

# Biologický korespondenční seminář



## Biozvěst

Ročník 10

Série 4

## Milé řešitelky, milí řešitelé,

Poslední letošní série je právě před Vámi. A co že to na následujících stránkách naleznete k hlubšímu prozkoumání? V teoretických úlohách se zaměříme na hmyzí smysly, lišejníky a dynamiku biotopů. V rámci praktické úlohy se podrobně seznámíte s druhovou skladbou organismů v nejbližším okolí. Seriál se ve svém posledním letošním díle podívá podrobněji na paměť živočichů.

Blíží se také tradiční expedice Biozvěstu. Uskuteční se v termínu 26.-30.5.2023 v NPR Kralický Sněžník. Základnou nám bude pro tento rok chata Vilemína a těšit se můžete opět na demonstrace organismů v terénu, menší přednášky, mikroskopování i slavnostní vyhlášení celého ročníku a mnoho dalšího. Expedici budete mít jako odměnu za aktivní řešení Biozvěstu zadarmo. Přihlásit se můžete pomocí formuláře, který naleznete na tomto odkazu <https://forms.gle/Q4eNzJaj4Vs5Q8138> a jsou zde uvedeny i podrobnější informace týkající se expedice. **Deadline pro přihlášení na expedici je neděle 30. 4. 2023.** V dalším týdnu se dozvíte, zda jste byli vybráni jako účastníci Expedice 2023.

## 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 řešená 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. Nově nás můžete sledovat též na Instagramu (<https://www.instagram.com/biozvest/>).

## Vaše řešení nám posílejte na adresu [biozvest@gmail.com](mailto: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. **10-4-2-Bioslav Biomilný** v případě druhé úlohy čtvrté série aktuálního ročníku. Moc nám pomůže, když uvedený zápis dodržíte (na jeho základě si došlá řešení filtrujeme).

## Uzávěrka 4. série: 8. 5. 2023 ve 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 nejpозdějši možný termín a zároveň minimální počet bodů za řádně řešenou úlohu po penalizaci nebude nikdy nižší než 1 bod. **Penalizační týden končí 15. 5. 2023 ve 23:59, po této době již nelze přimnout žádná řešení.** Další den, tj. 16. 5. 2023, bude vydáno autorské řešení pro 4. sérii.

Hodnocení Vašich řešení i čtvrtou výsledkovou listinu dostanete e-mailem po expedici, slavnostní vyhlášení proběhne během ní.

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;** překopírování 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](mailto:biozvest@gmail.com) či [ell.psenickova@seznam.cz](mailto: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.

Biodiverzité a řešení Biozvěstu zdar!

za celý kolektiv autorů Biozvěstu

koordinátorka  
Eliška Pšeničková

## Úloha 1: Čichám, čichám hmyzovinu

Autor: Tereza Štochlová

Počet bodů: 11

Stejně jako člověk má i hmyz smysly jako zrak, sluch, hmat, čich a chuť. Hmyzí smysly jsou však o dost jiné než ty člověčí. Lidé ke komunikaci využívají hlavně řeč, tedy akustické signály vnímané sluchem. Oproti tomu hmyz ke svému dorozumívání mnohem častěji, než člověk využívá komunikaci chemickou, tedy signály pachové. Těmto signálům se říká feromony. Signály vydávané jedním jedincem jedinec druhý pak tedy čichá, případně chutná. U hmyzu totiž mezi chutí a čichem nelze zas tak snadno rozlišovat. Chuťové buňky hmyz může mít jako my jako součást ústního ústrojí, ale také třeba na tykadlech (vosa), kladélku (lumek), nebo chodidlech (moucha). Čichové smyslové buňky jsou oproti tomu vždy v tykadlech.

1. Proč je čich u hmyzu nejpoužívanějším dorozumívacím prostředkem?

Jedním z nejvíce využívaných pachových signálů jsou *pohlavní feromony*. V tomto případě většinou samička (ale někdy i sameček) vylučuje látky, které značí, že je připravena k páření, a na velkou vzdálenost láká jedince druhého pohlaví. Druhů, které spolu takto komunikují, je velké množství, ale látek, které jsou používány jako pohlavní feromony, je mnohem méně.

2. Jak to, že většinou nedochází k mezidruhovému páření? Čím je způsobeno, že jedinci poznají feromon pouze vlastního druhu?

3. Jak jinak, než podle feromonů se mohou jedinci navzájem poznat? Uveďte dva příklady (způsob rozpoznání + daný druh).

V některých případech nevoní pouze samičky, ale i samci. V těchto případech se často z nějakého důvodu jedná o sladké, i lidskému nosu lahodící vůně.

4. Uveďte jeden příklad druhu, kdy samec vydává sladkou vůni, a napište, po čem voní.

Dalším typem feromonů jsou feromony *agregační*. Ty využívá například velmi známý lýkožrout smrkový (*Ips typographus*) při napadání stromů.

5. Jak se v reakci jedinců liší agregační feromony od pohlavních?

*Značkovacím* neboli *epideickým* feromonem si zase například vrtule třešňová (*Rhagoletis cerasi*) značí plody třešně.

6. Proč to dělá? Vysvětlete důvod.

7. Jak se jí toto chování může vymstít?

Další typ feromonů označujeme jako poplašné, které jedinci vydávají při zjištění nebezpečí. Intenzita se často liší podle stupně nebezpečí.

