

Biologický korespondenční seminář



Biozvěst

Ročník 8

Série 4

Milé řešitelky, milí řešitelé,

před sebou máte poslední sérii letošního osmého ročníku. Zaměříme se v ní podrobněji na pouštní život, vířníky i biochemii. Praktickou úlohu tentokrát budete řešit na louce. Bohužel vzhledem k neočekávaným okolnostem, tj. momentálním zdravotním obtížím autorky poslední seriálové úlohy, tuto úlohu v letošním ročníku nakonec nevydáme. Úloha ale bude přepracovaná a nejpravděpodobněji se objeví v dalším ročníku, takže do tajů buněčné migrace budete jistě zasvěceni, jen trochu později, než to bylo původně plánováno. Omlouváme se za komplikace a děkujeme moc za pochopení.

Ráda bych Vás za celý tým Biozvěstu pozvala na expedici letošního 8. ročníku, která se uskuteční na chatě Padouchov a to v termínu **28. 5. – 1. 6. 2021**. Těšit se můžete na poznávání krás české přírody během vycházek po okolí, demonstraci mnoha organismů, menší i větší přednášky a především osobní setkání s ostatními řešiteli a organizátory Biozvěstu. **Budou zde vyhlášeny též finální výsledky celého letošního ročníku.** Expedici budete mít jako odměnu za aktivní řešení Biozvěstu zadarmo. Přihlašování na expedici probíhá pomocí tohoto formuláře <https://forms.gle/vKMZ89vtS-JUYEqSBA>.

Kapacita objektu je omezená, a tak s přihlášením neváhejte. Přihlásit se na expedici lze do 21.5.2021 do 22:00. Pokud to bude potřeba, budou upřednostněni řešitelé podle jejich bodových výsledků. Také pevně věříme, že situace ohledně koronaviru bude pro konání expedice tentokrát již příznivá.

Jak řešit

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

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

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. **8-4-1-Bioslav Biomilný** v případě první úlohy čtvrté série aktuálního ročníku. Moc nám pomůže, když uvedený zápis dodržíte (na jeho základě si došlá řešení filtrujeme).

Uzávěrka 4. série: pondělí 17. 5. 2021 ve 23:59.

Další den bude vydáno autorské řešení pro 4. sérii na našich stránkách.

Mimořádně v této sérii nebude penalizační týden kvůli brzce navazující expedici, kde již musíme mít opravené výsledky.

Hodnocení Vašich řešení i výsledkovou listinu dostanete e-mailem a též se objeví na našich stránkách.

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

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

Biodiverzité a řešení Biozvěstu zdar!

za celý kolektiv autorů Biozvěstu

Eliška Pšeničková

Úloha 1: Život na poušti

Autor: Vojtěch Waldhauser

Počet bodů: 16,5

Pouště jsou suchým, nehostinným místem. Rozpálené písečné duny či nekonečná kamenitá moře bez vegetace z nich dělají až „zapomenutý“ ekosystém. Zapomínat by se na ně ale rozhodně nemělo, pokrývají totiž až třetinu souše a v určitých místech se zde navzdory klimatickým podmínkám může vyskytnout až překvapivá diverzita organismů. V této úloze se podíváte, jak se jim na poušti žije, jaké nástrahy museli zdejší živočichové a rostliny překonat a jaký vztah k nim měly prastaré lidské pouštní civilizace.



Obr. 1: Erg Chebbi, Maroko. – Foto: autor.

1. Nejprve si ale musíme ujasnit terminologii. Jaká je tedy vlastně definice pouště? A která poušť je podle této definice největší?
2. Jedna z podmínek, kterou musejí pouštní organismy překonat, je nedostatek vody. Napište, jaké adaptace si na tento jev vyvinuly uvedené organismy:
 - a. stepokur saharský (*Pterocles senegallus*)
 - b. welwitschie podivná (*Welwitschia mirabilis*)
 - c. moloch ostnitý (*Moloch horridus*)
 - d. opuncie (*Opuntia* sp.)
 - e. kukačka kohoutí (*Geococcyx californianus*)

