

Biologický korespondenční seminář



Biozvěst

Ročník 10

Série 2

Milé řešitelky, milí řešitelé,

právě máte před sebou zadání úloh z druhé série letošního 10.ročníku našeho biologického korespondenčního semináře Biozvěstu. A jaká témata jsme si pro Vás připravili ke zpracování tentokrát? Zaměříme se v teoretických úlohách na problematiku kořenů rostlin, přírodní zmrtvýchvstání i Pemphigus vulgaris. V úloze praktické se vydáte za vodními ptáky a seriálová úloha Vás zavede k rostlinné paměti.

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, skupina „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

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. **10-2-3-Bioslav Biomilný** v případě třetí úlohy druhé série aktuálního ročníku. Moc nám pomůže, když uvedený zápis dodržíte (na jeho základě si došlá řešení filtrujeme).

Uzávěrka 2. série: 9. 1. 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 16.1.2023 ve 23:59, po této době již nelze přijmout žádná řešení.** Další den, tj. tj. 17.1.2023, bude vydáno autorské řešení pro 2. sérii.

Hodnocení Vašich řešení i druhou výsledkovou listinu dostanete e-mailem nejpозdějši v první polovině března 2023.

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;** přepokopování 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 nalez-

nete na webu Biozvěstu.

Biodiverzitě a řešení Biozvěstu zdar!

za celý kolektiv autorů Biozvěstu

koordinátorka
Eliška Pšeničková

Úloha 1: Ke kořenům!

Autor: Jakub Štenc

Počet bodů: 12

Kořeny nelze dlouze představovat: jsou součástí rostlinných těl a jsou všude kolem nás. Přes svou všeobecnou známost jsou ale stále jedním z těch méně prozkoumaných částí rostlinného těla. Proč tomu tak je? Jednoduše proto, že jsou většinou skryté v půdě a minimálně v ekologickém výzkumu se s nimi poměrně nesnadno pracuje. Dalším faktorem znesnadňujícím ekologický výzkum v terénních podmínkách je vysoká heterogenita prostředí: půda se rychle mění jak v čase, tak v prostoru. Pojdme si tedy položit pár otázek na které zatím známe odpovědi:

1. Kořeny jsou různé, ale některé věci mají společné. Evoluční původ to nicméně nejspíš není a kořeny vznikly několikrát nezávisle na sobě u různých linií primitivních rostlin. Do jaké geologické doby ale spadá první předpokládaný výskyt kořenů?
2. V této době dochází k rapidním změnám na planetě Zemi. Vývoj kořenů podminil jednu z nich začali se objevovat první lesy. Proč byl kořen právě tak zásadní v tomto vývoji?
3. Dnešní rostliny mají poměrně odlišné kořenové soustavy. Nicméně základní stavba kořene se téměř nemění. Z důležitých částí kořene lze jmenovat *Casparyho proužky*. K čemu slouží?
4. Podoba kořenové soustavy je ovlivněna schopností dělení a odbočování. Které rostliny dělí své kořeny dichotomicky a jaká to sebou nese omezení?
5. U některých rostlin se lze setkat s pojmem „*mykoheterotrofie*“. Jaké rostliny označuje a jaká je jejich životní strategie?
6. Jaká je funkce *apikálního meristému* a kde ho lze v kořenech najít?
7. Poměr velikosti kořenové soustavy vůči zbytku těla rostliny dokáže prozradit mnohé o podmínkách ve kterých roste. V jakých podmínkách lze očekávat proporčně větší kořenovou soustavu oproti zbytku rostlinného těla?
8. O kompetici kořenů se mluví jako o symetrické kompetici. Co si pod tím lze představit a jak se liší od asymetrické kompetice?
9. Jak již bylo řečeno, půda je velmi prostorově proměnlivá. Jak si s tímto faktem mohou rostliny při rozhodování o růstu kořenů poradit?

Úloha 2: Pemphigus vulgaris

Autor: Kristýna Minářová

Počet bodů: 17

80letý pacient se známou chronickou obstrukční plicní nemocí dlouhodobě stabilní na zavedené medikaci byl přijat na

kožní kliniku pro zarudlé puchýře na dolních končetinách a rozsáhlá ložiska zarudlých ložisek s žlutavohnědými nánosy v podpaží, tříselech a na hlavě s celkovým postižením asi 5% tělesného povrchu. Výsev puchýřů začal asi o měsíc dříve v dutině ústní. Na kožní klinice byla provedena biopsie z ložisek na koleni s nálezem lymfocytárního infiltrátu v okolí cév na úrovni papilární škráry. V dutině puchýře byly nalezeny volně plovoucí keratinocyty (pokožkové buňky), což je nález korelující s diagnosou pemphigus vulgaris. Během hospitalisace na kožním byla provedena základní vyšetření pro objasnění příčiny rozvoje pemphigu- laboratorně prokázána vysoká hodnota SCCA a pozitivní test na okultní krvácení. Rovněž byla provedena sonografie břicha a rentgen hrudníku, ale zde nebyla zachycena žádná patologie. Hospitalisace na dermatologii se po deseti dnech zkomplikovala rozvojem septického šoku, pro který pacient přeložen na jednotku intenzivní péče infekční kliniky. Kultivačně v hemokultuře zachycen *Streptococcus pyogenes* a *Staphylococcus aureus*. Byla zahájena antibiotická terapie a další symptomatická léčba ve snaze stabilizovat oběh. Podávání tekutin infusemi vedlo k rozvoji celkového prosáknutí měkkých tkání a kumulaci tekutin v dutině hrudní a břišní. Proto byla podávána i diuretika (močopudné léky) ve vysoké dávce, díky kterým byla zachována schopnost močit. Nízký tlak korigován oběhovou podporou katecholaminy. I přes to došlo k akutnímu selhání ledvin a pacient po dalších deseti dnech hospitalisace na infekčním oddělení zemřel.

