

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 dozvíate 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. Respiračné vzplanutie predstavuje súbor reakcií, vďaka ktorým leukocyty zneškodňujú fagocytovaný materiál. Táto séria reakcií produkuje baktericídne látky (zvýraznené v schéme), predovšetkým nasledujúce reaktívne formy kyslíka:

$\cdot\text{O}_2^-$ superoxidový aniónový radikál

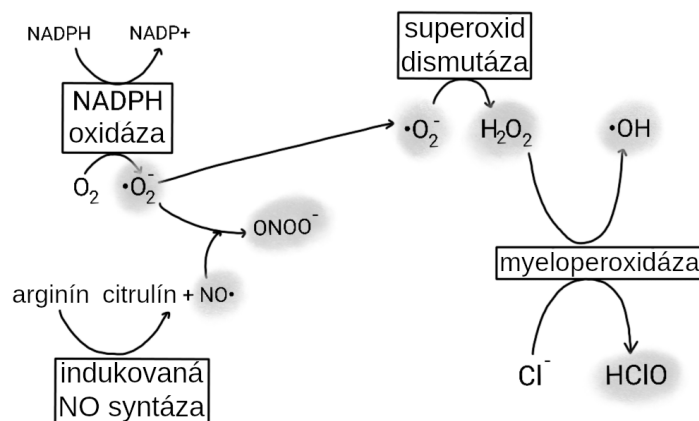
H_2O_2 peroxid vodíka

HClO kyselina chlórna

$\cdot\text{NO}$ oxid dusnatý

$\cdot\text{OH}$ hydroxylový radikál

ONOO^- peroxynitrit



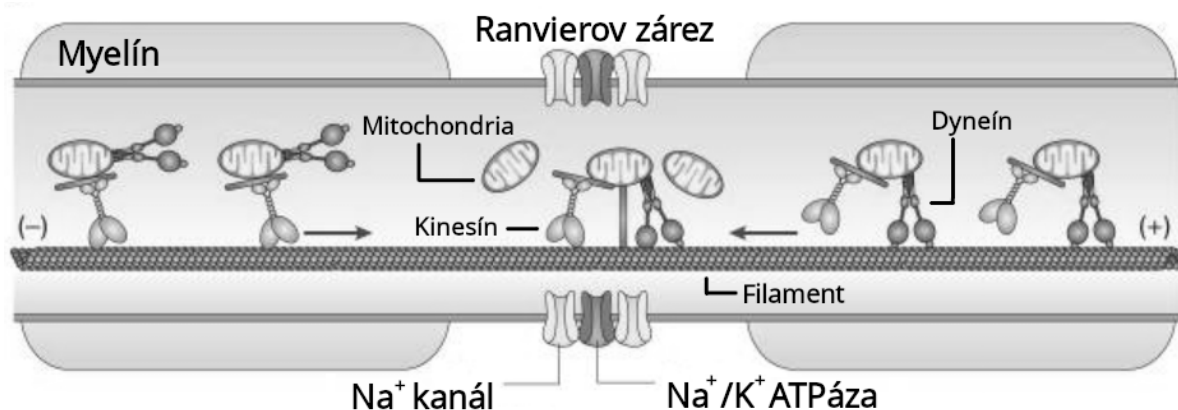
Označte správne tvrdenia:

- A. Superoxidový aniónový radikál je konečným produktom respiračného vzplanutia.
- B. Respiračné vzplanutie vyžaduje zvýšenú spotrebu kyslíka.
- C. NO-syntáza používa bázickú aminokyselinu ako svoj substrát.
- D. Myeloperoxidáza premieňa peroxid vodíka na nereaktívny produkt.

2. O fagocytóze ako nástroji imunitnej reakcie platí:

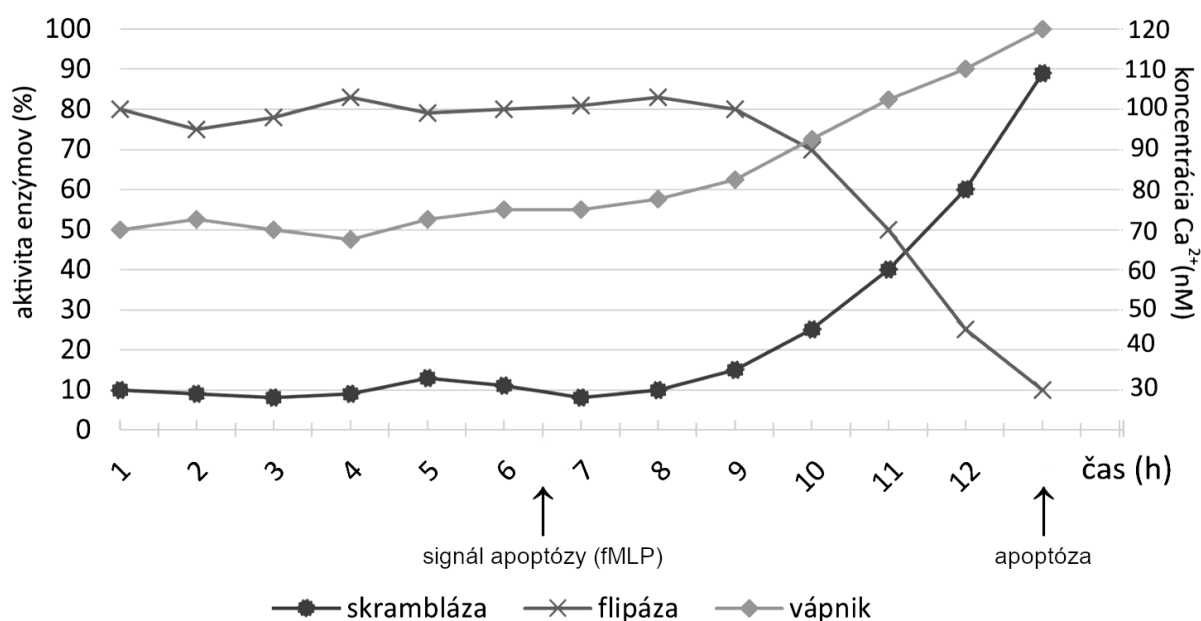
- A. Dokážu ju vykonávať iba niektoré druhy leukocytov.
- B. Sprostredkúva ju organela nazývaná cytostóm, do ktorej fagocytované častice posúvajú brvy (cília).
- C. Ide o typ endocytózy, ktorý zahŕňa vchlípenie cytoplazmatickej membrány.
- D. Fagocytujúca bunka vždy hynie spolu s fagocytovaným mikroorganizmom.

3. Mozog je energeticky náročný orgán. Mitochondrie, ktoré túto energiu produkujú, si neuróny vedia presúvať v bunke za pomoci cytoskeletu na miesta, kde sú najviac potrebné. Transport mitochondrií ku a od Ranvierových zárezov zabezpečujú proteínové motory kinezín a dyneín, ktoré sa pohybujú po filamente s (+) a (-) koncom, ktorý je počas bunkového delenia napojený na centrozóm. S pomocou obrázka označte správne možnosti:



- A. Mitochondrie v Ranvierových zárezoch produkujú ATP potrebné pre Na^+ kanály.
- B. Kinezín a dyneín sa pohybujú po intermediárnych filamentoch.
- C. Myelínová pošva zvyšuje permeabilitu membrány pre ióny – zvyšuje vodivosť neurónu.
- D. Na jednu mitochondriu môže byť naraz pripojených viac komplexov proteínových motorov.

4. Cytoplazmatická membrána má prirodzene rozdielne koncentrácie rôznych fosfolipidov na svojej vonkajšej a vnútornej vrstve, na vnútornej predovšetkým fosfatidylserín (PS) a fosfatidyletanolamín (PE). Počas bunkového cyklu sa však prostredníctvom flipáz (udržiavúcich fosfolipidy na správnej strane membrány) a skrambláz (pôsobiacich antagonisticky k flipázam) môže koncentrácia jednotlivých fosfolipidov rôzniť. Na základe grafu a vašich vedomostí označte správne tvrdenia.



