

Test

Vážení študenti,

Blahoželáme Vám k postupu na celoštátne kolo Biologickej olympiády!

V tomto teste Vás čaká 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 odpovedového hárku. Vždy môže byť správna jedna alebo viac odpovedí, pokiaľ nie je pri úlohe uvedené, že správna je len jedna odpoveď. 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 odpovedového hárku.**

Nenechajte sa odradiť, ak na Vás budú úlohy pôsobiť veľmi náročne – celoštátne kolo je súťažou Vás, tých najlepších študentov z celého Slovenska a úlohy sú preto náročné. 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 celoštátneho kola Vás radi privítame v spoločnej diskusii o úlohách na platforme Discord, na serveri "Biologická olympiáda". Link nájdete v autorských riešeniach.

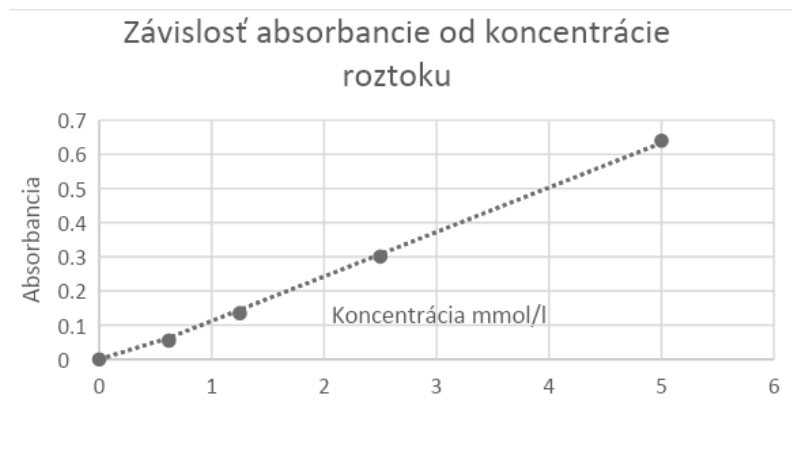
Prajeme Vám veľa zdaru!

Autorský kolektív CK BiO

A. BUNKOVÁ BIOLÓGIA A MIKROBIOLÓGIA

1. Spektrofotometria je metóda, pomocou ktorej dokážeme určiť koncentráciu rôznych látok. Prístroj – spektrofotometer – pri nej meria hodnotu absorpcie (koľko svetla danej vlnovej dĺžky vzorka pohltí) v závislosti od koncentrácie danej látky v roztoku. Graf nižšie zobrazuje kalibračnú krivku zostavenú na základe hodnôt absorpcie kontrolných roztokov so známou koncentráciou látky A. Absorbancia bola meraná pri vlnovej dĺžke 595 nm (žlté svetlo). Na základe tejto kalibračnej krivky:

- I. vyberte správne tvrdenia:
 - A. Roztok sa bude javiť tým intenzívnejšie žltý, čím je v ňom vyššia koncentrácia látky A.
 - B. Čím je vyššia koncentrácia látky A, tým bude vyššia absorpcia svetla s vlnovou dĺžkou 595 nm.
 - C. Vo všeobecnosti platí, že roztok javiaci sa ako žltý bude z celého spektra najviac absorbovať svetlo žltej farby.
 - D. Medzi absorpciou svetla s vlnovou dĺžkou 595 nm a koncentráciou látky A v roztoku je vzťah nepriamej úmery.
- II. určite koncentráciu roztoku, pre ktorý má absorpcia hodnotu 0,42. Výsledok uveďte v mmol/l zaokrúhlený na 1 desatinné miesto.



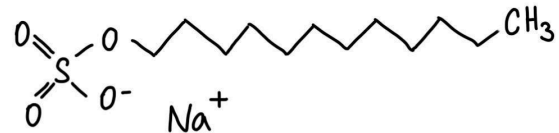
2. Zrelé erythrocyty neobsahujú mitochondrie a v priebehu diferenciácie strácajú jadro. Neprodukujú ATP v dýchacom reťazci, aby nespotrebovali kyslík, ktorý prenášajú. Určite správne tvrdenie/tvrdenia:

- A. V procese diferenciácie si musia vytvoriť zásobu ATP, ktorá im vydrží celý život.
- B. ATP získavajú difúziou zo svojho okolia a z ostatných buniek.
- C. ATP získavajú v procese glykolýzy, ktorá prebieha aj bez prítomnosti kyslíka.
- D. ATP získavajú v Krebsovom cykle, ktorý prebieha aj bez prítomnosti kyslíka.

