

UNIVERZITA PAVLA JOZEFA ŠAFÁRIKA V KOŠICIACH

BIOLOGIA KRYPTOGRAMOV

Praktické cvičenia

Michal Goga, Marko S. Sabovljević
Martin Bačkor, Dajana Kecsey
Deepti Routray



Prírodovedecká fakulta

Košice 2025
Vydavateľstvo ŠafárikPress

UNIVERZITA PAVLA JOZEFA ŠAFÁRIKA V KOŠICIACH

PRÍRODOVEDECKÁ FAKULTA

ÚSTAV BIOLOGICKÝCH A EKOLOGICKÝCH VIED

KATEDRA BIOLÓGIE RASTLÍN



BIOLÓGIA KRYPTOGRAMOV

(praktické cvičenia)

Michal Goga, Marko S. Sabovljević, Martin Bačkor,
Dajana Kecsey, Deepti Routray

2025

Publikácia bola vypracovaná v rámci riešenia projektu KEGA č. 009UPJŠ-4/2023.

BIOLÓGIA KRYPTOGRAMOV (praktické cvičenia)

Skriptum

Autori:

doc. RNDr. Michal Goga, PhD.

prof. Dr. rer. nat. Marko Sabovljević, PhD.

prof. RNDr. Martin Bačkor, DrSc.

RNDr. Dajana Kecsey, PhD.

RNDr. Deepti Routray, PhD.

Katedra biológie rastlín, Prírodovedecká fakulta, *Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach*

Recenzenti:

doc. RNDr. Svetlana Gáperová, PhD.

Fakulta prírodných vied, Univerzita Mateja Bela

doc. Ing. Jana Maková, PhD.

Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Tento text je publikovaný pod licenciou Creative Commons 4.0 - CC BY NC ND (Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International)



Za odbornú a jazykovú stránku tohto textu zodpovedajú autori. Rukopis neprešiel redakčnou ani jazykovou úpravou.

Dostupné od: 15.12.2025

Umiestnenie: www.unibook.upjs.sk

DOI: <https://doi.org/10.33542/BOC-0472-9>

ISBN 978-80-574-0472-9 (e-publikácia)

Predhovor

Vitajte na praktických cvičeniach z biológie kryptogamov, ktoré vás uvedú do fascinujúcej rozmanitosti a systematiky nižších rastlín. Tieto praktické cvičenia sú navrhnuté tak, aby poskytli najzaujímavejšiu cestu k štúdiu kryptogamov, umožňujúc študentom získať praktické poznatky zapojením sa do experimentov, ktorých cieľom sú pozorovania, analýzy a identifikácie vybraných druhov.

Začneme základmi mikroskopovania, kde nadobudnete nevyhnutné zručnosti v pochopení komponentov a správneho používania mikroskopu, čo je základný nástroj v botanických štúdiách.

Ďalej sa dostaneme k štúdiu siníc (cyanobaktérií), fotosyntetizujúcich prokaryotov, ktoré sú životné dôležité pre ekosystémy Zeme, a k červeným riasam (Rhodophyta), známym svojím špecifickým pigmentovaním a ekologickým významom. Manuál následne skúma rôznorodú skupinu Heterokontophyta, vrátane rozsievok a hnedých rias, a potom sa zameriava na zelené riasy (Chlorophyta), ktoré sú evolučne blízke suchozemským rastlinám.

V ďalších kapitolách budeme skúmať huby z oddelení Myxomycota, Oomycota a Zygomycota, so zameraním na ich jedinečné životné cykly a ekologický význam. Štúdium húb pokračuje skupinami Ascomycota a Basidiomycota, kde budete sledovať ich rozmnožovacie štruktúry, životné cykly a význam v ekosystémoch. Ďalšou skupinou kryptogamov, ktoré môžete nájsť v pracovnom zošite sú lišajníky, symbiotické organizmy, ktoré zohrávajú dôležitú úlohu v rastlinných spoločenstvách, napríklad ako bioindikátory či ako zdroj bioaktívnych látok.

Napokon sa pracovný zošit končí kapitolou o machorastoch (Bryophyta), kde sa zameriavame na tieto necievnaté rastliny, konkrétne triedy (machy a pečeňovky), s dôrazom na ich úlohu v regulácii vody a ekologickej rovnováhe.

Tento pracovný zošit poskytuje podrobne, krok za krokom vedené inštrukcie, podporené ilustráciami a vysvetleniami, aby vám pomohli pochopiť štruktúralne a funkčné vlastnosti nižších rastlín. Absolvovaním týchto cvičení získate základné porozumenie rozmanitosti a komplexnosti týchto organizmov, čo vás pripraví na pokročilejšie štúdium biológie rastlín so zameraním na kryptogamy (nižšie rastliny).

Biológia kryptogamov (praktické cvičenia) podporuje zvedavosť a vedecký prístup k objavovaniu zložitého sveta nižších rastlín a mikroorganizmov a usiluje sa o prehĺbenie vášho záujmu o štúdium ich úlohy v prírode.

Pod'akovanie:

Radi by sme vyjadrili pod'akovanie našim doktorandom, Mgr. Martine Gavurovej, Mgr. Anastasii Tomliak a Mgr. Richardovi Frenákovi, ktorých prínos významné obohatil tento pracovný zošit. Ich odborné postrehy, iniciatíva a kolegiálny prístup boli kľúčové pri tvorbe obsahu a zvýšení jeho kvality.

Zároveň vyslovujeme srdečne pod'akovanie kolegom z Katedry biológie rastlín na Ústave biologických a ekologických vied za ich podporu, poskytnuté materiálne a technické zázemie a neustále povzbudenie. Podnetné akademické prostredie a dôraz na excelentnosť zohrali dôležitú úlohu pri realizácii tohto spoločného diela.

Tento pracovný zošit je výsledkom kolektívneho úsilia, a preto si vysoko vážime odhodlanie, odbornú prácu a nasadenie všetkých, ktorí sa na jej vzniku podieľali. Ďakujeme, že ste prispeli k jej úspechu.

autori

Obsah:

A.	Organizácia cvičení	7
1.	Úvod do štúdia kryptogamov	9
	Úloha č. 1: Terénny prieskum kryptogamov v botanickej záhrade vrátane skleníkov so zameraním na oblasti ich využitia (ekologický, biologický, estetický, kultúrny, farmaceutický význam)	9
2.	ZÁKLADY MIKROSKOPOVANIA	17
3.	CYANOPHYTA (sinice)	18
	Úloha č. 1: Sledovanie heterocytov a akinét vo vybraných vzorkách siníc	18
	Úloha č. 2: Prítomnosť asimilačných pigmentov u siníc	21
	Úloha č. 3: Preparáty s popisom	23
	Úloha 4: Pozorovanie trvalých preparátov vybraných druhov siníc pomocou stereomikroskopu. Pozorujeme nasledujúce druhy	24
4.	RHODOPHYTA (červené riasy)	25
	Úloha 2: Pozorovanie trvalých preparátov vybraných druhov červených rias pomocou stereo mikroskopu. Pozorujeme tieto druhy	27
	Úloha 3: Pozorovanie trvalých preparátov vybraných druhov červených rias pomocou mikroskopu. Pozorujeme tieto druhy	29
5.	Heterokontophyta triedy: a. jednobunkové (Bacillariophyceae-rozsievky), b. mnohobunkové riasy (Phaeophyceae-hnedé riasy), (Xanthophyceae- žltozelené riasy)	30
	Úloha 1: Pozorovanie trvalých preparátov zástupcov triedy Bacillariophyceae- rozsievky	30
		31
		31
	Úloha 2: Pozorovanie trvalého preparátu riasy z triedy Phaeophyceae (hnedé riasy)	31
	Úloha 3: Pozorovanie herbárových položiek vybraných druhov hnedých rias pomocou stereo mikroskopu. Pozorujeme 3 a 2 druhy:	32
	Úloha 4: Pozorovanie preparátov rias z triedy Xanthophyceae (žltozelené riasy) - <i>Tribonema</i> sp....	33
6.	CHLOROPHYTA (zelené riasy)	34
	Úloha 1: Riasy ako bioindikačný test	34
	Úloha 2: Pozorovanie rozličných tvarov chloroplastov odd. Chlorophyta	37
	Úloha 3: Pozorovanie trvalých preparátov a herbárových položiek	37
7.	Oddelenie MYXOMYCOTA, OOMYCOTA, ZYGOMYCOTA	39
	Úloha č. 1: Pozorujte trvalé preparáty z oddelenia Myxomycota. Nakreslite a opíšte plodnicu týchto druhov vrátane nasledujúcich štruktúr: (hypotalus, spóry, kapilícium)	40
	Úloha č. 2: Slizovky sa využívajú ako modelové organizmy. Prečo?	40
	Úloha č. 3: Pozorujte, nakreslite a opíšte trvalé preparáty z oddelenia Oomycota (konídiá, infikované pletivá, sporangium v rôznych pletivách hostiteľa)	41
8.	Oddelenie ASCOMYCOTA	42
	Úloha č. 1: Pripravte natívny preparát z kultúry <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , pozorujte a popíšte deliace sa bunky	43

Úloha č. 2: Pozorujte trvalé preparáty <i>Penicillium</i> , modrej plesne a list broskyne napadnutej <i>Taphrina deformans</i> , a opíšte konídiá a konidióforu.....	43
Úloha č. 3: Pozorujte trvalé preparáty.....	44
9. Oddelenie BASIDIOMYCOTA.....	46
Úloha č. 1: Pozorujte trvalé preparáty z triedy Hymenomycetes, určte typ hyménia a nakreslite jeho časti (bazídiá, cystídiá, spóry).....	47
Úloha č. 2: Na základe trvalých preparátov pozorujte a nakreslite telium (čierna hrdza na pšenici).48	
Úloha č. 3: Pozorujte trvalý preparát z triedy Urediniomycetes (<i>Gymnosporangium sabinae</i>) a nakreslite aecidiá a pyknidiá.....	48
Úloha č. 5: Vyberte si 4 modely húb (2 jedlé a 2 nejedlé), zakreslite a popíšte ich anatomickú stavbu.	49
10. LICHENES (lišajníky).....	50
Úloha č. 1: Pozorovanie stielok z anatomického a morfológického hľadiska	51
Úloha č. 2: Rekryštalizácia sekundárnych metabolitov lišajníkov.....	52
Úloha č. 3: Rozdelenie sekundárnych metabolitov pomocou TLC platničky vo vyvíjacej komôrke 53	
11. Oddelenie BRYOPHYTA.....	55
Úloha č. 1: Pripravte si natívny preparát zo zástupcov oddelenia Marchantiophyta- <i>Marchantia polymorpha</i> . V preparáte nájdite a zakreslite nasledovné bunkové štruktúry: vzduchové komôrky, vzduchové póry, epiderma, chlorenchým, parenchým, vakuoly.....	56
Úloha č. 2: Na základe teórie si zakreslite a popíšte 1 zástupcu machov, ktorý tvorí pleurokarp a 1 zástupcu, ktorý tvorí akrokarp	57
Úloha č. 3: Z pečeňovky <i>Marchantia polymorpha</i> pozorujte gemmae a urobte si z neho preparát. Preparát si zakreslite, nájdite a popíšte olejové telieska.....	57
Úloha č. 4: Popíšte nasledujúci obrázok.	58
Úloha č. 5: Pripravte si preparát z rašeliníka (<i>Sphagnum sp.</i>) a pozorujte hyalocyty/chlorocyty	58

A. Organizácia cvičení

V praktikárni študenti pracujú samostatne a úlohy plnia v poradí určenom cvičiacim .

Študent je povinný :

1. Prísť na cvičenie načas a ostať v učebni, kým nebudú splnené všetky pridelené úlohy a cvičiaci neprekontroluje pracovný zošit.
2. Študent je povinný vopred si osvojiť princípy a postupy, ktoré budú počas cvičenia vykonávané.
3. Každú neúčast' na cvičení je potrebné ospravedlniť. Každú zameškanú úlohu je nutné nahradiť. Termín náhradného cvičenia bude určený po vzájomnej dohode s cvičiacim.
4. Študenti sú povinní udržiavať poriadok na svojich pracoviskách. Po ukončení cvičenia musia očistiť sklo, upratať rastlinný materiál a vrátiť stôl do pôvodného stavu.
5. Opustiť učebňu je možné iba so súhlasom cvičiaceho.

Všeobecne pravidlá bezpečnosti pri práci:

Pred začiatkom práce v botanickej praktikárni sa študent musí oboznámiť so základnými pravidlami práce s chemikáliami, elektrickými zariadeniami a musí pochopiť princípy, funkcie a obsluhu používaných prístrojov.

Z uvedených pravidiel kladieme dôraz najmä na tieto zásady

1. V laboratóriu je zakázané jesť, piť a fajčiť. Laboratórne náradie, nádoby a zariadenia sa nesmú používať na konzumáciu jedla, pitia ani na skladovanie potravín.
2. Počas práce sa môžu používať iba chemikálie s jasným označením a nepoškodené laboratórne pomôcky.
3. Pri manipulácii so sklom (napr. podložné sklíčka a krycie sklíčka) sa chráňte pred porezaním. Zvyšky rozbitého skla sa majú odstrániť z pracovného stola metličkou (nie rukou) a uložiť do nádoby s pevným dnom.
4. Alkoholové horáky nesmú zostať bez dozoru počas horenia.
5. Korozívne látky a toxíny sa nesmú nasávať ústami; vždy sa musia používať bezpečnostné pipety.
6. Pri práci s horľavými a výbušnými látkami je potrebné byť opatrný a najprv informovať ostatných pracovníkov. Dávajte pozor na otvorený oheň!
7. Rozliate kyseliny treba okamžite zaliať vodou, neutralizovať práškovou sódou a opäť prepláchnuť vodou.
8. Študenti nesmú zasahovať do elektrických častí zariadení pod napätím, používať alebo opravovať poškodené a nefunkčné elektrické zariadenia.
9. Študenti sú povinní používať zariadenia v súlade s návodom výrobcu a pokynmi cvičiaceho.
10. Pred začiatkom práce s náradím, prístrojmi alebo strojmi si študenti musia overiť, či nie sú poškodené, mokré alebo inak poškodené. Všetky poruchy, poškodenia alebo nesprávne fungovanie je potrebné okamžite nahlásiť.
11. V prípade požiaru musí byť hasiaci prístroj ľahko dostupný. Elektrické zariadenia pod napätím sa nesmú hasiť vodou, vodnými alebo penovými hasiacimi prístrojmi.
12. Spotrebný materiál, chemikálie, energiu a zariadenia treba používať šetrne a zodpovedne.

Základné princípy poskytovania prvej pomoci:

V prípade úrazov sa v triede poskytuje iba prvá pomoc. Pri vážnejších poraneniach je okrem nevyhnutnej starostlivosti dôležité zabezpečiť, aby zranená osoba dostala odbornú lekársku pomoc. Každý úraz musí byť nahlásený vedúcemu cvičenia.

Základné princípy podania prvej pomoci:

a) Mechanické poranenia (rezné, trhacie a prepichnuté rany):

- Zvyčajne spôsobené nepozornosťou pri manipulácii so sklom alebo pracovnými nástrojmi (skalpel, preparovacia ihla).
- Menšie poranenia a odreniny sa ošetrujú priamo v laboratóriu (očistite oblasť okolo rany roztokom peroxidu vodíka 1,5–3 %).
- Pri väčších poraneniach prekryte ranu sterilným obvazom a vyhľadajte lekársku pomoc.

b) Otrava vdýchnutím:

- Zabráňte vniknutiu škodlivej látky do tela; postihnutú osobu vyveďte z miestnosti a opatrne odstráňte odev (ktorý môže obsahovať toxické látky).
- Zaisťte základné životné funkcie, v prípade potreby vykonajte umelé dýchanie.
- Ponúknite teplý čaj alebo kávu.

c) Otrava z požitia:

- Rýchlo odstráňte toxín z tela, vyvolajte vracanie vypitím približne 1,5 litra vlažnej vody, podajte rozdrvené aktívne uhlie ako antidotum.

d) Podráždenie kože žieravou látkou

- Postihnuté miesto okamžite oplachujte prúdom vody po dobu 5–10 minút.
- Použite neutralizačný roztok a aplikujte sterilný obväz.

e) Podráždenie oka žieravou látkou:

- Oko okamžite vyplachujte prúdom vody, použite borovú vodu a oko opäť vypláchnite.
- Okamžite to nahláste vedúcemu cvičenia.

f) Poranenia spôsobené elektrickým prúdom:

- Postihnutú osobu odstráňte z dosahu elektrického prúdu vypnutím hlavného vypínača pri vstupe do učebne.
- Postihnutú osobu premiestnite alebo potiahnite suchým predmetom.
- Ihneď začnite s umelým dýchaním.
- **Dôležité telefónne čísla**

Hasiči: 150

Záchranná zdravotná služba: 155

Polícia: 158

Núdzové volanie (SOS): 112

1. Úvod do štúdia kryptogamov

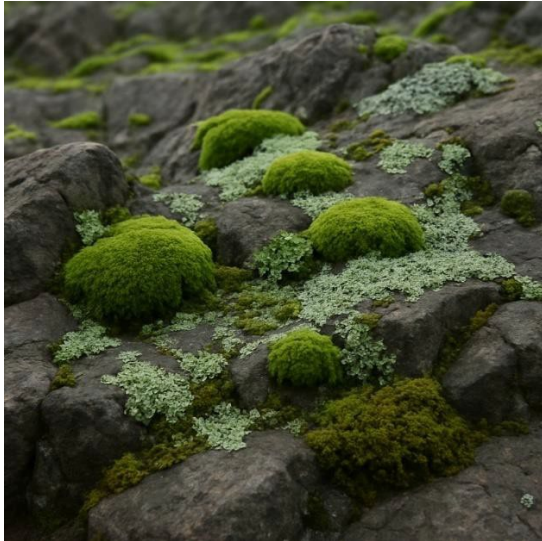
Úloha č. 1: Terénny prieskum kryptogamov v botanickej záhrade vrátane skleníkov so zameraním na oblasti ich využitia (ekologický, biologický, estetický, kultúrny, farmaceutický význam)

Nemecký botanik August Wilhelm Eichler v roku 1883 zaviedol fylogenetický systém klasifikácie rastlinnej ríše, kde ju rozdelil na dve základné podríše, a to **kryptogamy** a **fanerogamy**. Samozrejme, tieto názvy sa už dnes používajú len zriedkavo, no v tomto pracovnom zošite budeme pre jednoduchosť tieto termíny používať, aby sme nemuseli jednotlivo menovať všetky skupiny.

Kryptogamy (z gréckeho kryptos= skrytý, gamos= manželstvo) predstavujú rôznorodú skupinu ríše rastlín a organizmov im podobných, kde je ich hlavnou charakteristikou rozmnožovanie spórami a nie semenami. Z toho vyplýva, že ich rozmnožovacie orgány nie sú viditeľné, na rozdiel od vyšších rastlín tvoriacich semená. Synonymom ku kryptogamom môže byť aj „nižšie rastliny“. Naopak fanerogamy sú rastliny evolučne vyspelejšie a rozmnožujú sa semenami. Na rozdiel od kryptogamov tvoria rozmnožovacie orgány a teda kvety v ktorých sa následne tvoria semená ako súčasť reprodukčného cyklu. Kryptogamy môžeme rozdeliť do týchto hlavných skupín: sinice (cyanobacteria), riasy, machorasty, huby, kde patria aj lichenizované huby, paprade, plavúne a prasličky. Jednou z kľúčových charakteristík kryptogamov je absencia kutikuly, voskovej vrstvy, ktorá poskytuje vyšším rastlinám ochranu a zadržiavanie vody. Absencia kutikuly pri kryptogamoch ich robí vynikajúcimi organizmami na biomonitring životného prostredia z dôvodu ich náchylnosti na jeho zmeny. Taktiež neschopnosť udržať vodu a vlhkosť ich robí vhodnými kandidátmi pre život vo vlhkom a mokrom prostredí. Nakoľko nemajú vyvinutý systém vodivých elementov (výnimkou sú machorasty, kde je už vyvinutý primitívny systém vodivých elementov) a koreňovú sústavu, tak práve absencia kutikuly im umožňuje priamo vstrebať vodu a živiny celým povrchom stielky. Vďaka tejto vlastnosti je možné monitorovať ako na tieto organizmy vplýva teplota, vlhkosť či znečistenie.

Všetky tieto organizmy boli dlhé roky prehliadané a verejnosť im nevenovala náležitú pozornosť. Dôvodom bola častokrát ich zanedbateľná veľkosť, či neznámy praktický význam. Dnes už ale vieme, že práve kryptogamy predstavujú **primárnych producentov** vodných a suchozemských ekosystémov. Patria sem autotrofné organizmy, ktoré dokážu vytvárať organickú hmotu z anorganickej. Okrem nich sem môžu patriť aj baktérie či archeóny, ktoré produkujú biomasu, napríklad chemickou cestou a to oxidáciou organických zlúčenín.

Ďalším dôležitým faktom je, že okrem primárnych producentov, kryptogamy sú aj **pionierske organizmy**. To znamená, že hrajú dôležitú úlohu pri primárnej sukcesii (najmä teda sinice, riasy, lišajníky a machorasty). Tento proces je nevyhnutný a dôležitý pri budovaní nových ekosystémov. Spočiatku hovoríme o mikroekosystémoch, kedy vzťahy medzi biotickými a abiotickými faktormi v súvislosti s mikroorganizmami, ktoré sú toho súčasťou, sa odohrávajú v malej obmedzenej oblasti. V princípe funguje podobne ako riadny ekosystém, len je ohraničený.



Obr.1 Zdroj: [ChatGPT]



Obr.2 Zdroj: Goga original

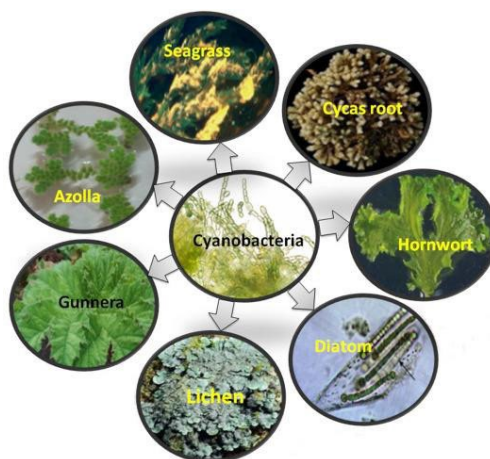
Pre lepšie pochopenie by sme mohli ako príklad uviesť hnijúci kmeň v lese, kvapku zo stojaceho jazierka na podložnom sklíčku pod mikroskopom, spoločenstvo machorastov na skale či samotný lišajník rastúci na konári alebo inom podklade. Štúdium týchto mikroekosystémov umožňuje študovať ekologické interakcie v „kontrolovanom prostredí“ a prispieva k lepšiemu pochopeniu lokálnej biodiverzity, mikrobiálnej ekológie či adaptačných stratégií.