8. Poplašné feromony mají často ale dvojí funkci. Jaká je ta druhá, kromě přivolání ostatních jedinců na pomoc?

*Stopovací feromony* jsou hojně využívány například mravenci nebo včelami. Mravenci těmito feromony značí po zemi cestičku například za potravou, podle které se řídí další jedinci z hnízda, a tvoří tak známé "mravenčí dálnice". Ze začátku však mravenci často jdou jenom ve dvou, v tzv. *tandem-runu*, kdy vedoucí mravenec na stopce žihadla vylučuje feromon a určuje směr cesty, zatímco druhý se ho dotýká tykadly a jde za ním. Kromě potravy mohou těmito feromony označovat například i cestu při stěhování z jednoho hnízda do druhého.

9. Jakým jiným, kuriózním způsobem kromě použití feromonů může jeden mravenec druhého dovést na správné místo?

Stopovací feromony ale využívají i jiné skupiny hmyzu, než jen mravenci a včely.

10. Uveďte příklad jednoho druhu hmyzu, který využívá stopovací feromony, a popište, jakým způsobem.

Důležitý je také *mateřský feromon*, produkováný královnou u eusociálního hmyzu.

11. Uveďte dvě funkce feromonu, produkováného královnou-matkou.

Některé druhy umí produkovat feromony nejen vlastní, ale i cizí, a využívat je například k lovu. Takto využívaným látkám se potom říká *alomony*. Jako *kairomony* se zase označují cizí feromony, které jiný druh umí využívat ke svému prospěchu. Obojí umí využívat mnohé myrmekofilní organismy – tedy takové, které ke svému životu využívají mravenišť. Mymekofilové-přeborníci jsou některé druhy drabčků (rody *Lomechusa* a *Lomechusoides*). Ti se nechávají v hnízdě mravenců opečovávat, ačkoliv sami ničím mravencům neprospívají, často dokonce decimují jejich potomstvo.

12. Popište 4 kroky potřebné k tomu, aby se drabčik dobře mohl začlenit do hostitelského mraveniště.

1.
  - a. Lišejníky jsou velmi prastaré struktury, které nalezneme hluboko ve fosilním záznamu. Navíc v evoluci nevznikly jen jednou, ale dokonce několikrát, a to jak v rámci hub, tak v rámci fototrofů. Do jakého období datujeme první prokazatelné lišejníky?
  - b. Které taxony se mohou podílet na tvorbě lišejníků? Pište pouze taxony vyšší než třída, není nutné zabíhat do největších podrobností.
2. Vědou, která je často spolu s lichenologií vyučována a je považována za její sestru, je bryologie. A to i přes to, že hlavním zájmem bryologie jsou bazální skupiny rostlin, jako mechy, játrovky a podobně, zatímco lichenologie se zabývá převážně houbami, několika dalšími skupinami eukaryot, ale v žádném případě ne vyššími rostlinami. Zkuste navrhnout, proč jsou si tyto vědy tak blízké – co mají jejich objekty zájmu společného.

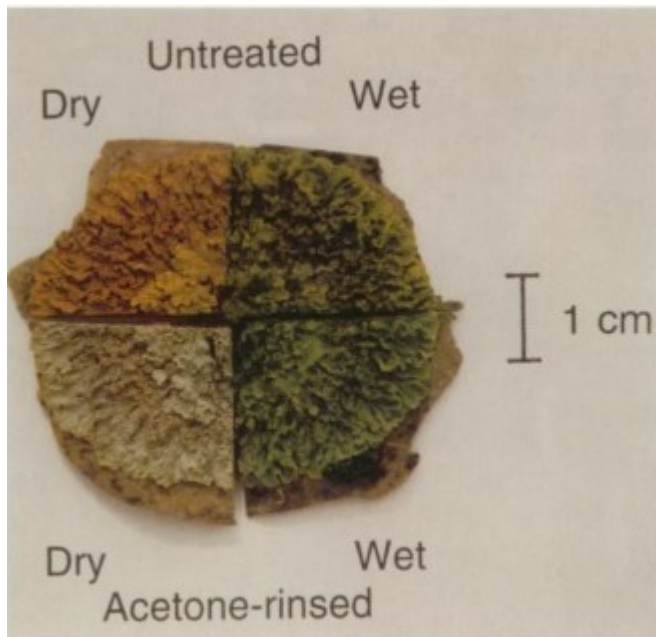
Není divu, že vytvářejí celou škálu tvarů, od práškovitých povlaků, přes tvrdé korovité vrstvy až po keříčkovité bochánky či provazovité vousy na větvích stromů. Neliší se však pouze tvarem, ale často i barvou. Logika věci napovídá, že stejně jako rostliny a velká část dalších fototrofů se budou pohybovat především v odstínech zelené a hnědé. Skutečně, některé z nich takovéto zbarvení mají (často modrozelené spíše než čistě zelené), ale sami si můžete všimnout několika běžných druhů, které se tomuto naprosto vzpírají. Vezměme si třeba, v dnešní urbanizované Evropě poměrně častý, terčovník *Xanthoria parietina* se svítivě žlutou barvou. Ta je způsobená látkou nazývanou parietin. Jedná se o tzv. sekundární metabolit. V případě parietinu si můžeme vyzkoušet jednoduchý pokus. Nasbíráme si několik exemplářů *Xanthoria parietina*, usušíme je a začneme proplachovat acetonem. Po pár minutách parietin z nebohého terčovníku přejde do acetonu (viz obr. 1), a my získáme nažloutlý roztok této látky a šedo-zelený, barevně naprosto nevýrazný lišejník. Tím ale pokus nekončí. Část lišejníků umístíme na nějaké slunné stanoviště, třeba na skalku na zahradě, a zbytek někam do stínu, kam nedopadá přímé světlo. Navlhčíme je a necháme, aby činily, jak umí. Po pár dnech se můžeme přesvědčit, jak náš pokus dopadl. A ejhle, lišejníky na přímém slunci jsou opět žluté, jako před vymýváním, zatímco ty ve stínu jsou stále šedo-zelené, pouze s lehkýma nažloutlým nádechem.

