

Systematická biologie, její minulý a současný vývoj

- **Systematická biologie** - věda o rozmanitosti organismů. Jejím úkolem je vytvořit informační soustavu, která poskytuje srovnatelné údaje o všech známých organizmech a zároveň umožňuje zařazení organismů nově popsaných.
- **Systematická biologie** pracuje s taxony - základním taxonem je **druh**
- **Snaha o třídění (klasifikaci)** rostlin a živočichů je velmi stará
- **PLATÓN** (427-347 před n. 1.) formuloval v obecné podobě, rozeznával třídy předmětů založené na nadřazenosti a podřazenosti.
- **ARISTOTELES** (384-322 před n. 1.) zakladatelem formální logiky, zavedl kategorii jako základní pojem filozofie. Předpokládal, že drobní živočichové, (roztoči, červi aj.) vznikají samoplozením z vlhké hmoty. Tento názor vyvrátil až **L. PASTEUR** (1882-1895).

- **C. LINNÉ** (1707-1778). ústřední postava systematické botaniky, zavedl binární pojmenování druhu, spis *Species plantarum* (1753), závazný seznam platných jmen některých řas, hub a mechů a všech cévnatých rostlin, předpokládal, že počet druhů je neměnný a že vznikl jednou provždy aktem stvoření světa. Vytvořil nejdéle používaný systém, rozdělil organismy do říše rostlinné (*Regnum vegetabile*) a říše živočišné (*Regnum animalia*).
- **J. B. LAMARCKA** (1744-1832). druhy byly sice stvořeny, ale mění se v závislosti na podmínkách prostředí, poprvé označil vědu o životě a zákonitostech historického vývoje (evoluce) organismů jako **biologie**.
- **CH. DARWIN** (1809-1882), **teorie o evoluci druhů** působením přírodního výběru (nadprodukce potomstva, dědičný přenos znaků mezi rodiči a potomstvem, variabilita jedinců v populaci).

- **E. HAECKEL** (1834-1919) teorie přírodního výběru je základní mechanismus vývoje organismů na Zemi. Vývoj hlavních skupin organismů znázornil pomocí stromu. Ustanovil pro tehdy známé mikroorganismy novou říši **Protista** (prvoci), do které zařadil bakterie, bičíkovce a některé řasy.
- **E. CHATTON** (1937). Poprvé popsal základního rozdělení na Prokaryota a Eukaryota, ze kterého vycházejí téměř všechny současné systémy.
- Česká algologie:
 - J. Komárek (taxonomie sinic)
 - P. Marvan (taxonomie rozsivek)
 - V. Houk (taxonomie centrických rozsivek)
 - A. Sládečková (řasy ve vodárenství)
 - F. Hindák (taxonomie sinic a řas) Slovensko

- **DRUH** - základní jednotka systematické biologie
- **Morfologické pojetí druhu** - druh je nejmenší skupinou, která je důsledně a trvale odlišná a rozpoznatelná obvyklým způsobem od jiné skupiny
- **Biologické pojetí druhu** - druh je reprodukční komunita populací (reprodukčně izolovaná od jiných populací), která zaujímá zvláštní niku v přírodě.
- **Evolučního pojetí druhu** – druh je jednou ze základních forem existence života, nadindividuální organizací živé hmoty, je výslednicí působení dvou protikladných složek, jednak přizpůsobivosti a všestranná proměnlivosti a na druhé straně dědičnosti.
- **Fylogenetické pojetí** - druh je nejmenší shluk organismů, které se vyznačují alespoň jedním společným diagnostickým znakem, který musí být fixován na "reprodukčně soudržnou“ skupinu.

