

Biologický korespondenční seminář



Biozvěst

Ročník 5

Série 2 – řešení

Milé řešitelky, milí řešitelé,

druhá série nebyla snadná, ale velice nás potěšilo, že jste se s velkým odhodláním pustili i do nejnáročnějších úkolů. A pokud bylo přeci jen něco nad vaše síly, máte nyní možnost zjistit, jaká byla správná cesta. Držíme vám palce do třetí série.

Za všechny autory vás zdraví
Stanislav Vosolsobě a Václav Bočan

Úloha 1: Koráli nejsou jen korály

Autor: Jakub Hradečný

Počet bodů: 16

O korálových útesech jste jistě již slyšeli mnoho a i zde, v Biozvěstu, se jim více či méně věnovaly některé úlohy. V této úloze bychom se rádi podívali blíže na samotné korály, tedy žahavce, kteří stojí za vznikem základu celého nesmírně bohatého společenstva. Pojdme se tedy zanořit do mořských vln.

1. **Nejdříve se podíváme na zdroje a toky energie, které v rámci korálového útesu existují. Vysvětlíte, co je to tzv. Darwinův paradox a jaká je jeho příčina. S tímto souvisí také známé a i v Biozvěstu zmiňované tzv. bělení korálů („coral bleaching“). Popište, jaký hlavní faktor prostředí ho způsobuje. Je vybělený korál mrtvý, nebo živý?**

Darwinův paradox je jev, nad kterým se podíval a popsal ho jako první Charles Darwin. Při tomto jevu dochází k tomu, že v průzračně čisté vodě s téměř nulovým podílem živin existuje jeden z nejbohatších ekosystémů světa. Příčina tohoto jevu tkví v tom, že koráli (a koneckonců i jiné organismy, např. zévy) mají ve svých tkáních symbiotické obrněnky zooxanthelly (rod *Symbiodinium*), které svou fotosyntetickou aktivitou zásobují živinami svého hostitele. Přesun živin a energie tedy probíhá uvnitř tkání hostitelů, a okolní voda zůstává křišťálově čistá – což je klíčové pro co nejeфекtivnější fotosyntézu symbiontů. Při bělení korálů dochází k tomu, že po několika dnech s nadprůměrně vysokou teplotou vody (teplota vody je klíčovým faktorem) začnou koráli vypuzovat symbionty ze svých tkání. Přesný důvod zatím není znám. Se symbiontem ztrácí korál i svou barvu – a zůstane tedy bílý, což je barva jeho schránky (tvořená CaCO_3). Vybělený korál však není mrtvý, a pokud se včas vrátí podmínky k normálu, je docela velká šance, že přijme zpět své symbionty.

celkem 3,5 bodu

za vysvětlení Darwinova paradoxu 2 body

za příčinu Darwinova. paradoxu 1 bod

za faktor prostředí 0,5 bodu

za živost korálu 0,5 bodu

2. **Při zmínce o korálech si většinou představíme nějaký velký, pestře zbarvený útes. Ne všichni koráli ale umějí vytvářet útesy, popřípadě někteří ani nemusí tvořit kolonie a mohou žít jako samostatní polypi. Můžeme na korály narazit ve středozemní moři? Jak budou vypadat? Jaké korály najdeme ve větších hloubkách (cca 20 metrů) a proč jsou rozdílní od těch blíže k hladině? Uveďte alespoň dva důvody.**

Ano, na korály můžeme narazit i ve Středozemní moři. Většinou se jedná hlavně o tzv. „soft corals“, tedy korály, kteří netvoří schránky, popřípadě schránky tvoří, ale již nedělají mohutné kolonie jako tropičtí koráli podtřídy Hexacorallia (např. *Cladocora caespitosa*). Velkou diverzitu těchto „soft corals“ najdeme také ve větších hloubkách v tropech. Zejména se jedná o korály z podtřídy Octocorallia (doporučuji podívat se na fotky na Google). Tito koráli obsazují velké hloubky zejména ze dvou důvodů. Zaprvé mívají odlišné symbionty, kteří dokáží fotosyntetizovat v jiném světelném spektru (modrá), které pronikne i do velké hloubky. Zadruhé jsou tyto koráli v hloubce chráněni před zničujícím příbojem mořských vln, který by jejich nekrytá těla zlikvidoval.

celkem 4,5 bodu

za soft corals, popř. Octocorallia 2 body

za Středozemní moře 0,5 bodu

za každý důvod života v hloubkách 1 bod

3. **Na korálovém útesu je, jak už jsme zmínili, pozorovatelná obdivuhodná diverzita organismů, zejména korálů (rozuměj hlavně podtřídu Hexacorallia), a ryb. Tyto dvě velké skupiny organismů zde pospolu nežijí náhodou. Popište, proč je pro korály výhodné mít ve své blízkosti nějaké ryby a zároveň, jak jsou sami rybám prospěšní. Na základě těchto odpovědí zkuste popsat, proč je pro korálový útes škodlivá nadmíra rybaření, a navrhněte, který způsob rybaření je pro útesy (jakožto celý ekosystém) nejvíce zničující.**

Pro korály je výhodné mít poblíž nějaké ryby, které z nich okusují nárosty řas. Tyto řasy jsou jinak významnými konkurenty korálů a při jejich přemnožení může dojít až k úhynu kolonie korálů. Herbivorní ryby jsou tedy pro korály nenahraditelné a při přemíře rybolovu může dojít k vážnému narušení rovnováhy a následnému úhynu útesů. Pro ryby je naopak velmi

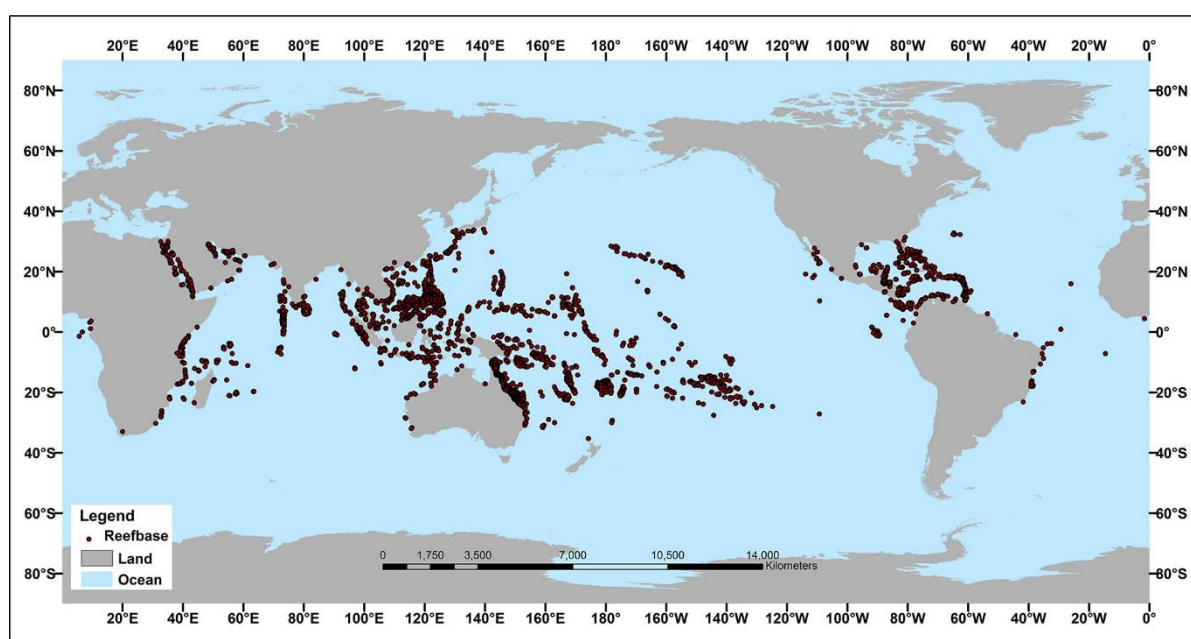
užitečné, že složitá struktura korálových kolonií nabízí bezpočet míst k úkrytu, a to v různých velikostních i tvarových škálách, takže se rybám vyplatí pohybovat se v blízkosti kolonie, kde se mají kam schovat. Z toho všeho vyplývá, že nejničivějším způsobem rybolovu je lov pomocí dynamitu, který nejenže ve velkém zahubí populaci ryb, ale kompletně rozmetá složitou strukturu korálových kolonií, což má pro pár přeživších ryb fatální důsledky. I přes to se v rozvojových zemích stále takovéto praktiky (byť často ilegálně) užívají.

celkem 4 body
za každé ekologické přizpůsobení 1,5 bodu
za lov pomocí dynamitu 1 bod

4. V poslední otázce se podíváme na distribuci korálových útesů v globálním měřítku. Zkuste vyjmenovat alespoň čtyři abiotické faktory, které ovlivňují světovou distribuci korálů, a u každého faktoru uveďte důvod, proč tomu tak je.