3. S vodou souvisejí i následující pojmy: guelta, wadi, vleí, arroyo. Vysvětlíte jejich význam a uveďte, v jaké části světa se každý z nich nachází.
4. Pouště jsou také skvělým místem pro pozorování konvergentní evoluce.
 - a. Vysvětlíte pojem konvergentní evoluce a uveďte, jak se liší od paralelní evoluce. Uveďte příklad paralelní evoluce.
 - b. Uveďte alespoň dvě konvergentní dvojice plazů z různých pouští světa a napište, jak jim jejich fenotyp pomáhá přežít v poušti.
5. Jednou z typických skupin hmyzu na poušti jsou mravenci. Teď se podíváme na dva rody ze Sahary.
 - a. Rod *Dorylus* patří mezi tzv. kočovné či nájezdné mravence (army ants). Popište stručně životní cyklus kočovných mravenců a uveďte, v čem je právě rod *Dorylus* mezi mravenci výjimečný.
 - b. Mravenci rodu *Cataglyphis* si museli poradit s nemožností využívat typické feromonové cestíčky. Proč je nemohou využívat? A jak tento problém vyřešili?
6. Vzhledem k obecnému nedostatku zdrojů v poušti dochází v oázách či podél řek ke konfliktu člověka a přírody. Jako příklad může sloužit třeba Deset ran egyptských. Pokuste se vědecky vysvětlit tyto rány:
 - a. přeměna vody na krev
 - b. třídní temnota
 - c. pobití prvorozených
7. Uveďte příklad lidské kultury spojené s pouští a vysvětlíte, jakým způsobem života tito lidé žijí (či alespoň tradičně žili).
8. Po celé Sahaře či v Saudské Arábii dnes najdeme skalní malby zobrazující téměř dokonale hrochy, slony či žirafy. Jak je to možné, když se všude okolo rozkládá nehostinná poušť? Pokuste se najít další důkazy fenoménu, který to umožnil.

Úloha 2: Vířníci

Autor: Vojtěch Brož

Počet bodů: 18,5

V této úloze se zaměříme na jednu ze skupin živočichů obývajících vodní prostředí. Jedná se o vířníky. Ač jsou to živočichové patrně méně známí, jedná se o skupinu nesmírně rozmanitou a navíc ve více ohledech biologicky zajímavou. Rozlišují se čtyři základní skupiny vířníků: Monogononta (točivky), Bdelloida (pijavenky), Seisonida a Acanthocephala (vrtejši). Zatímco zástupci prvních dvou skupin jsou vesměs volně žijící, zbylé skupiny jsou parazitické. První část úlohy se zaměří na zajímavosti týkající se dvou volně žijících skupin.

Tělo vířníků je buď červovitěho tvaru, nebo je kryto různě tvarovanou schránkou. Na zadním konci těla se obvykle nachází noha s prsty, které jsou vybaveny lepivou žlázou a slouží k přichycení se podkladu. Velice nápadná struktura, podle které získali vířníci i své jméno, je vyvinuta v přední části těla. Jedná se o koronu – soustavu brv, jež jednak napomáhá příjmu potravy a jednak může sloužit i k pohybu.



Obr. 2: Vířník *Testudinella patina*. - autor fotografie Michael Plewka, www.plingfactory.de

1. S příjmem potravy souvisí krom korony také mastax neboli žvýkáci hltan. Jedná se o strukturu typickou pro vířníky sestávající ze soustavy chitinosních zubů a sloužící ke zpracování konzumované potravy. Morfologie mastaxu je nesmírně rozmanitá, čehož se s úspěchem využívá v taxonomii. Uspořádání mastaxu je také částečně determinováno potravní strategií daného druhu.



A



B

Obr. 3: Morfologie mastaxu dvou různých druhů vířníků. - autor fotografií: Michael Plewka, www.plingfactory.de

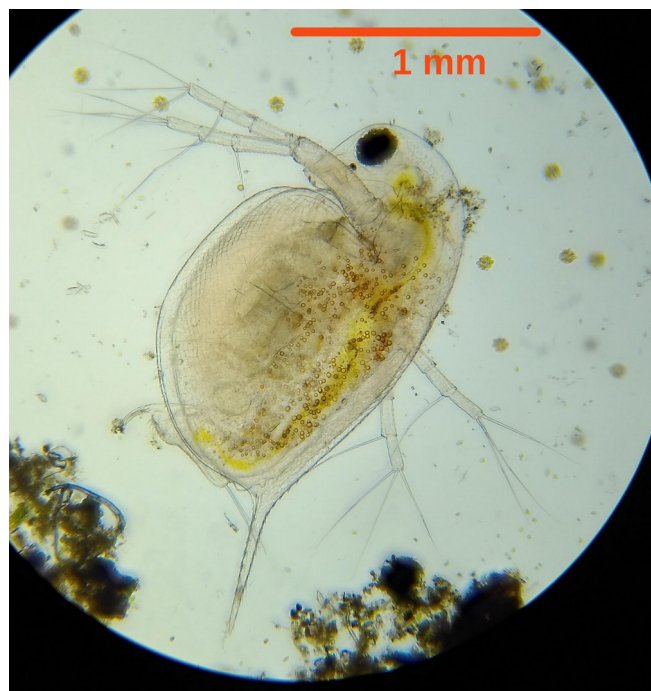
- a. Potravní strategie jsou velmi rozmanité, zde je zmíníme jen velmi stručně na příkladu planktonních zástupců. Na obrázku 3 jsou fotografie mastaxů dvou druhů, které zastupují dva hlavní typy potravních strategií nacházené u vířníků. Který mastax přísluší vířníkovi, který se živí mikrofágně (filtrací bakterií z vody), a který přísluší vířníkovi makrofágnímu (který konzumuje jednotlivé partikule potravy – často jde o dravé vířníky)?
- b. V úvodním textu bylo řečeno, že zástupci točivek a pijavenek jsou obvykle volně žijící. To však neplatí univerzálně. Zkuste najít nějakého zástupce z těchto dvou skupin, který vyznává parazitický způsob života. Uveďte též, kdo je jeho hostitelem.
2. Vířníci bývají také často potravou pro další živočichy. Aby se predaci bránili, jsou u mnohých druhů vyvinuty struktury jako jsou pevné krunýře nebo trny. U některých druhů je však přítomnost takových struktur pouze podmíněná. Na obrázku 4 vidíte dva jedince téhož druhu, kteří se výrazně liší svou morfologií. Rozdílná velikost trnů je způsobena tím, že v prvním případě se vířník vyvíjel v prostředí bez predátorů a v druhém případě v prostředí s predátory.



