

Test

Vážené studentky a študenti,

sme radi, že ste sa rozhodli vyskúšať si svoje vedomosti z biológie na biologickej olympiáde. Veríme, že úlohy budú pre Vás zaujímavou výzvou a popri rozmyšľaní nad správnymi odpoveďami sa naučíte aj niečo nové.

Čaká Vás spolu 40 úloh, ktoré sú dvoch hlavných typov: otázky, v ktorých treba vybrať správne odpovede a otázky, v ktorých treba odpovedať číslom (výsledkom výpočtu). Pri prvom type otázok označte správne odpovede krížikom do príslušného políčka odpoveďového hárku. Vždy môže byť správna jedna alebo viac odpovedí. Pri druhom type otázok si pozorne všímajte, v akých jednotkách a s akým zaokrúhlením treba uviesť správny výsledok. Výnimočne sa vyskytnú aj úlohy typu, kde treba k možnostiam priradiť pojem alebo číslo z obrázka – v takomto prípade sú pokyny uvedené v úlohe. Na riešenie testu máte 90 minút, maximálny počet bodov je 90. **Všetky odpovede vpisujte do odpoveďového hárku.**

Nenechajte sa odradiť, ak na Vás budú úlohy pôsobiť veľmi náročne – niekedy je odpoveď skrytá už v zadaní otázky. Aj keď je pre Vás téma otázky úplne nová a nič o nej nevíete, skúste sa nad odpoveďou logicky zamyslieť a využiť informácie, ktoré sa dozvíete v texte zadania.

Po skončení krajského kola Vás radi privítame v spoločnej diskusii o úlohách na platforme Discord, na serveri "Biologická olympiáda". Link nájdete v autorských riešeniach.

Prajeme Vám veľa zdaru!

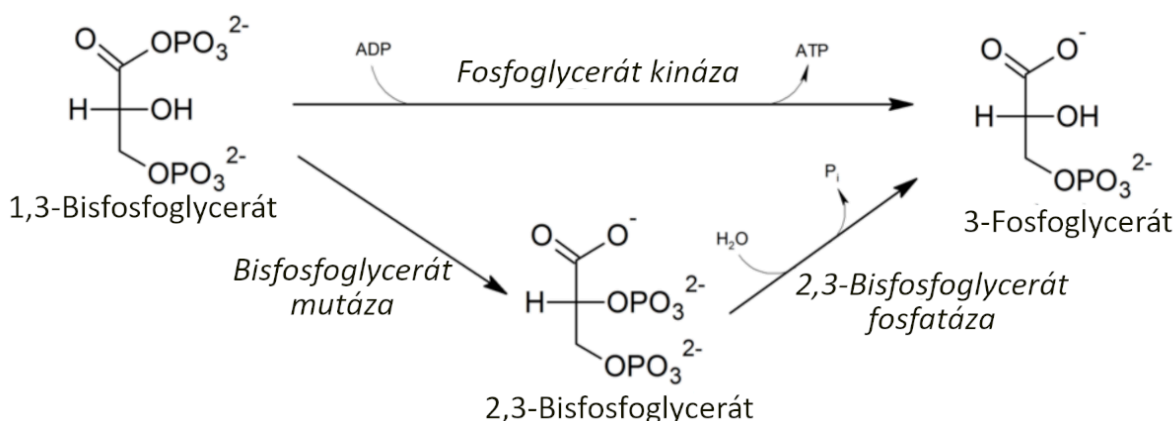
Autorský kolektív CK BiO

A. BUNKOVÁ BIOLÓGIA A MIKROBIOLÓGIA

1. V eukaryotickej bunke sa nachádzajú organely obklopené membránou. Poskytujú vhodné podmienky pre priebeh určitých biologických dejov (napr. fotosyntéza v chloroplaste, Krebsov cyklus v mitochondrii). Translácia proteínov kódovaných génmi jadrového genómu prebieha v cytosole. Niektoré proteíny sú následne transportované do organel, kde plnia svoju funkciu. Z nasledujúcich možností vyberte tie, ktoré správne priradujú proteín k jeho cieľovej organelle:

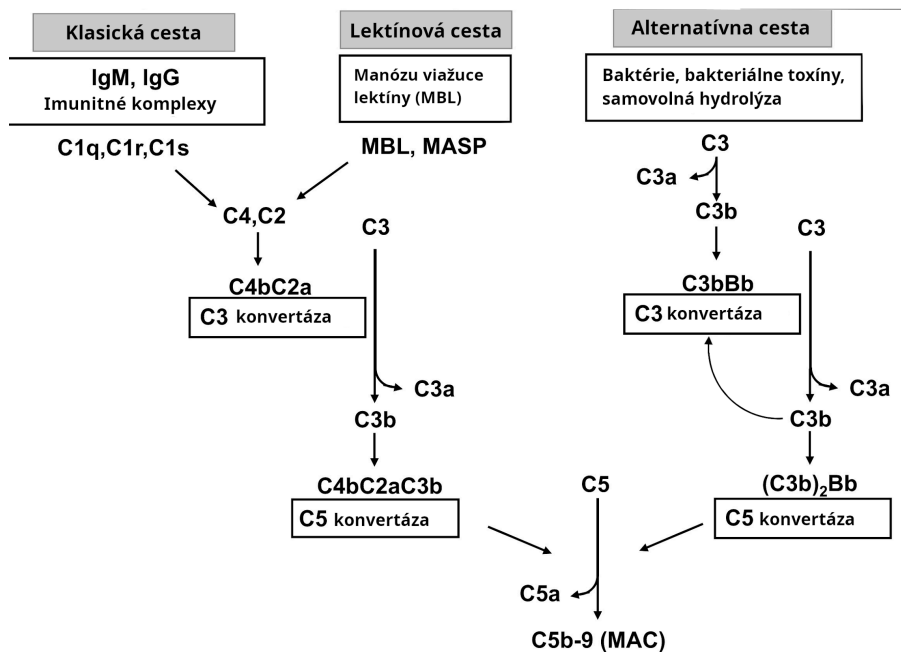
- A. Histón H2A – mitochondria
- B. RNA polymeráza II – jadro
- C. DNA polymeráza – peroxizóm
- D. podjednotka ATP syntázy – chloroplast

2. Červené krvinky v procese diferenciácie strácajú mitochondrie, a preto sú energeticky plne závislé na glykolýze. Pri oxidácii jednej molekuly glukózy v glykolýze vznikajú 2 molekuly ATP. Luebering-Rapoport shunt je alternatívny krok glykolýzy znázornený na obrázku nižšie, v ktorom je 1,3-bisfosfoglycerát namiesto defosforylácie izomerizovaný na 2,3-bisfosfoglycerát, z ktorého je následne fosfát odštiepený bez produkcie ATP a za vzniku 3-fosfoglycerátu.



Aká je štatisticky skutočná produkcia ATP na jednu molekulu glukózy v červenej krvinke, kde prechádza 20 % molekúl 1,3-bisfosfoglycerátu týmto alternatívnym krokom? Výsledok udávajte zaokrúhlený na jedno desatinné miesto.

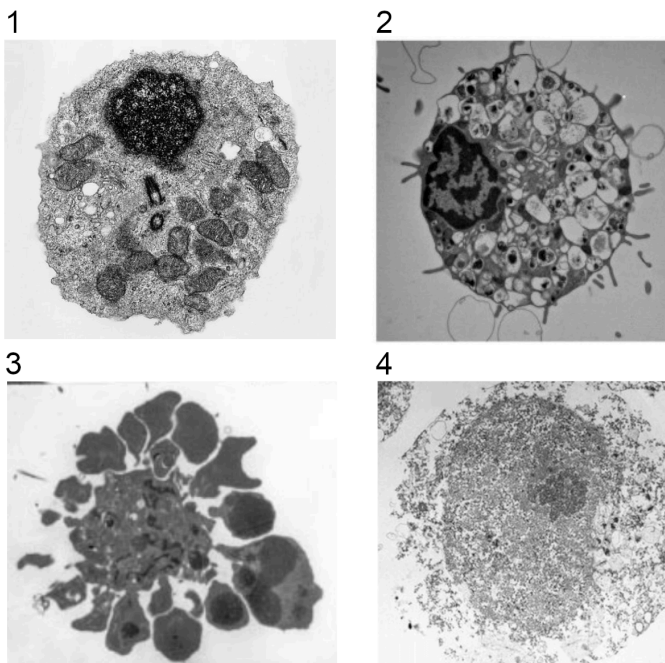
3. Komplement je jednou zo zložiek nášho imunitného systému, ktorá funguje ako prvá línia obrany voči patogénom. Pozostáva z viac ako 30 proteínov cirkulujúcich po tele. Aktivovaný môže byť prostredníctvom troch rôznych spôsobov a vo výsledku vedie k vzniku prozápalových molekúl interagujúcich s B-lymfocyty (C3a a C5a), opsonínom (C3b), a membránolytickým komplexom (MAC).