Z obr. 1 celkem jasně vyplývá, že jsou korálové útesy distribuovány téměř pouze v tropech. Zásadními abiotickými faktory jsou tedy nepochybně teplota vody a délka světelného dne. Tyto dva faktory jsou zásadní pro správné a efektivní fungování symbiosy (viz otázka č.1). Pro fungování symbiosy je ale důležitá také čistota vody, protože v zakalené vodě se fotosyntetizuje špatně. Distribuci tedy ovlivňují ústí velkých řek a rychlost sedimentace kalů jimi přinesených. Posledním faktorem, který nemusí být tak do očí bijící, je výška vodního sloupce, protože korálové kolonie nemohou začít růst kdekoli, ale potřebují poměrně mělkou vodu, tak je jejich existence nutně vázána na rozmístění ostrovů a pobřežních mělčin.

celkem 4 body
za každý abiotický faktor a jeho vysvětlení 1 bod



Obr. 1: Světová distribuce korálových útesů. (www.oceanservice.noaa.gov)

Úloha 2: Mykologie I

Autor: Eliška Pšeničková

Počet bodů: 26

V letošním ročníku Vás budou čekat dvě úlohy zabývající se mykologií. V této sérii se zaměříme na houby převážně „hodné“, člověku prospěšné až velmi užitečné. V příští sérii se pak můžete těšit na úlohu věnující se houbovým parazitům.

1. Vyřešte křížovku. Uvádějte vždy rodové jméno dané houby.

- a. Penízovka nahořklá = *Strobilurus*
- b. Třepenitka svazčitá = *Hypholoma*
- c. Václavka obecná = *Armillaria*
- d. Bedla vysoká = *Macrolepiota*
- e. Liška obecná = *Cantharellus*
- f. Holubinka nazelenalá = *Russula*
- g. Hadovka smrdutá = *Phallus*
- h. Kozák březový = *Leccinum*
- i. Sít'kovec dubový = *Daedalea*
- j. Hlíva ústříčná = *Pleurotus*

- k. Smrž obecný = *Morchella*
 l. Muchomůrka červená = *Amanita*
 m. Klouzek sličný = *Suillus*

a.

S	T	R	O	B	I	L	U	R	U	S
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

b.

H	Y	P	H	O	L	O	M	A
---	---	---	---	---	---	---	---	---

c.

A	R	M	I	L	L	A	R	I	A
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

d.

M	A	C	R	O	L	E	P	I	O	T	A
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

e.

C	A	N	T	H	A	R	E	L	L	U	S
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

f.

R	U	S	S	U	L	A
---	---	---	---	---	---	---

g.

P	H	A	L	L	U	S
---	---	---	---	---	---	---

h.

L	E	C	C	I	N	U	M
---	---	---	---	---	---	---	---

i.

D	A	E	D	A	L	E	A
---	---	---	---	---	---	---	---

j.

P	L	E	U	R	O	T	U	S
---	---	---	---	---	---	---	---	---

k.

M	O	R	C	H	E	L	L	A
---	---	---	---	---	---	---	---	---

l.

A	M	A	N	I	T	A
---	---	---	---	---	---	---

m.

S	U	I	L	L	L	U	S
---	---	---	---	---	---	---	---

celkem 6,5 bodu

za každou správnou odpověď po 0,5 bodu

2. Jaká Vám vyšla tajenka? Co je to za houbu? Napište mi o ní alespoň 3 informace.

Boletus edulis neboli hřib smrkový je u houbařů jednou z nejvíce ceněných jedlých hub, má jemnou a příjemně vonící bílou dužinu, která na řezu nemění barvu. Je mykorhizní s listnatými i jehličnatými stromy v mechových lesích. V severním mírném pásu jde o hojně rozšířený druh. Parazitem hřibů je *Sepedonium chrysospermum* – nejprve se objevuje v podobě bílé plísně, která postupně přechází do žluté až zlatožluté barvy. Řadí se do čeledi Boletaceae, sekce Edules a do skupiny tzv. „pravých hřibů“.

celkem 2 body

za tajenku 0,5 bodu

za tři informace o tajence po 0,5 bodu

3. U hub z křížovky a té, co vám vyjde v tajence, mi napište, zda je jedlá či nikoli, případně, pokud se třeba jí jen mladé plodnice nebo pokud je sice jedlá, ale není to zrovna houbu, co se sbírá.

Penízovka nahořklá je jedlá, ale nevýznamná díky svému malinkatému růstu. Jedlá až výborná je bedla vysoká nebo tajenkovský hřib smrkový. Mezi jedlé houby z křížovky dále ředíme lišku obecnou, holubinku nazelenalou, hlívu ústříčnou, smrže obecného nebo klouzka sličného. Jedlý je také kozák březový, ale rozhodně nepatří mezi nejchutnější houby. Mladé plodnice hadovky smrduté jsou také jedlé, stejně tak václavka obecná, která ovšem může vyvolat žaludeční potíže, pokud se pořádně tepelně nezpracuje. Mezi nejedlé houby patří třepenitka svazčitá, síťkovec dubový nebo jedovatá muchomůrka červená.

celkem 7 bodů

za každé zařazení po 0,5 bodu

4. O využití makroskopických hub v gastronomii si nemusíme sáhodlouze povídat. Jaké využití ale mají v gastronomii mikroskopické houby? Jmenujte gastronomické využití následujících zástupců, tzn. na jakých výsledných produktech mají svůj podíl: *Saccharomyces cerevisiae*, *Aspergillus sojae*, *Penicillium camemberti* a *Penicillium roqueforti*.

Saccharomyces cerevisiae je velmi významná kvasinka, která se díky svým kvasným procesům podílí na výrobě piva, vína nebo se také přidává do droždí, z kterého pak můžeme leccos upéct. Kromě tohoto se také využívá jako modelový organismus. *Aspergillus sojae* slouží k výrobě sojové omáčky. *Penicillium camemberti* vytváří bílou plíseň na povrchu a *Penicillium roqueforti* zase zelenou plíseň uvnitř sýrů.

celkem 3 body

za každý příklad využití po 0,5 bodu

5. Jaké jsou životní cykly *Saccharomycotini*? Ptám se na pojmenování třech typů životních cyklů, ke každému z nich přiřaďte jednoho zástupce.

Jde o životní cyklus haplobiontní, který má například *Dipodascopsis uninucleatus*, dále pak diplontní, který nalezneme u *Saccharomycodes ludwigii*, a poslední haplodiplontní životní cyklus, který má například známá *Saccharomyces cerevisiae*.

celkem 3 body

za jmenování životního cyklu po 0,5 bodu

za jmenování zástupce po 0,5 bodu

6. Popište typický životní cyklus pleomorfního druhu.

Pro pleomorfní druh jsou typická dvě stádia – stádium nepohlavního rozmnožování anamorfy a pohlavního rozmnožování, které nazýváme teleomorfou. Životní cyklus je haplodikaryontní.

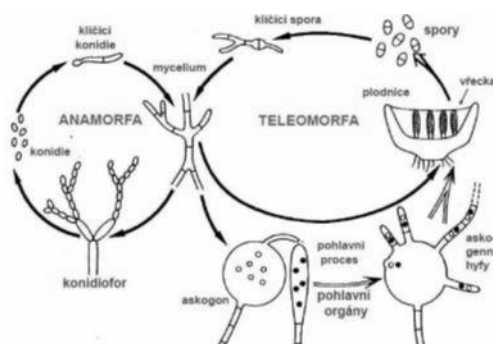
Anamorfa – Z konidioforu se odškrucují z konidiogenní buňky konidie, to jsou nepohlavně vzniklé výtrusy. Z těch pak vznikají klíčící konidie, která dává vzniknout myceliu.