Vývoj sinic a řas

- Jediným přímým důkazem přítomnosti organismů v minulých geologických dobách jsou *fosilní* zbytky.
- Nové impulsy přinesla *molekulární biologie*. Srovnání sekvencí aminokyselin v nukleotidech nukleových kyselin (DNA, RNA).
- Vývoj organismů můžeme chápat jako volnou hru evoluce v prostoru vymezeném fyzikálními a chemickými zákony.
- Stáří Země stanoveno na 4,8 miliardy let. Prvotní atmosféra měla redukující vlastnosti, oxidační reakce zcela chyběly.
- Období vzniku organických sloučenin z neorganických prekurzorů označujeme jako *chemický vývoj*. Jeho trvání se odhaduje na 1,5 miliardy let, což je třetina historie země.
- Reakce vedoucí ke vzniku organických sloučenin byly aktivovány UV-zářením, el. výboji, vysokou teplotou a tlakem.

Vývoj sinic a řas

- Úrovní chemické evoluce odpovídají *probionta* (experimentální systémy, které svými vlastnostmi vzdáleně připomínají primitivní buňky).
- *Koacervátové kapky* (Oparin), *Proteinoidní mikrosféry* (Fox)
- Mezi nejstarší prokaryota řadíme *archebakterie* (metanogenní, halofilní a termofilní bakterie) jejichž životní nároky odpovídají podmínkám, které byly na Zemi před více než 2 miliardami let.
- Mezi nejvýznamnější události ve vývoji života na Zemi patří fotosyntéza
- *Anaerobní fototrofní bakterie* (chlorobakterie a purpurové b.) obsahují fotosyntetický pigment **bakteriochlorofyl**, zdrojem elektronů je sirovodík, pouze fotosystém I

Vývoj sinic a řas

- *Sinice* – poprvé se u nich setkáváme s **chlorofylem a**, mají oxýgenní fotosyntézu (fotosystém I a II), zdrojem elektronů je voda, před více než 2 miliardami let se staly dominujícími organizmy na Zemi a postupně obohatily atmosféru o kyslík.
- Podmínky se pomalu změnily z převážně redukčních na oxidační, kyslík se stal brzdou dalšího rozvoje živých organizmů.
- Koncentrace kyslíku umožňující dělení aerobních organizmů bylo dosaženo přibližně před 800-600 milióny let, kdy se rovněž předpokládá objevení prvních eukaryot.
- Dosud se nepodařilo najít organismy, které by dokazovaly postupný strukturální přechod mezi buněčnou organizací prokaryot a eukaryot.
- Metabolické dráhy vzniklé u prokaryot jsou využívány v eukaryotických buňkách, aniž by vznikly nějakým novým, nezávislým vývojem.

Vývoj sinic a řas

- Primitivní eukariotická buňka byla heterotrofní, mitochondrie, chloroplasty, diktyozómy ani bičík nebyly k jejímu životu nutné.
- **Hypotéza seriální endosymbiózy** - předpokládá, že některé organely eukaryotické buňky jsou výsledkem symbiózy jako trvalého spojení mezi organismy z různých systematických skupin.
 - Předchůdci mitochondrií byly tyčinkovité aerobní bakterie
 - Sinice a Prochlorophyta jsou považovány za pravděpodobné, předky chloroplastů řas a zelených rostlin
 - Spirochety jsou předchůdci eukaryotického bičíku
- **Autogenní hypotéza vzniku eukaryotické buňky** - podle této hypotézy, vznikly hlavní buněčné organely vnitřní diferenciací jednoduché eukaryotické buňky. Tvrzení platí pro membránové systémy v buňce, kde lze dokázat, že vznikají z jaderné blány.

Základní rozdělení organismů

- Strukturální jednotkou, s níž je spojen vývoj organismů na Zemi je *buňka*
- *Buňka* je izotermický systém organických molekul, schopných k samouspořádání, autoregulaci a autoreprodukcii.
- Buněčné organismy dělíme na dvě hlavní skupiny:
- *Prokaryota*, předjaderné, tj. bakterie (Archaeobacteria a Eubacteria). Mezi eubaktérie patří sinice (Cyanophyta).
- *Eukaryota*, jaderné, kam řadíme všechny ostatní organismy.
- Podbuněčné částice, viry a bakteriofágy, neodpovídají definici buňky. Tyto částice obsahují pouze jediný typ nukleové kyseliny (DNA nebo RNA).
- **Kompartimentace buňky** - členění buňky na funkčně rozdílné prostory a struktury.

