

Biologický korespondenční seminář



Biozvěst

Ročník 8

Série 2

Milé řešitelky, milí řešitelé,

je mi velkým potěšením Vám nyní představit letošní 2. sérii. V teoretických úlohách se zaměříme na zajímavé mutualistické vztahy, fylogenezi rostlin i se na svět podíváme jinými očima. V praktické úloze prozkoumáme podkorní zvířátka a v úloze seriálové se vydáme na migrace ve vodním prostředí s mnoha živočichy.

Jak řešit

Veškeré pokyny k řešení semináře získáte na [internetové stránce Biozvěstu](#) (nebo zadejte „Biozvěst“ do Google). Na stránce také naleznete přihlášku, kterou vyplíte (pouze v případě, že je tato série vaše první řešení v rámci aktuálního ročníku; přidat se můžete kdykoli v průběhu roku). Úlohy vám budeme zasílat automaticky na e-mailovou adresu uvedenou v přihlášce. Pokud budete chtít ukončit odběr novinek o Biozvěstu, napište nám e-mail.

Dále se k nám můžete připojit prostřednictvím [Facebooku](#), [skupiny „Biozvěst“](#), kde lze probírat aktuality a diskutovat dle libosti.

Vaše řešení nám posilejte na adresu biozvest@gmail.com

Nejpraktičtější formou řešení bude prostý text v e-mailu, ale přijímáme veškeré formáty příloh. Každou úlohu pište do samostatného e-mailu a v předmětu uveďte **Ročník-Série-Úloha-Jméno_Příjmení**, např. **8-2-1-Bioslav_Biomilný** v případě první úlohy druhé série aktuálního ročníku. Moc nám pomůže, když uvedený zápis dodržíte (na jeho základě si došlá řešení filtrujeme).

Uzávěrka 2. série: pondělí 8. 2. 2021, 23:59.

Po oficiální uzávěrce necháváme pro opozdilce tzv. „**penalizační týden**“, kdy ještě můžete zasílat svá řešení, budou Vám bodově ohodnocena, ale musíte již počítat s bodovou penalizací. Strhávat se bude 1 bod za každý den v každé úloze, která v tomto období přijde. Maximální ztráta za úlohu je tedy - 7 bodů, pošlete-li úlohu v nejpozdější možný termín a zároveň minimální počet bodů za řádně řešenou úlohu po penalizaci nebude nikdy nižší než 1 bod. **Penalizační týden končí 15.2.2021 ve 23:59, po této době již nelze přijmout žádná řešení.** Další den bude vydáno autorské řešení pro 2. sérii na našich stránkách.

Hodnocení Vašich řešení i výsledkovou listinu dostanete e-mailem a též se objeví na našich stránkách v druhé polovině března 2021.

Nelekejte se, když Vám přijdou úlohy na první pohled příliš těžké, ponořte se do informačních zdrojů a uvidíte, že na vše lze někde nalézt odpověď. Dobré tipy k řešení naleznete také na stránce Biozvěstu v sekci „Návody“. Není nutné, abyste kompletně vyřešili všechny úlohy a asi se to ani nikomu nepodaří, stačí odeslat libovolně velký fragment. **Vždy ale odpovídejte svými slovy;** přepírování textu odjinud je velmi ošemetné. Když už se k němu uchýlíte, vždy uveďte zdroj.

Oceníme, pokud připišete jakékoliv nápady či připomínky (např. úloha byla příliš lehká/těžká, nesrozumitelná, nudná), úlohy se pokusíme tvořit k Vaší maximální spokojenosti.

Veškeré dotazy či připomínky směřujte na adresy biozvest@gmail.com či ell.psenickova@seznam.cz (na druhé adrese máte větší šanci na rychlé zodpovězení otázky), nebo na e-mailové adresy autorů konkrétních úloh. Kontakty naleznete na webu Biozvěstu.

Biodiverzitě a řešení Biozvěstu zdar!

za celý kolektiv autorů Biozvěstu

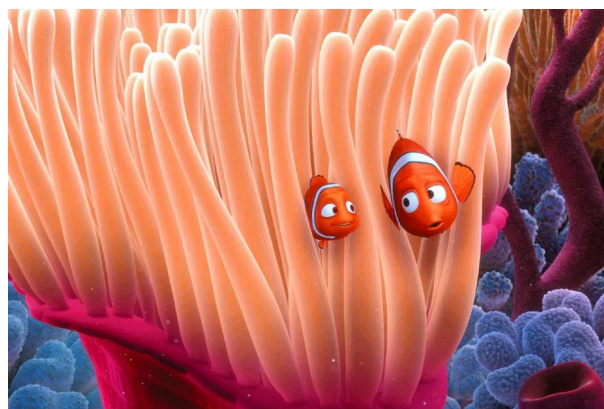
hlavní koordinátorka
Eliška Pšeničková

Úloha 1: Unlikely allies

Autor: Tereza Štochllová

Počet bodů: 14

Při studiu vztahů přírodního souboje o přežití se v ekologii setkáváme s mnohými zajímavými strategiemi. Jednou z nejpozoruhodnějších interakcí je mutualismus, tedy úzký vztah dvou a více organismů, který je pro všechny zúčastněné prospěšný. Asi nejběžnějšími případy, se kterými se můžeme v přírodě setkat, jsou opylování rostlin živočichy nebo mykorhiza rostlin a hub. V dnešní úloze se zaměříme na některé obskurnější příklady mutualistických vztahů a ukážeme si, že to s tou prospěšností nemusí být zas tak jednoduché.



Obr. 1: Film Hledá se Nemo zobrazoval mutualistický vztah klaunů očka-tých (*Amphiprion ocellaris*) a mořských sasaneček. Obrázek převzatý z google.com.

Začneme tedy u známého opylování, ovšem podíváme se na poměrně složitou interakci. Jeden rod dřevin opylují bezobratlí, jejichž samičky do uzavřeného květenství nakladou vajíčka. Z nich se vylíhnou jednak bezkřídlí samci, kteří pouze oplodní nové samičky a umírají, a jednak samičky, které po oplození květenství opouští a tím rostlinu opylí. Pyl pak přenáší na novou rostlinu, kde nakladou vajíčka a umírají. Některé druhy této skupiny hmyzu však tato pravidla obcházejí a na rostlině parazitují. A to například tím, že díky dlouhému kladélku mohou vajíčka naklást zvenku květenství a k opylení rostliny tím pádem nedochází.