Teleomorfa – Mycelium dává vzniknout pohlavním orgánům v gametangiu na myceliu, konkrétně samičímu askogoniu s trichogynem a samčímu anteridiu. Dojde ke gametangioogamii a vzniknou dikaryotické askogenní hyfy (značíme $n + n$) na myceliu, které je haploidní. Proběhne hákování, které je obdobou přezkávání. Následuje karyogamie, která vede ke vzniku diploidní buňky. Dále proběhne meióza a mitóza a vznikají vřetka s (osmi) askosporami, které jsou haploidní. Askospory dávají vzniknout novému myceliu. Celý cyklus shrnuje obr. 2.

Celkem 4 body

za popis anamorfy 1,5 bodu

za popis teleomorfy 2,5 bodu.



Obr. 2: Životní cyklus pleomorfního druhu houby.

7. V čem může nastat problém u pleomorfních druhů?

Existují druhy, které dělají pouze anamorf, množí se pouze pomocí konidií a pohlavní proces nedělají, naopak tomu ale existují také druhy, které neumí anamorf a množí se pouze pohlavně. Jsou ale také druhy, které umí udělat jak anamorf, tak teleomorf, tzv. pleomorfní druhy, jenže se od sebe většinou výrazně z morfologického hlediska liší a neznalý pozorovatel je jako jeden druh nikdy neoznačí. Do dnešní doby „světa sekvenací DNA“ tak jeden a ten samý pleomorfní druh často nesl dvě jména, jedno pro anamorf, druhé pro teleomorf, a to samozřejmě vedlo k mnohým nedorozuměním.

za vysvětlení 2 body

8. Doplňte následující text věnující se ektomykorhize.

- Ektomykorhizní houby vytváří kolem kořenů rostlin **hyfový plášť**, díky němuž se zvyšuje savá plocha soustavy.
- Vlákna vstupují mezi buňky **primární kůry**, nikoliv však dovnitř buněk.
- Hyfy v intracelulárním prostoru tvoří soustavu vláken, kterou známe pod názvem **Hartigova síť**.
- Ektomykorhizní houby nejsou na svých hostitelích tak významně závislé, jako je tomu například u endomykorhizy. Mohou totiž žít částečně **saprotrofně** a volit tak mezi touto a mykorhizní výživou.
- Mezi řády s ektomykorhizou patří například (jmenujte 3 řády) **Boletales, Russulales, Helotiales, Agaricales, Pezizales, Endogonales**.
- Ektomykorhiza se vyskytuje hlavně u dřevin. Houba zvyšuje povrch jejich kořene a ten je pak schopen přijímat víc (tři hlavní přijímané látky) **vody, fosforu a dusíku**.
- Naopak houba si z tohoto spojení bere **asimiláty**.

celkem 5,5 bodu

za každé správné doplnění po 0,5 bodu

9. Houby jsou ale významné také ve farmacii. Dnes snad není nikdo, kdo by neznal penicilin, který roku 1928 objevil sir Alexander Fleming. Čím je ale zajímavá *Oudemansiella mucida*?

Oudemansiella mucida, česky též slizečka porcelánová, obsahuje látku mucidin, která působí proti kožním mykózám. Obsahuje také strobilurin, který je účinnou látkou fungicidů.

celkem 2 body

za zmínění, že obsahuje mucidin a strobilurin po 0,5 bodu

za zmínění, že se těmito látkami léčí kožní mykózy a že je to účinná látka fungicidů po 0,5 bodu

Úloha 3: Mechorosty a čo všetko o nich (ne)víme

Autor: Lukáš Janošík

Počet bodů: 14

Machorasty/mechorosty predstavujú prehliadanú a opomínanú skupinu rastlín. Nájdeme ich v najrôznejších typoch ekosystémov a sú schopné osídliť aj extrémne stanoviská, kde sa s vyššími rastlinami už ani nestretneme. Nejedná sa však o jednu monofyletickú skupinu, ale o tri príbuzné, no samostatné línie: machy/mechy (Bryophyta), pečeňovky/játrovky (Marchantiophyta) a rožteky/hlevíky (Anthocerotophyta). Vytvárajú spolu jedno veľké „parafylum“ s cievnatými rastlinami ako vnútornou skupinou (sesterskou rožtekom/hlevíkum). A síce sa často dávajú do súvislosti s lišajníkmi, spoločné majú s týmto polyfyletickým konzorciom húb tvoriacich symbiózu s riasami a sinicami azda len malú veľkosť, vysokú toleranciu a nevelké kulinárske využitie.

- 1. Viaceré druhy sa pritom vo významnej miere podieľajú aj na kolonizácii stanovišť v ranných štádiách sukcesie a v niektorých typoch ekosystémov sú zodpovedné za tvorbu veľkého množstva biomasy. Uveďte aspoň jeden typ spoločenstva, kde machorasty tvoria hlavnú zložku rastlinnej biomasy. Ktorý rod/čel'ad' machorastov je v danom spoločenstve dominantný?**

Asi najznámejšími spoločenstvami s dominantným zastúpením machorastov sú rašeliniská, predovšetkým tie oligotrofné s menším zastúpením cievnatých rastlín. Dominantným zástupcom sú tu tak druhy rodu rašelinník/rašeliník/*Sphagnum* spp. (Sphagnaceae) a v menšej miere ešte ploníky ako *Polytrichum commune* či *Polytrichum strictum*.

Ďalším miestom, kde tvoria mechy veľmi významnú zložku biomasy, sú arkticko-alpínske spoločenstvá ako napríklad snehové výležišky či iné, často disturbované stanoviská. Dominantnými druhmi sú rôzni zástupcovia rodov prútník/prutník/*Bryum* spp., paprutka/*Pohlia* spp. (Bryaceae) či dvojhrotka/dvouhroteček/*Dicranella* spp. (Dicranaceae).

Existujú však aj mnohé ďalšie stanoviská, kde sa s machorastami stretneme vo veľkom množstve, ako napríklad penovcové prameniská (s *Palustriella commutata*) či horský mlžný les.

2 body

- 2. Machorasty sa rozširujú pomocou rôznych propagulí. Jedná sa predovšetkým o výtrusy a množilky – gemy, ktoré môžu vznikať na rôznych orgánoch. Čím sa od seba tieto dva typy rozširovacích častíc odlišujú?**

Rozdielov je niekoľko, výtrusy sa tvoria po meióze v tobolke a vďaka rekombináciám tak u nich môžu vznikať aj nové kombinácie alel. Sú štandardne jednobunečné, obvykle menšie a odolné. Umožňujú tak šírenie aj na veľké vzdialenosti. Gemy na druhú stranu vznikajú mitotickým delením z častí gametofytu a sú tak vlastne klonom materskej rastliny. Obvykle sú väčšie, viacbunečné a len málo odolné. Umožňujú tak šírenie skôr na menšie vzdialenosti.

1 bod

- 3. Najdiverzifikovanejšou skupinou vo svete aj u nás sú machy/mechy (Bryophyta). Rozlišujeme ich odhadom okolo 12000 druhov a s trochou zjednodušenia by sa dali rozdeliť na tri základné skupiny: rašelinníky, vrchoplodé mechy (acrocarpous) a bokoplodé mechy (pleurocarpous). Ktoré z týchto skupín sú monofyletické? V ktorej skupine by sme našli najviac epifytov?**

Monofyletickú skupinu na báze fylogenetického stromu machov tvoria rašelinníky (Sphagnales). Vrchoplodé mechy sú však naopak taxón parafyletický, s bokoplodými mechami (Ptychomniales, Hypnales a Hookeriales) ako vnútornou monofyletickou skupinou. U niektorých skupín však nie je jednoduché jednoznačne rozhodnúť, kam by sa mali zaradiť, a občas sa tak bokoplodé mechy môžu považovať aj za polyfyletické. Práve medzi bokoplodými mechami pritom nájdeme u nás aj v trópoch najviac epifytov.

