

# Biologický korespondenční seminář



**Biozvěst**

Ročník 12

Série 2

Milé řešitelky, milí řešitelé,  
právě jste otevřeli zadání druhé série 12. ročníku našeho korespondenčního biologického semináře Biozvěstu. V této sérii úloh potěšíme hlavně ty z vás, kteří se spíše zaměřují na botaniku. Připravili jsme pro vás úlohu o sinici i genomu rostlin. Další teoretická úloha bude také z oblasti bílé biologie a provede nás jedním buněčným dobrodružstvím. Ale nebude chybět ani jedna teoretická zoologická úloha, ve které nahlédneme na rozmnožování pavoukovic. Seriál druhé série se pak věnuje fotosyntéze.

## Jak řešit

Veškeré pokyny k řešení semináře získáte na internetové stránce Biozvěstu (nebo zadejte „Biozvěst“ do Google). Na stránce také naleznete přihlášku, kterou vyplňte (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 pošlete 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. **12-2-1-Bioslav\_Biomilný** v případě první úlohy druhé série aktuálního dvanáctého ročníku. Moc nám pomůže, když uvedený zápis dodržíte (na jeho základě si došlá řešení filtrujeme).

### Uzávěrka 2. série: 26.1. 2025 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 nejpozdější možný termín a zároveň minimální počet bodů za řádně řešenou úlohu po penalizaci nebude nikdy nižší než 1 bod. **Penalizační týden končí 2. 2. 2025 ve 23:59, po této době již nelze přijmout žádná řešení.** Další den, tj. 3. 2. 2025, bude vydáno autorské řešení pro 2. sérii.

Hodnocení Vašich řešení i druhou výsledkovou listinu dostanete e-mailem nejpozději v druhé polovině března 2025.

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. Biodiverzitě a řešení Biozvěstu zdar!

za celý kolektiv autorů Biozvěstu

koordinátorka  
Eliška Pšeničková

## Úloha 1: Sinice vizionářky

Autor: Barbora Kociánová

Počet bodů: 14

Sinice (*Cyanobacteria*) jsou ve své podstatě gramnegativní bakterie, které ovšem jako úplně první na planetě vynalezly geniální nástroj – oxygení fotosyntézu. A od tohoto okamžiku určovaly běh života na Zemi. Ovšem pokud si myslíte, že tam vynálezy sinic končí, byli byste na omylu. Pojdme se tedy podívat blíže do fascinujícího světa těchto naprosto charakteristicky zbarvených bakterií a vzdát hold jejich evoluční genialitě.

1. Jistě všichni víte, že atmosféra planety Země obsahuje nevídaně vysoké procento kyslíku. Ale vždy to tak nebývalo, až do doby zhruba 1,5 miliardy od svého vzniku byla atmosféra silně anoxická. Co se

tedy stalo? Sinice se staly. Pomocí oxygení fotosyntézy provedly vlastně úplně první terraforming Země a úplně překopaly pravidla biologické hry.

- a. Tento terraforming znamenal přechod z anaerobního života do aerobního, ale i když sinice ovládly celou planetu, první miliardu a půl let stoupalo množství atmosférického kyslíku velmi střídme, jestli vůbec, co by za tím mohlo stát?
- b. Ale sinice se nevzdávaly a pokračovaly ve fotosyntéze až se najednou rapidně během relativně krátké doby navýšilo množství kyslíku v atmosféře nad kritickou hranici a planeta se definitivně stala aerobní, jak se tato událost označuje?
- c. To byl začátek zhruba miliardy let dlouhého období kdy se vlastně nic moc nedělo, žádné bio-