## Úloha 2: Ze života lišejníku

Autor: Matěj Vostrčil

Počet bodů: 20

Lišejníky jsou jednou z několika forem symbiózy mezi houbou (mykobiontem) a fototrofním organismem (fotobiontem). První vědci je považovali za samostatné organismy, řazené kamsi mezi rostliny (kam ale v té době spadaly i samotné houby), dnes je ale všeobecně známým faktem, že se skládají ze dvou či více samostatných organismů. Není to však tak jednoduché, jak by se mohlo zdát; někteří fotobionti se mohou vyskytovat jako samostatné organismy i jako lichenizované, jedna houba nejen že může pojmout jako svého souputníka několik různých druhů v závislosti na jejich dostupnosti, ale také tvořit symbiózu s několika druhy zároveň (a přitom tvořit stále stejný lišejník), existují dokonce i druhy parazitické, které kradou živiny či dokonce buňky fotobionta ostatním.



Obr. 1: Pokus s vymytím parietinu z lišejníku *Xanthoria parietina*. Nahoře: bez ošetření acetonem; dole: po ošetření acetonem.

3.
  - a. Vysvětlí, co je to sekundární metabolit.
  - b. Na základě výsledků tohoto pokusu navrhněte, k čemu by mohl parietin sloužit a proč si jej lišejníky na slunci rychle vytvořily, zatímco ty ve stínu nikoliv.
  - c. Zkus dohledat alespoň dva další sekundární metabolity a jejich funkce.

U druhu *Xanthoria parietina* ještě chvíli zůstaneme. Je to totiž lišejník nitrofilní. Čekali bychom proto, že poroste na horninách či půdách s vyšším obsahem dusíku. To je ovšem pravda jen částečně. V průběhu minulého století, hlavně pak v jeho polovině, se tento druh začal objevovat běžně na větších a kůře stromů, tedy lokalitách, které by měly být dusíku téměř prosté.

4.
  - a. Který nedávný fenomén mohl způsobit takovýto rozkvět nitrofilních lišejníků? Mohl jim přinést i jiné výhody, než jen dostatek limitujícího dusíku?
  - b. Dnes již onen jev, který způsobil změnu v druhové skladbě lišejníků, pomalu slabne. Na některých větvích se ale *Xanthoria* a jím podobným druhům stále daří. Zkuste vymyslet alespoň tři další zdroje dusíku, které dovolují nitrofilům i nadále růst v tomto pro ně jinak nehostinném prostředí.
  - c. Naopak, existují i druhy, které jsou na dusíku v substrátu naprosto nezávislé. Jak je to možné?

Kromě bioindikace chemismu stanovišť, které jsme nakousli v předchozí otázce, jsou lišejníky známé i svým velmi pomalým růstem. Oproti rostlinám, které mohou za rok vyrůst i o několik metrů do výšky a vytvořit mnoho kilogramů biomasy, i ty nejrychleji rostoucí lišejníky se za rok zvětší maximálně o jednotky centimetrů a vytvoří sotva gram či dva suché biomasy. Mezi nejrychleji rostoucí druhy patří např. *Lobaria pulmonaria*, *Ramalina reticulata* a obecně lišejníky keříčkovité či lupenité, naopak velmi pomalé jsou druhy korovitě. Ačkoliv by se mohlo zdát, že budou řešit stejné problémy jako rostliny, vzhledem k odlišné ekologii a morfologii ovlivňují jejich růst i některé specifické jevy.

5. Představme si tři lišejníky: jedince *Lecanora muralis* rostoucího na téměř svislé betonové zídce, *Hypogymnia physodes* na větvičce jehličnatého stromu v zapojeném lesním porostu a *Cladonia fimbriata* rostoucí na málo propustné, částečně zastíněné půdě. Který z nich poroste pravděpodobně nejrychleji a který nejpomaleji? U každého jedince napište alespoň tři faktory (biotické i abiotické), které ovlivňují jeho růst.

Stejně jako houby samotné, mohou se lišejníky množit pohlavně i nepohlavně; v závislosti na podmínkách a druhu pak převládá jedna z možností (obvykle je to nepohlavní). K pohlavnímu rozmnožování využívají stejně jako houby spory tvořící se v různých typech plodnic. U nepohlavního rozmnožování je to mnohem zajímavější. Může totiž jít třeba o prosté fragmentování stélky, ovšem nejdůležitější jsou specializované útvary zvané soredie a izidie. Izidie jsou jakýmsi výběžky ze stélky lišejníku, obvykle velké kolem 1 mm, které se snadno odlamují. Soredie jsou mnohem specializovanější. Vznikají v sorálech a vypadají jako takový jemný prášek. Jsou tvořeny jakýmsi klubičkem hyf houby, obalujícím několik buněk fotobionta ve svém středu. Mimo to mohou lišejníky vytvářet i konidie, nepohlavně vzniklé spory, ovšem to je více okrajovou záležitostí.