1 bod

- 4. Vegetatívne časti machov môžu v mnohom pripomínať cievnaté rastliny. Rozlišujeme u nich akési koreňky – rhizoidy, lodyžky (kauloidy) a lístky (fyloidy). Na rozdiel od cievnatých rastlín sú však tieto časti tvorené gametofytom. Akú funkciu majú rhizoidy mechů a ako sa v nej odlišujú od vyšších rastlín? Ako by ste od seba odlišili rhizoidy mechů a játrovek?**

Úlohou rhizoidov je u machorastov predovšetkým zakotvenie stielky k substrátu (pôde, kôre, hornine). Vodu vedú na rozdiel od koreňov cievnatých rastlín len veľmi obmedzene, nie sú v nich žiadne špecializované vodivé pletivá a sú tvorené len jednou či pár za sebou usporiadanými pretiahnutými bunkami. Vodu totiž machorasty prijímajú predovšetkým povrchom stielky a často sa spoliehajú aj na rosu a kondenzujúcu hmlu. Ďalším rozdielom je, že nemajú prakticky žiadnu zásobnú funkciu. Rhizoidy mechů sú viacbunečné, tvorené radov buniek usporiadaných za sebou, často sa pritom ale rôzne vetvia, ich bunkové steny sú hrubé, obvykle hnedé a odolné. Rhizoidy játrovek sú naopak spravidla tvorené len jednou bunkou, sú tenkostenné, obvykle priehľadné, jemné a nevetvené.

2 body

- 5. Jedným zo spoločných znakov machorastov a cievnatých rastlín je aj prítomnosť prieduchov. U ktorých skupín machorastov nájdeme prieduchy? Na ktorých častiach sa nachádzajú a k čomu u nich slúžia?**

Prieduchy nájdeme u machov/mechů (Bryophyta) a rožtekov/hlevíků (Antocerotophyta). Pričom u mechů sa ale pokročilejšie prieduchy nachádzajú až od ploníkov „vyššie“ a bazálne skupiny ich majú len pomerne primitívne. Obecne sa nachádzajú na sporofyte, konkrétne na toboľkách. Umiestnenie pritom súvisí aj s ich funkciou. Tá sa totiž od prieduchov cievnatých rastlín do značnej miery líši. Aj tu síce zabezpečujú výmenu plynov medzi rastlinou a vonkajším prostredím, no na rozdiel od vyšších rastlín ide u machorastov skôr o umožnenie efektívnej dehydratácie dozrievajúcich výtrusov a toboľky. To je totiž nevyhnutné pre správne praskanie a tvarovú modifikáciu toboľky pri jej dozrievaní a následné uvoľňovanie a šírenie výtrusov.

2 body

6. Druhú najbohatšiu skupinu predstavujú pečeňovky/játrovky (Marchantiophyta). Tie by sa dali na základe morfológie rozlíšiť na lupenité a listnaté. Kým lupenité játrovky sa dajú od príbuzných skupín ľahko odlíšiť podľa veľkých nediferencovaných lalokov stielky, listnaté játrovky by mohol neskúsený biológ ľahko na prvý pohľad zaradiť medzi mechy. Okrem molekulárnych dát ale výrazné rozdiely nájdeme napríklad aj pri pohľade na ich lístky pod mikroskopom. Uveďte aspoň dva znaky na fyloidoch, pomocou ktorých sa dajú s istotou odlíšiť od podobných bokoplodých mechů.

Asi najvýraznejším rozdielom je tvar buniek. Mechy majú bunky často veľmi výrazne pretiahnuté v jednom smere (obdĺžnikové, kosoštvorcové či elipsové). Listnaté pečeňovky/játrovky majú zase bunky spravidla izodiametrické (tj. okrúhle, šesťuholníkové a pod.). Ďalším rozdielom je potom prítomnosť výrazných siličných teliesok v bunkách játrovek, ktoré sa u mechů vôbec nevyskytujú. Ďalším znakom, ktorý nám môže prezradiť, že sa jedná o mach, je prítomnosť diferencovaného stredového rebra/žebra, ktoré sa vyskytuje u veľkej časti mechů no chýba u všetkých játrovek.

1 bod

7. Mnohé taxóny machorastov majú obrovské areály siahajúce od trópop až po subarktické oblasti. Skúsený európsky bryológ tak bez väčších problémov dokáže identifikovať množstvo rodov aj v trópop na druhom konci sveta. Čo by mohlo byť zodpovedné za tak široké rozšírenie tejto skupiny?

Hlavnou príčinou tak obrovských areálov machorastov sú ich malé a odolné výtrusy, tie sa dokážu veľmi dobre šíriť vetrom, čo im umožňuje prekonať väčšinu geografických bariér. Navyše je veľká časť z nich schopná tolerovať aj extrémne podmienky (málo živín, opakované vysychanie, ...), čo mohlo ešte viac zlepšiť ich schopnosť kolonizovať nové stanoviská a znížiť mieru extinkcie.

1 bod

8. Nie všetky druhy machorastov však majú tak rozsiahly areál. Viaceré z nich sa vyskytujú len vo veľmi obmedzených oblastiach a dokonca aj u nás môžeme nájsť niektoré endemické druhy. Napíšte aspoň dva druhy endemických machorastov, ktorých areál výrazne nepresahuje strednú Európu.

Príkladov takýchto endemitov je niekoľko: *Platyhypnidium grolleanum* (druh rastúci len na českej strane Krkonoší, hoci tu nie je úplne jasné, či sa nejedná len o lokálnu abnormalitu príbuzného druhu), *Ochyraea tatrensis* (Nízke Tatry) či niektoré ďalšie druhy s o niečo širším rozšírením ako napr. *Seligeria irrigata* (DE, AT, SK) a *Anthoceros neesii* (CZ, PL, AT, DE). Mnohé druhy machorastov, ktoré sa však v minulosti považovali za endemity, sa neskôr našli aj v iných vzdialených oblastiach. Príčinou je predovšetkým nedostatok znalcov, ktorí by ich boli schopní rozlíšiť, a nenápadný vzhľad, vďaka čomu môžu ľahko uniknúť pozornosti aj dlhú dobu.

1 bod

9. Existencia invázných rastlín je pomerne dobre známa aj medzi širokou verejnosťou. Väčšina ľudí si ale pod týmto pojmom predstaví akurát boľševik či netýkavku. Invázne druhy však nájdeme aj medzi drobnými machorastami. Pokúste sa napísať názov aspoň jedného nepôvodného druhu machorastu, ktorý sa rozšíril na našom území a jedného druhu, ktorý sa naopak z Európy rozšíril inde do sveta.

Campylopus introflexus, *Orthodontium lineare* sú príkladom invázných druhov machorastov, s ktorými sa dnes bežne stretáme aj v Čechách. Oba majú pritom svoj pôvodný areál až na južnej pologuli. Naopak druhy ako *Pseudoscleropodium purum* a *Lunularia cruciata* sa z Európy rozšírili činnosťou človeka do USA, Austrálie a na mnoho ďalších miest.

1 bod

10. Machorasty však nie sú zaujímavé len z hľadiska ich ekológie a diverzity. Niektoré druhy našli uplatnenie aj ako modelové organizmy vo fyziológii či molekulárnej biológii rastlín. Dajú sa pomerne jednoducho pestovať a množiť aj v *in vitro* podmienkach na agare v Petriho miskách a výhodou je aj ich krátka generačná doba. Ktorý z nich je najpoužívanejší a v čom spočíva jeho hlavná výhoda v porovnaní s cievnatými rastlinami?

Najznámejším a najvyužívanším modelovým machorastom je bez pohyby drobný vrchoplodý mech, ktorý môžeme nájsť na ruderalných stanoviskách aj u nás – *Physcomitrella patens* (čepienka odstála). Hlavná výhoda tohto druhu spočíva v tom, že je u neho veľmi efektívna homologická rekombinácia, čo umožňuje špecificky cieľiť a modifikovať konkrétne oblasti v jeho genóme.

2 body

Úloha 4 (experimentální): Lysozym

Autor: Stanislav Vosolsobě

Počet bodů: 14

Lysozym je protein živočichů, který slouží k jejich obraně před bakteriemi. V následující úloze si budete moci jeho vlastnosti sami otestovat.

1. Jakým způsobem tento enzym funguje v antibakteriální obraně? Popište přesně, co je cílem jeho působení.

Lysozym rozrušuje bakteriální buněčnou stěnu. Konkrétně štěpí β -1,4-glykosidovou vazbu mezi N-acetylmuramovou kyselinou a N-acetyl-D-glukosaminem v peptidoglykanu.

*1 bod***2. Ve kterých živočišných vzorcích bychom ho mohli nalézt?**

Produkuje ho většina sliznic, proto se nachází ve slinách, slzách, mléce, ale je i v krvi a tvoří granule v bílých krvinkách. Ve velkém množství je obsažen v bílku.

