

## **Maturitní téma č.8**

# **NIŽŠÍ ROSTLINY - řasy**

## **CHARAKTERISTICKÉ ZNAKY ŘAS**

Rostlinnou říši dělíme na dvě základní skupiny - nižší rostliny (*Algobionta*) a vyšší rostliny (*Cormobionta*). Mezi nižší rostliny řadíme pouze řasy (*Algae*). Jsou to většinou fotoautotrofní organismy, které mají v tylakoidech chromatoforů (= chloroplasty u řas - typ plastidů) kromě chlorofylu-a ještě další typy - b, c, d. Těla řas jsou tvořena stélkami, což je pro ně charakteristický tělní útvar. Stélka bývá tvořena převážně parenchymem. Nemají cévní svazky, specializované orgány, pokožku s průduchy, ani kutikulu.

Můžeme rozlišit mnoho typů stélek:

**a) jednobuněčné:** *monádoidní* - je jednobuněčná, jednojaderná s bičíky a světločivými skvrnami (krásnoočka, zelenivky)  
*kokální* - jednobuněčná, nejčastěji jednojaderná (zelenivky), nepohyblivá, krytá silnou buněčnou stěnou  
*rhizopodová* - jednobuněčná, jedno i mnohojaderná, pohyb pomocí panožek (někt. zlativky)  
*kapsální* - jednobuněčná, jednojaderná, na povrchu slizovitý obal (zelenivky)

**b) mnohobuněčné:** *trichální* - mnohobuněčná, vláknitá, buňky jsou jednojaderné buněčnou stěnou, vlákna nevětvená, či jednoduše větvená  
*heterotrichální* - jsou morfologicky a funkčně rozdělená, buď poléhavá nebo vzpřímená (zelená řasa - Trentepohlia)  
*sifonokladální* - mnohobuněčná, vláknitá či vakovitá, tvořena mnohojadernými buňkami (trubicovky, žabí vlas)  
*pletivná* - mnohobuněčná, ze stélek vývojově nejvyšší, odvozená od trichální a heterotrichální stélky (ruduchy, chaluhy)  
*sifonální = trubicovitá* - vláknitá či vakovitá, rozlišená, opatřená buněčnou stěnou (trubicovky)

Řasy se vyznačují rozmanitostí typů pohlavního i nepohlavního rozmnožování, které je podmíněno vodním prostředím. Jednobuněčné řasy se často rozmnožují dělením.

Při pohlavním procesu se obvykle vyskytuje izogamie, anizogamie a oogamie (viz 5. téma). Jedinou diploidní složkou bývá zygota. Sporofyt (diploidní generace) se jako samostatná rostlina vyskytuje jen u ruduch, chaluhy a některých zelených řas. U těchto skupin tedy dochází ke střídání generací - sporofytu a gametofytu - k rodozměně. Je-li gametofyt a sporofyt morfologicky stejný, jde o izomorfní rodozměnu. Pokud se tvarově liší, nastává heteromorfní rodozměna.

Nepohlavně se řasy rozmnožují sporami - aplanosporami (nepohyblivé) nebo zoosporami (pohyblivé) (př. u chaluhy). Vegetativní způsob rozmnožování řas spočívá

ve fragmentaci stélek.

## **VÝVOJ ŘAS**

Viz druhé téma - fylogeneze řas.

## **ROZDĚLENÍ ŘAS**

### **Z morfologického hlediska:**

7 oddělení:

1. ruduchy (Rhodophyta) = červené řasy
2. obrněnky (Dinophyta)
3. skrytěnky (Cryptophyta)
4. chloromonády (Chloromonadophyta)
5. hnědé řasy (Chromophyta)
6. krásnoočka (Euglenophyta)
7. zelené řasy (Chlorophyta)

### **Z fylogenetického hlediska**

### **Z morfologického hlediska:**

---

**1. RUDUCHY (Rhodophyta)** - mnoho i jednobuněčné řasy s trichální, heterotrichální nebo pletivnou stélkou bez bičíkatých stadií.

