

3. ročník (2018/2019)



3. SADA

Termín odevzdání: 15. března 2019



Jan Mičan

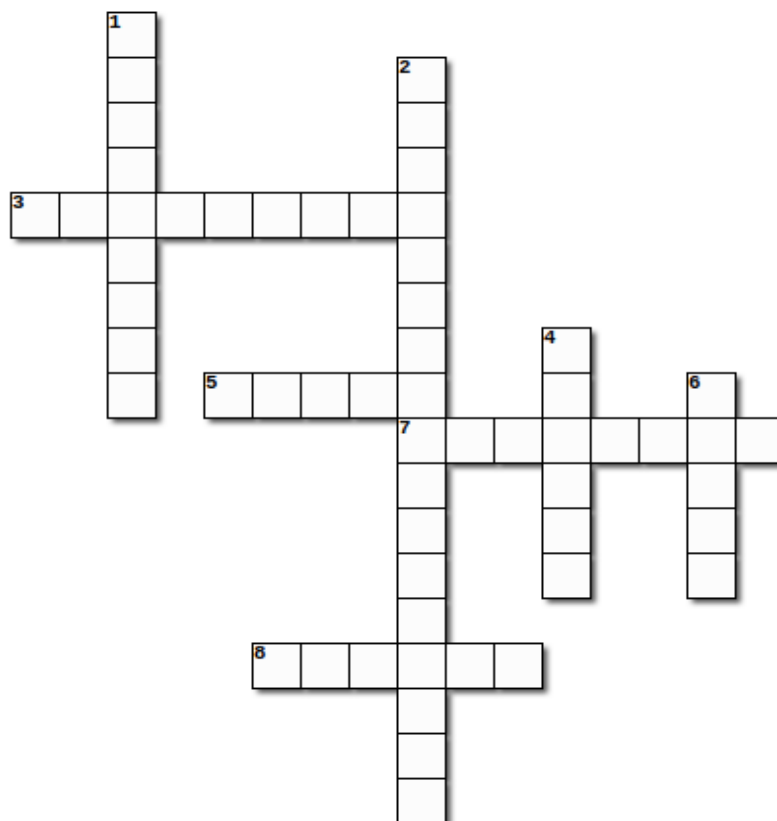
1. Úloha na sílu!

20 bodů

Svaly zaujmají více než třetinu naší hmotnosti. I když mluvíme o normálním člověku, ne o silákovi dole na obrázku, většina naší interakce se světem se děje skrz ně. Souhra pohybů vyžadující složité řízení a co nejvyšší energetickou efektivitu jak při krátkodobé, tak při mnohahodinové zátěži. To by v tom byl čert, abychom jako živočichové neměli spoustu zajímavých adaptací a mechanismů, a aby o tom nebyla v IBISu úloha. Na začátku se zaměříme na mechanismus, jakým se my a ostatní živočichové pohybujeme, a to od toho nejmenšího rozlišení až po důsledky na celé tělo.



1. Vyřeš následující křížovku odhalující názvy nezbytných součástí, ze kterých si poskládáme "buňku" příčně pruhovaného svalu. Proč je buňka v uvozovkách? [4 b]



3. jak se jmenuje bílkovina, která dává masu a svalům červenou barvu?

5. protein tvořící většinu buněčné kostry - cytoskeletu, nejen ve svalových buňkách.

7. tento protein má 3 typy T, I a C.

8. ve funkční jednotce svalu má enzymatickou aktivitu

1. základní funkční jednotka příčně pruhovaného svalu

2. 'palivová molekula' spotřebovaná při svalovém stahu.

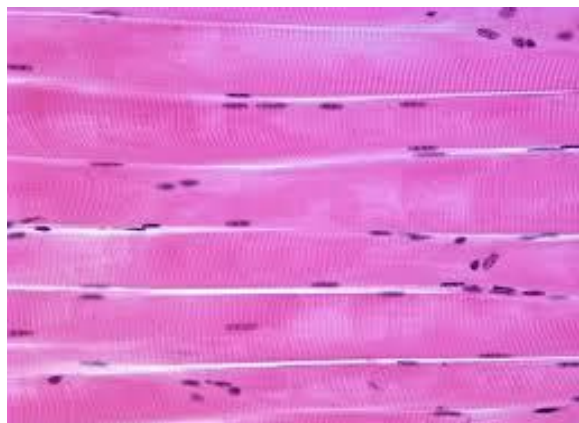
4. jeho nedostatek způsobuje mimo jiné svalovou ochablost. Je nutný pro svalový stah a proti ostatním součástím je velice malý.