Obr.3 Význam ekosystému

Kryptogamy predstavujú taktiež dôležitú úlohu pri stabilizácii pôdy, kde vytvárajú pôdnu krustu a viažu tak malé častice pôdy hubovými mycéliami a vláknami voľne žijúcich rias. Týmto spôsobom chránia pôdu pred eróziou, spôsobenou napríklad vetrom či vodou. Prispievajú ta k zlepšeniu štruktúry pôdy a zvyšujú ňou zadržiavanie vody čo taktiež prispieva k správne mu kolobehu živín pôsobením fixácie dusíka. Tieto vlastnosti kryptogamov sú obzvlášť dôležité v arídnych oblastiach, kde zlepšujú pôdne podmienky a podporu rastu vyšších rastlín.

Symbiotické vzťahy kryptogamov hrajú kľúčovú úlohu vo viacerých smeroch. Takmer všetky kryptogamy sú v tomto vzťahu. Keď si len vezmeme vyššie rastliny, tak približne 90 % všetkých suchozemských rastlín je v symbióze s mykorrhíznymi hubami. Ako ďalší príklad môžeme uviesť sinice, ktoré sú taktiež v symbióze hubami a tvoria lišajníky. Vo vodnom prostredí sú symbiózy rias s inými organizmami úplne bežné a koralové útesy sú vhodným príkladom takéhoto mutualistického vzťahu. Riasy žijúce v koralových útesoch zabezpečujú fotosyntézu, aby produkovali kyslík a organické látky, ktoré vyživujú koral. Koral poskytuje riasam oxid uhličitý a útočisko pred predátormi. Táto symbióza je dôležitá pre rast a kalcifikáciu koralových útesov, čím sa taktiež podporuje biodiverzita týchto unikátnych ekosystémov. Ďalším príkladom je symbióza medzi sinicami a machorastami. Práve sinice dokážu fixovať atmosférický dusík z oblastí chudobných na živiny a týmto umožňujú machorastom osídľovať aj stanovištia, kde by žiadna iná rastlina nedokázala prežiť. Sinice menia atmosférický dusík na formy, ktoré sú využiteľné pre machy, a tie im zas poskytujú dostatočnú vlhkosť, stabilné prostredie. Ďalším príkladom sú samostatné lišajníky. Tie sú zložené z najmenej 2 partnerov- fotobionta a mykobionta. Fotobiont zabezpečuje produkciu organických látok pomocou fotosyntézy pre svojho partnera mykobionta a ten na druhej strane zabezpečuje prísun vody a anorganických látok. Tento vzťah je nesmierne dôležitý pre oboch partnerov a aj keď sú otázky ohľadom prospešnosti symbiózy u lišajníkov častokrát protichodné, ide o príklad mutualistickej symbiózy.



Obr.4 Príklady symbiózy

Zdroj: prevzaté a upravené z <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780443132315000040>

Vďaka svojej citlivosti na zmeny stavu ovzdušia, vody a pôdy patria kryptogamy k vynikajúcim indikátorom životného prostredia. Najčastejšie sa ako bioindikátory životného prostredia využívajú lišajníky a machorasty, nakoľko nemajú ochrannú vrstvu akou je kutikula, nemajú vyvinutý koreňový systém, absorpcia vlhkosti a živín prebieha priamo z prostredia prostredníctvom celej stielky. Práve vďaka tomu reflektujú kvalitu prostredia, nakoľko sú obzvlášť zraniteľné voči znečisteniu. Čo sa týka biomonitoringu, tak okrem kvalitatívnej analýzy, signalizácia poklesu abundancie niektorých druhov kryptogamov, alebo ich absencia, reflektujú kvalitu prostredia.

Okrem týchto ekologických ukazovateľov je význam kryptogamov oveľa široko spektrálnejší. **Sinice** majú vďaka svojim biochemickým vlastnostiam a využitiu pozoruhodný biologický potenciál. Niektoré druhy ako napríklad rod *Spirulina* sú bohaté na bielkoviny, vitamíny a sú silnými antioxidantmi. Vďaka tomu sa využívajú aj ako doplnok stravy. Extrakty zo siníc sa taktiež využívajú v kozmetike a produktoch pri starostlivosti o pleť vďaka svojim protizápalovým a hydratačným účinkom. Nakoľko častokrát rastú sinice ako *Nostoc* sp. na miestach, kde je vysoká intenzita UV- žiarenia, produkujú pigmenty (napríklad scytonemín), ktoré ich pred týmto žiarením chránia a ich SPF faktor ako prírodnej látky nie je zanedbateľný (Kecsey a kol. 2023). Okrem toho niektoré kmene produkujú bioaktívne zlúčeniny s antibakteriálnymi, antivírusovými či protirakovinovými vlastnosťami, kde sa otvára priestor pre farmaceutický vývoj liečiv. Z ekologického hľadiska, pre ich schopnosť viazať atmosférický dusík, sú sinice vhodnými kandidátmi pre využitie v biotechnológiách ako biohnojivá či biopalivá.



Obr. 5 Príklady červených, hnedých a zelených rias

Zdroj: <https://www.onlyfoods.net/sea-vegetables>

Phaeophyceae predstavujú významnú skupinu **hnedých rias**, ktorá je tiež bohatá na bioaktívne látky a minerály, kde patrí viacero rodov alebo druhov rias známych aj pod názvom „Kelp“. Patria sem napríklad chaluhy (Laminariales) a práve jód, ktorý sa získava z týchto rias sa používa ako doplnok stravy pre správne fungovanie štítnej žľazy či metabolizmu. Niektoré druhy hnedých rias známych aj ako morská zelenina sa bežne konzumujú a pridávajú do rôznych šalátov, alebo sa tepelne upravujú na formu talianskych špagiet, pridávajú sa do polievok alebo vďaka ich bohatému obsahu na proteíny sa

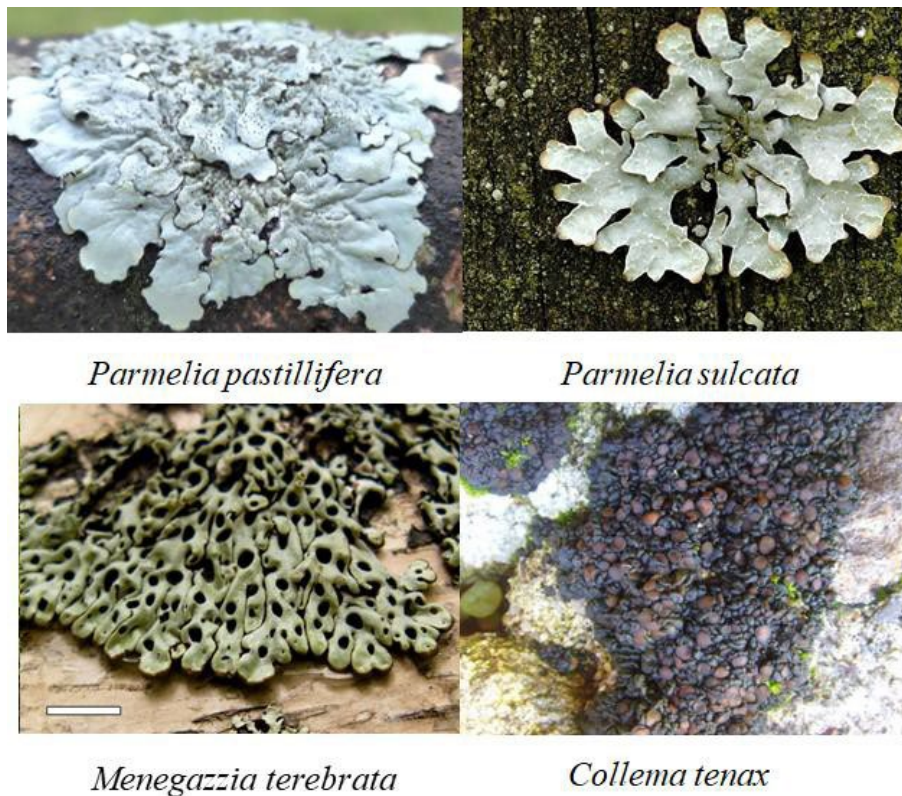
môžu konzumovať ako chrumkavé „snacky“ (Kandale a kol. 2011). **Algínová kyselina** sa získava extrakciou z hnedých rias a jej využitie je najmä v potravinárskom priemysle ako zahusťovadlo či stabilizátor v produktoch ako zmrzlina alebo pečivo. Využitie majú aj vo farmaceutickom priemysle, kde látky ako napríklad **fukoxantín, florotaníny, sultáfové polysacharidy** (fukoidan) pomáhajú neutralizovať voľné radikály, chránia bunky pred oxidatívnym stresom, majú protizápalové, antibakteriálne či neuroprotektívne vlastnosti (Kelman a kol. 2012; Jeong a kol. 2015; Heo a kol. 2005).

Rhodophyta predstavujú taktiež významnú skupinu **červených rias**, ktoré môžeme nájsť najmä v slaných vodách. Práve červené riasy patria k najvýznamnejším producentom bioaktívnych látok (Khan a kol. 2009). Tieto látky nachádzajú uplatnenie v kozmetickom, farmaceutickom a potravinárskom priemysle. Medzi najviac pestované červené riasy s komerčným účelom patria rody ako *Porphyra*, *Eucheuma*, *Kappaphycus* a *Gracilaria* (Lüning a kol. 2003). Ich bunkové steny obsahujú polysacharidy ako florideový škrob, sulfátované galaktány, porfyrán či agar, ktoré majú zdravotné benefity a významné antimikrobiálne, antioxidačné a terapeutické účinky. Okrem toho červené riasy obsahujú aj omega-3 masťnú kyselinu EPA a rôzne steroly ako desmosterol, cholesterol, fukosterol a chalinasterol (Sánchez-Machado a kol. 2004). Vďaka týmto vlastnostiam sú červené riasy cenným zdrojom prírodných doplnkov pre výživu ľudí aj zvierat. Okrem toho sa morské riasy vyznačujú prítomnosťou špecifických pigmentov ako sú α a β -karotén, luteín či zeaxantín, ktoré sa vyznačujú silnou antioxidačnou aktivitou. Ich využitie je aj pri podpore imunitného systému (Aziz a kol. 2020).

Najväčšiu skupinu rias predstavujú **zelené riasy** a teda **Chlorophyta**. Ich využitie nájdeme v potravinárstve, medicíne či ekológii. Vďaka bohatému obsahu vitamínov, minerálov a omega-3 a omega-6 mastných kyselín ich môžeme nájsť v rôznych kuchyniach sveta. Sú taktiež vegánskou alternatívou k rybím olejom. Bežne sa zelené riasy využívajú pri rôznych výživových doplnkoch ako sú napríklad *Chlorella* či *Ulva lactuca* (morský šalát), ktoré majú detoxikačné a antioxidačné účinky. Pomáhajú taktiež pri imunite či trávení, problémoch s krvným tlakom či pri rôznych infekciách. V medicíne majú využitie vďaka antibakteriálnym, antivírusovým, antioxidačným a protizápalovým účinkom a preto sa uplatňujú aj v kozmetike, napríklad v produktoch proti starnutiu pleti. Z ekologického hľadiska sú dôležité pri absorpcii CO₂, pri výrobe biopalív, čistení odpadových vôd a ako základ potravinových reťazcov vo vodnom prostredí. Okrem toho slúžia ako krmivo pre zvieratá, organické hnojivo, surovina na bioplasty či textilné farbivá. Vďaka týmto vlastnostiam zelené riasy významne prispievajú k potravinovej bezpečnosti, zdraviu ľudí aj udržateľnosti životného prostredia.

Lišajníky sú jedinečná a rozmanitá skupina, ktorá je výsledkom symbiózy medzi hubovou a fotosyntetizujúcou zložkou. Môžeme ich nájsť rásť úplne všade na zemi od polárnych častí cez púšte až po antarktické oblasti. Mnohé lišajníky sú dosť citlivé na emisie spôsobené antropogénnou činnosťou a často reagujú drasticky jednoduchým zmiznutím, preto slúžia ako indikátory životného prostredia (Cislaghi a kol., 1997). Ľudia ich častokrát používali v ľudovej medicíne na liečbu kašľa, rán, zápalov a infekcií. Napríklad Lišajník islandský (*Cetraria islandica*) bol často podávaný ako odvar pri zápale

priedušiek a pľúc. Vďaka antibakteriálnym, antioxidačným, antiproliferačným vlastnostiam získali lišajníky pozornosť výskumníkov, ako zdroj mnohých bioaktívnych látok, ktoré majú vysoký potenciál využitia vo farmaceutickom priemysle (Ślusarczyk a kol., 2021; Goga a kol. 2020).



Obr. 6 Typy stielok lišajníkov

Zdroj (<https://rainforest-save.blogspot.com/2017/12/parmelina-pastillifera.html>; wikipedia)

Huby predstavujú samostatnú ríšu ako aj rastliny či živočíchy. Živia sa rozkladom organickej hmoty – preto zohrávajú dôležitú úlohu v ekosystémoch ako saprotrofy, čím vracajú živiny späť do pôdy. Niektoré druhy sú jedlé a bežne sa využívajú v gastronómii (napr. šampiňóny, hríby), iné majú liečivé účinky alebo sa využívajú v biotechnológii (napr. na výrobu antibiotík ako penicilín). Existujú však aj jedovaté druhy, ktoré môžu byť nebezpečné pre ľudí a zvieratá. Snáď najdôležitejšou symbiózou, ktorá je medzi hubami a koreňmi vyšších rastlín je mykoríza, kde huba pomáha rastline prijímať živiny a vodu zväčšovaním svojej absorpčnej plochy a rastlina poskytuje hube organické látky napríklad vo forme sacharidov. Až približne 90% všetkých suchozemských rastlín sú v symbiotickom vzťahu s mykoríznymi hubami.

Machorasty predstavujú veľmi starú skupinu suchozemských rastlín, ktorá je považovaná za prvú skutočnú skupinu suchozemských rastlín, vyskytujúcu sa takmer vo všetkých biotopoch. Táto poikilohydrická skupina drobných zelených stielkatých rastlín pozostáva z troch tried, a to

Marchantiophyta (pečeňovky), Bryophyta (machy), Anthocerotophyta (rožteky). Machorasty zohrávajú kľúčovú ekologickú úlohu ako priekopnícke druhy pri tvorbe pôdy – stabilizujú ju, zadržiavajú vlhkosť, regulujú hydrologické cykly, viažu uhlík (najmä druhy rodu *Sphagnum*) a poskytujú biotopy pre mikroorganizmy a bezstavovce (Glime, 2007). Taktiež prispievajú k cyklovaniu živín v lesných ekosystémoch.

Machorasty sú bohatým zdrojom bioaktívnych zlúčenín, akými sú fenolové zlúčeniny, terpény a iné aromatické látky s významným liečivým potenciálom. Využívajú sa v biotechnologických metódach na výrobu zlúčenín pre farmaceutický, kozmetický, parfumérsky priemysel a odpudzovanie hmyzu. Okrem toho obsahujú fytochemikálie s protizápalovými, antioxidačnými a antimikrobiálnymi vlastnosťami, čo z nich robí cenný zdroj pre vývoj liečiv. Kultivácia *in vivo* umožňuje ich veľkoplošnú produkciu. Od pradávna boli machorasty tradične využívané domorodými komunitami na liečbu rôznych ochorení a zdravotných ťažkostí. Všetky tieto využitia poukazujú na etnobotanický a terapeutický význam machorastov (Das K a kol., 2022). Napríklad zlúčeniny nachádzajúce sa v pečeňovkách, vrátane terpenov a bisbibenzyllov, majú široké spektrum účinkov – antimikrobiálne, protiplesňové, antioxidačné, protizápalové a dokonca protirakovinové (Asakawa, 2007). Mach *Bryum cellulare* vykazuje protiplesňové účinky, mach *Sphagnum palustre* má protirakovinové účinky a mach *Polytrichum pallidisetum* vykazuje protizápalovú aktivitu (Das K a kol., 2022).



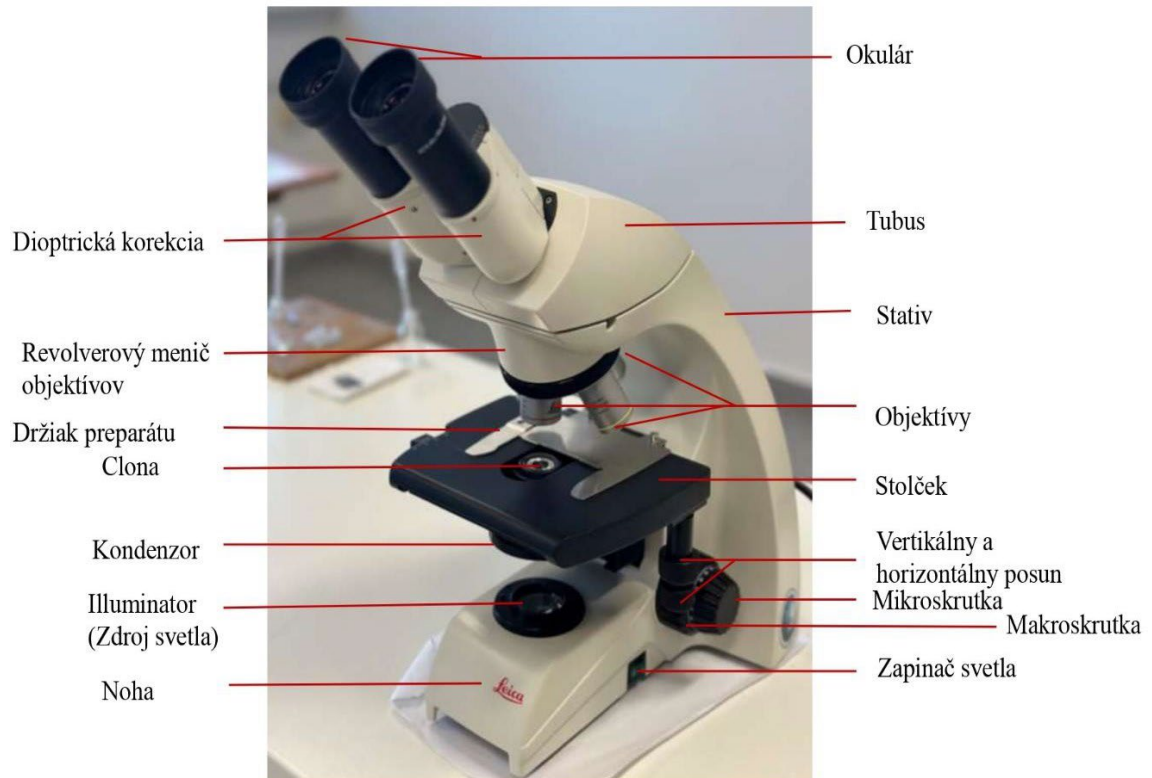
Obr. 7 Rôzne druhy machorastov (Büdel a kol., 2024)

Zdroje

- Asakawa, Y. (2007). Liverworts—Potential Source of Medicinal Compounds. *Current Pharmaceutical Design*, 13(28), 3060–3078.
- Aziz E, Batoool R,. (2021) An overview on red algae bioactive compounds and their pharmaceutical applications. *Journal of Complementary and Integrative Medicine* .17(4)
- Büdel, B., Friedl, T., & Beyschlag, W. (Eds.). (2024). *Biology of algae, lichens and bryophytes*. Berlin/Heidelberg, Germany: Springer Spektrum.
- Cislighi, C., & Nimis, P. L. (1997). Lichens, air pollution and lung cancer. *Nature*, 387, 463–464.
- Das, K., Kityania, S., Nath, R., Das, S., Nath, D., & Talukdar, A. D. (2022). Bioactive compounds from bryophytes. In *Bioactive Compounds in Bryophytes and Pteridophytes* (pp. 1–15). Cham: Springer International Publishing.
- Glime, J. M. (2007). *Bryophyte Ecology. Volume 1. Physiological Ecology*.
- Goga, M., Elečko, J., Marcinčinová, M., Ručová, D., Bačkorová, M., Bačkor, M. (2020). Lichen Metabolites: An Overview of Some Secondary Metabolites and Their Biological Potential. In: Mérillon, JM., Ramawat, K. (eds) Co-Evolution of Secondary Metabolites. Reference Series in Phytochemistry. Springer, Cham.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-96397-6_57.
- Heo, S., Park, E., Lee, K., & Jeon, Y. (2005). Antioxidant activities of enzymatic extracts from brown seaweeds. *Bioresource Technology*, 96(14), 1613–1623. doi: 10.1016/j.biortech.2004.07.013. [DOI] [PubMed] [Google Scholar]
- Jeong, S. C., Jeong, Y. T., Lee, S. M., & Kim, J. H. (2015). Immune-modulating activities of polysaccharides extracted from brown algae *Hizikia fusiforme*. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 79(8), 1362–1365. doi: 10.1080/09168451.2015.1018121. [DOI] [PubMed] [Google Scholar]
- Kandale, A., Meena, A. K., Rao, M. M., et al. (2011). Marine algae: an introduction, food value and medicinal uses. *Journal of Pharmacy Research*, 4(1), 219–221. [Google Scholar]
- Khan, W., Rayirath, U. P., Subramanian, S., Jithesh, M. N., Rayorath, P., Hodges, D. M., ... & Prithviraj, B. (2009). Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. *Journal of plant growth regulation*, 28(4), 386–399.
- Kelman, D., Posner, E. K., McDermid, K. J., Tabandera, N. K., Wright, P. R., & Wright, A. D. (2012). Antioxidant activity of Hawaiian marine algae. *Marine Drugs*, 10(12), 403–416. doi: 10.3390/md10020403. [DOI] [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]
- Lüning, K., Pang, S. Mass cultivation of seaweeds: current aspects and approaches. *Journal of Applied Phycology* 15, 115–119 (2003).
<https://doi.org/10.1023/A:1023807503255>
- Ručová D. VM, Sovová, Vargová Z., Kostecká Z. , Frenák R., Routray D. , Bačkor M. (2023) Photoprotective and antioxidant properties of scytonemin isolated from Antarctic cyanobacterium *Nostoc commune* Vaucher ex Bornet & Flahault and its potential as sunscreen ingredient. *Journal of Applied Phycology* 35:2839–2850
- Ślusarczyk, J., Adamska, E., & Czerwik-Marcinkowska, J. (2021). Fungi and Algae as Sources of Medicinal and Other Biologically Active Compounds: A Review. *Nutrients*, 13(9), 3178. <https://doi.org/10.3390/nu13093178>
- Sánchez-Machado D, López-Cervantes J, et al. (2004) Fatty acids, total lipid, protein and ash contents of processed edible seaweeds. *Food Chemistry* 85(3) 439–444

2. ZÁKLADY MIKROSKOPOVANIA

SVETELNÝ MIKROSKOP



Postup mikroskopovania:

- Nastavte najmenšie zväčšenie, mierne nastavte stolček a vložte preparát.
- Priblížte stolček k objektívu a pomaly otáčajte makroskrutkou, kým sa neobjaví pozorovaný objekt.
- Zaostríte pomocou mikroskrutky.
- Pre pozorovanie pri vyššom zväčšení posuňte pozorovaný objekt do stredu zorného poľa, prepnite objektív pomocou revolverového meniča a zaostríte otočením mikroskrutky.
- Pre lepšie pozorovanie pracujte aj s kondenzorom – nastavte intenzitu svetla.
- V každej z úloh si zapíšte veľkosť zväčšenia objektu.