Barviva: chlorofyl-a, chlorofyl-d, beta-karoten, zeaxantin, modrý fykokyan a červený fykoerytrin. Podle zastoupení jednotlivých barviv jsou chromatofory červené až modrozelené. ( => červené řasy)

Zásobními látkami jsou především floxideový škrob a floxidosid. Buněčnou stěnu tvoří hlavně pektiny, z menší části celulóza.

Jednobuněčné ruduchy se rozmnožují dělením, vícebuněčné fragmentací stélky, tvorbou nepohyblivých nepohlavních výtrusů nebo pohlavně - splýváním nepohyblivých samčích spermacií a samičích karpogonů. U této skupiny existují oba typy rodozměny.

System:

třída **Rhodophyceae**

**I. podtřída** - zahrnuje druhy s jednobuněčnou nebo vláknitou, zpravidla mikroskopickou stélkou

**II. podtřída** - vyznačuje se druhy s mnohobuněčnou makroskopickou stélkou

Stélka je často výrazně polarizována a její bazální část je upevněna v podkladu rhizoidy, někdy je rozlišena v dlouhé hlavní vlákno a postranní větévky, jindy je vytvořen kauloid (připomíná stonek) a fyloidy (připomínající listy vyšších rostlin).

Životní prostředí ruduch:

Mořské druhy jsou schopny využívat i velmi malé intenzity světla a vyskytují se tedy i tam, kde se už zelené řasy a chaluhy neuživí. Sladkovodní ruduchy žijí v čistých hlavně tekoucích vodách. Jsou zelené, modré vyjimečně červené.

Ruduchy bývají často přirostlé na kamenech (někdy až v 10 cm vysoké vrstvě).

**2. OBRNĚNKY (Dinophyta)** - vyhynulé oddělení spadající přibližně do siluru (prvohory), vyznačovaly se cystami, které později zkameněly. (Díky nim o nich víme.)

### **3. SKRYTĚNKY (Cryptophyta)**

### **4. CHLOROMONÁDY (Chloromonadophyta)**

**5. HNĚDÉ ŘASY (Chromophyta)** - společným znakem všech druhů patřících do tohoto oddělení je hnědá barva chromatoforů.

Barviva: chlorofyl-a, -c, karoten, flukoxantin a další xantofyly.

Zásobní látky: polysacharidy, chryzolaminaran, laminaran a někdy i olej. Škrob se nevytváří.

Pokud jsou vytvořeny bičíky, je alespoň jeden pokryt bičíkovým vlášením.

Systém:

Hnědé řasy bývají členěny do šesti tříd, z nichž nejvýznamnější jsou zlativky, rozsivky, chaluhy a různobrvky.

I. třída - ZLATIVKY (Chrysophyceae) jsou řasy s jednobuněčnou, vzácně mnohobuněčnou vláknitou stélkou (nejčastěji monadoidní - chryzomonády). Vyživují se všemi způsoby (autotrofně, heterotrofně i mixotrofně), barviva, která obsahují jsou hlavně chlorofyl-a, -c, beta-karoten a fukoxantin. Zásobní látkou bývá polotekutý polysacharid chryzolaminaran.

Nejčastěji jsou zlativky jednobuněční bičíkovci s jedním až dvěma bičíky, někteří zástupci mají panožky, díky kterým mohou fagocytózou pohlcovat pevnou potravu (př. bakterie). Jiné druhy mají zkřemenělou buněčnou stěnu nebo vylučují kolem sebe schránku.

Rozmnožování je nejčastěji vegetativní (dělení) někdy pohlavní - izogamie. Nepříznivá období přežívají zlativky jako cysty.

Životní prostředí zlativek jsou hlavně sladké neznečištěné vody, kde tvoří součást jarního planktonu.

II. třída - ROZSIVKY (Bacillariophyceae) jsou jednobuněčné řasy obsahující chlorofyly-a, -c, fukoxantin, beta-karoten, diadinoxantin a diatoxantin. Zásobními látkami jsou chryzolaminaran, olej a volutin.