6. velmi elastický, pravděpodobně nejdelší lidský protein

2. Vezmi si papír, něco na kreslení a pomocí jemné motoriky nakresli barevně svalovou buňku. Vyznač všechny komponenty, které jsi objevil/a v úloze předchozí. [4 b]

3. Tak buňku už máme, pojďme provést svalový stah. Doplň slova do následujícího odstavce. Doplň jedno slovo, pokud není uvedeno jinak. [9 b]

Svalový stah příčně pruhovaného vlákna vyvolává impuls od nervové buňky, ke kterému dojde na místě na membráně zvaném ... (2 slova). Na ni zevnitř těsně přiléhá membrána ... (2 slova). Přes soustavu receptorů je předán signál a do cytoplazmy se vylévá ... (1 nebo 2 slova, záleží na tobě). Tento iont se v cytoplazmě váže na ... typu... Ten se oddělí od ... a tím uvolní místo, kam se může následně vázat ... Navázání vyvolá změnu tvaru do ohnuté formy, což způsobí posun ... a zkrácení ... Molekula, která se předtím ohnula a dostala se do stavu s nízkou energií, se musí opět napřímít, což vyžaduje energii ve formě ... Celý cyklus pak může začít znova.



4. Vznik svalového stahu jsme si vysvětlili, ale co jeho zánik? Dalo by se říct, že pro pokračování stahu jsou nutné dvě věci, a to vápenatý iont a ATP jako zdroj energie. Jakým způsobem se dostane vápník od svalového vlákna pryč? [2 b]

5. Gustav Frištenský, jehož vidíš na obrázcích v celkovém pohledu (první strana této úlohy) a pod mikroskopem (tato strana) nebyl silný jen na těle, ale i na duši, a podporoval proto protinacistický odboj za druhé světové války. Byl vězněn v koncentračním táboře a vyslýchán, smrti z rukou nacistů však unikl a zemřel v úctyhodném věku 77 let. Jaký důsledek měl mechanismus zmíněný v předchozí úloze na jeho muskulaturu poté, co zemřel? [1 b]

6. Pokusím se Gustavovi přiblížit a udělám 50 kliků. Pošli svůj tip času, za jak dlouho se mi to podaří (sekundy, minuty, hodiny, dny, roky...). Tři nejlepší odhady budou jmenovány v autorském řešení. [0 b, bonusová úloha]

