inkompability.

Podle průběhu pohlavního procesu je rozlišována:

gametogamie – izogamie, anizogamie, oogamie - androgamet (spermatozoid nebo spermacie - nepohyblivá) a oosféra

gametangiogamie

somatogamie - splynutí protoplastů vegetativních buněk, hologamie, hyfogamie (např. konjugace)

Životní cykly (ŽC) řas a hub. Základní pojmy.

Chybí li v ŽC pohlavní proces, má 4 fáze: růst, replikace DNA a RNA, mitotické dělení jádra, dělení protoplastu. Pohlavní proces vnáší do ŽC nový prvek, střídání jaderných fází, ŽC pak začíná zygotou a končí tvorbou gamet. Podle podílu haploidní a diploidní generace v životním cyklu rozlišujeme:

- řasy a houby s **převahou haploidní generace** - vegetativní stélka je haploidní, zygota je jedinou diploidní buňkou, při jejím klíčení proběhne meioza a vyroste nová haploidní stélka,

- s **převahou diploidní generace** - ve vegetativním stavu jsou stélky diploidní, haploidní fáze omezena pouze na gamety (př. Fucales, Chromophyta),

- navazuje generace haploidní na diploidní, tj. **rodozměna** (metageneze): gamety (n) – zygota (2n) – diploidní sporofyt (S, 2n) – meioza - haploidní meiospory (n) – gametofyt (G, n)

G a S jsou často samostatní jedinci, kteří se rozmnožují nepohlavními spory, mohou být morfologicky podobní - izomorfní rodozměna (x heteromorfní rodozměna),

- u některých hub je mezi haploidní a diploidní fází vložena fáze **dikaryotická** (v buňce je dvojice pohlavně rozlišených jader + a -: dikaryony, mitóza probíhá u obou jader současně), dikaryotická fáze je omezena na určitá vývojová stadia či celá vegetativní stélka je dikaryotická (př. vřeckaté houby, stopkovýtrusé houby, některé ruduchy).

DOMÉNA (NADŘÍŠE): PROKARYA

ŘÍŠE: BACTERIA

ODDĚLENÍ: CYANOPHYTA (CYANOBACTERIA) - SINICE

TŘÍDA: CYANOPHYCEAE - SINICE

Sinice jsou autotrofní prokaryotické organismy (**oxygenní fototrofní bakterie**) s jednobuněčnou nebo vláknitou stélkou. V jejich buňkách chybí jádro, chloroplasty a mitochondrie. Chybějí též bičíky. DNA je obsažena v nukleoplazmatické oblasti, podobné nukleoidu bakterií. Sinice mají fotosyntézu rostlinného typu, spojenou s produkcí kyslíku. Četné sinice mají schopnost fixovat plynný dusík a redukovat jej na amonné soli.

Stavba buňky

Sinice patří mezi **gramnegativní bakterie**, tzn. že jejich buňky mají pevnou **buněčnou stěnu**, která svým složením znemožňuje barvení protoplastu dle Gramma. BS je složená z peptidoglykanů mureinu a kyseliny diaminopimelové (není známa u eukaryot). Je citlivá k penicilinu, rozplývá se působením lysozymu. Má 4 vrstvy, mezi dvěma z nich byla u některých sinic zjištěna vrstva kontraktilních mikrofibril, způsobujících typický klouzavý či drkavý pohyb. Vnější povrch BS pokrývá vrstva slizu, často vrstevnatého či zbarveného. U vláknitých sinic bývá vyvinuta slizová pochva.

Plazmatická membrána obklopuje protoplast, zajišťuje aktivní transport iontů a exkreci látek, zahajuje oddělování dceřinných protoplastů při buněčném dělení, je sídlem dýchacích enzymů a souvisí s ní vývoj tylakoidů.

Tylakoidy (fotosyntetické membrány) jsou uloženy v plazmě. Fotosyntetické pigmenty chlorofyl a, β -karoten a několik xantofylů jsou uloženy v membráně tylakoidů. **Fykobiliproteiny** (modrý c-fykocyanin a červený c-fykoerytrin a modrý allofykocyanin) jsou umístěny ve fykobilisomech na povrchu tylakoidů a tvoří světlosběrné antény. Poměr červeného a modrého pigmentu určuje výslednou barvu sinicové buňky (zelená, modrá, šedá či červená). Barva je sice pro určité druhy charakteristická, ale mění se vlivem výživy (nedostatek N v prostředí - konzumace vlastních fykobiliproteinů) a podle složení světla, tato vlastnost se nazývá **chromatická adaptace**. S fotosyntézou souvisí přítomnost **karboxyzómů**, submikroskopických tělísek tvaru mnohostěnu. Obsahují enzym ribuloso-1,5-bifosfát karboxylázu/oxidázu (RuBisCo), který zajišťuje fixaci CO_2 v Calvinově cyklu. Analogickou strukturou u eukaryotických řas je pyrenoid.

Hlavní **zásobní látka** je „sinicový škrob“, svými vlastnostmi je shodný s glykogenem hub a živočichů. Zvláštností sinic je uchovávat polypeptidy - cyanofycinová zrnka - jako zásobní energetické zdroje. Zásobní význam mají též polyfosfátové granule - volutin.

Nukleoplazmatická oblast zaujímá středovou část buňky. Je zde umístěn jediný kompaktní genofor (kruhová molekula DNA). Histoproteiny chybějí. **Ribozomy** sinic mají sedimentační konstantu 70 S.

Výraznou strukturou planktonních sinic jsou **plynové vezikuly**, agregované v rozsáhlých **aerotopech**, dříve nesprávně nazývaných plynné vakuoly. Jejich stěna je propustná pro plyny rozpuštěné ve vodě. Jsou jedinou známou plynem zaplněnou strukturou v živých buňkách, jsou velmi stabilní, snižují specifickou hmotnost buněk a umožňují jim vznášet se ve vodě.

Specializace buněk a fixace dusíku

Kromě vegetativních buněk se u vláknitých sinic vyskytují **heterocysty** a **artrospory**. Heterocysty jsou tlustostěnné buňky vznikající z vegetativních buněk především v podmínkách dusíkového hladovění. V nich probíhá fixace plynného dusíku. Artrospory (akinety) vznikají u sinic z jedné nebo splynutím více vegetativních buněk, mají tlustou stěnu, bohatou zásobu živin. Mají význam pro přežití nepříznivých podmínek, po určité době z nich vyklíčí nová vlákna.

Dělení buněk, diferenciací stélky a rozmnožování

Dělení buněk sinic - prostým zaškrcením od obvodu ke středu buňky. Rovinu dělení určuje kruhové vchlípení plazmatické membrány, souběžně vrůstá mezi dceřinné protoplasty BS, tak vzniká příčná přehrádka. Slizová pochva se dělení neúčastní.

Vláknité stélky – jednoduché nebo větvené. Nerozvětvená řada vegetativních buněk, spojených plazmatickými vlákny tvoří **trichom** (*Oscillatoria*), je-li trichom uložen ve slizové pochvě, celek tvoří **vlákno** (*Phormidium*).

Rozmnožování – jednobuněčné sinice - dělením buněk a fragmentací kolonií. Vláknité – pomocí hormogonií - několikabuněčných částí mateřského vlákna.

Výskyt v přírodě

Všudypřítomné: sladké vody i moře, povrchové vrstvy půdy i vlhké skály, často vstupují do symbiózy s jinými organismy.

Vodní květ tvoří planktonní sinice, které obsahují hojné plynné vezikuly usnadňující vznášení. V našich rybnících se vodní květ vyskytuje nejčastěji v létě, často tvoří mohutnou biomasu: *Microcystis aeruginosa*, *Aphanizomenon flos-aquae*, druhy r. *Anabaena*. Rudé moře má jméno dle vodního květu červené sinice *Trichodesmium erythreum*.

Pozoruhodnou skupinou jsou symbiotické sinice (cyanely) - s houbami (lišejníky): *Gloeocapsa*, *Chroococcus*, *Nostoc*, *Stigonema* - 8 % druhů lišejníků, s játrovkami (*Blasia*) a hlevíky (*Anthoceros*), s kapradinami (*Azolla*) a s nahosemennými (*Gunnera*, *Cykas*). Cyanely žijí též v buňkách prvoků, skrytěnek...

Adaptabilita sinic

Díky výrazným adaptačním mechanismům, souvisejícím s geologickým stářím sinic, osidlují sinice stanoviště s extrémními podmínkami. Chromatická adaptace umožňuje optimálně využívat zelenou a červenou část spektra, a to změnou poměru fykocyaninu a fykoerytrinu ve fykobilizómech. I v anaerobních podmínkách, např. na dně vodních nádrží, probíhá fotosyntéza, při níž jako alternativní zdroj elektronů slouží sirovodík (anoxygenní fotoautotrofie).

Termální sinice - v horkých pramenech s teplotou vody vyšší než 70 °C. Termální vody bývají i silně mineralizované, při fotosyntéze sinic se snížila koncentrace oxidu uhličitého a rozpuštěné soli se vysrážejí v podobě minerálů, např. travertinu, tato činnost se nazývá biomineralizace.

Sinice žijí též v prostředí s extrémními hodnotami pH, snášejí prudké změny teplot (termální sinice snesou zmrazení na -180 °C) i rychlou ztrátu vody (po 100 letech v herbárií klíčivé spory).

Geologické stáří a vývoj sinic

Podle fosilních nálezů (stromatolitů) se objevily sinice v prekambriu, před 3 až 2,5 mld let. Před 2 mld let byly dominující skupinou na Zemi. Možní předci jsou anaerobní fotosyntetické bakterie

(bakteriochlorofyl je strukturálně příbuzný chlorofylu a). Sinice, u nichž se vyvinul fotosystém II měly významný podíl na vzniku kyslíkaté atmosféry Země.

Hospodářský význam sinic

Vazači plynného dusíku - zúrodnování rýžových polí. Biotechnologie: vysoký obsah proteinů v sušině (60 -70%) u zelených řas např. r. *Chlorella* 12-28%, obsah vitamínů. Možnost využití fikobiliproteinů (netoxická barviva) v biomedicíně místo radionuklidů.

Vodní květy naopak znesnadňují technické, rybářské a zejména vodohospodářské využití vodních nádrží. Některé druhy produkují jedovaté anatoxiny. Výrazné problémy jsou spojené s poklesem koncentrace kyslíku a hnilobnými procesy při náhlém úhynu vodního květu. Boj - cyanofág - nepříliš úspěšný.

Systém (na základě morfologických vlastností), celkem asi 111 rodů a 1000 druhů.

Řád Chroococcales – jednobuněčné sinice tvaru koků nebo tyček žijící jednotlivě nebo v koloniích, *Microcystis* - vodní květ, *Merismopedia* - destičky, *Chroococcus* - rašelinné tůňky

Řád Chamaesiphonales (Pleurocapsales) – jednobuněčné druhy množící se pomocí baeocytů (vícenásobné rozdělení protoplastu a uvolnění dceřiných buněk po protržení BS mateřské buňky) *Chamaesiphon*

Řád Oscillatoriales – vláknité sinice bez heterocyst, *Oscillatoria*, *Phormidium*, *Spirulina* - šroubovitě vinuté trichomy, *Trichodesmium* - Rudé moře

Řád Nostocales – mají vlákna přímá či s nepravým větvením, tvoří heterocysty a artrospory, výskyt jednotlivě či v koloniích - *Nostoc*, *Anabaena*, *Aphanizomenon*

Řád Stigonematales - pravé větvení vláken, *Stigonema*

(nepravé větvení – při přerušení vlákna, pravé větvení – změna roviny dělení buňky)

ODDĚLENÍ: PROCHLOROPHYTA (CHLOROXIBACTERIA)

TŘÍDA: PROCHLOROPHYCEAE

Prokaryotické autotrofní organismy s jednobuněčnou nebo trichální stélkou. Stavba buňky podobná jako u sinic. Liší se kombinací fotosyntetických pigmentů (stejná jako u zelených řas) - chlorofyl a, b. Fykobiliproteiny chybějí. Dovedávna známé 3 rody: *Prochloron* - jednobuněčný symbiont v zažívacím traktu mořských sumek, *Prochlorothrix* - trichální, volně žijící mikroorganismus, *Prochlorococcus* - jednobuněčný, dominující složka oceanického pikoplanktonu v letním období, až 50% primární produkce oceánů.

Zjištění chlorofylu b u prokaryot má velký evoluční význam, fotosyntetický aparát zelených řas a cévnatých rostlin má vývojové kořeny mezi prokaryoty. Vzhledem ke zjištění přítomnosti chlorofylu b i u řady druhů z oddělení Sinice, nemá existence oddělení Prochlorophyta opodstatnění a zástupci se řadí do systému sinic.

<http://www.sinice.cz>

II. PŘEHLED ODDĚLENÍ TRADIČNĚ ŘAZENÝCH MEZI ŘASY

Řasy (Algae) nejsou jednotnou skupinou. Moderní systém rozlišuje 10 oddělení, která jsou rozlišena především na základě submikroskopické stavby buněk, kombinace fotosyntetických pigmentů, chemického složení zásobních látek. Naproti tomu mají řasová oddělení řadu společných znaků, představují etapu ve fylogenezi autotrofních organismů, vázaných na vodní prostředí.

Obecné zákonitosti ve stavbě řasové stélky

Eukaryotické řasy vykazují určité obecné zákonitosti ve stavbě stélky, které jsou vysvětlovány jako organizační stupně v jejím vývoji. Organizačním stupňům bývá přisuzován význam v systému: řasy téže třídy se stejnou stélkou jsou řazeny do téhož řádu. V jednotlivých odděleních a třídách jsou organizační stupně zastoupeny v různé míře: Chromophyta - téměř všechny stupně, Euglenophyta, Cryptophyta - pouze bičíkovci.

Druhy stélek

Monadoidní - jednobuněčná jednojaderná stélka bičíkovců, na apikálním konci vyrůstá 1 nebo více bičíků, na povrchu plazmatická membrána, periplast, pelikula nebo BS, v plazmě pulsující vakuoly, v plastidu zpravidla stigma

Rhizopodová - jednobuněčná, jedno- či mnohojaderná (plazmodium) měňavkovitá stélka, tvoří panožky (pseudopodia), které slouží k pohybu a k zachycování potravy (ve třídách Chrysophyceae, Xanthophyceae, oddělení Chlorarachniophyta)

Kapsální (gloeomorfní) - jednojaderná, odvozená od monadoidní, někdy má pseudocilie (bičíky, které druhotně ztratily pohyblivost), na povrchu BS a vrstva slizu

Kokální - jednobuněčná, jednojaderná s pevnou BS

Cenoblastická - podobná kokální, ale ve vegetativním stavu mnohojaderná

Trichální - mnohobuněčná, vláknitá, tvořená jednojadernými buňkami, buňky v pravých vláknech spojeny plasmodesmaty, která prostupují jemnými otvory v příčných přehrádkách, vlákna nevětvená či větvená se stejnocennými větvemi (u zástupců řádů Microsporales a Oedogoniales - nepravá vlákna = pseudofilamenta, jejich buněčné stěny jsou dvoudílné)

Heterotrichální - odvozená od trichální, větvená, s funkčně i morfologicky rozlišenými větvemi (hlavní a postranní)

Pseudoparenchymatická (pletivná) - odvozena od vláknité, buňky se dělí ve dvou či třech vzájemně kolmých rovinách, někdy morfologická a funkční diference na rhizoidy, kauloid a fyloidy, popř. rozlišení pletiv

Sifonální - vakovitá nebo vláknitá, jedna mnohojaderná makroskopická buňka (*Botrydium*, *Vaucheria*) nebo stélka tvořena hustě propletenými a funkčně rozlišenými vlákny - sifonoblasty

Sifonokladální - vláknitá či vakovitá, jednoduchá či větvená, sestává z četných mnohojaderných buněk

Výskyt sinic a řas v přírodě

Převážně ve vodním prostředí, malá část druhů se adaptovala na život v terestrických podmínkách. V biotopech tvoří sinice a řasy druhově charakteristická společenstva, vykazující sezónní dynamiku (výskyt vázán na určité roční období). Přehled hlavních ekosystémů s výskytem řas:

Vnitrozemské (kontinentální vody)

a) **Přehradý, rybníky, tůň, jezera**, hlavní společenstva jsou:

plankton - organismy volně se vznášející ve vodě aktivním pohybem nebo pomocí vodních proudů, s hustotou málo odlišnou od 1 a menší než 1 cm

fytoplankton - mikroskopické sinice a řasy osidlující vodní hmotu, rozvoj nastává záhy zjara, jarní maximum je v květnu až červnu, přítomni jsou bičíkovci (skrytěnky, chrysomonády, zelení bičíkovci) a některé rozsivky, letní maximum je v červenci a srpnu, často se v této době objevuje **vodní květ** (společenstvo sinic, které se vznášejí u hladiny - *Microcystis*, *Gomphosphaeria*, *Anabaena*, *Chroococcus*, *Aphanizomenon*), který provází málo jiných řas

v letním období se ale vyskytují i kokální zelené řasy, které působí **zelené vegetační zbarvení** vody (*Scenedesmus*, *Coelastrum*, *Oocystis*, *Pediastrum*...), též obrněnky (*Ceratium*, *Peridinium*) a zlativky (*Dinobryon*, *Synura*, *Mallomonas*)

perifyton - porůstá ponořené rostliny, kameny...- velmi bohatá společenstva hlavně rozsivek, ale též kulovité kolonie sinice *Gloeotrichia* či vláknité spájivky, *Cladophora*

bentos - společenstvo na povrchu dna, rozsivky, sinice, parožnatky a část ročního období spájivky

b) Rašelinné tůň (pH 4,5 - 6,5)

Převažuje bentos a perifyton, charakteristickou skupinou jsou krásivky (*Closterium*, *Micrasterias*...), rozsivky a krásnoočka (*Euglena mutabilis*).

c) Kaluže, bazény, jímky

Na hladině nádrží chráněných před větrem se tvoří neustonická blanka z pomalu se pohybujících krásnooček (*Euglena viridis*), i v silně znečištěných vodách. Též některé sinice a zelení bičíkovci působící vegetační zabarvení, na stěnách akinety bičíkovce *Haematococcus*.

d) Proudící voda

Rychle proudící voda - chybí fytoplankton, omezen prouděním i perifyton. Charakteristický je výskyt *Hydrurus foetidus*, *Hildebrandia*, *Lemanea*. Střední a dolní toky potoků a řek: malé proudění vody, většinou značné znečištění - *Cladophora*, rozsivky.

e) **Vodní biotopy s extrémními podmínkami** - termální prameny (40 - 60 °C) - mnoho rozpustných minerálních solí, nejasný je mechanismus, jak zde žijící organismy zabraňují koagulaci bílkovin, hlavně sinice, některé rozsivky a jednobuněčné ruduchy

Terestrické biotopy

a) Půdní sinice a řasy

Osidlují povrchovou vrstvu půdy do 10 - 20 cm, jsou důležitou složkou edafonu: zelené řasy (*Chlorella*, *Chlorococcum*, *Trebouxia*), různobrvky (*Botrydium granulatum*), rozsivky a sinice (vazači vzdušného dusíku). Význam: obohacují půdu o organické částice, tvorbou slizu ovlivňují strukturu půdy, obohacují ji o kyslík.

b) Aerofytické sinice a řasy (petrofytické a epifytické)

Snášejí dlouhá období vyschnutí. Rostou na povrchu skal (sinice *Stigonema* - inkoustové skvrny, *Trentepohlia aurea* - červené povlaky), na kmenech stromů (*Apatococcus* - zrněnka - tvoří zelené povlaky s dalšími druhy), na vlhkých pařezech, mezi mechy, na vytrvalých plodnicích hub... - sinice, rozsivky i zelené řasy.

Aeroplankton - převážně klidová stádia sinic a řas, která jsou větrem unášena na velké vzdálenosti.

Mořské biotopy

Obsah soli (převážně NaCl) - salinita - se stanoví jako hmotnostní obsah NaCl v 1 l vody, normální je 30-33 promile, tj. 3-3,3 g/l. Hypertonické prostředí vyrovnávají řasy vysokou osmotickou hodnotou buněčné šťávy. *Co je to hypertonické prostředí, co je osmotická hodnota?*

Společenstva makrofytických řas (chaluh, ruduch a zelených řas) osidlují hlavně skalnatá pobřeží a vykazují výraznou vertikální zonaci, určenou světelnými podmínkami. Rozlišujeme:

- **supralitorál** - dostřikovou zónu

- **litorál** - přílivovou zónu, vystaven mechanickému působení vln a rychle se měnícím teplotním a světelným podmínkám, na pobřeží s výrazným odlivem (Bílé moře) též periodickému obnažování

- **sublitorál** - i při velkých odlivech pod vodou, spodní hranice sublitorálu se určuje podle spodní hranice růstu řas, tj 0,05 % intenzity světla, dopadajícího na hladinu.

Mořský fytoplankton je tvořen hlavně rozsivkami, obrněnkami, sinicemi a vápenatými bičíkovci. Druhové zastoupení je charakteristické pro jednotlivé oceány, moře, dokonce i proudy a je dáno především teplotou vody (eury- a stenotermní řasy).

Symbiotické vztahy sinic a řas

lichenismus

endofyti - v mezibuněčných prostorách některých vodních rostlin (*Ceratophyllum*, *Lemna*), jätrovek, nahosemenných (*Cykas*), kapradin (*Azolla*) byly zjištěny jako endosymbionti zelené řasy, běžně žijí řasy v hyalocystách rašeliníků, autonomní autotrofní orgány i u některých bezobratlých (cyanely - sinice, zoochlorelly- zelené řasy, zooxantely- obrněnky, kryptomonády)

DOMÉNA (NADŘÍŠE): EUKARYA

ŘÍŠE: PROTOZOA

ODDĚLENÍ: CHLORARACHNIOPHYTA

TŘÍDA: CHLORARACHNIOPHYCEAE

<http://www.life.umd.edu/labs/delwiche/PSlife/lectures/Chlorarachniophyta.html>

<http://staff-www.uni-marburg.de/~cellbio/others.htm> (foto)

Donedávna jediným zástupcem je *Chlorarachnion reptans*, popsáný v r. 1930 z kultury mořských řas z Kanárských ostrovů (dnes známy 4 druhy jež jsou součástí mořského bentosu). Je to jednobuněčný organismus s améboidní stélkou, vybíhající na okraji v dlouhé jemné panožky, filopodia, která spojují dceřinné buňky v plazmodium, rozrůstající se po ploše substrátu. Fotosyntetické pigmenty: chlorofyl a+b, zásobní látka chrysolaminaran, výživa částečně autotrofní, převažuje fagotrofní (živí se rozsvkami). Chloroplast obalují 4 obalné membrány, mezi dvojicemi membrán je poměrně široký periplastidiální prostor. V chloroplastu je přítomen **nukleomorf**, pozůstatek jádra původního eukaryotického fototrofního endosymbionta (popsán i u skrytěk, u některých obrněnek 2 jádra - dinokaryon a zakrnělé eukaryotické jádro).

ODDĚLENÍ: EUGLENOPHYTA - KRÁSNOOČKA

TŘÍDA: EUGLENOPHYCEAE –KRÁSNOOČKA

<http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/e44/44b.htm>

<http://vis-pc.plantbio.ohiou.edu/algaeimage/Euglenophyta.htm> (foto)

<http://www.life.umd.edu/labs/delwiche/PSlife/lectures/Euglenophyta.html>

Jednobuněční, zpravidla volně žijící bičíkovci. Buňku pokrývá **pelikula** složená ze šroubovitě vinutých do sebe zapadajících bílkovinných proužků. Někteří zástupci mají hnědě zbarvenou schránku - **loriku**. Pohyb zajišťují bičíky, které vyrůstají z lahvicovité nádržky (**ampuly**), na předním konci buňky. Fotosyntetické pigmenty: chlorofyl a+b, β-karoten, diadinoxanthin a další xantofyly. Povrch chloroplastu pokrývají 3 membrány, 3-12 tylakoidů tvoří lamelu. Zásobní látka: **paramylon** (chemicky příbuzný s chrysolaminaranem). Autotrofní druhy vyžadují pro svůj růst organické zdroje N, C a vitamíny (výživa **mixotrofní** a **auxotrofní**). Druhy bez chloroplastů se živí osmotickým vstřebáváním roztoků nebo pohlcováním prvoků a bakterií (fagotrofní). Dravé druhy jsou vybaveny **faryngeálním aparátem**, který vysouvají z buňky a vbodávají do kořisti.

Krásnoočka zaujímají izolované postavení mezi ostatními řasami. Podle současných názorů začíná jejich evoluce osmotrofními druhy bez chloroplastů. Fototrofní druhy jsou vývojově mladší, jejich vznik vysvětluje teorie seriální endosymbiózy: vystřídala dva endosymbionty, jeden byl blízký zeleným řasám, druhý zlativkám (chloroplasty, zásobní látky).

Stavba buňky

Krásnoočko štíhlé se často používá jako modelový organismus, dobře se pěstuje v kulturách. Buňky mají proměnlivý tvar. V klidu jsou vřetenovité, při podráždění vakovité či široce oválné. Proměny tvaru umožňuje stavba pelikuly. Povrch buňky pokrývá plazmatická membrána, pod ní jsou uloženy proužky pelikuly, pod pelikulou jsou mukocysty, produkující sliz.

Bičíky (1 - 2) - zajišťují pohyb krásnooček, vyrůstají z lahvicovité nádržky na předním konci buňky, resp. z bazálních tělísek umístěných v plazmě pod nádržkou. Původní jsou 2 bičíky, např. u r. *Euglena* jeden zakrní a zůstává uvnitř nádržky. Bičík na příčném průřezu je oválný, mírné zaškrčení jej dělí na 2 části: jedna obsahuje **axonema** s obvyklou strukturou $(9 \times 2) + 2$, ve druhé je **paraflagelární lišta**, která je hlavní složkou fotoreceptoru, který spolu se stigmatem řídí fototaktické reakce buňky. Povrch bičíku je pokryt porostem mastigonemat. **Ampula** je typickou strukturou krásnooček, skládá se z rozšířené vakovité části, úzkého kanálku a ústí, do ní se uvolňuje sliz tvořený v **diktyozómu** a vyprazdňují se pulsující vakuoly (osmoregulace).

Stigma - uloženo v plazmě na úrovni ampuly, nesouvisí s chloroplasty. Sestává z četných pigmentových granulí, pohybuje se po povrchu ampuly a tím zakrývá část paraflagelární lišty v bičíku, sídlo fotoreceptoru.

Jádro - má řadu zvláštností, i v interfázi zůstávají chromozómy v kondenzovaném stavu.

Chloroplasty obsahují pyrenoid. Tylakoidy se vyvinou pouze při růstu krásnoočka na světle, ve tmě po 150 hod. mizí a zůstanou pouze struktury připomínající proplastidy (**apochlorie**). Za určitých podmínek (vysoká teplota kultivace 30-35°C, UV záření, antibiotika) je možné zbavit eugleny chloroplastů zcela (**apoplastie**), to neohroží jejich životaschopnost, pokud zajistíme současně heterotrofní výživu.

V plazmě některých krásnooček (*Euglena sanguinea*) se tvoří karotenoid astaxanthin, který překrývá zelenou barvu chloroplastu. Některé druhy (*Trachelomonas*) vylučují na svém povrchu hnědě zbarvenou schránku, základ schránky tvoří sliz, který je mineralizovaný sloučeninami manganu a železa. Na povrchu jsou bradavky, osténky...

Rozmnožování probíhá podélným dělením buněk za pohybu či v palmeloidním stádiu (kolonie obklopené slizem).