6. Podívejme se na čtyři nejdůležitější způsoby rozmnožování a šíření lišejníků: spory, soredie, izidie a prostou fragmentaci bez specializovaných útvarů. Zkuste vymyslet, jaké mají jednotlivé typy výhody a nevýhody. Proč si myslíte, že převažuje nepohlavní šíření nad pohlavním?
7. Ačkoliv se to tak nemusí jevit na první, a někdy dokonce ani na druhý pohled, lišejníky a věda se jimi zabývající, lichenologie, může být pro lidstvo užitečná. Zkuste vymyslet alespoň tři způsoby, jak můžeme lišejníky využívat, ať už ve vědě, či praktickém životě.

### Úloha 3: Střídání stráží

Autor: Anna Větvičková

Počet bodů: 20

Většina z nás má sklon dívat se na přírodu kolem nás jako na něco, co vypadá pořád stejně – do tohohle lesa chodíme s babičkou na houby odjakživa, tahle louka je tu už sto let, Labe je stejně na jaře jako na podzim. Jenže když se na některé biotopy podíváte trochu podrobněji (nebo naopak trochu z větší dálky), zjistíte, že jejich přirozená dynamika je velmi výrazná – jen se odehrává trošku jinak, než si většinou uvědomujeme.

1. Když popisuje takové změny na jednom místě ekologie, používá zažitý pojem sukcese, co to přesně znamená? A jak vypadá, když je sukcese blokována a co ji může blokovat?

S časem se v našem ohrazeném prostoru budou měnit životní poměry – světelné podmínky, dostupnost vody či živin, konkurence nebo třeba tlak jiných organismů, například herbivorů. Rostliny, jakožto sesilní organismy, na rozdíl od většiny zvířat nemohou nikam utéct a musely si vyvinout různé strategie, aby mohly přežít. Některé z nich jsou dlouhověké, pomalu rostou a v mnoha případech silně utváří charakter stanoviště. Když už se jednou uchytí a rostou, vydrží tam relativně dlouho a jsou schopné jiné rostliny přerůst.

Vyskytují se na stabilních, neměnných stanovištích, mívají méně potomků, zato je ale do života docela dobře vybaví – jejich semena bývají velká. Jiné naopak sází na rychlejší životní strategii, rychle rostou, rychle se rozmnožují, ale rychle také umírají. Nacházíme je spíše na často se měnících stanovištích a mívají malá, ale zato hodně vytrvalá semena.

**2.** Jak se těmto dvěma základním životním strategiím říká? Uveď příklady alespoň dvou skupin rostlin ke každé z nich.

Příčinou těchto životních strategií je jejich možné doplňování se a výměna v průběhu vývoje společenstev a celých ekosystémů. Dokáží tak využít téměř každého malého prostoru, ale i časového okna, které se jim naskytne. V následujících dvou případech se seznámíme s typickými biotopy české krajiny, kde dochází k významným změnám vegetačních dominant v průběhu času – někdy na škále větší, jindy v průběhu jediné sezony...

### Případ rybník

K české krajině rybníky bezesporu patří – ne nadarmo je kapr tradiční součástí štedrovecerního menu. Paleoekologické průzkumy dokonce prokázaly, že třeba na místech mnoha dnešních rybníků na Třeboňsku se nacházela pozdně glaciální jezera. Lidé si tamní krajinu jen přizpůsobili, aby se lépe obhospodařovala. Na první pohled může být taková rybníční krajina dost jednotvárná, obzvlášť pokud se díváte očima botanika – stále jen pole, trochu rákosí a rybníky plné kaprů, na kytky nic moc. Kdo se ale projde v létě mezi rybníky pozorněji, možná si všimne těch, které jsou bez vody – takzvané seletní.

**3.** Proč to rybníkáři a rybáři dělají?

Letně rybníky tak trochu nahrazují kolísavou hladinu přírodních vodních ploch a toků – vysychání, periodické záplavy a pokaždé nová místa a nové podmínky pro jiné druhy. Mimo ptáků – bahňáků je ocení zejména některé rostliny. Vegetace obnažených rybníčních den je dokonce ustálený pojem, vcelku významný i z ochranného hlediska. Mnoho druhů se vyskytuje pouze na těchto stanovištích a v dnešní krajině by už jinde nepřežily. Mezi takové patří například bahnička vejčitá (*Eleocharis ovata*) nebo ostřice šáchorovitá (*Carex bohemica*).

**4.** Rybníky se ale neletní každý rok. Jak je možné, že když se třeba jednou za 10 let voda vypustí, rostliny se objeví nanovo?

**5.** Mezi druhy obnažených rybníků patří také zástupci tzv. vodokapradin. Zjistěte, o jaké dva druhy se u nás jedná a jak přežívají dlouhá období nepříznivých podmínek.

Rybníkářství je u nás hluboce zakořeněné už od středověku, v poslední době se ale současné praktiky jejich komerčního využívání a obhospodařování stávají stále častějším cílem kritiky ze strany ochránců přírody i vědecké veřejnosti.

**6.** Jaké dva základní postupy jsou nejčastěji kritizovány a proč?

Rychlý výlet do světa živočichů: existuje skupina, která má režim opačný, než právě popsané rostliny. Vyskytují se v periodických tůních nebo hlubších kalužích, typicky v lužních lesích nebo jejich okolí, patří mezi koryše a jsou k nalezení pouze v některých sezónách, kdy je dostatek vody v přes léto vysychajících biotopech.