3. CYANOBAKTÉRIE (sinice)

Úloha č. 1: Sledovanie heterocytov a akinét vo vybraných vzorkách siníc

Teoretický úvod:

Oddelenie Cyanophyta zaradujeme do ríše *Eubacteria*. Spolu s ďalšou ríšou - *Archaeobacteria*, tvoria Prokaryota, teda prvojadrové organizmy.

“Vek siníc” sa vzťahuje na obdobie medzi 2,5 a 0,6 miliardami rokov. Je to doba, kedy sinice ako dominujúce fototrofy mali vplyv na zemskú atmosféru, v ktorej pomaly a postupne zvyšovali množstvo kyslíka. Došlo teda k prechodu do prostredia, v ktorom bol kyslík a tým sa vytvorili podmienky prostredia, v ktorých žijú dnešné organizmy, vrátane človeka.

Anatómia: Sinice sú monofyletická, morfológicky veľmi rozmanitá a takisto ekologicky veľmi dôležitá skupina organizmov. Sú to prokaryoty, ktoré nie sú svojou stavbou tak zložité ako eukaryoty. Napriek tomu, že im chýba pravé jadro a niektoré orgány, sú dôležitými producentmi kyslíka a zároveň niektoré vláknité formy sú aj účinnými fixátormi vzdušného dusíka. Vďaka tejto fixácii sú dôležitou súčasťou cyklu dusíka a to v tropických oceánskych oblastiach alebo aj v suchozemskom prostredí.

Morfológia: Sinice vykazujú jedinečnú morfológiu buniek. Môžu mať variabilnú veľkosť a rôzne farby (Singh a Montgomery, 2011). Rozlišujeme u nich 3 základné morfologické formy: jednobunkové, koloniálne a mnohobunkové vláknité formy.

Charakteristika špecializovaných buniek (plynové vezikuly, heterocyty, akinéty):

Vezikuly majú funkciu najmä u planktónových druhov, ktorým poskytujú určitý mechanizmus, vďaka ktorému dokážu upraviť svoju vertikálnu polohu v rámci vodného stĺpca. **Heterocyty** sú bunky, ktoré majú hrubé bunkové steny a vznikajú ako reakcia na nedostatočné množstvo dusíka v prírode. Tieto bunky tvoria monofyletickú skupinu vláknitých siníc. Svojou veľkosťou sa líšia od vegetatívnych buniek, pretože sú od nich väčšie a tvoria silné tegumentárne vrstvy. Pod mikroskopom sa dajú veľmi ľahko rozpoznať. V mieste pripojenia vegetatívnej bunky a heterocytu sa nachádzajú aj intracelulárne hyalínové telieska. Tieto telieska pomáhajú uzavrieť heterocystu a obmedziť prísun kyslíka, pretože enzým nitrogenáza, ktorý fixuje dusík, je na kyslík veľmi citlivý. Vo všeobecnosti sa jedná o bunky, ktoré sú schopné fixovať dusík. Akinéty sú hnedé spóry cyanobaktérií, ktoré vznikajú pri nedostatku svetla, niekedy aj pri nedostatku fosfátov. Ich veľkosť je iná, ako u vegetatívnych buniek. Sú od nich väčšie, bunková stena je hrubá, obsahujú aj ďalšie tegumentárne vrstvy. Sú odolné voči mnohým faktorom – napr. voči vysušeniu či nízkym teplotám. Vo väčšom množstve sa tvoria pri senescentných populáciách, inde sa však môžu tvoriť v dôsledku rôznych javov - nedostatku živín, vysychania biotopu alebo pri nedostatku slnečnej energie. Zväčša ich formujú vláknité sinice, ktoré obsahujú heterocyty.

Pigmenty siníc: Farba siníc je sprostredkovaná kombináciou pigmentu chlorofylu buď s modrými akcesorickými farbivami, medzi ktoré radíme fykocyanín a alofykocyanín alebo

s červenými farbivami, kde patrí fykoerytrín. Z chemického hľadiska ide o štruktúry, nazývané ako fykobilíny (fykobiliproteíny).

Systém siníc: Sinice sú skupinou organizmov, ktoré sú obzvlášť náročné na klasifikáciu (Komárek a kol., 2014). Dnes táto skupina organizmov zahŕňa asi 2000 druhov siníc, ktoré sú rozdelené v 150 rodoch (Vincent, 2009). Nevieme určiť presný počet taxónov, no na základe stavby stielky a podľa toho, či sú u nich prítomné špecializované bunky (heterocyty) ich rozdeľujeme do štyroch hlavných radov:

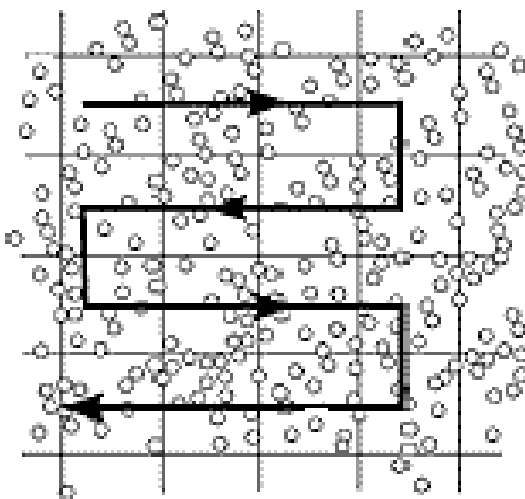
1. rad Chroococcales
2. rad Oscillatoriales
3. rad Nostocales
4. rad Stigonematales (Poor 2011).

Materiál a pomôcky:

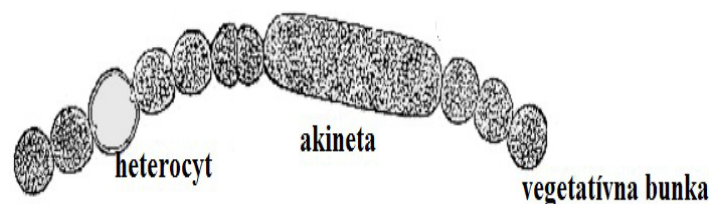
vzorky siníc, Pasteurova pipeta PE, mikroskop

Postup:

1. Pripravenú suspenziu buniek dobre rozsuspendujeme/premiešame.
2. Nanesieme cca 10 µl bunkovej suspenzie na podložné sklíčko a jemne prikryjeme krycím sklíčkom. Snažíme sa aby sme nemali v pozorovacom poli vzduchové bubliny.
3. Podložné sklíčko s nanosenou vzorkou umiestnime pod mikroskop a použijeme najmenšie zväčšenie (5 alebo 10x) aby sme našli obraz a postupne prechádzame na väčšie zväčšenia.
4. Prechádzame zorné pole z ľavého horného rohu traverzom (obr.1) a snažíme sa spočítať heterocyty a akinéty (obr.2) v našej vzorke.
5. Po ukončení podložné a krycie sklíčko opatrne prepláchneme vodou a vytrieme do sucha.



Obr. 1 Postup pri počítaní heterocytov a akinét,

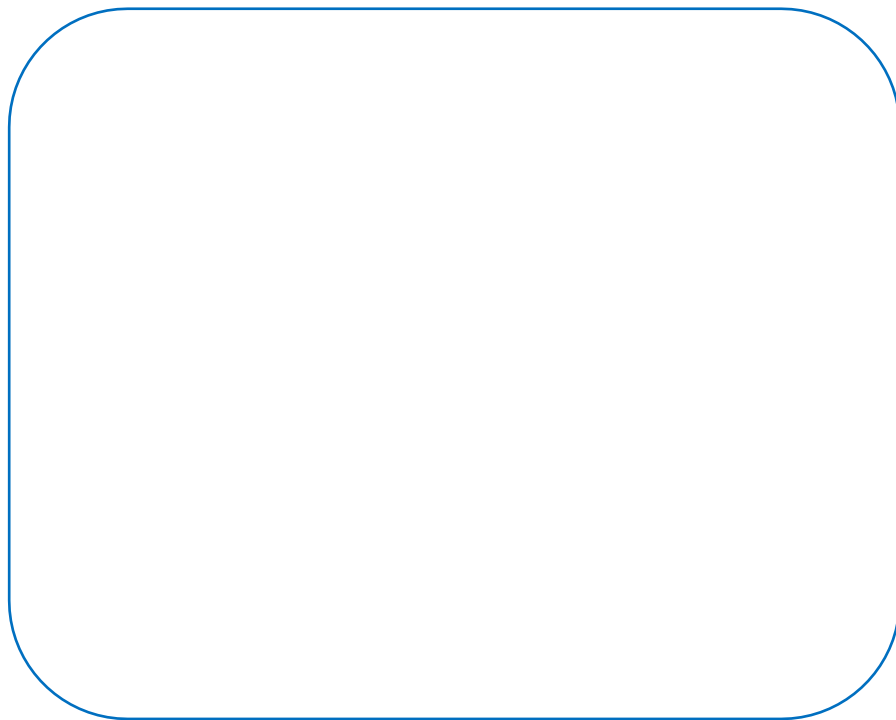


Obr. 2 Obrázok typov buniek.

Vyhodnotenie:

Spočítame koľko heterocytov a akinét sme videli v našej vzorke.

Nákres a odpoveď:



Úloha č. 2: Prítomnosť asimilačných pigmentov siníc

Teoretický úvod:

Fotosyntetické organizmy - rastliny, riasy a niektoré baktérie - sa pri zachytávaní svetelnej energie zo slnka spoliehajú na rôzne pigmenty. Tieto sfarbené zlúčeniny sú v riasach obzvlášť rozmanité a ich dôležitosť v biológii rias je zrejmá pretože, fotosyntetické pigmenty môžu odhaliť veľa o fyziológii týchto organizmov a ich pravdepodobných evolučných vzťahoch. Sinice pravdepodobne stratili gén exprimujúci enzým chlorofylid a oxygenázy (CAO) a preto nie sú schopné syntetizovať chlorofyl b. Sinice nemajú svetlozberný komplex (LHC) a namiesto toho používajú pre zber svetla fykobilizómy.

Zmesi pigmentov dokážeme rozdeliť/separovať pomocou tenkovrstvovej chromatografie (TLC). Na ich extrakciu sa zvyčajne používajú organické rozpúšťadlá ako acetón, metanol, étery, DMSO...). V našom prípade použijeme tenké hliníkové platničky potiahnuté silikagélom. Vzorka zmesi zlúčenín sa nanesie na štartovaciu líniu platne a platňa sa potom umiestni vertikálne do vhodnej mobilnej fázy. Keď mobilná fáza prejde vzorkou začne so sebou vynášať zlúčeniny. Prechod zlúčenín adsorbovaných na silikagéli je v závislosti od ich polarít rôznou mierou spomaľovaný; so zvyšujúcou sa polaritou sa zvyšuje miera spomalenia (retencie). (Poznámka: adsorpcia znamená, interakcia medzi látkami bez vzniku chemickej väzby.) Výsledkom je, že niektoré zlúčeniny (viac polárne) zostávajú blízko spodnej časti platničky, zatiaľ čo iné (menej polárne) sú nesené rozpúšťadlom (mobilnou fázou) bližšie k vrchnej časti. Pomocou pravítka si odmeriame vzdialenosti jednotlivých pigmentov a vypočítame retenčný faktor. Retenčný faktor (R_f) sa používa na meranie pohybu zlúčenín pozdĺž TLC platne. R_f je definovaný ako vzdialenosť prejdená jednotlivou zložkou vydelená celkovou vzdialenosťou prejdenou rozpúšťadlom. Jeho hodnota sa vždy nachádza medzi nulou a jednotkou.

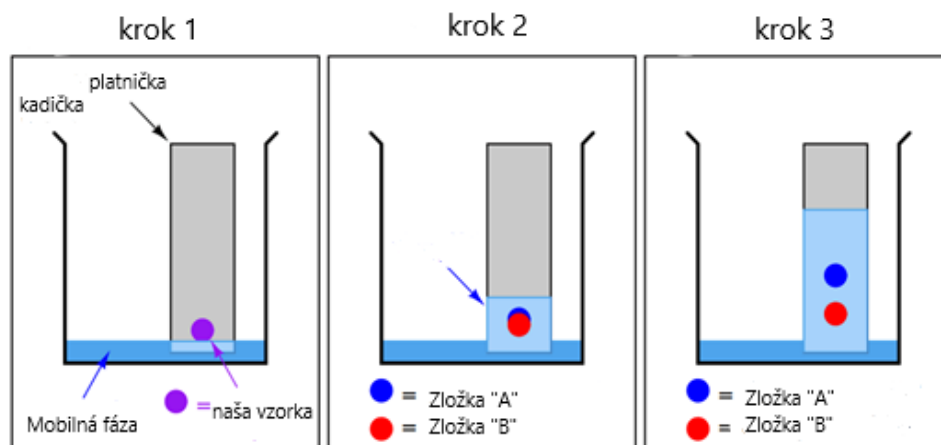
Materiál a pomôcky:

acetónový extrakt siníc a zelených rias, TLC platničky, sklenené vialky s uzáverom, pinzety, nožnice, mobilná fáza (60% petroleum éter/16% cyklohexán/ 10% etyl acetát/ 10% acetón/ 4% metanol), kapiláry, automatická pipeta

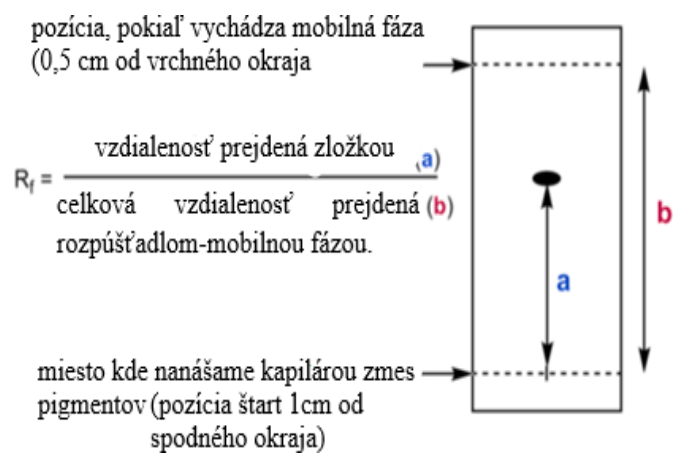
Postup:

1. Odoberieme sinice a riasy, usušíme papierovými utierkami a vložíme osobitne do trecej misky, zalejeme 1 ml acetónu.
2. Rozotieraním extrahujeme pigmenty. Extrakcia je dostatočná vtedy, keď získame sýtozelený acetónový extrakt.
3. Tenkou sklenenou kapilárou nanášame acetónový extrakt siníc a rias na štartovaciu líniu TLC platničky a vložíme ju do sklenenej vialky, v ktorej máme 1ml mobilnej fázy a vialku prikryjeme viečkom. Princíp znázornený na Obr. 1.
4. Po rozdelení zmesi pigmentov ich identifikujeme podľa polohy na platničke a farby.
5. Pomocou pravítka si odmeriame vzdialenosti jednotlivých pigmentov v rámci platničky a vyrátame R_f faktor podľa princípu uvedeného na Obr. 2.
6. Do protokolu zakreslíme chromatogram a výsledky zapíšeme do tabuľky.

Chromatografia na tenkej vrstve



Obr. 1 Princíp delenia na TLC platničke. Rozpúšťadlo- mobilná fáza, zložky A, B -metabolity.



Obr. 2 Výpočet retenčného faktora.

Vyhodnotenie a odpoveď:

Pigment	Farba	Pozícia na TLC platničke Rf faktor
<i>Karotenoidy</i>		
<i>Feofytín a</i>		
<i>Chlorofyl a</i>		
<i>Xantofyly</i>		

Úloha č. 3: Preparáty siníc s popisom

Teoretický úvod:

Sinice predstavujú prokaryotické **autotrofné organizmy**, ktoré majú charakteristickú **jednobunkovú** alebo **vláknitú stielku**. Tvorí samostatne vegetatívne bunky, ktoré sú nediferencované do pletív. Jednobunkové sinice známe ako kokálne môžu často tvoriť kolónie. Pozorované napríklad pri rode *Synechocystis*. Vláknité sinice ako napríklad rod *Nostoc*, tvoria vlákna, ktoré nie sú často rozkonárené.

Materiál a pomôcky:

natívne preparáty siníc *Synechocystis aquatilis*, *Nostoc commune*

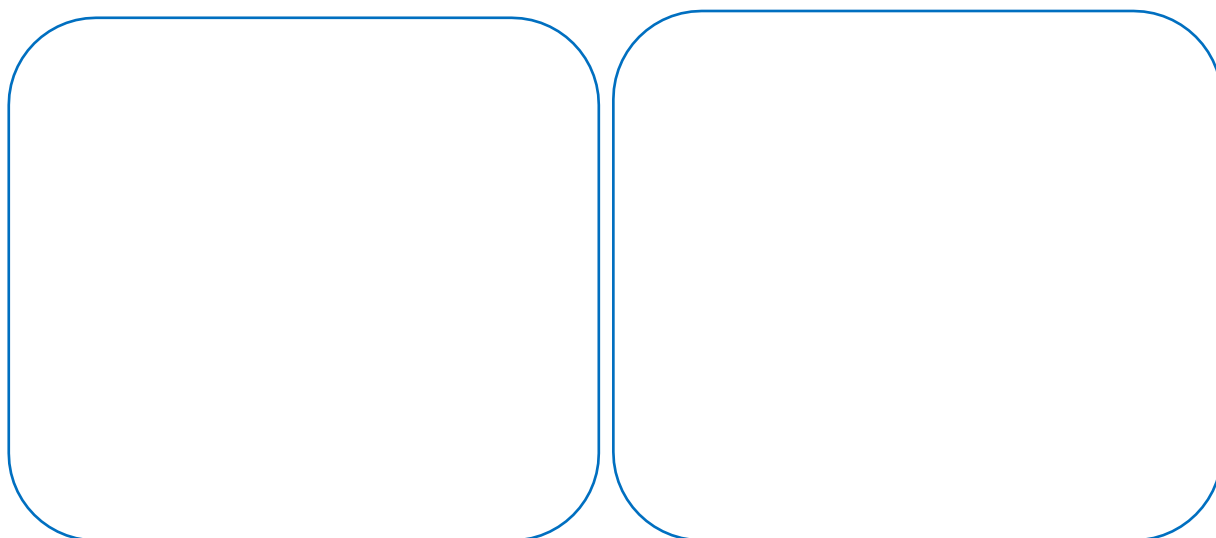
Postup:

1. Pripravíme si natívny preparát. Pomocou pasteurovej pipety si naberieme malé množstvo siníc z média, kvapneme na podložné sklíčko a prikryjeme krycím sklíčkom.
2. Snažíme sa zachytiť čo najpresnejšie štruktúry buniek.
3. Jednotlivé obrázky si následne popíšeme.

Vyhodnotenie:

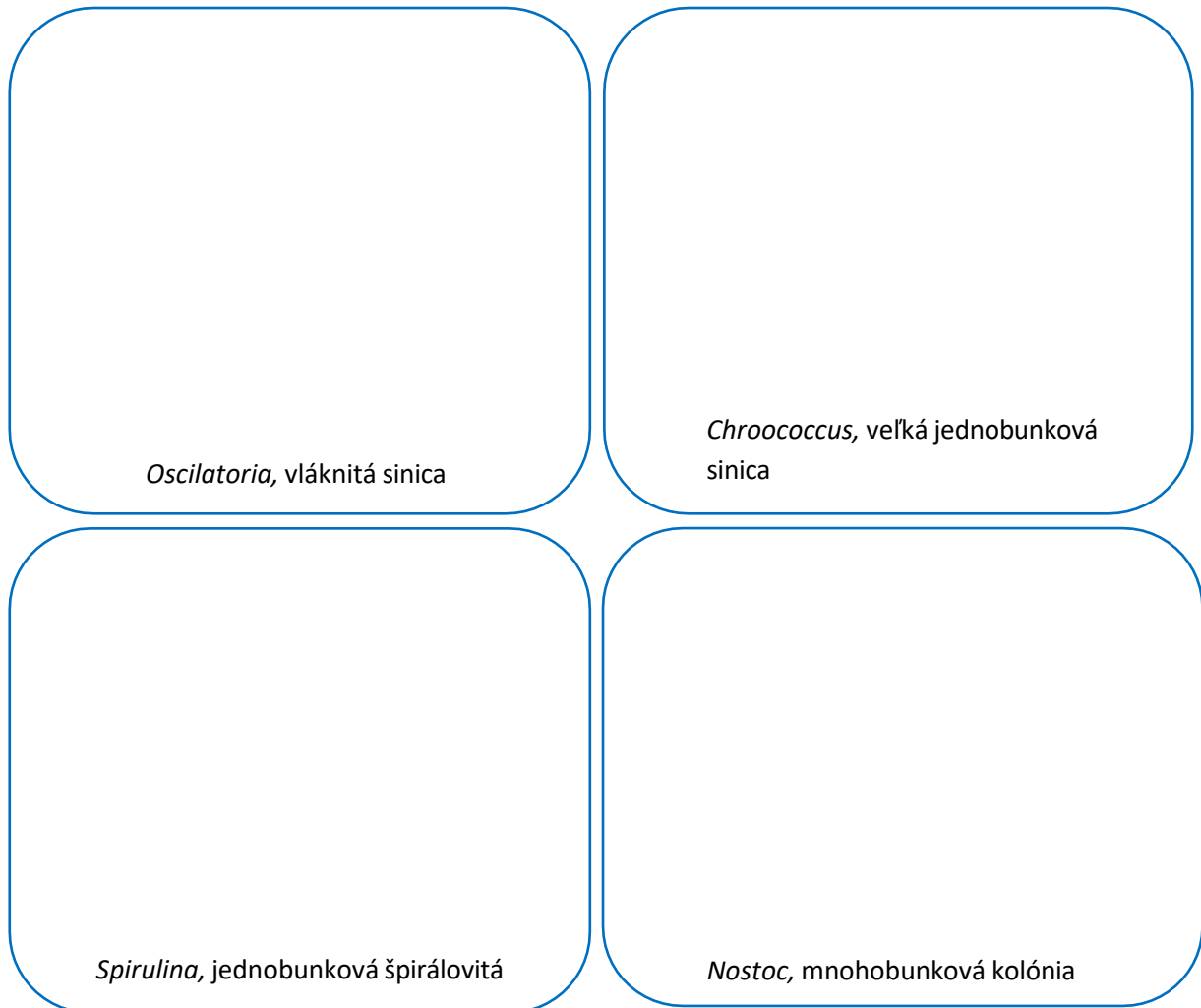
Pozorujte kultúru s rodom *Nostoc* a *Synechocystis*. Zakreslite si a popíšte preparáty. Zamerajte sa na odlišnosť morfológie buniek, ako aj na vyššie uvedené špecializované bunky- heterocyty, akinéty.