3. Bunky používajú rôzne energetické substráty na tvorbu ATP. Hlavnými zástupcami sú glukóza a masťné kyseliny (MK). Čo platí o energetickom metabolizme jednotlivých substrátov?

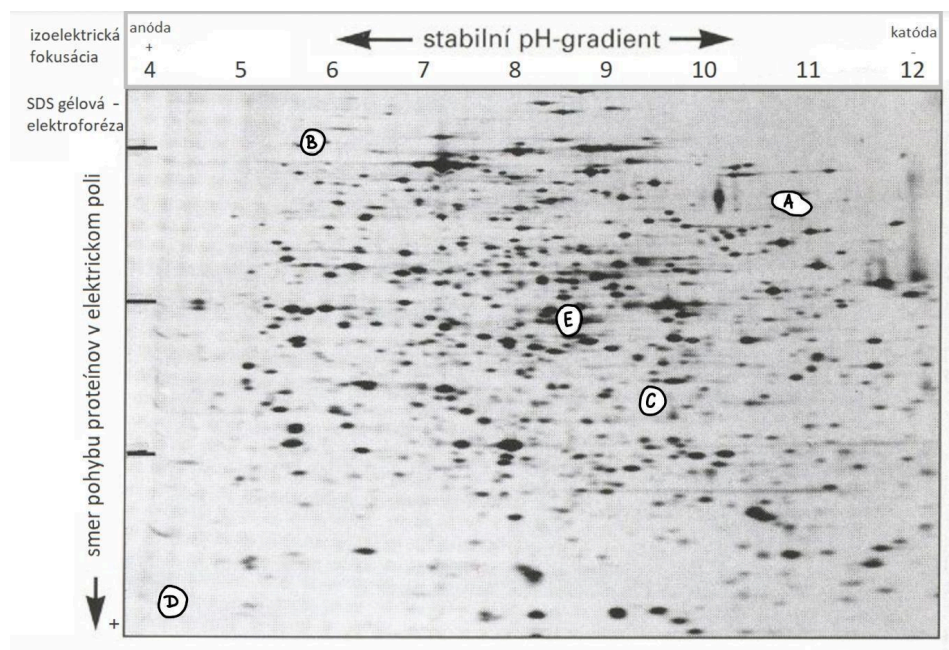
- A. Masné kyseliny sa štiepia v procese beta-oxidácie za vzniku acetylkoenzýmu A.
- B. Glukóza sa môže metabolizovať na laktát.
- C. Acetylkoenzým A a laktát priamo vstupujú do Krebsovho cyklu.
- D. Využitie masných kyselín ako energetického substrátu je možné len v aeróbných podmienkach.
- E. Využitie glukózy ako energetického substrátu nie je možné v anaeróbných podmienkach.

4. 2D PAGE elektroforéza (dvojrozmerná polyakrylamidová gélová elektroforéza) je metódou na analýzu proteínov na základe dvoch kritérií: molekulárnej hmotnosti a hodnoty izoelektrického bodu. Na polyakrylamidovom géli sa najskôr rozdelí zmes proteínov v jednom smere podľa ich náboja technikou izoelektrickej fokusácie. Proteíny sa pohybujú medzi katódou a anódou v gélovom prúžku s gradientom pH, pričom sa využíva existencia izoelektrického bodu proteínov – hodnoty pH, pri ktorej majú proteíny neutrálny celkový náboj. Prúžok gélu s takto rozdelenými proteínmi sa potom spojí s polyakrylamidovým gélom obsahujúcim SDS (dodecylsírán sodný, vzorec vyššie), ktorý dodá všetkým proteínom na povrchu rovnaký náboj. Následne prebehne separácia proteínov v elektrickom poli na základe ich veľkosti. Chemická štruktúra SDS vám napovie, aký náboj proteíny získajú.



Na nasledujúcom géli je označených písmenami 5 rôznych proteínov.

- I. Zoradte proteíny A až E podľa ich klesajúcej molekulovej hmotnosti.
- II. Zoradte proteíny A až E podľa ich stúpajúcej kyslosti. (Kyslosť proteínu ovplyvňuje jeho aminokyselinové zloženie – či obsahuje viac kyslých aminokyselín, napr. kyselinu glutámovú alebo aspartátovú, alebo viac zásaditých – ako napr. lyzín alebo arginín).