**7.** Napište alespoň dva druhy těchto živočichů, které je možné na takovýchto stanovištích potkat.

### Případ les

Pokud chceme vyrazit někam do přírody, většinou vyrazíme do lesa – na houby, borůvky, jen tak na procházku. Les je v českém prostředí v podstatě synonymem zachovalé přírody a jeho vykácení lidé často podvědomě vnímají jako veskrze negativní událost. Právě na příkladu lesa si ale v poslední době uvědomujeme, že sukcese nebývá jednosměrná a nekončí jedním konečným klimaxovým stadiem, ale jde spíše o jakýsi cyklus – často vznikají menší či větší plochy bez vzrostlých stromů. A ty prázdné plochy časem zase zarostou, zase se otevrou a tak dále.

**8.** Zkuste si představit, jak by mohl vypadat takový cyklus v jehličnatém lese – jaké formace by se v průběhu sukcese mohly vystřídát a jaké faktory by na jeho dynamiku mohly působit.

**9.** Ne všechno v lese je ale otázkou desítek let. V listnatých a smíšených lesích si můžeme této „výměny stráží“ všimnout i během jedné sezony. Některé rostliny tvoří tzv. kvetoucí jarní aspekt, co to znamená a jakých podmínek rostliny využívají?

Aby mohly tyto druhy na jaře využít volného prostoru, musí rychle vyrazit. To jim umožňují nejružnější podzemní zásobní orgány, v nichž mají uloženy zásobní látky z předchozí sezony.

**10.** Zkuste vyjmenovat alespoň tři typy takovýchto orgánů a k nim rozřaďte typické druhy jarního aspektu: *orsej jarní, sněžěnka podsnežník, sasanka hajní, dymnivka dutá, křivatec žlutý, plicník lékařský*.

**11.** A malé zamyšlení na závěr: zkuste vymyslet alespoň dva další příklady biotopů, kde se rostliny nebo živočichové musí vyrovnávat se zásadními sezonními změnami podmínek svého života. Zkuste také uvést, jaký je limitující faktor těchto biotopů.

### Úloha 4 (experimentální): Známí neznámí

Autor: Eliška Pšeničková

Počet bodů: 20

V této praktické úloze bude experimentálně zkoumat své nejbližší okolí v jarním období. Procvičíte se tak v určování organismů, žijících v lidské blízkosti, kteří vám po této úloze už určitě neznámí nebudou.

Úloha spočívá v tom, že si vyměříte metr čtvereční někde v okolí, ve kterém se pohybujete a které je vám dobře dostupné, a zároveň poskytuje určitou biologickou variabilitu. Neprovádějte svá měření někde na poli nebo v lesní monokultuře, práci by vám to pravděpodobně usnadnilo, ale obrázek o variabilitě ve vybrané oblasti by byl předem daný. Louka či luh by v tomto případě byl zcela jistě tou lepší variantou. Budete zde určovat organismy a následně diskutovat biologickou variabilitu vybraných lokalit, na kterých budete měření provádět dvakrát s minimálně třítydenním časovým rozestupem. Výstupem bude toto pozorování zpracovat do protokolu. Vaše úkoly jsou v rámci této úlohy následující:

**1.** Vybrat si dobře dvě lokality, které budete pozorovat.

Ideální je vybrat si sobě navzájem nepříliš podobná místa. V těchto místech budete provádět sčítání organismů na vymezené ploše, kterým bude jeden metr čtvereční.

**2.** Vymezit si onen metr čtvereční na obou lokalitách.



Tabulka 1: Vzorová tabulka pro protokol.

české jméno organismu	latinské jméno organismu	čeleď	označení lokality 1		označení lokality 2	
			početnost organismu		početnost organismu	
			datum 1. pozorování	datum 2. pozorování	datum 1. pozorování	datum 2. pozorování

Doporučujeme si připravit čtyři metry dlouhý svázaný provázek s označeními po jednom metru délky, čtyři zakotvení (např. dřevěné kolíky) a pravouhlé pravítko, které vám poslouží při vymezení v terénu.

3. Následovat bude určení všech organismů, které na své výzkumné ploše naleznete. Jejich jmenný seznam i početnost zaznamenáte pomocí tabulky 1, která bude součástí odevzdaného protokolu.

Chápeme, že určování živočichů skýtá mnohá úskalí, proto nemusíte věšet hlavu, když se během vašeho určování objeví a náhle zmizí například nějaký ze zástupců hmyzu. Pokud ho však stihnete určit, určitě ho do protokolu zaznamenejte. Pozorujte ale primárně rostliny, houby i živočichy (či jejich stádia), kteří vám rychle nezmizí kdesi v dáli. Cílem je vytvořit seznam, který co nejdříve popisuje místní variabilitu organismů. Čím více organismů určíte, tím lépe. Pokud některý z organismů neurčíte, zařaďte ho alespoň do čeledi. Pokuste se těmto neurčeným organismům však vyvarovat. Svůj vymezený prostor zkoumejte pouze povrchově.

Pozorování budete v obou vybraných místech opakovat. Je tedy dobré si pozorované místo nějak označit, abyste se k němu mohli později vrátit a provést pozorování ještě jednou na stejné ploše. Opakování proveďte s minimálně třídydenním rozestupem. Celkem tedy provedete dvakrát dvě pozorování. Pokud byste se k řešení této úlohy dostali na poslední chvíli před uzávěrkou pro tuto sérii, proveďte měření alespoň jednou a získajte tak alespoň část možných bodů. S sebou si nezapomeňte vzít i klíče pro určování organismů. Seznam literatury použité pro determinaci organismů uveďte do protokolu. Použít můžete i různé aplikace, například iNaturalist <https://www.citynaturechallenge.cz/aplikace-inaturalist/> a podílet se na jednom z projektů občanské vědy.