- logické revoluce, jen fotosyntetující sinice, jak se tento časový úsek nazývá a čím skončil?
2. Jak se již zmiňovalo sinice vynalezly oxygenní fotosyntézu – a jsou jediná skupina organismů které se to povedlo! Všechny ostatní takto fotosyntetující organismy, od chaluhoých lesů až po rostliny souše, získaly tuto schopnost od sinic. Tato událost se nazývá endosymbióza a takzvaná primární vznikla v evoluci jen jednou (ve skutečnosti dvakrát, ale tu druhou budeme pro naše účely ignorovat).
    - a. Jak se souhrnně nazývají skupiny organismů s primární endosymbiózou?
    - b. A které tři skupiny tento pojem zahrnuje?
    - c. Jak se liší primární endosymbióza od sekundární?
  3. Pokud si myslíte, že sinice jsou kolem vás jen na souši či ve sladkých vodách, nemohli byste být dále od pravdy, protože sinice jsou doma v oceánech, a to v gigantických množstvích. Dokonce i když ztroskotáte uprostřed Pacifiku s mizivou nadějí na záchranu nemusí vám být vůbec smutno, protože s velkou pravděpodobností na to nejste sami, jsou kolem vás miliony příslušníků nejpočetnějšího organismu na Zemi! Jak se tato sinice nazývá?
  4. Mnoho z vás jistě tuší, že některé bakterie umí fixovat vzdušný dusík a transformovat ho do organismy využitelnějších sloučenin. Jistě si vzpomenete na příklad hlízkových bakterií (*Rhizobium*, *Frankia*), ale málokoho napadne, že tuto techniku mistrně ovládají i sinice.
    - a. Určitě nikoho nepřekvapí, že tento proces je neuvěřitelně energeticky náročný, víte, kolik molekul ATP padne na fixaci jedné molekuly  $N_2$ ?
    - b. I přes toto vysoké číslo se fixace vyplatí, protože poskytuje obrovskou kompetiční výhodu. Sinice se mohou rozdělit do tří kategorií: nefixují vůbec, fixují bez speciálních struktur, fixují se speciálními strukturami. Jak se nazývají tyto struktury a jak se nazývá řád sinic, který jimi disponuje?
    - c. Ovšem většina sinic si tento strukturní luxus nevytvořila, a tak na to musí jinak, jak fixují dusík tyto sinice? (náповěda: pro fixaci dusíku je naprosto kritická absence kyslíku, a je jeden proces, jehož produktem je kyslík, tento proces by do fixace hodil vidle, nesmí tedy probíhat zároveň s fixací).
  5. Když se sinice přemnoží, vznikne důvod, proč se nemůžete koupat na Slapech alias vodní květ.
    - a. Jak jsme již zmínili, fixátoři dusíku mají obrovskou výhodu, protože pro ně přestává být dusík limitním prvem a stává se tím jiný, který? Tohoto prvku je na pevnině obecně málo, ale s lidskou interferencí se dostává do vod, kde na něj čekají hladové sinice a pak se vesele přemnoží, to ovšem znamená skryté nebezpečí.
      - b. Jak byste vysvětlili svému rodinnému příslušníkovy, který se chce jít za každou cenu koupat, že je to špatný nápad? Ve zprávách slyšel, že vodní květ může způsobit vyrážku, ale on přece není žádný „citlivý jedinec“, jaké je opravdu vážné nebezpečí vodního květu?
      - c. Ovšem ani sláva vodního květu netrvá věčně, pravidelně na konci léta nastane takzvaný kolaps, a většina sinic co ho tvořila dočista zmizí, co tento kolaps způsobí?
  6. Když do kraje přijde zima a dny se krátí, některé sinice se uchýlí do svých odpočívacích stádií. Ty mohou přežít léta a ve zkamenělinách podávají svědectví o výskytu určitých druhů a habitaty s nimi spojenými. Jak se tyto stádia nazývají?
  7. Sinice často formují kolonie, které mohou být rozměrů skromných ale i naprosto gigantických, jakými jsou například vápenité útvary nazývané stromatolity. Jde o společenstvo nejen sinic (např. *Scytonema*), které periodicky umírá pod sedimentem a znovu přirůstá. V prekambriu vládly planetě, ale i když jejich počty dramaticky klesly, na některých lokalitách přežily dodnes. Mohou růst ve slané i sladké vodě, ani na teplotu nejsou extrémně nároční, proč tedy nejsou rozšířeny po celé Zemi jako kdysi a kde se tedy nacházejí dnes? (min. 3 lokality)
  8. Pokud vám stačí tropické sinice vidět ve vysušeném stavu, stačí zabloudit do nejbližší lékárny a poohlédnout se po sortimentu doplňků stravy. Určitě spatříte prášek s názvem spirulina (obchodní název, ten botanický je *Arthrospira*) a hle, máte sinici. Ovšem pravý svatý grál kulinářského využití sinic je krásně modrý prášek prodávající se jako modrá spirulina (obr. 1), ale pozor, nejedná se o nějaký extrémně modrý druh, nýbrž o něco jiného, co by tento prášek ve skutečnosti mohl být?



Obrázek 1: Vysušená „modrá spirulina“.