Výskyt v přírodě

Převážně v mělkých vodách a vysychajících kalužích se sladkou či brakickou vodou. Způsob výživy určuje výskyt ve vodách znečištěných či značně eutrofizovaných (význam při čištění odpadních vod). Např. *Euglena viridis* vegetuje i v polysaprobni vodě a je jedním z mála fotosyntetizujících organismů, který se v takovém prostředí udrží. Jiný druh, *E. mutabilis* žije naopak v extrémně kyselé vodě.

Zástupci (asi 45 rodů, 900 druhů)

Eutreptia - pokládá se za vývojového předka euglen, zelení nebo bezbarví bičíkovci s osmotrofní výživou a 2 nestejnými bičíky

Peranema, *Entosiphon* - bezbarví bičíkovci s osmotrofní či fagotrofní výživou, u fagotrofních vyvinut faryngeální aparát

řád: Euglenales - zelení nebo bezbarví bičíkovci s jedním bičíkem vyrůstajícím z buňky, druhý je zakrnělý, buňka má pevný nebo proměnlivý tvar, faryngeální aparát chybí

Euglena - asi 150 druhů, *E. gracilis* - terčkovité chloroplasty, *E. viridis* - páskovité chloroplasty uspořádané do hvězdice, *E. spirogyra* - tuhá, výrazně ornamentovaná pelikula, *E. sanguinea* - astaxanthin, tvoří cihlově červenou neustonickou blanku ve znečištěných rybnících a tůních

Phacus - ploché buňky

Trachelomonas - kulovité schránky

ODDĚLENÍ: DINOPHYTA (DINOFLAGELLATA) - OBRNĚNKY

TŘÍDA: DINOPHYCEAE

<http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/e44/44f.htm>

Převážně mořští bičíkovci se 2 bičíky a obalem buňky (**amfiesma - théka**). Jádru - **dinokaryon** - obsahuje trvale kondensované chromosomy bez histoproteinů. Kombinace fotosyntetických pigmentů: chlorofyly a + c, karotenoid peridinin, který na rozdíl od dalších pigmentů (β -karoten, diadinoxanthin, fukoxanthin) je fotosynteticky aktivním. Zásobní látka: škrob. Autotrofní výživa doplňována lovem či příjmem organických látek a vitamínů. Heterotrofní obrněnky jsou fagotrofové, saprofyté (roztoky) i parazité. Některé obsahují autotrofní endosymbionty, jiné vstupují do symbióz s mořskými bezobratlými živočichy (zooxantely).

Obrněnky zaujímají izolované postavení mezi eukaryoty: průběh mitózy, dinokaryon, u některých ještě funkčně degradované eukaryotické jádro, autotrofní endosymbionti. Vývojové kořeny: heterotrofní skupiny prvoků.

Stavba buňky

Převládají bičíkovci, dva apikální heterokontní bičíky, na povrchu submikroskopické vlášení. Tvar buněk: zploštělé, jiné nesouměrné, dorziventrálně stavěné. Buňka je při pohledu ze strany rozdělena pestěncovou (ekvatoriální) rýhou na 2 nestejně části, horní **epikón** (epithéka) a spodní **hypokón** (hypothéka). Na břišní straně probíhá krátká podélná rýha. V místech, kde se rýhy stýkají, vyrůstají bičíky. Kratší z nich se vlní v prstěncové rýze, na povrchu 1 řada dlouhého vlášení (mastigonemata) - význam pro víření vody, přísun potravy. Delší bičík - význam pro pohyb, na povrchu 2 řady vlášení. Obal buňky: **amfiesma**, vnější povrch amfiesmy tvoří plazmatická membrána, pod ní je uložena vezikulární vrstva z plochých měchýřků. U některých obrněnek nemají vezikuly pevný obsah a buňky se chovají jako bezblanné (*Gymnodinium*, *Noctiluca*). Jiné obrněnky (*Ceratium*, *Peridinium*) mají ve vezikulech celulózní destičky, které tvoří **pevný pancíř** (théku). Destičky mají určitý tvar a přesnou polohu v pancíři, jejich počet se s růstem buňky nemění, pouze dorůstají na okraji. Charakteristickou

vlastností obrněnek je **ekdysis** - svlékání staré buněčné stěny a její náhrada novou. Mezi destičkami umístěny **trichocysty**, při podráždění vystřelují tenká vlákna.

Chloroplasty většinou žlutohnědé, na povrchu 3 obalné membrány, 3 tylakoidy tvoří lamelu.

Světločivná organela - u některých přítomna struktura podobná stigmatu, nejdokonalejší je **ocellus** u r. *Warnowia* (připomíná jednoduché oko).

Jádro - **dinokaryon** - je velké, dobře patrné v živých buňkách, nepřítomnost histoproteinů, které u jiných eukaryot obalují vlákna DNA, je považována za primitivní znak, sblížující obrněnky s prokaryoty, podle jiného názoru se jedná o druhotnou ztrátu. Průběh mitózy je rovněž zvláštní (uzavřená pleuromitóza), zůstává zachována jaderná blána, mitotické věténko je mimojaderné.

Osmoregulační fci mají **pusuly**, vchlípeniny plazmalemy při bázi bičíků.

U některých mořských obrněnek známa **bioluminiscence**, v organelách **scintilonách** přítomny látky **luciferin** a **luciferáza**, které světélkování způsobují.

Dělení buněk a rozmnožování

Rovina dělení probíhá šikmo k podélné ose buňky. Druhy s pancířem - nestejněměrné rozdělení, každá buňka si dotvoří chybějící část. Kapsální, kokální a vláknité druhy tvoří zoospory podobné buňkám r. *Gymnodinium*. U některých obrněnek znám pohlavní proces - **anizogamie**. Vzniká tlustostěnná **hypnozygota**, která klíčí rejdivými výtrusy typu *Gymnodinium*.

Symbiózy obrněnek

S mořskými bezobratlými: zooxantely jsou pro korálové polypy hlavním zdrojem živin, poskytují svým hostitelům až 50 % fotosyntetických produktů. V buňkách některých heterotrofních obrněnek žijí autotrofní endosymbionti, tak silně redukováni, že nejsou schopni samostatné existence.

Výskyt v přírodě

S rozsivkami jsou obrněnky hlavní součástí mořského fytoplanktonu. Některé produkují toxiny, např. saxitoxin, který přes potravní řetězce může způsobit hromadné otravy ryb, popř. lidí (požití ryb a ústřic). U nás - plankton stojatých vod a rašelinné tůně.

Geologické stáří

Velmi stará skupina: hystrichosféry (fosilní hypnozygoty) z prekambria, asi 600 mil. let.

Zástupci (asi 550 rodů, 2000 druhů, více než polovina je fosilních, ve sladkých vodách 200 druhů).

Prorocentrum - moře a brakická voda, pancíř z levé a pravé misky, produkce paralytického jedu venerupinu (otravy ryb, jejich požitím i lidí)

Dinophysis - mořský plankton, kožovitý límeček na předním konci buňky

Ceratium - epikón s dlouhým výběžkem, hypokón s 2-3 výběžky, hlavně teplá moře, u nás běžný *C. hirundinella*, živí se drobnými planktony, které zachycuje panožkami, vyrůstajícími z břišní strany buňky

Peridinium - oválné, z břišní strany zploštělé buňky, pokryté pancířem

Gymnodinium - nahé buňky v moři, rybnících, rašelinných tůňkách

Noctiluca - asi 2 mm velké, kulovité, nahé buňky s ohebným přívěskem, který pomáhá při lovu potravy

ŘÍŠE: CHROMISTA (STRAMINIPILA)

PODŘÍŠE: CRYPTISTAE

ODDĚLENÍ: SKRYTĚNKY, KRYPTOMONÁDY – CRYPTOPHYTA

TŘÍDA: CRYPTOPHYCEAE

<http://hypnea.botany.uwc.ac.za/phylogeny/classif/crypto1.htm>

Autotrofní i heterotrofní bičíkovci s dorziventrálně stavěnou buňkou. Povrch pokrývá **periplast**, sestávající z vnější plazmatické membrány a tenkých **hexagonálních destiček** pod ní. Na břišní straně ústí **vakovitý jícen**, směřující šikmo do buňky, na stěnách jícnu jsou **ejektozomy**, vymrštitelná tělíška (obraně nebo únikové struktury: vymrštění vyvolá pohyb buňky v opačném směru).

Na předním konci buňky - 2 bičíky téměř stejně dlouhé, delší se dvěma řadami vlášení, kratší má pouze jednu řadu.

Chloroplasty - 1 či 2, na povrchu dvojice obalných membrán a cisterna endoplazmatického retikula. Tylakoidy srostlé po dvojicích. Fotosyntetické pigmenty: chlorofyl a+c, α - a β -karoten, xantofyly, dva **fykobiliproteiny** fykoerythrin a fykocyanin (umístěné ve vnitřním prostoru tylakoidů, neexistují fykobilisomy). Zásobní látka: škrob.

Nukleomorf - struktura v chloroplastu, považovaná za redukované jádro eukaryotického endosymbionta. Rozmnožování: dělením buněk v klidu či v palmeloidním stádiu (sliz), vzácně izogamie.

Výskyt v přírodě, zástupci:

21 rodů, 100 druhů. V moři i ve sladkých vodách. V našich podmínkách tvoří 1. maximum biomasy v rybnících záhy zjara. Některé kryptomonády - toxické.

Cryptomonas - hnědý

Chilomonas - apochlorický, leukoplasty

Rhodomonas - červený

Chroomonas - modrý

PODŘÍŠE: CHROMOBIONTAE

ODDĚLENÍ: HETEROKONTOPHYTA (CHROMOPHYTA, OCHROPHYTA)

<http://vis-pc.plantbio.ohiou.edu/algaeimage/Heterokontophyta.htm>

<http://hypnea.botany.uwc.ac.za/phylogeny/classif/heterok1.htm>

Oddělení spojující dosti heterogenní skupinu tříd s následujícími společnými znaky:

- bičíkaté buňky mají **dva heterokontní bičíky** (lišící se délkou, strukturou mastigonemat i funkcí)
- **rizoplast**: jemné kontraktilní vlákno, které zajišťuje spojení mezi bazálními tělísky bičíků a jádrem
- **chromatofory** jsou kryty **4 membránami** (2 "vlastní" membrány a 2 membrány endoplazmatického retikula)
- **tylakoidy** srostlé **po třech**; pod povrchem chloroplastu probíhá **věncová lamela**, která obklopuje vnitřní lamely
- **fotosyntetická barviva** jsou chlorofyl a a c, β -karoten, pro většinu tříd je charakteristická přítomnost xanthofylu fukoxanthinu, způsobujícího hnědavé zbarvení chromatoforů
- zásobní látky jsou **chrysolaminaran** (β -1,3-glukan), dále olej a volutin (polyfosfátová zrna), **nikdy škrob!**

TŘÍDA: ZLATIVKY – CHRYSOPHYCEAE

Převažují jednobuněčné řasy, vyskytují se všechny 1-buněčné typy stélky, vzácně vláknité. Povrch buňky pokrývá **periplast**, pod ním umístěny vymrštitelné **diskobolocysty** (vymrštění způsobí prudký pohyb buňky opačným směrem). Buňky některých bičíkovců (chrysomonád) obývají schránky (**loriky**) z celulóznicích mikrofibril (může být i chitin); prostor mezi fibrilami vyplňuje amorfni hmota; buňky jiných zástupců kryty křemíty šupinami.

Bičíky: jejich kořeny svírají tupý úhel, pohyb zajišťuje delší bičík se 2 řadami mastigonemat z jeho bazálního tělíska vyrůstá rhizoplast. Kratší bičík jen s 1 řadou mastigonemat, může být zakrnělý, je spojován s pohybem za světlem, v jeho bazální části je ztlustlina – fotoreceptor. Výrazný je **diktyosom** (syntetická a exkreční funkce). U druhů žijících v hypotonickém prostředí vyvinuty poblíž diktyosomu **pulsující** (kontraktilní) **vakuoly**, zajišťující odčerpávání přebytečné vody (a odpad metabolismu) z buňky.

Chromatofory hnědé, často přítomen pyrenoid a stigma.

Výživa není čistě autotrofní, je **mixotrofní** (vyžaduje organické zdroje C a N) nebo **auxotrofní** (potřebuje přísun vitamínů), u apoplastických druhů **heterotrofní** (saprotrofní nebo fagotrofní). Zlativky

mají značnou spotřebu fosforečnanů - při dostatku je hromadí, při nedostatku pak využívají, teprve tehdy se kompetičně prosadí proti jiným řasám.

Rozmnožování dělením buněk, vzácně **izogamie**, přečkávání nepříznivého období v podobě **endogenních stomatocyst** (mohou vznikat i jako výsledek pohlavního procesu, tj. ze zygoty): v buňce se vytvoří kulovitý útvar, vstupním otvorem do něj vejde plazma, organely a zásobní látky, stěna zkřemení, v otvoru se utvoří zátka, která také zkřemení; při klíčení se rozpustí zátka a z cysty vyrejdí bičíkovci. Cysty chrysomonád známy ze svrchní křídly.

Výskyt: žijí převážně ve sladkých, ale i brakických i mořských vodách, upřednostňují čistší a měkkou vodu (nízký obsah Ca), ponejvíce planktonní, při přemnožení zlativek má voda zápach rybího tuku.

Zástupci:

bičíkovci s vytvořeným periplastem: *Uroglena* – planktonní kolonie 1-2 mm, *Chromulina* - cysty tvoří neustonickou blanku)

bičíkovci s nálevkovitými celulózními lorikami: *Dinobryon* - planktonní, *Epipyxis* – přisedle na vláknitých řasách

kapsální stélka: *Hydrurus* - větvené slizové kolonie na kamenech v horských potocích

TŘÍDA: SYNUROPHYCEAE

Třída odlišená od předchozí na základě odlišného postavení bičíků.

Bičíkovci jednotliví nebo tvořící kolonie, buňka kryta kromě periplastu ještě **krunýřem z křemitých šupin**, které mají druhově specifický tvar.

Mallomonas - jednotliví bičíkovci, šupiny s ostnem, *Synura* - koloniální typy, u jednoho druhu i 3 tvary šupin; obojí se vyskytují v planktonu našich rybníků.

TŘÍDA: DICTYOPHYCEAE

Mořské nanoplanktonní organismy, křemité bičíkovci neboli **silikoflageláti** - pro jejich buňky je charakteristická vnitřní křemité kostra různých tvarů - od jednoduchého kruhu po složené tvary (hvězdičky); tyto známy již z křídových usazenin.

TŘÍDA: HNĚDÉ ŘASY – FUCOPHYCEAE (PHAEOPHYCEAE)

Až na malé výjimky mořské řasy. V souvislém pásu porůstají skalnatá pobřeží a sestupují do hloubky až 50 m. Nejvýznamnější skupina mořských makrofytů z hlediska produkce organické hmoty.

Stélky vždy mnohobuněčné, přirostlé k podkladu: vláknité, heterotrichální i pletivé, mikroskopické i obří rozměry.

Chaluchy jsou organismy se značnými nároky na světlo. V životním cyklu je častá rodozměna: Ectocarpales - izomorfní, Laminariales - heteromorfní, dominuje mohutný mnoholetý sporofyt, Fucales - gametofyt jako samostatná rostlina chybí. Pohlavní rozmnožování - izogamie, anizogamie, oogamie. Při oplození se uplatňují feromony, chemotakticky lákají spermatozoidy k vaječným buňkám. Nepohlavní rozmnožování - zoospory, fragmentace stélek (*Sargassum*).

Stavba stélky a látky produkované chaluhami

Stélka chaluh se nazývá **stichoblast**. Největších rozměrů a složitosti dosahují sporofyty zástupců ř. Laminariales: **rhizoidy, kauloid, fyloidy** (rhizoidy a kauloid mohou být až 10 let staré, fyloidy se každý rok obnovují). Stélka vykazuje též vnitřní morfológickou a funkční diferenciaci: pletivo krycí (epidermis), asimilační a mechanické. Nadnášení ve vodě pomocí dutých měchýřů naplněných plynem.

Hnědá barva stélek určována především **fukosanem** (fenol, bakteriostatické účinky, odpuzuje býložravce), který se hromadí v drobných vakuolách - fycodách.

Buněčná stěna z velké části tvořena **alginovými kyselinami**, zčásti celulózní.

Velká produkce **slizu** snižuje možnost mechanického poškození a brání vyschnutí při odlivu. Obsažen v kanálcích prorůstajících stélkou, hlavní složka - **fukoidan** (38 % vázané síry) - vylučováním fukoidanu do prostředí se významně podílejí chaluchy na koloběhu S v atmosféře i vodě.

Výskyt v přírodě

Žijí v mořské i brakické vodě, ve sladkých vodách vzácné. V moři obývají úzký pruh pobřeží - litorál a sublitorál, dominují v chladných mořích. Tvoří spolu s ruduchami a zelenými řasami vertikálně členěná společenstva. Hloubka, do které chaluhy sestupují závisí na intenzitě světla, ale ani v dobře prosvětlených mořích nerostou hlouběji než v 50 m. Složení společenstev ovlivňováno geografickou polohou: S část Atlantského pobřeží *Fucus*, *Ascophyllum* (litorál), *Laminaria* (sublitorál). Severní pobřeží Tichého oceánu: *Macrocystis*, *Nereocystis*. Sargasové moře - jméno dle řasy *Sargassum*, původně bentické řasy se adaptovaly na vznášení, rozmnožují se pouze fragmentací stélky.

Geologické stáří

Nejstarší paleontologické nálezy z prvohor - silur, devon, 320 mil let.

Hospodářský význam

Odedávna využívány na palivo, hnojivo, výrobu sody, potaše, jódu, krmivo ovcí. V Asii a Rusku - potravina („morskaja kapusta“ – *Laminaria*), zdroj vitamínů, bílkovin, stopových prvků a dalších cenných látek pro zdraví. Zdravotnický výzkum - látky brzdící růst rakovinných nádorů. Algináty - soli alginových kyselin (soli s Na^+ a K^+ rozpustné, s Ca^{2+} a Mg^{2+} nerozpustné) - potravinářství, stabilizace zmrzlin, imobilizace kvasinek aj. biotechnologicky využívaných mikroorganismů (velký kvasný povrch díky zabudování do alginátů).

Systém (asi 65 rodů a 500 - 800 druhů, pouze 3 rody sladkovodní)

Řád: Ectocarpales

heterotrichální stélka, izomorfní rodová změna, *Ectocarpus* - 3-5 cm

Řád: Laminariales

převládá mohutný sporofyt, rhizoidy, kauloid a fyloidy, diferencovaná pletiva, heteromorfní rodová změna, oogamie, mikroskopický vláknitý samčí a samičí gametofyt, feromón lamoxiren

Laminaria saccharina - celistvý fyloid, *L. digitata* - fyloid roztržený na pruhy, lesy laminárií v sublitorálu, 1 - 2,5 m vysoké

Nereocystis - největší mořské rostliny, kauloid 10 m, fyloidy 4 m, obrovský plovací měchýř

Macrocystis - kauloid 40 m, na něm kopinaté fyloidy s kulovitými měchýřky

Řád: Fucales

bez rodové změny, pohl. buňky v konceptákulech na sporofytu, oogamie

Fucus vesiculosus - asi 40 cm, vidličnatě větvená stélka, páskovitá, s dvojicemi plovacích měchýřků, vícečetá, konce větví s bradavičnatými **receptakuly**, na jejich povrchu ústí dutinek - **konceptákulí**, feromon fukoseraten

Ascophyllum nodosum - válcovitá stélka, v místech plov. měchýřů zbytnělá

Sargassum fluitans a *S. natans* - Sargasové moře, *S. filipendula* - přisedlé

TŘÍDA: RŮZNOBRVKY – TRIBOPHYCEAE (XANTHOPHYCEAE, HETEROKONTAE)

V této třídě jsou téměř všechny organizační stupně stélky od monádoidní po trubicovitou. Převládají kokální, vláknité a sifonální druhy. Mnoho společných znaků se zlativkami. BS celulózní, často s povrchovou vrstvou slizu. Monádoidní různobrvky a zoospory mají 2 heterokontní bičíky, z nichž delší je péřitý. U r. *Vaucheria* při nepohlavním rozmnožování vzniká mnohojaderná **synzoospora** s četnými páry bičíků na celém povrchu, jsou téměř stejně dlouhé a mají zřejmě hladký povrch. Pohlavní proces - oogamie. Kromě zoospor vznikají při nepohlavním rozmnožování též aplanospory. U některých druhů jsou v životním cyklu oba typy výtrusů.

V přírodě jsou různobrvky častou, ale nepříliš významnou součástí společenstev. Vyskytují se ve sladkovodních biotopech i v moři.

Z vývojového hlediska je pozoruhodný **paralelismus** ve tvaru stélky mezi různobrvkami a zelenými řasami (např. *Tribonema* x *Microspora*).

Zástupci

Myxochloris - rhizopodová stélka, z fylogenetického hlediska významný rod, mnohojaderná buňka připomíná plazmodium hlenek, žije v hyalocystách rašeliníků

Characiopsis – kokální, podobá se zelené řase *Characium* (*Chlamydropodium*), přisedá na různé podklady pomocí tenkých stonků

Tribonema – vláknité stélky, v tůních, vpletená mezi vodní rostliny, nevětvená vlákna, BS ze 2 válcovitých dílů, které mají uprostřed kruhovou přehrádku, při pozorování v mikroskopu mají tvar ležícího písmene H (nepravá vlákna)

Botrydium granulatum - sifonální, mnohojaderná vakovitá stélka vyrůstá na vlhké půdě na březích řek a rybníků, v půdě se uchycuje pomocí rozvětvených bezbarvých rhizoidů, nepříznivé období přetrvává pomocí tlustostěnných cyst vznikajících v rhizoidech

Vaucheria (posypanka) - zvláštní místo mezi různobrvkami, trubicovitá, bohatě větvená stélka, přirůstající k podkladu bezbarvými rhizoidy, žijící na vlhké půdě, na dně potoků a mělkých tůních. Sifonální stélka se srovnává s hyfami hub tř. Oomycetes, podobnost též v průběhu mitózy, úvahy o vývojové příbuznosti.

TŘÍDA: EUSTIGMATOPHYCEAE

Jednobuněčné řasy žijící ve sladké vodě nebo půdě. Odlišná stavba zoospor: pouze jeden pětý bičík, ale přítomno i druhé bazální tělíčko (2. bičík zřejmě během vývoje redukován). Stigma mimo plastid.

TŘÍDA: ROZSIVKY – BACILLARIOPHYCEAE (DIATOMAE, DIATOMOPHYCEAE)

Rozsivky jsou jednobuněčné kokální řasy žijící samostatně nebo v koloniích, jejich buňka je uzavřena do dvoudílné buněčné stěny (**frustuly**), která má tvar kruhové krabičky s radiální souměrností (**centrické** rozsivky) nebo podlouhlé krabičky s bilaterální souměrností (**penátní** rozsivky). Stavební materiál frustuly je polymer oxidu křemičitého blízký opálu, vnější i vnitřní povrch frustuly pokrývá ochranná polysacharidová vrstva (diatopepin). V buňkách - jediné diploidní jádro. Rozmnožování - dělením buněk, vede ke zmenšování rozměru buňky, původní rozměry se obnoví následkem pohlavního procesu.

Rozsivky jsou jedinou skupinou organismů naprosto závislou na přítomnosti rozpustných forem oxidu křemičitého v prostředí. Jsou významnými primárními producenty, vytvářejí 25 % veškeré biomasy produkované rostlinami (obrovská produkce např. na spodní straně arktických a antarktických ledových ker).

Stavba buněčné stěny - frustuly

Křemitá frustula, hlavní znak rozsivek, je složená ze 2 přibližně stejných misek, zapadajících do sebe jako dno a víko krabičky. Vrchní **epithéka**, spodní **hypothéka**. Plocha misky - **valva** (valvární pohled), pásek - **pleura** (pleurální pohled). Pásky se překrývají a tvoří bok frustuly. Na vnitřní ploše pleury bývají křemité výběžky do nitra buňky (**septa**).

Valva má složitou druhově specifickou strukturu, sestávající z pravidelně uspořádaných systémů pórů, komůrek a žeber. U centrických rozsivek je paprscitě uspořádaná. Penátní rozsivky mají 2 souměrné systémy oddělené středním žebrem, které je buď celistvé - **pseudoraphe**, nebo bývá proraženo štěrbinovou **raphe**. Raphe má význam pro pohyb buňky, který se projevuje klouzáním po povrchu podkladů. Mechanismus pohybu: stahy kontraktálních filamentů v povrchové plazmě jsou převáděny na podklad pomocí vylučovaného slizu.

Štěrbínová raphe - probíhá ve směru podélné osy buňky, uprostřed je ztlustlina, centrální nodul, na obou koncích - terminální noduly. Na příčném průřezu má štěrbinová raphe tvar ležatého písmene V.

Kanálková raphe - tvar trubice, umístěné v odsazených kýlech frustuly, spojené otvory s vnitřním prostorem buňky.

Stavba protoplastu

Protoplast obsahuje velké vakuoly, které regulují osmotické poměry v buňce, další orgány jsou v nástěnné vrstvě plazmy. Chloroplasty – centrické r.: několik, penátní r.: 1-2. Diktyozómy produkují sliz.

Dělení buněk a pohlavní rozmnožování

Rozmnožování - dělením buňky na 2 dceřinné, každá dceřinná buňka zdědí polovinu BS, která je epithékou, nově se tvoří hypothéka, to vede k postupnému zmenšování buněk. Při tvorbě nové valvy dochází k intenzivnímu příjmu kyseliny křemičité z prostředí. Po dosažení kriticky malých rozměrů buňky dojde k pohlavnímu procesu nebo buňky odumírají.

Pohlavní proces - u centrických - oogamie (vaječná buňka a 4 spermatozoidy s pětým bičíkem). U penátních - izo či anizogamie, kopulace protoplastů 2 dceřiných buněk. Zygota roste v auxosporu, během jejího růstu se vytvoří iniciální buňka, která má obě théky nové a zahajuje posloupnost nových generací vegetativních buněk.

Výskyt v přírodě a hospodářský význam

Rozsivky - nejrozšířenější skupina řas, podílejí se čtvrtinou na primární produkci rostlin, osidlují nejrůznější biotopy: hlavně vodní prostředí, ale i povrchová vrstva půdy, vlhké skály, termální vody, aeroplankton. Většinou kosmopolitní rozšíření, ale i endemické druhy. Tvoří druhově bohatá společenstva perifytonu. V mořích převažují centrické, ve sladkých vodách penátní druhy.

Význam pro vodohospodářskou praxi - složení společenstev citlivě reaguje na znečištění odpadními vodami (sledování trofie a saprobity vody). Oceánologie - stenotermní rozsivky, mapování teplých a studených proudů. Biotechnologie - získání olejů. Diatomit (křemelina): filtrace, absorpční materiál, izolace. Struktura frustuly se používá k testování optických mikroskopů.

(Pozn.: trofie: množství živin v prostředí, eutrofizace: zvyšování trofie, tj. úživnosti vody, saprobity: množství organických látek, které jsou schopny rozkladu, tj. stupeň znečištění vody)

Geologické stáří

Spolehlivé nálezy z druhohor, starší křída, 600 mil let. Jsou ale zřejmě starší, frustuly se rozpadají v kyselém prostředí (rašelina) nebo na dně moří. Nejstarší - centrické. V příznivých podmínkách vznikaly vrstvy sedimentované horniny diatomitu. Metamorfózou vzniká porcelanit a rohovec.

Systém: celkem asi 50 - 100 000 druhů, z nich polovina fosilních. Ve sladkovodních biotopech asi 10 000 druhů. Podle souměrnosti misek a přítomnosti raphe 3 podtřídy.