Pro rozsivky je charakteristická křemitá schránka složená ze dvou částí (dno a víko „krabíčky“), v níž je uložena buňka. Tato schránka během života neroste. Podle souměrnosti misek rozlišujeme rozsivky centrické s paprscitě souměrnými miskami a rozsivky penátní s dvoustranně souměrnými miskami. Ty bývají opatřeny švem, kterým proudící plazma zprostředkovává kontakt s povrchem substrátu. Tak se buňka pohybuje.

Rozmnožování rozsivek může být opět obojího typu. Při dělení se rozdělí protoplast na dva díly a na nově vzniklém se vytvoří jedna nová miska, vždy ta menší. Takto dochází ke stálému zmenšování buněk, vzniklých dělením. Pohlavní proces, v tomto případě oogamie probíhá takto: Zygota vyrůstá ve velkou nadmutou buňku (auxosporu), z níž pak vznikají vegetativní buňky původní velikosti. U penátních rozsivek probíhá izogamie nebo anizogamie.

Rozsivky se vyznačují značnou produkcí biomasy v mořských i sladkých vodách. Schránky odumřelých organismů tvoří sedimenty. Tyto sedimenty stmelené dohromady vytvářejí porézní horninu zvanou diatomit (křemelina). Používá se jako izolační materiál.

III. třída - CHALUHY (Phaeophyceae) jsou mořské řasy s mnohobuněčnou, většinou makroskopickou heterotrichální nebo pletivnou stélkou, dosahující někdy až délky několika metrů. V buňkách jsou nástěnné chromatofory hnědé barvy

obsahující: chlorofyl-a, -c, beta-karoten, fukoxantin a jiné xantofyly. Zásobními látkami jsou: polysacharid laminaran a alkoholický cukr manitol.

Pletivná stélka je vždy rozlišena na rhizoidy a pevně přichycena k podkladu, válcový nebo zploštělý kaluoid a fyloidy. Pletiva stélky bývají rozlišena morfologicky na pletivo asimilační (tvořeno buňkami s množstvím chromatoforů), na vnitřní pletivo stélky (podpůrná a zásobní funkce) a na pletivo dělivé. U některých chaluh se vyskytuje i pletivo vodivé, připomínající sítkovice vyšších rostlin. Ve stélkách bývá obsažen jód, který z nich můžeme získávat.

Rozmnožují se vegetativně nebo nepohlavními zoosporami, někdy také pohlavně (izogamicky, anizogamicky, oogamicky). Pro většinu chaluh je typické střídání sporofytu a gametofytu (heteromorfní rodozměna).

Životním prostředím chaluh je pobřeží moře, které pokrývají v souvislých pásech. Pro člověka jsou chaluchy významné, protože mají mnohé využití: krmiva, hnojiva, některé jsou jedlé, používají se i k výrobě mnoha chemických látek (potaš, soda, jód, alginové kyseliny a jejich soli).

**6. KRÁSNOOČKA (Euglenophyta)** - jednobuněční bičíkovci s jedním nebo dvěma bičíky vyrůstajícími v blízkosti lahvicovité nádržky (vchlípeniny) na předním konci buňky. V blízkosti nádržky je obvykle také stigma a soustava pulsujících vakuol, které se vyprazdňují do lahvicovité nádržky. Chloroplasty krásnooček obsahují chlorofyl-a, chlorofyl-b, beta-karoten a různé xantofyly; často obsahují pyrenoid. Zásobní látkou je paramylon, uložený v plazmě v podobě oválných zrn. Na povrchu krásnooček je pelikula. Je to poměrně složitě stavěný ohebný nebo dosti tuhý periplast, pod nímž jsou umístěna drobná tělíska produkující sliz. Slizotvorná tělíska ústí do vnějšího prostředí, produkují sliz a vytvářejí slizový obal kolem buněk, které se dočasně nepohybují. Tak vznikají nepohyblivé slizové kolonie buněk. Také kulovité nepohyblivé cysty jsou obaleny tlustou vrstvou pevného slizu. Ve slizových koloniích a cystách přečkávají krásnoočka nepříznivé období a také se ve slizu často rozmnožují.