1. Pemphigus vulgaris je samo o sobě velice závažné, autoimunitní onemocnění kůže. Nicméně velmi často se pojí s dalšími, ještě závažnějšími, chorobami, čehož si byli dermatologové velmi dobře vědomi.
 - a. O čem vypovídá vysoká hodnota SCCA a test na okultní krvácení?
 - b. Vysvětlete termín „paraneoplasie“
 - c. Jaké onemocnění se tedy dermatologové snažili najít před tím, než se u pacienta rozvinul septický šok?
2. Celkově špatný klinický stav znemožnil další vyšetření příčiny takto závažného onemocnění. Jaká další vyšetření byste doplnili? Uveďte čtyři.
3. Během hospitalisace na dermatologii došlo k rozvoji septického šoku. Co bylo pravděpodobně vstupní branou infekce? Zdůvodněte.
4. U našeho pacienta došlo k hromadění tekutiny v tzv. třetím prostoru-tedy v měkkých tkáních a tělních dutinách?
 - a. Jak se tento stav odborně nazývá?
 - b. Velmi důležitým faktorem pro rozvoj tohoto jevu je množství bílkovin. Vysvětlete, jak.
 - c. Ztráta bílkovin je patrná prakticky u všech pacientů v septickém šoku. Nicméně u našeho pacienta je několik cest, kterými jsou z těla masivně ztraceny proteiny. Uveďte tři.

snahou zabránit jakémukoliv většímu narušení. Tam, kde byly biotopy naopak historicky pod tlakem člověka soustavně, je pro zdejší druhy vhodné zachovávat zavedený management – například na loukách. Někdy je však ale na oba tyto přístupy už pozdě. Mnoho biotopů již bylo narušeno, přeměněno, či dokonce kompletně zničeno. A právě tehdy na scénu přichází tzv. ekologie obnovy (*restoration ecology*).

Tento obor stojí na pomezí vědy a praktických zásahů do ekosystémů. Důležité přitom je, že jsou to právě vědecké poznatky, které informují rozhodnutí o tom, jak různá stanoviště obnovovat. Lidské snahy o pomoc přírodě jsou totiž efektivní pouze v případě, že se dělají *dobře*.

1. Jaké hlavní faktory degradují biotopy v České republice? Uveďte tři.

2. Uveďte příklad toho, jaká snaha o pomoc přírodě může být špatně.

Ekologie obnovy se zabývá všemi možnými typy ekosystémů – od luk a lesů, přes mokřady, až po korálové útesy. Zajímavé přitom je, že význačné místo ve středu zájmu tohoto oboru zaujímají také různá postindustriální stanoviště, především místa vzniklá těžbou, jako jsou lomy, výsypky a popilkoviště. Často zde totiž najdeme množství ohrožených a chráněných druhů organismů.

3. Proč tomu tak je? Jaké podmínky na těchto stanovištích panují, které v okolní krajině nejsou běžné?

4. Na výsypkách a popilkovištích najdeme i druhy jednoho biotopu České republiky, který zde nikdy nebyl zcela běžný, v současnosti ale zcela téměř vymizel a máme už pouze jeho poslední chráněné zbytky. O jaký ekosystém jde?

5. Jaký u nás zákonem zvláště chráněný pták je typický pro strmé skály pískoven, lomů a dalších těžebních prostor?

6. Podívejte se na výsypky obnovené různými způsoby (obr. 1 a 2).

a. Která z nich je přírodně cennější? Vysvětlete.

b. Jak se nazývá proces, který má za následek stav vyobrazený na obrázku 2 a stojí vlastně ve středu ekologie obnovy?



Obr. 1: Obnovená výsypka. Foto: T. Štochlová

Úloha 3: Přírodní zmrtvýchstání

Autor: Tereza Štochlová

Počet bodů: 13

Hlavním principem ochrany přírody bývá zachovat ekosystémy v nezměněné podobě tak, aby svými podmínkami co nejlépe vyhovovaly zde žijícím organismům. V těch ekosystémech, které člověkem doposud byly ovlivněny pouze minimálně – například v tropických deštných lesích, je tedy



Obr. 2: Obnovená výsypka. Foto: T. Štochllová

7. Při obnově lesů je důležité dávat důraz na původní druhovou skladbu dřevin (na většině našeho území se tedy jedná o listnaté stromy). V České republice ale v tomto směru narážíme na dva problémy. Jaké problémy to jsou?
8. Jakou hlavní výhodu kromě vyšší biodiverzity má rozmanitá krajina obnovená na principech ekologie obnovy pro člověka?
9. Podívejte se na schéma na obr. 3, které představuje dnes poměrně běžný pohled na současnou krajinu u nás. Navrhněte tři úpravy založené na principech ekologie obnovy, které by mohly zvýšit přírodní hodnotu této krajiny.



Obr. 3: Schéma dnešní krajiny.

Ještě o krok dál, než ekologie obnovy jde tzv. rewilding, “zdivočení” krajiny. Zastánci tohoto směru se snaží krajinu dostat do stavu před tím, než byla významně ovlivněná člověkem. Příroda by se pak o sebe už měla umět postarat sama a člověk by do ní neměl příliš zasahovat, pouze s ní žít v souladu. Protože ale na mnoha místech byla krajina již podstatně změněna, je v počátku tohoto procesu třeba přistupovat k velkým zásahům, jako jsou například reintrodukce. Extrémní rewilding je kontroverzní téma, nicméně některé metody rewildingu jsou pro obnovu ekosystémů velmi vhodné a jsou již zavedeny do praxe.

10. V současné době panují pokusy o zpětné vyšlechtění již vyhynulého zvířete, které se dříve vyskytovalo v Evropě a mělo v našich ekosystémech významné postavení.
 - a. O jaké zvíře jde?
 - b. Proč bylo právě toto zvíře (společně ještě s několika jemu podobnými druhy) pro krajinu tak důležité?