4. Čtvrtým úkolem bude zdokumentovat, tzn. vytvořit a do protokolu později přiložit čtyři fotografie pozorovaných čtverců.

Pokud se vám podaří pěkně zdokumentovat i některé z organismů detailněji, určitě tyto fotografie neváhejte do protokolu přiložit také.

5. Následovat bude zpracování laboratorního protokolu se všemi jeho náležitostmi, ten bude hlavním výstupem této úlohy.

a. Každý **protokol** bude **označen jménem** autora a bude mít **název**.

b. V **úvodu** stručně shrnete řešený problém.

c. V **metodice** podrobně popíšete, co, kdy, kde, s čím a jak bylo provedeno, také přiblížíte lokality, v kterých jste si vybrali pozorovací plochu, a uvedete, proč jste si vybrali právě tyto plochy. Připište, pomocí čeho jste určili vámi uváděné organismy.

d. Následují **výsledky**, v kterých opět podrobně popíšete data získaná experimentem. Přiložena zde bude vyplněná vzorová tabulka 1, čtyři fotografie jednotlivých čtverců, případně další fotodokumentace. K prezentaci výsledků můžete použít například kromě tabulky i různé typy grafů, které vám mohou pomoci s následnou interpretací. Též v této části pohovoříte o vypovídající hodnotě výsledků.

e. V **diskuzi** budete své výsledky diskutovat, je zde důležité zamyslet se nad výsledky v širších souvislostech.

i. Úkolem zde bude kriticky zhodnotit druhovou rozmanitost jednotlivých ploch i ploch vzájemně vůči sobě a také mezi jednotlivými pozorováními.

ii. Zamyslet se nad možnými důvody, proč je rozmanitost ploch taková, jaká právě je, ale i nad jejími možnými proměnami během vegetační sezony.

iii. Jaký organismus, který jste pozorovali byl nejběžnější a který byl naopak nejvzácnější?