Rozmnožování krásnooček se děje podélným dělením buněk. Jádro krásnooček je kulovité a v klidovém stavu obsahuje kondenzované chromozómy, čímž se liší od jader jiných řas. Způsob výživy krásnooček není jednotný. Krásnoočka s plastidy mají schopnost fyotosyntetické asimilace. Apoplastická krásnoočka (bez plastidů) jsou heterotrofní a živí se organickými látkami v podobě roztoků, ale i pevnou potravou. Některá jsou přizpůsobena k parazitickému životu v trávicím ústrojí živočichů.

I. třída - **Euglenophyceae** - žijí převážně ve sladkých vodách, často silně znečištěných. Jsou složkou fytoplanktonu, tvoří zelené povlaky na dnech nádrží nebo tenké blanky na hladině kaluží.

**7. ZELENÉ ŘASY (Chlorophyta)** - v přírodě hojně rozšířené a ze všech řas druhově nejbohatší. Jsou významné i z fylogenetického hlediska, neboť stojí na počátku vývojové linie zelených rostlin. Jednotlivé třídy zelených řas se navzájem liší stavbou stélky a způsobem rozmnožování, avšak řadu znaků mají společných. Jsou to tyto znaky:

1. Fotosyntetická barviva tvoří chlorofyl a, chlorofyl b, beta-karoten a různé xantofyly. Kombinace barviv je podobná jako u vyšších rostlin.
2. Chloroplasty mají většinou pyrenoid. Také červené stigma, které se

vyskytuje u bičíkoviců a zoospor, je vždy součástí chloroplastu.

3. Zásobní látkou je hlavně škrob.
4. Bičíky pohyblivých buněk jsou stejně dlouhé, na povrchu zpravidla hladké.
5. Buněčná stěna zelených řas bývá vícevrstevná, celulózní.

Podle stavby stélky a způsobu rozmnožování se obvykle rozlišuje pět tříd, z nichž jsou nejvýznamnější zelenivky, spájivky, trubicovky a parožnatky.

I. třída - ZELENIVKY (Chlorophyceae) jsou řasy s jednobuněčnou (monádoidní, kapsální, kokální) stélkou nebo stélkou mnohobuněčnou (vláknitou, heterotrichální, pletivnou). Na povrchu buněk je buď periplast, nebo pevná celulózní buněčná stěna. Žijí jednotlivě, v koloniích nebo v cenobiích. Kolonie je soubor buněk držících pohromadě většinou slizovými obaly a patřících jedné nebo několika generacím. Cenobia jsou složitější buněčné soubory. Jsou vždy pravidelně uspořádané a všechny buňky patří k jedné generaci.

Zelenivky se rozmnožují dělením buněk (jednotlivě žijící bičíkovci) nebo tvorbou nepohlavních výtrusů - pohyblivých zoospor nebo nepohyblivých aplanospor, anebo vegetativně - fragmentací vláken. Pohlavní rozmnožování je izogamické, anizogamické nebo oogamické. Nepříznivé podmínky přečkávají v podobě tlustostěnných nepohyblivých buněk - akinet.

Podle charakteru stélky se zelenivky dělí do čtyř řádů:

1. Válečovitě (Volvocales) - sem patří bičíkovci žijící jednotlivě nebo v cenobiích, která vykazují nejvyšší dokonalost v uspořádání. Buňky jsou na obvodu cenobia a ponořeny do slizu tak, že ven z cenobia vyčnívají jen dvojice bičíků. Vnitřek cenobia je naplněn slizem.

2. Tetrasporales - sem patří zelenivky na přechodu mezi bičíkovci a kokálními zelenivkami.

3. Zelenivkovité (Chlorococcales) - kokální řasy. Bývají dominující složkou mikroflóry ve sladkých vodách i v půdě. Tvoří vegetační zákaly ve stojatých a pomalu tekoucích vodách.