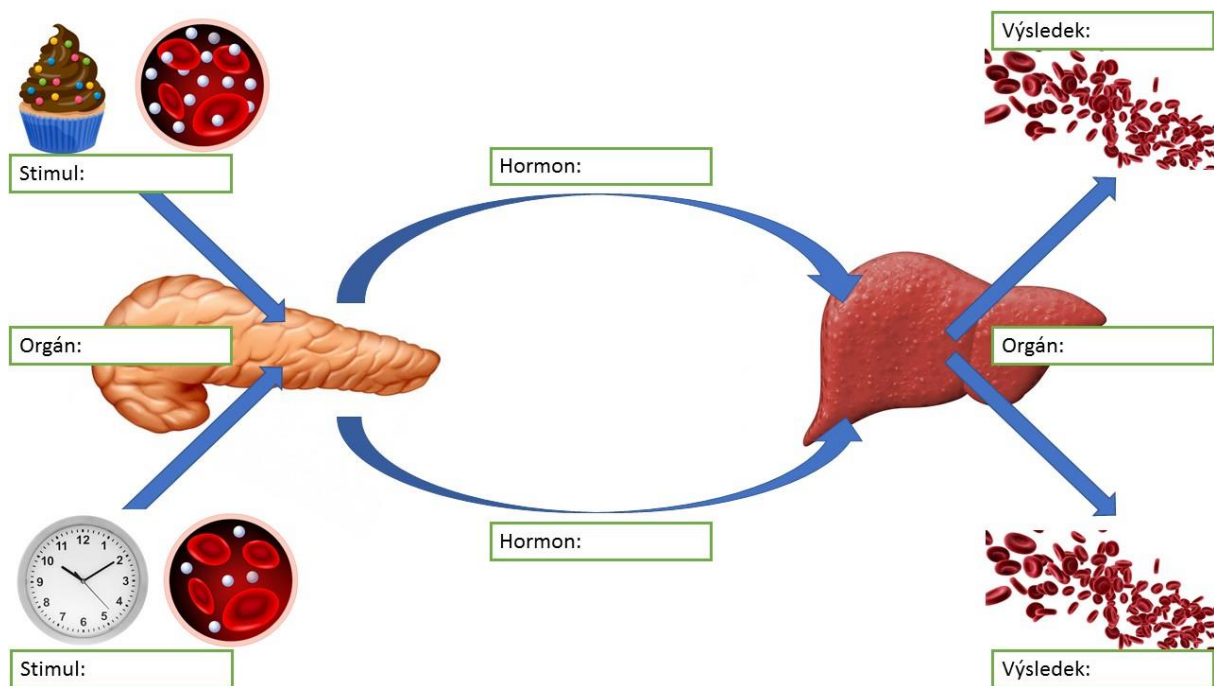
Adéla Indráková

2. Vrána k vráně sedá,...

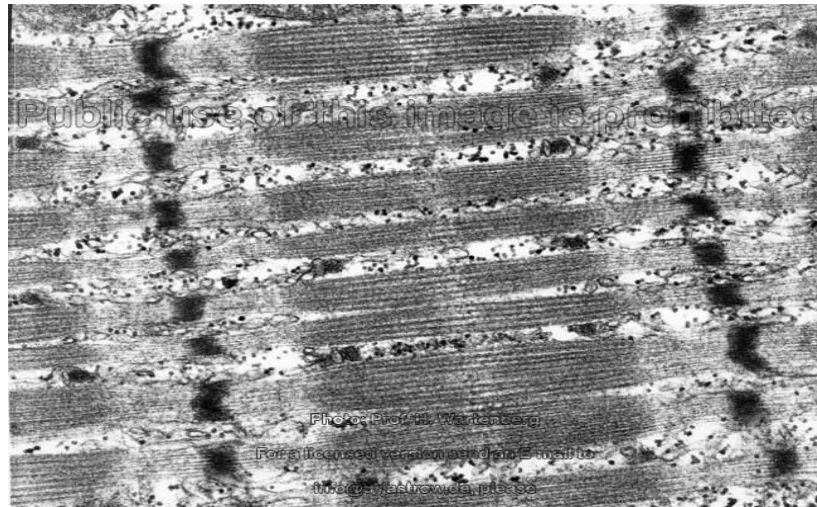
20 bodů

... rovný rovného si hledá. Aneb když se jednodušší molekuly párují či sdružují s jinými molekulami, aby vytvořily makromolekuly. U sacharidů, jak jste se dozvěděli minule, se monosacharidy slučují v disacharidy až polysacharidy. A jedním pro lidský organismus významným polysacharidem je glykogen.

1. Kde se u lidí nachází glykogen? Jaká je jeho funkce? [1 b]
2. Jestliže jsou zásoby glykogenu v těle vyčerpány, které další látky tělo využije? [1 b]
3. Na regulaci syntézy a degradace glykogenu se podílí dva důležité hormony a dva důležité orgány. Které? Doplňte a **popište** zpětnovazebnou regulaci a faktory, které ji ovlivňují. [2 b]



4. V jaké formě je glykogen uložen v následující tkáni? Jak taková struktura s glykogenem vypadá (co je uvnitř, chemická vazba, uspořádání podjednotek)? Načrtněte a popište ji! [2 b]



V přírodě se však nekombinují jen cukry s cukry a lipidy s lipidy. Mnohé důležité látky jsou kombinací bílkovin, tuků, iontů, sacharidů či rovnou všech jmenovaných.