Nákres a odpoveď:



Úloha 4: Pozorovanie trvalých preparátov vybraných druhov siníc pomocou stereomikroskopu. Pozorujeme nasledujúce druhy:

- *Oscillatoria*
- *Chroococcus*
- *Spirulina*
- *Nostoc*



Zdroje:

1. Singh, S. P., & Montgomery, B. L. (2011). Determining cell shape: adaptive regulation of cyanobacterial cellular differentiation and morphology. *Trends in microbiology*, 19(6), 278-285.
2. Komárek, J. (2014). Taxonomic classification of cyanoprokaryotes (cyanobacterial genera), using a polyphasic approach. *Preslia*, 86, 295.
3. Vincent, W. F. (2009). Cyanobacteria.
4. Poór et al. 2011 <https://www.sjf.tuke.sk/transferinovacii/pages/archiv/transfer/19-2011/pdf/094-097.pdf>

4. RHODOPHYTA (červené riasy)

Teoretický úvod:

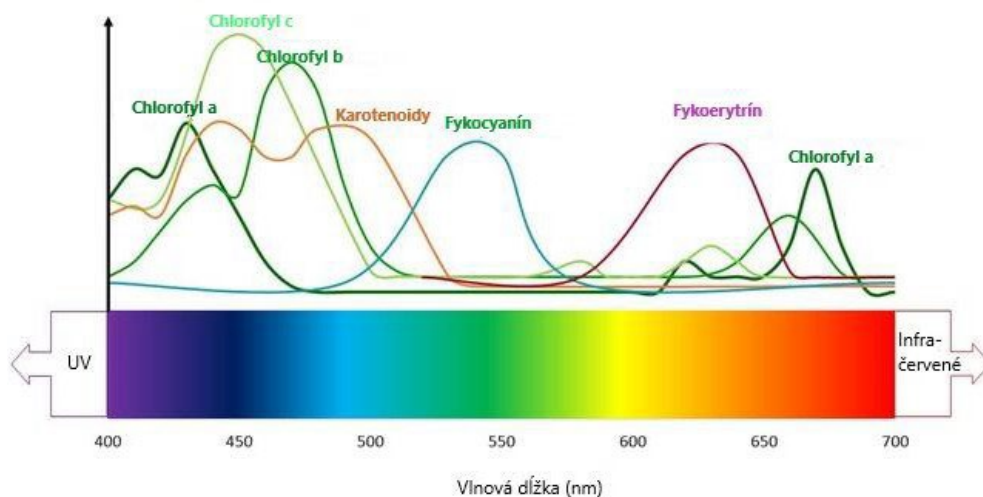
Predpokladá sa, že červené riasy majú niekoľko charakteristických vlastností a ako uvádza Campbell a Woelkerling (1990), nevyskytujú sa v žiadnej inej skupine organizmov a sú nasledovné:

- Eukaryotické bunky
- Anatomicky bez bičíkov
- Zásobná látka florideový škrob (amylopektín)
- Zásoby živín uložené v cytoplazme, nie v chloroplastoch
- Fykoerytrín, fykocyanín a alofykocyaníny ako akcesorické pigmenty
- Chloroplasty s neagregovanými (nezloženými) tylakoidmi
- Chloroplasty bez vonkajšieho endoplazmatického retikula

Pomerne malo zástupcov oddelenia *Rhodophyta* žije v sladkovodnom prostredí. Väčšina červených rias žije upevnená na skalách v blízkosti morských pobreží. Tu predstavujú **súčasť koralových útesov pretože ich bunkové steny sú inkrustované CaCO_3** . Bunková stena môže byť **fibrilárna (z celulózy) alebo amorfná**, v ktorej prevažujú polysacharidy-agar a karagén.

Tie sú po zohriatí dobre rozpustné vo vode, pričom agar po ochladení tuhne na pevný gél. Používa sa v mikrobiológii na prípravu tuhých kultivačných pôd. Okrem toho má agar využitie aj v potravinárstve na prípravu pudíngov i rozličných ovocných a mäsových rôsolov. Môžu vytvárať **jednobunkovú, vláknitú alebo pletivovú stielku**. V rámci oddelenia odlišujeme dve triedy *Bangiophyceae* a *Florideophyceae*.

Vo viac ako 90 % všetkých druhov červených rias sa chlorofyl **a,d a niekoľko karotenoidov** vyskytuje spolu s **fykoerytrínom a fykocyanínom** (Wehrmeyer 1983), čo poskytuje oveľa väčšie spektrum vlnových dĺžok pre fotosyntézu (obr. 1). Rôzne pomery týchto pigmentov môžu mať za následok červené, modré, hnedé, čierne, žltkasté alebo zelenkasté stielky. Väčšina morských druhov je však červená alebo ružová, zatiaľ čo väčšina sladkovodných druhov je modrastá až tmavosivá. Fykoerytrín im umožňuje využiť pre fotosyntézu svetlo s kratšou vlnovou dĺžkou, vďaka čomu sú schopné žiť v hĺbkach mora do 200 m.



Obr. 1 Spektrum vlnových dĺžok zobrazujúce absorpčné spektrá chromoproteínov prítomných v červených riasach; chlorofyl a; chlorofyl b, karotenoidy, fykobiliproteíny (upravené podľa Hagman C.H.C 2020).

Úloha 1: Čo sú fykobiliproteíny ? Prečo sú dôležité ?

Teoretický úvod:

V chloroplastoch sú prítomne okrem chlorofylov a karotenoidov aj červený fykoerytrín a modrozelený fykocyanín, alofykocyanín. V tejto úlohe sa dozvieme, ktoré z farbív je najviac zastúpené v našej vzorke rias. NORI je japonský názov rôznych jedlých morských rias z rodu *Porphyra*, najčastejšie ide o riasu *Porphyra tenera*.

Materiál a pomôcky:

riasy NORI, trecia miska, roztieradlo, etanol, váhy, skúmavky, pipeta, kyveta, spektrofotometer

Postup:

1. Pomocou váh navážime 0,5g pripravenej vzorky riasy NORI.
2. Pomocou trecej misky a tlčička rozdrvíme vzorku v prítomnosti malého množstva etanolu.
3. Vzorku prelejeme do plastovej skúmavky a pomocou pipety doplníme obsah skúmavky etanolom do 5ml.
4. Vzorky prelejeme do sklenených kyviet a pomocou spektrofotometra zmeriame absorbancie pigmentov (fykoerytrínu, fykocyanínu a alofykocyanínu) vo vzorke pri rôznych vlnových dĺžkach ($A=650$; 615 ; 560).
5. Pomocou vzorcov vypočítame obsah pigmentov vo vzorke riasy. PE- fykoerytrín, PC- fykocyanín, APC- alofykocyanín.

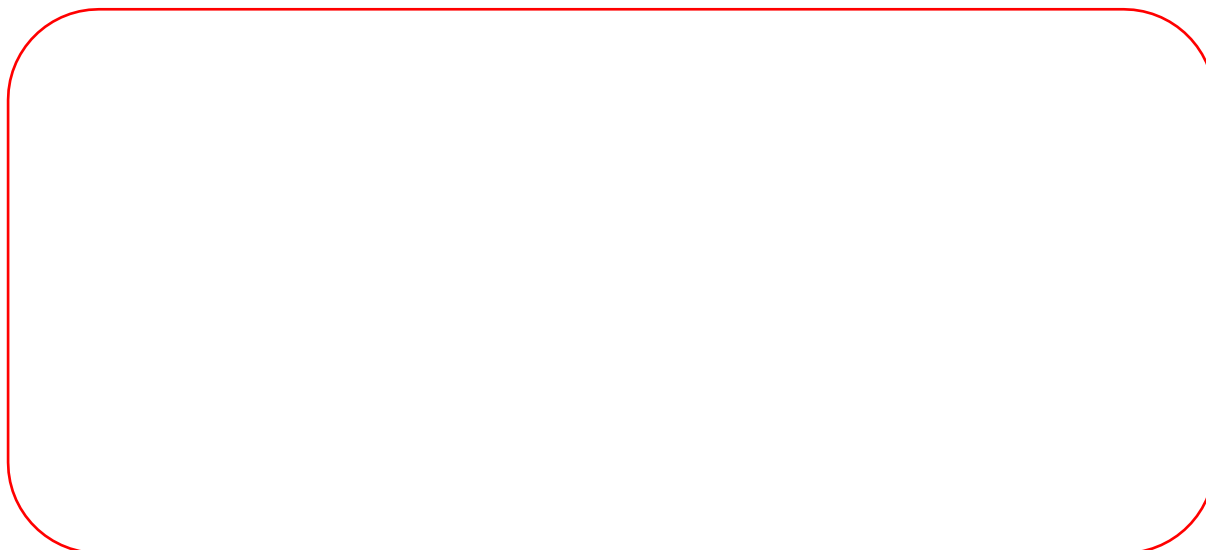
Vzorec:

$$APC = \{ A_{650} - 0.208(A_{615}) \} / 5.09 \text{ mg mL}^{-1}$$

$$PC = \{ A_{615} - 0.474(A_{650}) \} / 5.34 \text{ mg mL}^{-1}$$

$$PE = \{ A_{560} - 2.41(PC) - 0.849(APC) \} / 9.62 \text{ mg mL}^{-1}$$

Vyhodnotenie a odpoveď:



Úloha 2: Pozorovanie trvalých preparátov vybraných červených rias pomocou stereo mikroskopu. Pozorujte nasledujúce druhy:

Laurencia *Nemalion helminthoides*

Ceramium sp *Pterocladia pinnata*

Ceramium sp. *Lomentaria clavellosa*

Gracilaria *Nitophyllum punctatum*

Polysiphonia sp. *Gastroclonium clavatum*

Rytiphloea tinctoria *Chylocladia verticillata*

Gigartina acicularis *Corallina officinalis*

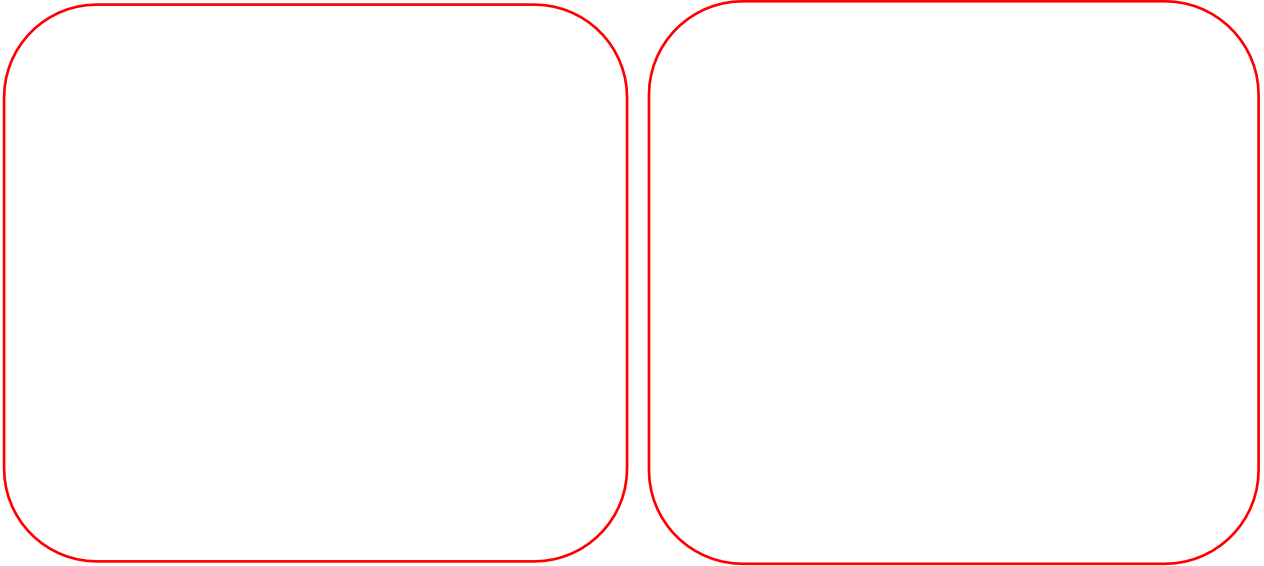
Postup:

1. Pozorujeme trvalé preparáty vybraných druhov a rodov makroskopických červených rias, zakreslíme a popíšeme pozorované štruktúry. Vyberieme si 5 druhov.

The image contains five empty rounded rectangular boxes, each outlined in red. They are arranged in a 2x2 grid with a fifth box centered below the grid. These boxes are intended for students to draw and label the macroscopic structures of selected red algae species.

Úloha 3: Pozorovanie trvalých preparátov vybraných druhov červených rias pomocou mikroskopu. Pozorujeme tieto druhy:

- *Lemanea sp.* sladkovodná riasa
- *Porphyra*, morská riasa



Zdroje:

1. Campbell, S. J., & Woelkerling, W. J. (1990). Are Titanoderma and Lithophyllum (Corallinaceae, Rhodophyta) distinct genera?. Phycologia, 29(1), 114-125.
2. Wehrmeyer, W. (1983). Phycobiliproteins and phycobiliprotein organization in the photosynthetic apparatus of cyanobacteria, red algae, and cryptophytes. In Proteins and nucleic acids in plant systematics (pp. 143-167). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
3. Hagman, C. H. C. (2020). Phytoplankton in humic and colored Nordic lakes.

5. Heterokontophyta triedy:

a. Jednobunkové (Bacillariophyceae-rozsievky),

b. Mnohobunkové riasy (Phaeophyceae-hnedé riasy),
(Xanthophyceae- žltozelené riasy)

Teoretický úvod:

Pre rôznobičíkaté riasy (Williams 1991), je charakteristická prítomnosť **nerovnako dlhých bičikov**, pričom pohyb je zabezpečovaný dlhším **pleuronematickým** bičíkom, tvoreným dvoma radmi špecifických vláskov (**mastigoném**). Pre krátky bičík je charakteristické rozšírenie bazálnej časti, v ktorej je možné pozorovať stigmú (očnú škvrnu) vo vnútri chloroplastu. Je tvorená červenooranžovým pigmentom a umožňuje detekovať prítomnosť svetla, ktorú riasa vyhľadáva za účelom fotosyntézy.

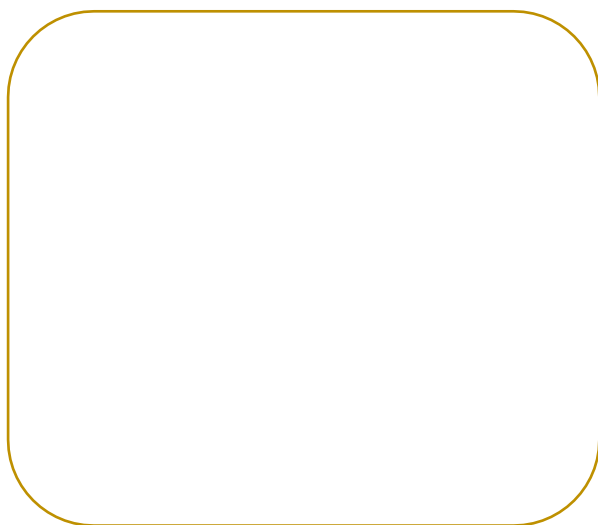
Praktické úlohy sú zamerané na triedu rozsievky, (Bacillariophyceae) patriace do oddelenia Heterokontophyta. Rozsievky inak nazývané aj diatómy, predstavujú jednobunkové alebo kolóniové riasy. Bunkovú stenu jednotlivých rozsievok predstavuje unikátna **kremičitanová schránka (frustula)**. Pri analógii s Petriho miskou **spodná (menšia) časť „hypotéka“** je prekrytá **vrchnou miskou „epitéka“** pričom plochá voľná časť sa nazýva **„valva“** a bočný prekryvajúci pás **„pleura“**. Podľa tvaru misiek delíme rozsievky na lúčovito súmerné (*centrálne*) a perovito súmerné (*penátne*). Na povrchu misiek je dôležitým taxonomickým znakom štrbina **„rafé“**, ktorá súvisí s prúdením cytoplazmy a tak zohráva dôležitú úlohu pri pohybe rozsievok.

Úloha 1: Pozorovanie trvalých preparátov zástupcov triedy Bacillariophyceae- rozsievky

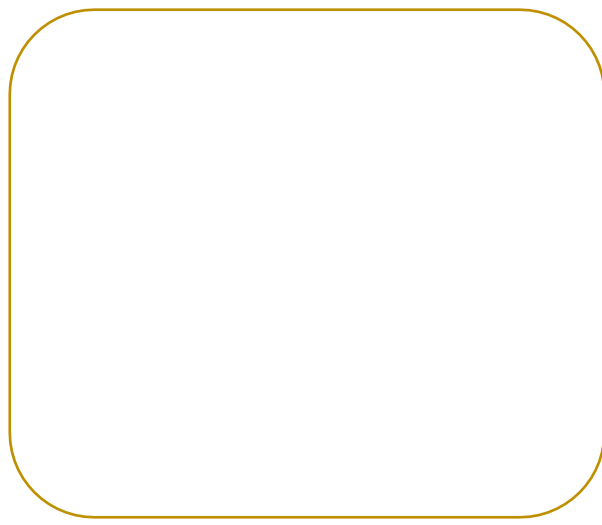
Postup:

1. Pozorujeme trvalé preparáty zmiešaných druhov rozsievok (zo sladkej vody, morskej vody a fosílnych morských druhov). Nakreslite a opíšte rôzne pozorované štruktúry.

Nákres:



Rozsievky, sladkovodné druhy



Rozsievky, morské druhy



Rozsievky, zmes fosilných morských druhov

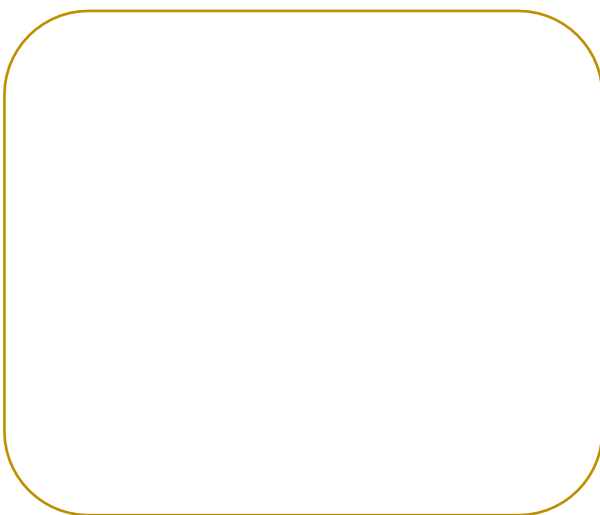
Úloha 2: Pozorovanie trvalého preparátu riasy z triedy Phaeophyceae (hnede riasy)

- *Fucus vesiculosus*, samičie konceptákulum s oogóniami
- *Fucus vesiculosus*, morská riasa, samčie konceptákulum s anterídiami

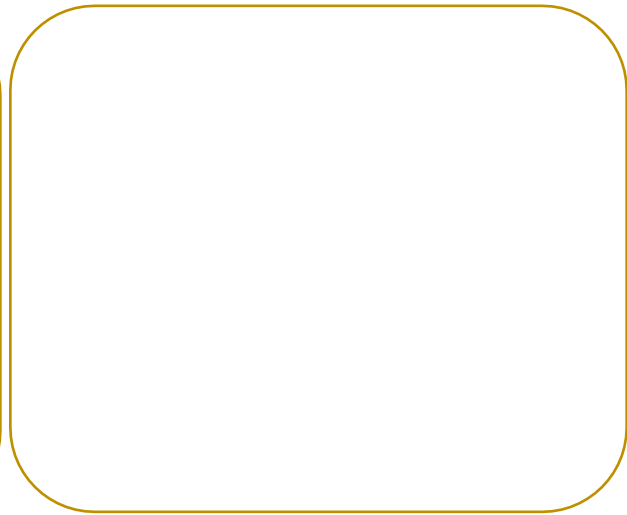
Postup:

1. Pozorujeme trvalé preparáty hnedých rias, nakreslíme a opíšeme rozdiel medzi samčím a samičím pohlavným orgánom druhu *Fucus vesiculosus*.

Nákres:



Fucus vesiculosus, samičie konceptákulum



Fucus vesiculosus, samčie konceptákulum

Úloha 3: Pozorovanie herbárových položiek vybraných druhov hnedých rias pomocou stereomikroskopu. Vyberte dva druhy z každého zoznamu:

Zber (Jadranské more) 2 stielky

Padina pavonia

Halopteris scoparia

Punctaria latifolia

Dictyota dichotoma

Cystoseira compressa

Dictyopteris membranacea

Dictyota sp.