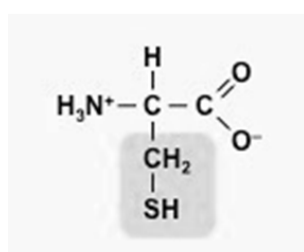
- A. PS na vonkajšej vrstve cytoplazmatickej membrány je prejavom apoptizujúcej bunky.

- B. Dôvodom apoptózy môže byť vo všeobecnosti neprejudenie bunky hlavným kontrolným uzlom.
- C. Kým flipázu väčšie množstvo vápnika aktivuje, skramblázu inhibuje.
- D. Bunka je zjavne nádorová.

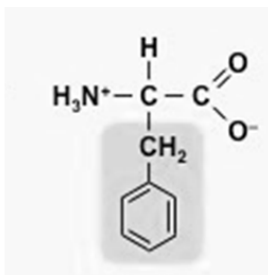
5. fMLP, N-formylmetionínleucylfenylalanín, je signálnou molekulou do prostredia, že bunka podstúpi apoptózu (programovanú bunkovú smrť). Ide o molekulu, ktorá je chemotakticky rozpoznávaná makrofágmi. S pomocou grafu v úlohe 4 označte správne tvrdenia:

- A. fMLP sa produkuje v čase, keď sú procesy apoptózy ukončené.
- B. Táto molekula sa líši od bežných, nesignálnych molekúl modifikáciou na N konci.
- C. fMLP je oligosacharid.
- D. Vďaka fMLP signalizácii je apoptotická bunka (resp. jej zvyšky) fagocytovaná.

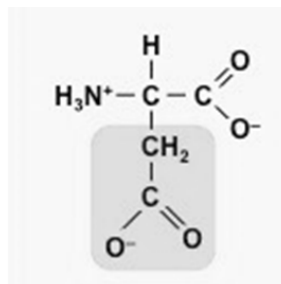
6. Aminokyseliny sú základným stavebným prvkom proteínov. Líšia sa štruktúrou bočného reťazca, z čoho vyplývajú aj ich vlastnosti. Na obrázku nižšie sú znázornené 4 aminokyseliny. Označte správne tvrdenia o ich vlastnostiach:



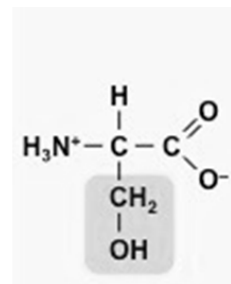
Cysteín



Fenylalanín



Kyselina
asparágová



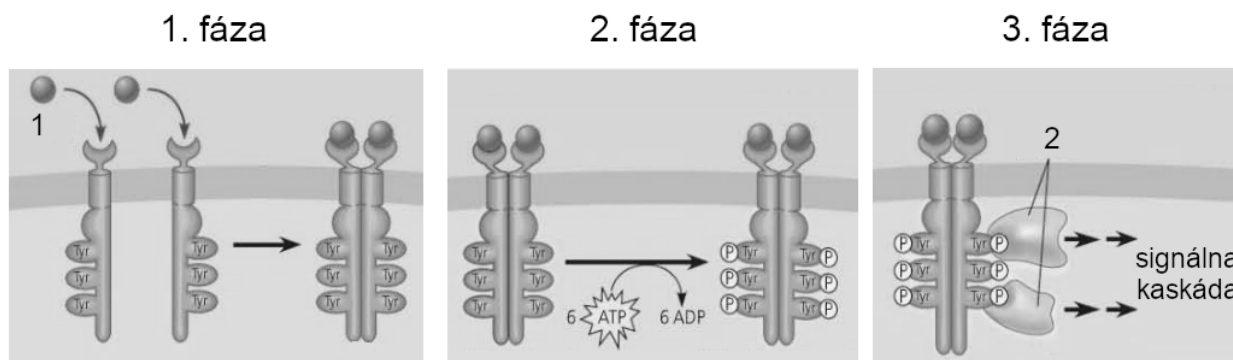
Serín

- A. Cysteín sa podieľa na stabilizácii štruktúr proteínov prostredníctvom disulfidických väzieb.
- B. Fenylalanín sa nemôže podieľať na hydrofóbných interakciách v proteínoch.
- C. Kyselina asparágová je pri fyziologickom pH nabitá kladne.
- D. Hydroxylová (-OH) skupina v bočnom reťazci serínu sa môže podieľať na tvorbe vodíkového mostíku.

7. Označte správne tvrdenia o monocytoch:

- A. Patria medzi granulocyty.
- B. Sú schopné fagocytózy.
- C. Tvoria asi 30 % bielych krviniek v krvi.
- D. Ich primárnou funkciou je tvorba protilátok.

8. Tyrozínkinázové receptory sú transmembránové proteíny, ktoré zabezpečujú bunkovú signalizáciu. Mechanizmus ich fungovania je schematicky znázornený na obrázku nižšie: po navedení signálu molekuly receptora dimerizujú, navzájom sa fosforylujú a tým spúšťajú signálnu kaskádu.



Označte správne tvrdenia:

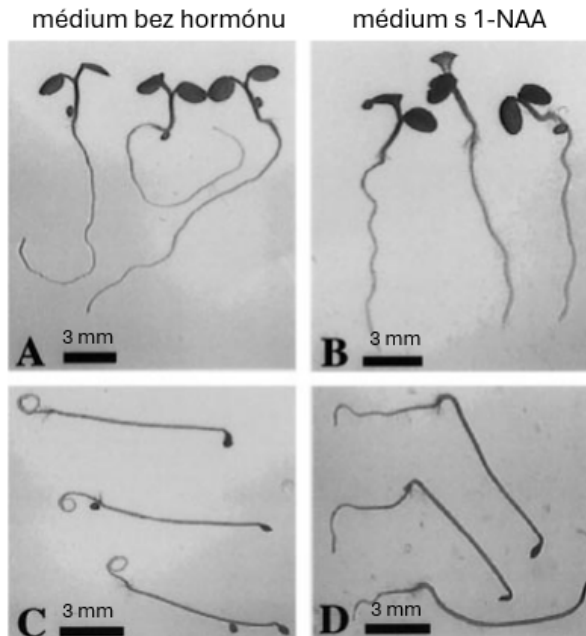
- A. Cytoplazma je na týchto obrázkoch hore, extracelulárny priestor dolu.
- B. Číslo 1 v prvej fáze označuje signálnu molekulu.
- C. Číslo 2 v tretej fáze označuje transkripčné faktory.
- D. Pri tyrozínkinázovej signalizácii sa produkuje ATP.

B. ANATÓMIA A FYZIOLOGIA RASTLÍN A HÚB

9. Auxín je rastlinný hormón, ktorý okrem iného hrá dôležitú úlohu v pozitívne gravitropickom raste koreňov rastlín. V extracelulárnom prostredí sa vyskytuje prevažne v disociovej forme, a preto na vstup do bunky potrebuje vlastný transportér, ktorý je kódovaný génom *AUX1*. U mutantov *aux1*, ktoré nemajú funkčný tento transportér, je narušený transport auxínu v rastlinnom tele, čo má za následok odlišný fenotyp od rastliny štandardného typu. Kyselina 1-naftalénocetová (1-NAA) je syntetickým lipofilným analógom auxínu. Na modelovom organizme *Arabidopsis thaliana* bol vykonaný experiment, ktorého cieľom bolo zistiť schopnosť 1-NAA nahradiť funkciu auxínu v mutantoch *aux1*. Na obrázku vidíte výsledky experimentu, v ktorom boli pestované mutantné rastliny *aux1* na médiu bez prídavku 1-NAA a s prídavkom 1-NAA v dvoch experimentálnych podmienkach.

kultivácia 120h
vertikálne v
stálom bielom
svetle

kultivácia
vertikálne 24h v
bielom svetle,
následne 48h v
tme, otočenie o
90° kultivácia 24h
v tme



Označte správne tvrdenia:

- A. Výsledky experimentu naznačujú, že transport 1-NAA je nezávislý na funkcii transportéru AUX1.
- B. Mutanty *aux1* sú schopné v prítomnosti 1-NAA reagovať na zmenu gravitačného poľa.
- C. Ak by sme kultivovali rastliny *A. thaliana* štandardného typu na médiu bez 1-NAA vertikálne 5 dní pri stálom bielom svetle, naše výsledky by sa najviac podobali obrázku A.
- D. 1-NAA je schopná funkčne nahradiť auxín vo funkcii regulácie pozitívne gravitropickom raste v mutantoch *aux1*.