Základní rozdělení organismů

Říše Prokaryota - obecná charakteristika

- Buňky prokaryotických organismů jsou většinou malé (1-10 μm). Žijí jednotlivě, v koloniích nebo tvoří vlákna.
- Buněčná stěna sestává z peptidoglykanů, protoplast je pokryt plazmatickou membránou.
- V plazmě je volně uložena jediná kruhová molekula DNA, která neobsahuje histoproteiny. Oblast, kterou DNA zaujímá, nazýváme nukleoid (genofor). Replikaci DNA neprovází žádný mechanismus zajišťující rovnoměrné rozdělení DNA při buněčném dělení.
- Molekuly RNA jsou uloženy v ribozómech o sedimentační konstantě 70 S.
- V plazmě fotoautotrofních bakterií a sinic najdeme thylakoidy.
- Některé bakterie se pohybují pomocí bičíků, které jsou asi 70 μm dlouhé, 10-50 nm tlusté.
- Nepohlavní rozmnožování probíhá pouze dělením buněk. Pohlavní rozmnožování je vzácné.

Základní rozdělení organismů

Říše: Eukaryota - obecná charakteristika

- Buňky eukaryotických organismů jsou podstatně větší než u prokaryotických organismů (3-100 i více mikrometrů).
- Buněčná stěna řas, hub a lišejníků je polysacharidová, protoplast pokrývá plazmatická membrána (plazmalema). V protoplastu rozlišujeme jádro a cytoplazmu s četnými organelami.

Stavba a dělení jádra

- *Jádro* je obklopeno jadernou blánou, sestávající ze dvou membrán, oddělených úzkým perinukleárním prostorem. Jaderná membrána je opatřena četnými póry.
- Jádro obsahuje DNA, uloženou v chromozómech. Další jaderná struktura, jadérko, obsahuje vysoké procento RNA. Produkuje ribozómy, transportované do cytoplazmy jadernými póry. Cytoplazmatické ribozómy mají sedimentační konstantu 80 S.

Základní rozdělení organismů

Říše: Eukaryota - obecná charakteristika

Dělení jádra probíhá dvojím způsobem - mitózou a meiozou.

- **Mitóza** (karyokinéza) zajišťuje vznik dvou geneticky shodných dceřiných jader s počtem chromozómů stejným, jako v mateřské buňce. Mitotické dělení probíhá v haploidních i diploidních buňkách bez změny ploidie.
- **Meióza** (redukční dělení) vede ke vzniku čtyř dceřiných jader s polovičním počtem chromozómů. Při meióze probíhá genetická rekombinace (crossing-over), tj. výměna úseků chromatid v homologických párech chromozómů. Meióza je součástí všech životních cyklů, ve kterých dochází ke střídání haploidní a diploidní generace.
- Rovnoměrné rozdělení chromozómů při mitóze a meióze zajišťuje **mitotické vřeténko**. Tvoří je soustava **mikrotubulů**, které dále zakládají hlavní struktury bičíku a vytvářejí vnitrobuněčný systém.

Základní rozdělení organismů

Říše: Eukaryota - obecná charakteristika

- ***Bičík (cilium, flagellum, undulipodium)*** sestává ze čtyř částí. Z buňky vyrůstá volně pohyblivá část, vlastní bičík. Ten je zakotven v plazmě pomocí bazálního tělíska (centriola). Mezi bazálním tělískem a volnou částí bičíku je zařazena přechodná oblast. Bazální tělíska mají dvojí funkci: vyrůstají z něho bičíky a jako centriola se účastní jaderného dělení. Z bazálního tělíska vycházejí do nitra buňky bičíkové kořeny. Bičíky se pohybují v několika směrech.

Cytoplazmatické membránové systémy

- ***Endoplazmatické retikulum*** (symbol ER) tvoří složitou síť trubic a cisteren, které prostupují cytoplazmu. Cisterny jsou odvozeny od jaderné blány. V rostoucích buňkách pokrývají povrch ER četné ribozómy. V cisternách probíhají biosyntetické pochody, spojené s metabolismem polysacharidů, proteinů a lipidů.