*1 bod***3. A nyní k vlastnímu pokusu. Vyberte si nějaký vzorek z otázky 2. Otestujete, zdali má skutečně vliv na růst bakterií. Bakterie získáte snadno – vyskytují se například na povrchu pokožky, stačí tedy jen připravit médium, na kterém by bakterie mohly růst. Nejpoužívanějším médiem v bakteriologii je médium označované jako LB. Zjistěte, co jeho označení znamená a z jakých organických složek se médium skládá. Zkuste zdůvodnit, proč se používají právě tyto složky a ne třeba jen sacharosa.**

Nejjednodušeji se bude pracovat s bílkem. LB znamená Lysogeny Broth podle toho, že bylo prvně použito při studiu lysogeneze (množení) bakteriofágů a broth znamená „bujón“. Dominantními organickými složkami jsou kvasniční (případně masový) extrakt a trypton, což je mléčný protein kasein (nebo sójový protein) nespecificky naštěpený trávicím enzymem trypsinem. Trypton je zdrojem aminokyselin, kvasniční extrakt zdrojem vitamínů, sacharidů a mnoha dalších látek. Všechno to jsou komplexní a ne zcela jednoznačně definovatelné směsi, které se používají, protože bakteriím zpravidla nestačí k růstu jen zdroj energie (pokud by médium obsahovalo pouze sacharosu), ale často potřebují i některé aminokyseliny či vitamíny. Aby bylo médium univerzální pro různé druhy, používají se výše uvedené přísady.

*2 body***4. V domácích podmínkách podobné médium připravíte jednoduše – ze sáčku cukrářského želé, které seženete v každém obchodě (na obalu má uvedeno, že obsahuje agar; pokud byste nesehnali agarové, tak můžete použít i karagenanové, ale vyhněte se želatině, protože se nedá vařit; barvivo není na obtíž), a kostky hovězího bujónu (volte takovou s maximem masové složky a pozor, aby neobsahovala konzervanty). Vše rozmíchejte v půl litru vody a než to uvaříte, seberte z hladiny hrudky palmového tuku. Médium netřeba autoklávovat, stačí jen povařit. Poté ho rozlijte do Petriho misek či jejich improvisace v podobě kelímků nebo skleniček podobného tvaru. Povrch zaočkejte bakteriemi (stačí rozetřít prstem) a část misek nechte jako kontrolu, u druhé části udělejte do středu misek jamku a přidejte vzorek materiálu, který obsahuje lysozym. Nechte do druhého dne na teplém místě. Misky neuzavírejte těsně, bakterie potřebují dýchat. Již druhý den by na povrchu média měly být patrné bakteriální kolonie. Je lepší zaočkovat médium raději méně, pak můžeme sledovat růst jednotlivých kolonií. Pokud jich zaočkujeme více, porůstají povrch v souvislé vrstvě.****5. Jak poznáte efekt lysozymu? Výsledek pokusu pečlivě zdokumentujte (fotografií či kresbou), podrobně popište, jak se liší varianty s lysozymem od kontroly, sepište celou metodiku a v diskuzi porovnejte vaše výsledky s již publikovanými, které se vám podaří dohledat. Rady, jak zpracovat protokol naleznete na webu Biozvěstu v sekci návody.**

Efekt lysozymu poznáme tak, že v okolí místa, kde byl přidán vzorek s lysozymem, například vaječný bílek, je inhibován růst bakterií. Pěkně je působení lysozymu vidět na snímku Petriho misky z pokusu Jolany Šádkové na obr. 3.

celkem 10 bodů

zejména se hodnotí kvalita popisu metodiky, zdokumentování výsledků a smysluplnost diskuse



Obr. 3: Efekt lysozymu ze slin a vaječného bílku na bakteriální růst.
(Jolana Šádková)

Úloha 5 (seriál): Primární produkce biomů

Autor: Jasna Simonová

Počet bodů: 20

Jako biomy označujeme velkoplošné ekosystémy (regionálního až nadkontinentálního rozsahu) charakteristické podobným typem vegetace, nikoliv však konkrétním druhovým složením společenstev. **Zonální biomy** jsou vymezené především klimatem (hlavně ročním průběhem teplot a srážek) určitým rozsahem zeměpisných šířek (zóny), zatímco **azonální biomy** jsou závislé na lokálních abiotických podmínkách (zejména nadmořské výšce, míře vlhkosti či obsahu solí v půdě) a vyskytují se nikoliv ve velkých zónách, ale rozptýleně „uvnitř“ zonálních biomů. (Azonálním biomům se budeme věnovat více v některém z dalších dílů seriálu.)

1. V minulém dílu jste se zabývali klimatickým vymezením biomů. Nyní zkuste jednotlivé suchozemské biomy (vyberte si jich aspoň osm) stručně charakterizovat z hlediska vegetace. Uveďte, jaké proměny vegetace v rámci roku jsou určující proto, jak bude život v daném biomu vypadat. Které faktory kromě klimatických jsou pro vegetaci zásadní?

Biomů je samozřejmě spousta a jejich členění jsou různá, každý jste mohli vybrat jiné. Zde uvádím heslovité charakteristiky osmi široce pojatých biomů. Informace samozřejmě nejsou vyčerpávající, ale o to ani v této úloze nešlo.

a. Tropické deštné lesy

Vegetace: typické jsou vysoké stromy, porost tvořený mnoha patry, mnoho epifytů, lián, parazitů, hemiparazitů; zastíněné přízemní patro; časté chůdovité kořeny; adaptace na vysokou vlhkost – listy, z kterých voda dobře stéká; aktivita fotosyntézy (i živočišného života) je soustředěna především do horních pater vegetace; velká část biomasy konzumována herbivory; vzhledem k hustotě porostu výrazná kompetice o světlo – důležité může být uvolnění prostoru pádem stromů; vysoká druhová diverzita

Proměny během roku: malé

Další faktory: velká část živin v biomase, půda je velmi chudá a živiny jsou rychle spotřebovány (nevýhoda při přeměně na zemědělskou půdu); rychlá dekompozice; relativní stabilita v čase

b. Střídavě vlhké tropické lesy

Vegetace: důležité jsou stromy a dřeviny; většina z nich je opadavých; výška stromů je obecně nižší a jejich hustota menší než v deštném tropickém lese; podrost je proto rozvinutější; vyskytují se suchu odolné epifyty; kořeny stromů jsou hlubší než v tropickém deštném lese; více se vyskytují trny

Proměny během roku: velké, v suchém období mnoho druhů opadává

Další faktory: mohou se vyskytovat požáry

c. Travinné ekosystémy (stepi, savany, prárie...)

Vegetace: relativně malý až žádný podíl dřevin; dominantní jsou traviny; vysoký podíl podzemní biomasy; často hluboké kořeny; obnovovací pletiva v přízemních pochvách; někdy adaptace na požáry

Proměny během roku: záleží hodně na poloze (je v zimě sněh?) a na vlhkostních poměrech (viz obrázek v úloze), mohou být ale i malé

Další faktory: velký vliv býložravců a člověka; důležitý je půdní typ; časté jsou požáry; velký význam mají organismy podílející se na vzniku půd – žížaly, termiti, drobní hlodavci (promíchávání různých vrstev...)

d. Pouště a polopouště

Vegetace: relativně málo biomasy; vegetace je rozptýlená a koncentruje se na místech s větší vlhkostí; rostliny se hodně chrání před predací; fotosyntetická a rozmnožovací aktivita hodně vázaná na občasné příznivější podmínky; různé adaptace na suchu; terofyty, xerofyty, efemery, geofyty

Proměny během roku: velké, vázané na srážky (suchá vs. kvetoucí poušť)

Další faktory: charakter substrátu; někdy zasolení; vodní (!) i větrná eroze

e. Tajga

Vegetace: převážně jehličnaté lesy; mělký kořenový systém; pro bylinné patro jsou typické drobné keřiky (zejména čeledě Ericaceae); také mechy, kapradiny a lišejníky; velmi pomalý rozklad biomasy

Proměny během roku: velké, dlouhé období vegetačního klidu se sněhovou pokrývkou, krátké léto, kdy zem rozmrzá a je tedy vysoká vlhkost

