

3. ročník (2018/2019)



1. SADA ÚKOLŮ

Autorské řešení



Lucie Ulrichová

1. Dýchací soustava

20 bodů

Anatomie a histologie

Dýchací cesty můžeme rozdělit na **horní cesty dýchací**, kam patří nosní dutina (včetně vedlejších nosních dutin) a hltan a na **dolní cesty dýchací**, kam řadíme hrtan, průdušnici a průdušky. Samotný orgán pro dýchání jsou **plice**, uložené v hrudní dutině a pokryté poplicnicí. Na stěně hrudní se nachází pohrudnice – mezi poplicnicí a pohrudnicí je pohrudniční dutina vyplněná tekutinou. Plíce se člení na plicní laloky, které jsou ventilovány lalokovými průduškami. Průdušky se postupně člení na průdušinky, z jejichž stěny se na konci vyklenují plicní sklípky – na jejich stěně dochází k výměně plynů mezi krví a vzduchem.

1. **Vyjmenuj vedlejší nosní dutiny. K čemu slouží?** [1 b]
Rozeznáváme *sinus frontalis* (čelní dutina), *sinus maxillaris* (čelistní dutina), *sinus ethmoidales* (čichové sklípky) a *sinus sphenoidalis* (klínová dutina). Dutiny fungují jako rezonanční prostory při tvorbě hlasu a zároveň odlehčují lebeční kosti. Nevýhodou je možnost vzniku zánětu přestupem z nosní dutiny – bolí to. ☹
2. **Jaký význam má kromě dýchání hrtan?** [1 b]
Hrtan je důležitý pro tvorbu hlasu (fonaci) – nacházejí se zde hlasivky, které se upínají na chrupavky hrtanu a jsou ovládány svaly. Tvorba hlasu je možná díky napnutí hlasových vazů a zúžení hlasové štěrbin.
3. **Pokud bys omylem vdechl(a) hrášek, do které průdušky s největší pravděpodobností spadne?** [1 b]
Na 75 % spadne do pravé průdušky – je širší a zároveň navazuje na průdušnici pod menším úhlem než levá průduška.
4. **Kolik laloků má pravá plíce a kolik levá? Proč tomu tak je?** [1 b]
Pravá plíce má 3 laloky a levá plíce 2. Levá plíce je o něco menší, kvůli uložení srdce v dutině hrudní.
5. **Z jakých vrstev se skládá stěna plicního sklípku (alveolokapilární membrána)?** [2 b]
z vnitřní strany:
 - surfaktant
 - epitel tvořený pneumocyty typu I
 - bazální membrána epitelu
 - intersticiem mezi bazálními membránami
 - bazální membrána endotelu
 - endotel kapiláryCelkově je tloušťka této vrstvy asi 0,6 μm .
6. **Kde se v dýchací soustavě nachází víceřadý cylindrický epitel s řasinkami? K čemu slouží?** [1 b]
nosní dutiny, průdušnice, bronchy

Tento epitel slouží k transportu částic, které se zachytily v dýchacích cestách, směrem ven – pomocí kmitajících řasinek. V epitelu se nacházejí také buňky, které produkují hlen.

7. **Cévní zásobení plic se skládá z funkčního oběhu a nutritivního oběhu. Jaký je mezi nimi rozdíl?** [1 b]

Funkční oběh přivádí odkysličenou krev z pravé komory a umožňuje tak vykonávat funkci plic – tedy okysličení krve.

Nutritivní oběh – okysličená krev, která slouží k výživě buněk plic.

8. **Které svaly nám umožňují provádět dýchací pohyby?** [1 b]

Hlavním nádechovým svalem je bránice, mezi pomocné svaly patří např. *mm. intercostales externi*, *m. pectoralis major*, *m. trapezius* a další.

Výdech je spíše pasivním dějem – pouze při usilovném výdechu se zapojují *mm. intercostales interni* a břišní svaly.

Fyziologie

Vnější dýchání spočívá ve výměně plynů mezi vnějším prostředím a krví, vnitřní dýchání poté spočívá v oxidaci živin (dýchací řetězec). Část vzduchu se využije na ventilaci takzvaného mrtvého prostoru, většina se dostane až do alveolů (alveolární ventilace), kde dojde k výměně plynů na alveolární membráně pomocí difuze. Pomocí spirometru jsme schopni měřit dechové objemy a porovnávat je.

1. **Co je to surfaktant? Ve kterém týdnu nitroděložního vývoje se začne tvořit?** [1 b]

Surfaktant je povrchově aktivní látka, která se nachází v plicích alveolech, kde snižuje povrchové napětí a zvyšuje tím poddajnost plic. V lidském těle je produkován pneumocyty typu II a je složen ze směsi fosfolipidů, bílkovin a iontů. Během nitroděložního vývoje se začíná tvořit přibližně ve 28. týdnu těhotenství – pokud se novorozenec narodí předčasně, může trpět nedostatkem surfaktantu, což vede ke vzniku syndromu dechové tísně.

2. **Jaký tlak je mezi poplicnicí a pohrudnicí oproti tlaku vzduchu? (vyber: podtlak – stejný tlak – přetlak) Pokus se vysvětlit, proč to tak je.** [2 b]

V pohrudniční dutině je podtlak díky tekutině, která se zde nachází. Podtlak je velmi důležitý – bez něj by vlivem elasticity plicní tkáně došlo ke kolapsu plice a jejímu „vyfouknutí“. Díky podtlaku mezi poplicnicí a pohrudnicí plice při nádechu následují pohyby hrudního koše a může dojít k nasátí vzduchu z okolního prostředí.

3. **Co je to pneumothorax a proč je tento stav nebezpečný?** [1 b]

Pneumothorax vzniká, když se do pohrudniční dutiny dostane vzduch a dojde tím k narušení podtlaku (např. při poranění hrudníku). Plice na postižené straně se smrští vlivem vlastní elasticity a nepodílí se na dýchání, druhostranná plice může být utlačována.