Základní rozdělení organismů

Říše: Eukaryota - obecná charakteristika

- ***Diktyozómy (Golgiho tělíska)*** jsou složeny ze soustavy rovnoběžných plochých cisteren, které na své periferii tvoří a odčleňují drobné měchýřky s různým obsahem. Diktyozómy mají sekreční a exkreční funkci. Produkují prekurzory buněčné stěny, sliz a různé glykoproteiny, šupiny atd. S diktyozómy souvisí pulsující vakuoly sladkovodních bičíkovců, které plní osmoregulační a zčásti též exkreční funkci.
- ***Mitochondrie a chloroplasty*** jsou částečně autonomní organely, obsahující vlastní DNA a systém, nutný pro syntézu proteinů. Ribosomy mitochondrií a chloroplastů jsou menší než cytoplazmatické. Mají sedimentační konstantu 70 S a tím se podobají ribosomům prokaryot. Autonomie obou organel je omezena tím, že četné prekurzory pro jejich funkci pocházejí z jádra a cytoplazmy.

Základní rozdělení organismů

Říše: Eukaryota - obecná charakteristika

- **Mitochondrie** sestávají z vnější a vnitřní membrány, zajišťují energetickou bilanci buňky (syntéza ATP z ADP) a dýchání. Mitochondrie chybí u primitivních anaerobních skupin.
- **Chloroplasty (plastidy, chromatofory)** nacházíme pouze v buňkách fotoautotrofních řas, mechorostů a cévnatých rostlin. Jejich hlavní funkcí je fotosyntéza, spojená s produkcí kyslíku a energeticky bohatých látek, především polysacharidů. Chloroplasty obsahují **thylakoidy**, **pyrenoidy** a někdy také **stigma**, uložené v chloroplastové matrix. V thylakoidech sídlí pigment-proteinové komplexy a proteiny, zajišťující přenos elektronů při fotosyntéze.
- **Fotosyntetické pigmenty** vystupují vždy jako určitý soubor nebo kombinace; jejichž složení je charakteristické pro jednotlivé skupiny řas (chlorofyly, karoteny, xantofyly).

Základní rozdělení organismů

Říše: *Eukaryota* - obecná charakteristika

- *Pyrenoid*, bílkovinné tělísko umístěné v chloroplastu, se podílí na syntéze zásobních látek a fixuje oxid uhličitý v temné fázi fotosyntézy.
- *Stigma* je součástí fotoreceptoru buňky.

Rozmnožování řas

- Při *nepohlavním rozmnožování* vznikají rozmnožovací buňky (výtrusy, spory), které se vyvíjejí ve výtrusnicích (sporangiích), nebo na koncích vegetativních vláken, kde dochází k přeměně vegetativních buněk ve spóry. Spóry jsou buď pohyblivé (zoospory, planospory) nebo nepohyblivé (u řas: autospory, aplanospory). Nepohlavní rozmnožovací buňky vznikají při mitotickém dělení jádra, bývají proto souborně označovány jako mitospory. (mohou být haploidní i diploidní)

Základní rozdělení organismů

Rozmnožování řas

- Při *vegetativním rozmnožování* se tvoří jednobuněčné a vícebuněčné částice, např. části vláken, úlomky mycelia atd., které dorůstají do tvaru původní rostliny. V některých případech se na stélkách tvoří specializované rozmnožovací částice, např. u parožnatek, lišejníků atd. Vegetativní rozmnožování je opět spojeno s mitotickým jaderným dělením.
- *Pohlavní rozmnožování* začíná plazmogamií (splývání plazmy) kopulujících pohlavních buněk (gamet). Podstatou procesu je splynutí dvou haploidních jader (karyogamie) za vzniku jádra diploidního v němž dochází k meiotickému dělení. Po oplození vzniká *zygota*.