## Úloha 2: Genom rostlin

Autor: Anna Čepelová

Počet bodů: 20

Náš biologický svět je dynamická struktura. Jistota není stoprocentní a mohou existovat výjimky. Ve zlomku času nastávají změny, které se nám mohou stát osudnými, nebo nás naopak vynést do výhodných výšin. Některé změny se nám vyhnou, jiným utečeme a dalším se přizpůsobíme. Útěk ani přizpůsobení však nebývají snadná a různé organismy reagují na změny v různé intenzitě a různé časové škále. Zatímco my lidé utečeme, rostliny, jakožto sesilní organismy, zůstanou na své lokalitě. O to více potřebují flexibilitu a záložní plány.

1. Čím více plánů, tím větší množství informací je potřeba uložit. Nebo snad ne? Stoupá se schopností přizpůsobit se i množství uložené genetické informace? A je vůbec množství uložených informací úměrné k množství genetického materiálu? Tolik otázek...

- Vy nejprve zodpovězte, jak se jmenuje rostlina s největším jaderným genomem?
- Kde je její přirozené rozšíření dle databáze Botanických zahrad Kew - co nejkonkrétněji?
- Jakou má daná rostlina životní formu?
- Přesně o kolik milionů párů bází je její jaderný genom větší oproti jadernému genomu její nejbližší rostliny rostoucí přirozeně v České republice? (Použijte přesné hodnoty z vědeckých publikací či databází, výrazně zaokrouhlené hodnoty nebudou uznány.)
- Tým, který zjistil velikost největšího rostlinného jaderného genomu uvádí výsledek primárně v jakých jednotkách?
- Co vlastně měřili a jaký paradox je s tím spojen? Stačí název.
- Jakou metodou především použili ke změření velikosti jaderného genomu dané rostliny?

2. Velikost jaderných genomů rostlin se pohybuje na široké škále od stovek Mbp po stovky tisíc Mbp. Počet genů však není úměrný velikosti genomu a mezidruhově má značně menší škálu různorodosti.

- Co mohlo vést ke vzniku velkého genomu? Uveďte alespoň dva příklady.
- Jaké sekvence DNA tvoří takto velký genom?
- Myslíte si, že se velký jaderný genom určitého druhu může zmenšit v průběhu evoluce? Svůj názor podpořte argumenty.

3. Výzkum struktury jaderného genomu rostlin probíhá různými způsoby. Z jednoho zajímavého vědeckého článku o struktuře jaderného genomu rostlin jste získali sekvence

```
MSKGEELFTGVVPIVELDGDVNGHKFSVRGEGEG
DATNGKITLKLICTTGKLPVPWPTLVTTTCGYGVQCF
ARYPDHMKRHHDFKFSAMPEGYVQERTISFKDDGTF
KTRAEVKFEGDTIVNRIKLGIDFKEDGNILGHKLEY
```

```
NFNHSHKVYITADKQKNGIKANFKIRHNVEDGVSQLA
DHYQQNTPIGDGPVRLPDNHYLSTQSVILEDPNEKR
DHMVLHEFVTAAGITHGMDELYK
```

a

```
MTRTKHFSNRKPIPPKKQTPAKFNISQGTENTPLKT
PTRGGPSTIPTPATRSVRKSSARKTVAPPRTPTTQVD
GSNRTKERKKHRYRPGTVALKQIRKFQRSTELLVPKT
PFARLVREITEQYSNDVNRWQAEALVALQEAAEAYIV
NLMEDANLLAIHAKRVTIMQKDIQLARRISG
```

Použijte nástroje pro zobrazení 3D struktury těchto sekvencí. Vhodným nástrojem pro 3D zobrazení může být například [AlphaFold](#) nebo [RCSB Protein Databank](#).

- 3D struktury těchto sekvencí mohou být na sebe navázány. Kde v jádře pravděpodobně najdeme zabudované tyto spojené struktury?
- Jaké dva typy sekundárních struktur můžeme vidět při 3D zobrazení první sekvence? Který je vně a který uvnitř?
- Přes kterou doménu 3D struktury druhé sekvence by mohly být 3D struktury obou sekvencí spojeny?
- Jaké zajímavé chromozomy má rod rostlin, z něhož pochází druhá sekvence?
- Kterou ze zobrazených 3D struktur byste ve wt rostlině neměli najít?
- Za jakým účelem by se daná nepřirozená struktura mohla nacházet ve vazbě s druhou strukturou právě v dané oblasti jádra a co v ní způsobuje? Zkuste na toto téma najít odpověď ve vědeckých článcích například z roku 2010.

## Úloha 3: Jedno buněčné dobrodružství

Autor: Alžběta Nevoralová

Počet bodů: 28,5

Než taková nová buňka přijde na svět, její „maminka“ musí projít důležitými zkouškami, které ji opravňují k tomu stát se plnohodnotnou matkou. Pojďme se nyní podívat, co všechno se po cestě takovým dvěma buňkám může přihodit.