4. **Jaký je rozdíl mezi anatomickým a funkčním mrtvým prostorem?** [1 b]

Jako mrtvý prostor označujeme část dýchacího ústrojí, kde vzduch sice proudí, ale nedochází zde k výměně plynů mezi vzduchem a krví (k výměně dochází pouze

v alveolech).

Anatomický mrtvý prostor: dutina nosní a ústní, hltan, hrtan, průdušnice, průdušky

Funkční mrtvý prostor: u zdravého člověka má stejný objem jako anatomický mrtvý prostor, v případě nefunkčnosti některých alveolů je jeho objem větší.

Funkce mrtvého prostoru spočívá v ohřívání, zvlhčení a čištění přiváděného vzduchu.

5. Odhadni hodnoty spirometrického měření u průměrného muže (75 kg, 180 cm, 25 let), který sportuje pouze příležitostně. [2 b]

| | |
|----------------------------|-------|
| dechový objem: | 0,5 l |
| inspirační rezervní objem: | 3 l |
| expirační rezervní objem: | 1,7 l |
| vitální kapacita: | 5,2 l |

6. Které centrum v mozku řídí dýchání? Do jaké míry je ovladatelné vůlí? [1 b]
Dýchací centrum se nachází v prodloužené míše a je řízeno nezávisle na naší vůli pomocí signálů, které přicházejí z chemoreceptorů (závislost na parciální tlaku O_2 , CO_2 a pH krve). Dýchání můžeme modifikovat pokyny z mozkové kůry – jsme schopni např. vědomě zrychlit dech nebo jej na chvíli zastavit. Nejsme ale schopni vědomě přestat dýchat tak, abychom se udusili a zároveň nemusíme myslet na každý jednotlivý nádech.
7. Co je to hypoxie? Za jakých okolností k ní může dojít? [1 b]
Hypoxie je stav, kdy tělo (resp. tkáň) nemá dostatek kyslíku. Rozlišujeme 4 základní typy:
- hypoxická** – vzniká při nízkém parciálním tlaku kyslíku v okolním vzduchu nebo při postižení dýchacího systému
 - anemická** – při nedostatečném počtu funkčních erytrocytů nebo při otravě oxidem uhelnatým
 - cirkulační** – při selhání oběhu krve v cévách – např. plicní embolie
 - histotoxická** – buňky nejsou schopny kyslík zužítkovat pro tvorbu ATP – např. při otravě kyanidy
8. Jak ovlivní pobyt ve vysokých nadmořských výškách počet erytrocytů? Vysvětli, proč to tak je. [2 b]
Ve vysokých nadmořských výškách je nižší parciální tlak kyslíku – dochází tím k hypoxii, což vede ke zvýšené sekreci erythropoetinu z ledvin a následně ke zvýšené erythropoeze (zvýšené tvorbě červených krvinek). Tělo se tak snaží kompenzovat nedostatek kyslíku v okolním vzduchu větším počtem erytrocytů, které by jej mohly přenášet. Toho využívají např. vytrvalostní sportovci, kteří trénují ve vyšších nadmořských výškách, kde si „vytvoří“ nadbytek erytrocytů a to jim pomůže zlepšit výkonnost v normální nadmořské výšce.

Daniela Slamková

2. Nie je červ jako červ

20 bodov


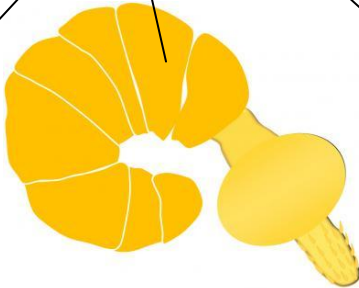

Helminti alebo parazitickí červi predstavujú rôznorodú skupinu bilaterálne súmerných protostomálnych živočíchov.

1. Čo to znamená, keď o živočíchovi hovoríme jako o protostomálnom? [2 b]
počas ontogenézy sa ústny otvor zakladá jako prvý

Termín helminti neodráža fylogenetické vzťahy skupín, no je zaužívaný. V skutočnosti zahŕňa tri taxóny parazitických živočíchov: Plathelminthes, Nematelminthes a Acanthocephala.

2. Spoj trojice: latinský názov – český ekvivalent – fotku. [3 b]

| | |
|-----------------------|---------------------|
| <i>Plathelminthes</i> | <i>vrtejši</i> |
| <i>Nematelminthes</i> | <i>oblí hlísti</i> |
| <i>Acanthocephala</i> | <i>ploší hlísti</i> |

Podľa WHO patria ochorenia spôsobené helmintmi k jedným z najnebezpečnejších ochorení.

3. Ako sa jedným slovom nazývajú ochorenia spôsobené helmintami? [2 b] **helmintózy**
4. Ktorý pôvodca ochorení spôsobuje každoročne najväčšie straty na životech? [2 b]
 - a) Schistozómy – krvničky
 - b) Lymfatické filarie
 - c) Onchocerca

Fakt, že skupina helminti združuje vícero taxónov parazitických živočíchov sa odráža aj na rôznorodosti tejto skupiny. Jedným zo zásadných rozdielov medzi tromi taxónmi helmintov nachádzame hneď na povrchu tela daných parazitov. Telá zástupcov dvoch taxónov: **Plathelminthes** a **Acanthocephala** sú pokryté syncytiálnym tegumentom. Tento zvláštny druh povrchu tela sa vyznačuje absenciou buniek pokožky. Pre parazitické živočichy to prináša