Další faktory: chudé kyselé půdy (vliv rozkladu jehličí), živiny často vymývány do hlubších částí (podzolizace); periodické cykly silně namnoženého dřevokazného hmyzu; požáry; významná je mykorrhiza

f. Tundra

Vegetace: nízké byliny a keřiky, mechorosty, lišejníky; hromadění odumřelé biomasy (velmi pomalý rozklad)

Proměny během roku: velké, krátká vegetační doba, často s velkou vlhkostí, dlouhé období sněhové pokrývky

Další faktory: půda hodně ovlivněná pomalým rozkladem biomasy, migrace živočichů (včetně velkých býložravců), ochrana sněhovou pokrývkou proti vymrzání; v létě může být světlo po velkou část dne (polární den)

g. Středozemní tvrdolistá vegetace

Vegetace: hlavně keřové patro, velké zastoupení Lamiaceae, důležitá je obrana před suchem (také herbivorií); pomalé rozkladné procesy

Proměny během roku: vegetační doba může být i v zimě a na podzim, na jaře často období kvetení a rychlého růstu, v létě naopak sucho, často období vegetačního klidu

Další faktory: vliv člověka; požáry

h. Mangrovy

Vegetace: dřeviny s vysokými kořeny; dýchací kořeny; nejsou moc byliny (povrch zaplavený); tolerance k zasolení

Proměny během roku: malé

Další faktory: kolísání vodní hladiny (odliv a příliv)

Z dalších biomů jste mohli popisovat třeba mangrove, fynbos, macchii, chaparral, horské mlžné lesy, různé typy pouští a různé typy travinných ekosystémů (pampy, llanos).

3 body

2. Zkuste se zamyslet nad tím (případně zapátrat v informačních zdrojích), které faktory konkrétně ovlivňují rozdíl mezi hrubou a čistou primární produkcí nějakého porostu v Evropě. Vypište tyto faktory a uveďte příklady porostů s velmi vysokou a velmi nízkou primární produkcí. Jak se vysoká či nízká čistá primární produkce může projevovat ve struktuře celého ekosystému? Popište na příkladu nějakého porostu, který jste viděli. (Zamyslete se nad pěstovanými porosty – lidé se často o vysokou primární produkci snaží.)

Protože rozdíl mezi hrubou a čistou primární produkcí je způsoben mírou respirace (tím, kolik toho rostlina spotřebuje, „prodýchá“, sama při údržbě a stavbě svého těla), musíme hledat faktory ovlivňující relativní míru respirace. Těmi jsou:

- **Absolutní míra respirace**, která je daná především faktory prostředí jako jsou teplota, dostatek vody, koncentrace CO_2 a O_2 , ale i fyziologickými přizpůsobeními rostliny či jejím stářím.
(Vlivu těchto faktorů na rostliny se využívá třeba při skladování ovoce, u kterého nechceme, aby moc zásobních látek spotřebovalo respirací – protože chceme, aby toho víc zbylo pro nás. Proto je ovoce skladováno v chladu, případně v atmosféře s vyšším obsahem CO_2 , což míru respirace snižuje.)
- **Míra fotosyntetické aktivity**, která je daná například teplotou, ozářením, dostatkem CO_2 v nejbližším okolí a hlavně v průduchách rostliny či dostupností vody. Jde o to, zda fotosyntetická pletiva skutečně fotosyntetizují a jakou část dne či roku. Pokud je totiž fotosyntetická aktivita nízká, rozdíl mezi hrubou a čistou primární produkcí se zvyšuje – rostlina má nějakou základní (řekněme udržovací) míru respirace, ať už je fotosyntéza jakákoliv.
- **Podíl fotosynteticky aktivní biomasy** (zelená pletiva) a biomasy nezelené, nicméně fyziologicky aktivní (část opěrných pletiv, kořeny) – tedy jaká část rostliny k asimilaci uhlíku nepřispívá, jen musí být vyživována. To souvisí s předchozím bodem – důležitá je fotosyntetická aktivita nejen v čase, ale i v různých částech rostliny.

Příklady porostů:

- Vysoká primární produkce – mladý porost rychle rostoucích dřevin, třeba topolů
- Nízká primární produkce – alpské luční porosty vysoko v horách

Porost s vysokou primární produkcí bude mít velkou pokryvnost a velký podíl fotosyntetických pletiv. Rostliny budou mít dobré podmínky, především dostatek vláhy a živin. Téměř veškeré dopadající světlo bude využito, fotosyntetická pletiva budou efektivně rozmístěna (i na vertikální ose), úplně u země bude tedy velké zastínění. Porost bude mít (v rámci možností daného klimatického pásu) dlouhou vegetační dobu, bude mít výhodně mikroklimatické podmínky.

Naopak u porostu s nízkou primární produkcí lze očekávat méně efektivní využití světla dopadajícího na plochu (menší pokryvnost a méně výhodně rozmístění fotosyntetických pletiv), růst na méně příhodných podmínkách (z hlediska klimatu, vláhy, živin) a menší fotosyntetickou aktivitu – především asi kvůli tomu, že fotosyntéza může probíhat jen v menší části roku.

3 body

3. Jak přispívá satelitní snímkování k odhadům NPP (co vlastně toto snímkování může měřit)? Které další faktory je nutno do modelů započítat?

Někdy bývá NPP odhadováno přímo z dat o **vegetačním pokryvu** na daném území. Přítomnost vegetace a její základní charakteristika je také měřena satelitně. Konkrétně se měří vlnové délky a intenzity viditelného záření a záření blízkého infračervenému, které se odrážejí od zemského povrchu. Část záření v typických vlnových délkách pohlcuje chlorofyl a záření blízké infračervenému je ve velké míře odráženo strukturou listů. Z dat lze tedy odvodit hustotu či zdravotní stav vegetace – celkově to, jak velká je její fotosyntetická aktivita.

Dalším a o něco komplikovanějším způsobem odhadu NPP je **porovnání dopadajícího a odraženého světla** v části spektra využitelného pro fotosyntézu. Tak můžeme zjistit, jakou část záření rostliny pro fotosyntézu doopravdy využily. Do modelů počítajících NPP je nicméně nutné započítat i další faktory, protože množství záření je jen jedním z faktorů určujících NPP. Množství dostupné vody, živin a teplota jsou odhadovány pomocí klimatických charakteristik dané oblasti a vegetačního typu. Pokud jste řešili také otázku č. 5 zabývající se mokřady, mohli jste si uvědomit, že velmi důležitá je efektivita využití přijímaného záření a uhlíku asimilovaného při fotosyntéze. To je také faktor, který se odvozuje z charakteristiky daného biomu (ten potom satelitně rozpoznáme podle informací o klimatu a vegetačním pokryvu).

Do modelu je zároveň nutné započítat korekci pro proměny atmosféry, tvar zemského povrchu či roční období, které často určuje, jak zrovna vegetace vypadá. Určitě vás napadlo, že by výsledky mohly dost narušovat i aktuální výkyvy počasí,

přítomnost mraků, mlhy a tak. Proto bývají snímky, se kterými model pracuje, složené z informací z několika dnů, aby se vliv aktuálního počasí co nejvíce odfiltroval.

Někdy modely také pracují s daty získanými fyzickým měřením v konkrétním porostu – tak můžeme zjistit, jestli je model realistický.

V moři je většinou měřena koncentrace chlorofylu (opět prostřednictvím měření odraženého světelného záření). Situace je zde o něco jednodušší, protože vodní autotrofové tvoří méně prostorově strukturované populace a opěrná pletiva obecně nepotřebují.

Takovéto modelování na globální úrovni je velmi složité a vždy získáváme jen odhad primární produkce daného porostu. Možnost sledovat produkci porostů v takovémto měřítku je ale velmi cenná a může nám poskytnout nesmírně zajímavé informace.

3 body

4. Najděte několik tabulkových srovnání biomů z hlediska NPP a porovnejte je (hlavně co se týče poměrů NPP jednotlivých biomů v konkrétní tabulce). Co vás zaujalo?

Jak už jsem psala, mě nejvíce zaujala vysoká produktivita mokřadů. Mezi vašimi odpověďmi se objevily například velké rozdíly mezi některými srovnáními i mezi různými typy jednoho biomu (mezi různými typy lesa mohou být rozdíly až ve dvou řádech), vysoká produktivita korálových útesů, podobnost produktivity stepí a polí (tedy stepím analogického agroekosystému), vyšší produktivita polopouští vzhledem ke srovnání s tundrou nebo souvislost NPP a druhové diverzity (většinou větší NPP znamená větší diverzitu, ale některé málo produktivní ekosystémy mohou být velmi druhově bohaté).