1. Vztah jakých dvou organismů byl výše popsán? U rostliny uveďte rod, u opylovače čeleď.

U opylovačů ještě zůstaneme, ale tentokrát se nezaměříme na vztah s rostlinou. Většina motýlů z čeledi modráskovitých (*Lycaenidae*) ve svém životním cyklu využívá mravence – jsou tzv. myrmekofilní. Modrásci mohou být s mravenci jak mutualisté, tak na nich mohou i parazitovat.

2. Jak oba vztahy vypadají a v čem se liší? Některé druhy jsou fakultativně myrmekofilní, jiné obligátně. Jaký je mezi tím rozdíl? Uveďte jeden druh fakultativně a jeden druh obligátně myrmekofilního modráška.

Mutualistické vztahy mohou být v některých případech poměrně křehké. Jednou ze známých interakcí je případ, kdy jeden druh očišťuje druhý od parazitů nebo odumřelé tkáně.

Toto chování můžeme pozorovat u vodních živočichů, jako jsou ryby a krevety, ale také například u ptáků a savců. Stejným způsobem očisťují kroužkovci z řádu potočnice (*Branchiobellida*) žábry některým druhům raků (*Astacidae*).

3. Jak se ale tento vztah změní, pokud se zvýší počet potočnic na jednoho raka?

Z otázek výše je zřejmé, že vztahy mezi jednotlivými organismy mohou být velmi komplikované a hranice mezi mutualismem a jinými interakcemi je poměrně tenká. Nyní už se však zaměříme na čistě prospěšná partnerství, jakkoliv mohou být překvapivá.

Rostliny ve snaze získat dusík vyvinuly různé strategie. Znáмым příkladem jsou bobovité (*Fabaceae*), které se spřáhly s bakteriemi, jež pro ně dusík vážou. Masožravé rostliny zase dusík získávají z polapené kořisti. Někteří zástupci z „masožravkové“ čeledi láčkovkovitých (*Nepenthaceae*) si však živiny obstarávají možná ještě zvláštnějším způsobem.

4. S jakým živočichem se láčkovky (*Nepenthes spp.*) z ostrova Borneo spřáhly? Jak od něj získávají živiny, a co od nich jejich mutualistický partner dostává na oplátku?

Láčkovky mohou, zdá se, kooperovat s mnohými druhy. Láčkovka dvojostruhatá (*Nepenthes bicalcarata*) se sice živí hmyzem, s mravenci rodu *Camponotus* však spolupracuje.

5. Jak tento vztah funguje? Co rostlina mravencům poskytuje a co získává?

Spojenci, u kterých by to nikdo neočekával, jsou také jeden bezobratlý a jeden obratlovec. Jeden z partnerů poskytuje druhému ochranu před predátory a nejspíš i zbytky potravy, druhý naopak chrání vajíčka prvnímu před mravenci. Toto soužití bylo pozorováno v Indii a na Srí Lance, ale také v Peru, a navíc u různých rodů obou skupin živočichů. To naznačuje, že se tento vztah v evoluci pravděpodobně vyvinul vícekrát.

6. O jaké živočichy se zde jedná? Zařaďte oba partnery do čeledí, nebo alespoň do řádů.

7. Častými symbiotickými partnery bývají také řasy. Napište dva příklady organismů, se kterými řasy vytvořily zajímavý mutualistický vztah.

V současné době jsou velkým problémem ochrany přírody změny stanovištních podmínek a s nimi spojená degradace biotopů. Tyto proměny jsou často zapříčiněny člověkem a dotýkají se i vztahů mezi jednotlivými druhy, a to nejen těch symbiotických.

8. Uvedte jeden příklad mutualistického vztahu, který je ovlivněn změnami podmínek, a vysvětlete, jaké následky může mít ztráta jednoho z partnerů této symbiózy.

Na všech otázkách výše jsme si ukázali, jak rozmanitá mohou být spojení mezi nejrůznějšími druhy organismů a jak křehká může být stabilita těchto vztahů, a to jsme se zabývali pouze jedním odvětvím pestré škály ekologických interakcí. Tato úloha však ani zdaleka nemohla pokrýt veškerou různorodost, s jakou se v přírodě můžeme setkat.

9. Znáte nějaké další mutualistické vztahy, na které jsme se v této úloze nezaměřili? Který je váš oblíbený a proč? (Pokud neznáte, nějaký hezký vyhledejte a popište.)

Úloha 2: Letem světem fylogenezí rostlin

Autor: Vojtěch Dolejšek

Počet bodů: 15

Cévnaté rostliny jsou velká a významná skupina organismů, jejíž první zástupci se na Zemi začínají objevovat v prvorohách. Od této doby v rámci cévnatých rostlin vznikla řada vývojových linií, tvarových forem a ekologických adaptací. Podle současného poznání se cévnaté rostliny dělí na několik základních skupin:

První odštěpenou skupinou, jejíž zástupci stále žijí na Zemi, je skupina výtrusných rostlin - plavuní, která se označuje jako *Lycopodiophyta*. Tělní stavba plavuní je velmi specifická a v mnohém se liší od všech ostatních cévnatých rostlin. Charakteristické jsou pro ně například dichotomicky (vidličnatě) větvené a nečláňované stonky (nedělené na nody a internodia). Listy plavuní se označují jako mikrofyly. Slovo mikrofyl volně přeloženo znamená „malý list“ a poukazuje na častou drobnost tohoto orgánu, což ale neplatí bez výjimky.

1. Jaký je evoluční původ plavuňových mikrofylů? Popište evoluční vznik mikrofyly plavuní. (Vznikem mikrofyly se zabývá více teorií, napiš tu, která nepředpokládá redukci jiných útvarů).

2. Jmenuj jednoho recentního (žijícího) zástupce *Lycopodiophyt*, jehož mikrofyl není drobný, ale naopak dosahuje rozměrů několika centimetrů a více. Stačí rodové jméno.

Listy zbytku cévnatých rostlin se nazývají megafyly. Megafyly se pravděpodobně vyvinuly vícekrát nezávisle na sobě u různých skupin, nicméně zřejmě vznikaly vždy z téže struktury.