Řasy v systému organizmů

- Vymezení řas v systému organizmů je dáno především morfologickými, submikroskopickými a biochemickými znaky. Jedná se převážně o autotrofní oddělení organizmů. Důležitými determinačními znaky jsou:
 - Kombinace fotosyntetických pigmentů

Table 1.2. *Algal pigments*

⊕ = important pigment; + = pigment is present; ± = pigment occurs rarely, or in small amounts. Dinophyta I: normal Dinophyta. Dinophyta II: Dinophyta with brown endosymbiotic algae.

[illegible]

	Cyanophyta	Prochlorophyta	Glaucophyta	Rhodophyta	Heterokontophyta/Chrysophyceae	Heterokontophyta/Xanthophyceae	Heterokontophyta/Eustigmatophyceae	Heterokontophyta/Bacillariophyceae	Heterokontophyta/Raphidophyceae	Heterokontophyta/Dictyochophyceae	Heterokontophyta/Phaeophyceae	Haptophyta	Cryptophyta	Dinophyta I	Dinophyta II	Euglenophyta	Chlorarachniophyta	Chlorophyta
lutein				+						+							+	⊕
antheraxanthin				±	+		+				+							+
violaxanthin				±	+		⊕		+ ³		⊕						+	⊕
fucoxanthin					⊕			⊕	⊕ ³	⊕	⊕	⊕			⊕			
neofucoxanthin					+			+							+			
fucoxanthin – der. ¹												⊕ ⁵			⊕ ⁵			
fucoxanthin – der. ²												⊕ ⁵						
diatoxanthin					+	⊕		⊕		+	+	⊕			⊕	±		
diadinoxanthin					+	⊕		⊕	⊕	+	+	⊕		⊕	⊕	+		
vaucheriaxanthin						⊕	⊕		+									
heteroxanthin						⊕			+									
alloxanthin													⊕					
dinoxanthin									+			+		+				
peridinin														⊕				
neoxanthin					+	+	+	+	+		+					⊕	+	⊕
siphonein																		+ ⁶
siphonoxanthin																		+ ^{6,7}
crocoxanthin													+					
monadoxanthin													+					
pyrroxanthin														+				

¹ 19'-hexanoyloxyfucoxanthin; ² 19'-butanoyloxyfucoxanthin; ³ in marine (not in freshwater) species of the division; ⁴ chlorophyll c of some kind, but not further specified; ⁵ in some species; ⁶ in Bryopsidophyceae; ⁷ scattered in several classes; ⁸ a chlorophyll c-like pigment is present in 5 green algae of the class Prasinophyceae.