Na základe obrázku a vašich vedomostí o vrodenej a adaptívnej imunite označte pravdivé tvrdenia:

- A. V tejto signálnej dráhe sa pri produkcii C3b využíva aj regulácia na základe pozitívnej spätnej väzby.
- B. Komplement je súčasťou vrodenej nešpecifickej imunity.
- C. Každá cesta aktivácie vedie k vzniku iných efektorov.
- D. Dráhy komplementu nijako neinteragujú so systémom adaptívnej (špecifickej) imunity.

4. Prirad'te snímky z elektrónového mikroskopu na obrázku nižšie k rôznym procesom, ktorými môže bunka prechádzať:

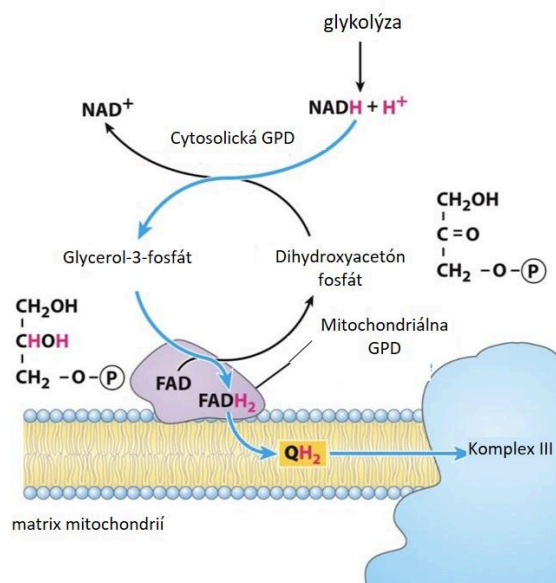


- A. Nekróza. Typ nekontrolovanej bunkovej smrti, pri ktorej vzniká zápal, cytoplazma sa vylieva do okolia.
- B. Zdravá bunka.
- C. Apoptóza alebo tzv. „programovaná bunková smrť“. Dochádza ku kondenzácii chromatinu v jadre, zmršteniu bunky a jej postupnému rozpadu na apoptické telieska ohraničené membránou.
- D. Autofágia. Proces, počas ktorého bunka degraduje vlastné organely v tzv. autofagozómoch. Môže byť spôsobená bunkovým stresom (napr. hladovaním).

5. Mitochondrie sú dvojmembránové semiautonómne organely nevyhnutné pre energetický metabolizmus buniek. Označte pravdivé tvrdenia:

- A. ATP vzniknuté v mitochondriách sa môže spotrebovať len v mitochondriách, pretože kvôli svojej chemickej povahe nemôže difundovať membránou.
- B. Mitochondrie kvôli energetickým nárokom nachádzame aj u prokaryotických organizmov.
- C. Mitochondriálna DNA má prokaryotický charakter (napr. málo intrónov, cirkulárna DNA).
- D. V medzimembránovom priestore je vyššie pH než v matrix mitochondrií.

6. Kvôli svojím vlastnostiam nedokáže redukovaný kofaktor NADH z cytosolu prekonať bariéru vnútornej membrány mitochondrie. Jeho redukčná energia sa prenáša glycerolfosfátovým člnkom, ako znázorňuje schéma nižšie. Na základe schémy označte pravdivé tvrdenia:



- A. Zlúčeniny dihydroxyacetón fosfát a glycerol-3-fosfát tvoria oxidačno-redukčný pár.
- B. Glycerolfosfátový člnok je funkčný iba za anaeróbnych podmienok.
- C. Ak je glycerolfosfátový člnok znefunkčnený, zasiahne to najmä metabolizmus lipidov.
- D. Enzým GPD (glycerol-3-fosfát dehydrogenáza) má najmenej dve izoformy s rozličnou lokalizáciou v bunke.

7. Priradiť proteíny a ich funkciu k následku v ľudskom tele, ktorý by spôsobila mutácia v danom proteíne vedúca k strate jeho normálnej funkcie.

1. p53 – negatívny regulátor prechodu z G1 fázy do S fázy bunkového cyklu, jeho aktivácia môže zastaviť bunkový cyklus pri poškodení DNA
 2. IL2RG – receptor dôležitý pri diferenciácii hematopoetických kmeňových buniek
 3. CFTR – membránový proteín, transportér chloridových iónov
 4. DNA polymeráza – zodpovedná za replikáciu DNA
-
- A. zvýšenie mutagenity
 - B. znížená imunita
 - C. nadmerné delenie buniek
 - D. nahromadenie hustého hlienu v pľúcach

8. Reštrikčné endonukleázy sú enzýmy schopné rozpoznávať špecifické sekvencie DNA a jej molekulu v týchto miestach štiepiť. Tieto vlastnosti vieme využiť na analýzu fragmentov DNA. Máme plazmid (kruhovú molekulu DNA) s dĺžkou 6000 bp (bázových párov) a štiepime ho reštrikčnými endonukleázami X, Y, Z a ich kombináciami. Dostávame nasledujúce produkty:

X → jeden produkt 6000 bp

Y → jeden produkt 6000 bp

Z → dva produkty 4000 bp a 2000 bp

X + Y → dva produkty 3500 bp a 2500 bp

X + Z → tri produkty 3000 bp, 2000 bp, 1000 bp

Y + Z → tri produkty 4000 bp, 1500 bp, 500 bp

Označte pravdivé tvrdenia:

- A. Enzým X nemá na plazmide žiadne štiepne miesto.
- B. Enzým Z má na plazmide tri štiepne miesta.
- C. Najmenšia vzdialenosť štiepných miest Y a Z je 500 bp.
- D. Najväčšia vzdialenosť štiepných miest Y a Z je 4000 bp.

B. ANATÓMIA A FYZIOLOGIA RASTLÍN

9. Významná poľnohospodárska plodina repa obyčajná (*Beta vulgaris*) je dvojročná rastlina. V prvom roku života sa v jej listoch vytvára sacharóza, ktorá je floémom (lykom) transportovaná do zásobnej hľuzy. Po období chladu v druhom roku je sacharóza transportovaná z hľuzy do apikálneho meristému výhonku a je využitá pre ďalšiu rast a rozmnožovanie. Označte pravdivé tvrdenia:

- A. Sacharóza u repy obvyčajnej prechádza cytoplazmou sitkovic.
- B. Po období chladu dochádza k prepnutiu zásobnej hľuzy repy z miesta uskladnenia sacharózy na zdroj sacharózy.

- C. Ak predpokladáme, že transport floémom prebieha symplasticky, očakávali by sme, že koncentrácia sacharózy v sitkovej listu v prvom roku bude vyššia než koncentrácia sacharózy v sitkovej zásobnej hľuzy.
- D. Transport sacharózy po období chladu je pravdepodobne zaistený xylémom (drevom).

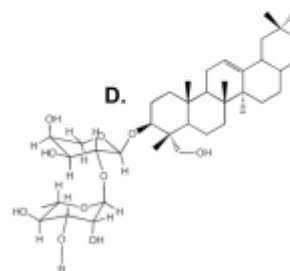
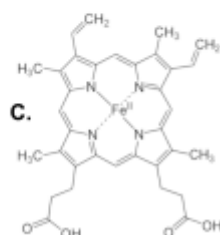
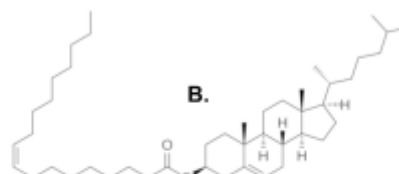
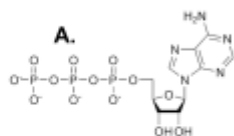
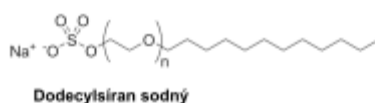
10. Vedci zistili, že pre transport sacharózy u repy obyčajnej je dôležitá činnosť transportéra *TST2*, ktorý prenáša sacharózu z cytoplazmy do vakuoly a transportéra *SUT4*, ktorý prenáša sacharózu z vakuoly do cytoplazmy. Skúmali, aká je ich expresia (množstvo mRNA kódujúcej transportéry) v hľuze a listoch repy obyčajnej pred obdobím chladu pri 20 °C a po období chladu (4 °C). Výsledky znázorňuje tabuľka nižšie, pričom miera expresie je vyjadrená intenzitou farby (tmavošedá značí vysokú expresiu, bledá značí nízku expresiu).

Teplota	Orgán	<i>TST2</i> (importér sacharózy do vakuoly)	<i>SUT4</i> (exportér sacharózy z vakuoly)
20°C	Hľuza		
	Listy		
4°C	Hľuza		
	Listy		

Označte pravdivé tvrdenia:

- A. Prechod obdobím chladu zvyšuje expresiu *TST2* v listoch.
- B. Gén *TST2* je pred obdobím chladu silnejšie exprimovaný v hľuze než v listoch.
- C. Prechod obdobím chladu spôsobuje zníženie expresie *SUT4* v hľuze.
- D. Gén *SUT4* je po prechode chladom silnejšie exprimovaný v hľuze než v listoch.