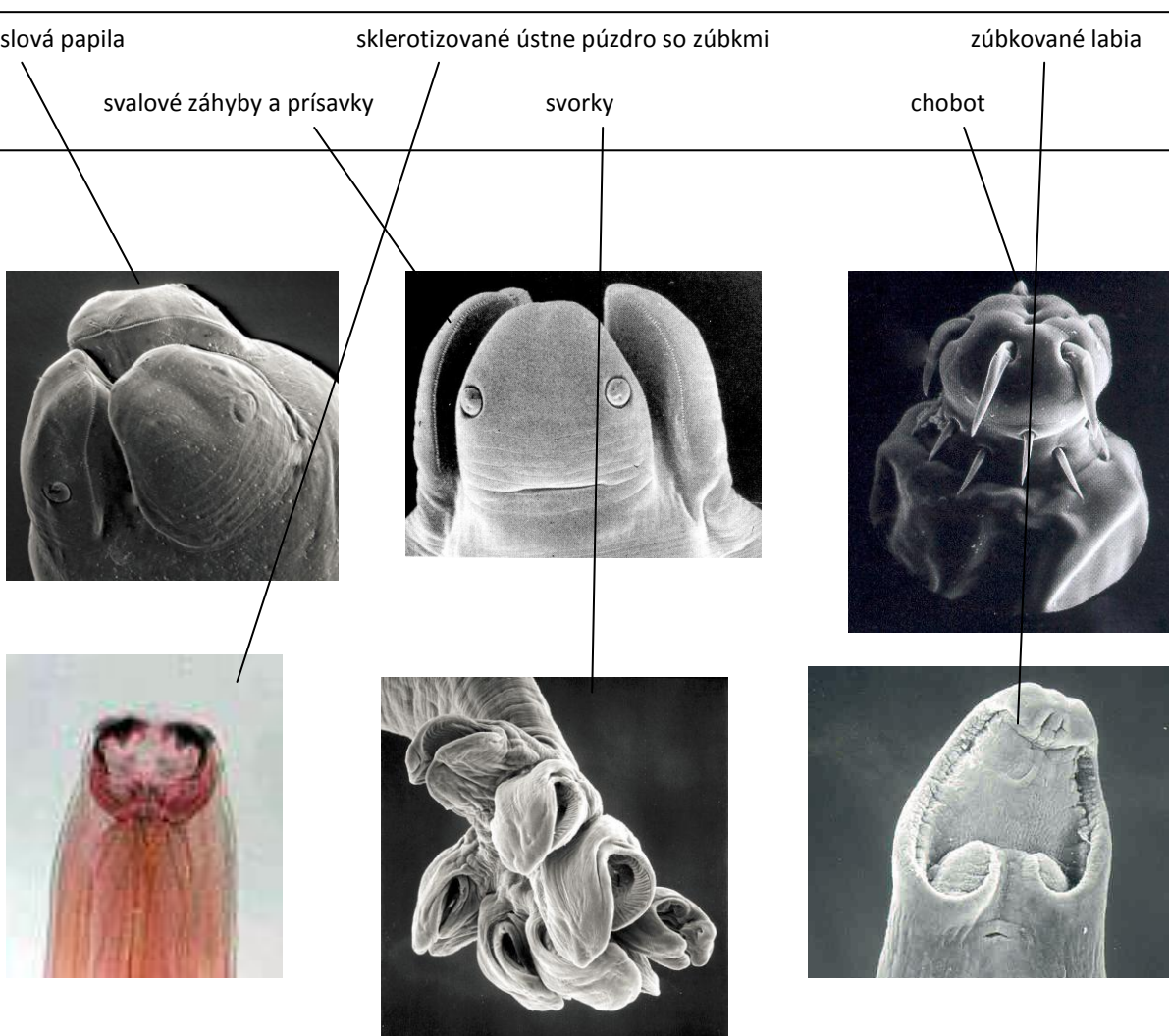
radu výhod, ako napríklad **ochrana před imunitným systémom** hostiteľa. Povrchová úprava tela zástupcov tretieho taxónu je naopak charakteristická svojou mnohovrstevnatou kutikulou tvoriacou exoskelet, teda **vonkajšiu** kostru.

5. **Doplň slová do viet.** [5 b]

Parazitickí červy, helminti, majú často prednú časť tela prispôsobenú na zachytenie sa na svojom hostiteľovi.

6. **Spoj dvojice: názov útvaru na jednej časti tela parazita – fotka** [6 b]

| zmyslová papila | sklerotizované ústne púzdro so zúbkami | zúbkované labia |
|---------------------------|--|-----------------|
| svalové záhyby a prísavky | svorky | chobot |



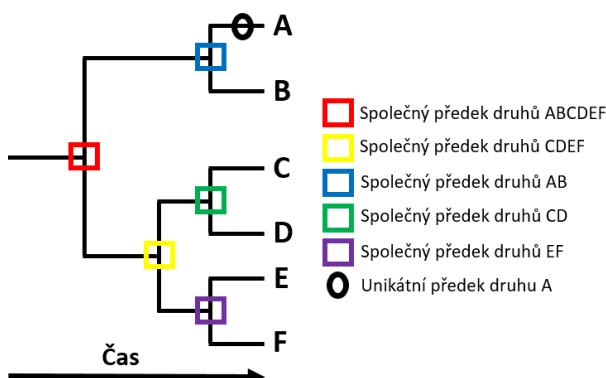
Filip Trčka

3. Tree of life

20 bodů

"Nothing in Biology Makes Sense Except in the Light of Evolution" Theodosius Dobzhansky