S ekologií obnovy souvisí i pojem “nová divočina”. Ta vzniká na těch místech, která po opuštění člověkem nebyla nijak

regulována, nebyly zde udělány žádné managementové zásahy. Kromě výše zmíněných postindustriálních stanovišť v krajině se může typicky jednat i o divočinu ve městech. Ta má však oproti volné krajině jistá specifika.

11. Jak se nová divočina ve městech liší od ekosystémů vzniklých ve volné krajině?
12. Vyhledejte příklad obnovy nějaké lokality (ať už u nás, nebo ve světě). Uveďte kde a jakým způsobem byla obnova provedena, co vás na tomto konkrétním případě zaujalo, a poskytněte zdroj, kde jste informaci dohledali.

Úloha 4 (experimentální): Za vodními ptáky v zimě

Autor: Martina Kišelová

Počet bodů: 20

V této úloze bych Vás ráda seznámila s občanskou vědou a ráda Vám prostřednictvím experimentu ukázala, jak se lze zapojit do rozsáhlého monitorovacího projektu, díky kterému lze sledovat početnosti a trendy jednotlivých druhů i populací a poměrně jednoduše získat rozsáhlý soubor dat od široké veřejnosti. Zapojte se tak do úlohy, která Vás přivede k vodě a umožní odhalit krásu a rozmanitost ptáků, kteří svůj život spojili s vodním prostředím. A zjistíte přitom, zda by Vás podobná činnost bavila a zda se někdy do podobné aktivity zapojíte.

Občanská věda

Občanská věda (*Citizen science*) je vědecký výzkum prováděný, zcela nebo částečně, amatérskými nebo neprofesionálními vědci. Prováděný výzkum podléhá stejným pravidlům jako vědecké experimenty prováděné profesionály. Projekty občanské vědy by měly spojovat profesionální vědeckou komunitu a širší veřejnost, přičemž výhody jsou na obou stranách. Profesionální vědci získají enormní soubor dat, který by nikdy nemohli sami sesbírat (je jich jednoduše příliš málo) a dobrovolníci získávají cenné zkušenosti, zážitky a znalosti, které jejich život obohacují. Veřejnost má navíc šanci podílet se na získávání informací o světě okolo nich a aktivně přispět k řešení důležitých otázek týkající se změn, ať už na lokální, národní nebo mezinárodní úrovni. A nakonec to nejdůležitější, díky občanské vědě se buduje vztah širší veřejnosti k přírodě, jejímu poznávání a vede k účinnější ochraně přírody.

1. Co je myšleno větou „Prováděný výzkum podléhá stejným pravidlům jako vědecké experimenty“? Proč je takové ustanovení důležité?
2. Vyberte si jeden příklad ze zahraničí, na kterém demonstujete přínos občanské vědy pro ochranu přírody a pro samotné účastníky výzkumu. Pečlivě ocitujte, odkud informace čerpáte.

Projekt Zimní sčítání vodních ptáků

Nyní se posuneme k projektu založenému na principu občanské vědy, který reálně probíhá v České republice a její zjednodušenou variantu si budete moci vyzkoušet v rámci této úlohy. Cílem projektu Zimního sčítání vodních ptáků je pravidelně sledovat populační trendy pokud možno na všech tocích i volných vodních plochách v České republice. Nicméně se prozatím daří organizovat sčítání ve větším rozsahu pouze ve Středních Čechách. Sčítání je prováděno jednou za

měsíc od listopadu do března, v Praze jednou za 14 dní. Sčítají se všechny druhy vodních a při vodě žijících ptáků těchto řádů:

- Vrubozobí (Anseriformes)
 - Potáplice (Gaviiformes)
 - Potápky (Podicipediformes)
 - Brodiví (Ciconiiformes)
 - Veslonoží (Pelecaniformes)
 - Kormoráni a terejové (Suliformes)
 - Dlouhokřídli (Charadriiformes)
 - Krátkokřídli (Gruiformes)
 - + několik jednotlivých druhů z ostatních řádů (ledňáček říční, konipas horský ...)
3. Prohlédněte si seznam řádů, které se sledují v rámci zimního sčítání vodních ptáků. Jeden řád je specifický tím, že se všichni jeho zástupci v České republice vyskytují pouze v zimě. Který řád to je? A jaký fenomén stojí za migrací těchto ptáků?
 4. Který z našich pěvců je ekologicky velmi vázaný na vodní prostředí a potravu získává především ve vodě?
 5. U kachen se často používá pojem potápivá kachna nebo plovavá kachna. Jaká je podstata tohoto rozdělení? Když pozorujeme druh kachny, která se v danou chvíli nekrmí, lze nějak poznat, že se jedná o druh potápivé nebo plovavé kachny? Pokud ano, podle čeho to poznáme? Vyjmenujte alespoň dva rozdíly a jak se projevují.

Určování druhů ptáků

Ptáci jsou mimořádně populární skupina živočichů, jejich pozorování i studium se věnuje mnoho lidí. Díky tomu najdete na internetu širokou paletu webů, které Vám pomohou s určováním (např. ebird – www.ebird.org). Seznam druhů ptáků, kteří se vyskytují na území ČR, eviduje faunistická komise (<http://fkcsso.cz/fk/ptaciker.html>). Výborná aplikace do mobilu je od NordUniversity s názvem BirdID. V terénu se ale nejlépe osvědčují papírové určovací příručky, bezkonkurenčně nejlepší je od Larse Svenssona Ptáci Evropy, severní Afriky a Blízkého východu.

Při určování konkrétních druhů (nejen ptáků) v terénu je také dobré myslet i na jejich vzácnost nebo možnost výskytu na území ČR v zimním období. Pro představu můžete rozšíření jednotlivých druhů nalézt v Nálezové databázi ochrany přírody:

(NDOP, <https://portal.nature.cz/kartydruhu/>)

Hurá do terénu!