11. Plody rastliny *Sapindus saponaria* stáročia pôvodní obyvatelia severnej Ameriky používali na pranie oblečenia, lebo obsahujú látky s detergentnými chemickými vlastnosťami (podobnými mydlu). Vyberte z nasledujúcich prirodzene sa vyskytujúcich molekúl tie, ktoré majú detergentné vlastnosti zo *S. saponaria*. Ako nápovedu máte syntetickú látku používanú v šampónoch, dodecylsírany sodný – všimnite si na nej polaritu oboch koncov molekuly.



12. Na odhalenie vplyvu stresu na rastlinu sa často používa metóda indukovanej fluorescence chlorofylu, v ktorej je rastlina zatemnená a následne ožarovaná pulzami svetla. Výsledkom je niekoľko parametrov, napríklad F_m (maximálna fluorescence po zatemnení), F_m' (maximálna fluorescence na svetle) a F_s (fluorescencia v základnom stave). Pre kontrolu a rastlinu vystavenú stresu sme získali tieto hodnoty:

Parameter	F_s	F_m'	F_m
Kontrola	300	900	1200
Stres	400	600	1200

Na základe týchto hodnôt fluorescence môžeme vypočítať:

Efektívny kvantový výťažok fotosystému II (PSII) – vyjadruje, aký podiel svetla zachyteného PSII je využitý na fotochemickú aktivitu.

$$\Phi_{PSII} = \frac{F_m' - F_s}{F_m'}$$

Nefotochemické zhášanie – vyjadruje mieru premeny energie svetla zachyteného PSII na tepelnú energiu.

$$NPQ = \frac{F_m - F_m'}{F_m'}$$

Označte pravdivé tvrdenia:

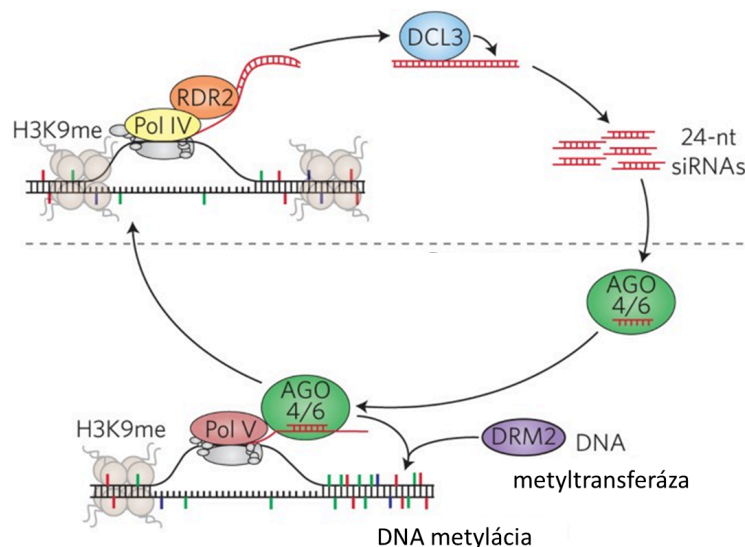
- A. Za fyziologických podmienok skúmaná rastlina využíva približne 67 % energie zachytenej PSII na fotochemické procesy.
- B. Stres spôsobil, že rastlina využíva menej svetelnej energie zachytenej PSII na fotochemické procesy.
- C. Pokles efektívneho kvantového výťažku PSII počas stresu by mohol byť spôsobený nárastom rýchlosti reakcií Calvinovho cyklu.
- D. Zvýšenie NPQ môže znižovať riziko poškodenia fotosystémov pri nadbytku svetla.

13. Označte, aké deje pravdepodobne v rastline nastanú, ak bude vystavená suchému prostrediu:

- A. Transpirácia rastliny sa zvýši.
- B. Príjem CO_2 rastlinou sa zvýši.
- C. Množstvo sacharózy transportovanej do koreňa sa zníži.
- D. Rastlina sa bude snažiť zvýšiť svoj vodný potenciál v koreni a bude transportovať ióny solí do okolitej pôdy.

14. V rastlinných genómoch sa vyskytujú transponovateľné elementy. Sú to úseky DNA, ktoré sa môžu kopírovať a šíriť. Rastliny majú vyvinutý obranný mechanizmus, ktorým transponovateľné elementy môžu transkripčne umlčať a brániť tak ich ďalšiemu šíreniu v genóme. Na obrázku

nižšie vidíte schému tohto mechanizmu, ktorého sa zúčastňujú krátke 24-nukleotidové RNA a viaceré proteíny.



Na základe obrázka označte pravdivé tvrdenia:

- A. Pol IV je RNA polymeráza.
- B. DNA metylácia sprostredkovaná DRM2 je modifikácia DNA, ktorá v tomto prípade aktivuje transkripciu génov transponovateľného elementu RNA polymerázou II, čo vedie k zvýšenej génovej expresii.
- C. Znáznym mechanizmom by mohlo dôjsť k modifikácii DNA na inom mieste v genóme, kde sa nachádza sekvencia komplementárna k sekvencii siRNA.
- D. Znáznym mechanizmom dochádza k vyštípeniu sekvencie transponovateľného elementu z genómovej DNA.

C. ANATÓMIA A FYZIOLOGIA ŽIVOČÍCHOV A ČLOVEKA

15. K nepriamemu posúdeniu srdcového výdaja vieme použiť analýzu krvných plynov (rozpušteného O_2 a CO_2) v žilnej (venóznej) a tepnovej (arteriálnej) krvi.

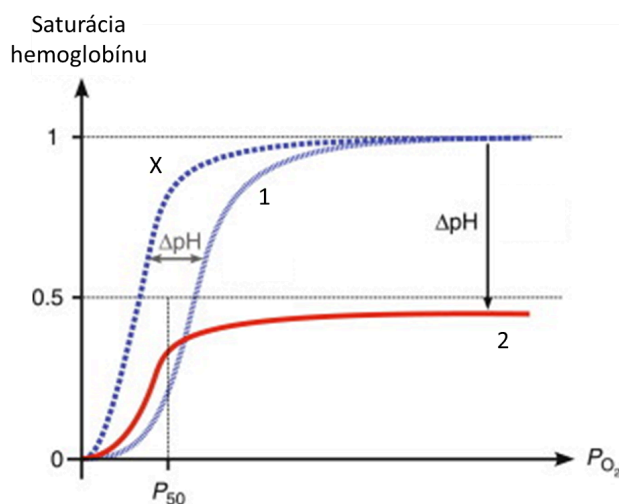
1. pCO_2 gap predstavuje rozdiel parciálneho tlaku CO_2 vo venóznej a arteriálnej krvi ($pCO_2 \text{ gap} = pVCO_2 - pACO_2$; uvádza sa v kPa)
2. Rozdiel v saturácii hemoglobínu kyslíkom v arteriálnej a venóznej krvi ($SaO_2 - SvO_2$); uvádza sa v percentách.

Predpokladajte, že výmena plynov v pľúcach nie je ovplyvnená. Označte pravdivé tvrdenia:

- A. V prípade zníženého srdcového výdaja dochádza k spomaleniu toku krvi tkanivami.
- B. K zníženiu srdcového výdaja môže dôjsť len z dôvodu nízkeho žilného návratu (napríklad zníženie celkového množstva cirkulujúcej krvi).
- C. Pri nízkom srdcovom výdaji dochádza k zvýšeniu extrakcie kyslíka z arteriálnej krvi tkanivami, $SaO_2 - SvO_2$ je teda vyšší, než pri normálnom srdcovom výdaji.

- D. Pri nízkom srdcovom výdaji nie je oxid uhličitý „vyplavovaný“ z tkanív dostatočne efektívne. Kvôli jeho hromadeniu dochádza nakoniec k zvýšeniu $p\text{vCO}_2$ a $p\text{CO}_2$ gap sa zvyšuje.

16. Bohrov a Rootov efekt oba popisujú, ako sa mení schopnosť hemoglobínu transportovať kyslík v závislosti od okolitého pH v tkanive. Pri Bohrovom efekte, ktorý vykazuje ľudský hemoglobín, s klesajúcim pH klesá afinita hemoglobínu k O_2 . Pri Rootovom efekte, ktorý je typický pre lúčoplutvovce, klesá s klesajúcim pH afinita aj celková nosná kapacita hemoglobínu. Na grafe nižšie vidíte závislosť saturácie hemoglobínu kyslíkom od parciálneho tlaku kyslíku (P_{O_2}). Krivka X znázorňuje závislosť pri fyziologickom pH a krivky 1 a 2 znázorňujú závislosť pri zníženej hodnote pH.