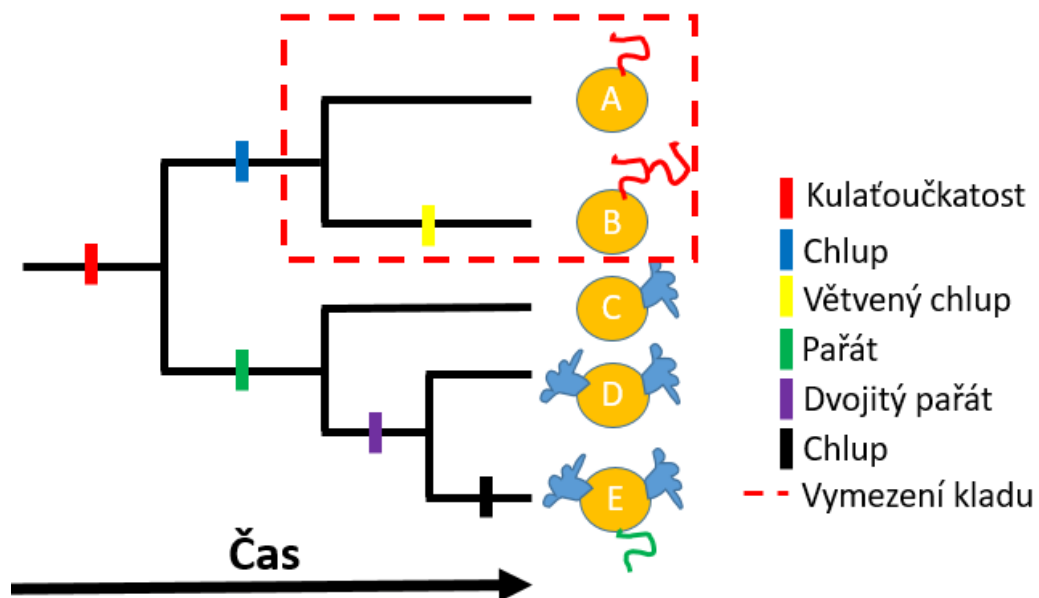
Systém, třídění, kategorie, klasifikace, šanony, složky, hromádky, šuplíky - zkrátka ve věcech je třeba mít pořádek, zvláště když se položky množí závratnou rychlostí (třeba fotky v mobilu). To všichni uznáme, ale jen někteří z nás to opravdu dokáží. Když pak někdo udělá pořádek za nás, je to opravdový důvod k radosti. Takovou radost nám připravil Carl Linné tím, že mezi lety 1735 a 1758 uspořádal ve své pravidelně doplňované příručce *Systema Naturae* celkem 12 000 tehdy známých druhů živočichů a rostlin do systému, pro něž zavedl jasná pravidla, která dobře známe: binomická nomenklatura a hierarchické uspořádání (kmen, třída, řád...). Od té doby se traduje rčení: „Bůh přírodu stvořil a Linné ji uspořádal.“ Ať už tuto větu vyřkl kdokoli, měl pravdu především v tom, že pro Linného a mnohé vědce jeho doby byla rozmanitost života daná odevždy okamžikem stvoření světa. Po vzoru Linného se pak třídily organismy na základě morfologické podobnosti, a když se objevil nepopsaný druh, byl zařazen do systému podle svého vzezření. Vše mohlo plynout poklidně dál a naše učebnice by se plnily novými druhy organismů zařazenými do stále jemnějších kategorií s tím, jak by se vyvíjely dokonalejší mikroskopické techniky umožňující sledování drobnějších a detailnějších znaků. Výsledkem by byl úplný soupis života v pořádně tlustém katalogu. Jenže události nabraly zcela jiný průběh. Na scénu postupně vstoupili Lamarck, Darwin, Mendel a Watson s Crickem a ukázali, že život na Zemi má historii: organismy spolu soutěží o přežití, předávají si dědičnou informaci, která je ukryta v molekule DNA, jež podléhá změnám, mutacím, a ty dávají vzniknout novým znakům – organismy se vyvíjejí, podléhají evoluci. Rázem je zřejmé, že rozmanitost života, kterou kolem sebe pozorujeme, není výsledkem jediné události (stvoření) a tudíž k jejímu popisu nestačí pouhý výčet, katalog, ale je třeba rozkrýt historii jejího vývoje. Od okamžiku vzniku organismu závislého svou existencí na replikaci DNA se v čase hromadí změny v její sekvenci a odštěpují se potomci s většími či menšími odlišnostmi vlastností-znaků, které kódovala původní sekvence. Tímto způsobem vzniká strom života, The Tree of Life, situace, kdy různé druhy sdílejí společného předka (Obr. 1):



Obr. 1. Společní předci.

Konstrukce stromu života – kladogramu

Tím se dostáváme k současnému pojetí klasifikace života na základě **fylogenetické taxonomie**. Už slovo fylogeneze nás vrací k představě stromu - řecké fylé znamená kmen a genesis je zrození. Taxonomie je obor zabývající se klasifikací **taxonů**. **Taxon** je jakákoli skupina organismů, jíž přiřadíme jméno – například lidé, ale také savci, krytosemenné rostliny či přežvýkavci. **Fylogenetická taxonomie** vychází z předpokladu, že organismy sdílejí dávné **původní** znaky (například čtyři končetiny) a během evoluce získávají **odvozené** znaky, tzv. **apomorfie**, a pokud jsou tyto znaky dále sdílené alespoň dvěma skupinami organismů, říkáme jim **synapomorfie** (například amnion). Právě synapomorfie představují důkaz společné evoluční minulosti organismů. Když mluvíme o znacích, může se jednat jak o morfologické či etologické znaky, tak o sekvence nukleových kyselin či proteinů (to již znáte z předešlého ročníku IBIS). Nákres stromu života se jmenuje **kladogram** (Obr. 2) a nepřekvapí, že slovo **klad** je odvozeno od řeckého slova pro výhonek, větvičku (nám k zapamatování pomůže kláda). **Klad** je taxon obsahující všechny potomky společného předka – tak jako větev oddělující se od kmene stromu obsahuje všechny její další větvení. Hlavní pravidlo konstrukce kladogramu je: každá linie se může rozdělit na dvě dceřiné větve – štěpení je **divergentní**. Místo štěpení linie se nazývá uzel (Obr. 2).