Podtřída: *Coscinodiscophycidae* (bývalý řád Centrales)

Centrické rozsivky s kruhovými, eliptickými, trojúhelníkovitými či polygonálními miskami s radiální souměrností, vždy bez raphe a středního žebra. Oogamie, mořský a sladkovodní plankton.

Stephanodiscus -jednobuněčné, krátce válcovité, jarní plankton

Melosira - dlouhé vláknité kolonie, plankton, perifyton

Coscinodiscus - mořské, ploché kruhové misky

Triceratium - trojúhelníkovité misky

Podtřída: *Fragillariophycidae* (*Araphidíneae*)

Bilaterálně souměrné misky se středním žebrem, raphe chybí.

Tabellaria - plankton i perifyton, silně zkřemenělá vnitřní septa

Diatoma - plankton a chladné horské potoky

Asterionella - hvězdicovité kolonie

Fragillaria, *Synedra*

Podtřída: *Bacillariophycidae*

Bilaterálně souměrné frustuly se šterbinovým či kanálkovým raphe - možnost klouzavého pohybu. Některé druhy přisedlé.

Eunotia, *Cocconeis*, *Achnanthes*, *Navicula*, *Pinnularia*, *Cymbella*, *Pleurosigma*, *Nitzschia*, *Surirella*

TŘÍDA: CHLOROMONÁDY – RAPHIDOPHYCEAE (CHLOROMONADOPHYCEAE)

Malá skupina bičíkoců s dorziventrální stavbou buňky. Břišní strana lehce zploštělá, zde vyrůstají dva nestejně dlouhé bičíky, z nichž jeden je pětý. Buňky pokryty periplastem, pod ním jsou vymrštělná tělíska, mukocysty. Vnitřní plazma obsahuje jádro s čepičkou z diktyozómů, vnější plazma obsahuje vakuoly a jasně zelené chloroplasty, v nichž chybí věncová lamela. Buňky jsou citlivé na změny prostředí, snadno praskají. V přírodě vzácné: rašelinné tůňky (*Vacuolaria*), moře (*Fibrocapsa*).

ODDĚLENÍ: HAPTOPHYTA (PRYMNESIOPHYTA)

<http://www.life.umd.edu/labs/delwiche/PSlife/lectures/Haptophyta.html>

TŘÍDA: PRYMNESIOPHYCEAE (HAPTOPHYCEAE)

Bičíkovci, kapsální, kokální a krátce vláknité řasy.

Bičíkový aparát: 2 bičíky a **haptonema**. Povrch bičíků je s velmi jemnými mastigonematy. Haptonema je útvar podobný bičíku, na průřezu z 5 – 7 mikrotubulů, neslouží k pohybu, povrch hladký, může být dlouhé, kratičké či kontraktilní, uplatňuje se při přesunu potravních částic do buňky.

Haptophyta mají zásadní význam pro fungování globálního ekosystému (cyklus C a S).

Zástupci

řád Prymnesiales - bičíkovci či kapsální řasy v moři, brakické či sladké vodě, 2 bičíky a haptonema, na povrchu těla a bičíků polysacharidové šupiny, vznikající v diktyozómu

Chrysochromulina - v nanoplanktonu našich rybníků

Prymnesium - v brakických jezerech, při přemnožení produkuje jed nebezpečný pro ryby

Phaeocystis - buňky tvoří slizové kolonie až několik cm velké, žije v jižních i severních mořích, slizem ucpává rybářské sítě, působí též úhyn ryb, zřejmě ucpáním žaber, nikoli toxiny; při fotosyntéze vzniká dimethylsulfid, který dodává rybám zápach shnilé kapusty (nepříznivý vliv na tah sledů)

řád Coccolithophoridales – tzv. vápenatí bičíkovci, na povrchu těla mají zvápenatělé šupiny – kokolity, odpovídají za podstatnou část převodu C a Ca mezi atmosférou a oceanickými sedimenty dna (eliminace CO₂ v povrchových vodách a syntéza CaCO₃). Už v geologické minulosti vytvořili rozsáhlé sedimenty křídly a vápence.

ŘÍŠE: ROSTLINY – PLANTAE

PODŘÍŠE: BILIPHYTA

V životním cyklu chybějí bičíkatá stádia, chloroplasty obsahují jednotlivé tylakoidy, fotosyntetické pigmenty: chlorofyl a, karoteny, xantofyly, fykobiliproteiny ve fykobilizomech. Zásobní látka: škrob.

ODDĚLENÍ: GLAUCOPHYTA (GLAUCOCYSTOPHYTA)

<http://hypnea.botany.uwc.ac.za/phylogeny/classif/glau1.htm>

Dosud známy 2 druhy. V protoplastu zjištěny rudimentární bičíky a pulzující vakuoly naznačující vazbu na bičíkaté předky. Povrch chloroplastů (zvaných cyanely, endosymbiotické sinice) kryje peptidoglykanový obal, podobný buněčné stěně sinic. Fotosyntetické pigmenty jsou podobné jako u sinic a ruduch. Přítomnost cyanel v eukaryotických buňkách podporuje teorii endosymbiotického původu chloroplastu.

ODDĚLENÍ: RUDUCHY – RHODOPHYTA

<http://hypnea.botany.uwc.ac.za/phylogeny/classif/red1.htm>

Ruduchy jsou autotrofní eukaryotické organismy s jednobuněčnou, vláknitou, často bohatě větvenou nebo ploše listovitou stélkou. Chybějí jakákoliv bičíkatá stádia. Kombinace fotosyntetických pigmentů: chlorofyl a, d, dále α- a β- karoten, zeaxantin a lutein, též fykobiliproteiny. Zásobní látka: florideový škrob. Pohlavní proces: oogamie - vaječná buňka (karpogon) je oplozena spermacií. Rodozměna.

Stavba buňky

Buněčná stěna - polysacharidová, složená z amorfních galaktanů, které bobtnají a rozpouštějí se v horké vodě, nejdůležitější jsou agar a karagén. V amorfní hmotě jsou uloženy mikrofibrily celulózy, které zajišťují mechanickou pevnost stěny.

Chloroplast s dvojicí membrán na povrchu, tylakoidy jednotlivé, na jejich povrchu jsou fykobilisomy (fykobiliproteiny: c-fykocyanin, r-fykocyanin a r-fykoerytrin, allofykocyanin). I u ruduch funguje chromatická adaptace.

Rozmnožování a rodozměna.

Nepohlavní rozmnožování – aplanosporami, jimiž se rozmnožují gametofyty i sporofyty.

Pohlavní rozmnožování - oogamie - spermacie a **karpogon**. U některých zástupců má karpogon protáhlý **trichogyn**, na němž se zachytí spermacie. Po karyogamii a plazmogamii prodělává zygota další vývoj, který je velmi zvláštní, má řadu obměn a jeho výsledkem jsou diploidní **karpospory**. Ze zygoty vyrůstá několik sporogenních vláken (**gonimoblastů**), často vznikne složitý útvar (**gonimokarp**). V některých případech se všechny buňky gonimoblastů mění v karpospory, jindy sporogenní vlákna splynou s podpůrnými (auxiliárními) buňkami a pak teprve se začnou tvořit karpospory. Z karpospor vyroste diploidní **tetrasporofyt**, v tetrasporangiích po meiose se tvoří haploidní **tetraspory**. Z nich vyroste nový gametofyt. (Rozozměna se dvěma typy sporofytu: karposporofyt a tetrasporofyt.)

Výskyt v přírodě

Většinou mořské řasy, dominantní skupina mořských makrofyt (více druhů než ostatních dohromady), ubývá jich od rovníku k pólům. Rostou v litorálu a sublitorálu, díky možnosti využívat modrozelené spektrum světla dosahují do značných hloubek (v průzračných tropických oceánech až 180 m). *Corallina* a *Lithothamnion* - inkrustace uhličitánem vápenatým, tvoří **rhodolity**, kulovité útvary na mořském dně, které velmi pomalu rostou. Endolitické ruduchy se zavrtávají do lastur měkkýšů či kamenů, parazitické - morfologicky jednoduché, parazitují často na jiných ruduchách.

Geologické stáří

Zbytky vápenatých ruduch - z kambria a siluru (500 mil let). Jednoduché ruduchy bez fosilních dokladů asi ještě starší (až 1,9 mld let).

Hospodářský význam ruduch

Potrava pro lidi (Japonsko, Čína a Korea, i umělé pěstování - *Porphyra*), krmivo pro zvířata, hnojivo, surovina pro výrobu bioplynu. Nejvýznamnějším produktem - agar - *Gelidium*, *Gracillaria* aj., tvoří až 40% sušiny stélky, získává se extrakcí v horké vodě (90 °C) - koloidní roztok, želóza, po ochlazení na 35°C ztuhne v průzračný gel: potravinářské rosoly, bakteriologické půdy. Karagén - *Chondrus*, *Gigartina*, *Phyllophora* - tužidlo v mlékárenství, ve farmacii (zjištěna inhibice replikace HIV). Textilní a kožedělný průmysl - impregnace a klížení.

Systém (asi 3 000 druhů, z toho jen 50 druhů sladkovodních)

TŘÍDA: BANGIOPHYCEAE

Zpravidla mikroskopické, jednobuněčné nebo vláknité řasy. Výjimkou je *Porphyra*, jejíž stélka je ploše listovitá, ale tvořená 1 vrstvou buněk. Jeden centrální chloroplast s pyrenoidem.

Porphyridium - nápadné červené povlaky na vlhkém zdivu a půdě, hlavně rašelinná množárenská půda ve sklenících, modelový organismus pro studium fotosyntézy ruduch a v biotechnologiích

Cyanidium - extrémně kyselé termální půdy ve vulkanických oblastech (Kamčatka, Vesuv...)

Bangia - vláknitá nevětvená stélka, skály omývané mořem

Porphyra - listovitá stélka je G, 15 až 150 cm, S - mikroskopický, vláknitý, na povrchu lastur či kamenech

TŘÍDA: FLORIDEOPHYCEAE

Mnohobuněčné, makroskopické stélky heterotrichálního typu. Vlákna stélky jsou jednoosá (uniaxiální) či mnohoosá (multiaxiální), osní vlákna pokrývá korová vrstva z drobných buněk. V buňkách četné nástěnné drobné chloroplasty bez pyrenoidu, karpogon s trichogynem.

Lemanea - nevětvené asi 10 cm vysoké stélky na kamenech v horských potocích a řekách, podobné tmavým pravidelně zaškrcovaným žíním (G), karpospory uvnitř, sporofyt řídce větvený

Batrachospermum - mírně zastíněné kameny v potocích a rašelinných tůňkách, stélka s výrazně přeslenitou stavbou ponořená do slizu

Corallina, *Lithothamnion* – inkrustované stélky

Hildebrandia - v čistých potocích, stélky přirostlé celou plochou ke kamenům, nedají se oddělit

Ceramium - jemná keřovitá stélka v litorálu moří, dichotomicky větvená, klešťovitě zahnuté vrcholy

Gelidium, *Euchema*, *Chondrus*, *Ahnfeltia*, *Rhodymenia* - využití na agar, karagen, potraviny

PODŘÍŠE: ZELENÉ ROSTLINY – VIRIDIPLANTAE (CHLOROBIONTA)

Kombinace **fotosyntetických pigmentů**: chlorofyl a+b, α -, β -karoten, z xantofylů nejhojnější lutein, violaxanthin, zeaxanthin... Fikobiliproteiny vždy chybějí.

Chloroplasty u zelených řas a hlevíků s pyrenoidem, u bičíkovců a zoospor též se stigmatem. Na povrchu dvojice obalných membrán. Tylakoidy srůstají po 2-6 v lamely, u vyšších rostlin v grana. **Pyrenoid** - bílkovinné tělísko uložené v chloroplastu, povrch bývá pokryt škrobovou čepičkou. Obsahuje aktivní enzym 1,5-ribulózo bifosfát karboxylázu/oxidázu, který váže oxid uhličitý v temné fázi fotosyntézy. U zelených rostlin, kde pyrenoid chybí, enzym sídlí v tylakoidech.

Zásobní látka - **škrob** uložený v chloroplastech nebo na povrchu pyrenoidu (také mannan a xylan, též mono- a disacharidy, některé alkoholy, lipidy a volutin).

Nové pojetí podříše vychází z vývojové příbuznosti mezi zelenými řasami a vyššími rostlinami. Monofyletický charakter byl potvrzen srovnáním sekvencí aminokyselin v proteinech a nukleotidů v DNA. Z tohoto pohledu lze rozlišit 2 vývojové linie: zelené řasy a streptofyty. Názvy „vývojová linie“ a „vývojová větev“ označují skupiny, u nichž není snadné určit stupeň taxonomické hodnoty.

Základní terminologie

Bičíky a bičíkový aparát. Zpravidla 2, 4 nebo více, vzácně 1 či 3. Stefanokontní zoospory - věnec bičíků (*Oedogonium*).

Orientace bazálních tělísek bičíků a mikrotubulárních kořenů je jedním ze zásadních znaků pro rozlišení tříd zelených řas. Při popisu vzájemné polohy bazálních tělísek si pomáháme hodinovým ciferníkem. Základní poloha bazálních tělísek odpovídá poloze ručiček na hodinách v půl dvanácté, v takové poloze jsou bazální tělíska položena přímo proti sobě, což vyjadřuje zkratka DO orientace (directly opposed). U zelenivek je obvyklejší poloha, kdy bazální tělíska zaujímají polohu 1/7, tj. jedna z ručiček ukazuje na jedničku, druhá na sedmičku. Tato poloha se označuje jako CW orientace (po směru hodinových ručiček, clockwise position), pro ostatní třídy je charakteristická CCW orientace, kdy jsou bazální tělíska v poloze 11/5 (proti směru hodinových ručiček (CCW- counter clockwise position)).

Pokryv buněk. Nejjednodušší případ - buňky nahé, na povrchu pouze plazmatická membrána. U některých na povrchu submikroskopické šupiny z organického materiálu (Prasinophyceae, Ulvophyceae, zoospory a gamety Charophyceae). U některých druhů je glykoproteinová chlamys. Buněčné stěny ostatních zelených řas jsou polysacharidové, tvořené mikrofibrilární (nejčastěji celulóza, též mannan, xylan aj.) a amorfní složkou (hemicelulóza či pektin). V malém množství někdy přítomen sporopolenin.

Jádro, mitóza, cytokinéza. Značné rozdíly v průběhu mitózy: za výchozí primitivní typ je považována **uzavřená vnitrojaderná pleuromitóza**, u většiny zelených řas probíhá **ortomitóza s bipolárním vřetenkem (uzavřená nebo částečně otevřená či otevřená**, jaderná blána se rozpouští či nikoliv). **Otevřená ortomitóza je charakteristická pro všechny rostliny a živočichy.**

Po mitóze následuje cytokinéza, v jejímž průběhu se zakládají mikrotubulární systémy, které se podílejí na vzniku buněčné přepážky:

Fykoplast - probíhá kolmo na osu původního mitotického vřetenka, následně se tvoří **septum** jako základ buněčné stěny nových buněk (Chlorophyceae).

Fragmoplast - mikrotubuly uspořádány rovnoběžně na spojnici dceřinných jader, vzniká **buněčná destička**, jako základ budoucí příčné přehrádky - progresivní struktura (Coleochaetacea, Charophyceae, dále mechy, játrovky a cévnaté rostliny).

Dělení buněk a nepohlavní rozmnožování. Bezblanní bičíkovci - **schizotomie**, podélné dělení. Oblaněné jednobuněčné řasy - nepohlavní rozmnožování: **sporulace (cytogonie, eleuteroschizis)** - rozmnožovací či dceřinné buňky vznikají uvnitř mateřské buněčné stěny a jsou pohyblivé či nepohyblivé

(zoospory, aplanospory či autospory - tvarem shodné s mateřskou buňkou), mezi zoosporami a autosporami mohou být přechodné typy: hemizospory (pohyblivé uvnitř sporangia), hemiautospory (nepohyblivé, ale mají monadoidní znaky).

Zoospory a autospory často tvoří **kolonie** spojené slizem či zbytky mateřských stěn. Zvláštním typem kolonie je **cenobium** (jedna generace buněk, počet buněk 2^n , pravidelné uspořádání, morfologické a funkční specializace buněk, rozmnožování dceřnými cenobii (Chlamydomphyceae, Chlorophyceae).

Růst vláknité stélky řas zajišťuje **vegetativní dělení (cytotomie, desmoschizis)**, nově se vytváří pouze příčná přehrádka, buněčná stěna jen podle potřeby doroste. Též může probíhat sporulace.

VÝVOJOVÁ LINIE: ZELENÉ ŘASY – CHLOROPHYTAE

ODDĚLENÍ: ZELENÉ ŘASY – CHLOROPHYTA

<http://hypnea.botany.uwc.ac.za/phylogeny/classif/chloro1.htm>

Velká rozmanitost ve stavbě stélek, všechny organizační stupně s výjimkou volně žijících buněk se stélkou rhizopodovou. Mitóza je zpravidla uzavřená. Buněčná stěna se zakládá mezi dceřnými protoplasty pomocí mikrotubulárního systému **fykoplást**. Převládá nepohlavní rozmnožování a haploidní stádium v životním cyklu.

TŘÍDA: PRASINOPHYCEAE (MICROMONADOPHYCEAE)

Volně žijící bičíkovci a kapsální řasy, povrch buňky a bičíků pokrývá 1 i více vrstev submikroskopických organických šupin. Bičíky (1 – 8) vyrůstají z mělké prohlubně na předním konci buňky. Třída je různorodou skupinou. U jednotlivých rodů se liší orientace bazálních tělísek i bičíkových kořenů i průběh mitózy. Z vývojového hlediska jsou důležité druhy, které mají otevřenou mitózu a fragmoplast.

Výskyt: mořské i sladkovodní, planktonní i přisedle žijící řasy (*Pyramimonas*).

TŘÍDA: ZELENIVKY – CHLOROPHYCEAE

Jsou to volně žijící jednotliví nebo koloniální bičíkovci, kapsální, kokální, trichální a heterotrichální řasy. Bičíky v počtu 2 – 4 jsou stejně dlouhé. Mitóza je částečně otevřená, bazální tělíska mají DO nebo CW orientaci, během cytokineze se vytvoří fykoplást. Nepohlavní rozmnožování: zoospory, hemizospory, autospory. Pohlavní proces: izogamie, anizogamie, oogamie. BS je často vícevrstevná, vnější vrstva u některých druhů je tvořena sporopoleninem (oxidativní polymer sekundárních karotenoidů, který vydrží i dlouhodobý var ve směsi anhydridu kyseliny octové s kyselinou sírovou).

Zástupci

Chlamydomonas (pláštěnka) - je běžný bičíkovec stojatých a pomalu tekoucích vod, dobře se pěstuje na umělých půdách, používá se jako modelový organismus v genetických studiích, též v biotechnologiích (50 % bílkovin v sušině), buňky mají kapkovitý tvar, chlamys tvoří na apikálním konci ztlustlinu (papilu), kterou prostupují bičíky, jejichž pohyb je při plavání synchronní

Haematococcus - častý obyvatel betonových jímek, jeho vegetační zbarvení je zprvu zelené, později červenohnědé (astaxanthin), po vypuštění jímky lze nalézt na stěnách nádrže červenohnědé akinety

Volvox (váleč) - kulovitá či lehce oválná cenobia, buňky v jedné vrstvě na obvodu cenobia ponořené do slizu, ven vystupují dvojice bičíků, vnitřek cenobia zaplněn slizem

tvorba dceřných cenobií: ze specializovaných vegetativních buněk intenzivním dělením vznikne kulovitý útvar z 64 a více buněk, jejich bičíky směřují dovnitř, v konečném stádiu vývoje se koule obrátí naruby a poklesne do slizu uvnitř mateřského cenobia, kde zvětšuje svůj objem, po roztržení mateřského cenobia dceřná cenobia vyrejdí ven, pohlavní proces: oogamie, cenobia jednodomá či dvoudomá

V. globator - 0,8 mm, až 2000 buněk, rybníky a tůně, *V. gigas* - tropy - až 3mm

Tetraspora - řasa s kapsální stélkou žijící ve slizu, ve vegetativním stavu nepohyblivá, horské potoky, okrajové buňky kolonie mají dvojice dlouhých pseudocilií (nepohyblivých bičíků)

Chlorococcum – kokální řasa, povrchová vrstva půdy, sladkovodní biotopy

Chlamydomodium (Characium) – kokální, přisedá na ponořených rostlinách v tůních

Scenedesmus - popsáno velké množství druhů, mnohé taxony jsou však ekomorfami, cenobia tvoří 4,8,16 buněk v jedné či dvou řadách, rozmnožování autocenobii, nejběžnější *S. quadricauda*, *S. obliquus* a *S. acuminatus* - plankton rybníků, často pěstování ve velkých objemech pro biotechnologické využití

Protosiphon - vakovité buňky dosahující velikosti až 1,5 mm, na vlhké půdě na okrajích vodních nádrží

Pediastrum - buňky srostlé v plochých hvězdicovitých cenobiích, rybníky a tůně

Hydrodictyon - může zcela zaplňovat menší eutrofní tůně, buňky až 1 cm dlouhé spojeny v šestiboká oka, která tvoří plochou či válcovitou síť

Apatococcus (zrněnka) - zelené povlaky na kůře stromů či skalách

Microspora quadrata - rašelinné vody, trichální stélka s nevětvenými nepravými vlákny, buňky s dvoudílnou BS, složenou ze 2 válcovitých prstenců, které do sebe zapadají v polovině buňky

Řád Oedogoniales - vláknité řasy s nepravými vlákny větvenými či nevětvenými, buňky i vlákna mají polární stavbu, BS ze 2 různě dlouhých dílů, nad srůstem obou částí se po každém dělení vytvoří charakteristický límeček. Nepohlavní rozmnožování: stefanokontní zoospory, na předním konci s věncem 40 párů bičíků.

Pohlavní proces: oogamie s řadou zvláštností ve vývinu samčích gametangií. Rozlišujeme 2 skupiny druhů: 1. makrandrické - anteridia se vyvíjejí přímo z vegetativních buněk, v každém anteridiu vznikají 1-2 stefanokontní spermatozoidy, které po vyrejdění oplodní vaječnou buňku v oogoniu

2. nanandrické - z vegetativních buněk vznikají androsporangia, v nich se vyvíjí zoospora s věncem bičíků (androspora), ta vyrejdí a přisedne na vlákno v blízkosti oogonia, zde vyroste v krátké vlákno (2-3 buňky), ve vrcholové buňce se tvoří spermatozoidy... Oogonia produkují feromony (circein).

Oedogonium - čapkoblanka - nevětvená vlákna, na ponořených větévkách v tůních

Bulbochaete - rovněž epifyticky na vodních rostlinách, vlákna větvená, boční větévky vyrůstají z cibulovitě ztlustlé bazální buňky a končí dlouhým chlupem

Řád Chaetophorales - řasy s heterotrichální stélkou přirůstající k podkladu bazální buňkou, stélka bývá bohatě větvená, často rozlišena vlákna s podpůrnou funkcí a s funkcí asimilační.

Stigeoclonium - vlákna několik dm, řídce jednostranně větvená, na vrcholu bezbarvý chlup, rozvětvené rhizoidy bez plastidů, v proudící vodě

Draparnaldia - hlavní osní vlákno a bohatě větvená boční vlákna, uložena v řídkém slizu, měkké tůňky a kaluže s čistou vodou

Chaetophora - rozvětvená vlákna tvoří 0,5-2 cm velké kolonie v pevném slizu, v tůních na ponořených rostlinách

Fritschiella - nalezena v Indii, přizpůsobená růstu na vlhké půdě, bezbarvá plazivá vlákna pod povrchem půdy a zelená vzpřímená vlákna, dříve považována za možného předka suchozemských rostlin

TŘÍDY: ULVOPHYCEAE, CLADOPHOROPHYCEAE, BRYOPSIDOPHYCEAE, DASYCLADOPHYCEAE, TRENTÉPOHLIOPHYCEAE

Skupina tříd zelených řas, které mají některé společné znaky: CCW orientace bazálních tělísek u zoospor a bičíkatých gamet, mitóza zpravidla uzavřená. Volně žijící bičíkovci chybějí. Převažují vláknité nerozvětvené nebo rozvětvené stélky s jedno- nebo mnohjadernými buňkami.

TŘÍDA: ULVOPHYCEAE - KADEŘNATKOVITÉ

Mořské a sladkovodní řasy s vláknitou nebo ploše listovitou stélkou.

Ulothrix zonata (kadeřnatka) - v moři i sladkých vodách, kosmopolit

Ulva lactuca (porost locikový) - ploše listovitá zkadeřená stélka, tvořená 2 vrstvami parenchymatických buněk, asi 25 cm, ale též 1 m vysoká, v litorálu všech evropských moří na kamenech, někdy se upravuje jako salát, izomorfická rodozměna

Enteromorpha - trubicovitá stélka z 1 vrstvy buněk, mořské pobřeží, též v tůních na slancových půdách. U nás v poslední době rozšířena *E. intestinalis* - trubicovitá či vakovitá stélka, v silně eutrofizovaných vodách (chloridy ze silnic či odpadních vod).

TŘÍDA: CLADOPHOROPHYCEAE - ŽABOVLASOVITÉ

Řasy se sifonokladální stélkou.

Cladophora glomerata (žabí vlas) - v moři i sladkých vodách, u nás všeobecně rozšířená řasa na kamenech v proudící eutrofní vodě

TŘÍDA: TRUBICOVKY – BRYOPSIDOPHYCEAE

Vegetativní stélku tvoří sifonoblasty, uzavřené váčky či trubice, obsahující četná jádra a drobné chloroplasty v povrchové vrstvě plazmy, vnitřní prostor vyplňuje velká vakuola. Sifonoblasty mohou být diferencovány na bezbarvé rhizoidy a zelené fyloidy.

Bryopsis - v litorálu evropských moří

Caulerpa - tropická a subtropická moře, některé druhy obsahují pro mořské živočichy toxický terpen kaulerpenylen.

Codium - bohatě větvená keřovitá, bochánkovitá až kulovitá stélka, v teplých mořích

Halimeda - zvápenatělé stélky připomínající kaktus *Opuntia*, významný budovatel korálových útesů v tropických mořích

TŘÍDA: DASYCLADOPHYCEAE

Stélka sestává z hlavní sifonální osy, která nese krátké, někdy srůstající boční větévky. K podkladu přirůstá systémem rhizoidů. Na rozhraní rhizoidů a vzpřímené osy leží velké diploidní jádro. U některých druhů: zvápenatělé stélky. Geologické stáří - největší druhové bohatství v křídě, významné horninotvorné rostliny.

Acetabularia - na kamenech v litorálu Středozemního moře, 5-10 cm, v době rozmnožování připomíná malý deštníček, složitý životní cyklus trvá 3 roky, objekt pro karyologické a cytologické studie.

TŘÍDA: TRENTEPOHLIOPHYCEAE

Aerofytické řasy mírného až tropického pásu s heterotrichálními stélkami. Ze spleti vláken pokrývajících substrát vyrůstají vzpřímené větvičky nesoucí sporangia.

Trentepohlia - druhy dokonale adaptovány na růst v terestrických podmínkách, v buňkách jsou hnědé nebo červenohnědé pigmenty (směs sekundárních karotenoidů) - možná jako ochrana proti UV. Zoosporangia na koncích vzpřímených větévek, ve zralosti se ulamují a mohou být unášena vzdušnými proudy. Gametangia na poléhavých vláčkách, kde kondenzující kapky vody vytvářejí podmínky pro kopulaci.