Řasy v systému organizmů

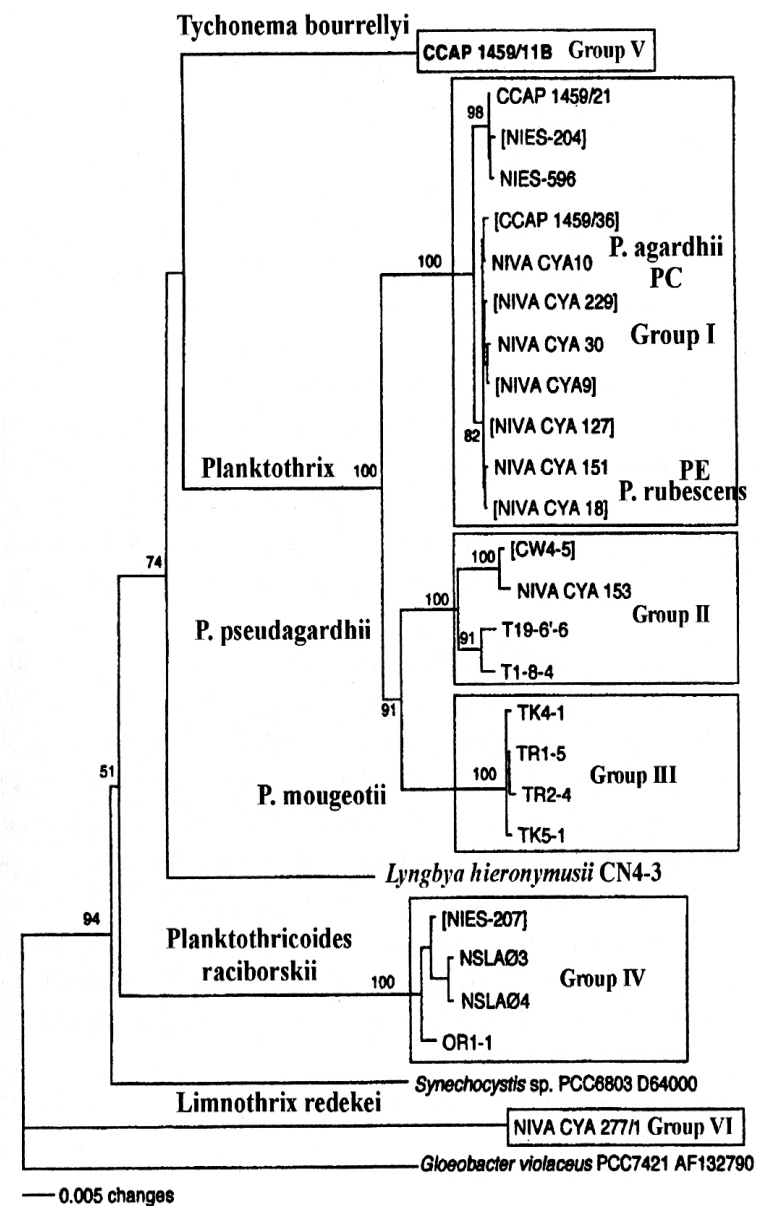
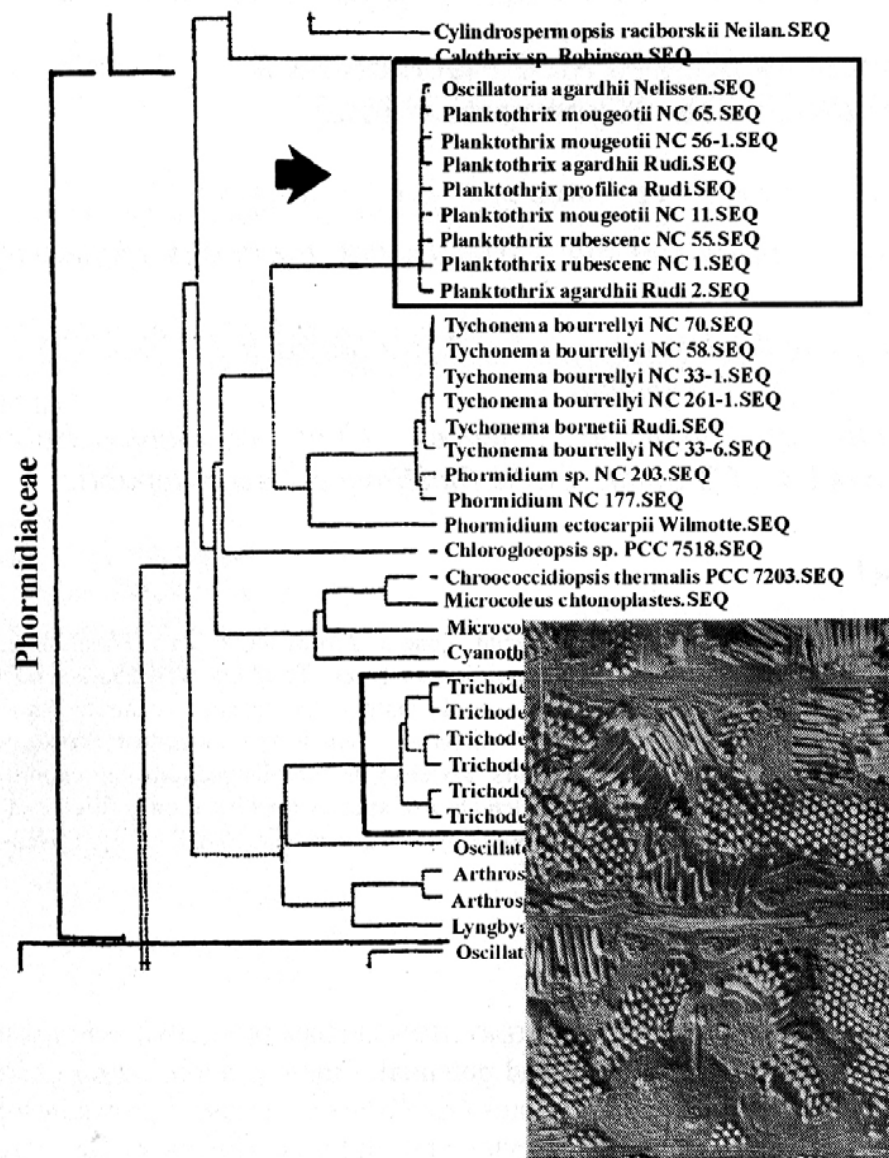
- Vymezení řas v systému organizmů je dáno především morfologickými, submikroskopickými a biochemickými znaky. Jedná se převážně o autotrofní oddělení organizmů. Důležitými determinačními znaky jsou:
 - Kombinace fotosyntetických pigmentů
 - Biochemické složení zásobních polysacharidů a buněčných stěn