10. V koreňoch rastlín rastúcich v zaplavených pôdach sa v primárnej kôre vytvára pletivo aerenchým, ktoré do rastového vrcholu koreňa privádza kyslík z nadzemnej časti. Okrem toho sa vo vonkajšej časti primárnej kôry vytvára bariéra tvorená suberínovými lamelami, ktorá bráni difúzii kyslíka z koreňa do pôdy. Štúdia preukázala, že kyselina abscisová (ABA) v podmienkach zaplavenia indukuje vytvorenie suberínovej bariéry v koreni ryže. Ktoré z nasledujúcich štruktúr by ste našli na priečnom reze koreňom ryže?

- A. Endodermis.
- B. Antipódy.
- C. Spermatické bunky.
- D. Radiálny cievný zväzok.

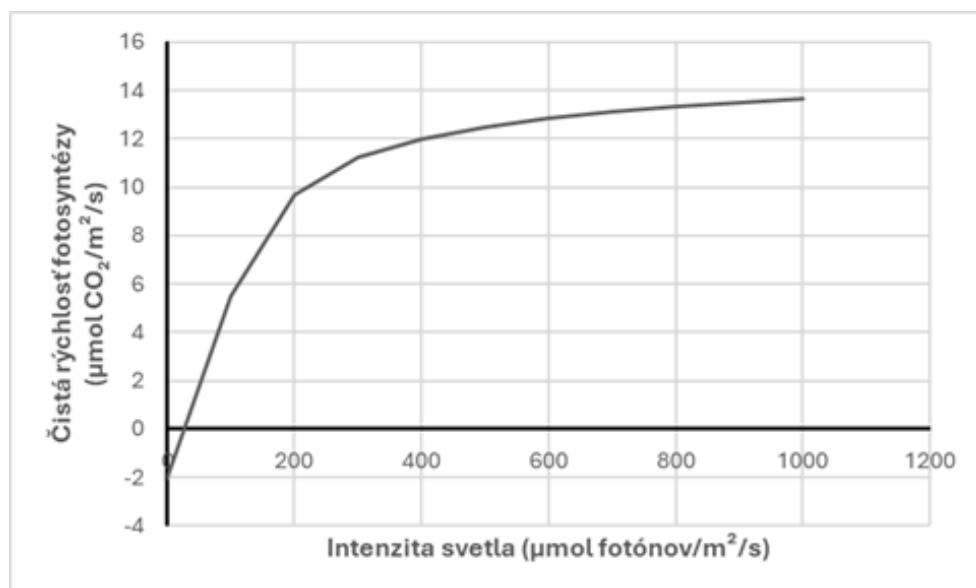
11. Označte tvrdenia, ktoré na základe informácií v úlohe 10 obsahujú správne úvahy:

- A. Kyslík je v rastovom vrchole koreňa v podmienkach zaplavenia dôležitý pre proces kvasenia (fermentácie).
- B. Aplikácia inhibítora biosyntézy ABA v podmienkach zaplavenia povedie k zvýšeniu tvorby suberínovej bariéry v koreni ryže oproti kontrolnej rastline neošetrenej inhibítorom.
- C. U mutanta ryže *osaba1*, ktorý nedokáže syntetizovať ABA, by sme v podmienkach zaplavenia očakávali zníženú tvorbu suberínovej bariéry v koreni než u rastliny štandardného typu.
- D. Aerenchým v koreňoch ryže funkčne nahrádza xylém.

12. Sacharóza môže byť z buniek mezofylu listov, kde je produkovaná, transportovaná do floému dvomi spôsobmi – apoplastickou a symplastickou cestou. Pri apoplastickej ceste sacharóza prechádza zo symplastu do apoplastu a cez bunkové steny buniek mezofylu do sprievodných buniek floému. Pri symplastickej ceste je sacharóza transportovaná cez plazmodezmy buniek mezofylu až do sprievodných buniek floému. Označte správne tvrdenia:

- A. Ako následok nízkej koncentrácie sacharózy vo floéme do sitkovic prúdi voda z xylému.
- B. Na prechod sacharózy apoplastickou cestou sú v niektorom kroku vyžadované špecifické prenášače v cytoplazmatickej membráne buniek.
- C. Symplastická cesta je energeticky náročnejšia ako apoplastická cesta.
- D. Plazmodezmy sprostredkujú pasívny transport.

13. Rýchlosť fotosyntézy závisí od ožiarenia. Túto závislosť znázorňuje svetelná krivka fotosyntézy. Čistá rýchlosť fotosyntézy sa meria ako množstvo oxidu uhličitého, ktorý rastlina prijme z prostredia na jednotku listovej plochy za jednotku času. Na grafe nižšie vidíte modelovú svetelnú krivku fotosyntézy. Označte správne tvrdenia:



- A. Pri nízkom ožiarení je čistá rýchlosť fotosyntézy záporná, pretože rastlina produkuje CO_2 a žiadny neasimiluje.
- B. Pri ďalšom zvyšovaní intenzity svetla nad $1000 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ možno očakávať ďalšie významné zvýšenie rýchlosti fotosyntézy.
- C. Ak je bežná intenzita denného svetla $1000 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$, zobrazená svetelná krivka pravdepodobne patrí tieňomilnej rastline.
- D. Polovicu maximálnej rýchlosti fotosyntézy táto rastlina dosiahne približne pri ožiarení $150 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$.

14. Vodný potenciál ψ je veličina, ktorá sa používa na vyjadrenie schopnosti vody pohybovať sa v rastline. Tá sa vždy pohybuje z prostredia s vyšším vodným potenciálom do prostredia s nižším vodným potenciálom. Označte správne tvrdenia:

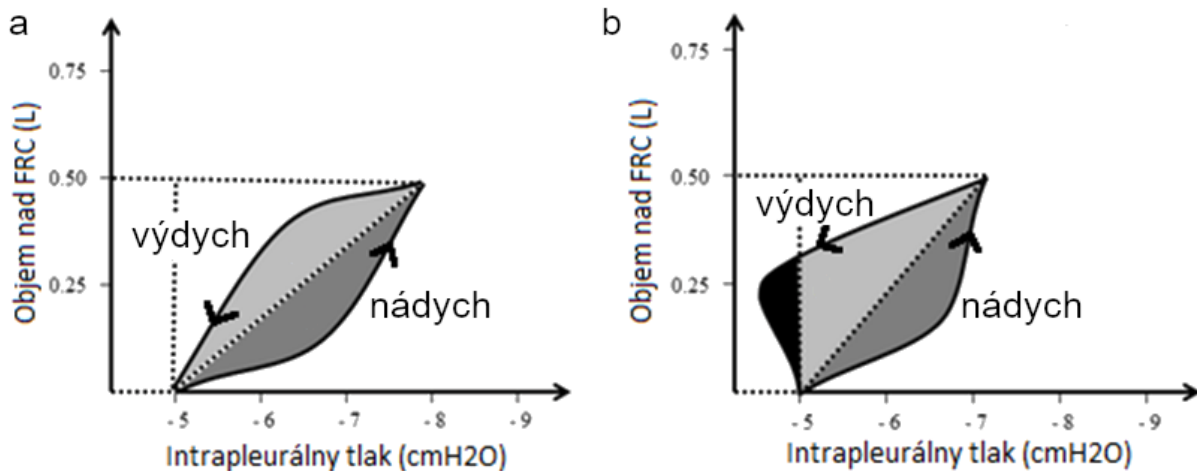
- A. Za normálnych podmienok je najnižší vodný potenciál v xyléme rastliny v koreni.
- B. Pri otváraní prieduchu sa v zatváracích bunkách zvyšuje koncentrácia K^+ , čo zníži ich vodný potenciál.
- C. Rastliny v reakcii na sucho znižujú v bunkách koreňa obsah rozpustených látok, aby znížili vodný potenciál buniek a prijímali vodu z prostredia.
- D. Pri syntéze škrobu sa znižuje vodný potenciál v bunkách hľuzy zemiaka.