T. iolithus - fialková vůně, na kamenech při horských potocích

T. aurea - oranžově červené povlaky na skalách a zídkách

T. umbrina - hnědá, na borce stromů

TŘÍDA: PLEURASTROPHYCEAE (TREBOUXIAPHYCEAE)

Kokální nebo vláknité řasy, CCW orientace bazálních tělísek, uzavřená mitóza.

Trebouxia - četné druhy rostou ve stélkách lišejníků (fykobiont)

Chlorella - zelenivka - biotechnologicky významná řasa, pěstuje se ve velkoobjemových kulturách, biomasa se používá jako přírodní léčivo, do krmných směsí..., *Ch. vulgaris* - plankton tůní

Oocystis - plankton rybníků

VÝVOJOVÁ LINIE: STREPTOFYTA – STREPTOPHYTAE

Obsahuje vývojové větve parožnatky, mechorosty a vyšší rostliny. Společným znakem je průběh jaderného a buněčného dělení: mitóza je zpravidla otevřená, oddělení dceřinných protoplastů zajišťuje **fragmoplast**. V životním cyklu mnohých druhů jsou bičíkaté buňky (zoospory, spermatozoidy), jejich stavba je podobná u parožnatek, mechorostů, kaprad'orostů a některých nahosemenných (cykasy). Povrch těchto buněk (často i jejich bičíků) je pokryt drobnými polysacharidovými šupinami.

VÝVOJOVÁ VĚTEV: CHAROPHYTAE

ODDĚLENÍ: CHAROPHYTA

http://biology.kenyon.edu/Microbial_Biorealm/eukaryotes/charophyta/charophyta.html

Jednobuněčné a vláknité řasy a parožnatky jsou převážně sladkovodní, půdní a aerofytické řasy. Parožnatky jsou považovány za vývojové předky vyšších rostlin, jejich ekologie připomíná spíše zelené řasy. Životní cyklus je haplontní, zygota je jedinou diploidní buňkou.

TŘÍDA: KLEBSORMIDIOPHYCEAE

Kokální nebo vláknité nevětvené řasy.

Klebsormidium - na vlhkých skalách a zemi

Raphidonema – způsobuje zelené zbarvení sněhu ve vysokých horách

TŘÍDA: COLEOCHAETOPHYCEAE

Coleochaete, *štetinatka* - plochá terčíkovitá stélka, přirůstající spodní plochou k vodním rostlinám, vegetativní buňky nesou po 1 dlouhém chlupu, každý chlup obsahuje živý protoplast a otáčí se 1x za 2 minuty kolem své osy. Pohl. proces – oogamie, jejímž výsledkem je sporokarp (oospora s pseudoparenchymatickou vrstvou na povrchu), který přezimuje. Na jaře vyrejdí ze sporokarpu zoospory, které vyrostou v novou stélku. Životní cyklus štetinatky je podkladem koleochetové hypotézy vzniku mechorostů: sporokarp je podobný sporofytu primitivních jätrovek.

TŘÍDA: PAROŽNATKY – CHAROPHYCEAE

Makroskopické organismy, vzhledem připomínající přesličky, vzpřímená stélka dosahuje výšky 5 až 90 cm. Osu parožnatky tvoří dlouhé buňky článkové (nodi) a krátké uzlinové (internodia), z nich vyrůstají přesleny bočních větví. K podkladu přirůstají rhizoidy. Růst stélky je vrcholový, uskutečňuje se dělením 1 buňky, která odčleňuje vždy 1 buňku článkovou a 1 uzlinovou. Uzlinová se dále dělí a dá vznik mnohobuněčné destičce, z jejíchž okajových buněk vyrůstají boční větvičky. Článeková buňka pouze roste do délky, dosahuje i několik cm. U většiny parožnatek jsou článkové buňky obaleny obalem z korových buněk. Buněčná stěna často inkrustovaná uhličitánem vápenatým.

Rozmnožování: fragmentací stélky, odnožováním a rozmnožovacími tělísky mezi rhizoidy. Pohlavní proces: oogamie, gametangia v paždí bočních větví, druhy jedno- či dvoudomé. Oranžová kulovitá anteridia, na povrchu s 8 vypouklými štítky, ze středu štítku dovnitř směřuje kyjovitá buňka, z jejího konce vyrůstají spermatogenní vlákna, v jejich buňkách se po jednom vyvíjejí spermatozoidy (spirální tvar, 2 bičíky, na povrchu se šupinami). Oogonia oválná, v mládí zelená, oosféra obklopena několika spirálně vinutými buňkami. Tento obal (sporostegium) je na vrcholu ukončen korunkou z 5 či 10 buněk. Po oplození srůstá stěna sporostegia se stěnou zygoty a vzniká sporokarp (černý). Klíčení po období klidu, mladá rostlinka je prochara: ze 2 vláken, jedno pozitivně geotropické - rhizoidy, druhé vzpřímené.

Parožnatky rostou ve stojatých či mírně tekoucích vodách, v řadě lokalit mají významný podíl na vzniku travertinu. V mořích chybějí, vyskytují se ve sladkých a brakických vodách.

Chara - 5-buněčná korunka, články s korovou vrstvou

Nitella - 10-buněčná korunka, korová vrstva často chybí

TŘÍDA: ZYGNEMATOPHYCEAE (CONJUGATOPHYCEAE) - SPÁJIVKY

Jednobuněčné nebo vláknité řasy. Buňky mají celistvou nebo dvoudílnou BS. Obsahují 1-2 chloroplasty a 1 jádro. V životním cyklu chybějí jakákoliv bičíkatá stádia. Hlavní způsob rozmnožování je vegetativní dělení. Pohlavní proces - spájení, konjugace - jako gamety vystupují celé protoplasty, schopné améboidního pohybu v prostoru, jež vymezují obě kopulující buňky. Ke styku gametů dochází v populačním kanálku či ve slizovém obalu, výsledkem je tlustostěnná zygospora.

Žijí pouze ve sladkých vodách, hojně jsou v rašelinných tůních s nízkým pH.

Systém a zástupci

Řád Zygnematales - jařmatkotvaré - spájivky s nevětvenou vláknitou stélkou se stejnocennými válcovitými buňkami. Na jejich povrchu je vrstva slizu. V buňce je 1 nebo více chloroplastů

charakteristického tvaru (vodítko při určování rodů). Jádru v plazmatickém vaku ve středu buňky, větší část středového prostoru vyplňuje vakuola.

Rozmnožování: fragmentací vláknů, ke spájení dochází koncem jara či začátkem léta. Chomáče vláknů vystupují na hladinu. Typy konjugace: žebříková (skalariformní), nejčastější - kopulační kanálky se tvoří mezi dvěma různými vlákny, laterální - kopulují protoplasty sousedních buněk vláknů, kopulační kanálky se tvoří v příčné přehradce.

Spirogyra, šroubatka - 1 nebo více šroubovitě vinutých páskovitých chloroplastů

Zygnema, jařmatka - 2 hvězdicové chloroplasty

Mougeotia, deskovka - 1 chloroplast ve tvaru desky

Řád Desmidiáles - dvojčatkovité řasy, krásivky - jednobuněčné řasy žijící jednotlivě nebo v koloniích. Buňky souměrné, válcovité, vřetenovité nebo široce oválné, více či méně výrazným zářezem rozdělené na 2 poloviny - semicely. Buněčná stěna je celulózni, vícevrstevná, celistvá nebo dvoudílná. Chloroplasty - nejčastěji 2 masivní centrální. Jádru uprostřed buňky, četné vakuoly a diktyozomy (tvorba BS a slizu).

Rozmnožování - dělením buňky nebo konjugací (sblíží se 2 vegetativní buňky, obklopí se slizem a jejich poloviny se rozestoupí, protoplasty splynou a zygota se přemění v tlustoblannou, ostnitou zygosporu).

Podřád Archidesmidiineae - krásivky s válcovitými, vřetenovitými nebo měsíkovitě prohnutými buňkami, středový **zářez** mezi polovinami buněk **je nezřetelný nebo chybí**,

Mesotaenium - krátce cylindrické buňky

Penium - buňky podlouhle válcovité, na koncích zaoblené či uťaté

Closterium - obloukovitě až měsíkovitě prohnuté buňky, 2 chloroplasty s hvězdicovitým průřezem, ve 2 drobných vakuolách četné krystalky šřavelanu vápenatého

Podřád Desmidiineae - buňky **rozděleny výrazným zářezem (sinus)** na 2 poloviny, povrch BS bohatě zdobený trny, bradavkami, ztlustlinami a póry, uzavřenými slizovými zátkami. Zástupci žijí v rašelinných tůňkách, planktonu rybníků, severských jezerech. Při studiu je nutné je prohlížet shora, z plochy a z boku.

Cosmarium - buňky shora i z boku oválné, výrazný zářez

Euastrum - výrazný zářez a zaobleně vykrajované poloviny

Micrasterias - buňky široce oválné, okraje rozděleny v několik souměrných laloků

Staurastrum - buňky shora trojúhelníkovité, polygonální nebo vyběhající v dlouhá úzká ramena

Hyalotheca, Desmidium - vláknité kolonie

Další informační zdroje:

<http://www.sinicearasy.cz>

<http://botany.natur.cuni.cz/algo/>

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

III. PŘEHLED ODDĚLENÍ TRADIČNĚ ŘAZENÝCH MEZI HOUBY

IMPÉRIUM: EUKARYA (EUKARYOTA)

ŘÍŠE: PRVOCI – PROTOZOA

Skupiny heterotrofních organizmů v minulosti řazených mezi houby, dnes oddělení: **Acrasiomycota, Myxomycota, Plasmodiophoromycota.**

Uvedené skupiny organizmů tradičně studuje vědní obor mykologie, přestože se nejedná o houby, ale o organizmy pouze houbám podobné. Starší souhrnné označení těchto skupin je hlenky (rozuměj hlenky v širším smyslu slova) a od pravých hub (říše Fungi) se hlenky odlišují: absencí vláknité stélky; vegetativním stádiem ve formě neoblaněných buněk s améboidním pohybem; holozoickým

(fagotrofním) způsobem výživy (ale i osmotrofní, pro pravé houby typická výživa se zde alternativně vyskytuje); odlišným způsobem tvorby spor; některými biochemickými vlastnostmi.

H. A. de Bary (1831-1888, německý přírodovědec) označoval hlenky jako „Mycetozoa“, aby ukázal předpokládanou příbuznost se živočichy. V dalším dlouhém období byly hlenky přiřazovány k houbám. Teprve novější poznatky na molekulární, biochemické a ultrastrukturální úrovni jasně prokázaly, že:

- jde o polyfyletickou skupinu, která zahrnuje několik vývojových linií;
- hlenky vývojově nesouvisí s houbami (říše Fungi);
- hlenky je nutno řadit do jiné skupiny vysoké kategorie, dnes nejčastěji do říše prvoci (Protozoa), ale protože prvoci zřejmě představují vývojově heterogenní (polyfyletickou) skupinu, lze v souvislosti s rozpadem této jednotky předpokládat i nové názory na systematické postavení hlenek.

ODDĚLENÍ: AKRASIE, BUNĚČNÉ HLENKY – ACASIOMYCOTA

TŘÍDA: ACASIOMYCETES

Základní typ stélky je haploidní bezblanná **myxaméba** - válcovitá, s lalokovitými pseudopodii bez subpseudopodií (jemné výběžky na koncích pseudopodií). Bičíkatá stádia (myxomonády) většinou chybějí. Výživa myxaméb – holozoicky (pohlcování bakterií, kvasinek, spor hub apod.), rozmnožování dělením, nepříznivé období v podobě mikrocyst či sférocyst. Po intenzivní trofické a reprodukční fázi na úrovni myxaméb dojde ke shlukování (agregaci) myxaméb vznikají mnohobuněčné shluky - **pseudoplazmodia**, z nich vznikají **sorokarpy** (stopka, sorofor nese na vrcholu sorogen, z něhož vzniká sorus spor, BS spor je chitinózní, bez celulózy).

Výskyt a ekologie: krátkodobě žijící organismy, hojně v půdě (zemědělské, lesní), na borce stromů, na tlejícím organickém materiálu, hrají určitou roli v biologii půdy.

Systém: malá, možná polyfyletická skupina améboidních organismů, 5-6 rodů s 12 druhy.

Acrasis rosea - nejprozkoumanější druh, běžný v půdě a na organickém materiálu, pěstování na agarových půdách, růžová barva myxomonád a pseudoplasmodií

ODDĚLENÍ: HLENKY – MYXOMYCOTA (MYCETOZOA, EUMYCETOZOA)

<http://www.botany.hawaii.edu/faculty/wong/Bot201/Myxomycota/Myxomycota.htm>

<http://www.nivicol.de/gattungsschluessel.htm> (mnoho fotografií druhů)

Trofickou fází jsou **myxaméby** (ploché s vláknitými pseudopodii a subpseudopodii), **myxomonády** nebo mnohojaderné slizovité útvary: **pseudoplazmodia** či **plazmodia**, klidovým stádiem mikrocysty či sklerocia. Holozoická (fagocytóza) nebo osmotrofní výživa. Reprodukční fáze – tvorba mikroskopických i makroskopických plodniček (sorokarpů a sporokarpů). Sorokarpy jsou bez buněčné stěny a vznikají z pseudoplasmodií, sporokarpy již mají buněčnou stěnu, vznikají z pravých plazmodií. Spory jednobuněčné, u některých s celulózní buněčnou stěnou.

Oddělení je rozčleněno na 3 třídy: Protosteliomycetes, Dictyosteliomycetes, Myxomycetes.

TŘÍDA: PROTOSTELIDY – PROTOSTELIOMYCETES

Nejjednodušší mikroskopické hlenky, jejichž trofické stádium tvoří myxaméby nebo myxomonády s 1-2 akrokontními (vrcholovými, anteriorními) bičíky, splýváním myxaméb vznikají mnohojaderná plazmodia. Sporokarpy obsahují 1-4(-8) spory.

Životní cyklus: U nejjednodušších typů (*Nematostelium*) ze spory vyklíčí 1 myxaméba, která během kulminační fáze vytvoří stopkatý sporokarp. Ten se oblaní a uvolní 1 sporu...

U r. *Ceratiomyxa* při klíčení spory vznikne 1-2 bičíkatá myxomonáda, která přechází v myxamébu. MA splývají v mnohojaderné plazmodium, zde se předpokládá kopulace MA, a tedy vznik 2n-plazmodia. Plazmodium zbledá, vytvoří povlak bělavých sloupečků či parůžků až 10 mm vysokých. Na nich vznikají po meiozi na jemných stopečkách jednobuněčné spory (jednosporová sporangia), zprvu jednojaderné, po mitóze vznikne 4-8 buněčný útvar, z každé buňky se uvolní MM.

Výskyt a ekologie: v půdě, na rozkládajícím se organickém materiálu i borce stromů. Tvoří podstatnou složku dekompozitních společenstev.

Systém: 15 rodů a asi 30 druhů

Protostelium mycophaga - jeden z nejběžnějších druhů na nejrůznějším organickém materiálu

Ceratiomyxa – válečkovka, exosporická hlenka s relativně velkými sporokarpy (až několik cm)

C. fruticulosa - velmi hojný druh na tlejícím dřevě

TŘÍDA: DIKTYOSTELIDY – DICTYOSTELIOMYCETES

MM se netvoří, trofické stádium tvoří jednojaderné MA živící se bakteriemi. Agregací MA vzniká pseudoplazmodium, spory se tvoří na sorokarpech, které jsou makroskopické (až 1 cm). Mnoho shodných znaků s tř. Acrasiomycetes, ale mají více vyvinuté sorokarpy s celulózní stěnou spor.

Životní cyklus: spora - uvolní se MA živící se holozoicky, vytváří tenká filopodia (pseudopodia), za nepříznivých podmínek vytvoří mikrocystu, z níž se opět uvolní MA. Agregací MA vznikají makrocysty (fungují jako shlukovací centra), v nich se tvoří akrasin (cyklický AMP), chemotakticky láká další MA k agregacímu centru - vzniká pseudoplazmodium, za určitých podmínek (světlo, vlhkost) dochází k migrační fázi - MA tvoří stopečku, po které další MA putují na vrcholek - sorokarp (spory mají celulózní BS).

Výskyt, význam, zástupci: druhy půdní i koprofilní, význam v biologii půdy, asi 3 rody, 50 druhů.

Dictyostelium - dosud nejprostudovanější zástupce, modelový organismus v genetických nebo biochemických studiích.

TŘÍDA: VLASTNÍ HLENKY – MYXOMYCETES

Trofická fáze sestává z haploidních jednojaderných MA a MM (2 hladké, apikální heterokontní bičíky) a diploidního, mnohojaderného, pohyblivého se plazmodia. Obě stadia se množí dělením a žijí holozoicky.

3 základní typy plazmodií (specifické vlastnosti, které nenajdeme u žádného jiného oddělení Protist: proudění protoplazmy, synchronizované dělení jader, splývání plazmodií):

protoplazmodium - nejprimitivnější typ, mikroskopické, protoplazma se pomalu pohybuje, dává vznik vždy jen 1 sporokarpu

afanoplazmodium - větší (lupa), jemné, tvořené průhlednými, síťovitě uspořádanými žilkami a cytoplazmou, která je obklopuje, proudění protoplazmy rychlé, rytmické, dá vznik více sporokarpům

faneroplazmodium - makroskopické, žilnaté, i barevné (červená, žlutá, černá... - karotenoidy, pH substrátu, přítomnost pohlcených organismů) protoplazma silně zrnitá, tvořena želatinózní a tekutou částí, rytmické proudění protoplazmy, vznik většího počtu sporokarpů

Plazmodia se mohou změnit na **sklerocium** (tvrdý, nepravidelný, nebuněčný útvar, vzniká za nepříznivých podmínek) či **sporokarp** (fruktifikační orgán, který představuje haploidní reprodukční fázi životního cyklu).

3 typy sporokarpů:

sporangium - vzniká z celých protoplazmodií či z částí jiných typů plazmodií, stopkaté či přisedlé

aethalium - vzniká z větších částí plazmodií sloučením řady sporangií, velké, polštářovité, nestopkaté (pseudoaethalium - stěny jednotlivých sporangií uvnitř aethalia zřetelné)

plazmodiokarp - vzniká z velkých částí síťovitého plazmodia, zachovává si síťovitě žilnatý tvar

Uvnitř sporokarpu - **kapilicium** (vlákna jednotlivá různě strukturovaná nebo jejich sítě, nebuněčná struktura, vyloučeno z vakuol) nebo **pseudokapilicium** (nepravidelné nitřovité či destičkovité útvary mezi spory), popř. **kolumela** (tlustší centrální, ze stopky vybíhající útvar) a spory (celulózní BS).
Obal sporokarpu: **peridie**.

Životní cyklus: haplo-diplobiontický, 2n-fáze převažuje, ze spory se uvolní 1-2(-8) haploidní MA nebo MM, MA se mění v MM, holozoická výživa, dělení, MM i MA mohou tvořit cysty (nepříznivé

podmínky), opačně pohlavně laděné MM či MA kopulují - diploidní MA - mitotická dělení - vícejaderné 2n-plazmodium - splývání plazmodií - výsledek: plazmodium s několika tisíci 2n-jader (bělavé i pestré, obsahuje bílkovinu myozin schopnou stahování a roztahování, tvorba sklerocií), při přechodu do reprodukční fáze se tvoří na povrchu blanka (**hypothalus**), z ní potom vyrůstají sporokarpy, uvnitř vzniká kapilicium a dochází k meiotickému dělení jader - vznik spor, pomocí hygroskopických pohybů kapilicia jsou spory vymršťovány z plodniček, klíčivost i několik desítek let. Pro systematické zařazení a určování hlenek má význam morfologie sporokarpu, kapilicia a zbarvení a ornamentika výtrusů.

Výskyt a ekologie: kosmopoliti, vazba na vlhčí lesní biotopy (u nás pozdní jaro až ranný podzim) - odumřelé rostliny, tlející dřevo, listí, borka, půda, význam v přírodě není zcela objasněn.

Zástupci: 700 druhů v 50-60 rodech

Echinostelium - nejmenší vlastní hlenky, protoplazmodia

Tubifera ferruginosa - hojný druh, několik cm velká rezavá aethalia ze vzpřímených válcovitých sporangií

Lycogala epidendrum - kulovitá aethalia (1 cm), hojná na tlejícím dřevě (korálově červená, zralá: šedá)

Reticularia (Enteridium) lycoperdon - aethalia až 8 cm, stříbřitá peridie

Physarum - stopkatá sporangia či plazmodiokarpy

Leocarpus fragilis - stopkatá elipsoidní sporangia 2-4 mm (žlutá, pak višňová)

Fuligo septica - aethalia až 20 cm, žlutá, bělavá, naoranžovělá

Arcyria - druhy na tlejícím dřevě, stopkatá válcovitá sporangia

Trichia varia - hojný druh v lese

Stemonitis - až 2 cm dlouhá válcovitá sporangia na dlouhých stopkách těsně nahloučená vedle sebe, *S. fusca* - častý na dřevě

Comatricha nigra - staré větévky, zem, kulovitá sporangia

ODD.: PLAZMODIOFORY, NÁDOROVKY – PLASMODIOPHOROMYCOTA

TŘÍDA: PLASMODIOPHOROMYCETES

Vysoce specializovaná skupina biotrofně parazitických organismů, obligátní endoparazité cévnatých rostlin, ale i parožnatek a oomycetů.

Podstatnou fází životního cyklu je beztvářá, nahá, mnohojaderná masa protoplazmy parazita uvnitř buněk hostitele, tzv. **paraplazmodium** (na rozdíl od plazmodia hlenek nevzniká splýváním menších plazmodií, ale dělením jader mladých 1-jaderných plazmodií, není schopno améboidního pohybu a výživa je osmotrofní). Myxaméby chybějí, připomínají je mladá, jednojaderná paraplazmodia uvnitř hostitele, která jsou schopna přesunout se do sousedních buněk, dělením jader z nich vznikají mnohojaderná paraplazmodia. Zoospory jsou neoblaněné, mají 2 heterokontní akrokontní bičíky, infikují další hostitelské rostliny. BS sporangia a cyst neobsahují celulózu, ale **chitin** a další látky.

Životní cyklus: na příkladu nádorovky kapustové *Plasmodiophora brassicae*. Způsobuje nádory a deformace na kořenech napadených rostlin (**hypertrofie:** abnormální zvětšení a **hyperplázie:** patologické zmnožení buněk). Buňky nádorů zaplňují cysty (odpočívající spory), které po rozpadu napadených pletiv přezimují v půdě. Za příznivých podmínek (vlhko, chemotaxe: přítomnost hostitele) vyklíčí primární zoospóra, pohybuje se pomocí bičíků, přichytí se na kořenový vlasek hostitele, proděraví stěnu hostitelské buňky a pronikne do ní. Mladé jednojaderné paraplazmodium se dělí a napadá sousední buňky, později dochází k dělení jader a vzniku mnohojaderných haploidních paraplazmodií. V létě se paraplazmodium rozdělí na tenkostěnná sporangia, z nichž se uvolní sekundární zoospory do půdy a působí další infekce. Některé sekundární zoospory v půdě splývají (gametogamie) a vzniklé dvoujaderné zoospory po proniknutí do kořenů hostitele jsou základem pro vznik cystogenního (sekundárního) paraplazmodia, které je zprvu dvoujaderné, poté mnohojaderné - to působí vznik hypertrofií a hyperplázií. Zde karyogamie a meiosa - tlustostěnné cysty.

Výskyt, význam, zástupci: asi 15 rodů se 40 druhy, parazité na některých řasách (*Vaucheria*, Chara), oomycetech (*Saprolegnia*, *Pythium*) i na cévnatých rostlinách. Hospodářský význam mají 2 druhy.

Plasmodiophora brassicae - nádorovitost košťálové zeleniny, 5-8 let nepěstovat na pozemku brukvovité rostliny

Spongospora subterranea - působí prašnou strupovitost bramborových hlíz, přísně karanténní choroba, díky čemuž je u nás poměrně vzácná

ŘÍŠE: CHROMISTA (STRAMINIPILA)

PODŘÍŠE: CHROMOBIONTAE

ODDĚLENÍ: LABYRINTULY, VODNÍ HLENKY – LABYRINTHULOMYCOTA

Malá skupina nepříliš dobře probádaných organismů vázaných na mořské biotopy. Zástupci jsou saprotrofové i parazité řas a vyšších rostlin. Dříve řazeni mezi hlenky, prvoky, houby i řasy. Trofickou fází tvoří buď pohyblivé vřetenovité či elipsoidální buňky nebo nepohyblivé kulovité buňky. Charakteristickým znakem je vytváření ektoplazmatických výběžků, které se spojují v síťovité útvary.

ODD.: OOMYCETY, ŘASOVKY – PERONOSPOROMYCOTA (OOMYCOTA)

TŘÍDA: PERONOSPOROMYCETES (OOMYCETES)

<http://www.mycolog.com/chapter2b.htm>

<http://www.botany.hawaii.edu/faculty/wong/Bot201/Oomycota/Oomycota.htm>

Oomycety jsou příkladem chromist, jejichž předkové během vývoje pravděpodobně ztratili plastidy, a tedy schopnost autotrofní výživy. Vyznačují se neobyčejnou přizpůsobivostí k rozmanitým ekologickým podmínkám. Patří sem vodní i suchozemské organismy, saprotrofní, fakultativně či obligátně parazitické. Tomu odpovídá značná variabilita, kterou vykazuje jak vegetativní stádium, tak i způsob rozmnožování.

Primitivní, obligátně parazitické druhy mají stélky endobiotické (žijící uvnitř těla hostitele), intra- nebo intercelulární. Jejich stélka je eukarpická (pouze část stélky se přemění v rozmnožovací orgán) a monocentrická (ze stélky vzniká 1 sporangium), ojedinele i holokarpická (celá stélka se přemění v rozmnožovací orgán). U pokročilejších typů tvoří stélku vláknité, větvené, nepřehrádkované (coenocytické, mnohjaderné) mycelium, pravé přehrádky oddělují pouze rozmnožovací orgány (sporangia a gametangia).

Intracelulární endobiotičtí parazité mají amorfní stélky bez BS. Vlákňité mycelia mají stěny tvořené **celulózou** a dalšími polysacharidy. Zásobní látkou je β -1,3-polyglukan nazývaný **mykolaminaran**.

Nepohlavní rozmnožování je velmi rozmanité. Zoospory: většina zástupců tvoří 1 typ - pleurokontní (sekundární zoospory, ledvinité, s bičíky umístěnými laterálně), takové druhy označujeme jako monomorfní, jev, tj. tvorbu 1 pohyblivého stádia jako **monoplanetismus**. Někteří zástupci tvoří nejprve akrokontní zoospory (primární, hruškovité, bičíky v přední části buňky) a po encystaci dávají vznik sekundárním zoosporám, druhy dimorfní, **dipplanetismus**. Ty mohou opět encystovat (u nejpokročilejších typů) a vyklíčit hyfou. U suchozemských parazitických druhů (řád Peronosporales) dochází k redukci výskytu zoospor ve prospěch tvorby jednosporových sporangií, která jsou schopna klíčit hyfou.

Pohlavní rozmnožování: oogametangiogamie (nedochází k tvorbě volných gamet, ale samčí jádra po kontaktu anteridia s oogoniem přecházejí kopulačními kanálky do oogonia. Anteridium kyjovité, na speciální anteridiální větví a je hormonálně přitahováno k oogoniu. Oogonia jsou kulovitá či oválná, obsahují 1 nebo více oosfér. Oospora (zygota) vyklíčí v klíčící hyfu, na jejímž konci se buď vytvoří zoosporangium, nebo se hyfa rozvětví a vyrůstá v novou stélku.