A nyní přichází na řadu terénní experiment. Vytipujte si ve svém okolí vhodnou vodní plochu o které víte, že se na ní v zimním období nacházejí ptáci. Může to být stojatá vodní plocha nebo větší říčka či řeka. Během vycházky budete zaznamenávat nejen spektrum druhů, ale počítat jednotlivé jedince. Proto doporučujeme zvolit spíše menší plochu přibližně velikosti malého rybníka.

Metodika sčítání

V případě stojaté vodní plochy si najděte vhodné místo, ze kterého uvidíte na celou vodní plochu. Je lepší, když toto sčítání zopakujete ještě jednou z jiného úhlu, především na místech, kde je více ptáků nebo je plocha větší anebo členitější a z konkrétního místa nevidíte všude. V případě řeky je potřeba si předem na mapě vytipovat záchytné body, které

Vám budou ohraničovat začátek a konec sčítacího úseku. Takovým bodem může být most, jez, ale i nějaká významná budova. Ideální délka úseku je 2 až 3 km (běžný sčítací úsek je více jak 10 km). Úsek pak pomalu projděte a zaznamenávejte druhy ptáků a jejich pozorovaný počet.

- Optimální období dne, kdy lze sčítat ptáky, je mezi 10. a 14. hodinou
- Je dobré si vybrat den, kdy je dobrá viditelnost (neměla by být mlha, nemělo by prudec pršet ani sněžit)
- Vezměte si s sebou poznámkový blok a propisku, do kterého budete zaznamenávat svá pozorování, která vpisujete přímo na místě (ideálně okamžitě po pozorování) anebo využijte mobilní telefon či jiné digitální zařízení, kam můžete zaznamenávat svá pozorování. Dejte si jen pozor, aby Vám nedošla baterie (obzvláště když jsou mrazy, mají tendenci se vybíjet).
- Vezměte si s sebou dalekohled
- Jakmile narazíte na ptáky, které máte sčítat, zaznamenejte jejich druh a počet. Pokud narazíte na větší shromaždiště, není špatné se pokusit posčítat zvířata několikrát a z více úhlů a zpřesnit tak jejich skutečný počet.
- Mějte po ruce určovací příručku přímo v terénu, která Vám pomůže s určováním zvířat

Odlétající ptáky zaznamenáváte jen v případě, že letí pryč z úseku (u řeky to znamená proti směru Vaší chůze, na stojaté ploše pryč z vodní plochy) a jen v případě, že letí relativně nízko nad hladinou.

Výsledky pozorování

Všechna pozorování zanepte do aplikace BioLog (<https://biolog.nature.cz/biolog/cz>) nebo iNaturalist. Výhodou BioLogu je především v tom, že Vaše pozorování bude validováno i bez důkazu, že jste konkrétní druh pozorovali. Nevýhodou je horší uživatelské prostředí. Naopak iNaturalist disponuje velmi příjemným uživatelským prostředím, nicméně k validování dat je potřeba přiložit důkaz pozorování (fotografie, zvukový záznam).

Jako výsledek odevzdejte standardní laboratorní protokol, který bude obsahovat hlavičku (název úlohy, vaše jméno, datum vypracování), teoretický úvod (tedy krátké uvedení do problematiky), pomůcky (stačí vypsát seznam použitých pomůcek), postup práce (stačí popsat velmi stručně, v bodech), samotné vypracování (tedy odpovědi na teoretické otázky a zpracování praktické části úlohy, viz dále) a závěr (kde budou diskutovány výsledky a shrnuty hlavní přínosy pozorování). Své návštěvy lokalit doložte několika fotografiemi (minimálně dvě za každou návštěvu). Na fotografiích by měla být zachycena lokalita a ideálně záznam nejlepšího nebo nejzajímavějšího pozorování, které jste zaznamenali.

K vypracování praktické části úlohy bude požadováno:

- tabulka, ve které bude uveden druh (případně alespoň rod), Vaše jméno, datum a čas pozorování, upřesnění místa pozorování, název sčítacího místa nebo úseku (je na Vás, jak si jej zvolíte), počet jedinců a poznámka, kam můžete zanechat další podrobnosti týkající se pozorování (poměr pohlaví, poměr adultních a imaturních jedinců, proč se Vám nepodařilo určit jedince do druhu apod.);
- záznamy podmínek během pozorování: teplota, zda bylo slunečno nebo zataženo, rychlost větru a jeho směr atd.

Tabulka 1: Příklad vyplněné tabulky pozorování. Pokud nebudete schopni určit druh, vyplňte alespoň rod, tak jako je zde u druhého pozorování. Pokud nebudete schopni určit přesný počet jedinců, zapište alespoň odhad.

Druh	Autor	Datum	Čas	Místo	Sčítací místo / úsek	Počet	Poznámka
Kachna divoká (<i>Anas platyrhynchos</i>)	M. Kišlová	14. 11. 2022	11:25	Pod mostem Barykádníků	Vltava (most Barykádníků – Libeňský most)	50	40 samců, 10 samic
Polák (<i>Aythya sp.</i>)	M. Kišlová	14. 11. 2022	11:40	Levý břeh nádrže	Retenční nádrž Jiviny	1 ex.	Krátce po pozorování odlet z lokality (nelze určit do druhu)

- Mapa se zanesenými body pozorování – screenshot z aplikace BioLog nebo iNaturalist, případně použít Moje mapy na Google nebo mapy.cz.

Po skutečném sčítání navštivte lokalitu ještě dvakrát, vždy o 14 dní později (nemusí být na den přesně, ale je dobré držet návštěvu alespoň v přibližně stejných intervalech). A pozorování stejným způsobem zopakujte.