C. ANATÓMIA A FYZIOLOGIA ŽIVOČÍCHOV A ČLOVEKA

15. Na regulácii trávenia sa podieľa niekoľko dôležitých hormónov. Žalúdok produkuje gastrín, ktorý stimuluje tvorbu žalúdočnej šťavy. V dvanástniku sú produkované cholecystokinín (CCK) a sekretín. CCK je produkovaný v odpovedi na prítomnosť aminokyselín alebo mastných kyselín. Sekretín stimuluje produkciu bikarbonátu sodného pankreasom a inhibuje sekréciu gastrínu. Označte správne odpovede:

- A. Gastrín je vylučovaný priamo do žalúdočnej dutiny.
- B. CCK potláča aktivitu žľáz.
- C. Sekretín je zodpovedný za reguláciu pH v dvanástniku.
- D. Sekretín urýchľuje prechod potravy žalúdkom a tenkým črevom.

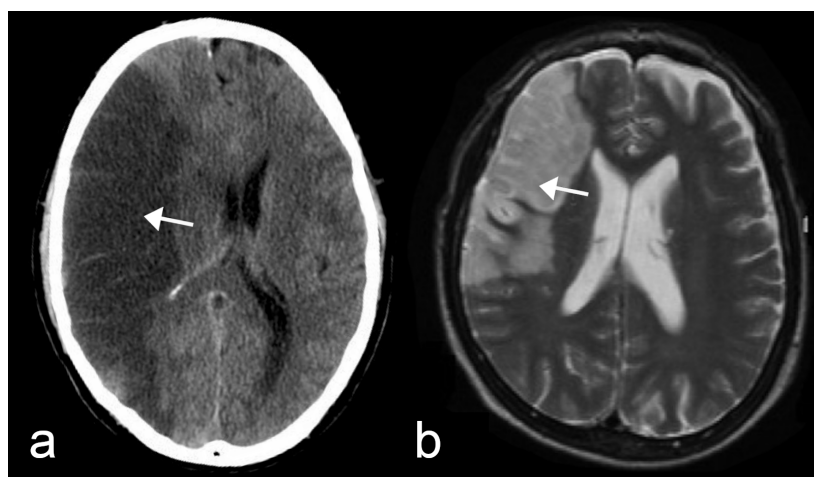
16. Pri dýchaní vykonávajú dýchacie svaly prácu, ktorú možno vypočítať vynásobením tlaku, ktorý pôsobí v pľúcach, a objemu pľúc dosiahnutých počas nádychu. Na vyhodnotenie expanzie pľúc počas dýchania sa používa miera nazývaná pľúcna poddajnosť (*lung compliance*) – závislosť zmeny pľúcneho objemu od intrapleurálneho tlaku. Na grafe "a" môžete vidieť, ako by za normálnych okolností vyzerala celková práca pri nadychovaní z FRC (funkčná reziduálna kapacita – objem vzduchu v pľúcach po pokojovom výdychu). Na grafe "b" vidíte, ako by vyzerala práca u pacienta s obštrukčnou chorobou pľúc (ako napríklad astma):



S pomocou grafov označte správne tvrdenia:

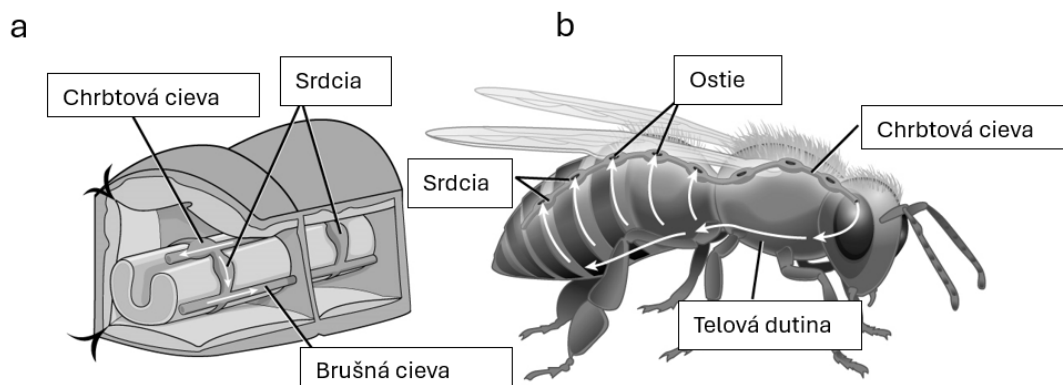
- A. Počas nádychu je nutné prekonať odpor pľúcnych a hrudných tkanív.
- B. U zdravého pacienta je práca vykonaná pri výdychu pasívny proces, využívajúci potenciálnu energiu nahromadenú pri nádychu.
- C. Pľúca pacienta s obštrukčnou chorobou pľúc nedosahujú pri dýchaní taký objem ako pľúca zdravého pacienta.
- D. Odpor dýchacích ciest u pacienta s obštrukčnou chorobou pľúc je taký veľký, že pokojový výdych prestáva byť pasívnym dejom a pacient musí zapojiť expiračné svaly.

17. Ischémia mozgu (ischemická cievna mozgová príhoda) je porucha prúdenia krvi, kedy sa zablokuje prívod krvi do niektorej časti mozgu. Typické symptómy sú oslabenie až ochrnutie jednej časti tela, asymetrické ochrnutie tváre, problémy s rečou (ak je postihnutá ľavá hemisféra), atď. Bez včasnej liečby dochádza k opuchu (hromadenie tekutiny) a postupnému úmrtiu nervového tkaniva, preto je nutné konať rýchlo. Na obrázku sú dva rôzne skeny (T2-MRI a CT) mozgu vykonané pár dní po ischemickej poruche (v čase, keď vrcholí opuch). Oba skeny zobrazujú axiálny rez hlavou (kolmý na vertikálnu os tela) pohľadom zospodu (od nôh). Voda je na T2-MRI svetlejšia než tuk. Šípky ukazujú na postihnuté miesto v mozgu. Podľa týchto informácií označte správne odpovede:



- A. Pacienti pravdepodobne nemali problémy s rečou.
- B. Ochrnula ľavá strana tela a tváre.
- C. Sken "b" je CT sken.
- D. Mozog potrebuje ATP z krvi ako zdroj energie.