3. Popište předpokládaný evoluční vznik megafyly (konkrétně z jakého útvaru (struktury) se megafyly vyvinuly).

Další odštěpenou skupinou je skupina přesliček a kapradin, označuje se jako *Monilophyta*. Přesličky, byť tak příliš tvarově nevypadají, jsou příbuzné kapradinám (jsou zřejmě jednou z vývojových linií primitivních kapradin). Kapradiny a přesličky jsou stále rostliny výtrusné – netvoří semena. Mezi starobylší zástupce *Monilophyt* v ČR patří třeba drobná kapradinka vratička měsíční (*Botrychium lunaria*). Naopak ze skupiny nejmodernějších (nejodvozenějších) kapradin u nás roste například papratka samičí (*Athyrium filix-femina*). Starobylé kapradiny se od moderních liší mimo jiné stavbou výtrusnic (útvárů, ve kterých vznikají výtrusy).

4. Popište rozdíly mezi výtrusnicemi starobylších a odvozenějších skupin kapradin.

Zbývající rostliny se označují jako *Lignophyta* (lignum znamená latinsky dřevo). Je to proto, že jde o skupinu, jejíž evoluční novinkou je schopnost pravého sekundárního tloustnutí stonku a schopnost tvořit dřevo (takové, jaké známe a máme všude kolem sebe). Kromě této inovace v rámci *Lignophyt* vznikla u jedné skupiny ještě další nová schopnost - tvorba semen. Tato skupina se nazývá semenné rostliny (*Spermatophyta*) a je to zároveň jediná nevymřelá skupina *Lignophyt*. Díky výhodnosti semen postupně převládly semenné rostliny nad výtrusnými. Velký rozmach zaznamenaly semenné rostliny v druhohorách, kdy se postupně staly hlavní složkou vegetace, kterou jsou až do současnosti.

5. V čem spočívá výhodnost semen (a oplodnění pylem) oproti sporám a jak to může souviset s klimatem na konci prvohor a v období druhohor?

Vývojově primitivnější semenné rostliny ještě neumí tvořit květy se nazývají nahosemenné. Semenné rostliny tvořící

květy jsou krytosemenné. Mezi nahosemenné patří jehličnany (*Pinophyta*), cykasy (*Cycadophyta*), jinany (*Ginkgophyta*) a liánovce (*Gnetophyta*). Největší skupinou nahosemenných jsou jehličnany, které dostaly název podle svých listů, majících někdy podobu jehlic.

6. Nahosemenné dostaly svůj název podle skutečnosti, že jejich semena nekryje žádná další struktura (na rozdíl od krytosemenných). Z čeho vzniká zmíněná struktura u krytosemenných a jak se nazývá?
7. Které ze čtyř skupin nahosemenných mají původní (a stále žijící) zástupce v ČR a které v celé Evropě, jak se zástupci jmenují? (Jmenuj vždy jednoho pro skupinu – rodové i druhové jméno).
8. Zkus jmenovat dva opadavé jehličnany (rod i druh), se kterými se můžeš setkat v České republice (mohou být i nepůvodní).

Nyní už se dostáváme k velké skupině rostlin krytosemenných. Krytosemenných druhů rostlin je zdaleka nejvíce (v porovnání s ostatními skupinami rostlin), jejich počet se odhaduje nejméně na čtvrt milionu. Několik nejstarších linií krytosemenných se souhrnně označuje jako *Magnoliopsida*. Protože jde o skupinu několika izolovaných vývojových linií, je to skupina parafoyletická. Zástupci *Magnoliopsid* jsou velmi rozmanití tvarově i ekologicky, nejvíce druhů nalezneme v tropech a subtropích. Přes velkou rozmanitost ale celkový počet druhů *Magnoliopsid* není příliš vysoký (cca 8000 druhů). Z českých druhů do skupiny *Magnoliopsid* patří lekníny, stulíky, kopytník a podražec křovištní. Zajímavou vlastností řady druhů *Magnoliopsid* je obsah různých aromatických látek. Toho se využívá především v jednom odvětví lidské činnosti.

9. V jakém odvětví lidské činnosti se nejvíce využívají vonaví zástupci *Magnoliopsid*? Jmenuj tři takové významné zástupce (stačí rodové jméno). Který z nich je tvůj nejoblíbenější a proč? (stačí stručná odpověď).

Celou skupinu krytosemenných rostlin korunují poslední dvě skupiny – jednoděložné a dvouděložné. Jde o dvě nejvýznamnější a druhově nejpočetnější skupiny všech rostlin. Jeden z rozdílů mezi jednoděložnými a dvouděložnými je ten, že jednoděložné druhotně ztratily schopnost sekundárního tloustnutí. Existuje jen málo skupin jednoděložných, které tento problém obešly a vyvinuly se u nich způsoby, jak tloustnutí přeci jen zajistit (patří k nim např. dračince).

10. Čím je dána neschopnost většiny jednoděložných druhotně tloustnout?

Druhotné tloustnutí stonků u dvouděložných vede ke vzniku útvaru označovaného jako kmen. V klimatických podmínkách střední Evropy není stromům umožněno tloustnout stejnoměrně po celý rok.

11. Jak se projeví nestejnětloustnutí v průběhu sezóny na struktuře dřeva v kmeni stromu. Které části dřeva přirůstají během kterých ročních období?

Úloha 3: Podívat se na svět jinými očima

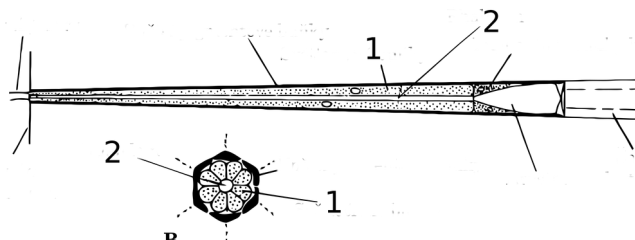
Autor: Eva Matoušková

Počet bodů: 18

Světlo se nachází všude kolem nás a ovlivňuje nás. Vstávání ráno i únava večer jsou do jisté míry modulovány právě světlem. Bez světla bychom se neopálili, nenajedli, ne-

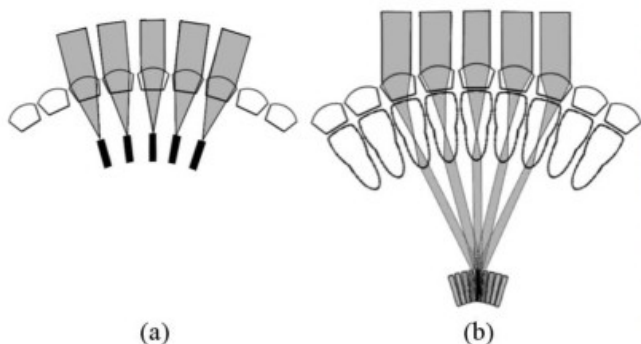
aktivovali. Fotografie Bioslava můžeme vidět právě díky tomu, že naše oko zachytí částičky světla odražené od papíru. Barevné vidění je spektakulární záležitost, která je způsobena schopností vnímat konkrétní vlnové délky světla. Pojďme společně prozkoumat světlo a jeho souvislost s barevným viděním u živočichů.