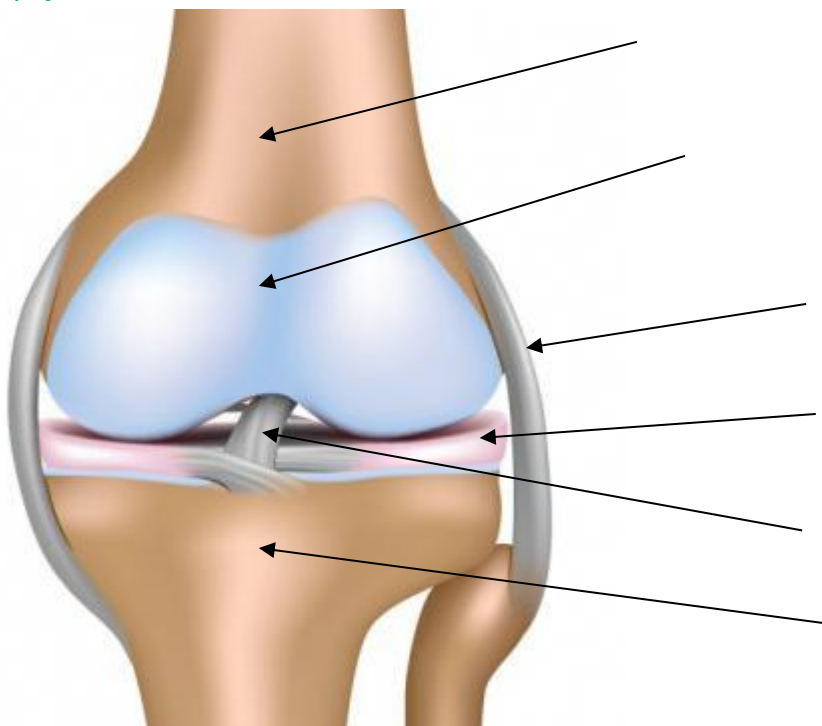
5. **Objasněte pojmy proteoglykan a glykoprotein.** [1 b]

Proteoglykany jsou významnou součástí extracelulární matrix a hlavně kloubů. V mnoha reklamách nabízejí látky pro výživu kloubů, jako jsou chondroitin sulfát, glukosamin sulfát a kyselina hyaluronová.

6. **Načrtněte strukturu proteoglykanu chrupavky s vyznačením látek z předchozího textu.**
[1 b]

7. **Jakým způsobem se vytváří kloubní chrupavka?** [1 b]

8. **Na obrázku vidíte kolenní kloub. Popište důležité anatomické struktury kloubního spojení.** [1 b]



9. Zamyslete se nad tím, jak se potrava vstřebává a srovnajte to s tím, jak by nám dané přípravky měly pomoci. [1 b]
10. Glykoproteiny zastávají v organismu mnohé důležité funkce. Doplňte je do následující tabulky spolu s krátkým popisem struktury a složení uvedeného glykoproteinu. [5 b]

Glykoprotein	Funkce	Struktura
Kolagen		
Kalnexin		
Thyrotropin		
Mucin		
Lektin		
Imunoglobulin		
Alkalická fosfatáza		
Transferrin		
Notch1		
Interferon		

11. Poznej, o který glykan se jedná! [1 b]

V roce 1916 oznámila Světová zdravotnická organizace objev, v roce 1935 proběhly první klinické studie a od té doby se nachází na seznamu nejdůležitějších látek v medicíně. Používá se při léčbě žilní trombózy, plicní embolie a infarktu. Aplikuje se injekčně do podkoží nebo do žíly. Závažným vedlejším účinkem při použití tohoto léčiva je trombocytopenie.

12. Jakým mechanismem přispívá k léčbě a prevenci nemocí? [1 b]
13. Jaká další léčiva mají podobný účinek? Jmenujte alespoň dvě. [1 b]
14. Základními stavebními jednotkami této látky jsou disacharidy. Které? [1 b]

Marie Hájková, Daniel Pluskal

3. O barevných kuřatech

20 bodů

Papoušci. Majestátná, prudce inteligentní a až nadpozemsky hlučná stvoření, která obývají všechny tropické i subtropické regiony na Zemi. Už po tisíce let svou pestrobarevností a krásou udivují lidské kultury zejména Asie a Jižní Ameriky, což dokládá jejich vyobrazení v brazilských jeskynních malbách, výskyt v polynéské, peruánské nebo čínské lidové i náboženské slovesnosti, ale například i v nám blízkých Ezopových bajkách. Papoušci dle způsobu života a prostředí, ve kterém žijí, nabývají mnoha barev i velikostí.

1. Který papoušek je největší? Který nejtěžší? Který nejmenší? Kde se tyto papoušci přirozeně vyskytují? [1 b]
2. Existuje nějaká základní nebo doplňková barva, která se u papoušků vůbec nevyskytuje? Pokud ano, která to je? [1 b]

Ochranné zbarvení je velmi důležitou vlastností potřebnou pro přežití organismu. Živočichové nabývají většinou nenápadných odstínů, aby splynuli s prostředím, nebo pestrých a ostrých barev, aby upozornili na svou nebezpečnost nebo jedovatost. Někdy se může vyskytnout tzv. mimetismus, kdy neškodné organismy svým zbarvením napodobují zbarvení nepřibuzného a už ne zcela neškodného druhu.