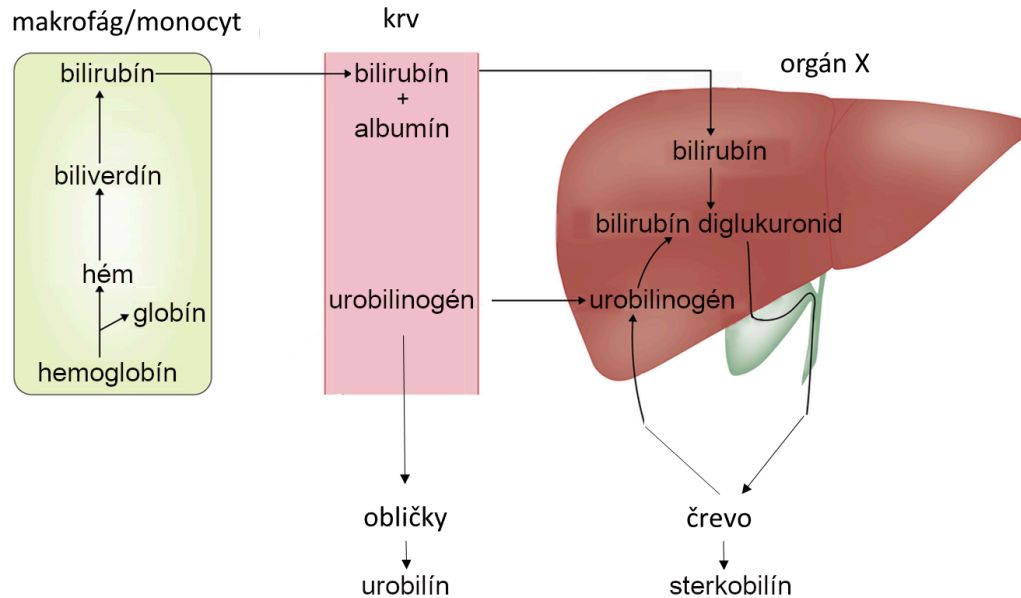


Označte pravdivé tvrdenia:

- A. Krivka 2 na grafe by mohla patriť hemoglobínu pstruha.
- B. U lúčoplutvovcov by bolo výhodné mať pri krvnom riečisku okolo plynového mechúra (ktorý potrebuje vo svojom vnútri udržať veľmi vysoký tlak kyslíka) špeciálne kyselinotvorné bunky.
- C. Medzi aminokyselinami priamo zodpovednými za túto odpoveď hemoglobínu na pH sú veľmi pravdepodobne leucín, valín a alanín.
- D. Berúc do úvahy len rozdiel v hemoglobíne, pstruh by mal lepšie šance ako človek prežiť stav metabolickej acidózy.

17. Na degradácii krvného farbiva hemoglobínu sa podieľa niekoľko orgánov ľudského tela, ako znázorňuje schéma nižšie. Označte pravdivé tvrdenia:

- A. Bilirubín diglukuronid prechádza z orgánu X do čreva vrátnicovou žilou (*vena portae*).
- B. Degradácii hemoglobínu predchádza fagocytóza červenej krvinky.
- C. V orgáne X dochádza k syntéze enzýmov adrenalínu a noradrenalínu.
- D. Porucha degradácie hemoglobínu môže spôsobiť žltacku.

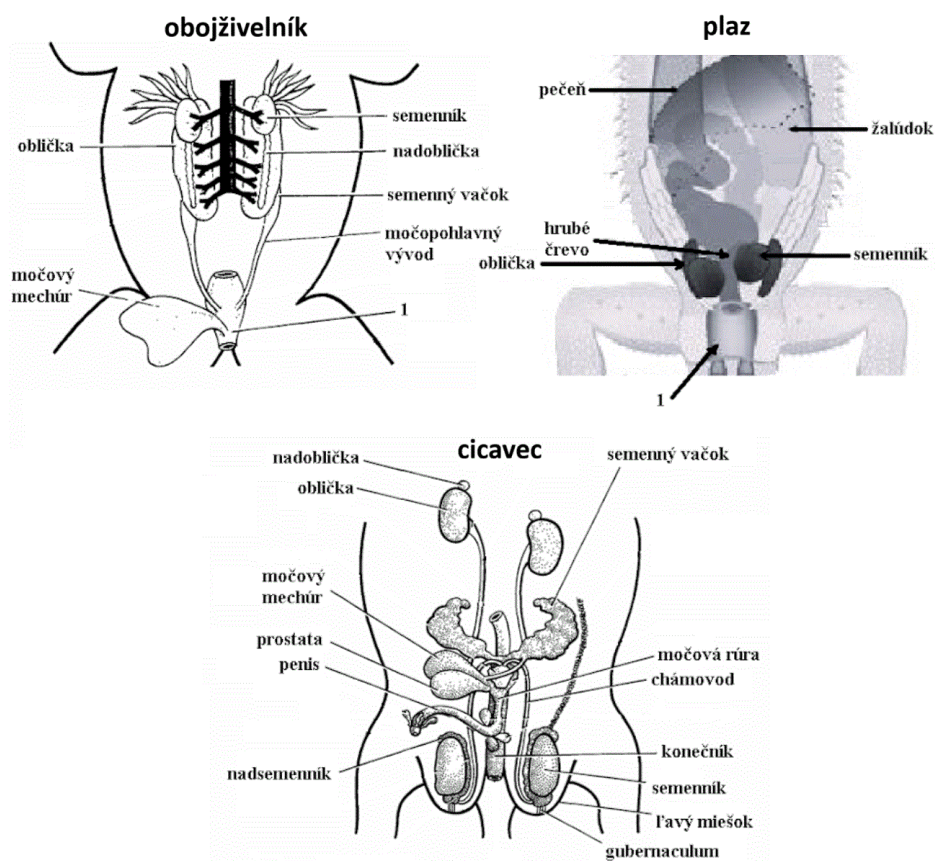


18. V mozgu rozoznávame dve centrá, ktoré sa podieľajú na pochopení a produkcii reči. Brocovo centrum je motorické centrum zodpovedné za tvorbu reči a písaných prejavov. Wernickeho centrum je senzorické centrum zodpovedné za pochopenie reči v slovnej ako aj písanej forme. Brocova a Wernickeho afázia sú poruchy schopnosti komunikovať asociované s narušením funkcie rovnomenného rečového centra. Označte pravdivé tvrdenia:

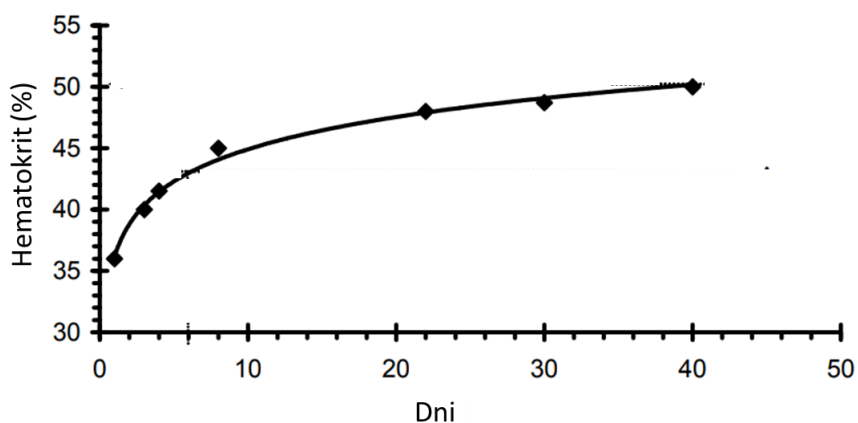
- A. Pacient postihnutý Brocovou afáziou počuje, ale nedokáže dekodovať význam slov, má pocit, že počuje cudzí jazyk.
- B. Pacient postihnutý Brocovou afáziou sa vyjadruje spomalene a namáhavo, jeho výpoveď je zjednodušená, ale zrozumiteľná.
- C. Pacient postihnutý Wernickeho afáziou produkuje reč plynule, ale jeho výpoveď nedáva zmysel.
- D. Pacient postihnutý Wernickeho afáziou nemá problémy s porozumením reči, len s jej produkciou.

19. Vo vývoji samčích pohlavných žliaz u stavovcov pozorujeme rôzne uloženie gonád v závislosti od vnútorného aj vonkajšieho prostredia. Typicky vznikom pohlavného väzu (*gubernaculum testis*) sa semenníky presúvajú z pozície za brušnou dutinou do mimotelovej pozície, teda do mieška. Schémy znázorňujú typickú pozíciu semenníkov a príslušných štruktúr u obojživelníkov, plazov a cicavcov. Označte pravdivé tvrdenia:

- A. Štruktúra 1 nie je pre cicavce typická.
- B. Gubernaculum sa mohlo vyvinúť u spoločného predka cicavcov v súvislosti so stálou teplotou tela, ktorá je vyššia než optimálna teplota pre tvorbu spermií.
- C. U plazov je pohlavný väz umiestnený pod kloakou.
- D. Najvýraznejší pohlavný dimorfizmus z hľadiska primárnych pohlavných znakov sledujeme v porovnaní s obojživelníkmi a plazmi u cicavcov.



20. Ľudský organizmus sa dokáže prispôbiť nízkej koncentrácii kyslíka vo vysokých nadmorských výškach. Experimentálna populácia sa po dobu 3 týždňov zdržovala v nadmorskej výške 35 m. n. m., presunula sa do nadmorskej výšky 3510 m. n. m., kde zotrvala po dobu 40 dní a bol sledovaný ich hematokrit (percento červených krviniek v krvi).