4. Ulotrichales - řád zahrnuje zelenivky s vláknitou nebo pletivnou stélkou. Vlákniťá stélka je buď jednoduchá, nebo rozvětvená, někdy tvarově i funkčně rozlišená.

II. třída - SPÁJIVKY (Conjugatophyceae) - jednobuněčné nebo vláknité zelené řasy s celulózní buněčnou stěnou, které se pohlavně rozmnožují zygosporami, vznikajícími pohlavním procesem - spájením (konjugací - při níž jako gamety vystupují celé protoplasty). Ke spájení gamet dochází buď v kopulačním kanálku, nebo ve slizovém obalu. Nepohlavně se spájivky rozmnožují dělením buněk; u vláknitých druhů dochází při dělení buněk k růstu vláken.

Podle stavby stélky a buněčné stěny se spájivky dělí do dvou řádů:

1. Jařmatkovité (Zygnematales) - rody s nevětvenou vláknitou stélkou se stejnocennými buňkami. Na povrchu buněčné stěny je vrstva slizu. Jařmatkovité řasy se nepohlavně rozmnožují fragmentací stélek, ke spájení dochází v letních měsících.

2. Dvojčatkovité řasy (Desmidiiales) - jednobuněčné řasy se souměrnými buňkami, jež jsou výrazným zářezem rozděleny na dvě stejné poloviny. Nepohlavně

se rozmnožují dělením, a to tak, že po rozdělení jádra se obě poloviny buňky rozestoupí a každé z nich doroste chybějící část.

Spájkivky žijí jen ve sladkých vodách.

III. třída - TRUBICOVKY (*Bryopsidophyceae*) - tvoří skupinu značně

různorodých řas se sifonokladální nebo sifonální stélkou. Pro většinu zástupců je charakteristická izomorfní nebo heteromorfní rodozměna. Trubicovky žijí převážně v moři, ale někteří zástupci i ve sladkých vodách. Trubicovky se rozpadají na několik řádů.

1. Cladophorales - rostou převážně ve sladkých vodách, mají sifonokladální stélku složenou z mnohojaderných buněk s příčnými přehrádkami (patří sem žabí vlas).

2. Dasycladales - řasy se vzpřímenou jednobuněčnou osou, na vrcholu s přeslenem postranních, do plochy rozložených větévek. Osa přirůstá k podkladu bazální částí buňky, která je rozlišena v rhizoidy. Stélky bývají inkrustovány uhličitanem vápenatým.

3. Caulerpales - řasy tvořené systémem specializovaných sifonálních vláken. Vlákna jsou mnohojaderná, bez příčných přehrádek, většinou rozlišena na rhizoidy a hlavní a boční vlákna. Někdy tvoří hlavní vlákno hustou spleť, v níž lze rozlišit korkovou a dřevnou vrstvu.

IV. třída - PAROŽNATKY (*Charophyceae*) - rostliny, jejichž pletivná stélka dosahuje výšky až do 90 cm. Je tvořena lodyžkou, rozlišenou v dlouhé buňky připomínající stonkové články vyšších rostlin a v krátké buňky připomínající uzliny, z nichž vyrůstají přesleny postranních větví. V zemi je stélka upevněna rhizoidy. Svým tvarem parožnatky poněkud připomínají přesličky.

Nepohlavně se rozmnožují fragmentací stélky, pohlavně oogamicky. Rostou ve sladkých nebo brakických vodách, někdy ve slaných vnitrozemských vodách. Bývají inkrustovány uhličitanem vápenatým.

### **Rozdělení z fylogenetického hlediska**

---

Řasy jsou vývojovými předchůdci všech rostlin. Prapůvodně vznikly prokaryotické rostliny - sinice a prochlorofyty. Z nich se později vyvinuly tzv. tři vývojové větve, dělené podle barvy (barviv):

- hnědá vývojová větev (chlorofyl-a, -c)
- červená vývojová větev (chlorofyl-a, -d)
- zelená vývojová větev (chlorofyl-a, -b)

Hnědá a červená vývojová větev nevedla dále (stagnovala na nižších rostlinách - červená na ruduchách, hnědá na chaluhách), ale zelená vývojová větev se rozvinula a dala vzniknout dnešním vyšším rostlinám.