Cystoseira barbata

Scytosiphon lomentaria

Nákres:

Zber (Nórske more) 2 stielky

Saccharina latissima

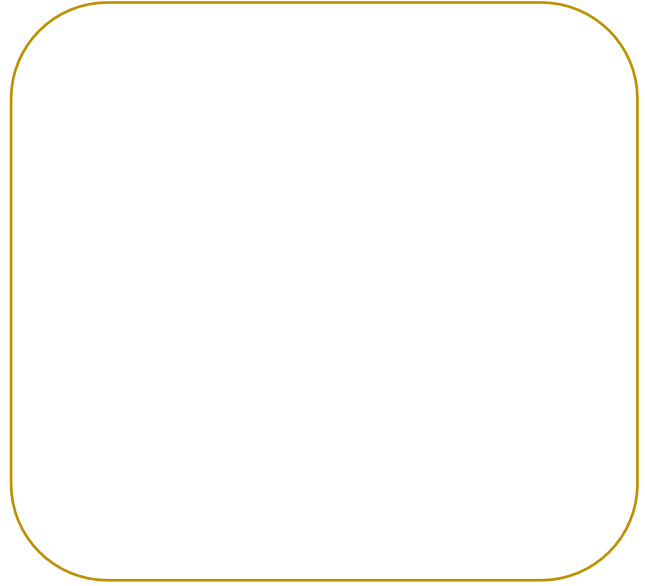
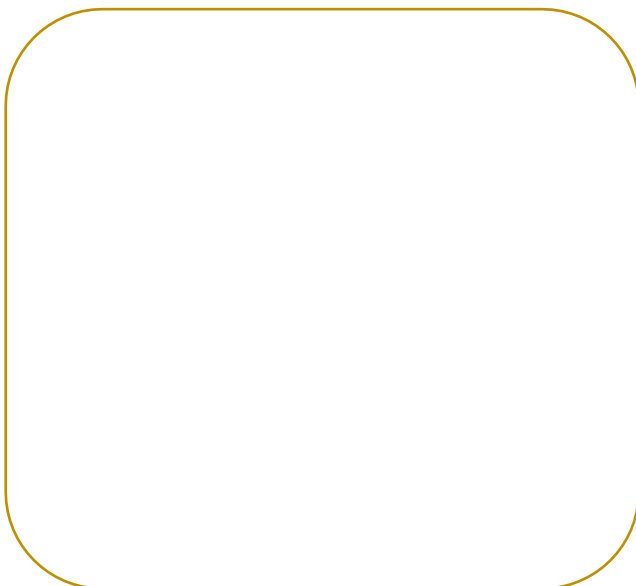
Ascophylum nodosum

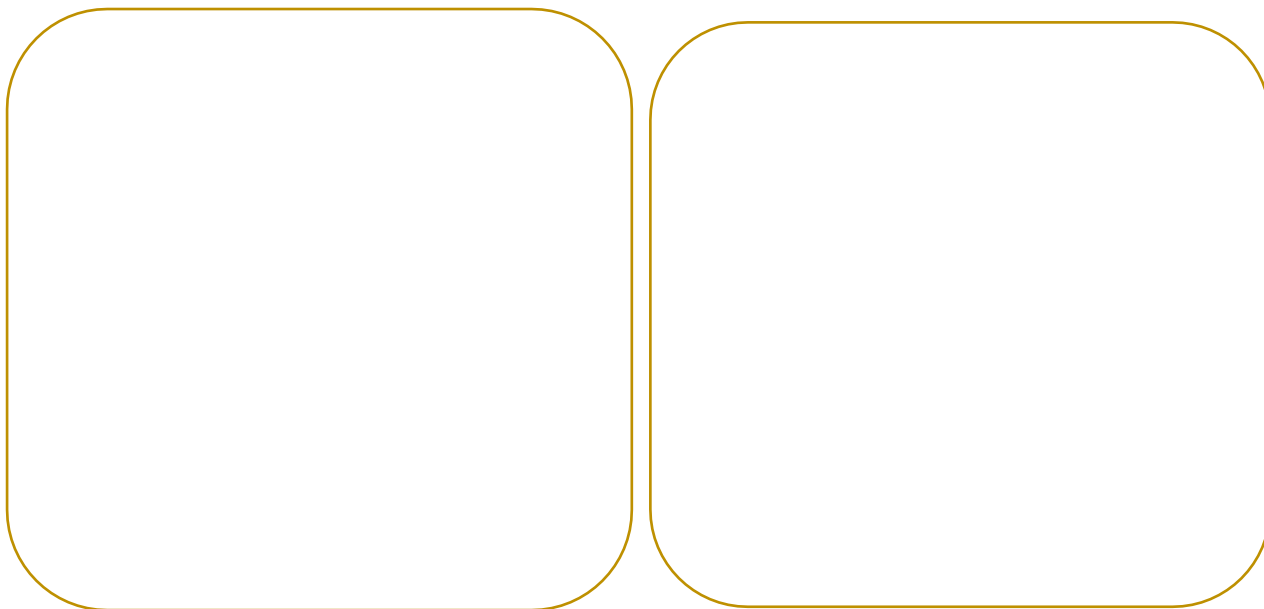
Fucus vesiculosus

Fucus serratus

Fucus spiralis

Pelvetia canaliculata



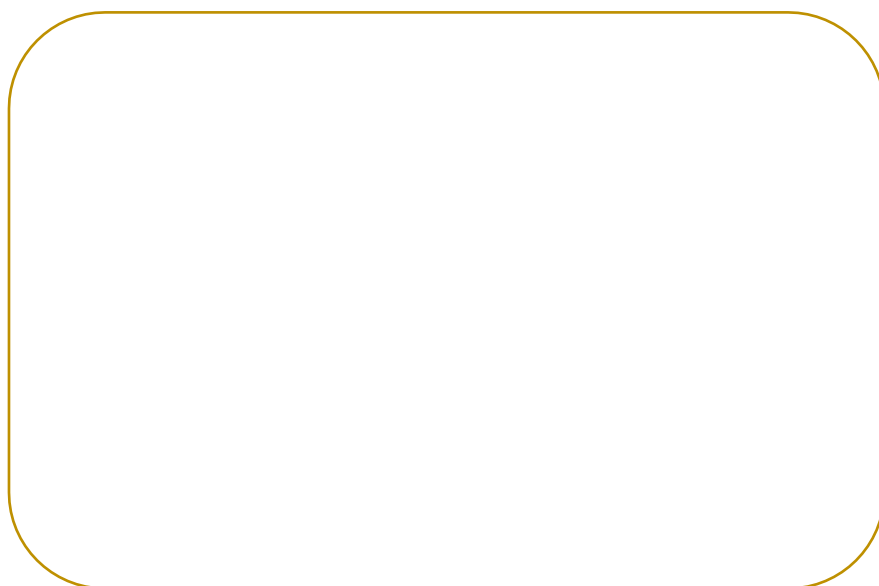


Úloha 4: Pozorovanie preparátov rias z triedy Xanthophyceae (žltozelené riasy) - *Tribonema* sp.

Postup:

1. Pozorujeme trvalé preparáty žltozelených rias, nakreslíme a opíšeme štruktúru *Tribonema*, vláknitej žltozelenej riasy.

Nákres:



Zdroje:

Williams, D.M. 1991. Phylogenetic relationships among the chromista: a review and preliminary analysis. *Cladistics* 7:141-156. [kladistická analýza založená predovšetkým na morfológických údajoch]

6. CHLOROPHYTA (zelené riasy)

Teoretický úvod:

Zelené riasy (Chlorophyta) predstavujú rozmanitú a ekologicky významnú skupinu fotosyntetizujúcich organizmov, ktoré sa vyskytujú v rôznych prostrediach, vrátane sladkovodných, morských aj suchozemských biotopov (Van den Hoek a kol., 1981). Ich zelené sfarbenie je spôsobené dominanciou chlorofylových pigmentov, predovšetkým chlorofylu a a chlorofylu b, v chloroplastoch, ktoré im umožňujú efektívnu fotosyntézu (Green a Durnford, 1996). Tieto riasy vykazujú širokú škálu bunkovej organizácie - od jednobunkových foriem, ako je *Chlamydomonas*, až po veľké mnohobunkové druhy, ako je *Ulva* (morský šalát).

Chloroplasty zelených rias sú veľmi rozmanité svojim tvarom a slúžia ako dôležitý taxonomický znak. Môžu mať rôzne tvary, napríklad pohárovitý v rode *Chlamydomonas*, špirálovitý v rode *Spirogyra*, hviezdicovitý pri rode *Zygnema* alebo sieťovitý (retikulárny) v prípade rodu *Hydrodictyon*. Táto rozmanitosť odráža prispôbenie sa prostrediu a potrebám fotosyntézy. Zelené riasy zohrávajú kľúčovú úlohu v ekosystémoch ako bioindikátory, primárny producenti, prispievajú k produkcii kyslíka a tvoria základ vodných potravinových reťazcov. Okrem toho ich potenciálne využitie v biotechnológii, najmä pri výrobe biopalív a čistení odpadových vôd, zdôrazňuje ich význam aj mimo prirodzených ekosystémov.

Úloha 1: Riasy ako bioindikátory

Zelené riasy, ako napríklad rod *Spirogyra*, sú fotosyntetizujúce organizmy, ktoré sa vyskytujú v sladkovodnom prostredí. Zohrávajú kľúčovú ekologickú úlohu ako primárny producenti a sú citlivé na zmeny vo svojom okolí, čo z nich robí účinné **bioindikátory** - organizmy používané na sledovanie stavu prostredia. Jedným z kľúčových environmentálnych faktorov, ktorý ovplyvňuje riasy a zároveň je prítomnosťou rias ovplyvňovaný, je **pH**, teda miera kyslosti alebo zásaditosti vody.

Vzťah medzi fotosyntézou a pH:

Počas fotosyntézy zelené riasy absorbujú oxid uhličitý (CO_2) a uvoľňujú kyslík. Vo vode CO_2 reaguje s vodou za vzniku **kyseliny uhličitej (H_2CO_3)**, ktorá sa následne disociuje a uvoľňuje **vodíkové ióny (H^+)**, čím znižuje pH a spôsobuje, že voda je kyslejšia. Keď riasy vykonávajú fotosyntézu a odbúravajú CO_2 , tvorba kyseliny uhličitej sa znižuje, čo spôsobuje nárast pH - voda sa stáva **zásaditejšou**.

Tento prirodzený mechanizmus umožňuje rodu *Spirogyra* **ovplyvňovať** pH svojho prostredia a túto zmenu pH možno využiť ako **indikátor fotosyntetickej aktivity**. Keďže *Spirogyra* citlivo reaguje na zmeny pH, množstvo živín a svetelné podmienky, môže slúžiť ako jednoduchý, ale účinný model na pozorovanie zmien v prostredí. Zdravý a aktívny rast pri neutrálnom až mierne zásaditom pH a znížená aktivita v kyslých podmienkach môžu poukázať

na stres spôsobený nízkym pH. Okrem toho jej vplyv na pH prostredníctvom fotosyntézy môže názorne ukázať biologické procesy prebiehajúce vo vodných ekosystémoch. Experiment má dve časti.

V tomto experimente sa *Spirogyra* používa na:

1. Pozorovanie jej tolerancie a rastu v rôznych pH podmienkach (kyslé, zásadité, neutrálne).
2. Skúmanie jej fotosyntetického vplyvu na pH vody za svetelných a tmavých podmienok, pričom ako indikátor sa používa lakmusový papier.

Časť 1: Tolerancia riasy *Spirogyra* voči pH

Cieľ:

Pozorovať, ako *Spirogyra* rastie v kyslom, zásaditom a neutrálnom prostredí (pri rôznych hodnotách pH)

Material:

- Tri kadičky alebo Erlenmeyerove banky (100 – 250 ml)
- Kultivovaná *Spirogyra* (rovnaké množstvá)
- Lakmusové papieriky
- Destilovaná voda
- Kyslé médium (kyselina)
- Zásadité médium (zásada)
- Kvapkadlá alebo pipety

Postup:

1. Označíme tri kadičky: **kyslé, neutrálne a zásadité**.
2. Každú kadičku naplníme rovnakým objemom destilovanej vody.
3. Upravíme pH v každej z kadičiek:
 - Do kadičky označenej ako “kyslé” pridáme niekoľko kvapiek kyseliny.
 - Kadičku označenú ako “neutrálne” necháme len s destilovanou vodou.
 - Do kadičky označenej ako “zásadité” pridáme malé množstvo zásady.
4. Ponoríme pH papierik do každej kadičky, aby sme si overili pH prostredia:
 - Kyslé prostredie: modrý lakmusový papier sa zafarbí na červeno.
 - Zásadité prostredie: červený lakmusový papier sa zafarbí na modro.
 - Neutrálne prostredie: nedochádza k žiadnej zmene farby.
5. Do každej kadičky pridáme rovnaké množstvo vláknitej riasy *Spirogyra*.

6. Umiestníme kadičky na dobre osvetlené miesto a niekoľko dní pozorujeme rast a farbu.

Pozorujeme:

- Zmeny pH vo všetkých troch prostrediach.
- Zmeny chlorofylového pigmentu v dôsledku rozdielneho pH.

Časť 2: Vplyv fotosyntézy na pH

Cieľ:

Preskúmame, ako proces fotosyntézy *Spirogyry* ovplyvňuje pH vody v podmienkach svetla (otvorená kadička) oproti tme (zakrytá kadička).

Materiál a pomôcky:

- Dve kadičky s rovnakým objemom destilovanej vody
- Kultúra riasy *Spirogyra*
- Priehľadné viečko alebo potravinová fólia
- Hliníková fólia alebo nepriehľadný kryt
- Lakmusový papier alebo pH indikátor
- Zdroj svetla (slnečné svetlo alebo lampa)

Postup:

1. Do dvoch kadičiek naplnených destilovanou vodou pridáme rovnaké množstvo riasy *Spirogyra*
2. Jednu kadičku úplne zakryjeme hliníkovou fóliou, aby sme obmedzili prístup svetla (tmavé podmienky).
3. Druhú kadičku necháme odkrytú alebo ju prikryjeme priehľadným viečkom (svetlé podmienky).
4. Obe kadičky umiestnime do rovnakého prostredia s konštantnou teplotou.
5. Kadičky necháme stáť 1 hodinu.
6. Po uplynutí inkubačného času otestujeme pH oboch kadičiek pomocou lakmusového papierika alebo pH prúžkov.

Pozorujeme:

- V **kadičke vystavenej svetlu** sa očakáva, že *Spirogyra* bude fotosyntetizovať, spotrebúvať CO₂ a zvyšovať pH (lakmusový papier sa zafarbí na modro alebo sa ukáže zásadité pH).
- V **zakrytej kadičke** fotosyntéza neprebíha, a v dôsledku dýchania sa môže hromadiť CO₂, čo vedie k zníženiu pH (lakmusový papier sa zafarbí na červeno alebo sa ukáže kyslé pH).

Úloha 2: Pozorovanie rozličných tvarov chloroplastov odd. Chlorophyta

Teoretický úvod:

Trieda Zygnematophyceae je charakteristická rodmi, ktoré majú rôzne tvary chloroplastov slúžiace k ich identifikácii. Vo svojej štruktúre obsahujú aj pyrenoidy.

Materiál a pomôcky:

kultúra rias rodu *Spirogyra* a *Zygnema*, 50 ml skúmavka, pinzeta, podložné sklíčko, krycie sklíčko, mikroskop

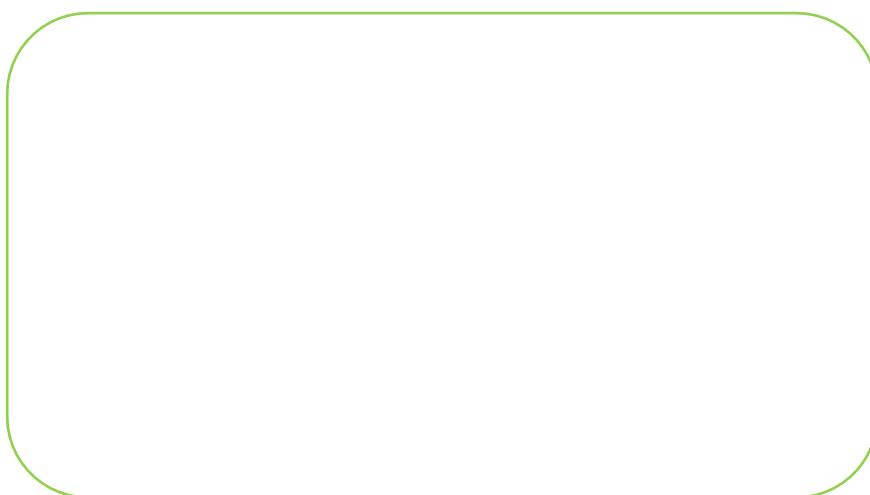
Postup:

1. Do 50 ml skúmavky odoberieme malé množstvo rias.
2. Pomocou pinzety ich nanesieme na podložné sklíčko. Pridáme kvapku vody.
3. Krycím sklíčkom prikryjeme a pozorujeme. Snažíme sa identifikovať jednotlivé rody podľa tvaru chloroplastov.

Vyhodnotenie:

Do pozorovania si prekreslíme a popíšeme charakteristické tvary chloroplastov pre tento rod.

Nákres:



Úloha 3: Pozorovanie trvalých preparátov a herbárových položiek

Trvalé preparáty (všetky 4 rody) :	Herbárové položky (2 druhy) :
• <i>Hematococcus</i> • <i>Hydrodictyon</i> • <i>Ulothrix</i> • <i>Volvox</i>	• <i>Kirchneriella contorta</i> • <i>Halimeda tuna</i> • <i>Codium fragile</i> • <i>Ulva rigida</i> • <i>Cladophora prolifera</i> • <i>Cladostephus verticillatus</i>

Nákres:

Zdroje:

1. Van den Hoek, C., Lobban, C. S., & Wynne, M. J. (1981). Chlorophyta: morphology and classification. *The biology of seaweeds. University of California Press, Berkeley*, 86-132.
2. Green, B. R., & Durnford, D. G. (1996). The chlorophyll-carotenoid proteins of oxygenic photosynthesis. *Annual review of plant biology*, 47(1), 685-714.

7. Oddelenie MYXOMYCOTA, OOMYCOTA, ZYGOMYCOTA

Teoretický úvod

SKUPINA „SLIZOVKY“ zahŕňa viacero oddelení – Myxomycota, Plasmodiophoromycota, Dictyosteliomycota, Acrasiomycota a Labyrinthulomycota (tie sa občas zaraďujú aj k Stramenopila), čo odzrkadľuje ich rôznorodosť a nejasnosť klasifikácie. Jednoduchšie vieme slizovky rozdeliť podľa stavby ich stielky na plazmódiové (Myxomycota, Plasmodiophoromycota), bunkové (Dictyosteliomycota, Acrasiomycota) a sieťové (Labyrinthulomycota) slizovky. Základné spoločné vlastnosti slizoviek sú: absencia bunkových stien a **fagotrofná** výživa.

Slizovky oddelenia Myxomycota nie sú huby (pozri vyššie, huby majú bunkovú stenu a vyživujú sa inými spôsobmi). Odlišujú sa aj životným cyklom, ktorý zahŕňa 2 základné štádiá. Začína vyklíčením spóry, pri ktorom sa do prostredia uvoľnia haploidné protoplasty. Tieto protoplasty môžu byť bičíkaté - **myxomonády** alebo amébovité - **myxaméby**, sú teda pohyblivé a môžu sa ďalej deliť alebo vytvoriť dormantné mikrocysty, podľa podmienok prostredia. Dve haploidné myxomonády alebo myxaméby fúziou vytvoria diploidnú zygotu, ktorá je základom **plazmódia**. Plazmódium má multinukleárnu štruktúru ako jedna obrovská bunka so stovkami jadier. Keď plazmódium dosiahne určitú veľkosť a iné podmienky, premieňa sa na jednu alebo viacero plodníc. (Aj tu sa odlišujú od húb – u nich plodnice vyrastajú z trvalého mycélia.) Podľa štruktúry plodnice ich delíme na **sporangium**, **etárium**, **pseudoetárium** a **plazmódiokarp**. Iné oddelenia majú iné životné cykly, plodnice, atď. (Jabur 2023).

Ríša Stramenopila zahŕňa oddelenie Oomycota (riasovky), Hyphochytriomycota a Labyrinthulomycota a v súčasnosti sa tu zaraďujú aj riasy z oddelenia Heterokontophyta. Výrazná charakteristika riasoviek je spôsob ich nepohlavného rozmnožovania, ktoré sa uskutočňuje prostredníctvom **dvojbičíkatých zoospór**, z ktorých jeden bičík je hladký a druhý obrvený (= sú heterokontné). V životnom cykle vznikajú primárne a sekundárne nepohlavné spóry. Primárne majú bičíky umiestnené apikálne, sekundárne laterálne. Pohlavne sa Oomycota rozmnožujú oogamiou. Stielka riasoviek môže byť jednobunková alebo vláknitá, ak je vláknitá, tak vlákna hýf sú **cenocytické**. Vyživujú sa saprotrofne (rad Saprolegniales) alebo paraziticky (rad Peronosporales).

RÍŠA HUBY (FUNGI) (Jabur 2023) je unikátnou skupinou organizmov. Je príbuznejšia ku živočíchom ako ku rastlinám, spolu patria do domény Opisthokonta. Telo húb je tvorené **hýfami**, ktoré tvoria **mycélium**. Majú bunkové steny a vyživujú sa heterotrofne. Rozmnožujú sa spórami, ktoré môžu vznikáť pohlavne aj nepohlavne (konídiospóry). Niektoré skupiny netvoria mycélium, ale tvoria jednobunkové stielky – tzv. kvasinkové štádium. Huby majú nezastupiteľné postavenie v ekosystémoch, sú rozkladačmi organickej hmoty, parazitmi a symbiotickým vzťahom s vyššími rastlinami (mykorizou) ovplyvňujú rast rastlín na celom svete.

Patria tu oddelenia Chytridiomycota (bunkovky), Zygomycota (plesne), Ascomycota (vreckaté huby) a Basidiomycota (bazídiové huby).

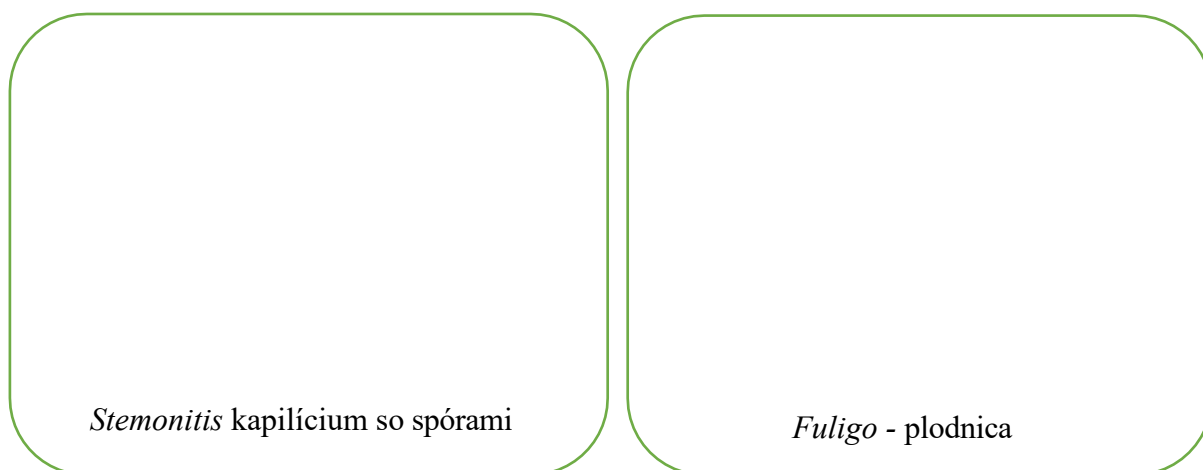
Oddelenie *Zygomycota* tvorí viacero pododdelení: *Zygomycetes* a *Trichomycetes*. Hlavnými charakteristikami tohto oddelenia sú cenocytické mycélium a tvorba hrubostenných zygospor, ktoré sú nepohyblivé, ale veľmi odolné. Nepohlavne sa rozmnožujú pomocou konídií. Vyživujú sa saprotrofne (rad Mucorales), paraziticky (rad Entomophthorales) alebo endomykorízou (rad Glomales).