Označte pravdivé tvrdenia:

- A. Hypoxia (znížená koncentrácia kyslíka) pravdepodobne stimuluje tvorbu červených krviniek.

- B. Zvýšenie hematokritu vo vysokej nadmorskej výške umožňuje efektívnejšiu absorpciu kyslíka zo vzduchu.
- C. Zvýšenie hematokritu môže byť spojené so znížením hustoty krvi. Po prechode do vysokých nadmorských výšok preto klesá riziko infarktu myokardu a mŕtvice u pacientov so srdcovo-cievnyimi ochoreniami.
- D. Ďalším možným mechanizmom prispôsobenia na vysokú nadmorskú výšku je zníženie dychovej frekvencie.

21. Corpus callosotomia je operácia na potlačenie epilepsie nereagujúcej na lieky. Pri operácii sa prereže kalózne teleso (*corpus callosum*) – nervové axóny prepájajúce hemisféry mozgu – čím sa zastaví v podstate všetka komunikácia medzi hemisférami. Na pacientovi, ktorý túto operáciu podstúpil, bol vykonaný experiment:

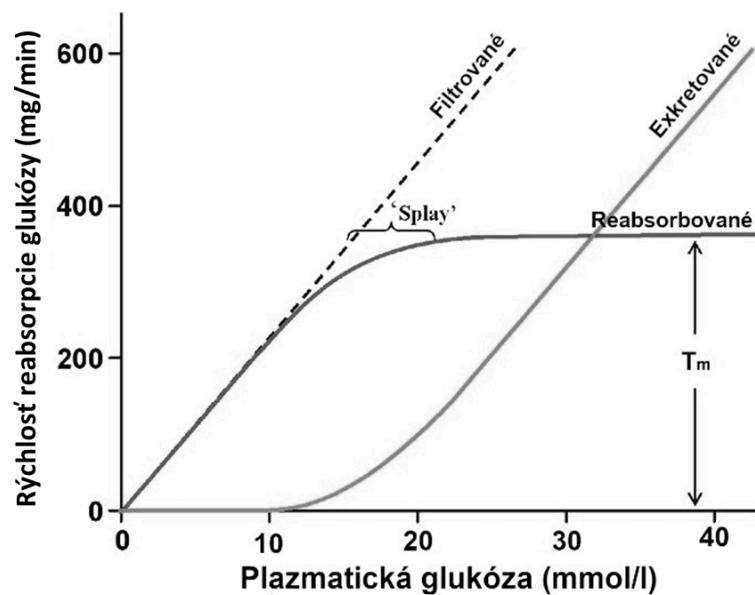
- Pacientovi boli zakryté oči a do pravej ruky mu bol položený predmet. Pozorovali sme aktivitu v ľavej časti mozgu a pacient bol predmet po ohmataní schopný pomenovať.
- Pri zámene za ľavú ruku sa výsledok experimentu zmenil – bola pozorovaná aktivita v pravej časti mozgu, pacient po opýtaní nevedel objekt pomenovať, ale vedel ho ľavou rukou nakresliť.

Čo tento experiment naznačuje?

- A. Pacient je ľavák.
- B. Signály senzorických neurónov z jednej strany tela sa rovnomerne delia medzi hemisféry bez corpus callosum.
- C. Funkcia písania je lokalizovaná iba v pravej hemisfére.
- D. Funkcia reči je lokalizovaná iba v ľavej hemisfére.

22. Reziduálny objem je objem vzduchu, ktorý v pľúcach zostane po maximálnom výdychu. Na jeho meranie sme využili héliový dilučný test, ktorý využíva fakt, že hélium je inertný plyn, ktorý neprestupuje alveolo-kapilárnou membránou. Testovaná osoba najskôr maximálne vydýchla a následne začala dýchať vzduch zo zásobníku s objemom 2 litre. Koncentrácia hélia v zásobníku postupne klesala z 10 %, až sa po poslednom maximálnom výdychu ustálila na 6,25 %. Aký bol reziduálny objem pľúc testovanej osoby? Výsledok uveďte v litroch s presnosťou na 1 desatinné miesto.

23. Glukóza, ktorá sa voľne filtruje do primárneho moču, je spätne reabsorbovaná v proximálnom tubule, predovšetkým prostredníctvom SGLT2 transportéru. Vzťah medzi plazmatickou koncentráciou glukózy a rýchlosťou spätnej reabsorpcie znázorňuje nasledujúci graf:



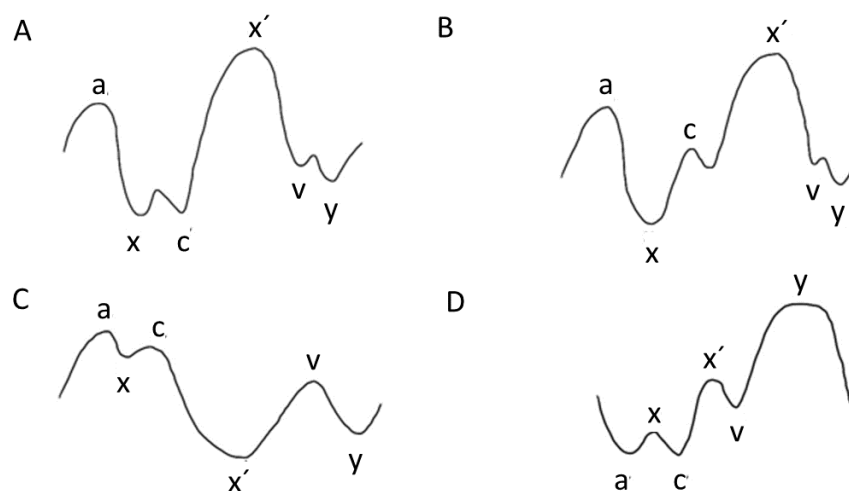
Označte pravdivé tvrdenia:

- A. Po nočnom hladovaní by sme u zdravého človeka nemali detegovať v moči žiadnu glukózu.
- B. Od určitej prahovej koncentrácie dochádza k nasýteniu všetkých transportérov a glukóza sa dostáva aj do sekundárneho moču. Táto prahová koncentrácia sa však u jednotlivých nefrónov mierne líši, preto vidíme určité zaoblenie krivky („splay“).
- C. Príznakom ochorenia *diabetes mellitus* je vylučovanie nadmerného množstva moču (polyúria).
- D. Jednou z potenciálnych terapií cukrovky by mohli byť inhibítory SGLT2 transportérov.

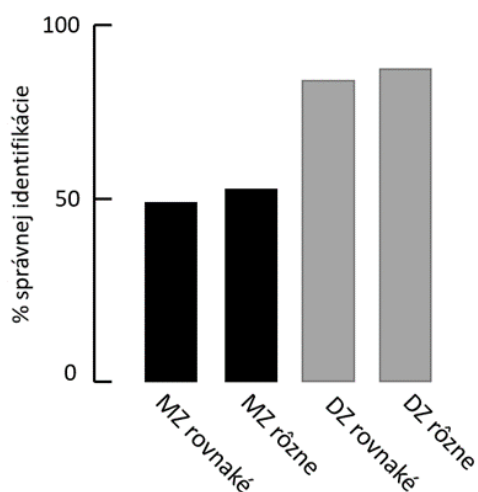
24. K posúdeniu žilného návratu do srdca a funkcie pravého srdca sa používa jugulogram. Jedná sa o záznam pulzácie krčnej žily, ktorý korešponduje so zmenami tlaku v tejto žile. Na grafickom znázornení môžeme pozorovať niekoľko po sebe nasledujúcich vrcholov znamenajúcich nárast tlaku a poklesov znamenajúcich zníženie tlaku v krčnej žile:

- a – sťah pravej predsene
- x – relaxácia pravej predsene
- c – uzáver trojcípej chlopne
- x' – systola komôr
- v – koniec systoly komôr
- y – otvorenie trojcípej chlopne

Ktorá z nasledujúcich kriviek najpravdepodobnejšie zobrazuje fyziologický jugulogram?