A



B



A



B

Obr. 4: Fotografie vířníka, který se vyvíjel bez přítomnosti predátora (A) a za přítomnosti predátora (B). Délka těla bez trnů je přibližně 130 μm . – zdroj bude uveden v autorském řešení



C



D

Obr. 5: Predátoři žijící ve vodě. - zdroje: A, D: fotografie autora úlohy, B: <https://www.mrk.cz/diskuse.php?id=613144&page=418>, C: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:GlasswormLateralView.JPG>; upraveno

- a. K vývinu výrazných trnů dochází v reakci na přítomnost pouze některých predátorů. Na obrázku 5 je vyobrazeno několik druhů potenciálních predátorů. Za přítomnosti kterých / kterého z nich očekáváte, že se zvětšené trny vířníků vyvinou? Svůj výběr zdůvodněte vysvětlením, proč si myslíte, že se vyplátí trny tvořit právě v přítomnosti vybraných predátorů.
 - b. Proč jsou trny vyvinuty jen u jedinců vystavených přítomnosti predátorů? Proč nejsou přítomny u všech jedinců?
 - c. A jak vlastně vířník pozná, zda jsou s ním ve vodě přítomni predátoři?
3. Zajímavé jsou i specifické reprodukční strategie vířníků.
- a. U točivky (Monogononta) je častá cyklická partenogenese, což je reprodukční strategie vyznačující se převládajícím asexuálním rozmnožováním, které je jednou za čas vystřídáno množením sexuálním. Jaké výhody obecně přináší sexuální rozmnožování oproti asexuálnímu? A v čem je výhodné nepohlavní rozmnožování oproti pohlavnímu?
 - b. V průběhu roku probíhá obvykle nepohlavní rozmnožování. K pohlavnímu množení dochází obvykle před koncem příznivého období, než nastoupí nepříznivé podmínky. Ty mohou být představovány zimou nebo třeba vysycháním vodní nádrže, kterou dotyční vířníci obývají. V čem je evolučně výhodné právě ta-

kové načasování jednotlivých typů množení? S tím souvisí i odlišnost vajíček vzniklých pohlavním a nepohlavním procesem. V čem se tyto dva typy vajíček liší?

- c. U následujících jedinců napište, zda jejich vývoji obvykle předchází redukční dělení a splynutí pohlavních buněk:

samice vylíhlá uprostřed příznivé sezóny, samice z první generace jedinců vylíhlých na jaře, samec
 - d. Jmenujte další dvě skupiny živočichů, u kterých je známa cyklická partenogenese.
 - e. Pijavenky (Bdelloida) postrádají sexuální rozmnožování pravděpodobně úplně. Absence sexu u takto velké (a staré) skupiny je (nejen) mezi živočichy značně neobvyklým jevem. U které další skupiny živočichů se zdá, že pohlavní rozmnožování dlouhodobě chybí?
 - f. Jak jste již zjistili v podotázce a., nepohlavní množení s sebou nese jisté nevýhody. O jakých mechanismech se předpokládá, že mohou u pijavenek tyto nevýhody kompenzovat?
4. Životní cykly bývají ovlivněny i tím, že mnoho vířníků obývá prostředí ze své podstaty nestálá, která jednou za čas mohou vyschnout. Může se jednat o dočasné tůně, různé louže, fytotelmy atd. To platí obzvláště pro pijavenky, jejichž nemalá část obývá další podobně nestálý habitat – vodu vázanou v půdě.
- a. O tom, v jakých stádiích přecházejí nepříznivá období točivky, byla již řeč v předchozí otázce. V jakých stádiích ale přecházejí nepříznivá období pijavenky?
 - b. Stručně popište, k jakým změnám dochází u pijavenky, která se chystá přestat např. vyschnutí.
- Jak bylo zmíněno v úvodu zástupci zbylých dvou skupin – Seisonida a Acanthocephala (vrtejši) – jsou parasičtí. Mezi oběma skupinami nalezneme mnoho rozdílů.
5. Jak obecně vypadají životní cykly vrtejšů a zástupců skupiny Seisonida?
 6. Vrtejši a vířníci vypadají na první pohled velmi odlišně. O příslušnosti vrtejšů mezi vířníky proto nebylo dlouho jasno. Zřetelně na ni ukázala molekulární fylogenetika. Existují ale i morfologické znaky společné oběma skupinám, které na příbuznost také ukazují. Jmenujte jeden takový.
 7. Existují i vrtejši, kteří mohou jako definitivního hostitele nakazit savce, dokonce i člověka. Jak se jmenuje druh, kterým se může nakazit člověk? Při jaké činnosti obvykle docházelo k nákaze?
 8. Na obrázku 6 je blešivec vypadající neobvykle kvůli přítomnosti výrazné oranžové tečky. Čím je způsobena její přítomnost a k čemu je jejímu tvůrci dobrá?



Obr. 6: Blešivec s oranžovou tečkou. – autor fotografie: Ernie Cooper (<https://macrocritters.wordpress.com>)

Úloha 3: Běžný den v živote biochemika

Autor: Jana Hannelová

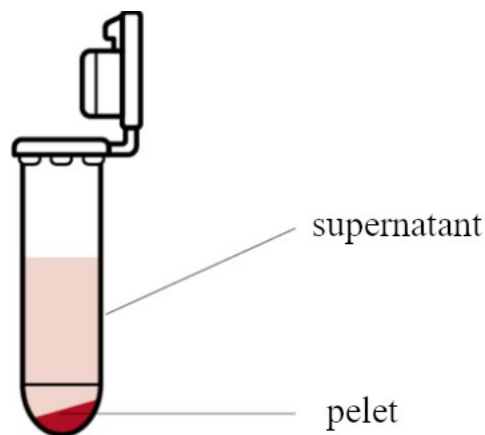
Počet bodů: 21

Krv je zložená z množstva buniek suspendovaných v krvnej plazme. Najpočetnejšou skupinou týchto buniek sú erytrocyty, nazývané aj červené krvinky, ktorých najdôležitejšia úloha je zásobovať tkanivá kyslíkom. Sú bikonkávneho tvaru, čo im dodáva flexibilitu, a preto sú schopné prejsť aj kapilármi užšími, ako je ich priemer (približne $7\mu\text{m}$). Ľudské erytrocyty, na rozdiel od väčšiny buniek, nemajú mitochondrie, jadro, Golgiho aparát ani endoplazmatické retikulum. Ich cytoplazma obsahuje takmer výhradne hemoglobín (Hb), čo je heterotetramér obsahujúci 4 hemové skupiny, v ktorých je koordinovanou väzbou naviazané železo. Jeho koncentrácia v krvi sa pohybuje v rozmedzí od 130 - 176 g/l pre mužov a 120 - 160 g/l pre ženy. Nízke hodnoty hemoglobínu majú rôzne príčiny a môžu naznačovať prítomnosť rôznych chorobných stavov. V tejto úlohe sa pozrieme na to, ako sa dá koncentrácia hemoglobínu experimentálne určiť v laboratóriu, pričom sa taktiež bližšie oboznámime s niekoľkými laboratórnymi technikami bežne používanými v praxi.

1. Zanietený študent biochémie Bioslav Biomilný sa vo svojom voľnom čase rozhodol určiť koncentráciu hemoglobínu vo vzorke krvi, ktorú sa mu potajomky podarilo ukradnúť z laboratória. Ako múdry študent vie, že sa nejedná len o samotnú krv, ale že do nej bola pridaná ešte jedna látka, ktorá je nevyhnutná na jej uskladnenie (vzorka krvi sa skladala z 9ml krvi a 1ml neznámej látky). Vašou prvou úlohou bude zistiť:

- O akú látku sa jedná (stačí všeobecne)?
- Aká je jej funkcia?