Úloha č. 1: Pozorujte trvalé preparáty z oddelenia Myxomycota. Nakreslite a opište plodnicu týchto druhov vrátane nasledujúcich štruktúr: (hypotalus, spóry, kapilícium).

Nákres

a) *Stemonitis*

b) *Fuligo*



Úloha č. 2: Slizovky sa využívajú ako modelové organizmy. Prečo?

.....

.....

.....

Úloha č. 3: Pozorujte, nakreslite a opíšte trvalé preparáty z oddelenia Oomycota (konídiá, infikované pletivá, sporangium v rôznych pletivách hostiteľa).

- *Plasmopara viticola*
- *Phytophthora infestans*
- *Peronospora tabacina*

Nákres:



Plasmopara viticola



Phytophthora infestans



Peronospora tabacina

Zdroje:

1.Jabur, Sanaa. (2023). Basic forms of fungi (structure and classification). 10.13140/RG.2.2.27343.46241.

8. Oddelenie ASCOMYCOTA

Teoretický úvod

Oddelenie **Ascomycota** (Wijayawardene a kol., 2018), vreckaté huby, tvorí dobre definovanú skupinu organizmov. Stielka vreckatých húb je tvorená **hýfami s priehradkou s jednoduchým pórom**, ktoré tvoria mycélium alebo je jednobunková (kvasinky). Mycélium môže byť organizované do hubového pletiva. Podľa typu organizácie hýf rozlišujeme plektenchým, prozenchým a pseudoparenchým.

Rozmnožovanie vreckatých húb prebieha pohlavne tvorbou **askospór** alebo nepohlavne pomocou **konídiospór** a ďalšími spôsobmi (napr. pučanie u kvasiniek). Pohlavné rozmnožovanie je podmienené prítomnosťou dvoch kompatibilných jadier v jednej bunke – tzv. **dikaryotické štádium**. Askospóry sa tvoria vo **vreckách** (sing. ascus, odtiaľ názov skupiny) zvyčajne v počte 8, čo vyplýva z priebehu meiotického delenia. Výnimky sú ale časté a rôzne druhy majú vo vreckách rôzny počet spór, od 1 po mnoho. Vrecká so spórmi sú zvyčajne chránené zhlukom sterilných hýf – parafýzami, ktoré spolu s vreckami tvoria výtrusorodú vrstvu (**hyménium**) v plodnici (**askokarp**). Podľa morfológie rozlišujeme tri typy plodníc: kleistotécium, peritécium a apotécium. V **kleistotécii** sú spóry úplne uzavreté a plodnica sa otvára rozpadom. **Peritécium** má podobnú stavbu, ale spóry sú rozmiestnené pravidelnejšie a na uvoľňovanie spór z plodnice slúži špeciálny otvor – ostiolum. **Apotécium** má tvar misky a hyménium je otvorené do prostredia.

Pri askomycétach rozlišujeme v rámci jedného druhu asexuálne sa rozmnožujúce štádium (**anamorfa**) od sexuálneho štádia (**teleomorfa**). Niektoré druhy sa rozmnožujú iba asexuálne a teda tvoria iba anamorfné štádium. Tieto dve formy toho istého druhu môžu byť morfológicky veľmi odlišné, v minulosti sa preto pre nich zaužívali 2 rôzne mená (napr. *Botrytis cinerea* a *Botryotinia fuckeliana*). Od tohto dvojitého pomenovania sa upustilo až v roku 2013. Na základe prítomnosti či neprítomnosti sexuálneho rozmnožovania bola umelo vytvorená skupina Deuteromycota, ktorá združovala druhy tvoriace iba anamorfné štádiá. V súčasnosti táto skupina nemá oporu v najnovších poznatkoch taxonómie húb.

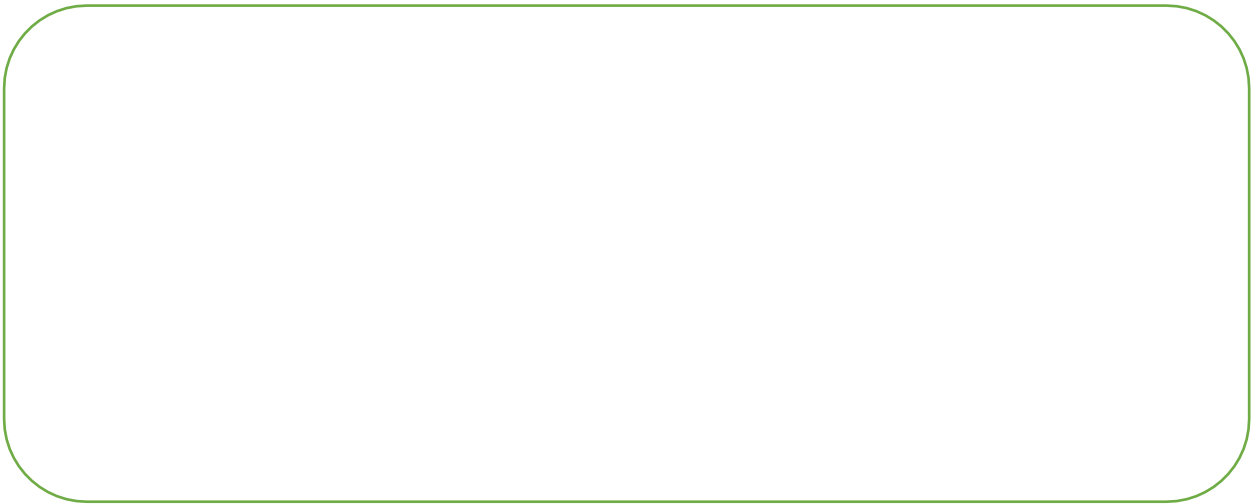
Vreckaté huby majú rôznorodú ekológiu a spôsob výživy, poznáme koprofilné, lignikolné, hypogeické, lichenizované, saprofytické aj parazitické druhy.

Úloha č. 1: Pripravte natívny preparát z kultúry *Saccharomyces cerevisiae*, pozorujte a popíšte deliace sa bunky.

Materiál a pomôcky:

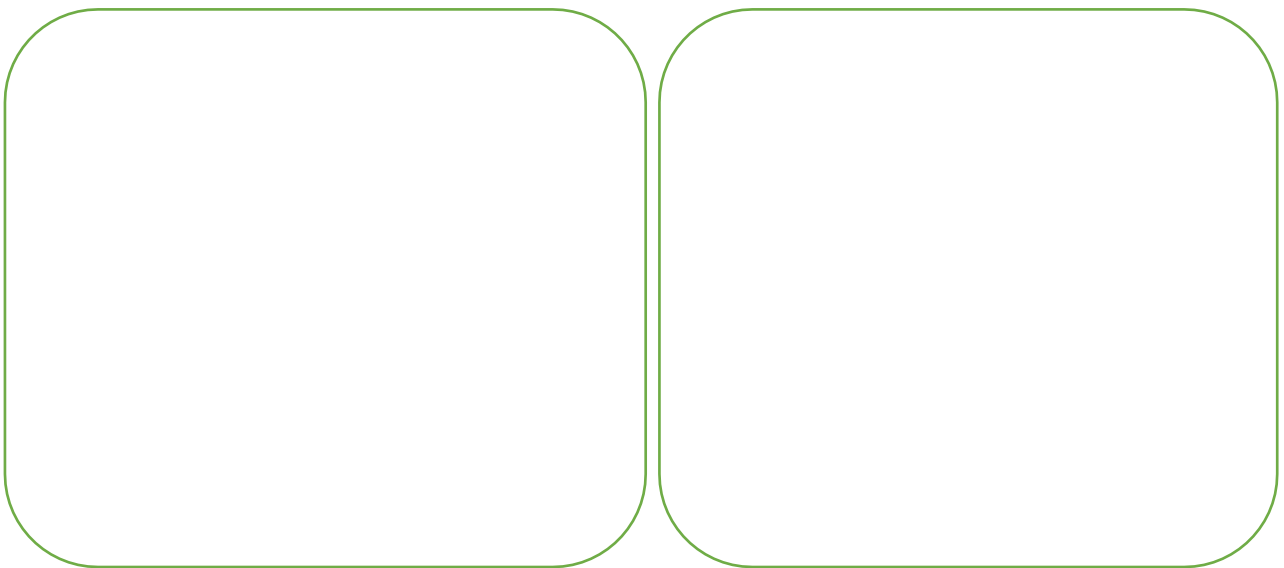
kultúra *Saccharomyces cerevisiae* ,pinzeta, podložné sklíčko, krycie sklíčko, mikroskop

Nákres :



Úloha č. 2: Pozorujte trvalé preparáty *Penicillium*, modrej plesne a list broskyne napadnutej *Taphrina deformans*, a opíšte konídiá a konidiófory.

Nákres:



Penicillium: mycélium a konidiófory

Taphrina deformans, askus a askospóry

Úloha č. 3: Pozorujte trvalé preparáty.

- *Claviceps purpurea*
- *Tuber rufum*
- *Morchella edulis*

Nákres:



Claviceps purpurea, sklerócium



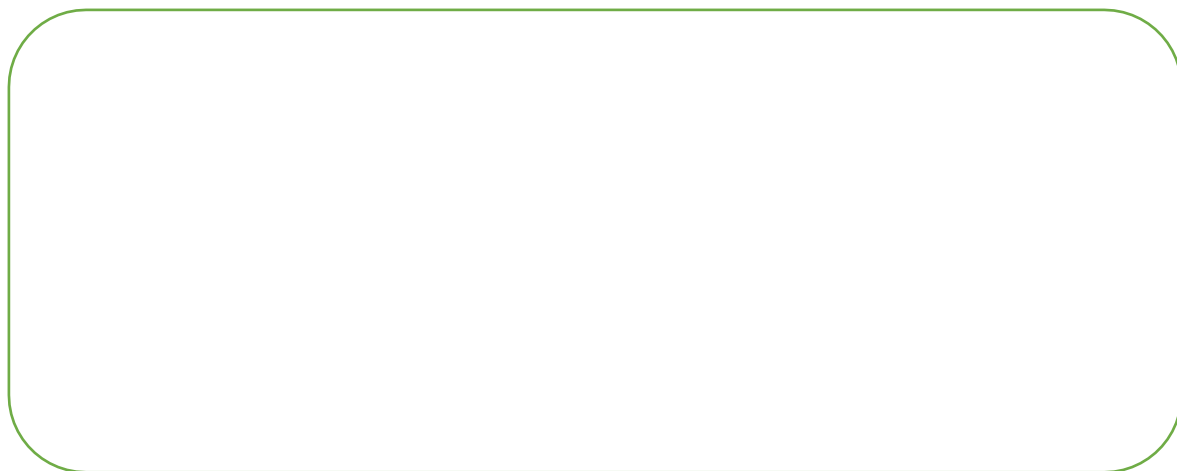
Tuber rufum, hyménium a askus



Morchella edulis, askus a askospóry

Úloha č. 4: Pozorujte infekciu patogénu a opíšte, čo vidíte.

Nákres:



Zdroje:

1. Wijayawardene, N. N., Hyde, K. D., Lumbsch, H. T., Liu, J. K., Maharachchikumbura, S. S., Ekanayaka, A. H., ... & Phookamsak, R. (2018). Outline of ascomycota: 2017. *Fungal diversity*, 88(1), 167-263.

9. Oddelenie BASIDIOMYCOTA

Teoretický úvod

Oddelenie **Basidiomycota**, bazídiové huby, je sesterskou skupinou oddelenia **Ascomycota**. Stielka väčšiny bazídiových húb je tvorená **hýfami s priehradkami s dolipórom**, ktoré tvoria mycélium. Niektoré druhy majú **jednobunkovú stielku** podobne ako kvasinky oddelenia Ascomycota. Počas vývinu prechádza stielka bazídiových húb troma štádiami: **primárne mycélium** (homokaryon), **sekundárne mycélium** (heterokaryon) a **terciárne mycélium** (bazídiokarp, plodnica). Rovnako ako u oddelenia Ascomycota tu pozorujeme dikaryotické štádium.

Rozmnožovanie bazídiových húb prebieha pohlavne pomocou **bazídiospór** alebo nepohlavne pučaním, fragmentáciou, konídiami a pod. Bazídiospóry sa tvoria na špecializovaných štruktúrach **bazídiách** typicky v počte 4 v hyménii. Hyménium bazídiových húb okrem bazídií obsahuje aj sterilné súčasti a to **bazidioly**, **cystidy** a pod. Bazídiospóry sú zvyčajne jednobunkové a haploidné.

Hyménium triedy **Hymenomycetes** môže nadobúdať rôzne tvary, najčastejšie **lupeňovitý**, **rúrkovitý**, **ostnatý** alebo **rozptýlený** a plodnice sú rozmanitého tvaru a stavby. Trieda Gasteromycetes (bruchatky) majú uzavreté plodnice a spóry dozrievajú v pletive nazývanom **gléba**. Triedy Urediniomycetes (hrdze) a Ustilaginomycetes (snete) netvoria bazídiokarpy, ale počas svojho životného cyklu tvoria **teliospóry**, ktoré často slúžia na prezimovanie a je to budúce bazídium, na ktorom sa vyvíjajú bazídiospóry.

Typy plodníc v rôznych triedach:

Skupina	Plodnica
trieda Hymenomycetes	plodnice majú hyménium rôzneho tvaru
• rad Agaricales	hlúbik, klobúk, prsteň, pošva
• rad Aphyllophorales	rôznotvaré
trieda Gasteromycetes	uzavretá plodnica – gléba v perídiu
• rad Lycoperdales	práškovitá gléba
• rad Phallales	zapáchajúca, najprv hypogeická
• rad Nidulariales	„vtáčie hniezda“
trieda Urediniomycetes	netvoria plodnicu, écium – uredinium - télium
trieda Ustilaginomycetes	netvoria plodnicu, sórus

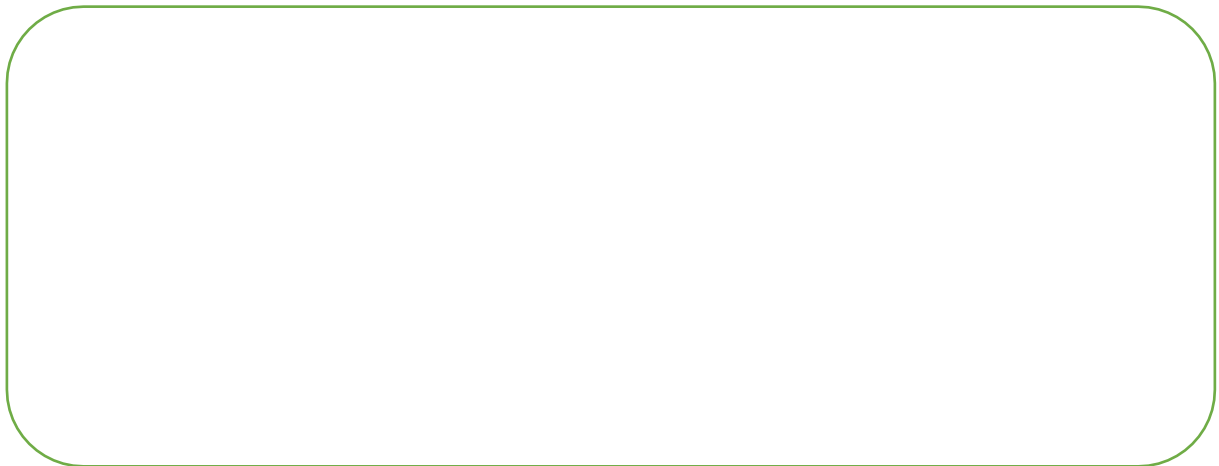
Unikátnym fenoménom pri bazídiových hubách (ale nie len nich) je mykoríza. Ide o symbiotickú asociáciu medzi koreňmi rastlín a hýfami húb. Toto spolužitie je prospešné pre obe strany z viacerých dôvodov. Rastline sa takto zvyšuje absorpčná plocha pre vodu a minerálne látky a huba získava cukry z fotosyntézy. Výsledkom je odolnejšia rastlina voči suchu, pH a iným vplyvom prostredia a pre mykorízne huby je to často jediný zdroj výživy.

Okrem mykorízy sa bazídiové huby vyživujú saprotroficky, paraziticky a poznáme aj lichenizované druhy.

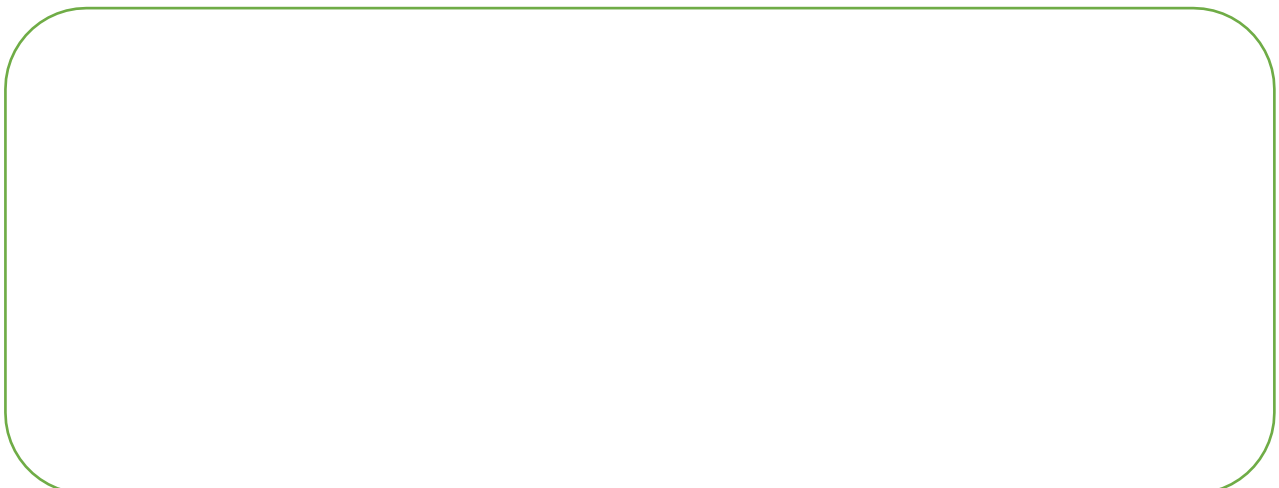
Úloha č. 1: Pozorujte trvalé preparáty z triedy Hymenomycetes, určte typ hyménia a nakreslite jeho časti (bazídia, cystidy, spóry).

Nákres:

a) *Boletus edulis*

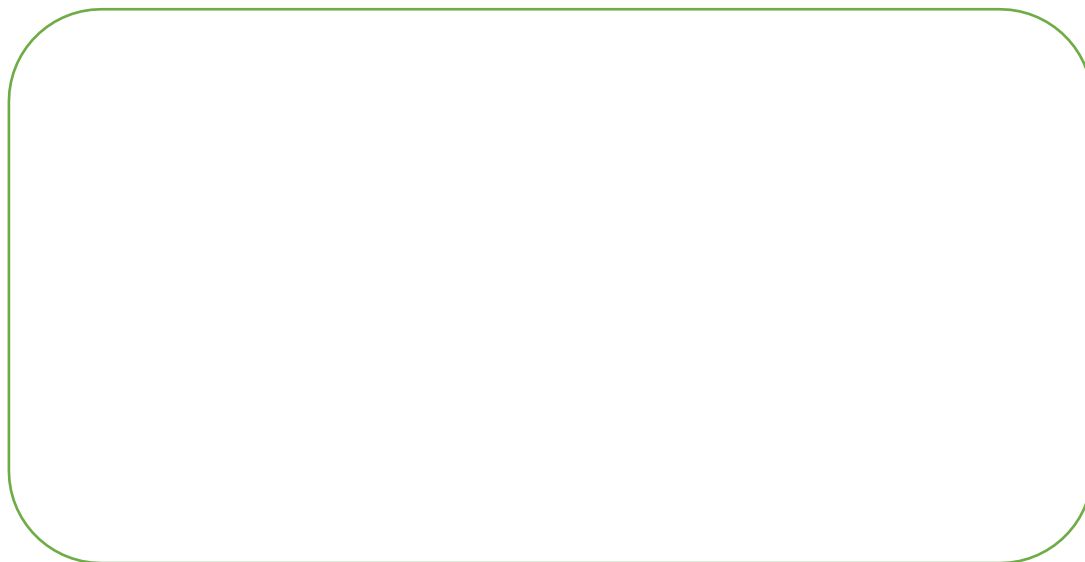


b) *Polyporus* sp.



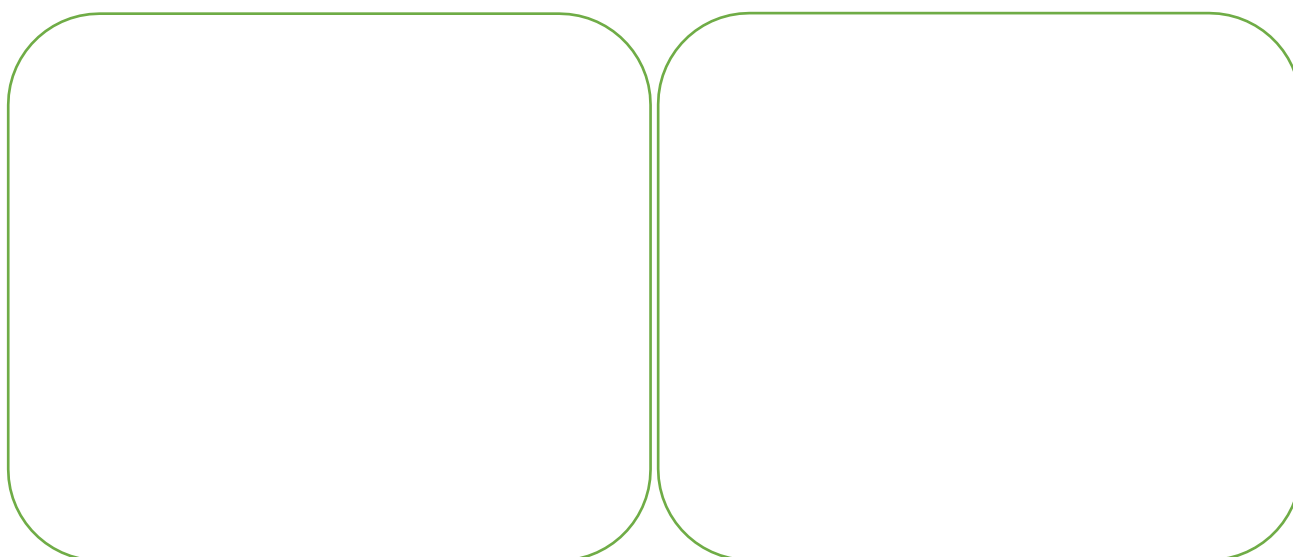
Úloha č. 2: Na základe trvalých preparátov pozorujte a nakreslite télium (čierna hrdza na pšenici).