Vývojové trendy v oddělení Peronosporomycota představují obecný směr evoluce, a to přechod z vodního prostředí na souš, ten je doprovázen:

- 1) potlačením tvorby zoospor ve prospěch jednosporových sporangií, klíčících hyfou
- 2) přechodem od saprotrofismu k biotrofnímu parazitizmu (ztráta některých biosyntéz, specializace na hostitele a organotropie).

Původ: pravděpodobně apoplastická větev pravěkých chromist se sifonální stélkou (třída Xanthophyceae). Odlišnosti od ostatních skupin chromist: nepřítomnost pohyblivých (volných) samčích gamet (proto oogametangiogamie).

Ekologie - dvě základní skupiny:

- 1) Vodní saprotrofní i parazitické organizmy. Saprotrofní na mrtvém hmyzu, bezobratlých i obratlovcích. Parazité na koryšcích, vířnicích, vodním hmyzu i rybách.
- 2) Suchozemské typy – především biotrofní parazité cévnatých rostlin, ale i půdní saprotrofní zástupci, případně původci hnilob kořenových částí rostlin.

Hospodářský význam: několik významných fytopatogenních druhů, též původci skládkových chorob kořenové zeleniny, dosud nevyužité možnosti druhů, parazitujících na komárech resp. jejich larvách.

Systém a zástupci: kolem 90 rodů a 700 druhů. Nejdůležitější rody jsou zastoupeny v řádech Peronosporales, Pythiales a Saprolegniales.

Řád Peronosporales - zástupci jsou obligátní parazité suchozemských rostlin. Symptom napadení: „olejové“ skvrny na líci napadených listů, na rubu bělavý povlak sporangioforů, vyrůstajících z průduchů

Peronospora (vřetenatka) – nejznámější je druh *P. brassicae* – v. kapustová, napadající brukvovité rostliny a působící např. hnilobu hlávek zelí, dále *P. destructor* na cibuli nebo *P. tabacina* parazitující na tabáku

Pseudoperonospora (vřetenatka) má dva důležité druhy: *P. humuli* je nebezpečný parazit chmele, do Evropy se dostala z Dálného východu zhruba před 100 lety, a dále druh *P. cubensis* (v.okurková) parazitující na rostlinách tykvovitých

Plasmopara (vřetenatka) má ekonomicky významný druh *P. viticola* (v.révová), působící nekrózy na listech révy vinné (zavlečení do Evropy z Ameriky s podnoží odolnými vůči révokazu, ochrana měďnatými přípravky, např. tzv. „bordeauxkou jíchou“).

Životní cyklus je diploidní, zoosporangia roznášena větrem a vodou, v rose či po dešti vyklíčí na další hostitelské rostlině sekundární zoospory, ty klíčí v hyfu, která průduchem pronikne do listu (za urč. podmínek, vyšší teplota, nižší vlhkost, klíčí zoosporangia přímo hyfou), mycelium se rozrůstá a tvoří nové sporangiofory k šíření nákazy, pohlavní proces v listech během podzimu (redukční dělení při tvorbě oosfér a samčích jader v anteridiu), tlustostěnné oospory jsou obnaženy po zetlení listů a s kapkami deště vymršťovány na listy, klíčí kratším vláknem na konci se zoosporangii ...

Bremia lactucae je nebezpečným parazitem semenáčků a mladých rostlinek hlávkového salátu

Albugo napadá laskavcovité, hvězdnicovité, brukvovité, *A. candida* (plíseň bělostná) je častá na kokošce aj., polštářovitá ložiska pod pokožkou hostitele, krátké nahuštěné sporangiofory s řetízky zoosporangií

Řád Pythiales

Phytophthora s nejvýznamnějším druhem *P. infestans* (plíseň bramborová), který napadá listy brambor. Listy žloutnou, nekrotizují a postupně usychají celé nadzemní části. Za vlhkého a chladného počasí se infekce rychle šíří a přechází i na bramborové hlízy. Do Evropy choroba zavlečena v polovině 19. století. Ochrana pomocí fungicidů a šlechtěním resistentních odrůd. *P. parasitica* – napadá rajská jablka.

Pythium zahrnuje převážně půdní saprotrofní druhy, ale další druhy způsobují i padání klíčnicích rostlin (*P. debaryanum*, *P. ultimum*) nebo hniloby kořenů, včetně hnilob skladované kořenové zeleniny.

P. oligandrum – hyperparazit, využití v kosmetice, biologické ochraně rostlin (Polyversum), stavebnictví

Řád Saprolegniales - zástupci jsou většinou saprofyty na rostlinných i živočišných zbytcích ve sladkých vodách, vzácněji paraziti řas, drobných vodních živočichů, někteří žijí v půdě či parazitují v kořenech kulturních rostlin.

Saprolegnia (hnilobytky) - druh *S. parasitica* může parazitovat na rybách (včetně akvariálních), žabách i vodním hmyzu, *S. monoica* je hojný saprotrof na mrtvém hmyzu, rostlinném detritu ve vodě, ale i v půdě. Některé druhy rodu *Aphanomyces* (hniloček) jsou parazité některých rostlin, včetně kulturních (hniloby kořenů cukrovky, brambor), *A. astaci* je původcem tzv. račího moru.

ODDĚLENÍ: HYPHOCHYTRIOMYCOTA

Nepočetná skupina půdních a sladkovodních organismů, morfologicky podobná zástupcům odd. CHYTRIDIOMYCOTA, ale v ultrastrukturních a biochemických znacích podobná odd. OOMYCOTA.

BS dvouvrstevná - vnější celulózní, vnitřní chitinová. Zoospory s 1 pětým anteriorně umístěným bičíkem. Zástupci ve sladkých vodách (paraziti zelených řas, hub, pylových zrn i saprofyti na rostlinných a živočišných zbytcích) i v mořích (parazitují na chalužách, či živočiších).

ŘÍŠE: FUNGI

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

Houby jsou eukaryotické heterotrofní (výživa absorpční, osmotrofní, tedy heterotrofní, a to nikoli fagotrofní) stélkaté organismy (lišejníky díky autotrofnímu fotobiontu sekundárně autotrofní), které se rozmnožují výtrusy (sporami). Buněčnou stěnu tvoří chitin a β -polyglukany, nemají plastidy, produktem metabolismu je glykogen, v buňkách jsou lyzozomy (jsou u živočichů, zpravidla chybějí u rostlin).

Důležitým znakem, kterým se liší houby od ostatních organismů, je syntéza AK lyzinu. Živočichové ji syntetizovat nedovedou. Houby ji syntetizují přes α -aminoadipovou kyselinu (AAA dráha syntézy), všechny ostatní organismy přes diaminopimelovou kyselinu (DAP dráha). Tyto dvě metabolické cesty jsou zcela rozdílné, což svědčí o tom, že se houby vyvinuly nezávisle, a to v dávných dobách historického vývoje.

Bičíky pouze u oddělení Chytridiomycota, hladké, bez mastigonemat. Životní cyklus převážně haploidní nebo dikaryotický, vzácně i diploidní.

Náplň této skupiny doznala v posledních desetiletích velkých změn, především převedením některých zástupců, které tradičně studuje mykologie, do říší Protozoa a Chromista.

Vegetativní stélka: u nejjednodušších typů jednobuněčná (nevláknitá), u pokročilejších typů vláknitá, ale neseptovaná (coenocyt), u většiny pak stélku tvoří septované, vláknité mycelium. V určitých stádiích tvoří hyfy nepravá pletiva (plektenchym, prozenchym, pseudoparenchym): plodnice, stromata, sklerocia, pseudosklerocia.

Výživa (heterotrofní, absorpční): houby odkázány přímo či nepřímo na autotrofní organismy (mají v ekosystémech úlohu dekompozitorů), buď jako **paraziti** (živiny z živých buněk rostlin či živočichů), **hyperparaziti** (paraziti na houbách), a to závazní (**obligátní**) nebo příležitostní (**fakultativní**) nebo jako **saprofyti** (výživa z odumřelých těl rostlin či živočichů), popř. jako **symbionti** (mykorhiza, lichenismus). Časté přechody: **saproparazitismus** - parazitické houby, přežívající na odumřelém hostiteli. Produkce extracelulárních enzymů: rozklad vysokomolekulárních látek tak, aby je bylo možno absorbovat přes buněčnou stěnu.

Biotrofní paraziti nezpůsobují přímé odumírání pletiv nebo hostitelských rostlin, protože jsou schopni se vyživovat pouze z živých buněk (sněti, rzi...). Nekrotrofní paraziti působí odumírání napadených pletiv a část jejich životního cyklu se tedy odehrává na odumřelém substrátu, je již vlastně saprotrofní.

Mykorhiza – vyskytuje se u 95% rostlin, není pouze u rostlin vodních a ruderalních. Mycelium, zvyšuje rostlině příjem živin nejen tím, že intenzivně kolonizuje půdu, ale i tím, že aktivní systémy buněčných membrán hub jsou schopné hromadit látky proti koncentračnímu gradientu. Houba též pomáhá rostlině v příjmu vody. Rostlina zásobuje houbu monosacharidy.

Ektomykorhiza – houbová vlákna obalují drobné kořínky rostliny, na jejichž povrchu vytvářejí kompaktní plášť. Asi 2000 druhů rostlin, hlavně dřeviny: smrky, duby, buky, jedle, borovice, břízy... Hlavně bazidiomycety (2000 druhů). Mezi druhem houby a rostliny dochází často k úzké specializaci (klouzek modřínový).

Endomykorhiza – houbová vlákna pronikají do mezibuněčných prostor i do buněk, kde vytvářejí charakteristické útvary vezikulo-arbuskulární m. (vezikuly, arbuskuly), erikoidní m. (klubička). Znána asi u 1000 druhů rostlin, ale předpokládá se až u 300 000 druhů, mezi něž patří řada zemědělsky významných plodin. 130 druhů hub, hlavně zygomycety. Př. orchideje, trávy, ale i olše, jasaný.

Nepohlavní rozmnožování: u řady druhů dominantním způsobem rozmnožování, nepohl. rozmnožovací cyklus může proběhnout několikrát během sezóny, vznikne velké množství jedinců (důležité u parazitů). **Anamorfa**, mitosporická houba: houba se rozmnožuje nepohlavně. **Teleomorfa**, meiosporická houba: pohlavní stádium. Obě stádia popisována dříve často jako samostatné druhy, mnohé druhy známy dosud jen jako anamorfy, jedná se o tzv. mitotickou holomorfu, druh se vyskytuje pouze v konidiálním stádiu. Meiotická holomorfa, druhy, u nichž je známo jen pohlavní rozmnožování. Pleomorrická holomorfa, houba, která má oba typy rozmnožování. **Holomorfa** = celá houba, tj. jedinec určitého druhu s jeho dosud známým reprodukčním vybavením. Pojmenování holomorfy podle jména teleomorfy.

Sporangiospory - vznikají endogenně ve sporangiích.

Konidie - na specializovaných hyfách (konidioforech) z konidiogenní buňky.

2 základní typy vzniku konidií (konidiogeneze):

a) **thalický** (arthrický) - konidie vzniká z již existující buňky hyfy, která se rozdělí přehrádkami a rozpadne na jednobuněčné části, např. **arthrospory** a též **chlamydospory** (tlustostěnné klidové spory vznikající interkalárně či terminálně a jsou jedno- či vícebuněčné)

b) **blastický** - konidie vzniká vypučením z konidiogenní buňky, např. **porospory** - vyhřeznou z póru a následně vytvoří BS, **fialospory** - vznikají ve fialidách, lahvicovitých buňkách s ústím v apikální části, anelospory - přepážka oddělující nově vzniklou konidii je protrhávána následně vznikající konidií, zbytky protřazených stěn tvoří límečky u ústí konidiogenní buňky.

Konidiofory se nacházejí izolovaně na různých místech na myceliu nebo se seskupují v určité útvary (**konidiomata**):

sporodochium (ložisko) - poduškovitý útvar hyf, na němž jsou hustě palisádovitě uspořádány konidiofory (vždy na povrchu hostitele)

acervulus (klubíčko) - útvar podobný předešlému, je však ponořený v pletivu hostitele, alespoň pod kutikulou a v době zralosti vystoupí na povrch

koremie - svazek dlouhých, vzpřímených, navzájem slepených konidioforů, které se na vrcholku sromkovitě větví

pyknida - kulovitý či lahvicovitý útvar s ostiolem (ústím), na povrchu hostitele i ponořené, vnitřek vystlán konidiofory, konidie bývají spojeny slizovitou hmotou a vytlačovány ven v podobě slizové pentlice

Pohlavní rozmnožování: spojeno se změnou ploidie, vždy musí dojít k plazmogamii, karyogamii a meiózi. Zvláštností většiny hub je oddálení plazmo- a karyogamie (**dikaryofáze**, dikaryon - 2 kompatibilní jádra ve společné plazmě, konjugované - současně probíhající - mitózy).

Typy pohlavního procesu u hub velmi různorodé, nejčastější jsou:

a) **gametangiogamie** - častá, Zygomycota, Ascomycota

b) **gameto-gametangiogamie** - spermatizace, častá, Ascomycota

c) **somatogamie** - hlavně hyfogamie, Basidiomycota, vzácně hologamie, Saccharomycetales

d) **gameto-somatogamie** - spermatizace u Uredinales

U hub se setkáváme se všemi dosud známými **životními cykly**, i když pro většinu je charakteristická redukce diploidní fáze na 1 buňku (zygospora, askus, bazidie).

Haplobionti - Zygomycota, Taphrinomycotina, mikrocyklické Uredinales.

Diplobionti - vzácní - některé druhy řádu Saccharomycetales.

Haplo-diplobionti – vzácní, např. izomorrická rodozměna u *Saccharomyces cerevisiae*.

Haplo-dikaryonti - prakticky všichni zástupci Pezizomycotina.

Dikaryonti - téměř všichni zástupci Basidiomycota.

Výskyt: rozšíření globální, dosud popsáno kolem 80 000 druhů hub a houbových organismů, odhadovaných 300 000 - 1,5 milionu. Výrazně převažuje množství mikroskopických druhů hub nad makroskopickými.

Význam v přírodě (dekompozitoři) i pro člověka je obrovský. Odedávna houby využívány ke kynutí těsta, kvašení piva, vína, konzumaci plodnic. V průběhu 20. století rozvoj biotechnologií: antibiotika i další léčiva, enzymy, kyselina citrónová, vitamíny, biologická ochrana rostlin, rozklad látek znečišťujících životní prostředí. Naopak parazitické houby snižují úrodu, saprofyti znehodnocují skladované potraviny a krmiva, některé houby způsobují onemocnění živočichů i člověka.

Původ: dříve jako polyfyletická skupina (houby v původním širokém pojetí). Vydělení z předků protozoí, vznik stabilní buněčné stěny a s tím spojený přechod od výživy fagotrofní k výživě absorpční. Molekulární údaje podporují zřetelnou příbuznost pěti oddělení, dnes kladených do samostatné říše Fungi. Pokročilejší skupiny se vydělili z předků Chytridiomycot před cca 550 miliony let a k oddělení hub vřekovýtrusých a stopkovýtrusých mohlo dojít přibližně před 450 miliony let. Nejstarší prokazatelné fosilní doklady pocházejí z pozdního siluru (paleozoikum, cca 420 milionů let), tedy společně s prvním hmyzem a Rhyniophyty).

Současné členění na 5 ODDĚLENÍ:

CHYTRIDIOMYCOTA – bičíkatá stádia přítomna, dikaryofáze chybí

MICROSPORIDIOMYCOTA – obligátní parazité bez buněčné stěny

ZYGOMYCOTA – coenocytické mycelium, bičíkaté formy a dikaryofáze se nevyskytují

ASCOMYCOTA – dikaryofáze přítomna, endogenní meiospory

BASIDIOMYCOTA – výrazná dikaryofáze, exogenní meiospory

ODDĚLENÍ: CHYTRIDIOMYCOTA – CHYTRIDIOMYCETY

TŘÍDA CHYTRIDIOMYCETES

<http://www.mycolog.com/chapter2b.htm>

Zřejmě vývojově nejstarší (nejpůvodnější) skupina říše Fungi, vykazující některé primitivní znaky, se kterými jsme se setkali u předcházejících skupin. Odlišnost od ostatních skupin říše Fungi: přítomnost pohyblivých zoospor. Nové znaky: oogamie (*Monoblepharis*), rodozměna (*Allomyces a Blastocladiella*), operkulátní typy sporangií (*Chytridium, Chytriomycetes*).

Stélka – jednobuněčná (holokarpická, popř. eukarpická) s rhizoidy či rhizomyceliem, nejodvozenější je stélka tvořená cenocytickým myceliem, přehrádky oddělují pouze reprodukční orgány, BS chitinové.

Rozmnožování: nepohlavní pomocí jednobíčíkatých (bičík není pětité) opisthokontních zoospor, zoosporangia operkulátní (otvírají se víčkem) či inoperkulátní (otvírání většinou šterbinou). Pohlavní: u jednotlivých skupin dosti rozdílné, u některých rodů existuje dikaryotická fáze.

Výskyt: primárně vodní organismy, hojně i v půdě, některé jsou obligátními parazity jiných chytridiomycetů, cévnatých rostlin, hmyzu, mnohé jsou saprofyty.

Význam: parazité kulturních rostlin (*Synchytrium endobioticum* na bramborách, *Physoderma maydis* na kukuřici nebo *Olpidium brassicae* na rostlinách brukvovitých), objekty pro studium morfogeneze, cytologie, genetiky (*Allomyces, Blastocladiella*), biologický boj (*Coelomomyces*-parazit larev komárů).

Zástupci: asi 100 rodů a 1000 druhů

Synchytrium (rakovinec), všechny druhy jsou parazity cévnatých rostlin, *S. endobioticum* (r. bramborový) způsobuje na hlízách v místě oček bujení pletiv a vznik tmavých bradavčitých nádorů, výsledně hnilobu celé hlízy, napadá i stonky, listy, květy, rakovina brambor je přísně sledovaná fyto karanténní choroba (ohlášení, zákaz obhospodařování, po určitou dobu zákaz vstupu na pozemek, zničit všechny zástupce čel. *Solanaceae* v okolí). Pohlavní proces je izogamie, stélka je primitivní, endobiotická a holokarpická.

Životní cyklus: z odpočívajících sporangií vyklíčí na jaře jednobíčíkaté zoospory, které se dotknou hlízy v místě oka, zatáhnou bičík a obklopí se buněčnou stěnou, po proniknutí do buněk hostitele protoplast roste a obklopí se dvojitém žlutohnědým obalem, vnikne tak letní výtrus - prosorus, v okolních buňkách dochází k neorganizovanému dělení a vzniku nádoru. Prosurus klíčí, probíhá jeho

dělení a vznikne 4-9 částí, tj. sorus sporangií. Stěna hostitele praskne, sporangia se uvolní a vyrejdí 200-300 zoospor, které se pohybují v půdní vodě a šíří infekci dále. Za suchého počasí se zoospory chovají jako gamety, kopulují a vzniklá zygota infikuje hostitele. V buňce hostitele vznikne odpočívající (trvalé) sporangium, které přetrvává zimu...

S. anemonae - na sasankách, *S. mercurialis* - na bažance

Rhizophyidium pollinis-pini - napadá pylová zrna borovice tlející ve vodě, často nalezen v kalužích v době dozrávání pylu

Olpidium - parazité řas, hub a cévnatých rostlin, *O. brassicae* - působí padání klíčnicích rostlin brukvovitých (nekróza hypokotylu)

Coelomomyces - parazité v coelomových dutinách larev komárů,

Allomyces - ve vlhkých půdách tropických a subtropických oblastí, často pěstován v laboratořích

Blastocladiella - na zbytcích hmyzu ve vodě nebo v půdě

Physoderma alfalfae - nádory na kořenech a stoncích vojtěšky

Monoblepharis polymorpha - na ponořených větévkách ve vodě

ODDĚLENÍ: MICROSPORIDIOMYCOTA – MIKROSPORIDIE

Malá skupina specializovaných jednobuněčných druhotně zjednodušených organismů, vysoce přizpůsobených **obligátních intracelulárních parazitů** živočichů. Morfologicky výrazně odlišné organizmy od ostatních jednobuněčných zástupců říše Fungi. Příslušnost k této říši byla zjištěna jen na základě molekulárních znaků a může ještě projít změnami.

Vegetativní fázi tvoří **améboidní buňky**, schopné pronikat tkáněmi hostitele. Uvnitř buněk hostitele se množí a vytvářejí spory s chitinózní stěnou. Spory mikrosporidií, které jsou schopny přežít mimo hostitele, obsahují **pólové vlákno**, specifickou organelu, která není známa u jiných organismů. Spora se aktivuje chemickým podrážděním v zažívacím traktu hostitele a „vystřelí“ pólové vlákno do buňky. Obsah spory (**sporoplazma**) tak přejde do hostitele.

Výskyt, význam, zástupci: parazité hlavně hmyzu, ryb, ale i obratlovců včetně člověka.

Nosema apis (hmyzomorka včel, je původcem včelí úplavice) je významným parazitem včel, *Nosema bombycis* způsobuje hynutí larev bource morušového.

Encephalitozoon napadá ptáky, savce i člověka (při snížení imunity např. oslabením virem HIV).

ODDĚLENÍ: ZYGOMYCOTA – HOUBY SPÁJIVÉ

<http://www.mycolog.com/CHAP3b.htm>

Zřejmě polyfyletická skupina, jejíž jádro tvoří morfologicky i vývojově dobře vymezená třída Zygomycetes, zatímco zařazení druhé skupiny sem kladené (třída Trichomycetes), je zřejmě provizorní a vývojové spojení obou skupin je zatím spíše spekulativní.

Oddělení jako celek je charakterizováno především dvěma znaky: typem pohlavního rozmnožování, jehož výsledkem tvorba zygosporangia a tvorbou rozsáhlého, převážně nepřehrádkovaného mycelia; u některých zástupců už ale dochází i k tvorbě sept ve vegetativním myceliu.

TŘÍDA: ZYGOMYCETES - ZYGOMYCETY

Vegetativní **mycelium** je dobře vyvinuté a rozsáhlé, většinou nepřehrádkované (**coenocytické**), větvené, mnohoaderné, haploidní. Lze rozlišit **rhizoidy** a **stolony**. Septa se tvoří při oddělování rozmnožovacích orgánů. BS je chitinózní.

Nepohlavní rozmnožování pomocí endogenních nepohyblivých sporangiospor, které se tvoří ve sporangích na koncích specializovaných hyf (**sporangioforů**). Sporangiofor je ve sporangiu zakončen jako tzv. **kolumela** (střední sloupek). Vývojový trend směřuje od velkých sporangií s mnoha sporangiosporami k menším sporangiím s malým počtem sporangiospor až k jednosporovým sporangiím.

Pohlavní rozmnožování je **izo-** nebo **anizogametangiogamie**. Gametangia na stejných či různých myceliích (druhy homo- a heterothalické). Mnohojaderná gametangia jsou nesena rozšířeným koncem hyfy (**suspensorem**) a oddělena septem. Po konjugaci se vytvoří **zygosporangium**, obsahující jedinou **diploidní zygosporu**. Kolem zygosporangia se může vytvářet hyfový obal (ochranná vlákna, vyrůstající ze suspensorů), snad jako vývojový základ plodnic (nejpokročilejší u Endogonaceae). V zygospoře dochází redukčnímu dělení a zygospora po klidovém období vytvoří klíčící hyfu, nesoucí sporangium. **Životní cyklus** je tedy **haplobiontický**.

Výskyt: převážně půdní saprofyty, některé druhy parazitují na rostlinách, jiné na bezobratlých (hmyzu: *Entomophthora*, vířnicích, hlísticích apod.), jiné na kloboukatých houbách (*Spinellus*, *Syzygites*), ale i na obratlovcích včetně člověka (zygomykózy). Některé druhy ektomykorhizní (zástupci ř. Endogonales) nebo endomykorhizní (zástupci ř. Glomales), další koprofilní (*Pilobolus*, *Mucor mucedo*).

Význam: produkce významných metabolitů (výroba kyseliny mléčné, fumarové, citronové a dalších, sojová omáčka). Naopak: znehodnocování především sladkých potravin (ovoce, džemy, pečivo apod.).

Evoluční trendy: absence bičíkatých stádií, redukce počtu sporangiospor ve sporangiu, tvorba obalu zygospory, homo- a heterothalismus.

Systém a zástupci: kolem 120 rodů, téměř 900 druhů, nejdůležitější jsou 4 řády.

Řád: Mucorales

Dobře vyvinuté vláknité mycelium, přehrádky pod reprodukčními orgány a ve starších myceliích. Některé druhy mají dimorfické mycelium (může se rozpadat na kvasinkovité buňky množící se pučením). Sporangia na větvených či nevětvených sporangioforech, počet spor větší než tisíc, ale dokonce i jednosporová.

Mucor - jednotlivé sporangiofory, mnohosporová sporangia, půdní saprofyty, *M. mucedo* (plíseň hlavičková), na koňském trusu a tlejících organických substrátech

Rhizopus - stolony a svazečky konidioforů, zkvašování cukrů, *R. stolonifer* (kropidlovec černavý), působí hniloby skladovaného ovoce

Zygorhynchus - rozdílně velká gametangia, v půdě

Syzygites - porůstá plodnice stopkovýtrosých hub (*Boletus*, *Russula*, *Lactarius*)

Pilobolus (měchomršt) - ve subsporangiálním vaku se hromadí voda, zvýšení tlaku, prasknutí, odmrštění sporangia, koprofilní

Choanephora cucurbitarum - hniloba a odumírání květů a mladých plodů tykví, okurek, paprik

Řád: Endogonales

Hypogeické (podzemky), zřídka epigeické druhy. Zygospory hustě obaleny spleťmi hyf (sporokarp).

Endogone - půdní saprofyty, u 1 druhu ektomykorhiza, pravděpodobní předkové vřeckovýtrusých hub (přehrádkování mycelia, oddálení plazmogamie a karyogamie, sporokarp).

Řád: Glomales

Zástupci vytvářejí s mnoha druhy rostlin vesikulo-arbuskulární mykorhizu (endomykorhiza), zásobování hostitele fosforem: *Glomus*, *Sclerocystis*.

Řád: Entomophthorales

Mycelium v mládí coenocytické, později přehrádkami rozděleno na jedno- či vícejaderné úseky, rozpad na hyfová tělíska. Obligátní či fakultativní parazité hub (*Conidiobolus*), rostlin, ale především hmyzu. Další druhy jsou saprofyty (*Basidiobolus ranarum* - exkrementy žab a ještěrek), jiné vyvolávají onemocnění kůže a podkožního vaziva zvířat i lidí.

Entomophthora muscae (muší mor) - sporangium na povrchu mouchy vyklíčí ve vlákno, proroste do hostitele, rozrůstá se a rozpadá na hyfová tělíska, postupně enzymatickou činností houby rozrušeny všechny orgány kromě trávicí soustavy, moucha usedne a uhyne, hyfová tělíska prorostou ven a vytvoří sporangiofory, sporangia jsou odmršťována až 2 cm kolem mouchy

TŘÍDA: TRICHOMYCETES – TRICHOMYCETY

Polyfyletická skupina nejasného taxonomického zařazení, spíše společná ekologie než morfologické či ultrastrukturální znaky. Všichni zástupci jsou biologicky vázáni na členovce (hmyz, mnohonožky a koryšce) v půdě, sladké i slané vodě. Většinou žijí v zaživacím traktu, zřejmě jako komenzálové.