18. Na nasledujúcich obrázkoch vidíte dve základné typy cievnych sústav bezstavovcov. Označte správne tvrdenia:



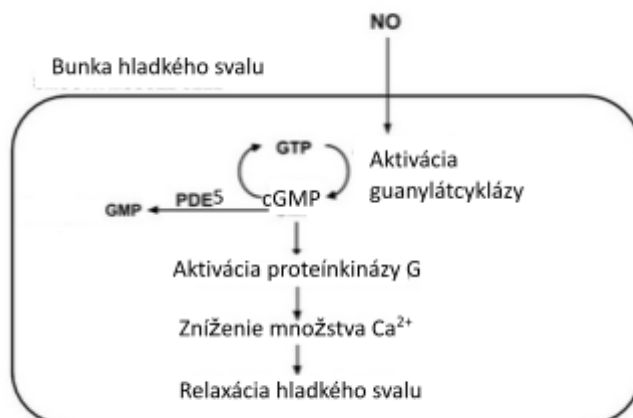
- A. Na obrázku "b" sa nachádza uzavretá cievna sústava.
- B. Na obrázku "a" sa nachádza otvorená cievna sústava.
- C. Cievnu sústavou na obrázku "b" prúdi hemolymfa.
- D. Cievnu sústavu na obrázku "b" môžeme nájsť aj u mäkkýšov.

19. Neoténia je jav, pri ktorom si živočích zachováva fyzické alebo behaviorálne vlastnosti nedospelého jedinca aj v pohlavnej dospelosti. Označte správne tvrdenia:

- A. Príkladom neoténie sú vonkajšie žiabre dospelých jedincov obojživelníka axolotla.
- B. Pri neoténii prebieha vývin zárodka z neoplodneného vajíčka.
- C. Neoténia sa vyskytuje u väčšiny druhov rýb.
- D. Neoténia sa môže prejaviť ako oneskorená alebo neúplná metamorfóza.

20. Vazodilatácia (rozšírenie ciev) je sprostredkovaná cez signálnu dráhu využívajúcu oxid dusnatý (NO) nasledujúcim spôsobom (pozri aj obrázok):

1. Oxid dusnatý vstupuje do buniek hladkého svalstva ciev, kde aktivuje enzým guanylátcyklázu.
2. Guanylátcykláza katalyzuje premenu guanozíntrifosfátu (GTP) na cyklický guanozínmonofosfát (cGMP).



3. cGMP aktivuje ďalšie proteíny, ktoré vedú k relaxácii hladkého svalstva.
4. cGMP je potom štiepený enzýmom fosfodiesteráza typu 5 (PDE5).

Túto dráhu ovplyvňujú viaceré lieky. Označte správne tvrdenia:

- A. Inhalácia oxidu dusného (rajského plynu, N_2O) vedie cez NO signalizáciu k vazokonstrikcii a zvýšeniu tlaku, na základe čoho človek stráca vedomie.
- B. Donory oxidu dusnatého, napríklad glycerol trinitrát (ľudovo nitroglycerín), vedú k vazodilatácii koronárnych tepien a tým pádom k lepšiemu prekrveniu srdca.
- C. Inhibítory PDE5, napríklad sildenafil (Viagra®) vedú k vasokonstrikcii (zúženie ciev).
- D. Riociguát (stimulátor rozpustnej guanylátcyklázy) je vhodným liečivom na niektoré druhy hypertenzie.

21. Adrenergne receptory sú špecifické bielkoviny, na ktoré sa viažu hormóny adrenalín a noradrenalín. Vďaka adrenergným receptom dochádza k odpovedi buniek (a celého orgánu) na dané hormóny. O akú odpoveď ide závisí na kombinácii konkrétneho typu receptora a konkrétneho hormónu. Poznáme štyri druhy adrenergných receptorov. Nižšie sú popísané spolu s ich funkciou, hormónom, ktorý sa na ne viaže a látkami, ktoré ovplyvňujú ich činnosť a využívajú sa pri liečbe rôznych diagnóz:

Typ receptora	Funkcia	Hormón, ktorý sa viaže na tento receptor	Liek a ich efekt na receptor
β_1	nachádza sa primárne v srdci, sprostredkuje zvýšenie srdcovej frekvencie a sily sťahu	Adrenalín Noradrenalín (čiastočne)	Beta blokátory (napr. metoprolol): inhibítor Dobutamín: aktivuje receptor
β_2	nachádza sa v konkrétnych hladkých svaloch (napríklad priedušiek) a spôsobuje ich relaxáciu	Adrenalín	Salbutamol (Ventolin®): aktivuje receptor
α_1	nachádza sa v konkrétnych hladkých svaloch (napríklad ciev a prostaty) a spôsobuje ich kontrakciu	Adrenalín (čiastočne) Noradrenalín	Fenylefrín: aktivuje receptor
α_2	nachádza sa v neurónoch a spôsobuje útlm činnosti danej bunky		

Označte správne tvrdenia:

- A. Adrenalín zvyšuje srdcovú frekvenciu aj krvný tlak.
- B. Adrenalín aj noradrenalín pôsobia primárne prostredníctvom zníženia nervovej činnosti.
- C. Noradrenalín zvyšuje hlavne krvný tlak, srdcovú frekvenciu ovplyvňuje len čiastočne.
- D. Noradrenalín aj adrenalín spôsobujú rozšírenie priedušiek.

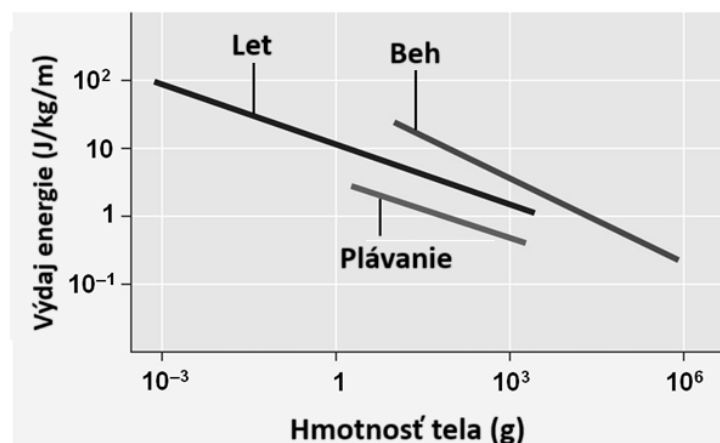
22. Pri adrenergických receptoroch z predchádzajúcej úlohy ešte zostaneme. Prirad'te jednotlivé lieky (1 – 4) k efektu, ktorý vyvolajú (A – D).

1. Salbutamol (Ventolin®)
 2. Beta blokátory (napr. metoprolol)
 3. Dobutamín
 4. Fenylefrín
- A. Zníženie srdcovej frekvencie a tlaku (liečba hypertenzie a/alebo tachykardie).
 - B. Zvýšenie tlaku (liečba hypotenzie).
 - C. Podpora činnosti srdca (liečba akútneho srdcového zlyhania).
 - D. Rozšírenie priedušiek (liečba astmy).

23. Pri hypoxii (nedostatku kyslíka) či ischémií (nedokrvení) sú bunky nútené získavať energiu anaeróbne. Následne sa v tele sa začne hromadiť laktát ako konečný produkt anaeróbného energetického metabolizmu. Jeho množstvo nás jednak informuje o závažnosti ischémie, no zároveň môže organizmus ďalej poškodiť. Označ'te správne tvrdenia o laktáte:

- A. Jeho tvorba nadväzuje na glykolýzu.
- B. Jeho tvorba nadväzuje na Krebsov cyklus.
- C. Spôsobuje acidémiu (znižuje pH krvi) a môže prispieť k rozvoju metabolickej acidózy.
- D. Je primárnym zdrojom energie pre mozog.

24. V nasledujúcom grafe je znázornený výdaj energie pri jednotlivých typoch pohybu v závislosti od hmotnosti tela. Označ'te správne tvrdenia.



- A. Väčšie živočíchy sa pohybujú efektívnejšie než menšie živočíchy pri tom istom type pohybu.
- B. Bežiacie živočíchy potrebujú menej energie na meter prejdenej vzdialenosti než podobne veľké plávajúce živočíchy.