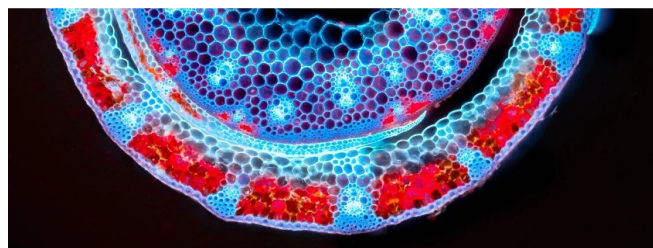
6. Pokud jste narazili na místo, kde žádní vodní ptáci nebyli, vysvětlete, čím to mohlo být.
7. Zhodnoťte rozdíly mezi první, druhou a třetí návštěvou. Jak se změnila druhová skladba pozorovaných ptáků? Čím si to vysvětlujete?

Úloha 5 (seriálová): Paměť rostlin

Autor: Stanislav Vosolsobě

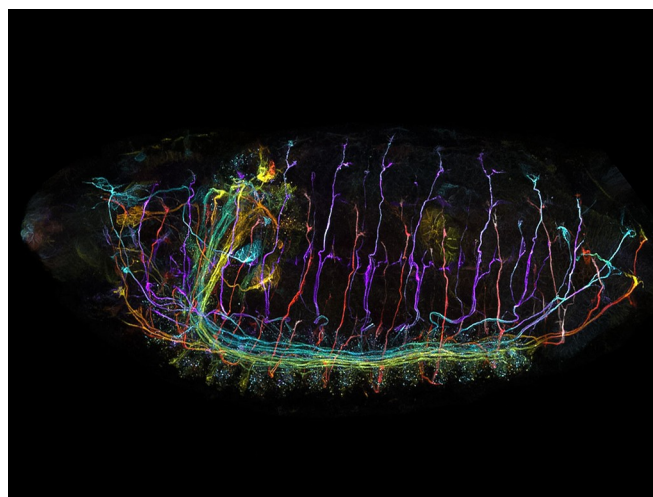
Počet bodů: 10

Paměť u rostlin? Nejdříve si musíme definovat, co považujeme za paměť. Pokud ji budeme definovat jako činnost mozku, který ukládá vzpomínky na historické události a na jejich základě vyhodnocuje aktuální vjemy, moc u rostlin nepochopíme. Rostliny totiž nemají vyvinutý mozek, ačkoliv ani toto nelze tvrdit zcela paušálně. Již skoro dvacet let funguje iniciativa „rostlinné neurobiologie“ vedená slovenským biologem Františkem Baluškou, slovenským biologem působícím dlouhodobě v Německu, která se snaží integrovat znalosti o kognitivních schopnostech rostlin a zejména hledat v rostlinném těle analogie nervového systému. Kdo jste viděli rostlinu pod mikroskopem, stačí i jen pohled na ikonické buňky suknic cibule, víte, že stavba rostlinných pletiv je až triviálně jednoduchá. Příliš větší komplexitu nenalezneme ani ve složitějších pletivech (obr. 4).



Obr. 4: Řez stonkem rostliny, konkrétně stéblem ječmene. Rostlina není nic víc, než skládáčka z menších či větších kostiček – buněk. Může se tam někde ukryvat mozek se vzpomínkami? Foto Jan Martinek.

Oproti tomu u živočichů byste spatřili složitou buněčnou stavbu protkanou neurony (obr. 5), díky nimž interaguje každá část těla s každou. Živočišné buňky jsou také v průměru mnohem menší. Běžná rostlinná buňka má velikost řádově okolo 0,1 mm (tedy stovek mikrometrů), takže je v pohodě spatříme pod lupou (koukněte třeba na lístek mechu). Mnoho bezobratlých ale nedosahuje ani 1 mm délky, třeba mšice, co sají na listech rostlin jsou hezkým kontrastním příkladem. A přitom mají mozek a vůbec všechny složité orgánové soustavy!

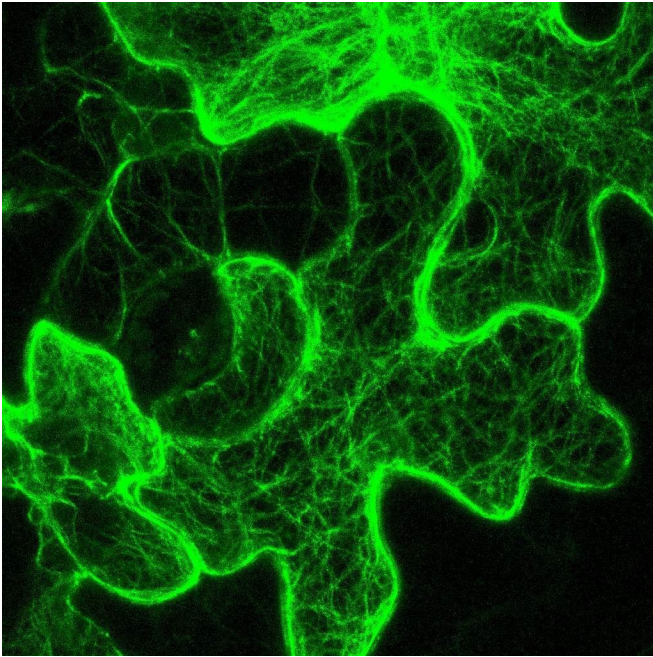


Obr. 5: Neuronální síť embrya octomilky. Neurony jsou vizualisovány konfokálním mikroskopem díky fluorescenci fluorescenčně značených proteinů, ostatní tkáň jsou temné. Foto Promo mikroskopů Zeiss.