ODDĚLENÍ: ASCOMYCOTA - VŘECKOVÝTRUSÉ HOUBY

<http://tolweb.org/Ascomycota>

<http://botit.botany.wisc.edu/images/332/Ascomycota/>

Největší skupina říše Fungi (kolem 3 500 rodů a 33 000 druhů). Velká morfologická i ekologická rozmanitost a tedy i rozsáhlá terminologie. Do této skupiny náleží většina lichenizovaných hub.

Společný znak: tvorba **vřecek** (asci, ascus), u většiny zástupců je vřecko jedinou diploidní buňkou v cyklu, je **meiosporangiem**, dochází v něm k meiozi a diferenciaci endogenně vznikajících **askospor** (nejčastěji 8). Charakteristická je pro mnoho zástupců přítomnost **dikaryofáze** ve formě askogenních hyf.

Systematické uspořádání této skupiny hub prošlo v minulosti velkými změnami a bylo založeno na kombinaci typu plodnice a typu vřeka. V současné době na základě především molekulárních a ultrastrukturálních znaků je oddělení členěno na 3 pododdělení a celkem 14 tříd. Uvedený systém není možno považovat za finální, lze očekávat další změny a upřesnění podle nově získaných informací.

PODODDĚLENÍ: TAPHRINOMYCOTINA

Zahrnuje vývojově původní, nejstarší typy. Morfologicky a ekologicky nesourodá skupina, jejíž zástupci byli v minulosti na základě nefylogenetických znaků řazeni do různých taxonomických skupin.

TŘÍDA PNEUMOCYSTIDOMYCETES

Monotypická skupina s jediným rodem *Pneumocystis*, který byl v minulosti považován za prvoka. Nemyceliální stélka. Parazit plicního epitelu savců včetně člověka, v případě silného oslabení imunity. V pokročilé fázi onemocnění (nazývá se pneumocystóza) se z plic šíří i do dalších orgánů.

TŘÍDA TAPHRINOMYCETES

Patří sem dva biotrofně parazitické řády, které se morfologií a biologií dosti liší. Molekulární znaky však toto spojení podporují.

Řád: Protomycetales

Parazité cévnatých rostlin s intercelulárním septovaným diploidním myceliem. Na myceliu se tvoří tlustostěnné askogenní buňky, které po přezimování vytvoří mnohojaderný měchýřek, který je považován za primitivní vřecko (někdy nazývané „synaskus“). Po karyogamii a meiozi vzniká velký počet haploidních askospor. Askospory obvykle ihned kopulují a dávají vznik diploidnímu vegetativnímu myceliu, schopnému infikovat hostitele.

Nejnámějším druhem je *Protomyces macrosporus*, parazitující na řapících a čepelích listů bršlice (*Aegopodium*), na nichž vytváří charakteristické drobné nádorky.

Řád: Taphrinales

Biotrofní parazité rostlin, dimorfismus stélek (dikaryotické vegetativní paraziticky žijící mycelium a schopnost tvořit i kvasinkovitou fázi, která žije saprofytický). Netvoří se plodnice, pohlavní rozmnožování: somatogamie, nepohlavní rozmnožování: blastogeneze, životní cyklus haplodikaryotický. Organotropnost, fytopatologický význam. Důvody zařazení do samostatné systematické jednotky vysoké hodnoty: dikaryotická vegetativní fáze, nevytvářejí se askogenní hyfy, vřeka vznikají odlišným způsobem, schopnost tvorby haploidní kvasinkovité fáze.

Taphrina deformans (kadeřavka broskvoňová) - životní cyklus: askospory ve vřecku nebo po uvolnění se množí pučením, oddělují blastokonidie nebo dají vznik pučivému pseudomyceliu, které žije na povrchu hostitele. Z některé blastospory vyklíčí vláknité mycelium, jádro se rozdělí a stane se

základem dikaryotického mycelia, které infikuje pletivo hostitele, rozrůstá se subkutikulárně nebo intercelulárně a vytváří souvislou vrstvu chlamydospor. Zde dojde ke karyogamii, původní kulovité buňky se prodlužují a prorážejí kutikulu hostitele. Dochází k rozdělení buňky na 2 dceřinné, bazální (stopková) degeneruje a terminální se mění ve vřecko. Ve vřecku dojde k meiozi a následné mitóze a vzniká 8 askospor, které se množí pučením.

Jediný rod *Taphrina* (anamorfa *Lalaria*). Zástupci jsou vysoce specifické parazité dřevin: Rosaceae, Salicaceae, Betulaceae, Corylaceae, Fagaceae, Ulmaceae, Aceraceae. Pletiva hostitele neumrtvují, ale podněcují k tvorbě hypertrofií a hyperplázií: hypertrofická kadeřavost listů (*T. deformans*, *T. tosquinetii*, *T. populina*), zmnožení větví a tvorba čarověnků (*T. betulina*), deformace plodů (*T. pruni*). *T. cerasi* (čarověnký a kadeřavost listů třešně a višně), *T. deformans* (kadeřavost listů broskvoně), *T. betulina* (čarověnký na břízách), *T. tosquinetii* (listy olše), *T. pruni* (původce choroby, zvané puchrovitost švestek, plody nedozrávají, hnědnou), *T. amentorum* (na květenství olše), *T. johansonii* (květenství osiky)

PODODDĚLENÍ: SACCHAROMYCOTINA (HEMIASCOMYCOTINA)

Jediná třída s jediným řádem **Saccharomycetales** (Endomycetales), tzv. „pravé kvasinky“.

Vegetativní stélka je nejčastěji ve formě jednotlivých pučivých buněk, některé druhy vytvářejí tzv. pučivé pseudomycelium, vzácně se vyskytuje i vláknité přehrádkované mycelium. Buněčná stěna je (ultrastrukturálně) jednovrstevná (na rozdíl od skupiny Pezizomycotina, kde je dvouvrstevná) a je tvořena polysaridy typu β -glukan a β -manan. Nepohlavní rozmnožování – tvorba dceřinných buněk (lze je nazývat blastospor, ale jsou to v podstatě konidie) pučením. Po odpadnutí dceřinných blastospor zůstávají na povrchu mateřské buňky zřetelné jizvy. Při nepohlavním rozmnožování může docházet i k prostému dělení buněk, u vláknitých typů se někdy tvoří arthrospory (rozpadem původního vlákna na jednotlivé samostatné buňky). Pohlavní rozmnožování – nejčastěji somatogamie, tedy kopulace dvou vegetativních buněk, chovajících se jako gamety. Vzniká diploidní zygota, která se (většinou) mění přímo ve vřecko. Životní cyklus může být haplobiontní, haplo-diplobiontní nebo diplobiontní.

Výskyt a význam: převažují saprotrofní druhy na částech rostlin s vysokým obsahem cukrů (plody, nektaria, mízotoky), ale i na dřevě a v půdě. Schopnosti zkvašovat cukr na etanol a CO_2 se využívá v potravinářském průmyslu (výroba piva, vína), ale vzhledem k různým biosyntetickým vlastnostem mají zástupci využití i ve farmaceutickém a chemickém průmyslu.

Systém a nejdůležitější zástupci: celkem přes 70 rodů a kolem 300 druhů

Saccharomyces tvoří jednotlivé oválné pučící buňky, nejznámějším druhem je *S. cerevisiae* (kvasinka pivní), která zkvašuje cukry na alkohol. Druh *S. ellipsoideus* (kvasinka vinná) se používá při výrobě vína. Jde o poměrně vysoce vyšlechtěný druh, původně izolovaný z plodů a květů révy vinné. Druh *S. fragilis* se používá při zkvašování mléčných výrobků.

Druhy rodu *Dipodascus* (izolovány z mízotoku dřevin i z půdy) a *Endomyces* (izolovány z půdy, odpadních vod a mléčných produktů) se vyznačují tvorbou vláknitého mycelia.

PODODDĚLENÍ: PEZIZOMYCOTINA (ASCOMYCOTINA)

Předchozí dvě oddělení se vyznačovala:

- 1) primitivními vřecky s jednoduchou stěnou a absencí nějakého složitějšího otevíracího aparátu;
- 2) dikaryofáze buď vůbec přítomna nebyla, nebo měla jinou podobu než u skupiny Pezizomycotina;
- 3) naprostá většina zástupců nevytvářela plodnice.

Naproti tomu u pododdělení Pezizomycotina:

- 1) **vřeka**, která vznikají na askogenních hyfách, můžeme na základě funkční struktury stěny a otevíracího aparátu dělit na **prototunikátní**, **unitunikátní** a **bitunikátní**;
- 2) **dikaryotická fáze** je přítomna ve formě **askogenních hyf** s konjugovanými mitózami, askogenní hyfy rostou ze samičího gametangia (askogonu) do oblasti výtrusorodé vrstvy (hymenia, thecia), životní cyklus **haplodikaryotický**;
- 3) vytvářejí se různé typy plodnic.

Vegetativní stélka: tvořena vláknitým, větveným, dobře vyvinutým myceliem. Hyfy s přehrádkami s jednoduchými póry, úseky jednojaderné i vícejaderné. Úplné přehrádky oddělují gametangia, tvorba plektenchymatických pletiv v souvislosti s vývojem plodnic, stromat, sklerocií.

Vřecko je vysoce specializované sporangium, z genetického pohledu jde o **meiosporangium**. V mladém vřecku dochází ke karyogamii, mladé vřecko je tedy **zygotou, jedinou diploidní buňkou** v životním cyklu. Ihned dochází k meiozi, následné mitóze a výsledkem je 8 haploidních jader, po vytvoření buněčné stěny 8 endogenních spor, nazývaných **askospory**. Askospory jsou tedy endogenní meiospory. Ultrastrukturálně je stěna vřeka vícevrstevná, funkčně (tj. dle způsobu otvírání) rozlišujeme vřeka prototunikátní, unitunikátní nebo bitunikátní. Důležitým znakem je typ otvíracího aparátu vřeka, barvitelnost stěny nebo otvíracího aparátu jodem (značí se J+ nebo J-).

a) **Prototunikátní** (prototunikátní) vřecko má tenkou jednovrstevnou stěnu bez otvíracího aparátu, spory uvolňovány rozpadem nebo zeslizovatěním stěny vřeka.

b) **Unitunikátní** vřecko má dvouvrstevnou stěnu členěnou v **exoaskus** a **endoaskus**. Obě vrstvy jsou tenké, navzájem spojené a při otvírání vřeka fungují jako 1 celek. Spory uvolňovány pórem či štěrbinou na vrcholu vřeka (**inoperkulátní**) nebo otvorem po odpadnutí víčka (**operkulátní**). Turgorem jsou vymršťovány na značnou vzdálenost.

c) **Bitunikátní** (fissitunikátní) vřecko má dvouvrstevnou stěnu, před dozráním spor praskne exoaskus, endoaskus vyhřezne a prodlouží se ještě o délku vřeka, potom dojde k vymršťování spor. Pouze inoperkulátní.

Plodnice (askomata, askokarpy) jsou tvořeny nepravými pletivy, obsahují pohlavní orgány, askogenní hyfy a vřeka. Stěna plodnice je **peridie**. Vřeka v plodnici mohou být neuspořádána nebo tvoří výtrusorodou vrstvu (**hymenium, thecium**). Sterilní hyfy v plodnici jsou např. perifýzy a parafýzy.

Parafýzy - jsou protáhlé, někdy větvené hyfy, vyrůstající z báze plodnice a končící na úrovni hymenia. U některých rodů jejich vrcholky srůstají nad hymeniem v pevnou vrstvu (**epithecium**).

Perifýzy - krátké vláskovité hyfy kolem ústí plodnice.

Vývoj plodnic může probíhat dvěma způsoby:

1) **askohymeniální ontogeneze:** nejdříve dojde k pohlavnímu procesu a spolu s růstem askogenních hyf se vytvářejí i stěny plodnice. Tímto způsobem vznikají plodnice typu **kleistothecium, apothecium** a **perithecium** s prototunikátními nebo unitunikátními vřecky,

2) **askolokulární ontogeneze:** na myceliu se nejdříve vytvoří základ plodnice ve formě stromatického pseudoparenchymatického útvaru, ve kterém se diferencují pohlavní orgány, askogenní hyfy a vřeka vrůstají do sekundárně vytvořené lyzigenní dutiny (lokulu). Vlastní stěna plodnice se tedy netvoří, výsledná plodnice se nazývá **askostroma** a vřeka spojená s tímto vývojem jsou funkčně bitunikátní.

Typy plodnic:

Kleistothecium - všestranně uzavřená plodnice, otvírá se zeslizovatěním či rozpadem stěny, uvnitř s nepravidelně rozptýlenými prototunikátními vřecky. Skupina s tímto typem plodnic se dříve nazývala „PLECTOMYCETES“.

Apothecium – otevřená miskovitá plodnice, někdy se stopkou, s výtrusorodou vrstvou (hymeniem) a unitunikátními operkulátními nebo inoperkulátními vřecky. Parafýzy mohou tvořit epithecium, pod hymeniem vrstva hustě propletených hyf (hypothecium), okraj je excipulum. Skupina s tímto typem plodnic se dříve nazývala „DISCOMYCETES“.

Perithecium – lahvicovitá plodnice s malým, determinovaným otvorem (ostiolem), vřeka unitunikátní, inoperkulátní, para- i perifýzy přítomny. Skupina s touto plodnicí se v minulosti nazývala „PYRENOMYCETES“.

Další typy plodnic vřekovýtrusých hub: modifikované apothecium (tuberothecium), myriotheceum (primitivní askostroma), askostroma, stromatizované apothecium...

Životní cyklus a rozmnožování

Životní cyklus je haplodikaryotický, haploidní je vegetativní mycelium a plodnice, dikaryotické jsou pouze askogenní hyfy, diploidní zygota. Pohlavní proces je nejčastěji gametangiogamie nebo gameto-

gametangiogamie, kdy donorem samčího jádra je konidie. Nepohlavní rozmnožování je hojné, nepohlavní rozmnožovací částice se nazývají konidie. Důležitým znakem je způsob vzniku konidií (konidiogeneze).

Gametangiogamie (gametangie) - samčí větev je tvořena nosnou hyfou a válcovitým až kyjovitým anteridiem. Samičí větev je často mnohobuněčná a spirálně zkroucená, nese 1 nebo více askogonů, které jsou kulovité a nesou vláknité výrůstky - trichogyny. Gametangia jsou většinou mnohojaderná, někdy jednojaderná. Po kontaktu anteridia s trichogynem přechází do askogonu plazma z anteridia.

Individuální vývoj: haplo-dikaryonti s výraznou haploidní a krátkou dikaryotickou fází: klíčením askospor vzniká haploidní mycelium, rozrůstá se, dělí se jádra, vznikají přehrádky, probíhá nepohlavní rozmnožování. V určitém období se založí gametangia, samčí jádra a plazma přejdou trichogynem do askogonu, dojde k plazmogamii a mísení, posléze párování jader. Na askogonu vznikají výrůstky, které se stávají základem askogenních hyf, přecházejí do nich dvojice jader a tvoří se zde dikaryotické buňky. Askogenní hyfy přestanou růst na úrovni výtrusorodé vrstvy (hymenia, thecia). Pro většinu askomycetů je typické hákování hyf, terminální buňka se zakřivuje a vyvine se ve věcko. V mladém věcku dochází ke karyogamii. Následující meiozou a mitózou vzniká obvykle 8 haploidních jader (askospor).

Výskyt a význam: všeobecně rozšířené houby, saprofyti či obligátní nebo fakultativní paraziti rostlin a živočichů, několik zástupců je mykorhizními houbami, asi třetina jsou lichenizované houby, řada druhů je průmyslově využívána: zrání sýrů, produkce antibiotik, dalších léčiv, drog, konzumují se plodnice některých druhů.

Systém: vnitřní systematika této velké skupiny je dosud neustálená. V minulosti se její zástupci členili na základě typů věcek a plodnic na praktické skupiny - **Plectomycetes** (prototunikátní věcka, kleistothecium), **Discomycetes** (unitunikátní věcka, apothecium) a **Pyrenomycetes** (unitunikátní věcka, perithecium). Po objevu askohymeniálního a askolokulárního typu vývoje plodnice se často používalo základní členění na skupiny - **Ascohymenomyces** (askohymeniální vývoj a prototunikátní nebo funkčně unitunikátní věcka) a **Ascoloculomyces** (askolokulární typ ontogeneze a funkčně bitunikátní věcka).

V současné době na základě molekulárních znaků a integrace anamorf je skupina členěna na zhruba 9-12 tříd s několika desítkami řádů. Třídy jsou vymezeny na úrovni morfologických, ontogenetických, ale především molekulárních znaků. Zde následuje výběr pouze několika reprezentativních řádů a zástupců.

Řád: Eurotiales

Plodnice typu gymnothecium (peridie je tvořena pouze nesouvislou sítí větvených hyf, např. u rodu *Talaromyces*) nebo kleistothecium (peridie pseudoparenchymatická, jedno- či vícevrstevná, např. u rodu *Eurotium*). Věcka protunikátní, nejčastěji kulovitá, tenkostěnná, ve zralosti se rozplývají.

Nepohlavní rozmnožování v životním cyklu většinou převládá, konidiogeneze nejčastěji blastická, konidie jednobuněčné, fialosporu uvolňované v řetězcích z lahvicovitých fialid, uspořádání fialid na konidioforu je typické pro jednotlivé anamorfní rody, z nich nejdůležitější jsou *Penicillium*, *Aspergillus* nebo *Paecilomyces*.

Ekologie a význam: hojný výskyt s globálním rozšířením – destruenti rostlinných i živočišných substrátů, produkce sekundárních metabolitů (toxinů). Využití v potravinářském průmyslu a medicíně (produkce antibiotik ale i nebezpečných toxinů, působení konidií jako alergenů), ekonomický význam při rozkladu uskladněných produktů, potravin a krmiv.

Eurotium (anamorfa *Aspergillus*) – v sušených potravinách a krmivech, půdní druhy. Řada druhů působí choroby zvířat i lidí - aspergilózy (*A. fumigatus*, *A. flavus*, *A. niger*, mnohé druhy patří k producentům mykotoxinů (karcinogenní aflatoxin B₁: *A. flavus*, sterigmatocystin: *A. versicolor*), produkce kyseliny citronové: *A. niger*, další druhy se využívají ke zkvašování sojových bobů, rýže, fermentaci kávy...

Eupenicillium (anamorfa *Penicillium*) – druhy půdní, osmofilní i termofilní. Konidiofory tvoří štětičku, nesou přeslenitě uspořádané metuly na nich přeslenitě uspořádané fialidy, mezi nejvýznamnější patří druhy produkující antibiotika: *P. chrysogenum*, *P. griseofulvum*, jiné se uplatňují při zrání sýrů: *P. roquefortii*, *P. camembertii*, další druhy jsou patogenní: *P. italicum*, *P. digitatum*, *P. commune*, *P. expansum* aj.

Řád: Ophiostomatales

Askomata jsou kulovitá či hruškovitá tmavě zbarvená perithecia, 1 mm velká, na vrcholku vytažená v dlouhé rostrum s ostiolem, vřecka protunikátní. Saprophyté nebo nepříliš specializovaní parazité kořenů, popř. vysoce specifických, obvykle nekrotrofní parazité stromů. Patří sem i druhy žijící v symbiózách s kůrovci („ambrosiové houby“). Jsou roznášeny kůrovci, vegetují ve vodivých drahách stromů, způsobují jejich ucpaní a tím usychání hostitele, navíc produkují toxiny. Onemocnění stromů se označují tracheomykózy: usychání konců větví nebo vrcholků stromů, žloutnutí a opad listů a pomalé odumírání celého stromu: *Ophiostoma*, *Ceratocystis* (anamorfy *Graphium*, *Sporothrix*, *Chalara*). Na jilmech *O. ulmi*, na dubech *C. fagacearum* a *C. fimbriata*.

Řád: Erysiphales - padlí

Mycelium porůstá povrch hostitele (extramatrikální mycelium), vytváří typický pomoučněný vzhled, hyfy pronikají haustorii do buněk hostitele. Nepohlavní rozmnožování: arthrospory na krátkých vzpřímených vlákních tvoří řetízky tzv. **oidií**. Askomata uzavřená, makroskopicky viditelná, hnědá až černá, jsou opatřena přívěsnými vlákny (apendixy), jejichž délka i tvar jsou rodově charakteristické. Plodnice považovány za kleistothecium, popř. primitivní erysiphální perithecium. Vřecka kulovitá či vejčitá, unitunikátní, tlustostěnná.

Obligátní, vysoce specifické parazité cévnatých rostlin. Rozšiřování konidiemi, popř. plodnicemi na peří ptáků (apendixy). Ochrana rostlin: mechanické odstraňování napadených částí, výběr odolných kultivarů, preparáty obsahující síru.

Podosphaera leucotricha, padlí jabloňové, anamorfa *Oidium farinosum*

Sphaerotheca mors-uvae, americké padlí angreštové, *S. pannosa*, padlí růžové

Erysiphe cichoraceum, padlí čekankové, hlavně na družích z čel. Asteraceae, ale též na okurkách, tykvích aj., *E. heraclei* – napadá druhy z čel. Daucaceae

Blumeria graminis, padlí obilní, napadá jednoděložné rostliny

Microsphaera alphitoides, padlí dubové, plodnice nepříliš časté, většinou se tvoří anamorfa *Oidium quercinum*, *M. grossularia*, evropské padlí angreštové, není tak nebezpečné jako americké padlí

Uncinula necator - padlí révy vinné

Řád: Pezizales (inkl. Tuberales)

Saprotrofní operkulární diskomycety (operculum je víčko). Askomata poměrně velká, přisedlá i stopkatá apothecia, miskovitá, kalichovitá, zprohýbaná, až 10 či 20 cm velká. Z ontogenetického hlediska mohou být plodnice **gymnokarpní** (od počátku otevřené), **hemiangiokarpní** (zpočátku uzavřené, později otevřené), **angiokarpní** (trvale uzavřené, otevírají se teprve tlakem zralých vřecek). Zástupci rodu *Tuber* a některé další rody mají **tuberothecium**, uzavřenou plodnici s komůrkami a lištami, která vzniká zprohýbáním a druhotným uzavřením apothecia, je hypogeická, hlízovitá, až přes 10 cm v průměru, povrch kryje peridie, uvnitř je gleba, výtrusorodá část. Vřecka unitunikátní. Nepohlavní rozmnožování méně rozšířené než u ostatních skupin askomycetů (u některých rodů není známo).

Saprotrofní druhy půdní (často mykorrhizní), koprofilní, antrakofilní, na mrtvém dřevě, na rostlinném opadu. Význam mají především druhy s jedlými plodnicemi (*Tuber*, *Morchella*, *Verpa*), naopak jedovaté jsou druhy r. *Gyromitra*.

Sarcoscypha coccinea, ohňovec šarlatový, zářivě červené terče zjara nebo pozdě na podzim na trouchnivějších větvích listnáčů

Aleuria aurantia, mísenka oranžová, velké oranžové plodnice na zemi, zvláště na lesních cestách

Scutellinia scutellata, kosmatka štítovitá, ohnivě červená apothecia 5-10 mm, na okraji černě brvitá, na lesní půdě i trouchnivém dřevě

Peziza badia, velká hnědá apothecia, hojně na písčité lesní půdě

Rhizina undulata, kořenitka nadmutá, nepravidelné, ploché, hnědé, bíle olemované plodnice, až 7 cm velké, přirostlé četnými silnými vlákny k podkladu, na kořenech jehličnanů

Gyromitra, ucháč, mohutný, laločnatě zprohýbaný klobouk (apothecium), na dutém třeni, *G. esculenta*, u. obecný, zjara v písčitých borech, *G. gigas*, u. obrovský, až 30 cm široký, okrově hnědý klobouk, jedovaté

Morchella, smrž, kulovitý či kuželovitý klobouk s žebrovitými lištnami srostlý s třeněm, jedlé

Verpa, kačenka, zvoncovitý klobouk na delším třeni, *V. bohemica*, k. česká, zjara ve vlhkých hájích, jedlá

Tuber, lanýž, podzemní, hlízovité, černé plodnice s kuželovitými bradavkami, se silně aromatickou dužninou, *T. aestivum*, l. letní, u nás vzácně v teplých oblastech na vápnité půdě, *T. melanosporus* pěstován ve Francii, sběr pomocí psů, ale i elektrických přístrojů, i k výrobě léků a voňavek

Řád: Leotiales

Inoperkulární diskomycety, velmi početný řád. Nepohlavní rozmnožování časté: blastokonidie v pyknidách či acervulech. Apothecia plochá či miskovitá, stopkatá či přisedlá, od několika mm do 4 cm, často živě zbarvená, někdy vznikají na sklerociích či stromatech. Vřecka unitunikátní. Půdní a dřevní saprofyty, specializovaní parazité rostlin, lichenizované houby.

Mollisia, terčenka, vosková či masitá apothecia, saprofyt na dřevě či rostlinných zbytcích

Drepanopeziza ribis parazituje na větvích rybízu, anamorfa *Gloeosporidiella ribis* napadá listy (antraknóza rybízu)

Chlorosplenium, zelenitka, „zelená hniloba“ tlejícího dřeva, není hnilobou, ale jen zabarvuje dřevo kyselinou xylochlorovou

Lachnellula willkommii, brvenka modřínová, 1-3 mm široká, oranžová, na okraji bíle brvitá apothecia. Výskyt souvisí se závažnou chorobou (nádory, úhyn stromů), rakovinou modřínů, houba je jedním z původců choroby nebo napadá nádory až sekundárně

Dasyscyphus, chlupáček, apothecia zevně hustě chlupatá, na větévkách, stéblech trav a ležících listech

Botryotinia fuckeliana, anamorfa *Botrytis cinerea* napadá listy a plody vinné révy, plody usychají nebo se pokrývají svazky konidioforů

Monilinia, anamorfa *Monilia fructigena* působí moniliovou hnilobu plodů jabloní a hrušní, koncentricky uspořádané polštářky bělavých, postupně hnědnoucích konidií, napadený plod je prorůstán myceliem houby a stává se pseudosclerociem, u napadených jablek se někdy neobjevují konidiofory, ale napadený plod zčerná („černá hniloba“)

Mitrula paludosa, čapulka bažinná, kyjovité žluté až oranžové plodnice s bílou stopkou, na tlejících rostlinných zbytcích ve vodě

Baeomyces, malohubka, lichenizovaná houba, fotobiont zelená řasa *Coccomyxa*, *B. roseus*, m. růžová, růžová stopkatá apothecia, na vlhké zemi, *B. rufus*, m. plšivková, hnědá apothecia

Řád: Rhytismatales

Askokarpy jsou pseudoapothecia (askolokulární paralela apothecia) či hysterothecia (štěrbinovitě protáhlé pseudoapothecium, otvírá se štěrbinou, hymenium se za vlhka široce obnažuje, za sucha uzavírá). Vřecka unitunikátní, inoperkulární. Zástupci převážně parazité na listech či jehlicích.

Lophodermium pinastri, sypavka borová, jeden z původců choroby zvané jehlosyp

Rhytisma acerinum, svrašťelka javorová, parazit na listech, bioindikátor

Colpoma quercinum, štěrbinatka dubová, saprofyt na dubových větvích

Řád: Lecanorales (inkl. Peltigerales, Pertusariales, Teloschistales)

Druhově nejpočetnější řád diskomycetů, patří sem nejméně polovina (7 500) všech známých druhů lichenizovaných hub. Všechny typy lišejníkových stélek, apothecia plochého diskovitého tvaru, někdy stopkatá. Kromě lišejníků sem patří několik druhů, které parazitují na lišejnících.