Hugo a Matylda byly buňky, které spolu vyrůstaly od nejútlejšího dětství. Vlastně bych mohla říct, že od narození, pokud mi to prominete z hlediska buněčné terminologie. Jako malí si spolu hráli na námořníky a vysílali signály i na delší vzdálenosti v rámci svého rodného orgánu. Občas jejich signál vyslyšela teta Gertruda a chtěla se připojit ke hře. Hugo s Matyldou si s ní hrát ale vůbec nechtěli. Gertruda měla spoustu rukou, vypadala jako chobotnice. To ale nebyl důvod, proč si s ní hrát odmítali. Gertruda byla starší a pořád na ně sahala... možná proto, že ty svoje chapadla neuměla pořádně ovládat, kdo ví. „Já vám jen pomáhám,“ říkala, „musí vás přece občas někdo zkontrolovat“. Ale oni o její pomoc nestáli. Dokážou se přece o sebe postarat sami!

- Pomocí jakých komunikačních agens (molekul) spolu mohly buňky komunikovat na dálku (tj. tak, že

se přímo nedotýkaly)? (Berte v úvahu, že Matylda a Hugo pocházeli ze stejného orgánu.) A jak se tomuto typu komunikace říká?

2. Kdo byla Gertruda? Proč chtěla Huga a Matyldu kontrolovat? Co na jejich povrchu hledala?

Jo, dětství bylo krásné, ale uteklo jako voda. A jak začali dospívat, leccos se změnilo. Najednou museli čelit mnoha nástrahám a rozhodnutím, která vůbec nebyla jednoduchá. Když si jednou vyšli na výlet, podívat se, jak to vypadá kousek dál od jejich rodné části orgánu, po několikahodinové cestě se dostali na rozcestí a museli se rozhodnout. Podlézt závoru a pokračovat po trase **S**? A nebo si sednout pod přístřešek na nouzovém nocovišti **GO** a dát si svačinku a šlofika? Jejich názory se rozcházel. Matylda byla čiperka a nejradši by vyrazila hned dál, zatímco Hugovi něco uvnitř říkalo, že by si měl odpočinout. Už se mu nechtělo objevovat nic dalšího, a pak ten podvědomý hlas. Něco, co mu našeptávalo „zůstaň, a dej si pauzu, pod přístřeškem je bezpečně a pohodlně...“. Ne, že by Matylda ten hlas neslyšela. Když k rozcestí dorazili, slyšela úplně to samé, ale brzy ten hlas odezněl a ona měla zase chuť jít dál. Ale Hugovi vnitřní hlas stále napovídal: „Tvá cesta tady končí, už jsi udělal vše, co je potřeba, abys mohl dospět.“ Matylda ho přemlouvala „Pojď se mnou ještě kousek, přece mě nenecháš samotnou.“ Hugo se dlouho rozhodoval. Na rozcestí strávili celou věčnost. Ale nakonec přece jen podlehl svému vnitřnímu hlasu a rozhodl se, že pokud bude Matylda pokračovat, jejich cesty se poprvé rozdělí. To ovšem ještě netušil, ... (No, nebudu předbíhat.) A tak se Hugo s Matyldou rozloučili a každý se vydal jinou cestou. Matylda podlezla závoru, která dělila cestu „x“, po které přišli, od cesty **S**, a Hugo zamířil pod přístřešek.

3. Jak se tomuto rozcestí říká odborně?  
 4. Co Hugo ještě netušil, když zamířil pod přístřešek?  
 5. Co mohl být onen vnitřní hlas a proč Matyldu zpočátku nechtěl pustit dál? (Uvedte co nejvíce možností, komu mohl hlas patřit... Pozn. Hlasy spolu mohou komunikovat a předávat si štafetu v „přesvědčování“ buňky, aby počkala.)  
 6. Co se skrývá pod písmenem „x“?