3. Jak je možné, že papoušci prosperují i přes své výrazné zbarvení? [1 b]

Papoušci se jako řád taxonomicky dělí na tři čeledi a těmi jsou *Psittacoidea*, „praví“ papoušci, *Strigopoidea*, novozélandští papoušci, a *Cacatuoidea*, kakaduovití. U papoušků poslední zmíněné čeledi se objevuje velice výrazný znak, takzvaná chocholka, pernatý útvar na vršku hlavy, z jehož pozice můžeme usoudit mnohé například o tom, jak se papoušek cítí. Řeč těla je u papoušků obecně velmi důležitá také pro komunikaci anebo při námluvách.

4. Vezměme si za model korelu chocholatou (*Nymphicus hollandicus*). Tento pták je za andulkami druhý nejčastěji podomácku chovaný papoušek a právě řeč těla je pro chovatele velmi důležitá. Co může chovatel usoudit z následujících příkladů? [2 b]
 - a. Chocholka volně přitažená k hlavě, konec chocholky zdvižený, korela píská.
 - b. Chocholka zdvižená a rovná, natažený krk.
 - c. Chocholka pevně přitažená k hlavě, konec chocholky natažený, korela syčí.
 - d. Korela ťuká zobákem o nějaký předmět.
 - e. Korela stojí na jedné noze, druhá je přitažená k břichu, hlava otočená a uložena mezi peřím na zádech.

Vlastností, kterou papoušci vynikají nad ostatními ptáky, je jejich inteligence a významná schopnost se učit. Někteří divocí papoušci zvládnou velmi dobře používat jednoduché nástroje a řešit logické problémy, přičemž dodnes není jasné, zda je tohle chování u papoušků

instinktivní, nebo se jej učí od svých rodičů. Nejvýraznější demonstrací učení papoušků je jejich schopnost napodobovat různé zvuky včetně lidské řeči, kterou dovedou v některých případech také chápat a asociovat s určitými událostmi, což bylo dokázáno například studiem žako šedého (*Psittacus erithacus*) jménem N'kisi. Slovník tohoto papouška sestával ze zhruba 950 slov, které dovedl využívat v kontextu a formulovat je do syntakticky i gramaticky správných vět, přičemž nebyl závislý na naučených frázích – dokázal například odvozovat časování sloves, která neznal, nebo dokonce pojmenovávat předměty, které nebyly v jeho slovníku, kombinací slov, která znal.

5. Dalším pozoruhodně učenlivým papouškem byl Alex. Proč byly studie provedené na něm tolik významné? Proč se papoušek jmenoval právě Alex? Jaké mentální úrovně dosahoval ve srovnání s člověkem? [1 b]
6. Papoušci dovedou napodobovat slova, přestože nemají hlasivky. Který orgán tedy využívají při mluvení a ostatních hlasových projevech? Kde se tento orgán nachází? [1 b]
7. Primáti a savci obecně využívají pro proces poznání a učení mozkovou kůru. Jak je tomu u papoušků? [1 b]

Anatomie papoušků je ve velké míře podobná anatomii ostatních příslušníků ptačí říše. Co je ale pro papoušky typické, je jejich masivní a velmi silný krátký zahnutý zobák a také nohy, které jsou schopny využívat jako nástroj lépe než jakýkoliv jiný pták. Postavení prstů na noze papouška je vhodné k uchopení předmětu a tedy využití nohou jako lidské ruky.

8. Jaký typ nohy pozorujeme u papoušků? Vyskytuje se u nich lateralita (dextralita/sinistralita)? Pokud ano, která lateralita mezi papoušky převažuje? [1 b]
9. Z jistého důvodu je studium divokých papoušků metodou značkování (kroužkování, wing tagging) velmi problematické a u větších papoušků často neuskutečnitelné. Co je tímto důvodem? Neuvažujte legislativní překážky. [2 b]
10. Čím se papoušci živí? Co je zajímavého na výživě papoušků podčeledi loriové (*Lorinae*)? Proč se Nestoru kea (*Nestor notabilis*) přezdívá „požírač ovcí“? [1 b]
11. Proč je možné pozorovat divoké papoušky, jak pojidají mokré jíly? [1 b]

Hnízdění papoušků je velmi variabilní a liší se od druhu k druhu. Někteří papoušci hnízdí soliterně, jiní koloniálně, u některých druhů papoušků dokonce dochází k fenoménu takzvaného kooperativního hnízdění, kdy se o nově vylíhlá mláďata starají nejen rodiče, ale také ostatní ptáci z hejna. Pro všechny papoušky jsou ale společné u kakaduovitých relativně jednoduché, u pravých papoušků ale nápadité a působivé námluvní tance, postoje a další procesy, pomocí kterých zpravidla sameček usiluje o samičku a takový papouščí pár spolu poté prožije zpravidla celý zbytek života.