V prvom kroku je potrebné oddeliť erytrocyty od zvyšku krvi. To sa dá efektívne dosiahnuť použitím centrifúgy, čo je prístroj, ktorý dokáže oddeliť látky na základe ich hustoty použitím sedimentačného princípu. Centrifugálne zrýchlenie spôsobí, že hustejšie častice sa usadia na dne skúmavky (táto časť sa nazýva pelet), pričom tie s menšou hustotou ostanú vo vrchnej časti (nazývanej supernatant) (Obr. 7).

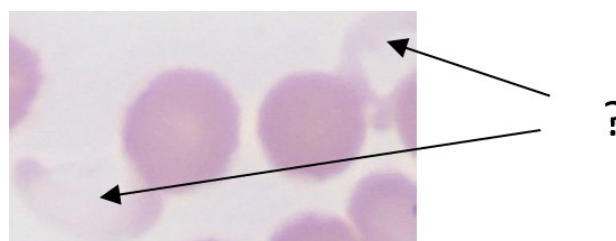


Obr. 7: Výsledok centrifugácie. – <https://handling-solutions.ependorf.com/sample-handling/centrifugation/safe-use-of-centrifuges/basics-in-centrifugation/>

Bioslav prepipetoval 2ml krvi do centrifugačnej skúmavky a túto vzorku centrifugoval 5 min (3000 rpm, 1000 g). Po ukončení centrifugácie odstránil supernatant a 0,5ml peletu následne rozsuspendoval v 5ml destilovanej vody. 1ml tohto roztoku následne centrifugoval 2 min. použitím mikrocentrifúgy (ktorá je silnejšia ako klasická centrifúga a vie vyvinúť väčšie zrýchlenie – 13000 rpm, 11500 g). Po centrifugácii Bioslav opatrne oddelil supernatant červenkastej farby od svetlejšie zafarbeného peletu a premiestnil ho do čistej skúmavky. 0,5ml tohto supernatantu následne rozsuspendoval v 4,5ml destilovanej vody, čím získal 5ml zásobného roztoku pre ďalšiu analýzu.

2. Na základe týchto informácií skúste povedať:

- Čo obsahoval pelet a supernatant po prvej centrifugácii (3000 rpm, 1000 g)?
- Čo sa stalo s peletom po jeho rozsuspenderovaní v destilovanej vode a prečo?
- Čo obsahoval pelet a supernatant po druhej centrifugácii (13000 rpm, 11500 g)? (Pomôcť vám môže obrázok 8.)

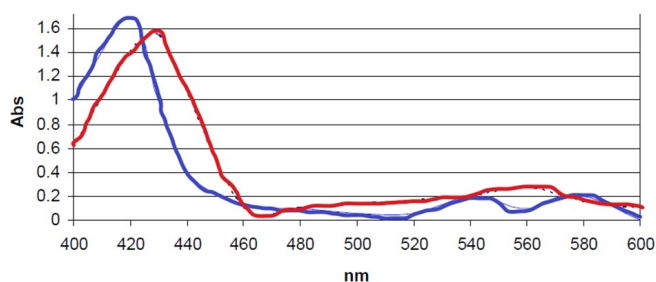


Obr. 8: Štruktúry označené otáznikom sa nachádzajú v pelete po druhej centrifugácii.. Čo podľa Vás zobrazujú? – Zdroj uveden: v autorskom riešení.

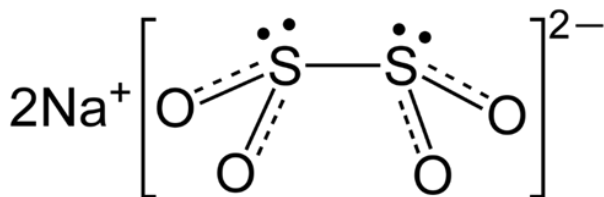
Jedná z nevýhod kariéry biochemika je, že chemické zlúčeniny, ktoré sú predmetom ich každodennej práce, sú tak malé, že je veľmi ťažké ich vizualizovať. Bioslava ale tento fakt neodradil, pretože pozná rýchlu a pomerne ľahko realizovateľnú techniku, pomocou ktorej sa vie presvedčiť, že sa mu naozaj podarilo zo vzorky krvi izolovať hemoglobín. Jedná sa o spektroskopiu, čo je, jednoducho povedané, fyzikálna metóda, ktorá nám umožňuje zistiť molekulárnu štruktúru určitej látky pomocou absorpcie, rozptylu alebo emisie elektromagnetického žiarenia danou látkou. Elektromagnetické žiarenie je spektrum vln s rôznou vlnovou dĺžkou a energiou, zahŕňajúc extrémne krátke vysokoenergetické vlny (napríklad