- C. Celkové množstvo energie spotrebovanej na ten istý typ pohybu a rovnakú vzdialenosť bude väčšie pri väčších živočíchoch.
- D. Pohyb, ktorý potrebuje najmenej energie, je plávanie (za predpokladu, že sú živočíchy na plávanie prispôbené).

D. ETOLÓGIA

25. Hlísta *Caenorhabditis elegans* dokáže na základe skúseností meniť preferenciu potravy. V prostredí sa okrem neškodných baktérií, ktorými sa živí, vyskytujú aj patogénne baktérie. V súvislosti s požitím patogénnych baktérií boli u *C. elegans* popísané dva javy:

- Jav 1: Ak hlísta zožerie patogénne baktérie v prvom larválnom štádiu, vyhýba sa ich pachu až do dospelosti.
- Jav 2: Ak hlísta zožerie patogénne baktérie v druhom larválnom štádiu alebo neskoršom vývinovom štádiu, vyhýba sa ich pachu po dobu 12 – 24 hodín.

Označte správne tvrdenia:

- A. Jav 1 môže byť príklad imprintingu.
- B. Jav 2 je príklad vrodeného reflexu.
- C. Ak by sme na Petriho miskú s patogénnymi a nepatogénnymi baktériami umiestnili jedince *C. elegans* v dospelom štádiu, ktoré sa s patogénnymi baktériami nestretli v prvom larválnom štádiu ani v ostatných 24 h, očakávali by sme preferenciu patogénnych baktérií hlístami.
- D. Ak by sme na Petriho miskú s patogénnymi a nepatogénnymi baktériami umiestnili jedince *C. elegans* v dospelom štádiu, ktoré sa s patogénnymi baktériami stretli v prvom larválnom štádiu, očakávali by sme výraznú preferenciu nepatogénnych baktérií hlístami.

26. Samce škrekča kalifornského (*Peromyscus californicus*) sú agresívne voči iným druhom myší a pre tento druh je typická rozsiahla rodičovská starostlivosť. Naopak, samce škrekča bielonoheho (*Peromyscus leucopus*) sú menej agresívne, no rodičovská starostlivosť je minimálna. S potomstvom týchto dvoch druhov bol vykonaný experiment, pri ktorom boli mláďatá jedného druhu myší vychovávané rodičmi druhého druhu, a bol sledovaný rozdiel v ich správaní oproti mláďatám vychovávaným rodičmi toho istého druhu. Výsledky uvádza tabuľka nižšie:

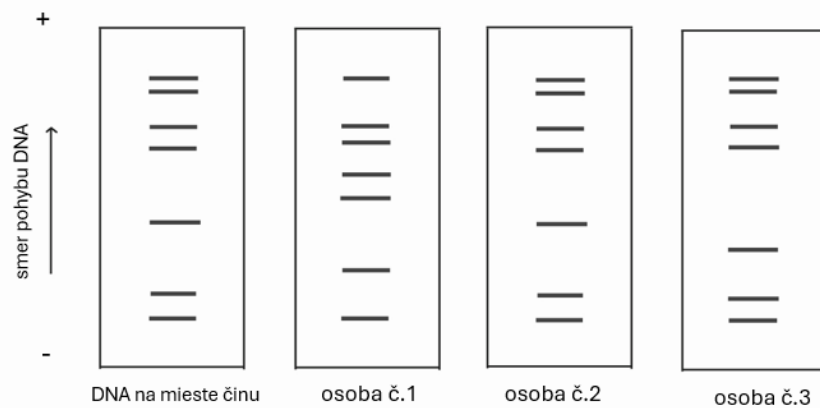
Druh	Agresivita voči votrelcom	Agresivita v neutrálnej situácii	Starostlivosť o potomstvo
Mláďatá škrekča kalifornského vychované škrekčom bielonohým	znížená	rovnaká	znížená
Mláďatá škrekča bielonoheho vychované škrekčom kalifornským	rovnaká	zvýšená	rovnaká

Označte správne tvrdenia:

- A. Pri mláďatách škrečka bielonohého je výsledok prekvapivý – rodičia menej agresívneho druhu vychovávajú potomstvo, ktoré je v niektorých situáciách agresívnejšie.
- B. U oboch druhov je agresivita voči votrelcom podmienená výlučne inštinktom.
- C. Mláďatá škrečka bielonohého ovplyvňuje výchova v sledovaných znakoch menej ako mláďatá škrečka kalifornského.
- D. Starostlivosť o potomstvo je u škrečka kalifornského ovplyvnená výchovou.

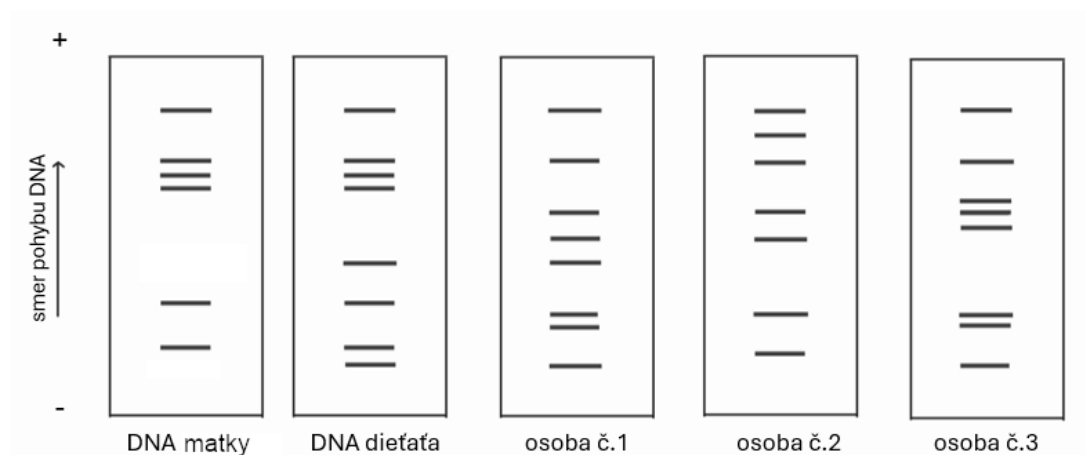
E. GENETIKA A EVOLÚCIA

27. Vo forenznej genetike sa na identifikáciu obetí a páchatel'ov trestných činov využíva dvanásť oblastí (lokusov) nekódujúcej DNA. Tieto oblasti obsahujú opakujúce sa sekvencie s vysokou variabilitou v počte opakovaní medzi jednotlivými ľuďmi. Vďaka tomu dokážeme zmapovať unikátny genetický profil, ktorý sa označuje aj ako DNA fingerprint, teda DNA odtlačok prsta. V laboratóriu sa vzorka DNA môže analyzovať pomocou množenia konkrétnych oblastí DNA metódou polymerázovej reťazovej reakcie (PCR) a následnou analýzou pomocou gélovej elektroforézy. Princíp gélovej elektroforézy spočíva v rozdelení fragmentov (kúskov) DNA podľa dĺžky fragmentov v géli za pomoci elektrického prúdu. Fragmenty DNA sú zviditeľnené pomocou špeciálnych farbív a dokážeme ich rozlíšiť ako jednotlivé pružky. Na základe analyzovanej DNA z miesta činu a od troch podozrivých vyhodnoťte, ktorá osoba je páchatel'om trestného činu.



- A. Osoba č. 1.
- B. Osoba č. 2.
- C. Osoba č. 3.
- D. Profilu zodpovedá viac osôb.

28. Na základe profilu DNA troch podozrivých určite, ktorá osoba je pravdepodobne otcom dieťaťa.



- A. Osoba č. 1.
- B. Osoba č. 2.
- C. Osoba č. 3.
- D. Profilu zodpovedá viac osôb.