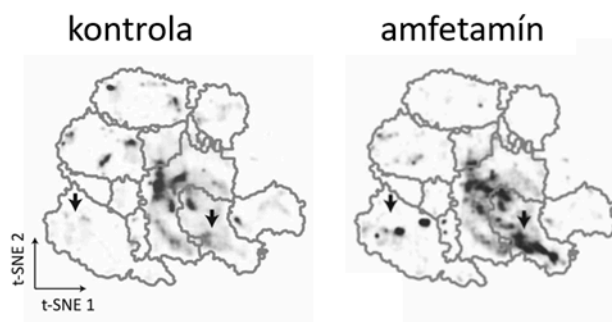
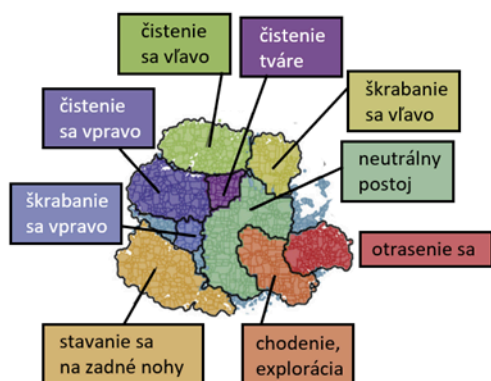
D. ETOLÓGIA



25. V grafe vidíte výsledky experimentu, ktorý testoval schopnosti policajných psov cvičených na rozpoznávanie pachov. V každom experimente pes najskôr oňuchal tričko jedného z dvojčiat a na základe tejto pachovej stopy mal určiť, ktorému z nich patrí. Experimentálne skupiny pozostávali z monozygotných (MZ) a dizygotných (DZ) dvojčiat, ktoré žili v rovnakom alebo v rôznom prostredí. Označte pravdivé tvrdenia:

- A. Rozdiely pachov, ktoré psy rozpoznávajú sú spôsobené predovšetkým genetickými rozdielmi.
- B. Približne 30 % úspešných identifikácií v experimente bolo vďaka rozdielnym pachom prostredia.
- C. Pravdepodobnosť, že pes určí správneho majiteľa trička náhodou, bez toho, aby rozpoznal pachovú stopu, je 50 %.
- D. Psy sú úspešnejšie v správnej identifikácii majiteľa trička medzi DZ dvojčatami, než MZ dvojčatami.

26. Pre štúdium správania živočíchov je dôležitá schopnosť monitorovať ho počas dlhšieho času. Okrem manuálneho monitorovania experimentátorom je dnes možné živočíchov nahrávať kamerami a správanie analyzovať počítačovo. Výstupom takejto analýzy môže byť behaviorálna mapa ako na obrázku vľavo. Podobné typy správania vytvárajú v tejto mape farebne odlíšené „kontinenty“.



V každom ďalšom experimente môžeme potom interpretovať nahrané správanie pomocou tejto mapy. Na obrázkoch vpravo vidíte výsledky experimentu, pri ktorom bol potkanom injekčne podaný amfetamín alebo fyziologický roztok (kontrola). Zaznamenané správania sú v mape vyznačené šedými škvrami. Čím je škvrna tmavšia a má väčšiu plochu v rámci daného kontinentu, tým viac času strávil potkan týmto správaním. Označte pravdivé tvrdenia:

- A. Potkany sa po podaní amfetamínu výrazne viac otriasali.
- B. Vplyv amfetamínu bol výraznejší na správanie spojené s ľavou stranou tela.
- C. Potkany boli po podaní amfetamínu viac pohybovo aktívne a zvedavé.
- D. Po podaní amfetamínu strávili potkany menej času čistením sa.

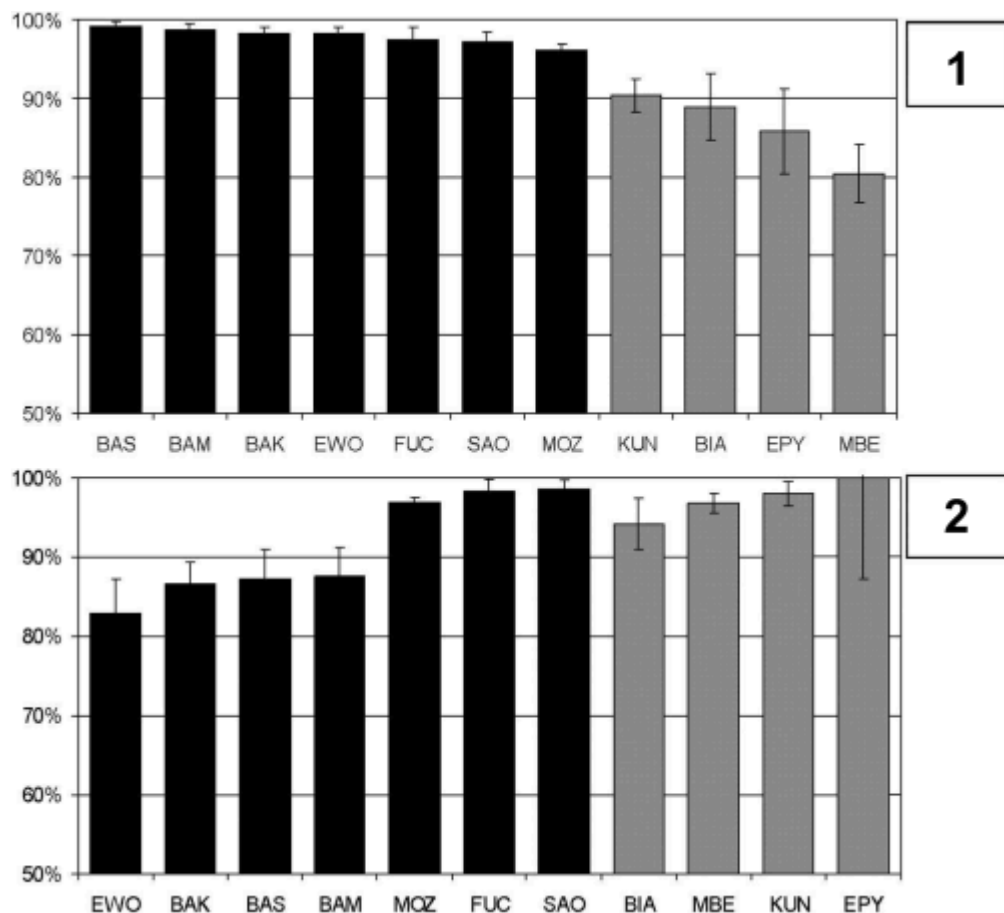
E. GENETIKA

27. Lína X paradajky je úplne odolná voči vírusu žltej kučeravosti listov paradajok (TYLCV), po infekcii nevykazuje žiadne symptómy ochorenia. Rastlina línie X bola skrížená s rastlinou línie Y, ktorá voči vírusu TYLCV nie je odolná. Krížením vznikla F1 generácia, v ktorej všetky jedince vykazovali menej závažné symptómy ochorenia než u rodičovskej línie Y po infekcii vírusom. V F2 generácii sme pozorovali všetky tri vyššie popísané fenotypy v štiepnom pomere 1:2:1. Označte pravdivé tvrdenia:

- A. Počet génov podmieňujúcich odolnosť voči TYLCV by sme mohli odhadnúť na základe fenotypového štiepneho pomeru v F2 generácii.
- B. Ak by sme skrížili rastlinu z F1 generácie s rodičovskou rastlinou línie Y, očakávali by sme, že medzi potomkami budú jedince s fenotypom zhodným s rodičovskou líniou X.
- C. Gén podmieňujúci odolnosť voči TYLCV sa môže nachádzať v plastidovom genóme paradajky.
- D. Ide o príklad dedičnosti s úplnou dominanciou.

28. Spoločnosti, ktoré vznikli počas vývoja ľudstva, sa dajú rozdeliť na dve skupiny – patrilineálne a matrilineálne. Odlišujú sa tým, ktoré pohlavie po dosiahnutí dospelosti ostáva v skupine, kde sa narodilo a ktoré, naopak, odchádza do skupiny partnera (pri matrilineálnych

spoločnostiach zostáva "doma" žena, pri patrilineálnych muž). Haplotyp je skupina alel, ktoré potomok získa od rodiča v nepozmenenej (nerekombinovanej) forme, a preto sa pomocou neho dajú odsledovať príbuzenské vzťahy s predkami. Využite tieto informácie a svoje vedomosti o mitochondriálnej dedičnosti a dedičnosti Y chromozómu pri vyhodnocovaní nasledujúcich grafov.



Obrázok: Miera diverzity (% rozdielnosti) mitochondriálnych haplotypov u žien (graf 1) a Y haplotypov (graf 2) v populácií roľníkov (čiernou) a lovcov-zberačov (sivou) v subsaharskej Afrike.

Označte pravdivé tvrdenia:

- A. Dvaja náhodne vybraní jedinci populácie MBE by navzájom zdieľali mitochondriálny haplotyp s vyššou pravdepodobnosťou ako dvaja náhodne vybraní jedinci populácie BAK.
- B. Roľníci majú patrilineálnu spoločnosť, preto majú vysokú diverzitu Y haplotypov.
- C. Lovci-zberači majú matrilineálnu spoločnosť, preto majú vysokú diverzitu Y haplotypov.
- D. V matrilineálnej spoločnosti synovia odchádzajúci zo skupiny, v ktorej sa narodili, prenesú rodičovský mitochondriálny genóm do ďalších generácií svojich nových skupín.

29. Ste archeologičkou, ktorá sa zúčastňuje vykopávok na dvoch pohrebiskách patriacich dvom skupinám starovekej spoločnosti. Predpokladáte, že táto spoločnosť bola matrilineálna. Označte pravdivé tvrdenia:

- A. Muži sú pochovaní na pohrebisku tej skupiny, v ktorej sa narodili.
- B. Muž v tejto spoločnosti si najpravdepodobnejšie nájde partnerku s podobným mitochondriálnym genómom, ako mala jeho matka.
- C. Ak zanedbáme spontánnu mutáciu, otec a syn vždy zdieľajú Y haplotyp.
- D. V ženských hrobách bude v rámci jedného cintorínu malá diverzita mitochondriálnych genómov.