1. V našem oku na sítnici se nachází jistý typ buněk, který nám umožňuje vnímat světlo. Jak se tyto buňky obecně nazývají a kolik a jaké typy mají zrovna lidé?
2. Možná jste slyšeli, že ptáci vidí i ultrafialové světlo nebo že psi jsou víceméně barvoslepi. To první sice neplatí, i přesto se ptáci a savci ve své schopnosti vidět barvy podstatně odlišují.
 - a. Jak že se ve schopnosti vidět barvy savci a ptáci odlišují a čím je to dáno?
 - b. Jak se vysvětluje vznik tohoto rozdílu právě mezi ptáky a savci?
3. V lidské populaci se poměrně běžně vyskytuje porucha barvocitu, při níž jedinec není schopen vidět rozdíl mezi červenou a zelenou.
 - a. Jak se tato porucha nazývá?
 - b. Kdo je touto chorobou častěji postihován a proč?
4. Teď se přesunme od obratlovců ke členovcům. Zrak u obratlovců zajišťují dvě komorové oči se spoustou buněk na sítnici, členovci šli na stavbu oka trochu jinak a vytvořili si spoustu menších jednotek spojených do složených očí. Jak složené, tak komorové oči mají své výhody a nevýhody.
 - a. Napište alespoň 2 výhody a 2 nevýhody složených očí vůči komorovým.
 - b. Pouze ze stavby očí vyplývá, že hmyz se nemůže koukat na hvězdy. Co za vlastnost složených očí tomu brání?



Obr. 2: Schéma hmyzího ommatidia.

5. Na obrázku 2 vidíte schématicky nakreslené ommatidium hmyzu.
 - a. Co jsou struktury označené jako 1 a jaká je jejich funkce?
 - b. K čemu slouží struktura uprostřed, označená jako 2?
 - c. Citlivost a rozlišení očí jdou do jisté míry proti sobě. Jaké dva parametry morfologie složených očí je nejvíce ovlivní?
 - d. Ommatidia specializovaná na polarizované světlo se typicky nachází navrchu, nebo naopak na spodku složených očí, proč? Napište typického zástupce, který bude detekovat polarizované světlo na spodku složených očí.



Obr. 3: Způsoby sběru světelného signálu z ommatidií.

6. Obrázek 3 ukazuje, jakým způsobem lze z ommatidií sbírat signál. Šedou barvou je označeno přicházející světlo. Každý přístup bude výhodnější za trochu jiných podmínek.
 - a. Napište typického zástupce hmyzu pro a) a pro b) a vysvětlíte, za jakých podmínek bude b) výhodnější.
 - b. Existuje ještě třetí přístup, který do jisté míry kombinuje dva předchozí. Jak funguje a jaká skupina hmyzu jej má?
7. Komunikace mnoha druhů je vizuální, v jednom typu prostředí může ale komunikace založená na světle fungovat i jako skrytý komunikační kanál. Napadne vás, o jaké prostředí se jedná a v čem mohou tkvět výhody této komunikace?
8. Na závěr si najděte a pokochejte se straškem pavím (*Odontodactylus scyllarus*), který má unikátně dobré barevné vidění. K čemu by mu mohlo být tak dobré barevné vidění?

Úloha 4 (experimentální): Velmi nízké stropy ...

Autor: Kateřina Kubíková

Počet bodů: 29

Kůra stromů (přesněji řečeno borka) je velmi užitečná struktura. Pro všechny dřeviny má samozřejmě důležitou funkci ochrannou, ale velký význam má i pro spoustu dalších organismů, kteří se ji naučili různým způsobem využívat. Brhlík si s ní vystylá dutiny, děti si z ní vyrábějí lodičky, dospělí korkové zátky, pro epifytické organismy (v našich podmínkách především mechy a lišejníky) představuje substrát k růstu a mohli bychom jmenovat i spoustu dalších příkladů. My však v této úloze půjdeme více do hloubky (a to doslova) a zaměříme se na organismy, pro které představuje kůra střechu nad hlavou, neboť se rozhodly využít prostor pod kůrou jako místo, kde stráví značnou část svého života.

Je zřejmé, že prostor pod kůrou je velmi specifickým prostředím a život zde vyžaduje řadu adaptací, které se často významně odrážejí i na vzhledu podkorních živočichů.

Jejich poměrně častou a velmi výraznou charakteristikou je plochý tvar těla, který je důsledkem nízkosti „stropů“ jejich podkorního příbytku.

1. Jmenuj příklady podkorních živočichů ze čtyř různých čeledí, kteří mají výrazně zploštělý tvar těla. Kam až tato placatost může dojít? Zkuste dohledat co nejplacatějšího (poměr výšky ku šířce a délce) podkorního živočicha žijícího v České republice.

Druhy žijící pod kůrou se mohou živit v zásadě třemi hlavními typy potravy – dřevní hmotou v různém stádiu rozkladu (ať už se jedná o dřevo, lýko či borku samotnou), houbami (jejich hyfami či sporami) nebo ostatními živočichy. Hranice mezi potravními strategiemi jsou však často neostře, a tak si nějaký predátor sem tam zobne houby či si houbožrout ukousne kousek zetlelého dřeva.