1. Jak jsou velké savčí nervové buňky a jaké jsou rozměry jejich výběžků, neuritů?

I u rostlin také můžeme najít malé buňky, v pupenech a růstových vrcholech (meristémech), kde vznikají nové orgány rostliny. Tyto buňky totiž ještě nemají naplněnou vakuolu, tudíž se třeba do pupenu květu vejde celý sbalený květ, který se při otevírání jen „nafoukne“ vodou, aniž by se buňky zdržovaly pomalým dělením (buňka plná vakuoly je na obr. 8 a 9). Ale ani v meristémech není rostlinné pletivo protkáno síťo-

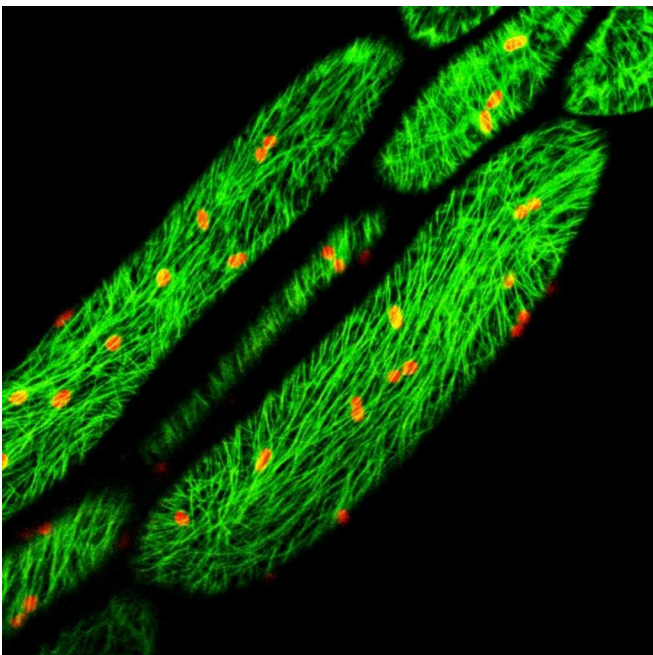
vinou „nervů“. Můžeme potom mluvit o neurobiologii rostlin? Ale ano, ona je ta složitost skryta na jiné úrovni.



Obr. 6: Rostlinné buňky jsou obrovské, ale protkává je nesmírně složitá síť velmi dynamického cytoskeletu, toto jsou mikrofilamenta tvořená aktinem v buňkách pokožky listu. Foto autor.

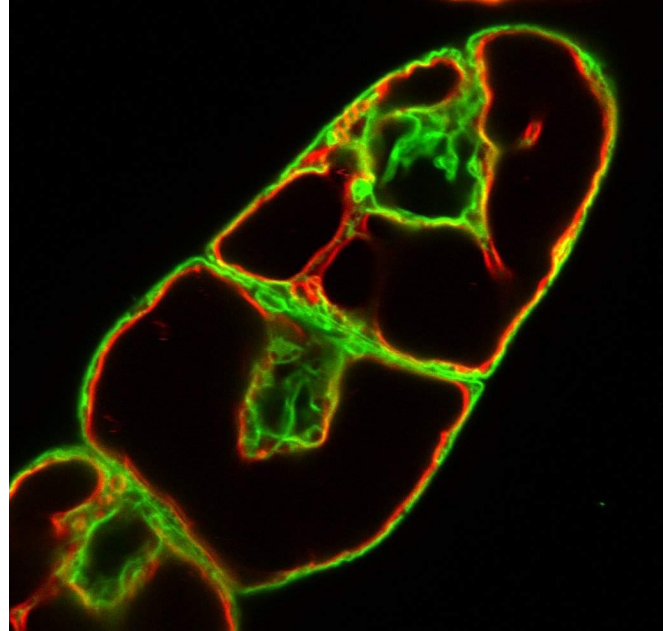
Díky tomu, že je rostlinná buňka obrovská, musí být strukturovaná uvnitř. Je plná různých kanálů (obr. 9), ve kterých probíhá endoplasmatické retikulum (obr. 8) a dále je celá buňka v cytoplazmě „zadrátovaná“ cytoskeletem, což je velmi dynamická, neustále se měnící síť z proteinových vláken aktinu (obr. 6) a tubulinu (obr. 7).

2. K čemu se v rostlinné buňce využívá cytoskelet (neuvažujte úlohu při mitóze, stačí jen stručná mechanická charakterizace z hlediska molekulární funkce)? Jak může cytoskelet zajišťovat ve velké (nejen) rostlinné buňce signální funkci, vzdáleně přirovnatelnou k funkci neuronům v těle živočichů?



Obr. 7: A tyto protažené buňky byste našli v pokožce stonku (červeně jsou zobrazeny chloroplasty). Pod plasmatickou membránou buněk je síť mikrotubulů.

Rostlinná buňka tedy zdaleka není homogenní a na každém kousku jeho povrchu probíhá specifická komunikace buňky s jejími sousedy. Proto existují hypotézy, že i pár „kostiček“ rostlinných buněk, třeba v místě, kde začíná růst buněk kořene (tedy nedaleko pod jeho špičkou, obr. 10) může zastávat funkci jednoduchého řídicího centra, kdy signální propojení nejsou ryze mezibuněčnou otázkou, ale i vnitrobuněčnou.