30. Muchy z čeľade Lauxaniidae sú drobné dvojkrídlovce, často sa vyskytujúce na okraji lesa a na lúkach. Zaujímá vás vzťah medzi tromi druhmi tejto skupiny – *Minettia austriaca*, *Lauxania minor* a *Lyciella decempunctata*. Na objasnenie ich fylogenie ste sa rozhodli osekvenovať dva gény: cytochrómoxidázu, gén kódovaný mitochondriálnou DNA a ribozomálnu 18S RNA, mimoriadne dobre konzervovaný gén, kódovaný v jadre. Na obrázku nižšie sú uvedené charakteristické úseky DNA sekvencie obidvoch génov u všetkých troch organizmov. Ako by sa dali vysvetliť rozdiely v počte zmien v jednotlivých génoch?

(Pozn.: Pomlčky sú na miestach, kde došlo k delícii jedného alebo viacerých báзовých párov.)

18S RNA

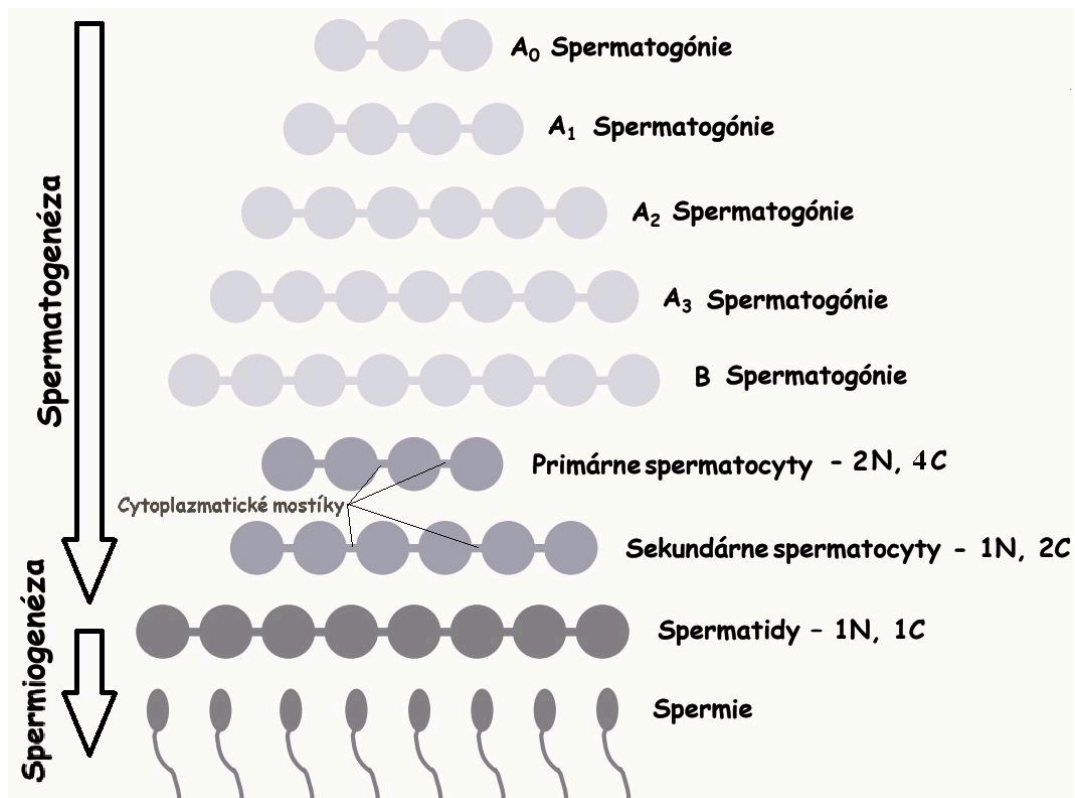
>MINETTIA	AAAAATGATAGCTAGCTGACTTAGCGATCGTAGTTTCGATCGAAATTGGCTTAGCGTAGC
>LAUXANIA	CAAG---ATAGCTAGCTGACTTTGCGATCGTAGTATCGATCCAAATTGGCTTAGCGTAGC
>LYCIELLA	AAAAATGATAGCTAGCTGACTTTGCGATCGTAGTTTCGATCGAAATTGGCTAAGCGTAGC

CYTOCHROMOXIDAZA

>MINETTIA	AGCCTCGATCGATCGTTTAGGCTTTTCGACCGTCGGGAGAGCTGCTTGCCTCTAGCTGGGTT
>LAUXANIA	AGGCTCGA---ATCGTTCAGGCCTTTTCGATCGTAGGGACAGCTTATTG--TCTAGC---GTT
>LYCIELLA	ATGCTAAATCGATCGTTCAAGC-----CGTCGGGAGAGCTTCTTGCCTCTAGCTGGGTT

- A. Ak sa rôzny počet zmien v týchto dvoch génoch nahromadil za rovnaký čas, znamená to, že jeden z génov musel byť mutovaný cielene.
- B. Gén pre cytochrómoxidázu mutuje podstatne rýchlejšie ako gén pre 18S RNA.
- C. V mitochondriách vzniká pri bunkovom dýchaní veľké množstvo oxidačných radikálov, čo vedie k zvýšenej miere mutácií mitochondriálnej DNA oproti jadrovej DNA.
- D. V géne pre cytochrómoxidázu sa nahromadil väčší počet zmien, to znamená, že evolúcia obidvoch génov prebiehala rôzne dlhý čas.

31. Semenníky slúžia na tvorbu samčích pohlavných buniek. Schéma znázorňuje tvorbu gamét. $A_0 - A_3$ a B sú označenia typov spermatogónií. "N" označuje počet chromozómových sád, "C" celkové množstvo DNA. Označte pravdivé tvrdenia.



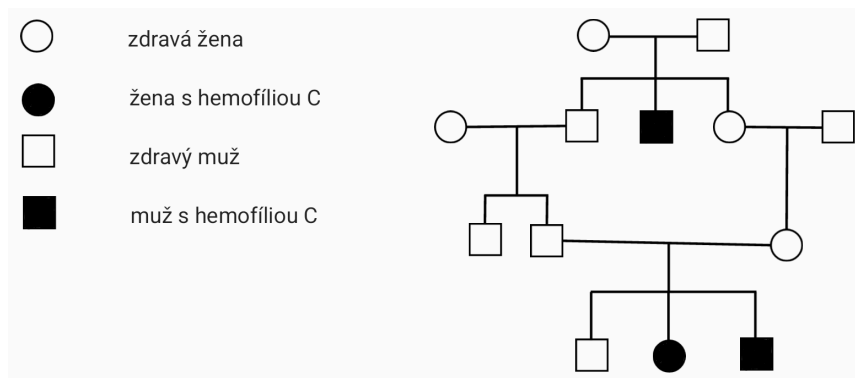
- A. Pomocou cytoplazmatických mostíkov môžu bunky zdieľať zložky cytoplazmy.
- B. Spermiogéniza je v princípe procesom diferenciácie.
- C. Proces tvorby B spermatogónií z A spermatogónií je mitotickým procesom.
- D. Sekundárne spermatocyty vznikajú po dokončenej druhej fáze meiózy.

32. Ktoré z nasledujúcich tvrdení sú pravdivé pre potenciálne dieťa matky s krvnou skupinou 0- a otca s krvnou skupinou AB+?

- A. Protilátky (AB0 a Rh systémov) produkované plodom môžu napadnúť matku.
- B. Dieťa nemôže mať krvnú skupinu AB-.
- C. Dieťa môže mať krvnú skupinu 0-.
- D. Ak je otec heterozygot pre Rh faktor, tak bude mať dieťa s 50 % pravdepodobnosťou rovnaký genotyp pre Rh ako otec.

33. Hemofília C patrí medzi poruchy zrážanlivosti krvi. Jej podstatou je mutácia génu pre bielkoviny zrážacej kaskády. Medzi prejavy patrí spontánne krvácanie, nedostatočné zastavenie krvácania pri bežných poraneniach, častý vznik modrín. Na základe rodokmeňa nižšie určte, ktoré typy dedičnosti môžu zodpovedať za dedičnosť hemofílie C.

- A. Autozomálne dominantná dedičnosť.
- B. Autozomálne recesívna dedičnosť.
- C. Gonozomálne dominantná dedičnosť.
- D. Gonozomálne recesívna dedičnosť.



34. Huntingtonova choroba je autozomálne dominantné ochorenie. Aká je pravdepodobnosť, že pravnúča heterozygota bude trpieť týmto ochorením? Predpokladajte, že frekvencia dominantnej alely je v populácii extrémne nízka. Výsledok uveďte v percentách, zaokrúhlený na 1 desatinné miesto.