Collema, huspeník, rosolovitá, téměř černá homeomerická stélka, kterou tvoří slizovitá tuhá hmota sinice r. *Nostoc* protkaná houbovými hyfami, většinou basifilní druhy

Parmelia, terčovka, lupenitá stélka: *P. saxatilis*, *P. sulcata*, *P. conspersa*

Pseudevernia furfuracea, lupenitá stélka s černou spodní kůrou, množství isidií, epifyt

Hypogymnia physodes, terčovka bublinatá, lupenitá stélka, rtovité sorály, epifyt

Cetraria, puklérka, keříčkovitá nebo lupenitá stélka, u nás i v severské tundře běžná p. islandská (*C. islandica*), součást plicních čajů (species pulmonares)

Usnea, provazovka, epifyt mizející vlivem znečištění ovzduší, keříčkovitá („vousovitá“) stélka

Cladonia, dutohlávka, dimorfická stélka: lupenité přizemní šupiny a vystoupavé duté kmínky (podecia),

C. pyxidata, *C. coniocraea*, keříčkovitá stélka bez přizemních šupin: *C. rangiferina*, *C. arbuscula*

Umbilicaria, pupkovka, mohutná, lupenitá, v jednom místě k substrátu přirostlá stélka, *U. hirsuta*, *U. (Lasallia) pustulata*

Candelariella, *Lecidea*, *Pertusaria*, druhy se stélkou korovitou

Lecanora, misnička, korovitá stélka, výrazně toxitolerantní je *L. conizaeoides*

Peltigera, havnatka, nápadná velká lupenitá stélka s výraznými vztyčenými apothecii

Lobaria pulmonaria, důlkatec plicní, náš největší lupenitý lišejník, epifyt, silně ohrožený druh

Xanthoria, terčovník, žlutá až oranžová lupenitá stélka, *X. parietina*, terčovník zední, nejčastěji na stromech u cest, drobnější podobné stélky má rod *Caloplaca*

Rhizocarpon geographicum – epilittický lišejník s korovitou stélkou a černými apothecii lecideového typu

Řád: Hypocreales (inkl. Clavicipitales)

Nepohlavní rozmnožování převažuje, nejčastější jsou fialospory. Někdy se tvoří sklerocia. Plodnice: živě zbarvená perithecia. Stromata též živě zbarvená, někdy připomínají plodnice stopkovýtrusých hub. Vřecka unitunikátní, inoperkulátní. Saprofyté na odumřelých rostlinných zbytcích (dřevě) nebo parazité rostlin, hub i larev hmyzu. Význam: někteří zástupci působí onemocnění rostlin, *Claviceps purpurea* - alkaloidy, farmaceutika, *C. paspali* - LSD (v tropech pěstována na r. *Paspalum*).

Hypomyces, nedohub, parazit askomycetů a bazidiomycetů (na rodech *Elaphomyces*, *Boletus*, *Lactarius*)

Cordyceps, housenice, parazit na larvách hmyzu

Nectria cinnabarina, rážovka ruměnná, rumělková perithecia na větvích listnatých stromů, častější je anamorfa *Tubercularia vulgaris*, hlívenka obecná, oranžové polštářky konidioforů

N. galligena, spolupůvodce „nektriové rakoviny“ na jabloních

Claviceps purpurea, paličkovice nachová, parazit v semenících žita a jiných trav

životní cyklus: askospory zachycené na bliznách prorostou do semeníku a vytvoří pseudostroma, v němž jsou komůrky vystlané konidiofory s konidii plovoucími v „medovici“ (sfaceliové stádium dle anamorfy *Sphacelia segetum*), konidie jsou roznášeny hmyzem, napadený semeník se změní ve fialové sklerocium, námel, který vypadne z klasu a po přezimování na něm vyrostou stromata s bělavou stopkou a nachovou paličkou, palička obsahuje perithecia, nitřovité askospory jsou vystřelovány z vřecek a unášeny větrem na další rostliny, byla-li sklerocia rozemleta do mouky, působila otravy (ergotismus) alkaloidy ergotaminové a ergotoxinové řady, dnes se námel uměle pěstuje pro výrobu léků proti krvácení

Epichloe typhina, obalka stéblová, „plíseň dusivá“, bělavá stromata obalující stébla trav

Řády: Xylariales a Diatrypales

Typické stromatické tvrdohouby (pyrenomycety). Vřecka unitunikátní, inoperkulátní. Zástupci jsou saprofyty na dřevě či rostlinných zbytcích.

Hypoxylon, dřevomor, polokulovitá hnědá stromata

Xylaria, dřevnatka, kyjovitá černá, několik cm vysoká stromata na pařezech či tlejícím dřevě listnáčů: *X. polymorpha* a *X. hypoxylon*

Ustulina, spálenka, rozlité černá stromata, *U. deusta*, s. skořepnatá, může napadat i živé stromy

Diatrype, korovitka, černá, ploše rozložená nebo diskovitá stromata na listnáčích

Řád: Dothideales

Patří sem většina bitunikátních askomycetů. Vývoj plodnice askolokulárního typu: pseudoperithecia či jejich modifikace. Druhově velmi početný řád, široké spektrum substrátů, hlavně saprofyté a parazité rostlin. Některé rody tvoří tzv. „černě“, žijící saprofyticky na sladkých výměšcích hmyzu a rostlin na povrchu listů. Mohou pronikat haustorii do epidermálních buněk hostitele a přejít k parazitismu, ale v zásadě škodí zastiňováním asimilační plochy listů souvislým povlakem černého mycelia.

Mycosphaerella, anamorfy způsobují skvrnitosti listů, *M. tassiana* má široké spektrum hostitelů, anamorfa *Cladosporium herbarum* působí chorobu označovanou jako „čern obilná“, další druhy škodí na cukrovce, jahodníku, kvěťáku, třešních...

Herpotrichia nigra, plst'ovka černá, obrůstá myceliem větve a jehličí smrků a kosodřeviny v místech, kde dlouho leží sníh

Druhy rodu *Venturia* způsobují strupovitost ovoce, askospory na jaře infikují listy a mladé větévky, pod kutikulou se rozrůstá černé mycelium, tvořící konidiofory, konidie šíří nákazu na listy i plody, na podzim proroste mycelium do hloubky pletiv a vytvoří se gametangia a pseudoperithecia, *V. pirina*, anamorfa *Fusicladium pirinum*, strupovitost hrušní, *V. inaequalis* (*F. pomi*), strupovitost jabloní, *V. cerasi* (*F. cerasi*), napadá třešně a broskvoně

Řád: Verrucariales

Lichenizované houby s korovitou, obvykle endolitickou stélkou, vzácně s lupenitou nebo nepatrně keříčkovitou. Plodnice jsou pseudoperithecia nebo perithecia, přisedlá či ponořená. Vřečka bitunikátní.

Verrucaria, korovité lišejníky s endolitickou stélkou na vápencích, několik druhů je vodních

Dermatocarpon fluviatile, lupenitá stélka, na kamenech v potocích s čistou vodou

POMOCNÉ ODDĚLENÍ: DEUTEROMYCOTA (FUNGI IMPERFECTI) - DEUTEROMYCETY, „HOUBY NEDOKONALÉ“, IMPERFEKTY, KONIDIÁLNÍ HOUBY

<http://www.botany.hawaii.edu/faculty/wong/Bot201/Myxomycota/Deuteromycota.htm>

<http://www.cs.cuc.edu/~tfletcher/Deuteromycota.html>

Umělá pomocná skupina, vytvořená pro nedokonale známé houby, tzn. pro houby známé pouze v anamorfní fázi. S výjimkou skupiny *Blastomycetes* je stélka všech druhů tvořena vláknitým, přehrádkovaným, větveným myceliem. Díky ultrastruktuře hyf předpokládáme, že převážná většina druhů této skupiny představuje anamorfy vřečkovýtrosých hub.

Rozmnožování: pomocí různých typů konidií na hyfách či na speciálních konidioforech. Genetická proměnlivost je zajišťována pomocí parasexuálního procesu (nevznikají noví jedinci, jen rekombinovaná DNA), kdy dochází k plazmogamii, karyogamii i haploidizaci (heterokaryosa - dotyk dvou geneticky odlišných mycelií a přechod jader, mutace).

Výskyt a význam: 30 % všech známých druhů hub, nejčastěji v půdě nebo na rostlinných substrátech, mnohé jsou významnými rostlinnými parazity, některé rody hyperparazity, parazité živočichů a člověka jsou vzácnější (tropy a subtropy), v posledních letech vlivem oslabujícího se imunitního systému lidí vzrůstá význam fakultativních patogenů, vyvolávajících sekundární mykózy.

Systém: pomocné třídy tvořeny na základě především morfologických charakteristik konidioforů a konidií, popř. způsobu konidiogeneze.

POMOCNÁ TŘÍDA: BLASTOMYCETES

Skupina zahrnující nesporogenní kvasinky, které mohou být anamorfami askomycetů i bazidiomycetů. Patří sem rody, vytvářející většinou jednobuněčnou kvasinkovitou stélku, někdy pučivé pseudomycelium, příležitostně vláknité mycelium. Zástupci jsou saprofyté na různých substrátech,

mnohé druhy způsobují kvašení, některé druhy jsou parazité živočichů a člověka (dermatomykózy i napadení vnitřních orgánů)

Torulopsis, mnohé druhy jsou anamorfami pravých kvasinek

Candida, pseudomycelium nebo pravé mycelium, *C. albicans* způsobuje onemocnění kůže, sliznic, plic i centrálního nervového systému

POMOCNÁ TŘÍDA: HYPHOMYCETES

Nejpočetnější skupina konidiálních hub, zahrnující zejména saprofyty, které se účastní rozkladu biomasy v souvislosti s její mineralizací. Patří sem řada patogenů rostlin, živočichů i člověka. Konidie vznikají přímo na myceliu nebo na konidioforech, které se seskupují v koremie či sporochia. Bývá sem řazena i řada rodů, které mají známé teleomorfy: *Penicillium*, *Aspergillus*, *Monilia*, *Oidium*, *Fusarium*...

Acremonium strictum, běžný půdní druh, produkuje antibiotikum *cephalosporin*

Cercospora, skvrnatička, ničivý parazit na listech cukrovky, krmné řepy, celeru, špenátu, mrkve

Cladosporium, *Alternaria*, na rostlinných zbytcích v půdě, často působí i onemocnění kulturních plodin, konidie těchto rodů ve velké míře přítomny v ovzduší a způsobují s konidii dalšími rodů alergická onemocnění dýchacích cest

POMOCNÁ TŘÍDA: COELOMYCETES

Vytvářejí ohraničená (acervuli) či uzavřená (pyknidy) konidiomata. Hyfy mohou tvořit stromatické útvary. Mnohé rody významné z fytopatologického hlediska. U některých známy teleomorfy: *Phomopsis*, *Melanconium* aj.

Phoma herbarum je hojným saprofytem na stoncích bylin

POMOCNÁ TŘÍDA: AGONOMYCETES

Sterilní mycelia bez fruktifikačního stádia.

Sclerotium, sklerociové útvary, které mohou patřit vřeckovýtrusým i stopkovýtrusým houbám

Rhizomorpha, zřejmě anamorfa k bazidiomycetům

Cystocoleus, *Racodium*, lichenizované typy, kde fotobiontem je zelená řasa *Trentepohlia*

ODDĚLENÍ: BASIDIOMYCOTA - HOUBY STOPKOVÝTRUSÉ

<http://helios.bto.ed.ac.uk/bto/microbes/basidio.htm>

<http://tolweb.org/Basidiomycota>

Velká, morfologicky i ekologicky značně diverzifikovaná skupina, zřejmě paralelní vývoj s oddělením Ascomycota.

Základní společný znak: karyogamie a meióza probíhá v buňce zvané **bazidie** (meiosporangium), haploidní **bazidiospory** se tvoří exogenně na **sterigmatech** (stopečkách).

Další společné znaky: vegetativní stélka tvořena vláknitým, dobře vyvinutým myceliem, které je přehrádkované a přehrádky opatřeny doliopory (tvar soudku, obě strany póru kryje polokulovitá, membránami tvořená čepička, tzv. parentozóm). U zástupců řádu *Uredinales* pouze jednoduché póry.

Primární mycelium je jednojaderné, vzniká klíčením bazidiospory, je krátkého trvání. **Sekundární mycelium** dikaryotické, převažující životní fáze většiny zástupců, konjugované mitózy, které probíhají v buňkách, jsou většinou spojeny s tvorbou přezek, může existovat léta bez vytvoření plodnic. K vytvoření plodnic jsou třeba specifické podmínky (substrát, klima aj.). **Terciální mycelium** tvoří specializovaná pletiva (pseudoparenchym, plektenchym) plodnic, dikaryotické.

Pohlavní rozmnožování: somatogamie (hyfogamie), **gameto-somatogamie** (Uredinales), oddálení plasmogamie a karyogamie, **probazidie** (orgán karyogamie) a **metabazidie** (meióza), dle polohy věténka při první meiotické fázi bazidie **chiastická** nebo **stichická**. **Holobazidie** (nedělená, většinou chiastická) a **fragmobazidie** (přehrádkovaná).

Bazidie u rouškatých hub vyrůstají ze subhymenia, vrstvy buněk pod hymeniem (výtrusorodá vrstva), které vyrůstá na tramě (sterilní část), mezi bazidii jsou sterilní buňky (cystidy). Na vrcholku nebo po

stranách bazidie vyrůstají stopečky sterigmata (4). Haploidní jádra vycestují z bazidií, obklopí se plazmou a BS a vzniknou bazidiospory (pohlavní spory, tedy meiospory, exospory). Z hymenomycetoidních bazidií jsou spory aktivně odmršťovány (balistospory), z gastroidních bazidií se uvolňují pasivně.

Hymenofor: část plodnice, která nese hymenium (lupenatý, rourkatý, lištovitý, ostnitý nebo i hladký).

Životní cyklus je dikaryotický, diploidní je pouze krátce mladá bazidie, haploidní fáze omezena na bazidiospory a primární mycelium.

Plodnice se u největší třídy hub stopkovýtrosých (to je třída Basidiomycetes) vytvářejí, další dvě třídy plodnice nevytvářejí. Na rozdíl od askomycetů není vznik plodnice přímo spojen s pohlavním procesem. Plodnice (bazidiomata, bazidiokarpy) jsou tvořeny plektenchymatickým pletivem, které může obsahovat tři různé typy hyf: a) hyfy generativní (tenkostěnné, větvené a septované); b) hyfy skeletové (tlustostěnné, nevětvené, neseptované, s širokým lumen); c) hyfy vazbové (také tlustostěnné, nevětvené, téměř plné). Podle přítomnosti určitého typu hyf rozlišujeme typy pletiv: pletivo dimitické (generativní a skeletové hyfy), pletivo monomitické (pouze generativní hyfy) pletivo trimitické (hyfy generativní, skeletové i vazbové)

Habituální **typy plodnic** (pilotheceum, holothecium, krustothecium, plodnice geastrálního typu a mnoho dalších).

1. **pilotheceum** je plodnice více či méně zřetelně dělená na třeň a klobouk, jednoletá, hymenofor na spodní straně klobouku (agarikoidní, kantharelloidní, pleurotoidní, cyfeloidní, resupinátní, hericiodní...)
2. **holothecium** nemá vytvořen klobouk a třeň, hymenium povléká celý povrch plodnice (klavarioidní, ramarioidní, tremelloidní)
3. **krustothecium** je víceletá i jednoletá, postupně se vyvíjející (koncentricky vrstvená) plodnice, někdy členěná na klobouk a třeň (hydnelloidní, ganodermatoidní, fomitoidní, stereoidní, korticioidní)

Plodnice mají mnohdy obaly: **velum** (u rouškatých hub) a **peridie** (u břichatek). Velum (plachetka) může obalovat celé primordium (základ) plodnice (**velum universale**) a zanechává potom pochvu na třeni a bradavky na klobouku nebo zakrývá pouze hymenofor (**velum partiale**) a zanechává prsteneček nebo pavučinu (kortinu).

Nepohlavní rozmnožování: existuje, ale není hojné a je nenápadné.

Ekologie a význam: saprotrofyti (Basidiomycetes) a biotrofní parazité se značným fytopatologickým významem (Urediniomycetes a Ustilaginomycetes), zčásti symbionti (lichenizovaných hub je nepatrné množství). Mykorrhiza jako projev symbiózy rostliny a houby má značný význam v přírodních ekosystémech (odumírání mykorrhizních hub v důsledku okyselování půd, následuje kalamitní úhyn lesů v průmyslových oblastech). Řada druhů ze skupiny rouškatých hub rozrušuje celulózu či lignin (dřevokazné houby), mohou napadat i živé stromy. Nejnebezpečnější *Serpula lacrymans*, dřevomorka (hnědá kostkovitá hniloba opracovaného dřeva ve vlhkých prostorách).

Jedlé druhy stopkovýtrosých hub: malá výživnost a energetická hodnota, poměrně vysoké % esenciálních AK, minerálních látek, látky snižující hladinu cholesterolu a ovlivňující krevní tlak, předností je i nízká stravitelnost hub, jež způsobuje větší peristaltiku střev.

Smrtelně jedovaté houby u nás: *Amanita phalloides*, *A. verna*, *A. virosa*, *A. pantherina*, *Entoloma lividum*, *Inocybe patoullardi* aj. Ke kultovním účelům v některých oblastech využívány halucinogenní houby, např. r. *Psilocybe*

POZOR, DŮLEŽITÉ!

Malé zopakování, jaké jsou **rozdíly mezi houbami vřeckovýtrosými a stopkovýtrosými:**

- 1) pohlavní proces (gametangiogamie x somatogamie);
- 2) rozsah dikaryotické fáze (askogenní hyfy x sekundární vegetativní mycelium);
- 3) poměr jaderných fází v životním cyklu (haplodikaryonti x dikaryonti);
- 4) charakter meiospor (endospory x exospory);
- 5) vznik plodnice (přímá x nepřímá návaznost na pohlavní proces);

6) ultrastruktura stěny hyf (dvouvrstevná x vícevrstevná);

7) typ pórů v septech hyf (jednoduché póry x dolipóry).

Systém:

V minulosti značně neustálený vzhledem k nejasnému významu jednotlivých znaků. Ještě nedávno základní členění dle typu bazidie a schopnosti tvorby kvasinkovitých stádií a sekundárních spor na dvě skupiny: Homobasidiomycetes (Holobasidiomycetes) a Heterobasidiomycetes (Phragmobasidiomycetes). Dnes nejčastěji na tři třídy (Urediniomycetes, Ustilaginomycetes a Basidiomycetes).

Třída Basidiomycetes se dále člení na dvě podtřídy (Tremellomycetidae s dělenou, vícebuněčnou bazidií a Agaricomycetidae s nedělenou, jednobuněčnou bazidií). Celkem tyto třídy představují přes 30 řádů, kolem 1 350 rodů a kolem 30 000 druhů. Lze očekávat, že na základě nových poznatků vnitřní systematika skupiny ještě projde určitými změnami.

TŘÍDA UREDINIOMYCETES

Biotrofní parazité rostlin. Netvoří plodnice, ale ložiska výtrusů. Mycelium v mezibuněčných prostorách pletiv hostitele, do jejichž buněk vysílá haustoria. Napadené buňky zpravidla nejsou usmrcovány, přítomnost parazita může vést ke vzniku hypertrofií a hyperplázií. Přezky pozorovány ojedinelé, doliopóry chybějí.

Vnitřní systematika: dnes 5 řádů, z nichž nejvýznamnější je centrální **řád Uredinales (rzi)**. Téměř 200 rodů a kolem 8 000 druhů. Řada z nich působí velké škody na kulturních rostlinách, nejúčinnější prostředek proti rzím je vyšlechtění odolných odrůd.

Životní cyklus haplodikaryotický: bazidiospory klíčí v haploidní mycelium, na něm se tvoří pohlavní orgány (spermogonia, označení 0) v nichž se tvoří spermacie; pohlavním procesem vzniká dikaryotické mycelium, na němž se zakládají postupně ložiska nepohlavních výtrusů: jarní (aecia s aeciosporami, označení I), letní (uredia s urediosporami, označení II) a zimní (telia s teliosporami, označení III); teliospory představují probazidie (karyogamie), po karyogamii a následné meiozi vyklíčí z teliospory příčně dělená bazidie (metabazidie) se 4 haploidními bazidiosporami (označované také jako sporidie, označení IV). Druhy makrocyclické (0, I, II, III, IV), brachycyclické (netvoří aecia), druhy mikrocyclické (např. III+IV). Druhy heteroecické - střídají hostitele, druhy autecické - beze změny hostitele. Hostitelská specializace.

Životní cyklus dvoubuněčné (heteroecické) rzi na příkladu rzi travní, *Puccinia graminis*. Haploidní fáze vázána na mezihostitele (dřišťál), bazidiospora vyklíčí v hyfu, která vniká do tkání hostitele a rozrůstá se v intercelulární monokaryotické mycelium, na líci listu vznikne skupinka drobných kuželovitých bradaviček (spermogonií), polokulovitých ložisek typu acervulů či pyknid. Spermogonia tvoří krátké hyfy, odškrcující na koncích množství spermacií, a též nektar, který je spolu se spermaciemi vytlačován ven a hromadí se u ústí spermogonií. Sladká šťáva nektaru láká hmyz, který rozšiřuje spermacie. Z ústí spermogonií vyčnívají přijímací hyfy, na něž se dostanou opačně laděné **spermacie**. Jádro spermacie přejde do přijímací hyfy a posouvá se do mycelia pod spermogoniem, kde vznikne dikaryotická buňka. Dikaryotická buňka dává vznik prášilkám (aeciím), které mají tvar pohárků na spodní straně listu (jednobuněčné dikaryotické aeciospory, jarní výtrusy). **Aeciospory** slouží k přenosu nákazy na druhého hostitele (popř. infikují téhož hostitele), kde se vyvíjí dikaryotické mycelium, dávající vznik urediím s **urediosporami** (letní výtrusy). Ty jsou většinou oranžové a slouží k šíření nákazy na druhém hostiteli (trávy). Před dozráním hostitelské rostliny se na místech, kde se tvořila uredia, vytvoří telia s tmavými zimními výtrusy (**teliosporami**, teleutosporami). Teliospory představují probazidie, v nichž dochází ke karyogamii, posléze každá buňka teliospory klíčí bazidií, do ní se přesune diploidní jádro, dojde k meioze a vzniknou 4 haploidní buňky se 4 **bazidiosporami** (sporidiiemi).

Řád: Uredinales – rzi

Puccinia má dvoubuněčné teliospory, druh *Puccinia graminis*, subsp. *graminis* na obilninách, subsp. *graminicola* na planě rostoucích travách, heteroecický druh, mezihostitel je dřišťál; *P. persistens* var. *tritricina* je rez pšeničná, mezihostitel je žluťucha, *P. coronata*, rez ovesná, mezihostitel je řešetlák nebo krušina, *P. punctiformis* tvoří vonná spermogonia na pcháči rolním (monoecická)

Uromyces má jednobuněčné teliospory, druh *U. pisi*, rez hrachová, na pryšci a vikvovitých velkým rodem je rod *Phragmidium* s vícebuněčnými teliosporami, druhy časté na čeledi Rosaceae další důležité rody: *Tranzschelia*, *Melampsora*, *Cronartium*

Cronartium ribicola, rez vejmutovková, aecia na borovicích s 5-ti jehlicemi, uredia a telia na rybízu a angreštu

TŘÍDA USTILAGINOMYCETES

Biotrofní parazité rostlin (převážně krytosemenných); netvoří plodnice, ale ložiska (sory, sorus) chlamydospor. Dimorfní stélka: haploidní fáze kvasinkovitá, dikaryotická fáze vláknitá. Životní cyklus je dikaryotický, haploidní fáze je silně potlačena. Somatickou kopulací spor nebo primárních mycelií vzniká parazitické dikaryotické mycelium, rozrůstající se v mezibuněčných prostorech pletiv hostitele; napadené orgány rostlin se mění v sorus vyplněný masou tlustostěnných chlamydospor (označovaných též jako teliospory), v nichž dojde ke karyogamii, a po klidové fázi se tvoří promycel (metabazidie). Zde dochází k redukčnímu dělení a tvorbě haploidních bazidiospor (označovaných též jako sporidie).

Vnitřní systematika: dnes 10 řádů, kolem 120 rodů a téměř 1500 druhů.

Řád Ustilaginales – sněti prašné

Obligátní parazité s vysokou specifitou a organotropností. Boj proti napadení pomocí rtuťnatých a měďnatých přípravků, také vyšlechtěním rezistentního osiva.

Ustilago segetum, prašná sněť ovesno-ječná, *U. tritici*, p. s. pšenično-ječná, *U. mayidis*, p.s. kukuřičná, *U. violacea*, teliospory v prašnicích hvozdíkovitých

Řád Exobasidiales

Vysoce specifictí parazité rostlin z čeledí *Ericaceae*, *Empetraceae*, *Saxifragaceae*, *Theaceae*. *Exobasidium vaccinii* je známým druhem na listech brusnic, kde vyvolává deformace (miskovité nádory z jedné strany červené, z druhé bílé) nebo čarověníky větviček.

Řád Tilletiales - sněti mazlavé

Obligátní parazité krytosemenných rostlin, hlavně čeledí *Poaceae*, *Ranunculaceae* a *Asteraceae*. Vytvářejí mazlavá ložiska často páchnoucí zbytky hyf po vytvoření teliospor nebo deformace. Na pšenici a žitu parazitují druhy *Tilletia caries*, *T. controversa*. *Urocystis cepulae* na cibuli nebo póru, *U. anemones* nacházíme v jarních měsících na listech sasanek.

TŘÍDA BASIDIOMYCETES (AGARICOMYCETES)

Do této třídy náleží několik skupin veřejnosti známých hub: většina mykorhizních hub (tzv. „makromycety“), dále houby chorošovitě a houby břichatkovité (gasteromycety). Pro pochopení výrazných změn v členění skupiny „Basidiomycetes“ je třeba si připomenout některé tradiční a v literatuře dosud užívané skupiny:

a) **Aphylophorales (houby nelupenaté)** – umělá skupina, založená na morfologii plodnic a hymenoforu. Převážně lignikolní „chorošovitě“ houby v nejširším smyslu s gymnokarpními plodnicemi. Analýza znaků na molekulární úrovni i mikromorfologie plodnic ukazují, že se jedná o nefylogenetickou skupinu, jejíž zástupci se vyskytují v několika vývojových větvích stopkovýtrosých hub.

b) **Gasteromycetes (houby břichatkovité)** – tradiční umělá skupina, založená na morfologii plodnice (angiokarpní plodnice s peridií a glebou), hymenium trvale skryto uvnitř plodnice a s tím související typ basidií, které nemají aktivní uvolňování spor. Terestrické epigeické i hypogeické plodnice, saprotrofní i ektomykorhizní typy, rozšíření kosmopolitní, ale časté v teplých a suchých oblastech. Polyfyletická skupina, jejíž zástupci se opět vyskytují v několika vývojových liniích hub stopkovýtrosých. Integrace gasteromycetů do přirozeného systému vede k výrazným změnám v dosavadním chápání některých tradičních skupin.

c) **Hymenomycetes (houby rouškaté)** – tradiční umělá skupina, stojící v protikladu ke skupině předcházející. Plodnice gymno- nebo hemiangiokarpní, hymenium ve zralosti vždy otevřené, bazidie s aktivním uvolňováním spor (balistospory). Opět polyfyletická skupina, do které byly zahrnovány jak

houby nelupenaté, tak běžné skupiny kloboukatých bazidiomycetů. Její zástupci dle molekulárních znaků náleží do několika vývojových linií přirozeného systému hub stopkovýtrosých.

Třída Basidiomycetes představuje velkou skupinu se značnou morfologickou i ekologickou variabilitou. V současné době skupina představuje 16 řádů, přes 1000 rodů a kolem 20 000 druhů. Řády mohou být seskupeny do dvou podtříd na základě výskytu primárních a sekundárních (přídavných) sept při tvorbě bazidie.