1 bod

5. Pokuste se vysvětlit, co stojí za relativně vysokou NPP mokřadů. (Která omezení NPP se zde projevují méně, než v ostatních biomech?)

Mezi faktory vysvětlujícími vysokou produktivitu mokřadů se objevuje dostatek vody (která často produktivitu omezuje), velké množství živin a významná vertikální orientace fotosyntetických pletiv (která umožňuje světlu pronikat hlouběji do vegetace). Pokud by byly za vysokou produktivitu zodpovědné tyto faktory, znamenalo by to, že NPP je vysoká kvůli vysoké GPP (hrubé primární produkci).

Výsledky měření podílu GPP na NPP však ukázaly, že za vysokou produktivitou mokřadů stojí spíše velká efektivita využití asimilovaného uhlíku (CUE, carbon use efficiency) – GPP mokřadů je totiž srovnatelná s mnohými ostatními biomy. S velkou efektivitou využití uhlíku by mohlo souviset velké množství amonných iontů v redukčním prostředí sedimentů mokřadů (jejichž zabudování do pletiv rostlin je efektivnější než u dusičnanů a dusitanů). Mokřadní rostliny také zabudovávají více uhlíku do listů, což s CUE zdá se souvisí. Vysoká celková produktivita rostlin by také mohla být daná tím, že anaerobní prostředí zaplavených půd je nevhodné pro mykorhizu, která produktivitu rostlin může snižovat. Zároveň dovedou mokřadní rostliny dobře využívat zásoby asimilovaného uhlíku z přechozího roku.

3 body

6. Přiřaďte k sobě názvy biomů a biotopů (a–f) a následující charakteristiky (1.–7.):

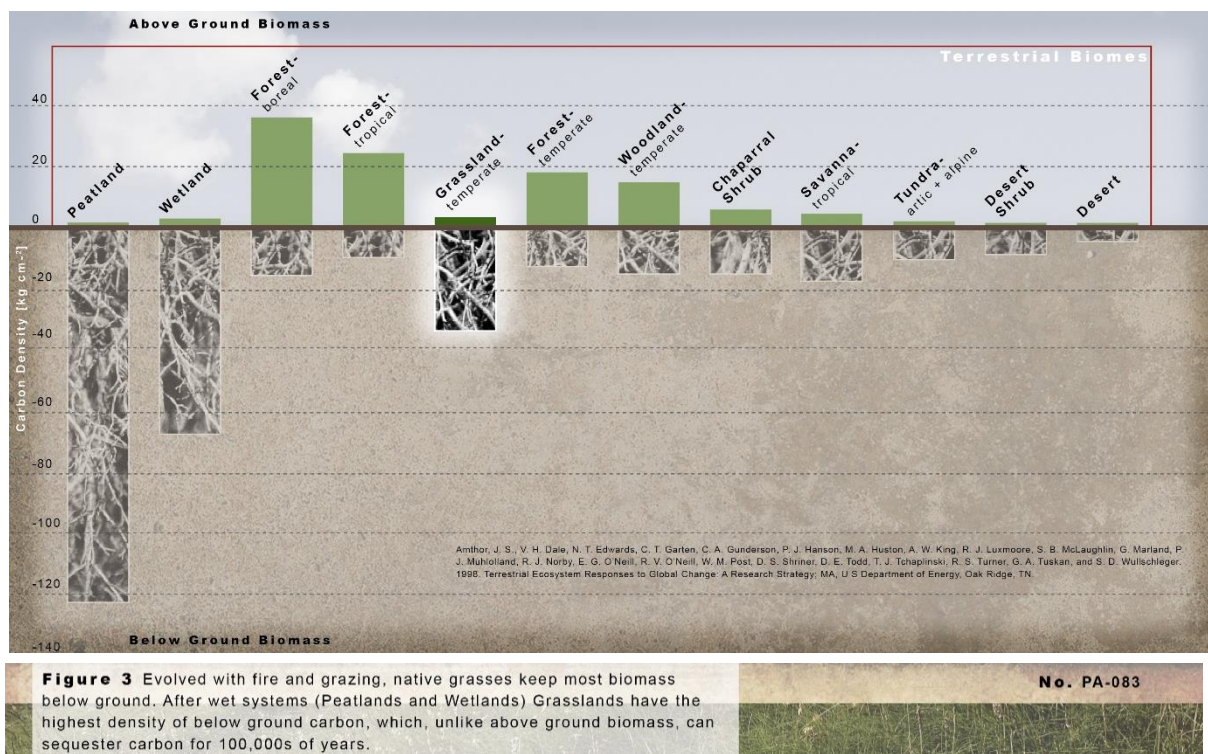
Mnozí z vás určitě narazili na to, že některé charakteristiky se hodí k více biomům. Nicméně po podrobném přezkoumávání různých kombinací, které jste vymysleli, se zdá, že nejlépe sedí opravdu jen jeden způsob, jak k sobě biomy a jejich charakteristiky (zejména co se týče osudu vyprodukované biomasy) přiřadit. Níže uvádím vysvětlení k častým chybám.

Velké množství podzemní biomasy je charakteristické pro bezlesé biomy v suchém prostředí (kde ji tvoří kořeny), nebo naopak velmi vlhkém prostředí (kde se mrtvá biomasa pomalu rozkládá), viz také obr. 4.

V tropickém deštném lese velkou část biomasy spotřebují herbivorové (především hmyz). V temperátních lesích velcí herbivorové (tedy velcí savci, zejména kopytníci) zas tak moc biomasy nespotřebují, nemohou žrát stromy ani nic, co je moc vysoko.

- a. 5 → step – velké množství podzemní biomasy (relativně vzhledem k nadzemní), nadzemní biomasa má velkou pokryvnost
- b. 7 → tundra – nízká primární produkce, živočišná společenstva jsou spíše druhově chudší, ve vhodných podmínkách se však jednotlivé druhy dovedou rychle rozmnožit, mohou se objevovat výrazné populační cykly
- c. 2 → poušť a polopoušť – malá část zelené nadzemní biomasy je konzumována herbivory, rostliny se před nimi poměrně úspěšně brání
- d. 6 → savana – mnoho velkých herbivorů, kteří zkonzumují velkou část vyprodukované biomasy
- e. 3 → temperátní opadavý les – biomasa rostlinného opadu se do oběhu vrací pomalu, vytváří se velké množství humusu a bohatá půdní společenstva
- f. 4 → rašeliniště, tundra, tajga, eukalyptové lesy – odumřelá biomasa zůstává velmi dlouho ležet (desítky let a více), rozkladné procesy jsou pomalé
- g. 1 → tropický deštný les – velmi malé množství živin a organické hmoty v půdě

(Také 1g, 2c, 3e, 4f, 5a, 6d, 7b.)

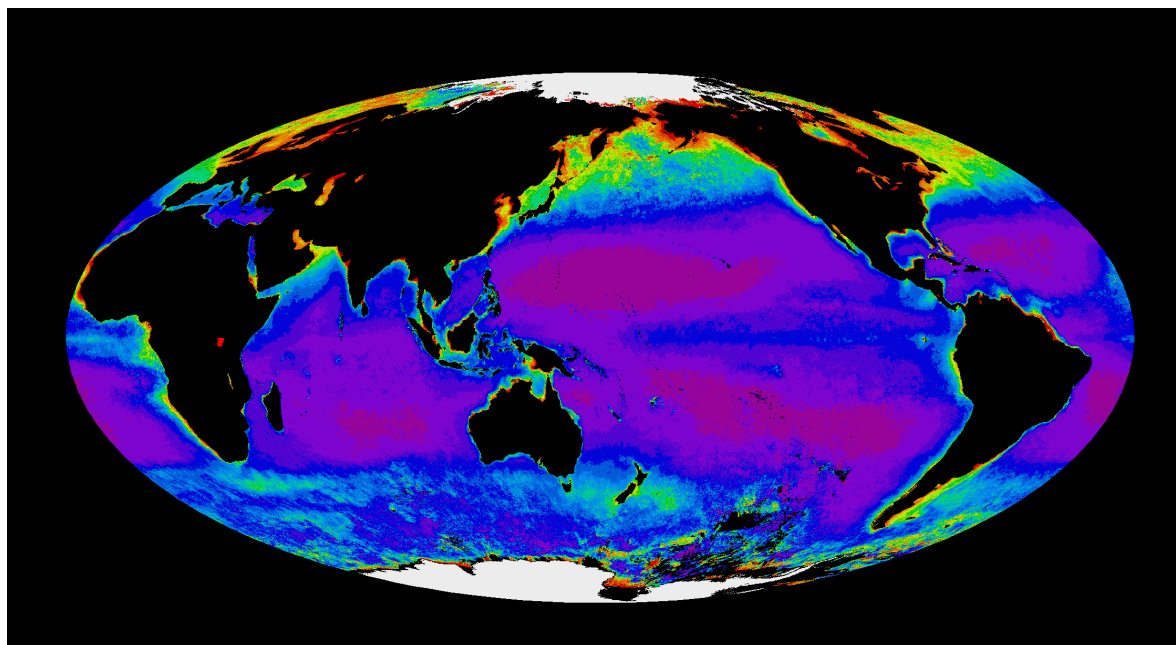


Obr. 4: Nadzemní a podzemní biomasa různých biotů. (https://www.asla.org/2013awards/images/largescale/083_03.jpg.)