F. EKOLÓGIA

35. Vedci skúmali tri druhy vtákov (X, Y a Z), ktoré sa živia hmyzom v rôznych častiach stromov: Druh X – loví hmyz na spodných vetvách a kmeni stromov.

Druh Y – loví hmyz v strednej etáži koruny stromov.

Druh Z – loví hmyz na vrcholoch stromov a medzi listami.

Označte pravdivé tvrdenia:

- A. Druhy X, Y a Z využívajú odlišné ekologické niky.
- B. Ak by druh X vymizol, druh Y by mohol expandovať do spodnej etáže, čo je príklad uvoľnenia niky.
- C. Všetky tri druhy si priamo konkurujú v získavaní potravy.
- D. Priestorová odlišnosť v získavaní potravy znižuje priame súťaženie o potravu.

36. Skúmali ste populáciu lesnej orchidey a všimli ste si, že jej semená sú veľmi drobné a nemajú endosperm. Zároveň ste v semenách zistili prítomnosť huby, ktorá neskôr v bunkách mladých klíčiach rastlín vytvára pelotóny (klbká hýf) ktoré sú orchideou rozkladané a vstrebávané. Ktoré z nasledujúcich tvrdení sú pravdivé?

- A. Vzťah je v štádiu nevyklíčeného semena zo strany huby parazitický.
- B. Trávenie pelotónov rastlinnými bunkami je mechanizmus, ktorý orchidei umožňuje klíčiť aj v pôdach s horšou dostupnosťou živín.
- C. Keď dospelá orchidea začne fotosyntetizovať, vzťah s hubou sa môže premeniť na mutualizmus.
- D. Ak sa spóry huby tvoria na tenkých výbežkoch, ktoré po štyroch vyrastajú z kyjakovitého útvaru, môžeme usúdiť, že ide o vreckaté huby (Ascomycetes).

37. V tabuľke nižšie vidíte zastúpenie druhov W, X, Y a Z v troch biotopoch.

Druh	Biotop 1	Biotop 2	Biotop 3
W	7	10	4
X	5	2	4
Y	3	2	4
Z	1	2	4
Spolu jedincov N	16	16	16

Na kvantifikovanie diverzity biotopu používame tzv. indexy diverzity. Medzi používané indexy patrí Simpsonov index diverzity ($1-D$), ktorý vypočítame nasledovne:

$$1 - D = 1 - \sum p_i^2$$

V tomto vzťahu je p_i relatívne zastúpenie daného druhu i v biotope, ktoré spočítame ako podiel počtu jedincov druhu i k počtu jedincov všetkých druhov N :

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

Ďalší často používaný index diverzity je Berger-Parkerov index dominancie:

$$d = \frac{N_{max}}{N}$$

N_{max} je počet jedincov najpočetnejšieho druhu a N je opäť počet jedincov všetkých druhov v danom biotope. Označte pravdivé tvrdenia:

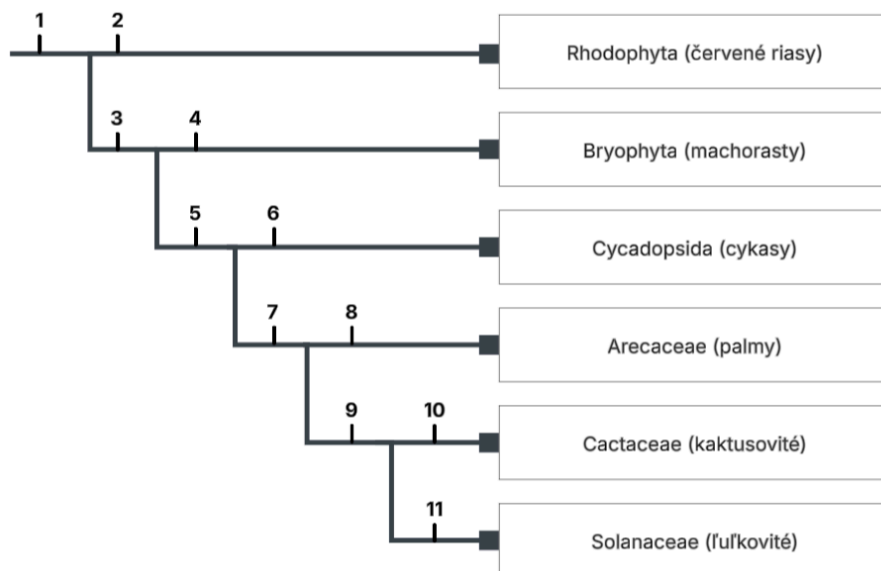
- A. Čím vyššia je hodnota D , tým vyššiu diverzitu má biotop.
- B. Najvyššiu diverzitu podľa Berger-Parkerovho indexu má biotop 2.
- C. Simpsonov index biotopu 3 je rovný 0,75.
- D. Berger-Parkerov index je vhodný na hodnotenie dominancie invázneho druhu v biotope.

38. Populácie mnohých druhov organizmov sú za istých okolností schopné exponenciálneho rastu. Ktoré z nasledujúcich javov môžu tento typ rastu limitovať?

- A. Populácia dosiahne veľkosť nosnej kapacity prostredia.
- B. Predácia iným druhom.
- C. Kompetícia.
- D. Schopnosť produkovať potomstvo iba pohlavným rozmnožovaním.

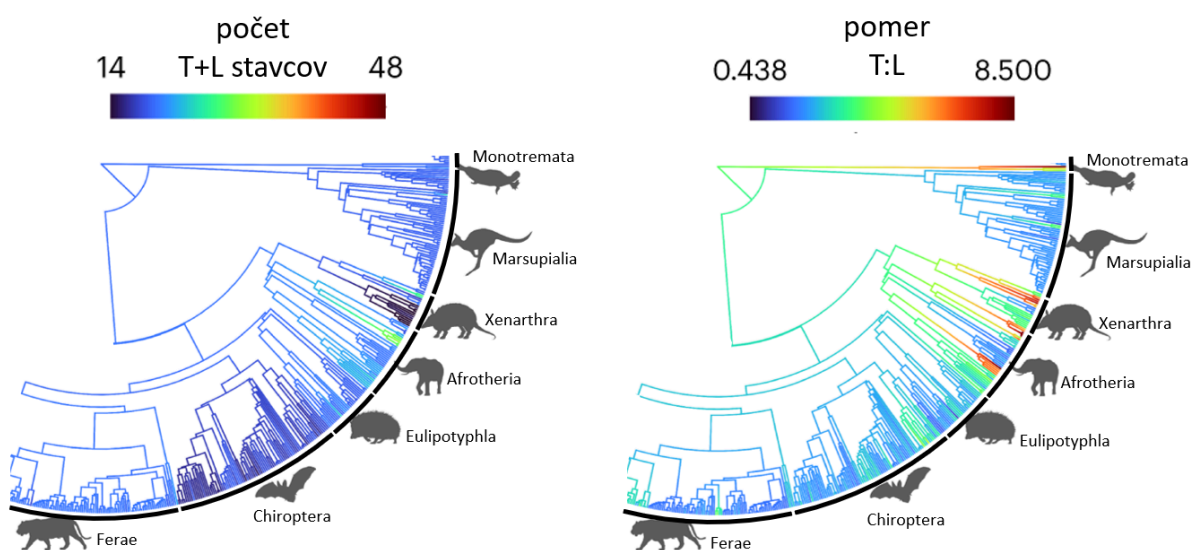
G. BIOSYSTEMATIKA

39. Vyberte odpovede, ktoré správne priradujú míľnik v evolúcii rastlín k miestu na fylogenetickom strome, kde sa daná adaptácia vyvinula (označené číslom).



- A. Vznik roztrúsených cievnych zväzkov v stonke – 7 .
- B. Fixovanie oxidu uhličitého do kyseliny jablčnej ako súčasť fotosyntézy – 10.
- C. Využívanie chlorofylu typu A pri fotosyntéze – 1.
- D. Heterospória – 5.

40. Na obrázku nižšie vidíte časť fylogenetického stromu cicavcov farebne kódovaného podľa počtu hrudných (T) a driekových (L) stavcov. Obrázok vľavo znázorňuje celkový spoločný počet (T+L počet) týchto stavcov u jednotlivých vetiev cicavcov a obrázok vpravo pomer počtu T a L stavcov. Na základe obrázkov označte pravdivé tvrdenia.



- A. Počas evolúcie sa počet driekových stavcov u cicavcov neustále zvyšuje.
- B. Slabozubce (Xenarthra) majú vo všeobecnosti viac hrudných stavcov než kloakovce (Monotremata).
- C. Medzi zobrazenými skupinami majú zástupcovia Afrotheria najviac premenlivý T:L pomer, aj celkový počet stavcov.
- D. Všetky netopiere (Chiroptera) majú rovnaký počet driekových stavcov.

ODPOVEĎOVÝ HÁROK KATEGÓRIA A

otázka	A	B	C	D	body
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

ČÍSLO SÚŤAŽIACEHO:

otázka	A	B	C	D	body
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					
40					