Matylda si novou cestu zpočátku užívala. Bylo to něco, co neznala, něco fantastického. Připadala si najednou starší, zkušenější. „Teď bych Gertrudě ukázala,“ říkala si, „zbavila bych se jí i bez Hugovy pomoci!“ Jenže potom se v jejím jádře začalo dít něco divného. Slyšela již dříve od starších vyprávět, že cesta **S** není zrovna procházka růžovým sadem. Začala se bát. „Co jsem to provedla?“ říkala si. „Proč jsem za tu závoru lezla?“

7. Co divného se začalo dít v Matyldině jádře?

Matylda byla zoufalá. Měla pocit, jako by jí v břicho něco rostlo, zvětšovalo se na dvojnásobek. Šla ale dál a přemýšlela o smyslu života, když si všimla, že cesta se opět změnila. Už to nebyla cesta **S** a Matylda přemýšlela, jak to, že si nevšimla žádných závor. To tam nebyla? Anebo

byla tak zabraná do myšlenek, že ji prostě podlezla a vůbec nad tím nepřemýšlela? Ať tak či tak, najednou se nacházela na zcela nové cestě, říkáme jí „y“. A najednou si připadala ještě dospělejší. Začala dokonce myslet na děti. S těmito úvahami ale přišly i nové starosti a Matylda se opět zabrala do myšlenek a nevnímala cestu kolem sebe. Pokračovala mlčky po neznámé trase a než se nadošla, byla před ní další závoru.

8. Jakto, že si Matylda nevšimla závoru mezi cestami **S** a „y“? Skutečně tam nebyla, anebo ji prostě jen neviděla?  
 9. Co se skrývá pod písmenkem „y“?

Zastavila se a rozhlédla se kolem sebe. Potřebovala si všechno v klidu promyslet, a tak hledala podobný přístřešek, pod který se před předchozí závorou schoval Hugo, ale nikde ho neviděla. Nebyl tam. Cesta před ní se zde nerozdvojovala a Matylda tudíž neměla na výběr. Musí závoru podlézt, jinak tam zůstane. Opět někde uvnitř slyšela hlas. Byl jiný než předtím, ale říkal skoro to samé: „Zůstaň chvíli stát a odpočiň si.“ A Matylda jako by najednou zdřevěněla. Nedokázala se pohnout a podlézt závoru. A zůstala stát. „Kde se stala chyba?“ přemýšlela.

10. Kde se stala chyba? Proč se Matylda najednou nemohla pohnout a musela počkat? Na co Matylda čekala?  
 11. Jak se odborně nazývá závoru, před kterou Matylda stála tentokrát?

Po několika minutách se závoru zvedla a Matylda se zkusila pohnout. A šlo to. „Hurá!“ Matylda si povyskočila a proběhla rychle na další cestu za závorou, ale hned vzápětí toho litovala. To, co se s ní začalo dít teď, bylo ještě stokrát horší než to, co se dělo na cestě **S**. Opět se v jejím jádře začalo dít něco divného, ale teď z toho byla vyděšená k smrti. Její jádro se rozpadalo! Ve svém vědomí měla ovšem uklizeno líp než kdy předtím. Všechny informace měla hezky rozškátulkované a seřazené. Všimla si, že cesta je označena písmenkem **M**. „Že by **M** jako mateřství?“ přemýšlela Matylda. „Ale ne, to je zvláštní. Takhle brzo že bych se měla stát matkou? To bude určitě **M** jako Matylda. Je to moje cesta!“ Ušla však sotva pár metrů a byla před ní další závoru. Matylda váhala. Co když to **M** opravdu znamenalo, že se stane matkou? Je připravená? Ve svých pocitech už se vůbec nevyznala. Na jednu stranu měla všechno hezky srovnané, ale současně jí připadalo, že má v sobě strašný guláš. Všechno dohromady, páté přes deváté, a navíc měla pocit, jako by se celá její mysl připravovala na to, že v ní budou za chvíli dvě osobnosti. „Schizofrenie?“ napadlo Matyldu na moment, ale to už se závoru otevřela a Matylda musela pokračovat za ni.

12. Vysvětlí, proč měla Matylda v sobě všechno srovnané a zároveň strašný guláš.  
 13. Proč byla na cestě **M** další závoru? Jak se odborně nazývá a kam otevírala cestu?  
 14. Co znamená „**M**“? Znamená to „Mateřství“, „Matylda“, nebo ještě něco jiného?

Cesta se nezměnila, ale ten vnitřní pocit stále sílil. A už to nebyl jen pocit. Matyldino vnitřní já se najednou roztrhlo ve dvě. Matylda vnímala svou fyzickou změnu, uvědomovala si, jak se protahuje, až byla vyšší než Hugo. Ale jako by to už nebyla ona. Už byly dvě, i když stále v jednom těle. „Mám dítě?“ pomyslela si. Ale jako by to její zdánlivé dítě bylo stejné jako ona – mělo stejné zkušenosti, stejné informace. Matylda měla najednou takřka „krizi identity“. Už nedokázala odlišit, která z těch dvou bytostí v jejím těle je ona sama. A kdo je vlastně tím druhým? Opravdu její dítě? Nebo spíš její dvojče?