The main storage products of the algal divisions and classes

	Cyanophyta	Prochlorophyta	Glaucophyta	Rhodophyta	Heterokontophyta/Chrysophyceae	Heterokontophyta/Xanthophyceae	Heterokontophyta/Eustigmatophyceae	Heterokontophyta/Bacillariophyceae	Heterokontophyta/Raphidophyceae	Heterokontophyta/Dictyochophyceae	Heterokontophyta/Phaeophyceae	Haptophyta	Cryptophyta	Dinophyta	Euglenophyta	Chlorarachniophyta	Chlorophyta
cyanophycin (arginine–asparagine polymer)	⊕																
<i>Starch-like compounds</i> (α -1, 4-glucans)																	
cyanophytan starch	⊕	⊕															
floridean starch				⊕													
starch			⊕										⊕	⊕			⊕
β -1, 3-glucans																	
chrysolaminaran					⊕	⊕	⊕	⊕	?	?	⊕	⊕					
paramylon												⊕ ¹			⊕	?	

Řasy v systému organizmů

- Vymezení řas v systému organizmů je dáno především morfologickými, submikroskopickými a biochemickými znaky. Jedná se převážně o autotrofní oddělení organizmů. Důležitými determinačními znaky jsou:
 - Kombinace fotosyntetických pigmentů
 - Biochemické složení zásobních polysacharidů a buněčných stěn
 - Genotypová charakteristika (sekvencování RNA, analýza genomu)



1. Part of a phylogenetic tree constructed by Megalign (DNASTar Inc containing the phormidiacean genera (sequences by GeneBank of NCB February 2002). The genus *Planktothrix* forms a separate cluster (arrow). The ultrastructure of cells with distinct gas vesicles after ŠMARDÁ from KOMÁREK (2003).

Evaluation of *Planktothrix* species and related planktic phormidiacean genera according to genetic, biochemical and ecophysiological characters. *P. mougeotii* in the sense of SUDA et al. (2002). From SUDA et al. (2002), sec. KOMÁREK (2003b).

Řasy v systému organizmů

- Vymezení řas v systému organizmů je dáno především morfologickými, submikroskopickými a biochemickými znaky. Jedná se převážně o autotrofní oddělení organizmů. Důležitými determinačními znaky jsou:
 - Kombinace fotosyntetických pigmentů
 - Biochemické složení zásobních polysacharidů a buněčných stěn
 - Genotypová charakteristika (sekvencování RNA, analýza genomu)
 - Submikroskopická stavba chloroplastu
 - Stavba jádra, bičíků a životní cykly
 - Organizační stupeň vegetativní stélky
 - Ekologie, ekofyziologické charakteristiky