12. Jak papoušci obvykle hnízdí? Co je pravdy na zprávách o papoušcích, co hnízdí v termištích? [1 b]

13. Je možné na první pohled jednoznačně určit pohlaví papouška? Pokud ano, jak? Pokud bychom pozorovali papouška čeledi *Psittacidae* sedět na vejcích, jaké bude zpravidla jeho pohlaví a složení pohlavních chromozomů? Jak by tomu bylo u papouška čeledi *Cacatuidae*? [2 b]
14. Jsou čerstvě vylíhlá ptáčata papoušků altriciální nebo prekociální? Jak se tyto dva typy mláďat označují v souvislosti s ptáky? [1 b]
15. Co je zvláštního na papouškovi ara titulovaném „harlekýn“? [1 b]

Papoušci byli už od pradávna považováni za takřka posvátné tvory. Cena papoušků byla tak závratně vysoká, že si jejich chov mohli dovolit jen ti nejbohatší a nezdá se, že by tito ptáci chováni v klecích z drahých kovů vykládaných drahokamy a slonovinou. Tento trend setrval až do osmnáctého století, kdy si například andulky mohla dovolit i střední třída. Klece se začaly namísto na zakázku vyrábět sériově, cena papoušků ale mnohdy zůstala, a dodnes zůstává, stále vysoká. Tento fakt je ale bohužel lákadlem a motivací pro pytláctví a pašeráctví, kdy zákaz exportu papoušků z jejich přirozeného prostředí i importu do cílových zemí dále zvyšuje jejich cenu.

16. Díky obchodu s exotickými ptáky došlo také k významnému rozšíření původně lokalizované nemoci, známé pod zkratkou PBFD. Co tato zkratka znamená? Jak se nemoc nazývá česky? Kdo je jejím původcem a jak se nemoc přenáší? Jaké jsou nejvýraznější projevy nemoci? Je nebezpečná pro člověka? Je léčitelná? [2 b]

doc. RNDr. Pavel Babica, Ph.D.

Docent Babica patří mezi přední vědce a pedagogy centra RECETOX na Masarykově univerzitě. Získal zde svůj doktorát v oboru Chemie životního prostředí v roce 2006. Má bohaté zahraniční zkušenosti z Michigan State University, kde strávil víc jak 3 roky. Mezi vědecká témata, kterým se ve svém výzkumu zabývá, patří studium sinic a jejich metabolitů, zejména pak studium jejich toxicity na molekulární a buněčné úrovni pomocí nejnovějších zobrazovacích a kultivačních technik.

V současné době vede výzkumný tým [SECANTOX](#). Je také vedoucím pracoviště Buněčné a tkáňové toxikologie a v oblasti výzkumu toxických sinic a jejich zdravotních rizik spolupracuje také s Botanickým ústavem AV ČR, Biofyzikálním ústavem AV ČR nebo Centrem Algatech. Patří mezi nové fanoušky IBISu, protože jako učitel a vedoucí mnoha studentů ví, jak je důležité podporovat vás, mladé a nadšené vědce.



Následující úloha je první, kterou si pro IBIS pan docent připravil, a my doufáme, že není ani poslední. Proto neváhejte, a klidně napište Zuzce Novákové a ona již zajistí, aby se všechny vaše dotazy a postřehy k panu docentovi dostaly.

4. Voda plná květů

20 bodů

Znáte ten vtip, jak si zelená bakterie dobírá tu modrou? A modrá už to nevydrží a říká: „Však počkej, já to někam dotáhnu a ty, zezelenáš závistí!“ Že neznáte? On už je to taky pár let, co se to stalo. Na den přesně, zhruba tři a půl miliardy! Zarputilé modré bakterie se hned ráno pustily do díla a ukázaly všem, zač je toho loket. Intenzivně pracovaly několik let a pak ještě pár miliónů let navíc a zamořily atmosféru kyslíkem. Zelené bakterie skutečně zezelenaly závistí, protože děti ve škole se dnes učí o cyanobakteriích (cyan = modrý) neboli sinicích (siný = modrý), jako o jednom z největších faktorů, který ovlivnil dějiny Země, zatímco na ty zelené už si nikdo nevzpomene. Nutno dodat, že sinice svým činem taky pěkně naštvaly do té doby vládnoucí anaerobní organismy, ale ani o těch tato úloha není.