2. Ne všichni predátoři žijící pod kůrou musí být nutně placatí. Někteří obývají specifický podkorní mikrohabitat, ve kterém mají trochu více prostoru, a tak si mohou dovolit mít více válcovitý tvar. Typicky v tomto prostředí žijí dravé larvy některých druhů pestrokrovečníků (*Cleridae*). O jakém mikrohabitatě je řeč a čím se v něm žijící predátoři živí?
3. Mezi podkorními predátory nalézáme i některé druhy pavouků. Ti se však zpravidla neživí přímo podkorními živočichy, neboť chytání kořisti do sítí v tomto stísněném prostoru je představou značně komickou. Pod kůrou sice často pobývají, potravu si však obstarávají různými způsoby jinde. Jaké strategie lovu využívají křížák podkorní (*Nuctenea umbratica*), segestra podkorní (*Segestria senoculata*) a běžník plochý (*Coriarachne depressa*)?
4. Velmi zajímavou vychytávku související se získáváním potravy mají podkornice (*Aradidae*). Tyto ploštice na rozdíl od svých nepodkorních příbuzných vysávají především hyfy či spory hub. My se zaměříme na jejich sosák, který má opravdu vymakaný mechanismus vysouvání. V zasunutém stavu je uložený tak, k jeho vysunutí dojde tahem za opačný (vnitřní) konec. Dohleďte, jakým způsobem je jejich sosák uložený a popište mechanismus vysouvání sosáku.
5. Specifickou potravní strategii mají podkorní larvy brouků loudavců (*Trinodes* sp.). Co tvoří jejich potravu a jak ji získávají?
6. Nechvalně proslulými obyvateli podkorních prostor jsou kůrovci (*Scolytinae*). Kromě své záliby v ničení smrkových monokultur jsou zajímaví i svým rodinným životem. Různé druhy vytvářejí buď monogamní, nebo polygamní svazky. Jaké jsou u kůrovců rozdíly (kromě počtu partnerů) mezi těmito pářícími systémy (především vzhledem k prostředí, kde dochází k páření a budování příbytku pro potomstvo)?
- Není kůra jako kůra. Druhové složení podkorních společenstev je do značné míry determinováno samotnou strukturou kůry.
- Je-li povrch borky zvrásněn, odlupuje se v podobě plátů či se sama borka odchlípuje od lýka (typicky v případě mrtvého dřeva), nalézá ve vzniklých štěrbinách a prostorech útočiště větší počet druhů než v případě hladké kůry mladého zdravého stromu, například buku.
7. Zajímavou strukturu má kůra platanů, která se periodicky odlupuje a opadáva. Existuje několik různých teorií, proč k tomu dochází. Vyhleďte a popište alespoň dvě takové teorie. Zamyslete se nad nimi a napište, která z nich je podle vás pravděpodobnější a proč?
8. Obzvláště v zimě se pod kůrou můžeme setkat i s živočichy, kteří se zde ukrývají před nepříznivými podmínkami prostředí. Jelikož obvykle nejsou adaptováni na život pod kůrou (typicky nejsou placatí), vyhledávají pro přežívání především místa a stromy s výrazně se odchlípující se kůrou, pod kterou mají dostatek místa pro svá klenu-

tá tělíčka. Pod kůrou ale samozřejmě mohou přezimovat i živočichové, kteří zde žijí po celý rok. Někteří si na zimu staví pod kůrou útulné pelíšky. Jeden takový příbytek vidíte na následující obrázku 4. Napište, kdo a z čeho si jej vytvořil. Napište jeden příklad dalšího živočicha, který si na zimu podkorní obydlí také staví, a uveďte materiál, který na stavbu používá.



Obr. 4: Zimní příbytek pod kůrou. Zdroj bude uveden v autorském řešení.

9. Co vás tedy čeká v praktické části této úlohy? Vyzkoušíte si dvě metody sběru podkorních bezobratlých.
 - a. První metodou bude ruční sběr, při kterém jednoduše odloupnete kousek kůry a sledujete živočichy, kteří se pod kůrou nacházejí. Pozor, po odkrytí mohou mít někteří bezobratlí tendenci velmi rychle utéct.
 - b. Druhou metodou pak bude odchyt bezobratlých pomocí tzv. kmenových pásů. Jedná se o typ pasti založené na principu metody umělého útočiště. Tuto past si budete muset vyrobit, ale není to nic složitého. Na výrobu dvou pastí si z vlnkovaného kartonu nebo bublinkové folie (případně můžete použít i běžný karton či plátno) vystříhnete 2 pásy o rozměrech asi 50×20 cm, ty pak už jen pomocí provázku upevníte kolem kmene stromu.
 - c. Nyní již tedy hurá do terénu. Vyrazte ven a najděte si alespoň dva stromy či kmeny s výrazně se odlupující kůrou. Je na vás, zda se bude jednat o zdravý živý platan, prastarou borovici s odchlupující se kůrou, mrtvou kládu dubu, či podobně. Nevybírejte si strom, u kterého byste loupali kůru stále spojenou s lýkem – zbytečně byste tím poškozovali strom a podkorní živočichy byste pod ní stejně nenašli. Nezapomeňte pak vámi zvolený mikrohabitat popsat do metodiky vašeho protokolu, můžete přiložit fotodokumentaci.
 - d. Kůru ze stromu opatrně odloupejte a pozorujte podkorní živočichy. Postupně tímto způsobem proexplorujte plochu kmene na jednom stromu o celkové velikosti přibližně odpovídající ploše jedné vaší pasti.
 - e. Pourčujte a zapište pozorované bezobratlé. Není třeba, abyste se všechny bezobratlé pokoušeli určit do druhu, zařaďte je však alespoň do skupin (například na úrovni čeledí či rodů).
 - f. Pokud by někteří bezobratlí z oloupané plochy neutekli, opatrně je přemístěte do listového opadu. Na takto

očistěnou část kmene pomocí provázku upevníte jeden vámi vyrobený kmenový pás. Karton či folii umístěte hladkou stranou nahoru tak, aby ve šterbinách mezi kmenem a bublinkami folie či vroubky čtvrtky mohli nalézt útočiště bezobratlí živočichové hledající úkryt. Pokud budete experiment provádět na veřejně přístupném místě doporučuji umístit k pásu informaci s prosbou o ponechání na místě. I tak bude zajisté lepší vybrat si strom na nějakém méně frekventovaném místě (určitě si nevybírejte například památný strom či dominantu městského parku).