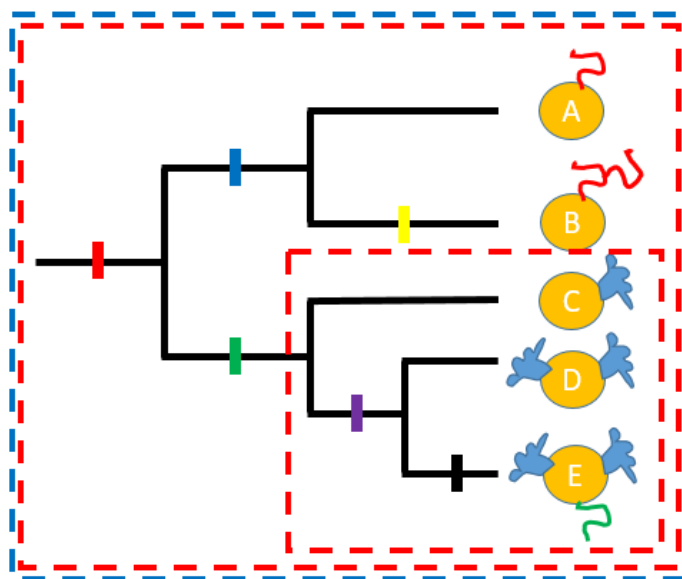
Obr. 2. Kladogram evolučního vývoje Kulaťoučkovců.

Apomorfie a synapomorfie potomků prvního Kulaťoučkovce (vlevo).

1. Které znaky na obrázku 2 představují apomorfie a které synapomorfie? [2 b]
Apomorfie: chlup (černý, E), větvený chlup (B) [1 b]
Synapomorfie: kulaťoučkatost, chlup (modrý), pařát, dvojitý pařát [1 b]

2. Je organismus C na obrázku 2 více evolučně příbuzný organismu E nebo A a proč? [2 b]

C je více příbuzné E [1 b]. C má s E společného předka v čase dříve (recentněji, synapomorfie pařát) než C a A (synapomorfie kulatoučkatost) [1 b]. Dále lze evoluční vzdálenosti odvodit podle počtu kladů, které dva srovnávané druhy sdílí:



C a E mohou být zařazeny do dvou kladů (červené boxy), zatímco C a A pouze do jednoho (modrý box). Více sdílených kladů značí vyšší evoluční příbuznost.

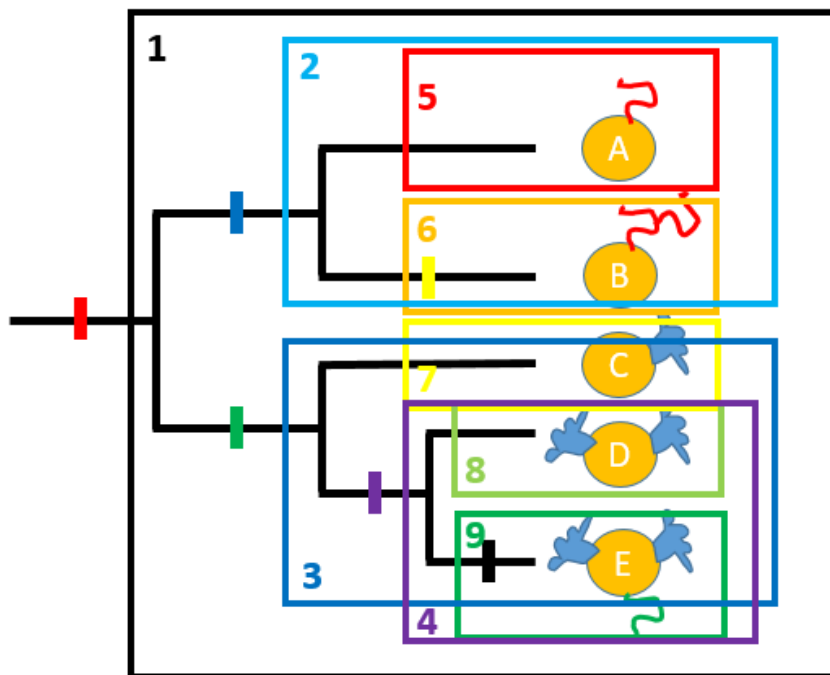
3. Jaký je evoluční vztah vzniku červeného a zeleného chlupu? K odpovědi ti pomůže zorientovat se v následujících termínech: analogie, homologie, konvergence, homoplazie. Napadá tě nějaký obdobný příklad evoluce znaku v reálné přírodě? [4 b]

Homologické znaky (homologie) jsou shodné znaky, které se vyskytují u více druhů proto, že byly zděděny od společného předka [0,5 b]. Společný předek druhů A, B (červený chlup) a E (zelený chlup) nemá chlupy (první kulatoučkovec). Červený chlup společného předka druhů A a B vznikl v čase dříve než zelený chlup druhu E. U chlupů druhů A a B se tedy jedná o homologické znaky, zatímco chlup druhu E k nim homologní není. Podobné znaky (v tomto případě chlupy s jinou barvou), které vznikly v evoluci nezávisle na sobě, nazýváme analogické (analogie) [0,5 b]. Tento způsob evoluce znaků se označuje jako konvergentní (konvergence) [0,5 b]. Z pohledu kladistiky jsou analogické znaky vzniklé konvergentním vývojem označovány jako homoplazie [0,5 b]. Homoplazie obvykle vznikají jako adaptace různě evolučně vzdálených

organismů na obdobné podmínky. Neodlišení homologií od homoplazií je zdrojem chyb v konstrukci fylogenetických stromů.

Příklady: křídlo ptáků a netopýrů (homologie končetiny, avšak homoplazie funkce), ploutev ryb a kytovců [1-2 b].