1. Vyber, která fotosyntetická barviva najdeme v sinicích? [2 b]

- a) chlorofyl *a*
- b) fykoerythrin a fykocyanin
- c) bakteriochlorofyl
- d) karotenoidy
- e) chlorofyl *c*
- f) chlorofyl *d*

Sinice jsou sice evolučně „jen“ hodně namakané bakterie, ale mají mnoho společného se zelenými rostlinami, například obsahují enzym Rubisco.

2. Kterou reakci tento enzym katalyzuje a kde se v sinicích nachází? [1 b]

Oproti zeleným rostlinám, které zpracovávají oxid uhličitý, mají sinice další výhodu získanou dlouhou evolucí. Disponují totiž až 5 systémy pro příjem uhlíku. Dva jsou zaměřeny na oxid uhličitý a tři další na příjem uhlíku ve formě HCO_3^- . Čímž mohou sinice lépe reagovat na změny koncentrace rozpuštěného CO_2 ve vodě. Jenže enzym Rubisco umí zpracovávat pouze uhlík ve formě CO_2 .

3. Jak si s tím sinice poradily? [1 b]

Dalším nezbytným prvkem pro život sinic je dusík. Ten obvykle přijímají ze svého okolí ve formě amoniaku nebo dusičnanu, ale v prostředí, které je na dusík chudé, si sinice vyvinuly další mechanismus, jak to svým konkurentům (za předpokladu, že mají dostatek železa a fosforu) opět nandat.

4. Některé druhy sinic jsou schopny vázat vzdušný dusík a čerpat tak z obrovského zdroje, který je pro mnohé eukaryotické organismy nedostupný. Fixace dusíku je energeticky náročná/nenáročná (vyber) a je zajišťována enzymem _____ (doplň), a protože tento děj je velmi citlivý na přítomnost _____ (doplň), probíhá ve speciálních buňkách zvaných _____ (doplň). [2 b]

Sinice milují světlo, ale občas je ho moc a příliš UV záření škodí přeci každému. A občas je někde moc teplo a někdy málo živin, zatímco jinde to vypadá mnohem útulněji. A tak si sinice našly jednoduchý způsob cestování. Často můžeme u prokaryot najít nějaký rotující bičík. Ten ovšem potřebuje palivo (chemickou energii) a tu převádí na mechanickou. Existuje ovšem něco jednoduššího, evolučně staršího a něco, co namakané sinice samozřejmě mají. Aerotopy!

5. Co je to aerotop? Čím je tvořen a k čemu je dobrý? [2 b]

Kromě výše zmíněných vymožeností, které sinicím umožňují rychlou adaptaci na změny podmínek prostředí a díky kterým osídlily snad všechny ekosystémy, nedají toxikologům spát kvůli svým metabolitům označovaným hroživým slovem cyanotoxiny. Zajímavé je, že u mnohých z nich není dosud objasněno, proč je sinice vlastně produkují. Tyto významné sekundární metabolity sinic se řadí do několika kategorií.

6. Přiřaď k sobě kategorii a mechanismus účinku [3 b]

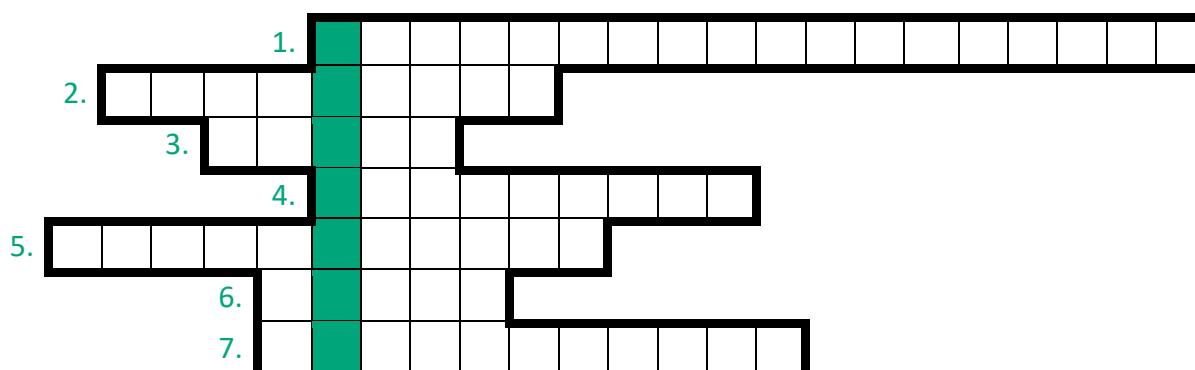
Kategorie	Účinek
lipopolysacharidy	neurotoxicita (blokace napěťově řízených Na ⁺ kanály neuronů)
alkaloidy, např. saxitoxiny	aktivace imunitního systému, zánět
cyklické peptidy, microcystiny a nodulariny	neurotoxicita (vazba na acetylcholinový receptor)
alkaloidy, např. anatoxin-A	hepatotoxicita (inhibice syntézy proteinů díky odpoutání ribozomů z drsného ER)
alkaloidy, např. cylindrospermopsin	hepatotoxicita (inhibice proteinových fosfatáz)