15. Proč se Matylda protahovala? Co protažení způsobuje (jak se nazývají útvary, které jsou za to zodpovědné)?
16. Bylo to spíš Matyldino dvojče, nebo dítě? A proč?
17. Než se Matyldino „vnitřní já“ roztrhlo na dvě poloviny, držely ho pohromadě „prstýnky“. Pokud by Matylda byla buňka germinální linie, mohly by tyto „prstýnky“ souviset například se vznikem Downova syndromu u dětí starších matek. O jaké prstýnky se jedná a jak s Downovým syndromem souvisí?

Matylda cítila, jak se jí okolo pasu začíná něco stahovat. Bylo to jako pásek, který se neustále utahuje. Matylda se přestávala bát. Začala si vzpomínat, že tohle přece už jednou zažila. Už jednou se takhle rozdělovala na dvě poloviny, a její druhou půlkou nebyl nikdo jiný než Hugo. „Kde teď asi je?“ pomyslela si Matylda. V tu chvíli se pásek kolem jejího pasu zmenšil natolik, že z jedné Matyldy byly najednou bytosti dvě.

18. Co byl pásek kolem Matyldina „pasu“? Uvedte, pomocí jaké adekvátní struktury se dělí rostlinné buňky? Proč se rostlinné buňky nemohou dělit pomocí stejné struktury, jako buňky živočišné?
19. Kde teď asi je Hugo? Jakým typem buňky by musel být, aby mohl po krátkém odpočinku za Matyldou pokračovat?

A tak dala naše Matylda vzniknout malé Matyldě a Klotyldě. A byly tu zase dvě malé buňky, které si spolu hrály na námořníky a pak se vydaly na novou cestu za dobrodružstvím.

BONUS: Myslíte si, že některá z buněk nesoucích Matyldinu genetickou informaci se s Hugem někdy setká?

#### Úloha 4: Jak to dělají pavoukovci

Autor: Jan Lukovský

Počet bodů: 14,5

Pavoukovci jsou rozmanitá třída, která čítá přes 100 000 popsaných druhů. Jednotlivé řády jsou od sebe velmi odlišné jak svou morfologií, tak svým chováním. Jedním ze zajímavých znaků, který je u jednotlivých pavoukovčích řádů různorodý, je způsob pohlavního rozmnožování, na které se v této úloze podíváme.

1. Ač jsou pavoukovci převážně suchozemskou skupinou, tak není pochyby o tom, že jejich předchůdci žili ve vodním prostředí. Tam ale rozmnožování probíhá úplně jiným způsobem než na souši.

- a. Dva řády, které jsou pavoukovcům nejbližší příbuzní jsou ostrorepi (*Xiphosura*) a nohatky (*Pantopoda*). Oba tyto řády jsou výhradně mořské a rozmnožování probíhá ve vodním prostředí (ostrorepi sice migrují kvůli páření k pobřeží, ale k oplození stále dochází v mělčinách). Jaký ze dvou základních typů oplození u těchto dvou řádů můžeme pozorovat?
  - b. U nohatek můžeme, na rozdíl od ostrorepů, pozorovat parentální péči. Které pohlaví se u nohatek o mláďata stará? Jsou u příslušného pohlaví vyvinuty nějaké morfologické adaptace k péči o potomstvo? Jaké a k čemu slouží?
  - c. Obecně je to, že se o mláďata stará stejné pohlaví jako u nohatek, častěji pozorované ve vodním prostředí než na souši. Můžeme to pozorovat třeba u některých druhů ryb. Zkuste uvést jednu hypotézu, která by tento fenomén mohla vysvětlovat?
2. Doposud není jisté, jestli v evoluci pavoukovců došlo k přechodu z vody na souš pouze jednou nebo vícekrát. Evoluční tlaky spojené s touto změnou prostředí změnily i morfologii a fyziologii pavoukovců, a i jejich rozmnožování. Spousta řádů pavoukovců používá k rozmnožování strukturu, která se jmenuje spermatofor.
    - a. Proč pavoukovci na souši nemohou používat stejný typ oplození jako nohatky nebo ostrorepi (viz. otázka 1. c.)? Zkuste určit jeden hlavní problematický faktor a jak tento problém řeší existence spermatoforu.
    - b. Spermatofor nacházíme převážně u bezobratlých, ale najdeme jej i u některých obratlovců. Uvedte příklad nějakého obratlovce, který taky k rozmnožování používá spermatofor.
    - c. Reeves a Punzo (2001) pozorovali námluvní tance a páření jednoho druhu bičnatce (*Uropygi: Mastigoproctus giganteus*). U tohoto druhu také našli rozdíl celkovém čase trvání námluvních tanců i samotné kopulace mezi dvěma různými populacemi. První populace byla z jihozápadního Texasu a trvalo zde páření signifikantně kratší dobu než u druhé populace, která pocházela z jižní Floridy. Co mohla být příčina tohoto časového rozdílu mezi populacemi z těchto dvou států?
    - d. Jak podobný problém, který řeší výše zmínění bičnatci, řeší solifugy?
  3. Někteří pavoukovci nepoužívají k rozmnožování spermatofor, ale modifikovali si některý ze svých šesti párů (klepítka, makadla a čtyři páry kráčivých) končetin pro rozmnožování. Stává se z nich sekundární pohlavní orgán.
    - a. Na obrázku můžete vidět schématické znázornění vnější morfologie obecného pavoukovce. Písmeny A–F jsou označeny jednotlivé páry končetin (A: klepítka/chelicery; B: makadla/pedipalpy; C–D: 1–4 pár kráčivých končetin). Ke