4. Do následujícího nákresu zaznamenej kolik různých kladů lze v kladogramu Kulaťoučkovců nalézt. Náповědou je, že jich je více než jeden (viz Obr. 2). [2 b]



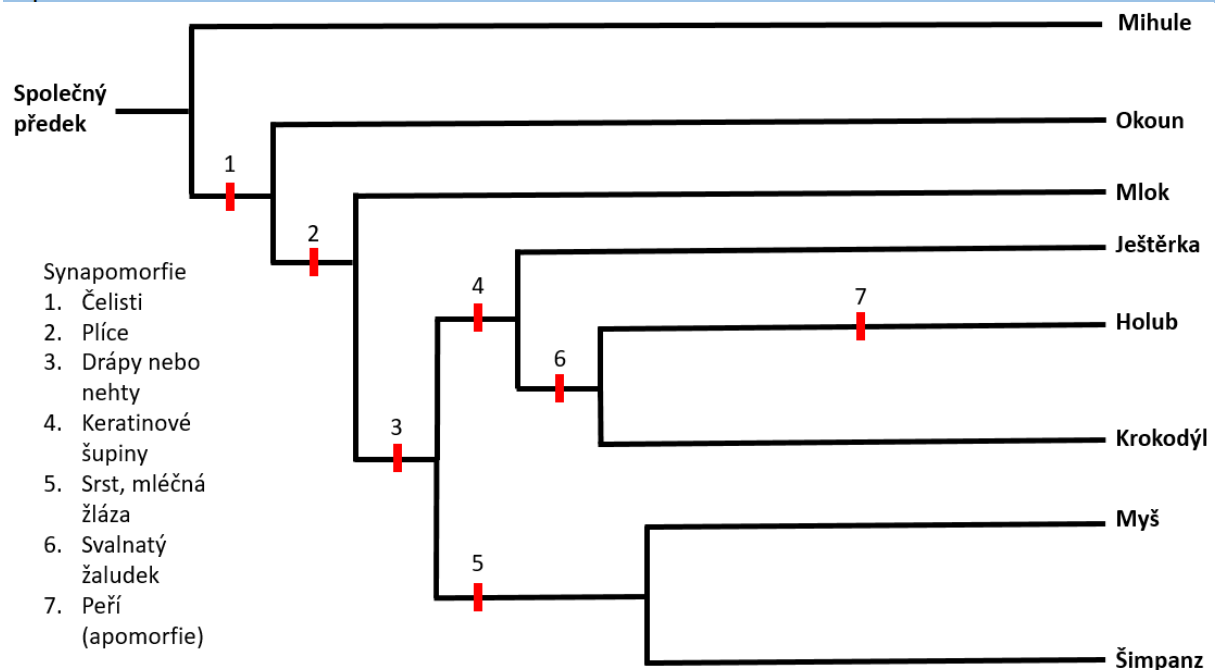
Na základě definice „Klad je taxon obsahující všechny potomky společného předka“ lze nalézt u Kulaťoučkovců 9 kladů. Populace druhů A, B, C, D a E rovněž představují potomky společného předka. Klady 1, 2, 3, 4 [1 b], klady 5, 6, 7, 8, 9 [1 b].

5. Vymysli si libovolný kladogram skupiny organismů dle vlastní fantazie a zaznamenej jejich apomorfie a synapomorfie. [3 b]

Divergence [1 b], apomorfie [1 b], synapomorfie [1 b].

6. Na základě údajů uvedených v tabulce se pokus sestavit kladogram vývoje obratlovců. [5 b]

| Obratlovci a jejich synapomorfie | | | | | | | | | |
|----------------------------------|----------------|-------|------------------|------------------|------|------|--------------|-------------------|---|
| Taxon | Odvozené znaky | | | | | | | | |
| | Čelisti | Plíce | Drápy nebo nehty | Svalnatý žaludek | Peří | Srst | Mléčná žláza | Keratinové šupiny | |
| Mihule (vnější linie) | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Okoun | + | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Mlok | + | + | - | - | - | - | - | - | - |
| Ještěrka | + | + | + | - | - | - | - | - | + |
| Krokodýl | + | + | + | + | - | - | - | - | + |
| Holub | + | + | + | + | + | - | - | - | + |
| Myš | + | + | + | - | - | + | + | - | - |
| Šimpanz | + | + | + | - | - | + | + | - | - |



Určení uzlů 1, 2, 3 [2 b], určení uzlu 4-7 [1-3 b].

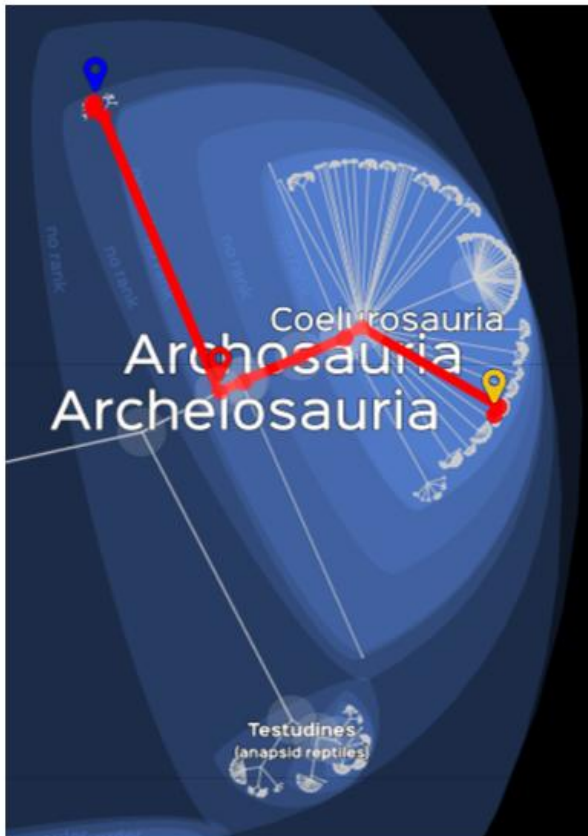
7. Moderní přístupy k zobrazování fylogenetických vztahů nám mohou evoluční souvislosti mezi organismy pomoci přehledně znázornit. Na následující stránce (<http://lifemap.univ-lyon1.fr/explore.html>) zadejte to vyhledávacího pole