Nákres:



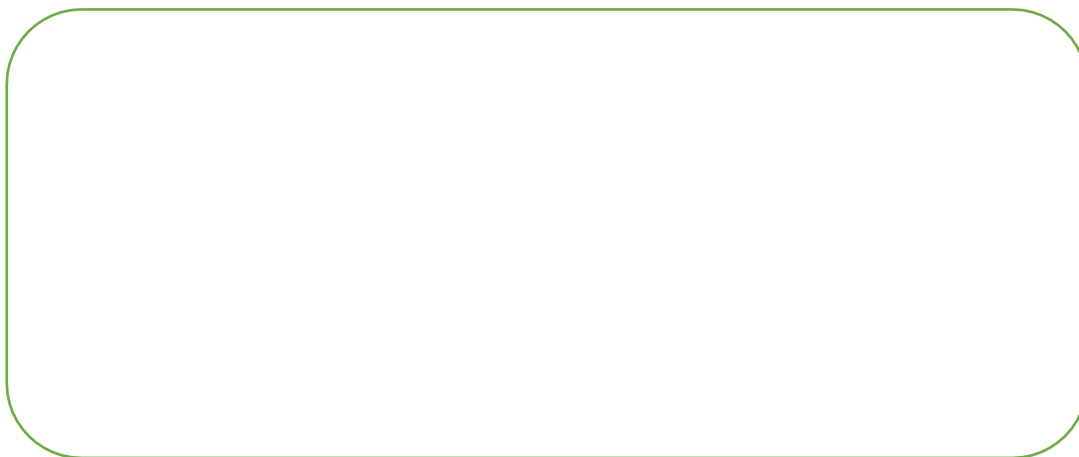
Úloha č. 3: Pozorujte trvalý preparát z triedy Urediniomycetes (*Gymnosporangium sabinae*) a nakreslite aecidiá a pyknidiá.

Nákres:



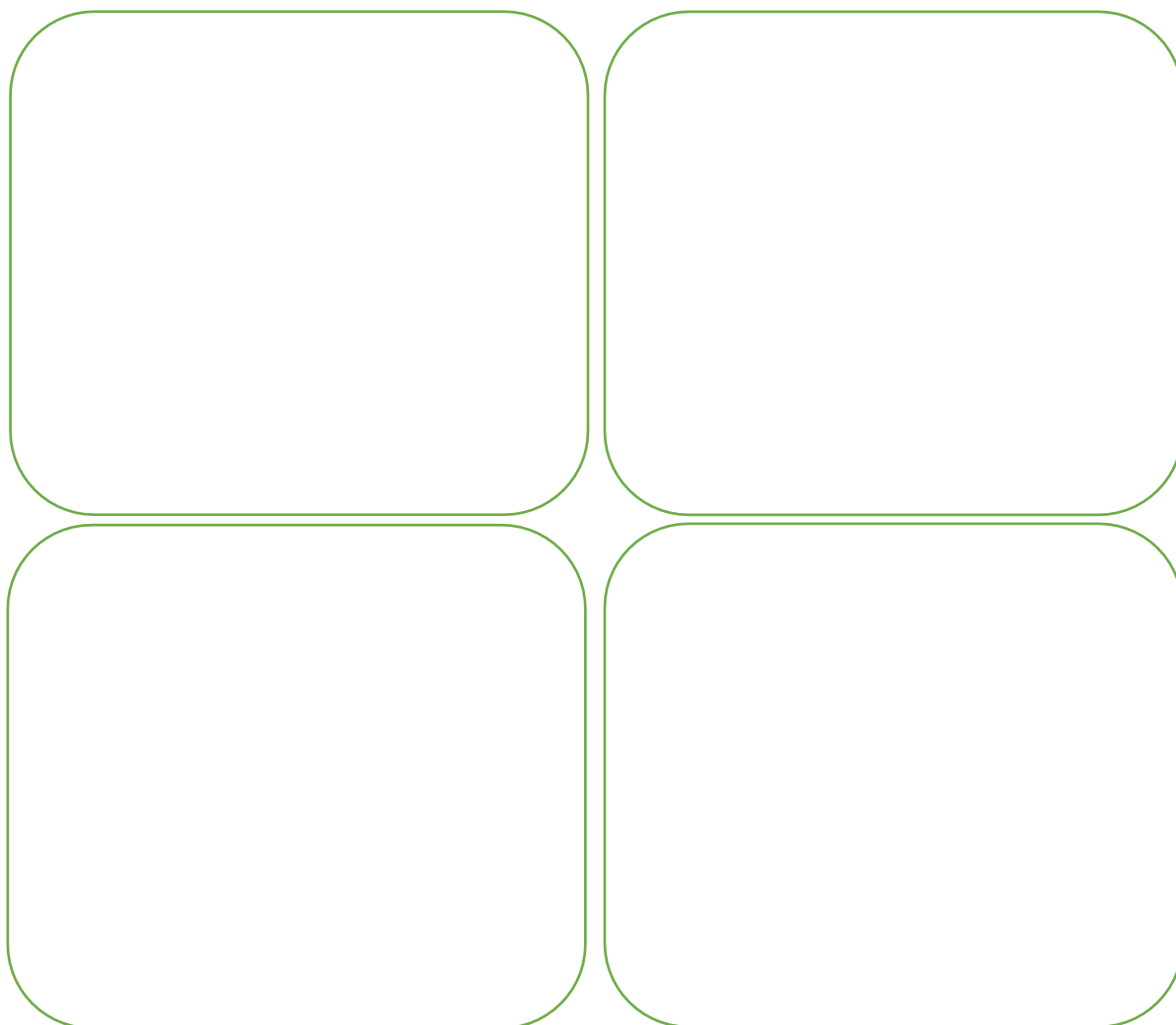
Úloha č. 4: Pozorujte trvalý preparát z triedy Ustilaginomycetes (*Ustilago zaeae*) a zakreslite spóry.

Nákres:



Úloha č. 5: Vyberte si 4 modely húb (2 jedlé a 2 nejedlé), zakreslite a popíšte ich anatomickú stavbu.

Nákres:



10. LICHENES (lišajníky)

Teoretický úvod:

Lišajníky predstavujú **symbiotickú asociáciu** medzi hubovým (**mykobiont**) a fotosyntetickým (**fotobiont**) partnerom (Lakatos 2011). Takzvané spolužitie medzi fotobiontom (sinica, riasa) a hubou (odd. Ascomycota, Basidiomycota) prináša **benefity**, ktoré by v prípade, že žijú samostatne nemali. Avšak čo sa týka symbiózy, táto otázka ešte stále nie je uzavretá nakoľko sa prednedávnom zistilo, že v tomto spolužití **je ďalší partner**, ktorým sú **kvasinky**. Lichenológovia sa zhodnú, že **dôležitú úlohu** v symbióze zohrávajú aj **baktérie**.

Vegetatívnu časť lišajníka tvorí stielka **thallus**, pl. *thalli*, z ktorej sa môže vyvinúť morfológicky rôznorodé štruktúry. Tieto štruktúry môžu byť vláknité, vetvené, pripomínajúce listy, rôzne zhluky, tenkú kôru, prášok, alebo dokonca povlak bez ohraničenia. Morfológia a anatomia stielky lišajníkov **je výsledkom adaptácie na prostredie**, kde mykobiont (hubová časť) je exhabitant a fotobiont (fotosyntetizujúca časť) je inhabitant. Existuje viacero subtypov stielok, no väčšinou všetky sa dajú zaradiť do troch hlavných typov: **kôrovitá, lupeňovitá a kričkovitá**. Z hľadiska distribúcie fotosyntetického partnera (zelená riasa/sinica) poznáme stielky **homeomerické** (*Collema sp.*), kde je fotobiont rozptýlený viac-menej rovnomerne v stielke. Druhý typ stielky z hľadiska distribúcie je **heteromerická** (*X. parietina*), kde je stielka diferencovaná. Často sa v priečnom reze pekne vidno hornú kôru, vrstvu fotobionta, stržeň (medulla), spodnú kôru. V niektorých prípadoch kričkovitej stielky je centrálny **stržeň** vyvinutý (*Usnea sp.*) alebo pri niektorých druhoch centrálny **stržeň chýba** (*Cladonia sp.*)

Lišajníky predstavujú taktiež pionierske organizmy, ktoré obývajú extrémne habitáty na celom svete. Môžeme ich nájsť úplne všade cez polárne oblasti, tropické až subtropické, oblasti mierneho pásma ale aj v púšťach. To, že tieto symbiotické organizmy **dokážu prežiť aj vo veľmi špecifických podmienkach** je aj príčinou produkcie **sekundárnych metabolitov**, ktoré im umožňujú dostatočnú ochranu. V poslednej dobe sa o tieto produkty zaujíma široká vedecká verejnosť z rôznych oblastí, nakoľko boli tieto látky dlhé roky (aj vďaka limitáciám výskumu) zanedbávané. Dnes tomu tak nie je a sú predmetom štúdia rôznych oblastí chémie, biológie a samozrejme iným interdisciplinárnym vedným odborom.

Sekundárne metabolity sú **organické látky**, ktoré nie sú priamo zapojené do rastu, vývinu či rozmnožovania lišajníkov. Sú **produkované prevažne mykobiontom** a sú uložené na hýfach hubových vlákien, **extracelulárne vo forme kryštálov**. Dnes je známych približne 1100 sekundárnych metabolitov (vrátane ich derivátov), ktoré často vznikajú aj ako odpoveď na zmenu environmentálnych podmienok či klímy. Ich obsah je od 0,1-5% suchej stielky a niektoré druhy ich môžu produkovať až do 30%. Vznikajú tromi biosyntetickými dráhami: mevalonátovou, šikimovou a acetylmalonátovou. Ich význam a využitie je širokospektrálne. Biologická a ekologická aktivita sekundárnych metabolitov vykazuje: antiherbivorné, antioxidačné, protizápalové, alelopatické, antibakteriálne, antiproliferačné účinky ako aj iné.

Lišajníky sú pre ich dobrú akumuláciu ťažkých kovov využívané aj pri biomonitoringu a teda sledovaniu čistoty ovzdušia prostredia. Sekundárne metabolity chránia aj fotobionta pred nadmerným UV- žiarením, čím opäť vykazujú fotoprotekčnú aktivitu.

Úloha č. 1: Pozorovanie stielok lišajníkov z anatomického a morfológického hľadiska.

Materiál a pomôcky:

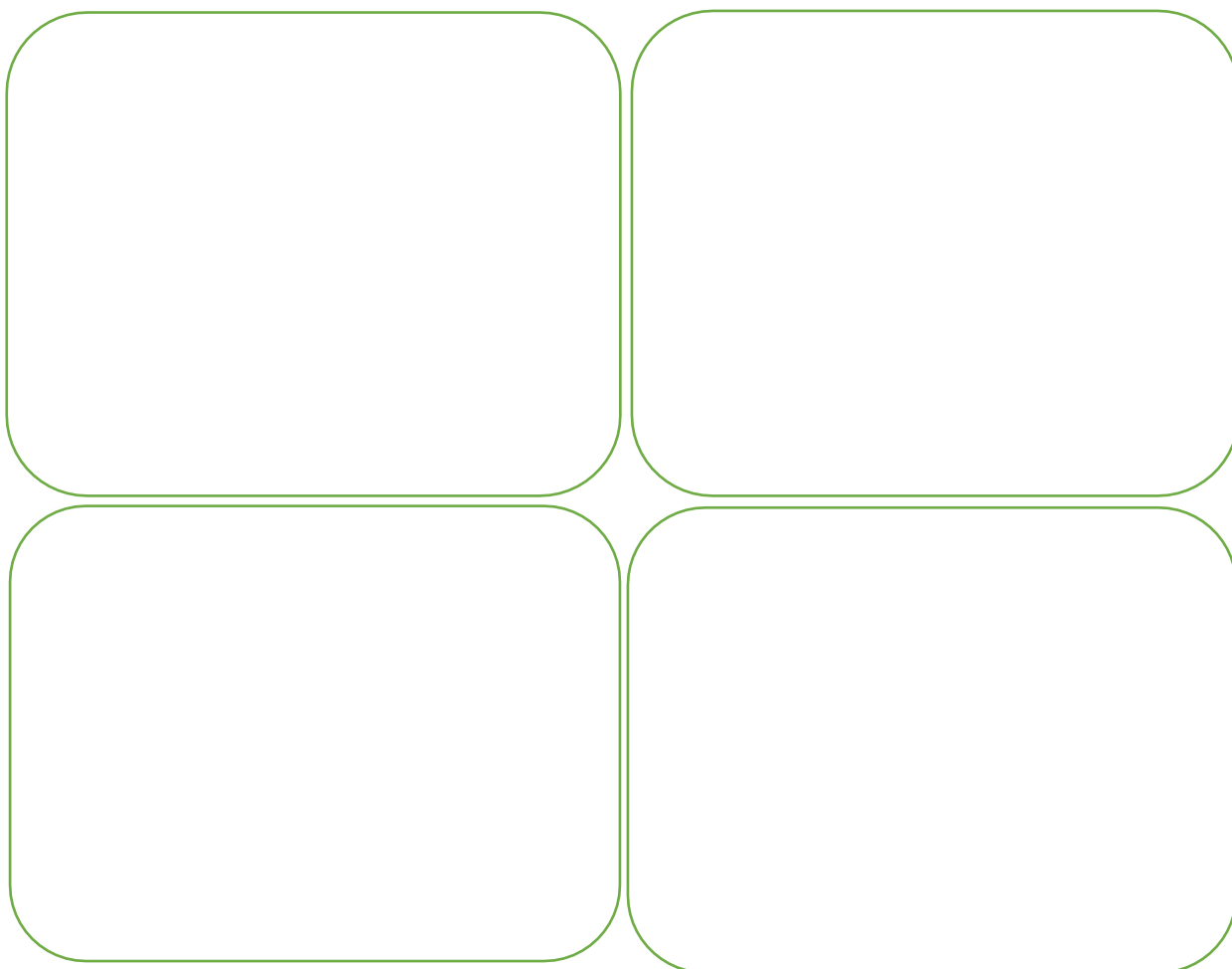
stielky lišajníkov, kuchynské utierky, destilovaná voda, žiletka, podložné a krycie sklíčka, kvapkadlo

Postup:

1. Stielku si navlhčíme na 5-10 minút v destilovanej vode.
2. Vyberieme, zľahka usušíme pomocou kuchynského obrúska a za použitia mikrotómu/žiletky si pripravíme tenký rez stielky.
3. Následne stielku položíme na podložné sklíčko, prikryjeme ho krycím a doplníme zo strany krycieho sklíčka vodu.
4. Natívny preparát pozorujeme pod mikroskopom.

Je dôležité spraviť čo najtenší rez, aby bol preparát dobre presvietený a bolo ľahšie rozoznať distribúciu fotobionta v stielke. Naš objekt si zakreslíme a popíšeme časti stielky z anatomického hľadiska. Všímajte si aj bunky fotobionta a mykobionta.

Nákres:

The image contains four empty rounded rectangular boxes arranged in a 2x2 grid. These boxes are intended for the student to draw and label the anatomical parts of the lichen thallus observed under a microscope.

Úloha č. 2: Rekryštalizácia sekundárnych metabolitov lišajníkov

Teoretický úvod:

Sekundárne metabolity predstavujú fenolové látky, ktoré sú syntetizované prevažne hubovou časťou (mykobiontom) lišajníkov. Môžeme ich tiež nájsť pod názvom lišajníkové kyseliny alebo lišajníkové metabolity. Ich syntéza prebieha tromi biosyntetickými dráhami: acetyl-malonátová, šikimová a mevalonátová cesta. Ich rozpustnosť vo vode je veľmi nízka, takmer žiadna. Na rozpustenie sa používajú organické rozpúšťadlá ako acetón, či metanol. Sekundárne metabolity sa vyskytujú vo forme kryštálov na povrchu hýf mykobionta, odkiaľ sa dajú vymyť práve rozpúšťadlami. V extrakte sa nachádza viacero sekundárnych metabolitov, ktoré majú podobnú polaritu a preto je niekedy náročné ich oddeliť. Na identifikáciu sekundárnych metabolitov sa zvykne používať metóda TLC (tenkovrstvová chromatografia). Pri správnom výbere mobilnej fázy a vhodnom pomere polárnej a nepochárnej fázy možno pekne oddeliť extrakt s majoritnými sekundárnymi metabolitmi.

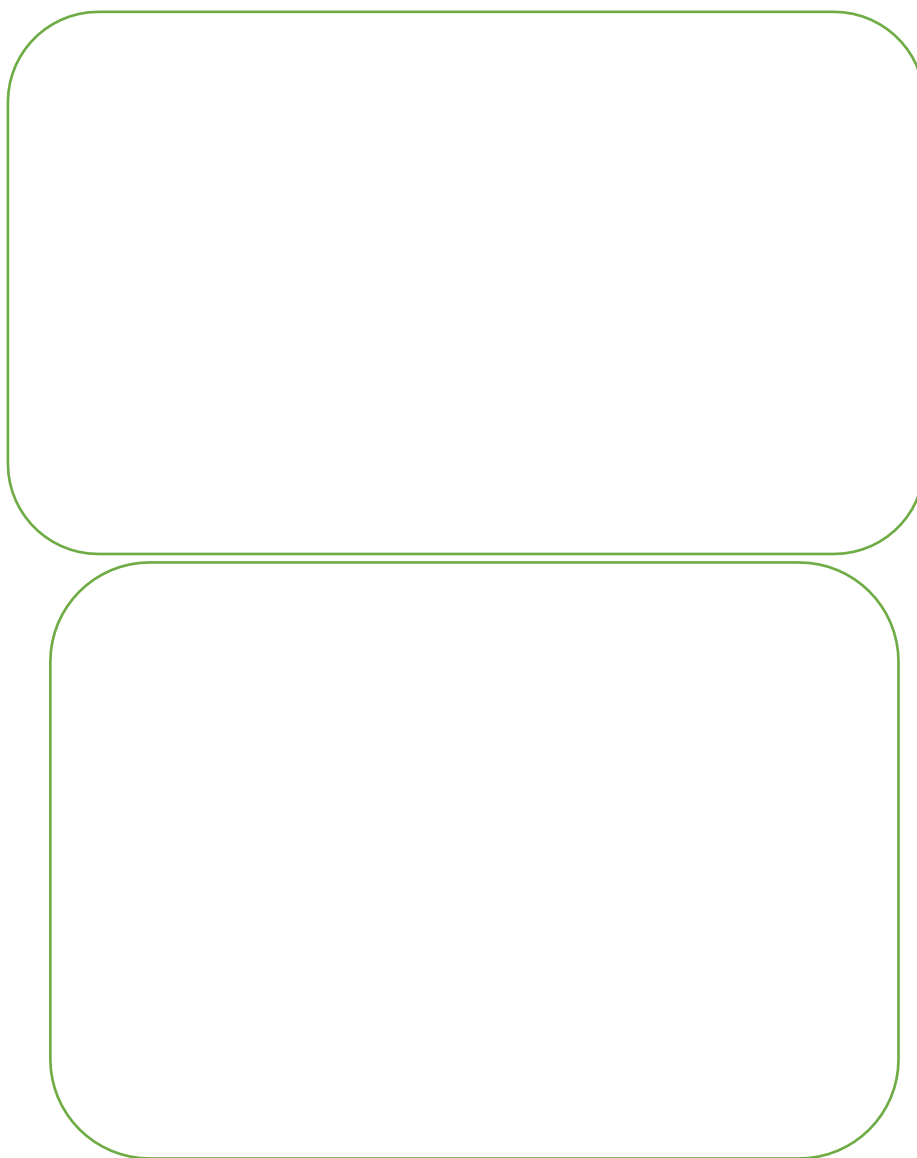
Materiál a pomôcky:

Stielky lišajníkov, kvapkadlo, acetón, glycerol, ľad. kys. octová, podložné sklíčko, krycie sklíčko, mikroskop

Postup:

1. Vezmeme si malé kúsky 2 rôznych druhov lišajníkov a položíme ich na podložné sklíčko.
2. Kvapkadlom na nich kvapneme kvapku acetónu (pracovať pri otvorenom okne) a necháme kvapku odpariť. Postup zopakujeme 3-4 krát, kým neuvidíme voľným okom povlak v oblasti stielky.
3. Následne stielku jemne pinzetou odstránime a máme extrakt na sklíčku.
4. Potom na plochu kde máme vykryštalizované metabolity, kvapneme kvapku zmesi glycerol: ľadová kys. octová (1:1), prikryjeme ich krycím sklíčkom a jemne zahrejeme, aby sa metabolity rozpustili.
5. Preparát si potom pozrieme pod mikroskopom a zakreslíme tvary sekundárnych metabolitov.

Nákres:



Úloha č. 3: Rozdelenie sekundárnych metabolitov pomocou TLC platničky vo vyvíjacej komôrke

Materiál a pomôcky:

Stielka lišajníka, eppendorf skúmavka, acetón, vyvíjacia komôrka, TLC platnička ,pinzeta, UV lampa

Postup:

1. Malý kus stielky si dáme do eppendorf skúmavky s acetónom, aby sa vymyli sekundárne metabolity.
2. Pripravíme si komôrku s mobilnou fázou a TLC platničku.
3. Na TLC platničku si poznačíme štart a cieľ, a malou kapilárou nanesieme extrakt z eppendorf skúmavky na platničku.

4. Necháme platničku vyvíjať a potom si pozrieme ako sa extrakt rozdelil pod UV lampou.
5. Vyznačíme si škvrny, ktoré predstavujú sekundárne metabolity s rôznou polaritou.
6. Potom namočíme platničku do zmesi s kyselinou sírovou a vanilínom a vypálime, vyznačíme si sekundárne metabolity a vypočítame Rf faktor.

Vyhodnotenie:

Zdroje:

1. Lakatos, M. (2011). Lichens and bryophytes: habitats and species. *Plant desiccation tolerance*, 65-87.

11. Oddelenie BRYOPHYTA

Teoretický úvod

Oddelenie Bryophyta patrí k jedným z najstarších (Chopra 2005), a stretávame sa pri ňom s **progresívnymi znakmi**, ktoré nesú aj vyššie rastliny. Niektoré formy machorastov majú jednoduchý systém vodivých elementov tzv. **hydroidy** a **leptoidy**.