Samotné cyanotoxiny by ještě nebyly tak špatné, jen kdyby se jich nevyskytovalo tolik. Největších koncentrací dosahují ve vodě při takzvaném vodním květu.

7. Popište, o jaký fenomén se jedná a jak k němu člověk přispívá. [4 b]

Vodní květy ale nejsou v historii planety žádnou novinkou. Otravy sinicemi byly doloženy i v prehistorických nálezech hromadných úmrtí jelenů, slonů a jeskynních lvů v pleistocénu nebo např. úmrtí tisíců želv a ptáků Dodo na ostrově Mauricius je spojováno se suchem a následným rozvojem sinic před zhruba 4000 lety. Mezi první psané zmínky o sinicích lze zařadit pozorování učiněné v Holandsku či Polsku na konci 17. století. Tehdejší badatelé si správně spojili otravy psů a hospodářských zvířat s rozvojem zelených chuchvalců na hladině jezer. Jedním z nich byl i zvědavý Antonie van Leeuwenhoek, který popsal pozorování zelených spirálovitých vláken tvořených zelenými kuličkami pod mikroskopem r. 1674. Ano, ten van Leeuwenhoek, které r. 1676 slavnostně oznámil objev bakterií nevěda, že je viděl již o dva roky dřív.

8. A za odměnu si vyluštěte křížovku. Co znamená tajemný pojem v tajence? Seznamte se s příběhem a přepravte jej vlastními slovy. [5 b]



Legenda:

1. Který cyanotoxin byl zodpovědný za otravu dětí zvanou *Palm Island Mystery Disease*?
2. Jak se jmenuje membránová struktura nesoucí fykobilizómy?
3. Co je hlavní zásobní látkou sinic?
4. Proti sinicím lze bojovat chemicky, biologicky nebo i s pomocí fyziky. Co se používá na eliminaci sinic s aerotopy?
5. Jak říkáme prehistorickým útvarům vzniklým usazováním sinic a zvětráváním, např. na pobřeží Austrálie?
6. Oblast, kde Brňané rádi rybaří, v zimě tam bruslí nebo běžkují a v létě jsou smutní, když jim zaroste sinicemi. Jak se taky někdy označuje toto malé brněnské moře?
7. Jakým odborným termínem nazýváme zúživňování ekosystémů?

1. What is the exact human telomeric repeat sequence? [1 p]
2. Name all of the proteins that create one complex called shelterin. [1 p]
3. Which subunits are attached to double-stranded DNA and which one binds single-stranded DNA overhang? [2 p]
4. Name one essential difference between TRF1 and TRF2 proteins based on their protein domains. [1 p]
5. Some of the proteins of shelterin form homodimers. Can you tell which of them? [1 p]
6. Which proteins of shelterin directly interact with TIN2 unit? [1 p]
7. What role plays shelterin with regards to telomerase activity? [1 p]
8. How shelterin controls the telomere length? [1 p]
9. How actually shelterin protects chromosome ends and why is it important? [2 p]
10. What is the t-loop formation they refer to and how was the t-loop formation at telomeres firstly observed and identified? [2 p]
11. They mentioned two forms of DNA repairs that have disastrous effect on telomeres. Can you name them and briefly tell how they work? [3 p]
12. Minor defects or mutations in shelterin lead to various type of severe diseases. Do you have an idea why? [2 p]
13. Do you think that shelterin plays an attractive role for possible cancer therapy and if so, why? [2 p]