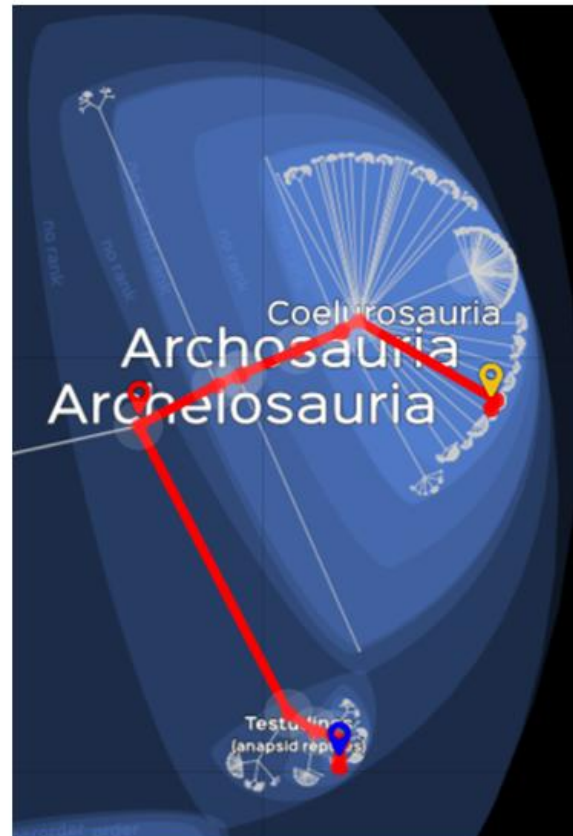
A) From: *Columba livia*, To: *Crocodylus niloticus*; B) From: *Columba livia*, To: *Emys orbicularis*.

Aplikace vám vykreslí společné předky holuba domácího (*Columba livia*) a krokodýla nilského (*Crocodylus niloticus*) nebo želvy bahenní (*Emys orbicularis*). Má holub evolučně blíže k želvě nebo krokodýlovi a proč? [2 b]

A



B



Holub má evolučně blíže ke krokodýlovi [1 b]. Cesta od holuba k želvě bahenní je o jednoho společného předka delší než ke krokodýlovi, konkrétně se jedná o Archelosauria. Holub sdílí s krokodýlem více společných kladů než s želvou (viz odpověď na otázku číslo 2) [1 b].

Tom Janovič (doc. Hofr)

4. Lék na rakovinu

20 bodů

1. Stručně vysvětlete proč je telomeráza důležitá k tomu, aby se mohla buňka nesčetněkrát dělit. [2 b]

Neboť je schopna prodlužovat telomery (koncové části chromozomů), které se u normálních buněk vždy po cyklu dělení zkracují, což by po určitém počtu dělení vedlo k možnému ohrožení genetické informace a buňka by nastartovala proces senescence. Pokud by ale telomery byly průběžně prodlužovány, buňka by sama od sebe mohla žít „věčně“.

2. O jakou buněčnou linii se v případě HeLa buněk jedná? Dle čeho je název buněk odvozen? [1 b]

HeLa buňky jsou nádorové buňky pocházející z nádoru děložního hrdla Henriety Lackové. Dle iniciál jsou buňky také pojmenovány.

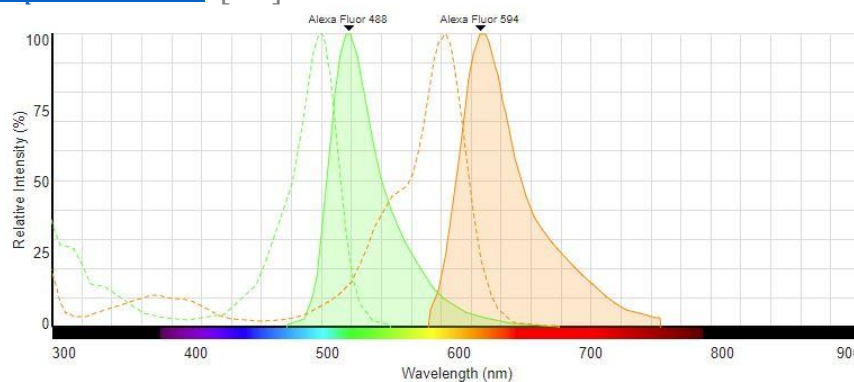
3. Co zmíněná čísla 488 a 594 v názvu fluorescenčních značek znamenají? Jakou barvou budou dané fluorofory při pozorování svítit? [2 b]

Jedná se o excitační maximum (teoretické) daného fluoroforu. AF488 bude svítit zeleně a AF594 bude svítit červeně.

4. Co se skrývá pod pojmy excitační a emisní spektrum fluoroforu? [2 b]

Excitační spektrum popisuje závislost intenzity fluorescence na vlnové délce při konstantní vlnové délce emitovaného záření. Emisní spektrum je závislost intenzity fluorescence na vlnové délce při konstantní vlnové délce excitačního záření.

5. Nakreslete do jednoho grafu excitační a emisní spektrum obou zmíněných fluorescenčních značek a napište jejich excitační a emisní maxima. Využijte toolboxu: [Fluorescence SpectraViewer](#). [3 b]



AF488 - Exmax = 490 nm Emmax = 525 nm

AF594 - Exmax = 590 nm Emmax = 617 nm

6. Proč má vždy vyzářené světlo fluoroforu (emise) delší vlnovou délku než záření, které absorbuje (excitace)? Jaký jev tuto vlastnost fluoroforu popisuje? [2 b]

Po excitaci fluoroforu je vždy část energie ztracena především formou uvolněného tepla, což má za následek nižší energii emisního záření, tedy vyšší vlnovou délku. Jedná se o Stokesův posun.

7. Stručně vysvětlete podstatu FRET (Försterův rezonanční přenos energie). [3 b]

Pokud máme vhodně zvolené fluorofory, tak můžeme mezi nimi, při splnění podmínek, pozorovat přenos energie. Jedná se o nezářivý přenos pomocí dipól-dipólové interakce. V praxi je fluorofor s nižším excitačním maximem nazýván donor a fluorofor s vyšším excitačním maximem akceptor. Jestli v případě FRET budeme excitovat donor, značná část jeho energie bude předána akceptoru, který se tímto také excituje a bude emitovat dané záření.