### **PROCHLOROFYTY = PROCHLOROPHYTA**

Z této skupiny byl popsán jen jeden druh, který obsahuje chlorofyl-a, -b, tedy stejnou kombinaci jako dnešní zelené řasy a i vyšší rostliny. Tato skupina je proto považována za přímého vývojového předchůdce vyšších rostlin.

## **SINICE = CYANOBACTERIA**

Jsou autotrofní, fotolitotrofní prokaryotické organismy, obsahující chlorofyl. Při fotosyntéze využívají vodu jako donor elektronů a při tomto procesu je uvolňován kyslík. Některé sinice jsou schopny při fotosyntéze fixovat molekulový dusík.

Stavba:

Buňky sinic jsou ve srovnání s ostatními prokaryotickými organismy podstatně větší. Již optickým mikroskopem je možné v buňce odlišit centrální oblast (centroplazma, nukleoplazma), jež je bohatá především na nukleové kyseliny, a periferní oblast (chromatoplazma), která obsahuje fotosynteticky aktivní pigmenty (chlorofyl-a). Vedle těchto fotosyntetických pigmentů obsahují i další pigmenty, které dávají sinicím červené, hnědé, hnědopurpurové až černé zbarvení (beta-karoten, fykoerytrin, fykocyanin).

Na vnější stranu cytoplazmatické membrány přiléhá buněčná stěna se čtyřmi vrstvami. Stěna obsahuje především peptidoglykan. Vnější část stěny je obvykle obklopena polysacharidovým slizem, který umožňuje vytváření agregátů jednobuněčných sinic.

Základní morfologická struktura sinic je jednobuněčná, buňky jsou obvykle kulaté nebo tyčinkovité.

Rozmnožování se děje příčným dělením.

Sinice mohou vytvářet mnohobuněčné agregáty spojené slizem. Vlákno je tvořené ze samostatných buněk. Prodlužování vlákna je možné příčným dělením buněk v jedné rovině. Vlákno se může rozpadat na úlomky, které se nazývají hormogonie a slouží k rozmnožování. U některých sinic, vlákna obsahují zvláštní oválné buňky heterocysty, které jsou schopny poutat molekulový dusík. Protože heterocysty neobsahují všechny fotosyntetické pigmenty, nemohou asimilovat CO<sub>2</sub>. V blízkosti heterocyst se často nacházejí větší buňky nazývané akinety, které mají funkci spóry.

Charakteristickým znakem většiny vláknitých sinic je plazivý pohyb, který se dává do souvislosti s vylučováním slizu do okolí buněk. Tento materiál zčásti zanechávají sinice jako "stopu" po předcházejícím pohybu. Sinice se pohybují jak na světle (fototaxe), tak i ve tmě. Potom tento pohyb souvisí s dýcháním, protože je blokován inhibitory dýchání. Předpokládá se, že na pohyb buňka spotřebuje až 5% energie, kterou získá dýcháním. Rychlost pohybu je až 11 mikrometrů za sekundu. Zvýšením teploty je možné také pohyb zrychlit.

Některé sinice jsou však nepohyblivé.

Sinice se vyskytují jak ve sladkých vodách, tak i ve vodách mořských. Výskyt byl prokázán i v hyperslaném prostředí (např. v Mrtvém moři se vyskytují pouze dva druhy sinic a asi osm druhů bakterií).

Některé sinice ve vodách plavou a za chladného počasí se vznášejí při hladině rybníků a jezer (volení Květ). Tato schopnost je dávana do souvislosti s přítomností plynových vakuol v buňce.

Sinice žijí hojně i v půdě. Mnohé z nich vystupují jako symbiotický partner. Známé jsou symbiotické sinice v lišejnících, řasách nebo mechu.

Některé druhy sinic produkují toxiny, které mohou být příčinou uhynutí dobytka, který se napil vody obsahující tyto druhy sinic.