- g. Stejně postupujte i u druhého (případně dalších) stromů.
- h. Pasti zajděte zkontrolovat za 10–14 dní. Opatrně pásy sundejte a opět pourčujte a zapište pozorované bezobratlé.
10. Vyhodnoťte svá pozorování. Porovnejte druhové složení bezobratlých nalezených ručním sběrem a odchytem pomocí kmenových pásů. Lišily se nějak výsledky mezi jednotlivými kmeny či metodami sběru? K zobrazení výsledků využijte vhodným způsobem grafy (či tabulky).
11. Které z pozorovaných druhů jsou ryze podkorní (tráví pod kůrou většinu svého života) a které pod kůrou pouze přezimují? U ryze podkorních druhů napište jejich potravní strategii (např. predátor, mycetofag, ...).
12. Pozorovali jste na některých zaznamenaných druzích morfologické adaptace na život pod kůrou? Pokud ano, uveďte u každého takového druhu, o jaké přizpůsobení se jednalo.
Svá pozorování pečlivě zpracujte formou protokolu. Vzorový protokol najdete na stránkách Biozvěstu.

Úloha 5 (seriálová): Migrace vodou

Autor: Eliška Pšeničková

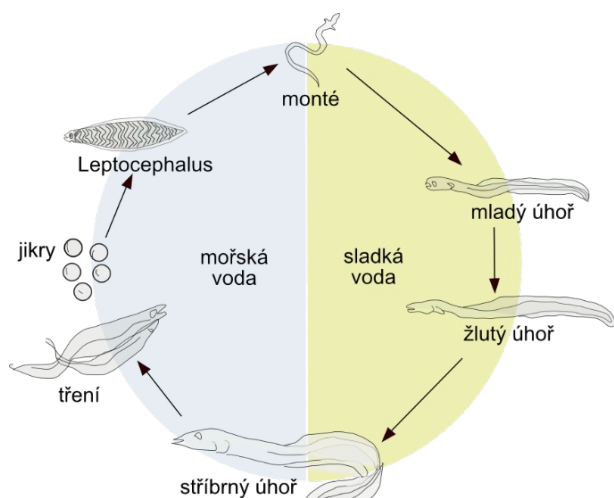
Počet bodů: 27

V druhém díle našeho letošního migračního seriálu se zaměříme na migrace ve vodním prostředí. Blíže se seznámíme s migrací a biologií řady ryb, plazů, savců i bezobratlých, kteří migrují především za potravou nebo rozmnožováním. Správné načasování ale i samotná příprava na migraci je klíčová pro zdárné přežití a zvládnutí daleké cesty. Mnoho živočichů je vybaveno jakýmsi vnitřními hodinami, které napoví, jak se před migrací chovat a kdy se na cestu vydat.

1. Jaké fyziologické změny nastávají obecně u migrantů? Jaké další fyziologické změny můžeme pozorovat u diadromních ryb?
Migrace ryb jsou asi tím nejemblematičtější, co nás při zmínce o vodních migracích napadne. Migrace mezi sladkou a slanou vodou označujeme jako diadromní. Jakési tři podskupiny v rámci diadromních migrací označujeme jako migrace anadromní a katadromní (zde se migruje za účelem rozmnožení) a migrace amphidromní (kdy se mezi sladkou a slanou vodou migruje též ale již nikoliv výlučně za účelem rozmnožení). Migrace by se ještě u ryb daly rozdělit na potamodromní a oceánodromní.
2. Kde žijí a kam se táhnou rozmnožovat při svých migracích anadromní, katadromní a potamodromní ryby? Vždy jmenujte alespoň jednoho zástupce.

Podívejme se ale blíže na nejznámější rybí migranty. Prvním z nich je úhoř říční (*Anguilla anguilla*). Je to ryba s hadovitým tvarem těla a je v podstatě svým vzhledem téměř nezaměnitelná. Je to monocyklický, euryhalinní, dravý druh. Jeho stavy v celé Evropě klesají a na mnoha místech je uměle vysazován. Maso této ryby je též luxusním vysoce ceněným zbožím. Úhoři tráví den u dna, kde je bezpečno a k hladině se vydávají po setmění. Svou obdivuhodně dlouho migraci, kterou jim díky naší činnosti a změnám v krajině značně znesnadňujeme, končí třením v Sargasovém moři po více než 6 000 kilometru dlouhém putování. Evropské úhoře říční (*Anguilla anguilla*) a úhoře americké (*Anguilla rostrata*) mají třecí místa blízko sebe, a tak může vzácně docházet i k jejich hybridizaci. Úhoři larvy jsou poté unášeny Golfským proudem zpátky k břehům Severní Ameriky nebo Evropy, odkud se úhoři již aktivně vydávají proti proudu řek do vnitrozemí. Životní cyklus úhoře znázorňuje obrázek níže.

3. Se kterým vodním obratlovcem bychom si mohli mladého úhoře u nás v přírodě splést? Jak bychom od sebe tohoto obratlovce a úhoře odlišili? Migrují tento hledaný živočich (pokud ano, uveďte jaký typ migrace absolvuje)? Na našem území se dříve vyskytovaly ještě další dva druhy ze stejné čeledi. Proč vymizely? Měli nějakou migraci (pokud ano, uveďte typ)?
4. Proč se evropské úhoře vydávají kvůli své migraci až do Sargasového moře?
5. Kam později putují hybridy amerických a evropských úhořů?



Obr. 5: Životní cyklus úhoře říčního (*Anguilla anguilla*) – https://cs.wikipedia.org/wiki/%C3%A9Aho%C5%99_%C5%99%C3%AD%C4%8Dn%C3%AD#/media/Soubor:Eel-life-circle-cs.png

Pro monitoring úhořů se používají různé monitorovací metody, které jsou více či méně účinné a vhodné. Klasická je analýza otolitů (tělísek z uhličitane vápenatého, která jsou uložena ve váčcích rovnovážného ústrojí), při níž se stanovuje poměr stroncia a vápníku, který nám napoví o celkové době ve sladkých, brakických i slaných vodách, neprozradí detailnější informace o migraci a vyžaduje pro získání otolitů usmrcení úhořů. Dnes však převažují méně invazivní metody individuálního značení pasivními radio-frekvenčními lokátory. Nabízejí velmi výhodnou doplňkovou metodu značení, ale ani ony nejsou pro studium migračního chování dostatečné, neboť neposkytují kontinuální prostorové a časové informace. Tyto informace můžeme získat díky telemetrickým metodám

(radiové, akustické a satelitní telemetrii). Můžeme tak sledovat nejen polohu ryb ale také hloubku či teplotu vody nebo svalovou frekvenci. Důležité pro obecné rozšíření telemetrických metod bylo zmenšení vysílaček do miniaturních podob, a naopak zvýšení životnosti baterií. Stále ale úplný obraz o tajemném životě těchto tvorů nemáme poskládaný úplně a bude zapotřebí dalšího zkoumání.