röntgenové vlny) a taktiež vlny s veľkou vlnovou dĺžkou a nízkou energiou, ako napríklad rádio vlny. Súčasťou elektromagnetického žiarenia je aj viditeľné svetlo, ktorého vlnová dĺžka je v rozmedzí od 400 nm do 700 nm. Rôzne látky absorbujú elektromagnetické žiarenie rôznej vlnovej dĺžky, čo je spôsobené tým, že absorbované žiarenie musí mať zodpovedajúcu energiu na to, aby spôsobilo excitáciu danej látky z nižšej do vyššej energetickej hladiny. Zjednodušene by sa dalo povedať, že na základe toho, ktoré vlnové dĺžky elektromagnetického žiarenia daná látka absorbuje, vieme určiť jej molekulárnu štruktúru. Spektrofotometer je prístroj, ktorý nám vie povedať nie len to, aké vlnové dĺžky daná látka absorbuje, ale aj s akou relatívnou intenzitou, čo sa nazýva spektrum danej látky.

Bioslav sa rozhodol získať absorpčné spektrum hemoglobínu, ktorý sa mu podarilo izolovať. Zásobný roztok, ktorý si pripravil zo supernatantu po 2. centrifugácii, napipetoval do kyvety pre meranie v spektrofotometri. Po následnej analýze pomocou spektrofotometra získal jedno zo spektier zobrazené na obrázku 9. Bioslav sa rozhodol experimentovať ďalej. Do zásobného roztoku pridal niekoľko mg látky, ktorej chemická štruktúra je zobrazená na obrázku 10. Po analýze v spektrofotometri získal trochu odlišné spektrum v porovnaní s tým prvým, ktoré je tiež zobrazené na obrázku 9.



Obr. 9: Dve rozličné absorpčné spektrá hemoglobínu získané analýzou v spektrofotometri. – Zdroj uveden v autorskom riešení.



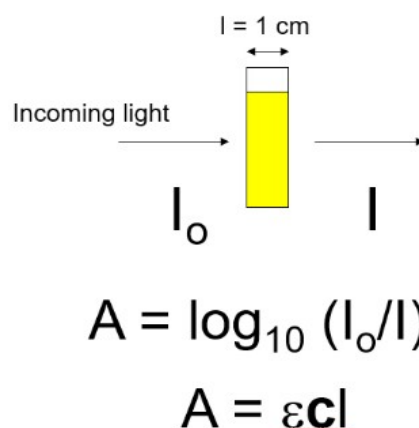
Obr. 10: Neznáma chemická látka. – Zdroj uveden v autorskom riešení.

3. Vašou úlohou je zistiť:

- Čo obsahovala prvá vzorka pripravená zo zásobného roztoku?
- Ktoré spektrum zodpovedá prvej analýze vzorky?
- Ako sa nazýva látka na obrázku 10 a čo spôsobilo jej pridanie do vzorky?
- Čo obsahovala druhá vzorka po pridaní neznámej látky?
- Ktoré spektrum zodpovedá druhej analýze vzorky?

Spektroskopia nám neposkytuje len informácie o štruktúre danej látky na základe toho, aké vlnové dĺžky absorbuje, ale je to tiež často používaná technika na zistenie koncentrácie danej látky v roztoku. V tejto časti si priblížime techniku nazývanú UV-visible spektroskopiu. Ako napovedá už samotný názov, táto technika je vhodná na analýzu látok, ktoré absor-

bujú elektromagnetické žiarenie v oblasti ultrafialového a viditeľného svetla. Jej princíp spočíva v tom, že látka, ktorú skúmame, je osvetlená monochromatickým svetlom (svetlom s určitou vlnovou dĺžkou), ktoré daná látka absorbuje najlepšie, pričom túto hodnotu získame použitím spektrofotometra. Svetlo absorbované danou látkou, čiže absorbancia A , je dekadický logaritmus pomeru svetla, ktorým je látka osvetlená a svetlom, ktoré látkou nie je absorbované. Našťastie sa týmto výpočtom nemusíme zaoberať, kdeže ten je priamo realizovaný samotným spektrofotometrom, ktorý nám poskytne už výslednú absorbanciu A . Koncentráciu látky vieme následne vypočítať použitím Beer-Lambertovho zákona (Obr. 11), ktorý hovorí o tom, že absorbancia je priamo úmerná koncentrácii danej látky c [mol/l], hrúbky kyvety l [cm] a veľičine nazývanej molárny absorbný koeficient ϵ [M⁻¹.cm⁻¹], čo je absorbancia 1M roztoku danej látky pri určitej vlnovej dĺžke v kyvete s hrúbkou 1cm (jej hodnoty pre rôzne látky môžeme nájsť v odbornej literatúre).