Čo sa týka morfológie machorastov, rozoznávame sexuálne štádium životného cyklu, ktoré sa nazýva **gametofyt (n)** a štádium, ktoré vytvára spóry sa nazýva **sporofyt (2n)**. Pri machorastoch je sporofyt závislý na gametofyte (opačne ako pri vyšších rastlinách). Fotosyntetizujúcu časť predstavuje gametofyt, ktorý je upevnený k substrátu pomocou rizoidov (pakorienky). **Rizoidy** majú podobnú štruktúru ako koreňové vlásky nachádzajúce sa na zložitejších cievnatých rastlinách. Úlohou rizoidov je predovšetkým ukotvenie, prichytenie k substrátu, no machorasty ich môžu v závislosti od druhu využiť aj na príjem vody a živín. Samčí pohlavný orgán sa volá **anterídium** a tvoria sa v ňom pohlavné bunky tzv. spermatozoidy. Samičí pohlavný orgán predstavuje **archegonium** a má fľaškovitý tvar, ktorý obsahuje jedinu pohlavnú bunku tzv. **oosféru**. Machorasty sa rozmnožujú aj **vegetatívne**, tzv. **fragmentáciou stielky** alebo tvorbou rozmanitých útvarov (**gemmae**) pozorovateľné napríklad pri pečienkvách.

Na gametofyte je možné rozoznať pakorienky (rizoidy), pabylku (kauloidy) a palístky (fyloidy). Gametofyt predstavuje fotosyntetickú časť, ktorá je upevnená k substrátu. Čo sa týka sporofytu, je zložený z nasledujúcich častí: seta, sporangium, peristoma (obústie) a operculum (viečko). V sporangiu sa tvoria spóry. Na mladom sporofyte tiež rozoznávame útvar calyptra (čiapka).

Z hľadiska dôležitosti organel majú u machorastov veľký význam vakuoly. Okrem základných funkcií akými sú expanzia buniek, skladovanie rozpustných látok a vodná bilancia, zohrávajú kľúčovú úlohu pri transporte a skladovaní viac ako 200 000 sekundárnych metabolitov, ako sú fenolové, terpenoidové a alkaloidové zlúčeniny. Väčšina týchto metabolitov sa považuje za obranný nástroj proti biotickému a abiotickému stresu.

Machy rozoznávame **akrokarpné** a **pleurokarpné**. Základné rozdiely sú nasledovné:

- Akrokarpy sú zvyčajne nerozvetvené a vzpriamené a tvoria kopcovitú kolóniu.
- Akrokarpné machy rastú pomalšie ako pleurokarpné machy.
- Sporofyty akrokarpných machov vychádzajú z končekov machu.
- Akrokarpy sa neregenerujú z úlomkov tak rýchlo ako pleurokarpné machy.
- Pleurokarpné machy sa voľne chaoticky, plazivo rozvetvujú.
- Sporofyty pleurokarpných machov sa objavujú uprostred stopky-sety.
- Pleurokarpné machy vďaka ich rýchlosti rastu lepšie kolonizujú tvrdé substráty vrátane kameňov.

Pečeňovky (Marchantiophyta) v angl. liverworts sú oddelenie výtrusných rastlín patriace medzi machorasty. Obsahujú **olejové telieska** (oil bodies)- vnútrobunkové organely ohraničené jednou membránou obsahujúcou lipofilné globuly. Sú výraznou organelou, ktorá sa jedinečne nachádza v pečeňovkách. Zohrávajú dynamickú úlohu v bunkovom metabolizme, a predstavujú miesto akumulácie a sekvestrácie esenciálneho oleja. Sú široko používané v taxonómii a chemosystematike a je známe, že mnohé z ich sekundárnych metabolitov sú bioaktívne a považujú sa za potenciálne zdroje liekov.

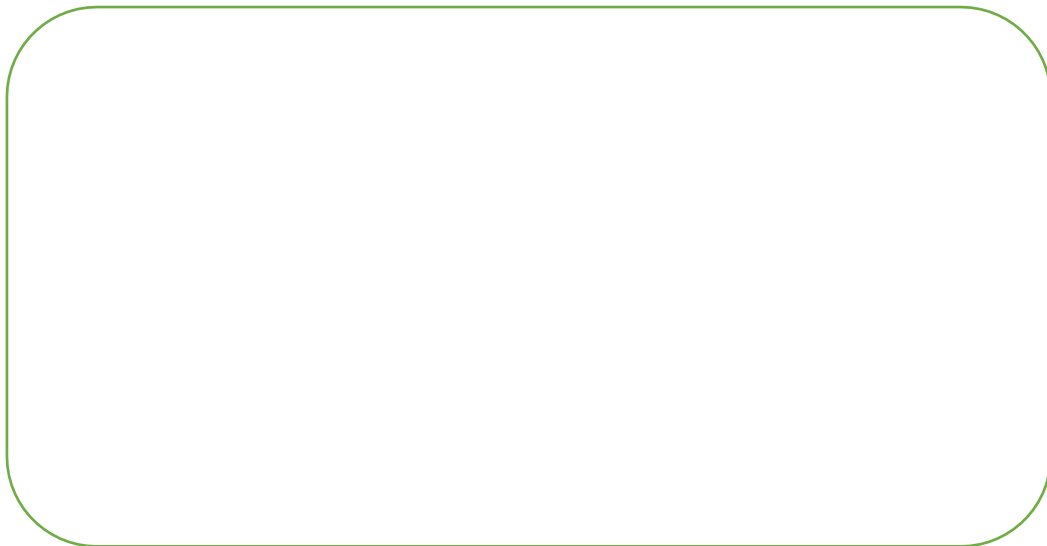
Úloha č. 1: Pripravte si natívny preparát zo zástupcov oddelenia Marchantiophyta (*Marchantia polymorpha*). V preparáte nájdite a zakreslite nasledovné bunkové štruktúry: vzduchové komôrky, vzduchové póry, epiderma, chlorenchým, parenchým, vakuoly

Materiál a pomôcky:

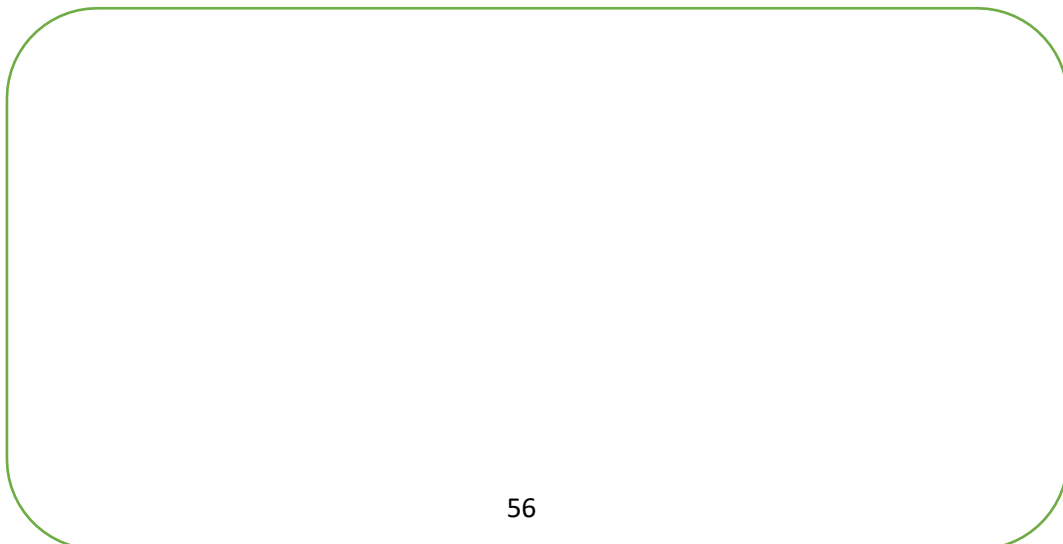
Marchantia polymorpha, pinzeta, podložné sklíčko, krycie sklíčko, mikroskop

Nákres

a) *Marchantia polymorpha*

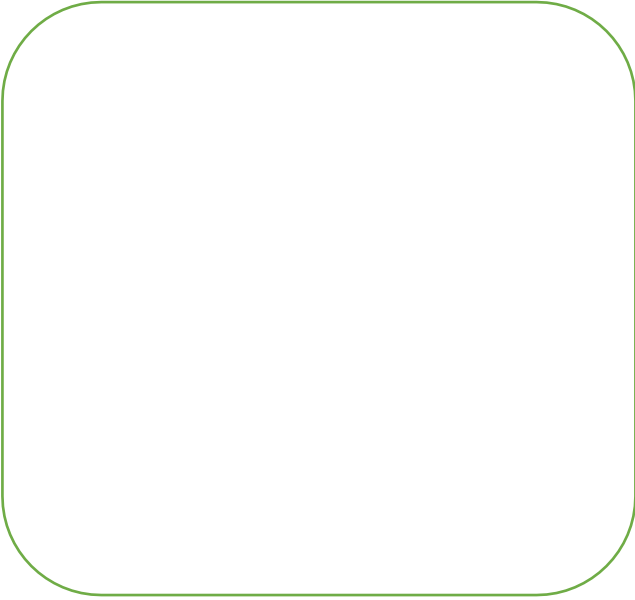


b)



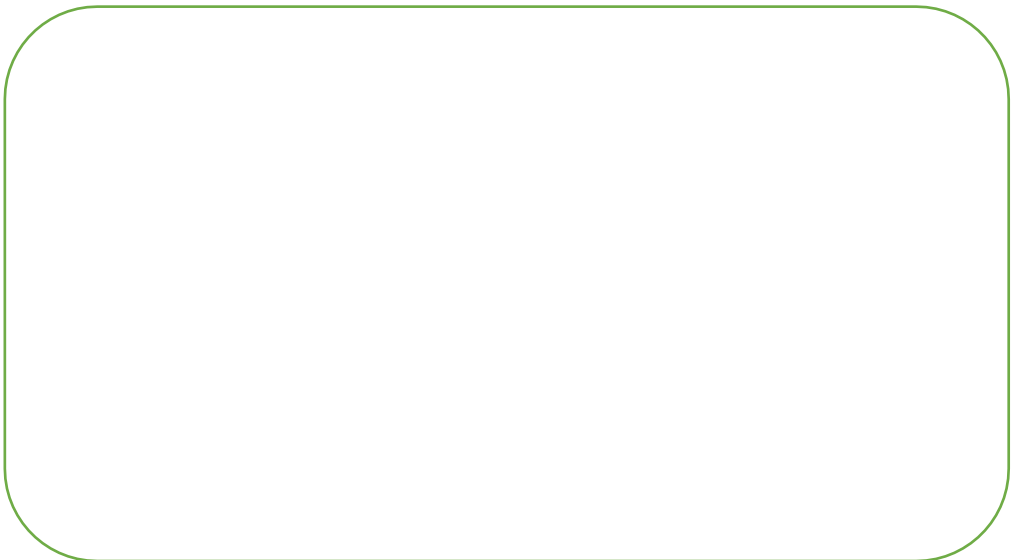
Úloha č. 2: Na základe teórie si zakreslite a popíšte 1 zástupcu machov, ktorý tvorí pleurokarp a 1 zástupcu, ktorý tvorí akrokarp.

Nákres:

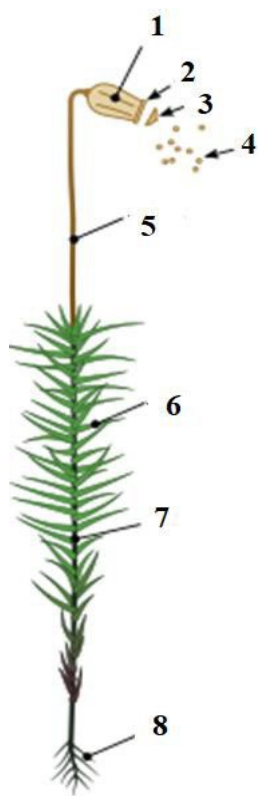
 Pleurokarp	 Akrokarp
---	--

Úloha č. 3: Z pečienovky *Marchantia polymorpha* pozorujte gemmae a urobte si z neho preparát. Preparát si zakreslite, nájdite a popíšte olejové telieska.

Nákres:



Úloha č. 4: Popíšte nasledujúci obrázok.



1

2

3

4

5

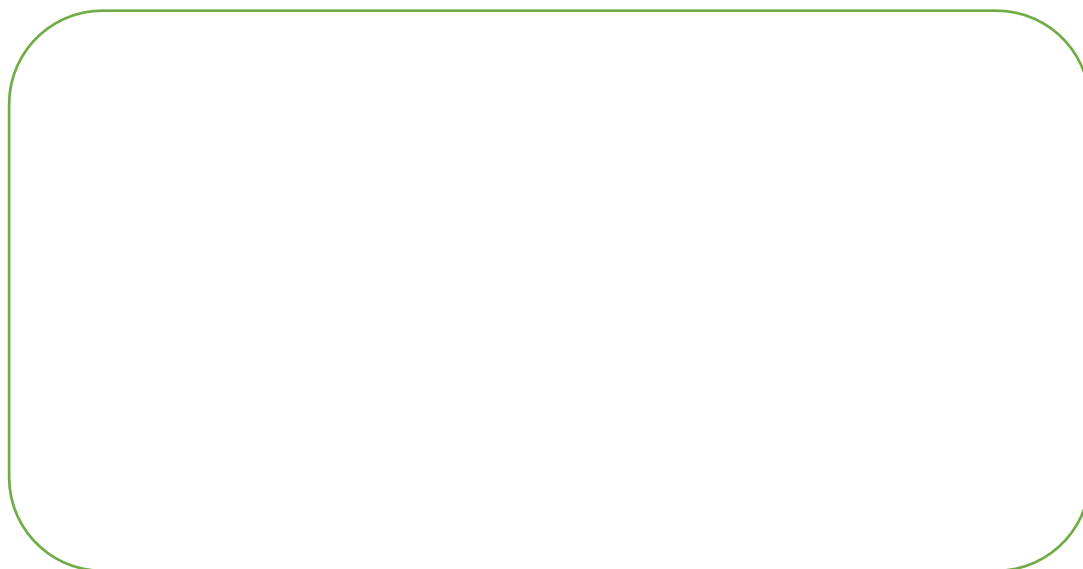
6

7

8

Úloha č. 5: Pripravte si preparát z rašeliníka (*Sphagnum sp.*) a pozorujte hyalocyty/chlorocyty

Nákres:



Zdroje:

1. Chopra, R. N. (2005). *Biology of bryophytes*. New age international

Slovník pojmov

Aécium – výtrusotvorná štruktúra hrdzí (*Puccinia*) v pletive sekundárneho hostiteľa.

Améboïd– bunka bez bunkovej steny, ktorá vytvára pseudopódiá (výrastky cytoplazmy), ktoré používa na pohyb alebo zachytávanie potravy.

Apikálny – rastúci alebo sa rozširujúci na vrchole (apexe).

Apex – vrchol štruktúry alebo koniec vlákna.

Apotécium – miskovitá plodnica vrekatých húb (*Ascomycota*).

Askokarp – plodnica vrekatých húb.

Askopóry – pohlavne vzniknuté výtrusy vznikajúce vo vreku.

Askus – „vrečko“, štruktúra, v ktorej vznikajú askospóry.

Bazídiokarp– terciálne mycélium bazídiových húb; plodnica vznikajúca zo sekundárneho mycélia.

Bazidioly– sterilné bunky v hyméniu bazídiových húb.

Bazídium – špecializovaná bunková štruktúra v hyméniu, kde vznikajú bazidiospóry.

Bičíkatý – bunka s jedným alebo viacerými bičíkmi.

Cenocytický – bez priehradiek (sept) medzi bunkami; mnohoadrová bunka zvyčajne rúrovitého tvaru.

Cysta – hrubostenná bunka odolná voči nepriaznivým podmienkam.

Cystidy – sterilné bunky v hyméniu bazídiových húb.

Dikaryotické štádium – štádium, v ktorom jedna bunka obsahuje dve geneticky odlišné, ale kompatibilné haploidné jadrá.

Diploidný – s dvoma sadami chromozómov.

Dolipóra – komplexná pórovitá štruktúra v priehradke (septe) u bazídiových húb.

Etalium – plodnica slizoviek s premenlivým tvarom a veľkosťou, vznikajúca z celého plazmódia.

Fagotrofný – spôsob výživy, pri ktorom organizmus obklopuje potravu (napr. baktérie, riasy) pomocou pseudopódií a následne ju fagocytuje.

Fragmentácia – nepohlavné rozmnožovanie húb delením časti stielky.

Haploidný – s jednou sadou chromozómov.

Heterokaryon – sekundárne mycélium bazídiových húb s geneticky odlišnými haploidnými jadrami.

Heterokontný – s bičikmi rôznej dĺžky a štruktúry.

Heterotrofný – živiaci sa organickými látkami. ~~vytvorenými inými organizmami.~~

Homokaryon – primárne mycélium bazídiových húb s geneticky identickými jadrami.

Hýfa – vláknitá štruktúra mycélia.

Hyménium – výtrusorodá vrstva húb.

Hypogeický – žijúci pod povrchom zemepôdy.

Hypothalus – tenká vrstva plazmódia na spodku plodnice slizoviek.

Izodiametrický – majúci rovnaké rozmery vo všetkých smeroch; rovnomerný tvar bunky.

Kapilícium – sterilné vlákna v plodnici slizoviek, medzi ktorými sa nachádzajú výtrusy.

Kleistotécium – uzavretá plodnica vreckatých húb guľovitého tvaru.

Koprofilný – rastúci na exkrementoch živočíchov.

Konídiospóry – nepohlavne vzniknuté spóry.

Kvasinkové štádium – jednobunkové štádium stielky.

Laterálny – rastúci na boku štruktúry.

Lignikolný – rastúci na dreve.

Lichenizovaný – žijúci v symbióze s riasami alebo sinicami.

Meióza – redukčné delenie buniek: 1 diploidná → 4 haploidné dcerské bunky.

Mitóza – delenie buniek bez redukcie: 1 diploidná → 2 diploidné.

Mycélium – súbor hýf; stielka húb.

Mykoríza – symbióza medzi hubami a koreňmi rastlín.

Oogamia – pohlavný proces, pri ktorom je nepohyblivá samičia gaméta (oosféra) oplodnená pohyblivou samčou gamétou (spermatozoidom).

Ostiolum – otvor v plodnici peritécia.

Parafýza – sterilná hýfa vo výtrusotvornom pletive húb.

Peritécium – fľaškovitá plodnica vreckatých húb.

Plazmódium – mnohojadrová stielka slizoviek.

Plektenchým – tkanivo húb, kde hyfy rastú apikálne a sú sekundárne usporiadané.

Protoplast – bunka obklopená len cytoplazmatickou membránou (bez bunkovej steny).

Prozenchým – hubové tkanivo s rovnobežne usporiadanými hyfami.

Pseudoparenchým – hubové tkanivo z izodiametrických buniek.

Sorus – výtrusotvorná štruktúra u snetí (*Ustilaginomycetes*).

Spórangiofór – špecializovaná hýfa nesúca spórangium.

Spórangium – výtrusnica s výtrusmi (endospórami) vo vnútri; v slizovkách ide o typ plodnice s jednotnou štruktúrou.

Perídium – rôzne druhy tuhého tkaniva obklopujúceho plodnú časť plodnice.

Pseudoetalium – zložená plodnica slizoviek vzniknutá spojením viacerých sporangí.

Plazmódiokarp – neurčitá štruktúra plodnice zachovávajúca pôvodný tvar plazmódia.

Teliospóra – trvácny výtrus hrdzí a snetí, v ktorom prebieha karyogamia.

Telium – zhhluk dikaryotických buniek v tkanive primárneho hostiteľa, z ktorých vznikajú teliospóry.

Uredínium – zhhluk dikaryotických buniek v tkanive primárneho hostiteľa, z ktorých vznikajú urediospóry.

Askus – vrečko meiotického delenia a vzniku askospór.

Zoospóra – pohyblivý nepohlavný spór.

Zygospóra – hrubostenný, nepohyblivý výtrus zygomycét.

Zygota – bunka vzniknutá splynutím dvoch haploidných gamét.

Odporúčaná literatúra

1. Percival, S. L., & Williams, D. W. (2014). Cyanobacteria. In *Microbiology of waterborne diseases* (pp. 79-88). Academic Press.
2. Gupta, V., Ratha, S. K., Sood, A., Chaudhary, V., & Prasanna, R. (2013). New insights into the biodiversity and applications of cyanobacteria (blue-green algae)—Prospects and challenges. *Algal research*, 2(2), 79-97.
3. Red algae (rhodophyta): Nature's marine treasure (2025) https://www.lautnusantara.com/detail/artikel/1246/-red-algae-rhodophyta-natures-marine-treasure?utm_source=chatgpt.com
4. El Gamal, A. A. (2010). Biological importance of marine algae. *Saudi pharmaceutical journal*, 18(1), 1-25.
5. Wehr, J. D. (2015). Brown algae. In *Freshwater Algae of North America* (pp. 851-871). Academic Press.
6. Cesário, M. T., da Fonseca, M. M. R., Marques, M. M., & de Almeida, M. C. M. (2018). Marine algal carbohydrates as carbon sources for the production of biochemicals and biomaterials. *Biotechnology Advances*, 36(3), 798-817.
7. Assunção, J., Pagels, F., & Guedes, A. C. (2023). Algae biorefinery: strategies for a sustainable industry. In *Algae Materials* (pp. 399-433). Academic Press.
8. Buechel, C. (2020). Light harvesting complexes in chlorophyll c-containing algae. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Bioenergetics*, 1861(4), 148027.
9. Naselli-Flores, L., Barone, R., & Likens, G. E. (2009). Green algae.
10. Carris, L. M., Little, C. R., & Stiles, C. M. (2012). Introduction to fungi. *The plant health instructor*, 48.
11. Kavanagh, K. (Ed.). (2017). *Fungi: biology and applications*. John Wiley & Sons.
12. Hanson, J. R. (2008). *Chemistry of fungi*. Royal Society of Chemistry.
13. Goga, M., Elečko, J., Marcinčinová, M., Ručová, D., Bačkorová, M., & Bačkor, M. (2018). Lichen metabolites: an overview of some secondary metabolites and their biological potential. *Co-evolution of secondary metabolites*, 1-36.
14. Sabovljević, M. S., & Sabovljević, A. D. (2020). Introductory Chapter: Bryophytes. *Bryophytes*, 1.
15. Bačkor M. (2007). Systematika nižších rastlín I. (sinice, riasy a slizovky) Prírodovedecká fakulta UPJŠ. ISBN: 978-80-7097-673-9
16. Bačkor M. (2007). Systematika nižších rastlín II. (huby, lišajníky a machorasty) Prírodovedecká fakulta UPJŠ. ISBN: 978-80-7097-674-6

BIOLÓGIA KRYPTOGAMOV (praktické cvičenia)

Skriptum

Autori: doc. RNDr. Michal Goga, PhD.
prof. Dr. rer. nat. Marko Sabovljević, PhD. prof.
RNDr. Martin Bačkor, DrSc.
RNDr. Dajana Kecsey, PhD.
RNDr. Deepti Routray, PhD.

Vydavateľstvo: Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach
Vydavateľstvo ŠafárikPress

Rok vydania: 2025
Počet strán: 63
Rozsah: 4,79
Vydanie: prvé



DOI: <https://doi.org/10.33542/BOC-0472-9>
ISBN 978-80-574-0472-9 (e-publikácia)