- každému písmenu napište příklad řádu, u kterého převážná má tento typ končetiny modifikovaný k přenosu spermií. Pokud daný pár končetin žádný pavoukovci řád nevyužívá k páření, tak to tam také napište.
- b. Jeden řád pavoukoců šel s rozmnožováním ještě dál a vyvinulo se u něj přímé páření díky přítomnosti penisu. O který řád jde?
4. Jeden druh pavoukocce má specifický typ oplození. Místo toho, aby ke kopulaci použil samičí pohlavní otvor (gonopor), tak samičku oplodní tak, že jí probodne kůži a spermie vpraví přímo do tělní dutiny.
    - a. Jan se tento specifický typ páření jmenuje?
    - b. Který druh pavoukocce se takto rozmnožuje a do jakého řádu patří?
    - c. Jmenujte ještě aspoň jednu skupinu bezobratlých, která tento typ rozmnožování praktikuje.
  2. Při bližším pohledu na chlorofyl zjistíme, že se v podstatě skládá ze dvou částí: porfyrinového jádra a nepolárního řetězce.
    - a. Jak se tento nepolární řetězec nazývá a k čemu slouží?
    - b. Jaký iont se nachází přímo uprostřed porfyrinového jádra?
    - c. Jak se na rostlině pozná, že jí tento prvek schází?
    - d. Od chlorofylu odvozená forma pigmentu je strukturně v podstatě identická, ovšem postrádá jakýkoliv iont ve svém porfyrinovém jádře. Jak se tato látka nazývá? Proč bychom zaznamenali největší množství této látky v opadajících listech?
  3. Nyní už se blíže podíváme na samotný průběh fotosyntézy. Abychom se v něm lépe orientovali, můžeme si ho rozdělit na dvě fáze: primární a sekundární.
    - a. Pokud jste někdy slyšeli, že tyto fáze jsou světelná a temnostní, je to kategoricky špatně. Proč?
    - b. Primární fáze fotosyntézy začíná excitací elektronu na PSII (fotosystému II) a štěpením molekuly vody na jeho kofaktoru. Jak se tento kofaktor nazývá a proč je naprosto kriticky důležitý? (nápopověď: co se stane, když do elektrického okruhu pustíte příliš elektřiny a nemáte v pořádku pojistky)
    - c. Toto štěpení vody je také nazýváno Hillova reakce, po biochemikovi Robinu Hillovi, který dokázal, že zdrojem O<sub>2</sub> vylučovaného při fotosyntéze je voda. O jaké sloučenině se tvrdilo, že je zdrojem vznikajícího kyslíku, před tímto objevem?
    - d. Hillova reakce nemusí probíhat jen v živých buňkách, může být demonstrována i in vitro. Jak byste Hillovu reakci provedli v laboratoři?

## Úloha 5 (seriálová): Fotosyntéza

Autor: Barbora Kociánová

Počet bodů: 15

Alfou a omegou aerobního života je alespoň na planetě Zemi oxygenní fotosyntéza. A přitom kyslík je jen odpadní produkt, který autotrofní rostliny produkují při honbě za výrobou glukosy. Tento proces je ovšem velmi starý a od svého počátku pouze minimálně pozměněný, a proto má stále své mouchy ale i zdánlivě geniální řešení. Pojďme si tedy otevřít další kapitulu našeho světelného putování a ponořit se do tajů tohoto fascinujícího procesu formující naši zelenou (tedy přesněji chlorofylou) planetu.