8. Vyjmenujte alespoň tři předpoklady, které musí být splněny, aby FRET nastal. [2 b]

Fluorofory musí být v těsné blízkosti (méně než 10nm).

Emisní spektrum donoru se musí překrývat s excitačním spektrem akceptoru.

Orientace dipólových momentů donoru a akceptoru musí být zhruba paralelní.

9. Velmi důležitá je správná volba dvou použitých fluoroforů. Je volba Alexa Fluor 488 a Alexa Fluor 594 pro experiment vhodná? [1 b]

Ano, splňují výše zmíněné podmínky.

10. Jaký závěr lze z výsledku experimentu vyvodit? Funguje zvolený inhibitor (léčivo) správně? [2 b]

Tím, že po aplikaci léčiva vymizel FRET signál, víme, že také vymizela interakce mezi telomerázou a TPP1, což znamená, že se experiment zdařil a léčivo funguje dle očekávání správně.

Jan Mičan

5. English Bonus: Antibiotics - Will They Help Us Forever?

20 points

A necessity for society

Antibiotics are substances which are capable of harming bacteria. Most of them are based on natural products and are produced by other organisms, even by you! All of us have not only heard, but used exogenous antibiotics multiple times as medicine for treating infections which we now consider benign.

However, less than 100 years ago, they were considered deadly. We can classify antibiotics based on their general effect on bacteria, or on the structures which they are targeting. You can now dive into the world of antibiotics and discover some interesting aspects of them.



1. Let's begin with the antibiotics of the human body. Name one substance occurring in your tears and one present in your saliva which has antibiotic properties and describe their mechanism of causing harm to bacteria. [2 p]
In saliva, several antimicrobial agents are present. Immunoglobulin type A binds surface structures on bacteria and sticks them together, preventing their attachment to the tissue of the mouth. Another one, lactoferrin, is an iron-binding protein which prevents bacteria from using this rare element, which they need for their growth. The third one is lysozyme, which breaks down the cell wall of some bacteria, causing them to break apart. Each of these examples is considered correct.
2. There are two types of antibiotics: bacteriostatic and bactericidal. Explain the difference between them and give two examples of each of the types. [3 p]
Bacteriostatic antibiotics do not kill bacteria, but prevent them from division. Examples are oxazolidinones, chloramphenicol, and nitrofurantoin. On the other hand, bactericidal antibiotics kill bacteria directly. Examples are gentamycin, ampicillin, and vancomycin.
3. Various types of antibiotics target different structures of the bacterial cell. Describe the function of at least four types of antibiotics (eg. polymyxins, penicillins, macrolides, and ionophoric antibiotics). You don't have to use these

four types, you can use different ones. [4 p]

Penicillins and cephalosporins disrupt the bacterial cell wall synthesis. Without synthesizing and repairing the cell wall, the bacteria eventually rupture, because the cell wall cannot protect them from “pressure” inside them. Ionophores as valinomycin or monensin A are causing free ion movement across the bacterial cell membrane. Fluoroquinolones are preventing the bacterial DNA from losing tension while replicating or translating, which causes the DNA to eventually break up.

Tetracyclines prevent protein synthesis in bacteria, which leads to inhibition of their growth.

4. Think about the mode of action of penicillins. Based on the mode of action, try to name a strain of bacteria on which it has no effect and explain why. [2 p]

Because penicillins target the cell wall of bacteria, a bacteria without a cell wall is effectively immune against them. There is a species of bacteria which lacks the cell wall, called *Mycoplasma*, which can cause pneumonia or urogenital infections. Interestingly, the species has the smallest and simplest living cells known, which makes it very interesting for research which solves the question: How simple can life be?

5. Why is it often said at the doctor’s that you should not drink alcohol while using antibiotics? [1 p]

Many antibiotics, as well as other medicines and substances foreign to the body, are cleared out of the body by the liver, as is most of alcohol. Using both at the same time can overload the liver cells’ metabolism and the intermediates of getting rid of antibiotics or ethanol can be toxic to the liver.

Viva la resistance!

But even with our widespread use of antibiotics, we are still fighting with living organisms. The most powerful weapon they have is evolution, and they use it well. Pharmaceutical companies are now drifting away from novel antibiotic research because resistance can arise within years from their introduction to patients. Drug-resistant infections kill about 700 000 people each year. Some say that around the year 2050, antibiotic-resistant infections will kill about 10 million people each year. Is there a way out?

6. Watch the video about antibiotic resistance on this webpage: <https://www.youtube.com/watch?v=xZbcwi7SfZE&t=90s>. There are ways to slow down the development of antibiotic-resistant strains. What could a normal person do to help? Name at least 2 things. [2 p]

A responsible person should always take all the antibiotics in the regime his or her doctor has prescribed her, and not to end the treatment when they are feeling better. The other things are to get vaccinated against bacterial infections and practice good hygiene.

7. Can you think of any other way to slow down or even defeat antibiotic resistance development? It can be some governmental regulation, a common practice in medicine or a novel biochemical strategy to fight bacteria. Embrace your creativity and give me an idea! [4 p]

Any sensible idea is accepted as a full-point answer to this question. These days, physicians prescribe antibiotics without being absolutely sure which bacterial species or strain is causing the infection. They are just betting on the most probable strain. A fast method (based on immunological determination - like a blood group test which can be done in seconds and requires only several containers with a liquid which contains antibodies) for determining the species would be very useful because the physicians won't be using the wrong antibiotic that often.

8. Watch the video about bacteriophages on this webpage: <https://www.youtube.com/watch?v=YI3tsmFsrOg>. What is the advantage of using phage therapy? [2 p]

The main advantage is that the bacteria are fighting with an opponent of its own rank: a life form, not just a "static" chemical, but a dynamic, evolving organism, which adapts just as the bacteria does.