7. V některých biomech je vegetace stabilní a vypadá stále stejně stovky let, jinde se může na lokální úrovni najednou rychle změnit – například vlivem požárů. Ty jsou důležité zejména pro biomy, kde dochází k výraznému hromadění odumřelé rostlinné hmoty. I když je rozsáhlý požár lidmi vnímán spíše katastroficky, na primární produkci v následném období má pozitivní vliv. Proč tomu tak je?

Požár uvolní z mrtvé biomasy minerální látky (hlavně fosfor, draslík, hořčík, vápník), které jsou pak dobře přístupné pro další rostliny.

2 body



Obr. 5: Primární produktivita oceánů. (<https://public.wsu.edu/~dybdahl/globeprod.gif>.)

8. Co v oceánech primární produkci autotrofů kromě nedostatku světla ve větších hloubkách omezuje? V kterých částech oceánů bude primární produkce nejvyšší?

Primární produkci autotrofů kromě světla omezuje především **nedostatek živin**, zejména **železa** (jeho nedostatek způsobuje malou primární produkci i tam, kde je jinak živin dost). Dalšími omezujícími faktory může být také zákal v pobřežních vodách nebo teplota. Nicméně přítomnost živin je nejdůležitější.

Primární produkce je obecně nejvyšší u **pobřeží kontinentů** a na místech **výstupných proudů**, kde je živin více než na ostatních místech oceánu – viz podrobnější vysvětlení níže.

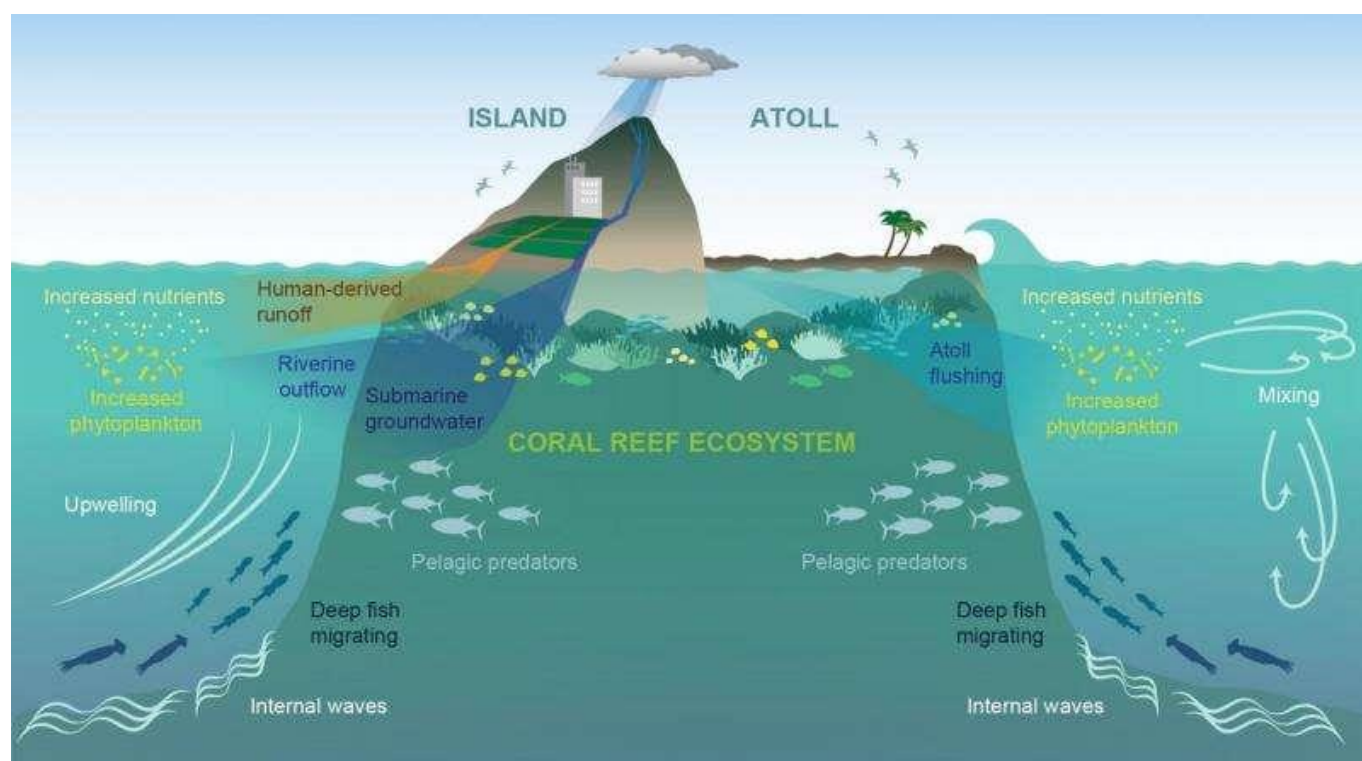
Rozdíly v primární produkci oceánů jsou pěkně vidět na obr. 5, nejvyšší produktivita je značená červenou barvou, nejmenší fialovou. Dále v textu najdete i odkazy na detailnější mapy.

Primární produkce je evidentně vysoká obecně na **pobřežích kontinentů a ostrovů**. Je zde větší obsah živin díky splachu z pevniny a promíchávání mělkých vod. Splach živin (zejména železa) z ostrovů by mohl stát za vysokou produktivitou v [oblasti Galapág](#).

Primární produkce je dále vysoká v oblastech s tzv. **výstupnými proudy** (upwelling zones). To bývá často i ve velmi chladných vodách. To se může zdát překvapující, protože v oceánech je vysoká produktivita například i u pobřeží Antarktidy, zatímco na souši je vysoká produktivita výrazně vázána na vysokou teplotu. V místech těchto proudů totiž dochází k **výstupu živinami bohaté vody z hlubší části oceánu**, kde jsou živiny kvůli nedostatku světla spotřebovávány jen málo. Tyto zóny se nacházejí (a) na pobřeží kontinentů (např. [západní pobřeží Jižní Ameriky](#), kde z hlubin vystupuje Peruánský proud a přináší živiny, na kterých závisí bohatství pobřežního života, včetně lidí živících se rybolovem). Voda bohatá na živiny vystupuje také (b) v oblasti rovníku, a to díky Coriolisovu efektu (viz první díl seriálu) a tomu, jakým způsobem se mořská voda v závislosti na větrech pohybuje. Zvýšenou produktivitu v oblasti rovníku lze dobře pozorovat ve [východním Tichém oceánu](#). Naopak velké plochy teplých tropických a hlavně subtropických oceánu bývají někdy označovány přímo jako oceánické pouště.

Výstup vody z hloubek na povrch je také typický (c) v [oblastech ostrovů](#) (na odkazu můžete vidět okolí Tasmánie), což se projevuje i na vysoké produktivitě společenstev korálových útesů. Spolu s dalšími faktory vytváří tzv. **Island Mass Effect**, tedy překvapivě vysokou produktivitu okolí ostrovů vzhledem k okolní „oceánské poušti“ (viz shrnující obr. 6).

3 body



Obr. 6: Island mass effect. (Gove, et al., 2016.)