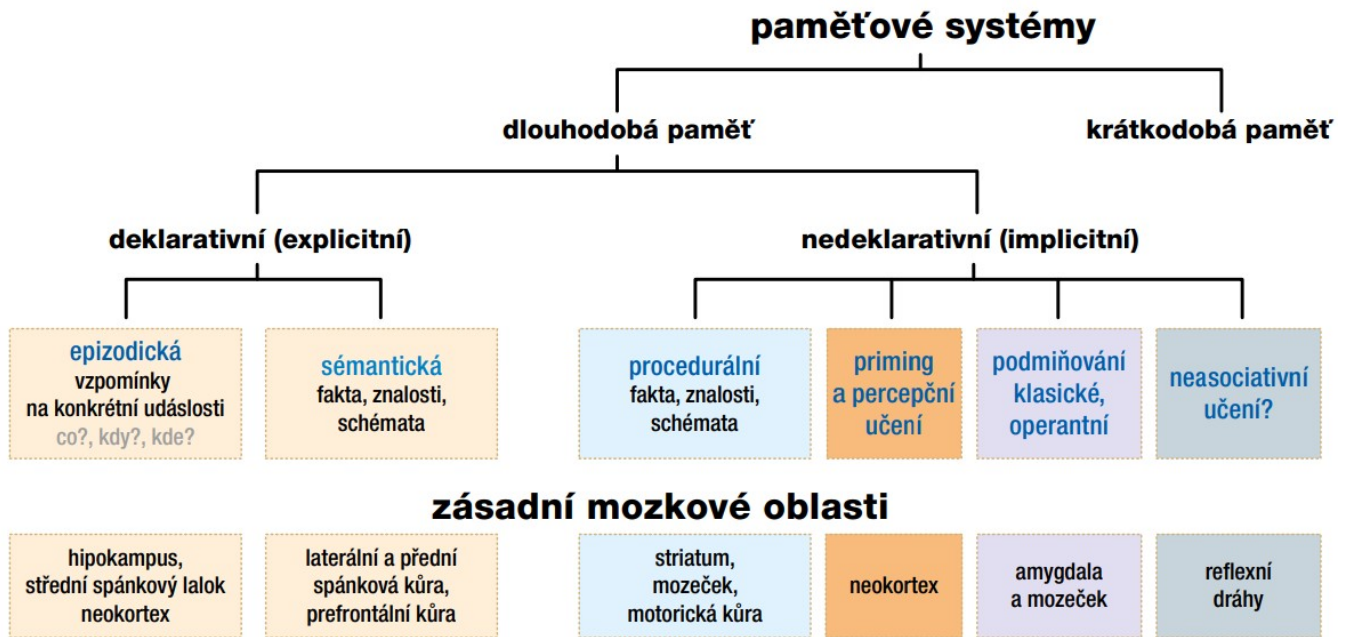
## Úloha 5 (seriálová): Paměť živočichů

Autor: Eliška Pšeničková

Počet bodů: 15

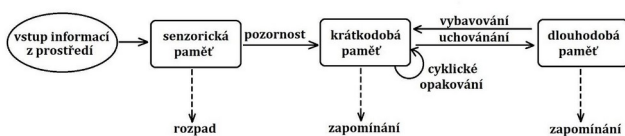
Paměť u živočichů můžeme chápat jako schopnost, při kterém dochází k získávání a ukládání informací o minulých zkušenostech související se synaptickými změnami. Jde o velmi komplexní mechanismus. V souvislosti s pamětí se setkáváme s pojmem, který navrhl před více jak sto lety nepříliš známý německý zoolog a evoluční biolog Richard Semon. Hledaným pojmem je **engram**, neboli **paměťová stopa**. Semonův pojem značí hypotetický neurologický mechanismus, jímž je uchována informace v paměti. Přesně lokalizovat engram byl však poněkud oříšek. Paměťové stopy nejsou zpravidla lokalizovány na jednom konkrétním místě, ale jsou rozmístěny napříč celým kortexem. Jméno, které je spjato s honbou za přesným umístěním engramů v korových oblastech mozku patří americkému behavioristovi a psychologovi Karlu Spenceru Lashleyovi. Pomocí různých experimentů trénoval zvířata, ať už v různých bludištích nebo pomocí diskriminačního učení, a následně jim chirurgicky odjímal části mozkové kůry a sledoval následné změny chování. Výsledkem bylo zjištění, že poškození chování bylo úměrné odňatému objemu mozkové kůry. Ovšem na tom, která část kůry byla odejmuta příliš nezáleželo.

Při otázce, jaká je cesta paměťové stopy, než se nám vryje do kortexu by se dalo použít schéma na obrázku 2. Naše prostředí je na informace velmi bohaté, neustále vnímáme velké množství podnětů, které náš mozek filtruje a dále zpracovává. První zastávkou je senzorká paměť, vstupní informace jsou



Obr. 3: Schématické rozdělení paměťových systémů, zdroj bude uveden v autorském řešení.

zde zaznamenány a pokud si zaslouží větší pozornost, postupují pomyslně do krátkodobé paměti, pokud ale nejsou vyhodnoceny jako důležité, rozpadnou se a jsou časem zapomenuty. Zapomínání je obecně vzato procesem zcela přirozeným, při kterém dochází k vyhasínání nervového spojení. Jednoduše řečeno, opravdu si nelze pamatovat vše. Zvláště, pokud nedochází k cyklickému opakování a uchovávání a znovu vybavování dané informace. Lidská paměť je vysoce asociativní, proto je vhodné používat při našem učení mnemotechnické pomůcky. Získané informace se tedy musí v paměti upevňovat, aby v ní vydržely zapsané a postoupily tak z krátkodobé paměti do paměti dlouhodobé. Proces stabilizace paměťové stopy probíhá přes dva specifické procesy, kterými jsou synaptická a systémová konsolidace. Konsolidace synaptická je záležitostí buněčné úrovně, kdy dochází ke změnám v synaptické plasticitě, naopak konsolidace systémová běží na úrovni mozkových struktur. Během upevňování (konsolidace) dochází k tvorbě nových synaptických spojení a mozek se reorganizuje. Jedna neuronální síť se může podílet na kódování více engramů.



Obrázek 2: Cesta paměťové stopy.

Z hlediska informačního zpracování lze v zásadě rozdělit paměť na tři fáze. První fází je samotné učení, kdy dochází k získání, zpracování a syntéze informace. Tu je třeba ve druhé fázi uchovávat vytvořením trvalého záznamu ukládané informace. V poslední fázi dochází k vyvolání uložené informace a k jejímu použití.

Existuje několik kategorií, do kterých lze paměťové systémy rozdělit. A právě toto vidíte níže na obrázku 3 včetně zásadních mozkových oblastí, které se v jednotlivých kategoriích uplatňují.

Modelovým organismem pro výzkum vytváření paměťových stop se stal zadožábry plž ze kalifornský (*Aplysia californi-*

ca). Pracoval s ním v druhé polovině minulého století neurobiolog Eric Kandel. Skrze své experimenty prováděné na tomto mořském plži zkoumal, jaký vliv mají změny na synapsích na proces učení a na paměť. Svými experimenty vrhnul více světla zejména na problematiku mechanismu krátkodobé a dlouhodobé paměti, které se tak dostalo více porozumění. V roce 2000 za tato objasnění dostal Nobelovu cenu za fyziologii a lékařství. Nervová soustava zeje kalifornského se sestává z 2 x 104 neuronů organizovaných v 10 gangliích. Modelové chování je obranný reflex, ke kterému dochází při podráždění siphonu (nálevky), kdy dojde ke stažení žaber. Opakovaná podráždění v malých rozestupech za sebou vedou k oslabení reflexu.

1. Jak toto oslabení reflexu označujeme jedním pojmem?
2. Jak označujeme, opět jedním pojmem, ono zesílení obranného reflexu?

Pokud ale dojde k bolestivému podnětu v jiné části těla, reaguje zej v této části naopak zesílením obranného reflexu. Zvíře si pamatuje bolestivý podnět, který následně modifikuje jeho chování a délka paměti záleží na počtu podnětů. Jednotlivý šok vede ke krátkodobé paměti trvající jen pár minut, nedochází zde k syntéze nových proteinů, k té dochází tehdy, pokud jsou jednotlivé šoky uspořádány do série (je jich více za sebou nebo po sérii 5-6 aplikací serotoninu), paměť pak vydrží v řádů dnů. Učením se mění síla synaptických spojů, ale i excitabilitu neuronů.