29. Genomický imprinting je jav, pri ktorom fenotyp potomstva závisí od toho, od ktorého rodiča zdedí danú alelu. Je to dôsledok selektívneho umlčania danej alely iba na chromozóme pochádzajúcom od jedného rodiča. Príkladom genomického imprintingu sú Angelmanov a Prader-Williho syndróm, pri ktorom majú zdraví rodičia dieťa postihnuté jedným z týchto syndrómov. Ide o genetické ochorenie, ktoré je podmienené deléciou v géne *UBE3A* na chromozóme 15. Ak je táto oblasť deletovaná na chromozóme od matky, dieťaťu sa rozvinie Angelmanov syndróm, ak je táto oblasť deletovaná na chromozóme od otca, dieťaťu sa rozvinie Prader-Williho syndróm. Tieto syndrómy majú navzájom rôzne prejavy a rôznu závažnosť: Angelmanov syndróm môže zahŕňať mentálne postihnutie, problémy s koordináciou a záchvaty, Prader-Williho syndróm je charakterizovaný prejedaním, nízkym vzrastom, nízkym svalovým tonusom a problémami s učením. Ak majú zdraví rodičia jedno dieťa s Angelmanovým syndrómom, aká je pravdepodobnosť, že ich druhé dieťa bude mať Prader-Williho syndróm?

- A. 50 %.
- B. 25 %.
- C. 0 %.
- D. Nedá sa určiť na základe dostupných informácií.

30. Na základe textu z úlohy 29 označte správne tvrdenia o genomickom imprintingu:

- A. Všetky spermie jedného človeka majú navzájom umlčané rovnaké alely.
- B. K umlčaniu alely dochádza prostredníctvom epigenetických modifikácií.
- C. Imprinting je zachovaný pri mitotickom delení somatických buniek.
- D. Imprinting nie je zachovaný pri meiotickom delení a tvorbe vajíčok a spermií – v gamétach sa vzorec imprintingu prepíše tak, aby zodpovedal pohlaviu rodiča.

31. Sliepka alebo vajce? Teória RNA sveta hovorí, že pred vznikom komplexného života existovali ako prvé samoreplikujúce RNA molekuly, ktoré boli schopné evolúcie a až neskôr sa pridali proteíny, DNA a všetko, čo je dnes potrebné k životu. Táto teória nie je všeobecne prijímaná, hoci v bunkách súčasných organizmov existujú štruktúry a mechanizmy, ktoré by mohli byť pozostatkami RNA sveta. Je to napríklad schopnosť RNA enzýmov (ribozým) katalyzovať reakcie alebo prítomnosť RNA v rôznych dôležitých komplexoch. Označte správne tvrdenia, ktoré podporujú túto teóriu:

- A. RNA polymeráza je ribozým.
- B. Ribozóm je zložený čiastočne z RNA.
- C. Ribonukleotidy tvoria časti koenzýmov, napr. ATP v NADH.
- D. RNA je schopná prenášať genetickú informáciu.

32. Robertsonovské translokácie sú štrukturálne chromozómové aberácie, pri ktorých fúzujú dva akrocentrické chromozómy. Takouto translokáciou trpí aj muž s karyotypom 45, XY, t(13,21). So zdravou ženou (46, XX) má deti. Predpokladajte, že pri meióze sa fúzovaný chromozóm páruje s jedným z chromozómov, z ktorých vznikol a takto vytvorený pár úspešne segreguje s rovnakou pravdepodobnosťou ako normálny chromozómový pár. Označte správne tvrdenia:

- A. Muž bude tvoriť 3 typy gamét.
- B. Deti tohto páru môžu byť zdravé.
- C. S 1/3 pravdepodobnosťou vzniknú pri splynutí gamét tohto páru zygoty, z ktorých sa vyvinú deti s Downovým alebo Patauovým syndrómom.
- D. U muža by sme v karyotype pri tomto type translokácie videli 46 chromozómov.

33. Druhy *Metrosideros nervulosa* a *Metrosideros sclerocarpa* rastú na ostrove Lord Howe Island východne od pobrežia Austrálie. Areály ich rozšírenia sa síce prekrývajú, ale v niektorých charakteristikách sa tieto druhy líšia. Zatiaľ čo *M. nervulosa* rastie na suchých stanovištiach, *M. sclerocarpa* obýva vlhké miesta blízko k vodnému zdroju. Jedince *M. sclerocarpa* kvitnú v priemere o 53 dní neskôr než *M. nervulosa*. Genetická analýza populácií ukazuje vysokú mieru medzidruhovej diferenciácie a naznačuje, že druhy *M. nervulosa* a *M. sclerocarpa* sú v pokročilej fáze speciácie. Označte tvrdenia so správnou úvahou:

- A. Mohlo by ísť o príklad sympatrickej speciácie.
- B. Na ostrove Lord Howe Island by sme na základe výsledkov genetickej analýzy očakávali silný génový tok medzi *M. sclerocarpa* a *M. nervulosa*.
- C. Rozdielna doba kvitnutia by mohol byť príklad prezygotickej bariéry, ktorá by mohla brániť kríženiu medzi jedincami skúmaných druhov.
- D. Ak majú hybridy *M. nervulosa* a *M. sclerocarpa* zníženú životaschopnosť v oboch habitatoch, v ktorých sa druhy vyskytujú, môže ísť o príklad postzygotickej bariéry.

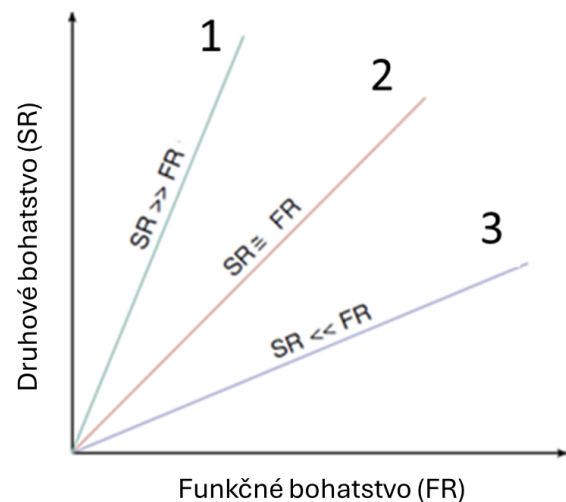
34. Tay-Sachsova choroba je zriedkavé neurodegeneratívne ochorenie s autozomálne recesívnym typom dedičnosti, ktoré vzniká v dôsledku mutácií v *HEXA* géne umiestnenom na

chromozóme 15. V populácii Aškenázskych Židov je frekvencia výskytu tohto ochorenia 1:3600. Aká časť tejto populácie je heterozygotná? Predpokladajte, že populácia je v Hardyho-Weinbergovej rovnováhe. Výsledok vyjadrite v percentách zaokrúhlený na dve desatinné miesta.