6. Které přirozené faktory či jaká činnost člověka (konkrétně) mohou negativně ovlivňovat migraci těchto ryb?

Naším druhým velmi známým rybím migrantem je losos obecný (*Salmo salar*). Je dravou, tažnou, barevně velmi proměnlivou rybou, která dospívá v mořích a poté migruje zpět do své rodné řeky, aby se na hromadných trdlištích vytěla a založila tak další generaci. Existují ale i netažné formy obývající například jezera. Během svých migrací urazí vzdálenost i pár tisíc kilometrů a jsou schopni vyskočit při překonávání bariér až 3 metry vysoko.

7. Jak ale losos při návratu ví, kde je jeho rodná řeka? Co v rané fázi pobytu ve sladké vodě, než odpluje dospět do moře, zde hraje důležitou roli? Co je důležité pro orientaci ve sladké a co ve slané vodě?

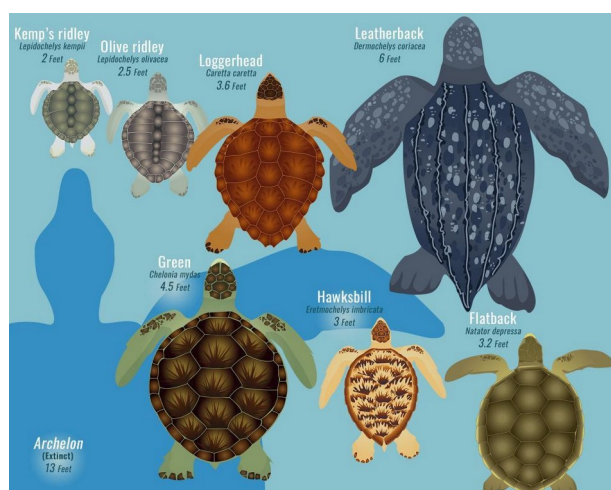
8. Čím se během migrace losos živí? A jakou roli sehrává v celkovém ekosystému během/po dokončení migrace?

Ač jsou právě lososi a úhoři často zmiňovanými migranty, mnoho druhů ryb a rybovitých obratlovců podniká tahy na větší či menší vzdálenosti. Migrují sardinky, tuňáci, makrely, tresky, sledi a mnozí další. Opusťme nyní migrace ryb a podívejme se na plazího migranta, který překonává nejdelší vzdálenosti z celé plazi říše.



Obr. 6: Kožatka velká (*Dermochelys coriacea*) – <https://cz.pinterest.com/pin/219691288059101577/>

Kožatka velká (*Dermochelys coriacea*) je naší největší recentní želvou. Často přesahuje délkou i dva metry a dospělci váží okolo 700 kilogramů. Byl ovšem odchycen i jedinec, který tuto průměrnou váhu navýšil ještě o více než 200 kilogramů. Není ku podivu, že je to nejpravděpodobněji příbuzná *Archelona*, doposud největší známé želvy, kterou ale dnes známe jen z fosilního záznamu. V porovnání s *Archelonem*, je kožatka poloviční, ale i tak se nejedná o žádnou malou želvíčku. Pro představu, jak jsou mořské želvy vůči sobě velké přikládám obrázek níže.



Obr. 7: Jak moc jsou velké mořské želvy? – <https://ocean.si.edu/ocean-life/reptiles/what-largest-sea-turtle-sea-turtle-size-comparison-chart>

Tento obrovitý obyvatel oceánů podniká každoročně dalekou migraci, během které se nechá unášet mořskými proudy, aby se dostal do místa úživných, ale jinak studených vod, kde se ve velkém množství potravina tohoto specialisty – medúzy. Na základě satelitního sledování se zjistilo, že kožatky putují skutečně daleko. Jedna označená želva urazila z pláže v Indonésii 20 558 kilometrů přes Tichý oceán k západnímu pobřeží USA během 647 dní dlouhého monitorování. K jejímu sledování napomohla vysílačka upevněná ve zvláštním postroji, který se po určité době rozložil a odpadl. Vysílačky mohou poskytovat údaje o putování želv prostřednictvím satelitního sledování až dva roky a zaznamenávat mimo jiné i informace o hloubce a době ponoru. Nasazují se samičím, které z vody vylézají na písčité pláže kvůli nakladení vajec ale i samcům, kteří se náhodně chytí do rybářských sítí.

9. Podle čeho se mořské želvy orientují při svých migracích?

Poté, co se malá kožatka po dvouměsíční inkubaci vylíhne z vajíčka, vydává se ze společného hnízda do oceánu. Její dlouhá cesta je započata, a než z ní bude adultní jedinec, čekají na zhruba 50 gramovou želvičku mnohá příkoří a strasti. Úmrtnost mláďat je velmi vysoká. Jakmile se dostane do vody, nemá zdaleka vyhráno. V tuto chvíli nám mizí v hlubinách a na pár let o ní nemáme záznam. Tato doba, kdy nám želvy mizí z dohledu, se označuje jako „ztracené roky“. O pár let později se objeví, aby se už jako dospělá mohla podílet na založení další generace na písčité pláži, kde se sama narodila, nebo v její blízkosti. Vezměme ale v potaz, jak moc musí ona malá želvička vyrůst a kolikrát musí znásobit svojí počáteční hmotnost. Dospělosti dosahuje ve věku přibližně tří let, na želvy a s přihlédnutím k její velikosti, tedy poměrně brzy. Je mimořádně žravá a na vysokém růstovém tempu se podílí speciální krevní zásobením chondroepifyz. Mimořádná žravost jí ale zůstává i do dalšího života. Jako dospělá loví především medúzy, ale tu a tam si dá i pelagické pláštěnce nebo nějakého toho hlavonožce. Nyní se podívejme na adaptace, které si tento migrující obr vytvořil, a díky kterým stále křižuje oceány celého světa.

10. Jak je kožatka na požíráání medúz adaptovaná (myšleno ve smyslu konkrétní adaptace na těle)?

11. Zamysli se nad nutriční hodnotou této potravy. Co převážně „tvorí“ medúzu? Jak řeší kožatka tento problém, aby se nažrala dosytosti?