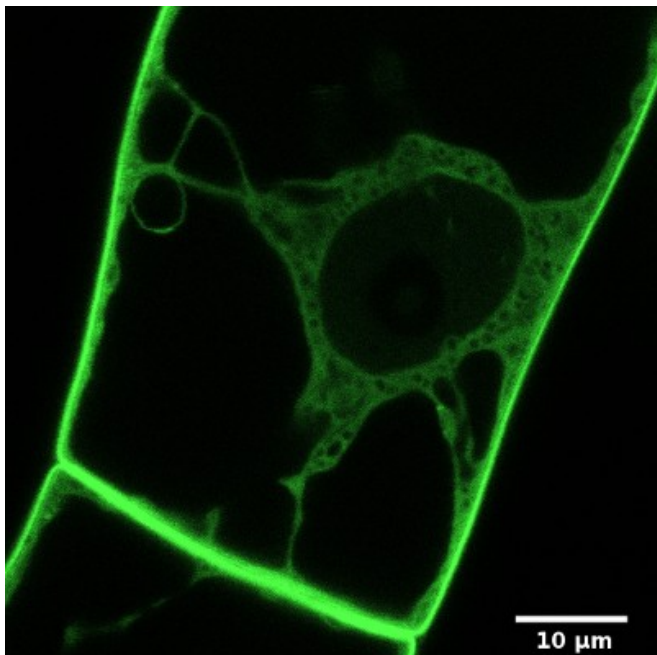


Obr. 8: A takto vypadá buňka rostliny na řezu (tedy tři buňky v řetízku). Na povrchu je buněčná stěna a plasmatická membrána, ty nejsou vidět, ale byly by těsně okolo zeleného lemu, což je endoplasmatické retikulum, které se proplétá celou buňkou. Hned pod ním je červeně vakuolární membrána a uvnitř buňky je černo – to je vakuola. Uvnitř vakuoly leží jádro, ale nikoliv izolovaně, s periferií je propojeno cytoplasmatickými provazci – to jsou kanály procházející napříč vakuolou. Jádro je obaleno zelenou obálkou z endoplasmatického retikula, které někdy proniká i dovnitř jádra...

Kromě síťového propojení napříč celou buňkou, musíme dále zmínit prominentní signální látku v buňce (nejen rostlinné), kterou je vápenatý iont.

3. Buňka se vápníku aktivně zbavuje. Proč? Nápovědu můžete hledat v základních chemických vlastnostech tohoto prvku, můžete zkusit věřit i z vodního kamene ve vaší varné konvici. Co by se stalo s organickými látkami tvořícími buňku, kdybyste do cytoplazmy vstříkli najednou větší množství roztoku vápníku?

Pokud se vápník vpustí do buňky jen na krátkou dobu v malé a dobře regulované míře, ovlivní to vzájemnou interakci mnoha proteinů, čehož buňka využívá v signalizaci. Vápník je na základě různých signálů přicházejících z okolí vpouštěn specifickými kanály do buňky, což bychom mohli vizualizovat jako „záblesky“ v povrchové cytoplazmě (existují skutečně fluorescenční markery, které toto umožňují, viz obr. 11). Tyto záblesky mohou mít přesně řízenou frekvenci a ta je buňkou vnímána a dále zpracovávána jako signál pro vnitrobuněčné děje. Buňku si tak můžete představit jako velké noční nádraží, na jehož koncích svítí či blikají různé semaforey (vápníkové pulsy přicházející přes membránu) a podle toho různé vlaky jezdí na různé směry, různou rychlostí (to jsou signální látky, co buňka předává svým sousedům).

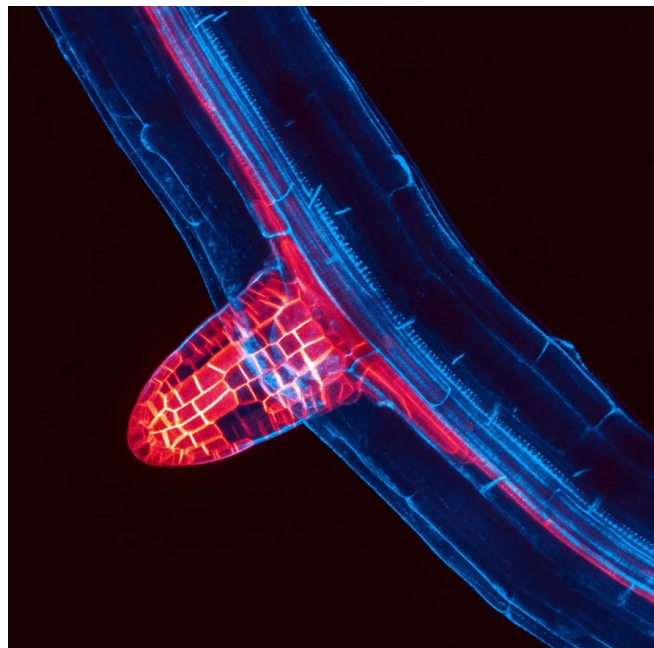


Obr. 9: A ještě jednou podobná buňka, kde je vidět plazmatická membrána a cytoplazma. Všimněte si, že je v buňce jen minimum cytoplazmy – těsně pod plazmatickou membránou a pak kolem jádra (velký černý ovál poněkud vpravo nahoře). Malé temné ovály v cytoplasmě jsou mitochondrie a další organely.

Kromě vápníku se v rámci buňky uskutečňuje i elektrická signalizace, ta je vázána na elektrické napětí (potenciál) které je mezi vnitřkem a vnějškem buňky – membránu buňky si představte jako baterii, vně je kladný náboj, uvnitř záporný. Průměrně je to asi 0,15 V, tedy desetina napětí tužkové baterie.

4. Elektrický potenciál se ustavuje aktivním a energeticky velmi náročným přenosem konkrétních iontů přes membránu. Které ionty (kromě vápníku) buňka pumpuje ven, a které dovnitř? Je nějaký rozdíl mezi rostlinami a živočichy? Pokud ano, jaký?

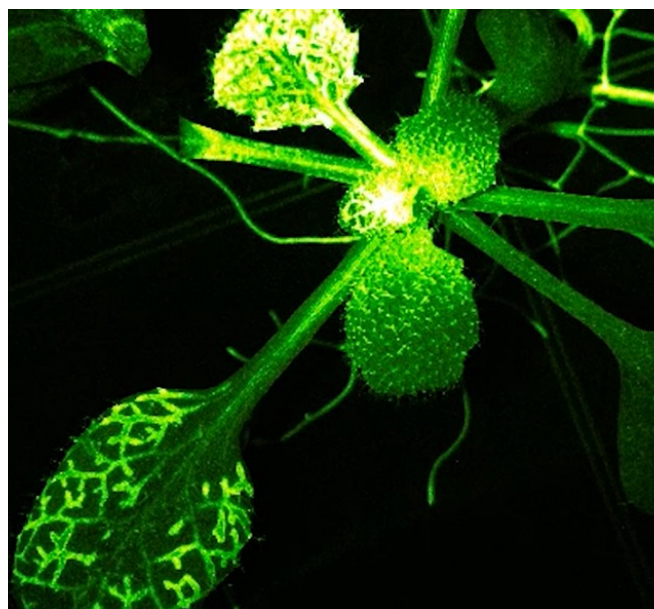
Velikost membránového potenciálu se samozřejmě může v čase měnit, pulzovat ve vlnách šířících se podél povrchu buňky a přenášet z jedné buňky na druhou, čímž se může přenášet řada signálů. Tyto signály souvisí i s pulzy vápníku, které mají také vlastně elektrický charakter. Jednotlivé signály se vzájemně stimulují díky iontovým kanálům, které jsou stimulované vápníkem či změnou okolního membránového potenciálu.