Obr. 11: Beer-Lambertov zákon. A – absorbancia, ϵ – molárny absorbný koeficient, c – koncentrácia, l – hrúbka kyvety, I_0 – prichádzajúce svetlo, I – odchádzajúce svetlo

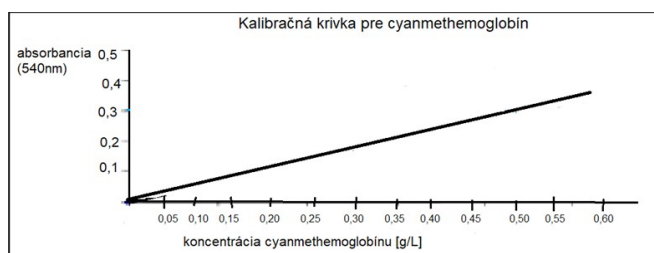
4. Bioslav sa rozhodol zistiť koncentráciu hemoglobínu v krvi použitím spektrofotometrie.

- Skúste sa zamyslieť nad tým, akému problému môže Bioslav čeliť pri zisťovaní koncentrácie hemoglobínu vo svojej vzorke? (pomôcka: skúste sa zamyslieť nad princípom spektroskopie opísaným vyššie a taktiež sa skúste pozrieť na obrázok 11)
- Ako tento problém vyrieši pridanie činidla nazývaného cyanmet (alkalický roztok hexakynoželezitanu draselného $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ a kyanidu draselného KCN)?
- Pri pipetovaní vzorky do kyvety použil Bioslav Pasteurovu pipetu, pomocou ktorej nie je možné napipetovať presný objem látky. Dopustil sa takto chyby a mal by použit' automatickú pipetu, s ktorou vie odmerať presný objem alebo objem skúmanej látky môžeme pri analýze v spektrofotometri zanedbať? Svoju odpoveď zdôvodnite.

5. V poslednej otázke sa budeme venovať výpočtu koncentrácie hemoglobínu v našej vzorke krvi. Bioslav si pripravil vzorku nasledovne: 1ml zásobného roztoku zmiešal s 10ml činidla cyanmet. Lenže ako správny biochemik vie, že pred samotným použitím spektrofotometra na skúmanie konkrétnej vzorky je nevyhnutné ho nakalibrovať, keďže aj samotná kyveta a iné látky, ktoré obsahujú náš

roztok, do istej miery absorbujú alebo rozptyľujú elektromagnetické žiarenie. To dosiahneme použitím takzvaného „blanku“ (z angličtiny = prázdny). (Poznámka: analogicky to môžeme porovnať k váženiu múky pri pečení. Najprv na váhu položíme prázdnu nádobu, váhu následne vynulujeme a až potom môžeme odvážiť požadované množstvo múky.)

- Uvedte, ako má Bioslav pripraviť správny blank na kalibráciu spektrofotometra.
- Po kalibrácii spektrofotometra si Bioslav uvedomil, že má ďalší problém. Nikde v odbornej literatúre nevedel nájsť molárny absorpčný koeficient cyanmethemoglobínu, čo znamená, že nebude môcť použiť Beer-Lambertov zákon na výpočet koncentrácie. Keďže je ale veľmi šikovný a vynaliezavý študent, prišiel na to, že koncentráciu hemoglobínu vie zistiť aj iným spôsobom, a to použitím kalibračnej krivky, ktorú si môže zostaviť. A to tak, že odmeria absorbanciu 3 roztokov cyanmethemoglobínu so známou koncentráciou, ktoré má k dispozícii. Na základe týchto hodnôt následne zostaví kalibračnú krivku, ktorá je zobrazená na obrázku 12. Vašou úlohou je teraz pomocou tejto krivky určiť koncentráciu cyanmethemoglobínu v [mol/l] v skúmanej vzorke, ktorej absorbancia je 0.3 (cyanmethemoglobín má relatívnu molekulovú hmotnosť takú istú ako hemoglobín, čo je $M_r = 68\,000$). Výsledok zaokrúhlite na 1 desatinné miesto.



Obr. 12: Kalibračná krivka pre cyanmethemoglobín.

- Pomocou predchádzajúceho výpočtu koncentráciu cyanmethemoglobínu sa následne pokúste vypočítať koncentráciu hemoglobínu v nezriedenej vzorke krvi, s ktorou Bioslav pracoval. (Pomôcka: zoberte do úvahy všetky riedenia, ktoré uskutočnil)
- Na základe tejto koncentrácie posúďte, či je pacient, ktorého krv sme analyzovali, zdravý alebo trpí nejakým ochorením. Ak áno, uvedte, ako sa nazýva stav, kedy má koncentrácia hemoglobínu v krvi takúto hodnotu.