12. Jak řeší kožatka osmoregulaci? Má pro ni vytvořené nějaké orgány? Pokud ano, kde je najdeme?

Pro pelagický život je kožatka adaptovaná velmi dobře. Krunýř má dokonalý hydrodynamický tvar a je výrazně odlehčen, v karapaxu nacházíme 7 výrazných podélných kýlů. Též se zde setkáváme s protistínem. Je to vynikající a neuvěřitelný plavec, který denně urazí přes 50 kilometrů. Rozšíření kožatek je cirkumtropické, ale díky jejich potravní specii se vyskytují až ve vodách subarktických. Dospělá kožatka je však díky adaptacím schopná i v těchto (pro plaza velmi nepříznivých) vodách udržet svou tělesnou teplotu těla nad úrovní teploty okolní vody. Řekněme, že voda má 5 °C a tělo kožatky má teplotu 23 °C. Je tak specifickým příkladem živočicha, jehož adaptace, jsou natolik komplexní, že si je u žádného jiného plaza představit nejspíš jen tak nedokážeme. Kromě studené vody se ale musí vypořádávat i se studeným vzduchem, který vdechuje. Další adaptace nacházíme v dýchací soustavě. Disponuje komplexní cévní sítí kolem průdušnice. Když se nadechne, musí se vyvarovat teplotnímu šoku plic a zkolabování termoregulace. Aby tedy neplývaly teplem, při vdechu se vzduch otepluje a při výdechu naopak ochlazuje. Když se kožatka potápí (což může trvat poměrně dlouho a jde při tom i do značných hloubek), spoléhá se na schopnost své mimořádně elastické průdušnice. Způsob, jakým se brání vůči Kesonově nemoci (též zvané jako dekompresní či nemoc potapěčů), není zatím zcela znám.

13. Co je to protistín? Jmenujte další zvířata, která ho využívají.

14. Zamyslete se a trochu rozveďte, jak je možné, že si kožatka udržuje vyšší tělesnou teplotu v chladných vodách, třebaže je to plaz?

15. Jmenujte tkáň, typickou pro endotermu, která se uplatňuje při generaci tepla, avšak u plazů není častá. Kožatka ji však disponuje ve značném množství.

16. Na jak dlouho a jak hluboko se dokáže kožatka ponořit?

Kožatky jsou vskutku pozoruhodná stvoření. Dnes jsme ale bohužel svědky jejich dramatického úbytku. Lidé jim škodí přímo i nepřímo. Maso kožatek se nejí, neboť je nechutné, ale jejich vejce jsou považována za delikatesu a v některých zejména asijských státech dokonce za afrodisiakum. Jak jinak můžeme kožatkám škodit? Ochrana těchto mořských obrů musí být vzhledem k jejich migrační povaze vždy komplexní.

17. Uveď ještě nějaké (alespoň 2) způsoby, jak kožatkám škodí lidé.

Kožatka je jediným druhem své čeledi. Druhou čeledí mořských želv jsou karetovití (Cheloniidae). Stejně jako pro kožatku, jsou i pro tuto čeleď typické tendence pro potravní specializace. I tyto želvy migrují oceány především kvůli potravě, ale i rozmnožování. Snáškovým plážím jsou více či méně věrné. Často jsou na nich samice odchycovány a vybaveny vysílačkami či jinak značeny. Velká hromadná migrace zhruba 64 000 karet obrovských (*Chelonia mydas*) byla zaznamenána v oceánu poblíž ostrova Raine v Austrálii, který je součástí Velkého bariérového útesu v prosinci minulého roku. Pro sčítání želv byl zde použit také dron, který celý proces mapování migrace částečně zjednodušil díky snadnému a bezpečnému ovládání. Želvího babyboomu jsme se letos dočkali také například na plážích jihovýchodní Indie, kde karety zelenavé (*Lepidochelys olivacea*) nakladly obrovské množství vajec, ze kterých se začátkem května začala líhnout mláďata.

Pláže byly uzavřeny díky pandemii koronaviru, a tak se nekalý vliv pytláků i běžných návštěvníků pláží zmenšil.

Opusťme ale nyní tuto sympatickou skupinu plazů a zaměřme se nyní ještě na větší živočichy. Další, kdo migruje za potravou nebo bezpečným místem pro porod mláďat jsou keporkakové (*Megaptera novaeangliae*). Podnikají výjimečně dlouhé cesty všemi světovými oceány, stejně jako další velcí kytovci. Oceány okolo polárních kruhů poskytují v tamním létě dostatek potravy, a tak se zde tito obři vykrmí a vytvoří si zásoby tuku pro daleké putování. Jak se blíží zima, přesouvají se směrem k rovníku. Při cestě dlouhé 5 000 kilometrů volným oceánem hledají teplé chráněné vody pro páření a porod mláďat, nakonec se však do úživných studených vod vrací za potravou.

18. Která velryba urazí trasu i víc než 4 x delší, než uplují keporkakové? Odkud kam migruje? Jak dlouho migrace trvá? Proč tam migruje?

Na přelomu října a listopadu se na pochod po písčitém dně v rámci své migrace vydávají i langusty karibské (*Panulirus argus*). Z Karibského moře míří k okrajům hlubokých oceánských příkopů, kde se rozptýlí mezi klidnější lemové útesy. Cestu dlouho 30 až 50 kilometrů podnikají převážně v noci a urazí jí za několik dní. Jejich migrace je zřejmě vyvolána podzimmními bouřemi, které rozvíří a ochladí mělké vody, ve kterých langusty žijí. Samice kladou v těchto hlubších vodách vajíčka od jara do začátku léta a pak se opět vrací do mělčích částí moře. Jakmile se larvy vylíhnou, mořské proudy je unášejí zpět do Karibského moře, kde dospějí.

19. Jak vypadá skupina migrujících langust (ve smyslu migrační formace)? Proč se pohybují právě takto? Jaké výhody z toho plynou?

Nakonec se podívejme i na nejrozsáhlejší migraci na světě. Z hlediska počtu jedinců i co do celkové biomasy jí nemůže být nic jiného, než diurnální vertikální migrace probíhající skrze vodní sloupec každodenně v jezerech i oceánech.

20. Proč k ní dochází? Jak se během 24 hodin projevuje? Jaké výhody pro migrující organismy tento pohyb přináší? Kdo se této migrace účastní?