PODTŘÍDA TREMELLOMYCETIDAE (PHRAGMOBASIDIOMYCETES, HETEROBASIDIOMYCETES)

Vícebuněčná bazidie pouze s primárními septy.

Řád Tremellales

Většinou se tvoří bazidiomata, hymenium povléká celý povrch plodnice nebo jen jeho spodní či svrchní část. U některých rodů vytvořen hrotnatý, ostnitý, trubkovitý nebo zprohýbaný hymenofor. Barva bílá, oranžová, červená či černá. Konzistence slizovitá či rosolovitá. Dřevní saprofyté s nízkou specifitou, druhy rostoucí na živých stromech se mohou stát sekundárními parazity.

Tremella, rosolovka, laločnatá, mozkovitě zprohýbaná bazidiomata. *T. mesenterica*, r. mozkovitá, na suchých větvích listnáčů, *T. foliacea*, r. listovitá, na pařezech dubů a buků

Exidia, černorosol, hymenium na svrchní straně plodnice, *E. plana*, č. bukový, až 10 cm velké zprohýbané plodnice

Pseudohydnum gelatinosum, rosolozub huspenitý, mléčně bílá, bokem přirostlá plodnice s ostnitým hymenoforem, na zemi, pařezech

Řád: Auriculariales

Konzistence plodnic rosolovitá až chrupavčitá. Saprofyté, popř. parazité rostlin.

Hirneola auricula-judae, ucho jidášovo, nejčastěji na černém bezu

Auricularia, ušičko (boltcovitka), některé druhy pěstovány v Asii jako tzv. černé houby

Řád Dacrymycetales

Plodnice obvykle žluté až oranžové, trama rosolovitá. Dřevní saprofyté.

Dacrymyces, kropilka, bochníčkovité plodničky, *D. stillatus*, na řezné ploše pařezů

Calocera, krásnorůžek, plodnice připomínající kuřátka, na jehličnanech *C. viscosa*

PODTŘ.: AGARICOMYCETIDAE (HOMOBASIDIOMYCETES, HOLOBASIDIOMYCETES)

Jednobuněčná bazidie bez septace nebo s druhotnými septy.

Současné vnitřní členění podtřídy (stejně jako celé třídy), postavené na molekulárních, nikoli morfologických znacích, je zatím velmi obtížně interpretovatelné. Navíc je v prudkém vývoji poznání a bude v blízké budoucnosti jistě podléhat určitým změnám. Proto se zde přidržíme tradičního pojetí, které plně vyhovuje potřebám našeho kurzu.

Skupina hub nelupenatých („Aphylophorales“)

Plodnice jsou většinou víceletá krustothecia, vzácněji jednoletá nebo přezimující pilothecia, konzistence masovitá, kožovitá či dřevovitá. Hymenofor většinou rourkatý či lamelovitý. Dřevní saprofyté nebo saproparazité, mnohé druhy značně rezistentní k vysušení, mohou růst na extrémních stanovištích (dřevěné ploty apod.). Některé druhy obligátně parazitické.

Polyporus, choroš, jednoleté, často přezimující plodnice s třeněm, *P. brumalis*, ch. zimní, *P. squamosus*, ch. šupinatý, oba druhy na pařezech a kmenech listnatých stromů

Fistulina hepatica, pstrěň dubový, jazykovitý, červený, šťavnatý klobouk s postranním třeněm, na živých dubových kmenech, jedlý

Laetiporus sulphureus, sírovec žlutooranžový, na živých kmenech listnáčů, jedlý

Piptoporus betulinus, březovník obecný, světlý kopytovitý klobouk bokem přirostlý, pouze na břízách, napadá i živé jedince

Ganoderma, lesklokorka, ploché plodnice, *G. applanatum*, l. ploská, *G. lucidum*, l. lesklá
Fomitopsis pinicola, troudník pásovaný, z nejhojnějších druhů stejně jako *Fomes fomentarius*, troudnatec kopytovitý
Heterobasidion annosus, kořenovník vrstevnatý, rozrušuje centrální část kmenů smrků (střední válec), šíří se kořeny, významný škůdce monokultur
Trametes, outkovka, řada hojných druhů, rourkatý hymenofor
Daedalea, sířkovec, labyrintický hymenofor, nejhojnější: *D. quercina*, *D. confragosa*
Stereum, pevník, bokem přirostlé plodnice, často částečně resupinatní, hladký hymenofor, mnoho druhů
Serpula lacrymans, dřevomorka domácí, ve vlhkých nevětraných prostorech, rozkládá celulózu až na vodu a CO₂, čímž si vytváří podmínky (vlhko) pro další šíření

Skupina hub rourkatých („Hymenomycetes“)

1. Plodnice je hemiangiokarpní pilothecium, vždy jednoletá. Hymenofor lupenitý. Obaly plodnice časté. Saprofyti, slabí parazité či mykorrhizní houby. Řada druhů jedlých, řada jedovatých.

Pleurotus ostreatus, hlíva ústříčná, postranní třeň, saprofyt na pařezech, komerčně pěstována
Tricholoma, čirůvka (havelka, zelánka, mýdlová), *Calocybe gambosa* (č. májovka), *Lepista nuda* (č. fialová)
Armillaria mellea (václavka obecná), rhizomorfy působí značné škody ve smrčinách
Omphalina (kalichovka), lichenizovaná houba, její mycelium je napojeno na řase
Marasmius, špička (obecná, zíněná, česneková)
Amanita, muchomůrka, jedlá *A. rubescens* (m. růžovka), jedovaté či smrtelně jedovaté jsou: *A. pantherina* (m. tygrovaná), *A. muscaria* (m. červená), *A. phalloides* (m. zelená, hlízovitá), *A. verna* (m. jarní), *A. virosa* (m. jízlivá)
Agaricus, žampion, pečárka, tmavé výtrusy, *A. bisporus*, uměle pěstován a patří k nejprodávanějším houbám, hojně sbírány: *A. arvensis* (ž. ovčí), *A. campestris* (ž. polní), *A. sylvaticus* (ž. lesní), jedovatý *A. xanthodermus* (ž. zápašný) páchne fenolem
Lepiota, bedla (vysoká, červenající)
Cortinarius, pavučinec, mnoho druhů, řada jedovatých
Inocybe patouillardii, vláknice Patouillardova a *Entoloma sinuatum*, závojenka olovová, obě smrtelně jedovaté
Coprinus, hnojník, plodnice se v době zralosti mění v mazlavou hmotu, v mládí jedlé (obsahuje coprin, pozor na alkohol)
Psilocybe, lysohlávka, halucinogenní účinky

2. Plodnice hemiangiokarpní či gymnokarpní pilothecium, hymenofor rourkatý či lupenitý, velum partiale u řady druhů přítomno. Převážně mykorrhizní houby, často s úzkou vazbou na 1 nebo několik druhů dřevin.

Strobilomyces, šiškovec, šupinatý černohnědý klobouk
Tylopilus felleus, hřib žlučník, *Boletinus cavipes*, hřibovec dutonohý
Boletus, hřib: *B. edulis*, h. smrkový, *B. parasiticus*, h. cizopasný (na plodnicích pestřeců), *B. satanas*, h. satan..., *B. (Leccinum)*, kozák, křemenáč, *B. (Xerocomus) badius*, h. hnědý, *B. (X.) subtomentosus*, h. plstnatý, *B. (X.) chrysenteron*, h. žlutomasý, *B. (Suillus)*, klouzkek
Paxillus, čechratka

3. Hemiangiokarpní pilothecia, hymenofor lupenitý. Trama kruchá, obsahuje kulovité buňky (sférocyty) a mléčnice. Převážně mykorrhizní houby.

Russula, holubinka, mléčnice bez mléka, u nás přes 100 druhů jedlých i nejedlých

Lactarius, ryzec, na řezu či lomu roní latex, též jedlé i nejedlé druhy

4. Gymnokarpní pilothecia či holothecia. Půdní mykorrhizní houby, saprofyté, popř. fakultativní parazité, některé druhy jedlé.

Cantharellus cibarius, liška obecná, nálevkovitá žlutá plodnice s lištovitým hymenoforem

Craterellus, stroček, hnědočerná nálevkovitá plodnice, jedlý

Ramaria, kuřátka, bohatě keříčkovitě větvená holothecia, některá jedlá

Clavariadelphus pistillaris, kyj Herkulův, 20 cm vysoké oranžové kyjovité plodnice

Sparassis crispa, kotrč kadeřavý, téměř kulovité plodnice, bohatě keříčkovité, nejčastěji na borovicích, velmi chutný

Skupina hub břichatkovitých („Gasteromycetes“)

1. Plodnice hypogeická nebo epigeická kulovitěho či hlavičkovitěho tvaru. Exoperidie brzy zaniká, endoperidie tuhá, vytrvalá. Otvírá se většinou na vrcholu. U některých rodů zůstává spodní část gleby sterilní (subgleba). Asi 200 převážně saprofytických druhů, mnohé v mládí jedlé.

Lycoperdon, pýchavka, nejhojnější na zemi v lesích je *L. perlatum*, p. obecná

Calvatia, pýchavka

Langermannia gigantea, p. obrovská (vatovec o.), na pastvinách, plodnice vážící i několik kg

Bovista, prášivka, na rozdíl od předešlých chybí subgleba

2. Plodnice subhypogeická kulovitěho tvaru s vícevrstevnou okrovkou. Exoperidie třívrstevná, vnější vrstva kožovitá, střední tvořená hustě propletenými hyfami, vnitřní parenchymatická. Tlakem vnitřních vrstev hvězdovitě praská kožovitá vrstva exoperidie, cípy se stáčí dolů a vynášejí glebu krytou endoperidií nad povrch. Asi 50 druhů, saprofytických, mnohé teplomilné.

Geastrum, hvězdovka

3. Plodnice okrouhle hlízovitá, epigeická nebo subhypogeická. Peridie tuhá, otvírá se nepravidelným roztržením na vrcholku. Asi 40 převážně saprofytických druhů, některé mykorrhizní.

Scleroderma citrinum, pestřec obecný, na písčité půdě v borech. Ve větším množství toxický.

4. Plodnice je epigeická, kulovitá či pohárkovitá, zakrytá blankou (epifragmou). Peridie 1-6vrstevná, otvírá se prasknutím epifragmy, takže plodnice nabývá tvar číše či nálevky. Gleba obsahuje, uzavřené komůrky vystlané hymeniem. Zralá gleba se rozpadá na jedno až více čočkovitých tělísek (peridiol), která jsou přichycena ke stěně peridie slizovitou hmotou nebo provazci (funiculi). Za deště jsou pecičky vymršťovány a pomocí provazce přichycovány např. na stébla trav. Asi 50 druhů, převážně saprofyti na mrtvém dřevě i mezi trávou.

Nidularia, hnízdovka, peridioly ve slizovité tekutině

Crucibulum, pohárovka, odpadávající epifragma, na tlejících rostlinných zbytcích

Cyathus, číšěnka, hustě chlupaté plodnice na tlejícím dřevě

Sphaerobolus, hrachovec, jediná peridiola vymršťovaná až 1 m daleko

5. Plodnice se zakládá hypogeicky na silném, vícevrstevném myceliálním provazci. Peridie obvykle vícevrstevná, otvírá se rozpadem nebo tlakem receptakula. Komůrky gleby jsou vyplněny mazlavou páchnoucí masou spor. Gleba u výše organizovaných skupin obsahuje receptakulum (houbovitý pseudoparenchymatický útvar, který při dozrání proráží slizový obal a peridii a vynáší spory nad úroveň substrátu, je bílé, žluté či červené). Vůně a barva receptakula vábí hmyz, který rozšiřuje spory. Asi 50 druhů, většinou pozemní saprofyté, většina druhů tropických.

Phallus impudicus, hadovka smrdutá, duté bílé receptakulum se zvonovitým kloboukem, pokrytým zelenošedou masou s výtrusy, mladé uzavřené plodnice jsou jedlé

Mutinus caninus, psivka obecná, 2-4 cm vysoké receptakulum

Clathrus ruber, mřížovka červená, kulovité, ohnivě červené, mřížovité receptakulum, původní v J Evropě, ojediněle i u nás

Anthurus archeri, květnatec Archerův, u nás ojediněle, zavlečen z Australské oblasti, receptakulum z 5-8 oranžově červených ramen

LICHENES - LICHENIZOVANÉ HOUBY (LIŠEJNÍKY), umělá, nikoli taxonomická skupina

Komplexní organismy, složené ze složky houbové (**mykobiont**) a řasové, resp. sinicové (**fotobiont**, a to **fykobiont** nebo **cyanobiont**). Převládající složkou je většinou mykobiont, který určuje tvar stélky, vzácněji jsou obě složky v rovnováze (*Collema*) nebo je tvar stélky určován vláknitým fotobiontem (*Cystocoleus*, *Ephebe*). Spojení obou složek je velmi těsné, bývalo označováno za symbiózu, vztah je však komplikovanější. Dnes se nejčastěji používá termín **kontrolovaný parazitismus**. Houbová složka je ve své výživě obligátně vázána na určitou řasu či sinici a tvoří s ní morfologicko-fyziologickou jednotku. Tvorba specifických sloučenin a specifických struktur nepohlavního rozmnožování nejsou nutnou podmínkou existence lišejníku. Má se za to, že fotobiont dodává organismu organické látky, o mykobiontu se soudí, že dodává vodu a anorganické látky.

Mykobiont: převážně askomycety, lišejníky tvoří samostatné rody, čeledi, popř. řády (Lecanorales), rody zahrnující lichenizované i nelichenizované typy jsou vzácné, méně jsou mykobiontem bazidiomycety (Agaricomycetidae), lichenizace je zde na primitivní úrovni, většina lichenizovaných typů bazidiomycetů patří do společných rodů s nelichenizovanými typy (*Omphalina*).

Fotobiont: 20 % případů sinice (*Chroococcus*, *Gloeocapsa*, *Nostoc*, *Scytonema*, *Stigonema*), ve většině případů zelené řasy (*Trebouxia* - polovina druhů lišejníků, *Coccomyxa*, *Trentepohlia*), výjimečně u několika druhů r. *Verrucaria* různobrvka a chaluha. Na rozdíl od mykobiontů patří většina fotobiontů k samostatně se vyskytujícím druhům sinic a řas.

Každý druh lišejníku je charakterizován spojením určitého druhu mykobionta s určitým fotobiontem, určitý druh řasy či sinice je fotobiontem většího počtu druhů lišejníků, často náležejícím k systematicky nepříbuzným skupinám.

Cefalodia: specifické výrůstky na stélce lišejníku, vzniklé, když se jeden mykobiont setká se dvěma kompatibilními fotobionty (př. *Peltigera aphthosa*: *Coccomyxa* a *Nostoc*).

Anatomická stavba:

homeomerická stélka - obě složky ve stélce rovnoměrně rozptýleny (morfologicky je stélka vláknitá či rosolovitá)

heteromerická stélka - fotobiont lokalizován převážně v řasové vrstvě (z morfologického hlediska stélka korovitá, keříčkovitá či lupenitá)

Stavba heteromerické stélky:

korová vrstva - isodiametrické buňky mykobionta tvoří pseudoparenchymatickou tkáň, popř. tvořena volně uloženými buňkami mykobionta nebo může chybět, bývá vytvořena na svrchní, někdy i spodní straně stélky, v kůře některých lišejníků bývají na spodní či svrchní straně ztenčeniny (pseudocyfely) či na spodní straně stélky průlomy (cyfely), které mají význam při výměně plynů a ve vodním režimu

řasová vrstva - gonidiová - tvořena oběma složkami

dřeňová vrstva - tvořena vzájemně propletenými dlouhými hyfami houby

Morfologie: vegetativní stélka vykazuje velkou variabilitu, je však u téhož druhu více méně konstantní:

keříčkovitá stélka: k substrátu přisedá úzkou částí, negativně geotropicky rostoucí lišejníky a tzv. „vousovité“ druhy, radiální stavba

lupenitá stélka: ploše rozložená stélka, přirůstá k podkladu v 1 nebo několika místech, lze ji oddělit od podkladu, spodní strana s kůrou tvoří obvykle rhiziny, přichytná vlákna

korovitá stélka: celou spodní stranou vrostlá či přirostlá k substrátu, nemá spodní kůru, přechod k lupenité tvoří efigurátní stélka

dimorfická stélka: lupenitá či korovitá přízemní část (thallus horizontalis) a keříčkovitá vystoupavá část (thallus verticalis, podetium), *Baeomyces*, *Cladonia*

vláknitá stélka: vlákno fotobionta opletené hyfami mykobionta

rosolovitá stélka: může se podobat keříčkovitým, lupenitým či korovitým typům, má rosolovitou konzistenci a fotobiontem je hlavně sinice

leprariovitá stélka: práškovitá, morfologicky nediferencovaná

Růst: velmi pomalý (některé korovité lišejníky 1 mm za 20 let, lupenité a keříčkovité stélky rostou rychleji), využití při určování stáří staveb nebo ledovcových morén (lichenimetrie)

Rozmnožování: při odděleném rozmnožování obou složek, má-li vzniknout opět lišejníková stélka, musí dojít znovu k setkání obou komponent, pouze **nepohlavní rozmnožování** zajišťuje tvorbu diaspor obsahujících obě složky:

- **fragmentace stélky** : nejjednodušší typ, regenerace úlomků (*Cladonia*, *Parmelia*), někdy se celá stélka rozpadne na drobné části (*Diploschistes scruposus*)

- **izidie:** vzniknou protržením korové vrstvy stélky za vzniku lupenovitých (fylidie), papilovitých, korálovitých výrůstků, které stavbou odpovídají stavbě stélky, jsou pokryty korovou vrstvou, u některých lišejníků neslouží k rozmnožování, ale ke zvětšení povrchu stélky

- **soredia:** malé útvary, tvořené buňkami fotobionta, opletenými hyfami mykobionta, rozrušením kůry se uvolní (podoba práškovité masy), někdy k jejich uvolňování slouží diferencovaná místa - sorály, soredia vznikají na celém povrchu stélky (*Cladonia fimbriata*), popř. celá stélka představuje rozptýlená soredia (*Lepraria*), sorály mohou mít různý tvar: bodové, hlavičkové, štěrbínovité, okrajové...

Pohlavní rozmnožování: pouze u mykobionta (v ojedinělých případech se v plodnicích mykobionta vyskytují buňky fotobionta, tzv. hymeniální řasy, které garantují společné rozšiřování a vznik nových stélek)

Výskyt a význam: lišejníky osidlují od pólů k rovníkům především extrémní stanoviště, kde je snižená konkurence ostatních skupin organismů, zde působí jako půdotvorní činitelé, některé druhy jsou citlivými indikátory vzdušného znečištění či stanovištních podmínek. Rostou na kamenech a skalách (epilithické a endolithické druhy), na borce stromů (epi- či endofloedické), na zemi (epigeické), v tropech i na listech (foliikolní), některé jsou parazitické, naopak parazity na lišejnících jsou zejména nelichenizované typy z rodů, čeledí a řádů lichenizovaných hub.

Antibiotického působení lišejníků (lišejníkových látek) se využívá proti bakteriím a některým houbám. V lidovém léčitelství byly používány dříve některé druhy na základě pověr souvisejících s podobou stélek s některými orgány (*Lobaria*: plíce, *Usnea*: růst vlasů...), *Cetraria islandica* je součástí plicních čajů. Některé druhy lokálně využívány jako potrava či krmivo, velký význam mají jako potrava zvířete, zvláště sobů v tundře. Jedovaté lišejníky: deriváty kyseliny vulpinové (*Letharia vulpina* - jed proti vlkům, *Cetraria pinastri*), výroba barviv (*Rocella* - lakmus), parfémů (*Evernia prunastri* a *Pseudevernia furfuracea* - nosiče vonné esence), výroba hřbitovních věnců (*Cladonia stellaris*)

Systém:

15 - 20 000 druhů, náležejí převážně k vřeckovýtrusým houbám (**Ascolichenes**), v malé míře ke stopkovýtrusým houbám (**Basidiolichenes**) (viz příslušná oddělení hub).

IV. MECHOROSTY

<http://botanika.bf.jcu.cz/bryoweb/> (bryologie)

ŘÍŠE: ROSTLINY – PLANTAE

PODŘÍŠE: ZELENÉ ROSTLINY – VIRIDIPLANTAE

VÝVOJOVÁ LINIE: STREPTOFYTA - STREPTOPHYTAE

VÝVOJOVÁ VĚTEV: MECHOROSTY - BRYOPHYTAE

Skupina, která dnes zahrnuje 3 samostatná monofyletická oddělení. Společné znaky: zelené (škrob, celulózní buněčná stěna, chlorofyl a + b, 2 membrány na povrchu plastidu, tylakoidy tvoří grana) výtrusné rostliny, suchozemské, druhotně též vodní.

Nejprimitivnější vyšší rostliny, určitá diferenciací pletiv, u některých jsou náznaky vodivých pletiv.

Individuální vývoj: rodozměna s převahou gametofytu (G, n) nad sporofytem (S, 2n)

G: protonema + gametofor (vlastní mechová rostlinka)

- protonema – redukované až dosti velké, převážně vláknité, ale též lupenité (rašeliníky), vytrvávající nebo zanikající

- gametofor – rhizoidy, kauloid a fyloidy, někdy frondózní stélka

- pohlavní orgány – gametangia ♀ (lahvicovitá archegonia s 1 nepohyblivou oosférou) a ♂ (kyjovitá anteridia s biciliátními spermatozoidy), oplození vodou

S: noha (pes), štět (setum) a tobolka (capsula)

Vegetativní rozmnožování: časté, úlomky stélek, lístků..., popř. speciální tělíska – **gemy**.

Fylogeneze: nejstarší nálezy z devonu: *Hepaticites devonicus*

2 skupiny teorií: **progresivní** – vývoj ze zelených heterotrichálních řas (níže postavených organismů), pravděpodobní prapředkové *Coleochaete* nebo *Fritschella*

regresivní z Rhyniophyt (výše postavených organismů), vzpřímené typy jsou považovány za původní, frondózní jsou odvozené, dnes považována za pravděpodobnější teorii celkem asi 23 tis. druhů, v ČR asi 850 druhů

ODDĚLENÍ MARCHANTIOPHYTA (HEPATOPHYTA) - JÁTROVKY

G: protonema redukované na několik buněk

stélka gametoforu většinou dorziventrálně stavěná, buď frondózní (lupenitá) nebo rozlišená v lodyžku a lístky (foliosní), rhizoidy 1-buněčné, nepřehrádkované, lístky zpravidla nemají střední žebro, obvykle vyrůstají ve 2 řadách, na spodní straně lodyžky často 3. řada menších, často tvarově odlišných lístků (amfigastrií), gametangia chráněna obalnými listy

S: nemá asimilační pletiva, je bezbarvý, zcela závislý na G, tobolka je bez kolumely, kromě výtrusů obsahuje mrštníky (elater), které vykonávají hygroskopické pohyby, čímž je usnadněno šíření spor

TŘÍDA JUNGERMANNIOPSISIDA

G: stélka většinou foliosní, u některých zástupců frondózní, ale s pletivem pouze 1 typu, rhizoidy pouze hladké, archegonia chráněna obaly (periant, perigynium, marsupium, perichaetium)

S: štět dlouhý, jemný, bezbarvý, tobolka puká 4 chlopněmi

zástupci: *Pellia*, *Blasia* (symbióza s *Nostoc*), *Cephalozia*, *Bazzania*, *Lophozia*, *Plagiochila*, *Scapania*

TŘÍDA MARCHANTIOPSISIDA

G: stélka frondózní, vždy vícevrstevná, pletiva: asimilační (s dýchacími komůrkami a otvory) a základní, rhizoidy hladké a čípkaté, často přítomny ventrální šupiny na spodní straně stélky, gametangia na povrchu stélky, popř. ponořená ve stélce (*Riccia*) nebo na zvláštním receptakulu s dlouhou stopkou (*Marchantia*...)

S: tobolka se otvírá víčkem nebo se její stěna rozpouští, štět nemusí být vyvinut, mrštníky někdy chybějí (*Riccia*)

zástupci: *Marchantia* (gemy v pohárcích, ♀ a ♂ receptakula, *Riccia*, *Conocephalum* (voní po pižmu)

ODDĚLENÍ BRYOPHYTA (MECHY)

G: protonema dobře vyvinuté, vláknité či lupenité, gametofor – rhizoidy (mnohobuněčné, přehrádkované), lodyžka a lístky, středem lodyžky a mnohdy i lístků probíhá svazek jednoduchého vodivého pletiva, olistění až na výjimky je spirální

S: mladý je zelený, zralý je bez asimilačního pletiva: noha, štět a tobolka s kolumelou, víčkem, čepičkou, mrštníky chybějí, kolem ústí tobolky většinou přítomen peristóm (obústí)

TŘÍDA SPHAGNOPSISIDA, řád Sphagnales, rod *Sphagnum*

G: protonema lupenité z 1 vrstvy buněk, gametofór bez rhizoidů, lodyžka neukončeného růstu se svazečky větviček, které jsou na vrcholu nahloučeny v hlavičku, lístky bezžebřé, lodyžní a větevní odlišného tvaru (heterofylie)

S: noha, krátký štět, tobolka s víčkem a mohutnou kolumelou

Využití: zahradnické substráty, balneologie, desinfekční účinky, palivo, výroba whisky...

TŘÍDA ANDREAEOPSISIDA, řád Andreaeales

protonema pentlicovité, rostlinky tmavě (hnědě, červeně) zbarvené, kratičkový či zcela redukovaný štět, neúplná kolumela, chybí víčko i obústí, tobolka se otvírá 4 chlopněmi

zástuce: *Andreaea* (horský druh na skalách)

TŘÍDA POLYTRICHOPSISIDA

největší mechy, mají nejvýše organizovaný gametofor, který se nejvíce blíží sporofytu cévnatých rostlin, podzemní vlášenitý rhizom, složitá anatomie lodyžky i štětu (náznaky cévních svazků), kopinaté až šídlovité lístky, četné lamely na ventrálním povrchu lístků (zvětšení asimilační plochy, vedení kapilární vody), jednoduché (primitivní) obústní zuby

zástupci: *Polytrichum*, *Atrichum*

TŘÍDA BRYOPSISIDA

95 % všech mechů, systém založen na znacích na sporofytu, nikoli gametofytu, jelikož sporofyt je méně ovlivněn a modifikován vnějším prostředím

G: protonema vláknité a větvené, někdy vytrvávající, gametofor většinou radiálně symetrický, lístky mívají střední žebro a často různou ornamentaci - papily, mamily, na lodyžce často vlášení k vedení kapilární vody (parafylie, pseudoparafylie)

S: většinou přítomen štět, na tobolce obvykle obústí a víčko, obústí - článkované, ze 3 a více vrstev buněk, hygroskopické

nejběžnější zástupci: *Dicranum*, *Leucobryum*, *Tortula*, *Funaria*, *Bryum*, *Mnium*, *Hypnum*, *Pleurozium*, *Brachythecium*, *Ceratodon*

ODDĚLENÍ ANTHOCEROTOPHYTA (HLEVÍKY)

TŘÍDA ANTHOCEROTOPSISIDA, řád Anthocerotales

G: protonema redukované, gametofor lupenitý ve tvaru přízemní růžice, bez diferenciace pletiv, v buňkách 1 chloroplast s pyrenoidem

S: noha a dlouhá válcovitá tobolka, stěna tobolky obsahuje asimilační pletivo, kolumela a elatery, výtrusy dozrávají postupně shora dolů, tobolka se otvírá 2 chlopněmi:

Anthoceros (symbióza s *Nostoc*)