Zajímavou strukturou mozku, kterou nelze při našem vyprávění o paměti a učení živočichů vynechat, je bezesporu *hipokampus*, především jeho zadní část. Jedná se o párovou strukturu, která u lidí připomíná svým tvarem mořského koníčka (název je odvozen od jeho latinského jména pro rod koníček, *Hippocampus*), ale například u laboratorních potkanů (*Rattus norvegicus*) má tvar připomínající rohlik loupák. Má klíčovou roli v prostorové orientaci a kognici zvířat, u lidí se podílí na epizodické paměti. Jde o strukturu, která se podílí i na kódování „extrapersonálního prostoru“. Hlavními „nosiči informace“ jsou zde granulární buňky gyrus dentatus (to je mimo jiné jedna z mála oblastí mozku, v níž dochází k adutní neurogenezi), dále tu jsou pyramidové neurony a svojí roli

zde mají i tlumivé interneurony pro udržení správného poměru signálu vůči šumu. Hipokampus je intenzivně spojen s podkorovými strukturami i neokortikálními oblastmi. V souvislosti s hipokampem se uvádí i informace o Papezově okruhu, který se účastní regulace paměti a emocí.

Funkce hippocampu se napříč amnioty zdá být zachována i přes jeho strukturální proměny, například pro plazy je z hlediska prostorové orientace důležitý mediální kortex, ve kterém mají Lepidosauři dvě subdivize a želvy s Archosauři pak subdivize tři, které jsou si nějak navzájem funkčně homologní. Rozdíly v hippocampech savců a ptáků jsou strukturální a anatomické, ale jinak se v ontogenezi vyvíjejí ze stejné části mediálního pallia, jsou zde podobné vstupy i výstupy. U Actinopterygií tj. paprskoploutvých ryb je to oblast laterálního telencephalického pallia, považovaný za „hippocampus ryb“.

3. Pojmenujte typ buněk, které jsou základem kognitivní podstaty prostorové orientace dle nápovědy uvedené níže.
  - a. Tyto buňky kódují vlastní pozici v prostoru, nacházejí se především v oblasti CA3 hipokampu. Neurony jsou v této oblasti hustě propojeny, vzniká tak komplexní síť umožňující existenci obrovského množství unikátních map s relativně malým počtem zapojených buněk. Daná buňka vysílá akční potenciály, jen pokud se jedinec nachází na určitém místě v daném prostoru.
  - b. Tyto buňky přímo v hipokampu nenalezneme, hledali bychom je ale v přilehlých oblastech v entorhinální kůře a dalších. Vysílání akčních potenciálů jednotlivých buněk je dáno jak vnějšími podněty, tak informacemi z vestibulárního aparátu a to tehdy, kdy je úhel hlavy rovný hodnotě, která jim přísluší. Kódují směr vlastního pohybu a hrají roli vnitřního kompasu.
  - c. Tyto buňky se nacházejí v entorhinální kůře, kódují ušlou vzdálenost a zajišťují jakési měřítko pomyslné mapy prostředí.

Jedním z nejvyužívanějších testů pro testování prostorové orientace a paměti je Morrisovo vodní bludiště (*Morris water maze* – MWM).

4. Definuj **vlastními slovy**, o co přesně jde při experimentu zvaném Morrisovo vodní bludiště (*Morris water maze* – MWM) včetně popisu arény.
  - a. Jmenuj zvíře typicky používané pro MWM.
  - b. Proč se používá pro MWM právě toto zvíře?
  - c. Jak se bude v aréně MWM pohybovat zvíře:
    - *Zdravé a trénované.*
    - *Zvíře s poškozením v hipokampu.*

Hipokampus je důležitou strukturou mozku. Stejně jako amygdala je strukturou mediálního temporálního laloku a podílí se i na emoční paměti. Senzorický systém zpracuje emoční zážitek, v hipokampu se uloží explicitní vzpomínka a v amygdale se uloží emoční odpověď na tuto vzpomínku. Amygdala se podílí se na emoční paměti a ovlivňuje proces tvorby a konsolidace paměťových stop. Jisté emoční podkreslení nalezneme třeba při testování zvířat ve Skinnerově boxu.

5. Definuj **vlastními slovy**, o co přesně jde při experimentu prováděném ve Skinnerově boxu včetně popisu boxu. Jakou paměť pomoci tohoto experimentu testujeme? Při své odpovědi použijte schematické rozdělení paměťových systémů na obrázku 3.

Bez dobré paměti by se všem živočichů nežilo příliš dobře a určitě by jejich život neměl příliš dlouhého trvání. Každý den je třeba si pamatovat, jak se správně chovat, čemu dát při shánění potravy přednost, kam se ukrýt, jak vypadají moji predátoři i mnoho dalšího.

6. Definuj vlastními slovy, o co se jedná, když se řekne, že zvíře provádí *food-storing*.
7. Jaké sociální fenomény jsou spojeny s *food-storingem*? Jmenujte alespoň jeden.
8. Uveď alespoň jeden příklad zvířete (tzn jmenujte druh), u kterého lze pozorovat *food-storing*.

Paměť živočichů je cosi velmi komplexního a nahlížet na ni lze opravdu z nepřehledného množství různých úhlů i úrovní pohledů. Podat vyčerpávající výčet o paměti živočichů v rámci této seriálové úlohy by bylo bláhové. Hlavním cílem bylo seznámení vás s vybranými zajímavými postřehy, které vás mohou v případě hlubšího zájmu nasměrovat pro samostudium dál.