Obr. 10: Z hlavního kořene vyrůstá nový boční kořen (červeně). Na jeho špičce se buňky dělí, dále se už jen zvětšují. Na rozhraní těchto dvou zón (zde zhruba uprostřed mladého kořene) je pás buněk, kde se integrují signály zvencí a reguluje se růst kořene. Foto Jan Martinek.

Tyto pulzy se dále mohou šířit rostlinou a jak vidíte na obrázku 11, přednostně k tomu dochází prostřednictvím cévních svazků. Ty jsou totiž tvořeny extrémně dlouhými, vzájemně propojenými buňkami a tak mohou vytvářet jakousi obdobu nervů.

5. Na základě předchozích informací o podstatě elektrických a vápníkových pulzů odvodte, která část cévního svazku se bude podílet na šíření těchto signálů rostlinou.



Obr. 11: Šíření vápníkového pulzu (vizualizován intenzitou zeleného signálu), který vyvolalo napadení rostliny herbivorem.

Po tomto obšírnějším úvodu, kdy jsme se seznámili s „neurobiologií“ rostliny, můžeme přejít k tomu, co si rostlina může zapamatovat. Paměť obecně umožňuje lépe se vyrovnat se stresy, které přicházejí z okolí. Bylo prokázáno, že když rostlina prožije stres vysoké teploty, zapamatuje si to a má změněnou expresi genů, které pomohou pomoci rostlině takový stres překonávat. Mluvíme o tzv. primingu, kdy takto

připravená rostlina po vystavení ještě drsnějším stresovým podmínkám regeneruje, zatímco tzv. naivní rostlina zahyne. Ale neplette si popsané chování s adaptací rostliny na stres – samozřejmě, když občas nezalijete doma květinu, vytvoří hustší kořenový systém, menší listy apod., což ji také umožní odolávat ještě většímu stresu. Ale to není klasická otázka paměti, nýbrž vývojové změny.

Jiným příkladem dlouhodobé paměti je jarovizace (vernalizace), kdy si rostlina pamatuje, že prošla chladovým obdobím určité délky. U modelové rostliny huseničku rolního *Arabidopsis thaliana* semena vyklíčí na podzim a neobvykle vysoká teplota na konci zimy, kdy se zároveň prodlužuje den, by mohla stimulovat kvetení. Ale rostlina vnímá, jestli období nízkých teplot (nikoliv mrazu, kdy je rostlina v dormantním (spícím) stavu, ale teplot okolo 5 °C, kdy normálně roste) trvalo alespoň několik týdnů a detekuje tedy, že není začátek března, ale začátek dubna, kdy už může bezpečně vykvést bez obav ze zvratu počasí.

6. Teplotní priming i jarovizace jsou realizovány jedním obecným procesem, který je odpovědný za regulaci genové exprese. Jak se jmenuje a co je mechanismem tohoto procesu na molekulární úrovni (stačí popsat velmi stručně).

Všechny tyto procesy mají sice paměťový charakter, ale zdaleka ne na takové úrovni, jako paměť živočichů. Rostlina si neuchovává obraz konkrétního podnětu, aby ho v budoucnosti vyhodnotila, ale aktivuje již ustavené připravené mechanismy.

Poněkud více vzrušující jsou výsledky popisující habituaci, tedy situaci, kdy rostlina přestává být citlivá k určitému podnětu po dlouhodobé expozici. Citlivku *Mimosa* máte jistě všichni rádi, při dotyku sklopí okamžitě listy. Děje se tak díky mechanoreceptci a šíření signálu na elektrické bázi rostlinou. Když ale byla rostlina „trénována“ opakovaným pádem květináče z 15 centimetrů do molitanového bloku, reagovala z počátku sklopením listů, po nějaké době však přestala na tento podnět reagovat. Avšak nový podnět spočívající v zatřepání rostlinou, znovu vyvolal plnou reakci! Habituace se vytratila po delší době bez tréninku.

A text uzavřeme popisem krátkodobé paměti, který je známý u masožravé mucholapky *Dionaea*. Past je stimulována když se něco dotkne trichomů na jejím povrchu. Avšak první dotyk past nespustí. Je potřeba další dotyk v časovém horizontu cca 2-60 vteřin. Je to tedy jasný příklad paměťového obvodu s krátkodobým efektem. Celá signalizace je založena na elektrickém principu a vznikají při ní akční potenciály stejného charakteru, jako při nervových vzrušcích probíhajících po našich neuronech.

7. Ale to není vše. Rostlina i po uzavření pasti vnímá další stimuly. Zdůvodněte, k čemu je pasti užitečné vnímat i po sklapnutí mechanické podněty a jakou další signalizaci, respektive fyziologickou odpověď, spouští v pasti mucholapky tyto další impulsy?

I přes řadu vzrušujících dokladů paměťových schopností rostlin je však celá problematika mimořádně tajemná a bude ještě třeba mnoho dalších výzkumů. Kdo má doma rostlinu, tak ví, že rostlina ví... Ale stále nevíme, co všechno a jak!