F. EKOLÓGIA

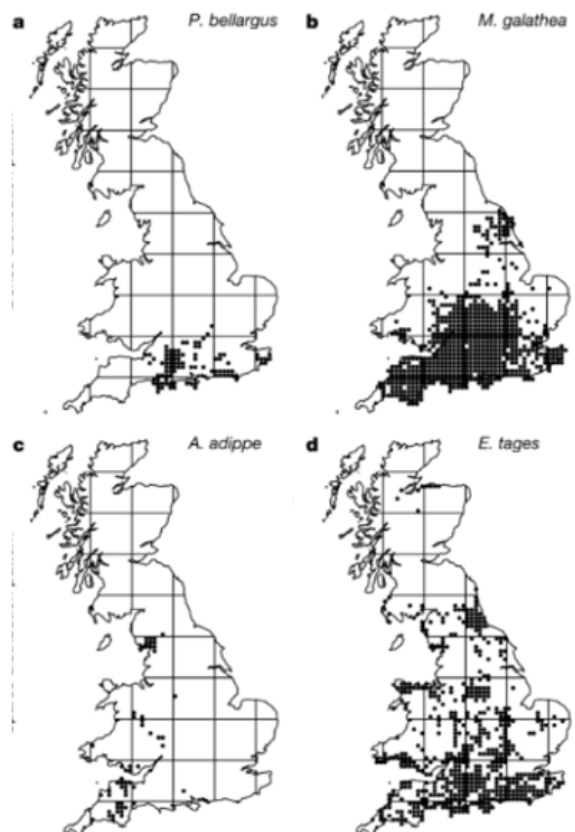
35. Obrázok znázorňuje tri možné vzťahy (priamkami označenými 1 – 3) medzi počtom funkcií, ktoré druh v ekosystéme plní, označovanou ako funkčné bohatstvo (FR) a druhovým bohatstvom (SR), ktoré sa môžu vyskytnúť v spoločenstvách rôznych druhov. Označte správne tvrdenia:

- A. Vzťah 1 poukazuje na silné prekrytie funkčných vlastností medzi druhmi.
- B. Vzťah 1 môže nastať pri konvergencii medzi druhmi.
- C. Vzťah 2 popisuje situáciu, keď počet druhov a funkčných vlastností druhov nie sú v spoločenstve vyrovnané.
- D. Vzťah 3 sa vyskytuje v spoločenstvách tvorených druhmi s vysokým počtom funkčných vlastností v rámci druhu.



36. Dynamika šírenia druhov nie je symetrická s dynamikou ústupov druhov. Ústup môže byť úplne chaotický, šírenie býva naopak v jednej vlne. Podľa toho môžeme poznať, či ide o nastupujúci alebo ustupujúci druh. Na obrázku vidíme mapu výskytu štyroch druhov britských motýľov. Označte správne tvrdenia:

- A. Druh "a" je ustupujúci.
- B. Druh "b" je nastupujúci.
- C. Druh "c" je ustupujúci.
- D. Druh "d" je ustupujúci.



37. Logistický model rastu populácie je vyjadrený nosnou kapacitou prostredia (K) a súčasnou veľkosťou populácie (N). Dynamiku logistického rastu môžeme vyjadriť rovnicou:

$$\Delta N = r \cdot N \cdot \left(1 - \frac{N}{K}\right)$$

ΔN – zmena veľkosti populácie, r – miera rastu populácie, N – aktuálna veľkosť populácie, K – nosná kapacita prostredia

Označte správne tvrdenia (použite predpoklady $N = 100$; $r = 0,1$; $K = 500$):

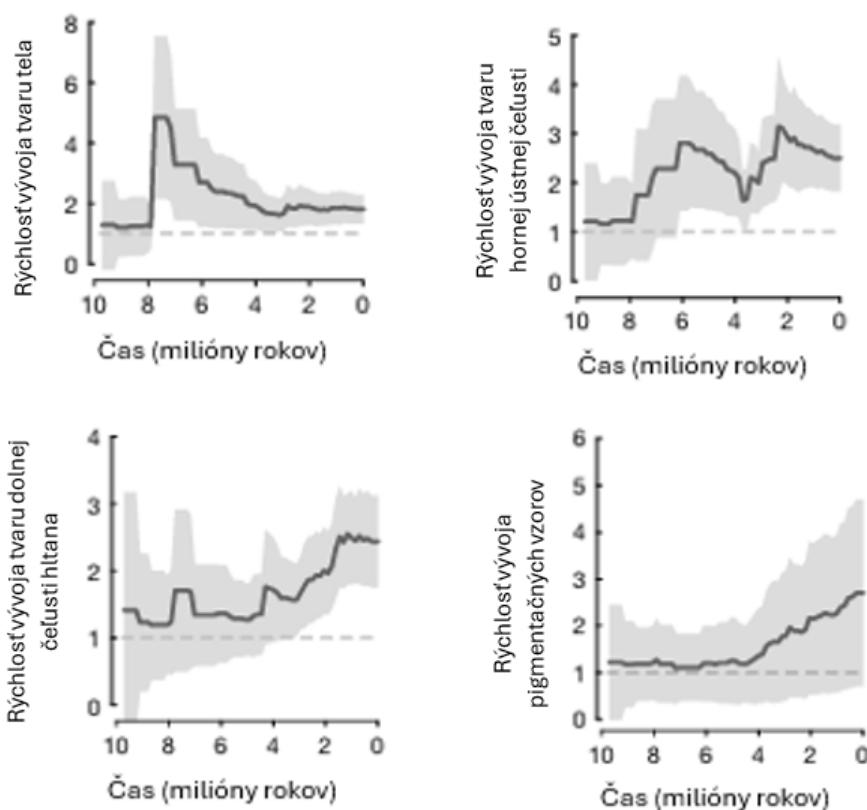
- A. Populácia po jednej časovej jednotke narastie o menej ako 10 % z pôvodnej veľkosti.
- B. Takýto model rastu populácie predpokladá nekonečné zväčšovanie sa počtu jedincov.
- C. Ak aktuálna veľkosť populácie stúpne na 450 jedincov, ΔN je menšia ako pri aktuálnej veľkosti populácie 100 jedincov.
- D. Populácia prestane rásť, ak $N = K$.

38. Primárna sukcesia je proces, pri ktorom dochádza ku vzniku a vývoju spoločenstva druhov na doteraz organizmami neobsadenom území. Označte správne tvrdenia o tomto procese:

- A. Príkladom územia, na ktorom prebieha primárna sukcesia, je novovzniknutý sopečný ostrov.
- B. Primárna sukcesia prebieha rýchlejšie ako sekundárna sukcesia.
- C. Kompetícia medzi druhmi v spoločenstve sa v čase zvyšuje.
- D. Príkladom organizmov, ktoré sú jedny z prvých kolonizátorov, sú ihličnaté stromy.

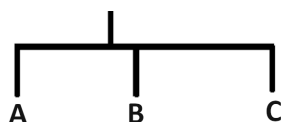
G. BIOSYSTEMATIKA

39. Na obrázku vidíme priemerné relatívne rýchlosti vývoja vlastností (diverzifikácie) v priebehu času, ktoré sa študovali u cichlíd žijúcich v africkom jazere Tanganika. Na základe grafov označte správne tvrdenia:



- A. Tvar tela sa väčšinu času vývoja cichlid vôbec nemenil.
- B. Najvýraznejší impulz vo vývoji tvaru dolnej čeľusti hltana nastal v posledných 3 miliónoch rokov vývoja.
- C. Teoretická predpoveď, že ekomorfologická diverzifikácia je rýchla na začiatku vývoja cichlíd a spomaľuje sa v priebehu času, keď sa dostupné možnosti vývoja znaku vyčerpajú, sa vzťahuje iba na tvar tela.
- D. Pigmentačné vzory ukázali jediný impulz diverzifikácie v druhej polovici radiácie.

40. Fylogenetické stromy majú štandardne dichotomické vetvenie, no v niektorých prípadoch vychádzajú z jedného uzla tri alebo viac rôznych vetiev. Tento typ vetvenia nazývame polytomické. Označte správne tvrdenia:



- A. Možné vysvetlenie tohto stromu je, že druhy B a C sa pri ostrovej speciácii naraz vyvinuli z druhu A.
- B. Druhy A, B a C sa určite rozmnožujú nepohlavne.
- C. Ak tento strom zobrazuje skutočné vzťahy medzi druhmi A, B, C, potom druhy vyvinuté z druhu A budú rovnako príbuzné druhu B aj C.
- D. Podobný strom by mohol vzniknúť ako výsledok mnohých fylogenetických štúdií skupiny s chýbajúcim konsenzom.

ODPOVEĎOVÝ HÁROK KATEGÓRIA A

	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:

	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					