Úloha 4 (experimentálna): Všetní den na louce

Autor: Stanislav Vosolsobě

Počet bodů: 20

Všetchny děje v přírodě podléhají denním cyklům a povětrnostním vlivům. Nejlépe to lze pozorovat na květech a jejich opylovačích. Poznat principy přírodních procesů je v tomto případě velmi snadné, stačí si sednout do louky, vzít lupu a pozorovat. Takže vzhůru do toho! Nejlepší je být v přírodě od samotného rozbřesku, takže pokud nemáte možnost bydlet někde v přírodě, zabalte spacák a přespěte přímo na místě!

Cílem květů je přenést pyl, hmyz zase potřebuje pyl a nektar jako potravu. Ale příroda nemá jen přívětivou tvář. Vlhkost ve formě rosy či deště - to jsou všechno faktory, které nesvědčí ani pylu, ani hmyzu. A podobně nemá smysl aby rostlina kvetla v noci, když její opylovači létají ve dne...

Vášim úkolem bude vybrat si na vaší lokalitě (může to být klidně i zahrada či trocha vegetace v parku) několik druhů rostlin a zjistit, v jakou část dne otevírají květy a kdy pak otevírají prašníky. Zároveň sledujte i aktivitu hmyzu - létá hmyz po celý den, nebo v některé hodiny častěji? A jak se rostliny a hmyz chovají, pokud je zima, pošmourno nebo dokonce prší?

Rostliny si označte štítky a květy, které se otevřely, si můžete označit tečkou lihovým fixem, abyste měli dobrý přehled, kolik květů se otevírá daný den. Otevření prašníků lze sledovat lupou nebo dotykem prstu, zda-li se na něm zachytává pyl. Aktivitu hmyzu můžete sledovat třeba tak, že si po určité době (10 - 20 minut) budete zapisovat, kolik jedinců spatříte na vymezené ploše (třeba 5x5 metrů). Chcete-li získat zvláště precizní data, můžete dokonce zaznamenávat i jednotlivé návštěvy na vybraných rostlinách. Nemusíte hmyz určovat přesně, stačí do hlavních skupin (včela, čmelák, pestřenka,...). Dále si zaznamenávejte stav počasí: oblačnost se udává jako pokryvnost v osminách plochy oblohy (a je dobré rozlišit nízkou, střední a vysokou oblačnost). Nemáte-li měřicí přístroj, vítr, teplotu a vlhkost zaznamenejte alespoň pocitově (nebo převezměte data z nějaké blízké meteorostanice, viz <http://portal.chmi.cz/aktualni-situace/aktualni-stav-pocasi/ceska-republika/stanice/grafy-automatickych-stanice>). A pokud je vegetace mokrá od rosy či deště, zaznamenejte i to.

- Uvedte některé příklady toho, jak může být pyl v květu chráněn před povětrnostními vlivy.
- Popište u vámi vybraných rostlin, zda-li je jejich pyl v květech chráněn či nikoliv. Ideální je sledovat v rámci vašeho pokusu oba typy, ale s nekrytými se lépe dělá dlouhodobé pozorování, protože nemusíte destruovat květ a navíc je jejich reakce na počasí zajímavější.
- Popište a doložte grafy, jak se během dne vyvíjí květ (otevření okvětních plátků, prašníků, růst blizen). Snažte se najít odpověď na tyto otázky: Preferuje rostlina určitou denní dobu pro aktivaci květu? Jak dlouho je květ konkrétního druhu aktivní? Kdy se otevírají tyčinky a jak dlouho poskytují pyl opylovačům? ...
- Podobné pozorování proveďte i pro hmyz. Kdy se hmyz probouzí? A kdy chodí spát? Pokuste se vytvořit graf denní aktivity hmyzu na základě frekvence jeho pozorování na vymezené ploše.
- A pokud globální oteplování dá a budete mít v létě štěstí na alespoň jeden den ošklivého počasí, opakujte pozorování i tehdy. Zkoumejte, zda-li létá hmyz, jak se květy otevírají a zda-li je uvolňován pyl z prašníků
- Pozorování shrňte diskuzí, pokuste se vyvodit nějaké obecně platné a zajímavé poznatky. Nalézáte nějakou souvislost mezi aktivitou hmyzu a rostliny? Jak moc může rostlinu ovlivnit nenadálé špatné počasí a jak vůbec na počasí rostlina reaguje?
- Pokuste se vytvořit stručné shrnutí vašich výsledků do několika vět (bodů), které popíšou, to hlavní, co jste zjistili a doplňte to obrazovým schématem, grafem a podobně, který ilustruje hlavní výsledek (například denní aktivitu při špatném a pěkném počasí; inspiруйте se tím, co se na-

zývá „graphical abstract“ v odborných člancích). Tento výstup pak rádi převezmeme do autorského řešení, aby ukazoval nejzajímavější výsledky vašich experimentů.