1. Jak již bylo naznačeno skutečný „heavy lifting“ ve fotosyntéze vykonává chlorofyl.
  - a. Cévnaté rostliny disponují jeho a, b formami, existují však i jiné formy. Jaké další formy chlorofylu existují a u jakých organismů se vyskytují?
  - b. Všechny formy chlorofylu absorbují světlo ve víceméně stejné vlnové délce, a to světlo červené a modré barvy. Proč ale chlorofyl neabsorbuje zdánlivě logicky prostředek tohoto spektra, ale jen jeho kraje? Vždyť by se tím rozšířilo spektrum využitelného světla. Jaké jsou vaše teorie?
  - c. Každopádně, jak jistě víte, chlorofyl vlnové délky 520 až 565 nm (zelené světlo) odráží. Nicméně neodráží výhradně tento rozsah vlnových délek. Existuje ještě jiné záření, které chlorofyl reflektuje, a to v masivním množství. Které? (nápopověď: toto záření se používá na satelitní mapování vegetačních porostů).
  - d. Ovšem chlorofyl není jediným pigmentem, který se při fotosyntéze uplatňuje, z plejády fotosyntetických pigmentů můžeme vypíchnout například karotenoidy, které sice pomalu energie světla předávají chlorofylu, ale mají jinou důležitou funkci. Jakou?
4. Sekundární fáze fotosyntézy zahrnuje především Calvinův cyklus, který, jak už název napovídá, je cyklický.
  - a. Jak se nazývá sloučenina, která tento cyklus uzavírá a zároveň začíná navázáním enzymu Rubisco?
  - b. Produktem Calvinova cyklu je glukosa, která se následně polymerizuje do škrobu jakožto zásobní látky. Proč se musí brzy po vzniku takto zpracovávat? Proč nemůže rostlina skladovat větší množství glukosy ve své monosacharidové podobě?

Škrob je tedy vyroben, kde ho ale skladovat? V chloroplastech! Cévnaté rostliny opravdu nechávají škrob ve stroma chloroplastů a pokud je škrobem nadučený dostatečně, změní se na jiný typ plastidu.

  - c. Jak se tento plastid nazývá?

Ale ne všichni fotosyntetizující organismy svým plastidům věří tak moc jako cévnaté rostliny. Ve skutečnosti většina autotrofních organismů nenechává škrob plastidům, ale skladují ho mimo ně.

  - d. Znáte alespoň jednu takovou skupinu?

5. Rubisco je nejvíce abundantní enzym na Zemi, a to z dobrého důvodu. Vždyť právě na něm stojí celý Calvinův cyklus! Ovšem to není jediný důvod, proč ho existuje tolik. Podstatnější příčina jeho abundance je překvapivě prozaická.
- Proč je Rubisco přítomné v mnohem vyšším množství, než by u jiných enzymů pro podobně složité děje bylo potřeba?
- Ovšem i geniální Rubisco se může zmýlit a uplatnit i svou oxygenázovou aktivitu. A to potom nastává panika. Místo navázání CO<sub>2</sub> vzniká oxidací místo šestiuhlíkatého, pětiuhlíkatý nechtěný produkt.
- Kudy všude (jakými organelami) musí poté rostlina protáhnout tento omyl, aby se mohl znovu zúčastnit Calvinova cyklu?
  - Jak se tato sloučenina nazývá na začátku (po oxidaci ribulose Rubiskem) a co se z ní stane na konci svého putování?
- d. Jak se jmenuje celý tento proces (oxygenázová aktivita Rubiska) a kdy k němu převážně dochází?
6. Oxygenázová aktivita je tedy nežádoucí a některé rostliny se s tím rozhodly bojovat. Rostliny takto adaptované lze rozdělit v podstatě do dvou skupin: takzvané CAM a C<sub>4</sub> rostliny. Změny jsou od ostatních „obyčejných“ C<sub>3</sub> rostlin patrné v morfologii i biochemii fotosyntézy, ale i navzájem jsou velmi rozdílné. Zkuste zařadit následující pojmy buď k C<sub>4</sub> nebo CAM rostlinám.
- 7 % všech rostlin, Kranz anatomie, PEPc, časové oddělení fixace CO<sub>2</sub>, Crassulacea, sukulenty, Poacea, epifyty, 3 % všech rostlin, pochvy cévních svazků impregnované suberinem, prostorové oddělení fixace CO<sub>2</sub>*