5. Ultracentrifugácia je metóda rozdelenia zložiek koloidných roztokov na základe ich rozdielnej hustoty, veľkosti a tvaru. Používajú sa vysokoobrátkové centrifúgy, ktoré dosahujú rádovo tisíce otáčok za minútu a až miliónkrát väčšie odstredivé zrýchlenie ako je tiažové zrýchlenie na Zemi. Takto dokážeme od seba separovať do vrstiev v skúmavkách proteíny a nukleové kyseliny na základe ich odlišných fyzikálnych vlastností. Tento jav nazývame sedimentácia.

Charakteristickú sedimentáciu molekúl určuje ich **sedimentačný koeficient**. Platí, že čím je jeho hodnota vyššia, tým rýchlejšie sa častica usádza na dno skúmavky. V praxi sa používa jednotka svedberg (S). Určite ste sa už s ňou stretli pri charakterizovaní prokaryotických a eukaryotických ribozómov, či ich podjednotkách. Sedimentačný koeficient môžeme odvodiť viacerými spôsobmi:

$$S = \frac{v}{\omega^2 r}$$

s – sedimentačný koeficient
v – okamžitá rýchlosť častice
 $\omega^2 r$ – hodnota odstredivého zrýchlenia
 ω – uhlová rýchlosť
r – polomer centrifúgy

$$S = \frac{M_b \left(1 - \frac{\rho_v}{\rho_b}\right)}{f N_A}$$

s – sedimentačný koeficient
 M_b – molekulová hmotnosť bielkoviny (nukleovej kyseliny)
 ρ_v – hustota vody
 ρ_b – hustota bielkoviny
 N_A – Avogadrova konštanta
f – hydrodynamický koeficient

Na základe vyššie uvedených vzorcov vyberte správne tvrdenia:

- Čím menšia je hustota bielkoviny, tým pomalšie sedimentuje.
- Ak ultracentrifúgu zastavíme v ktoromkoľvek čase, budú zložky v nej rozvrstvené na základe ich gradientu uhlovej rýchlosti.
- Hodnota molekulovej hmotnosti je priamo úmerná okamžitej rýchlosti sedimentujúcej častice.
- Ak ďaleko presiahneme čas potrebný na štandardnú frakcionáciu bunkových štruktúr, všetky zložky sa nám usadia na dne.
- Pomocou tejto metódy je možné určiť pomernú hmotnosť makromolekúl v zmesi.

6. Medzi jednu z najdôležitejších mikroskopických metód patrí transmisná elektrónová mikroskopia (TEM) s veľmi vysokým rozlíšením (dokážeme rozlíšiť 2 body vzdialené len 0,2 nm). Aby sme však boli schopní pozorovať naše preparáty, musíme ich špeciálne pripraviť. Podľa toho rozlišujeme 4 štandardné metódy:

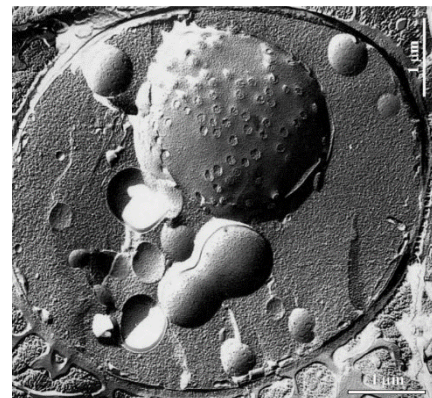
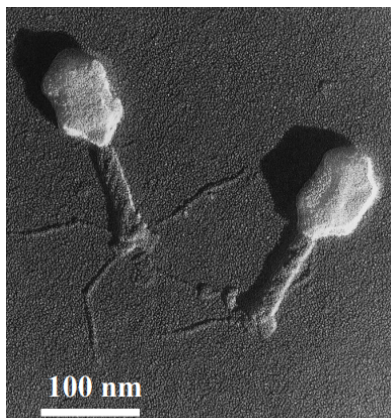
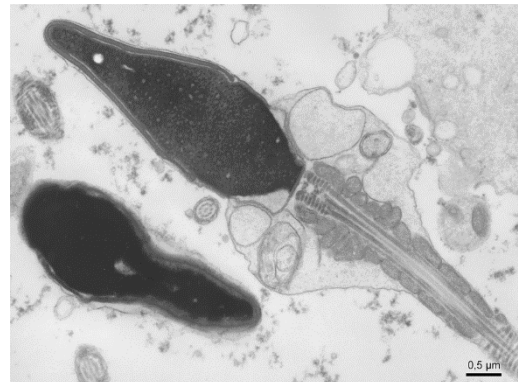
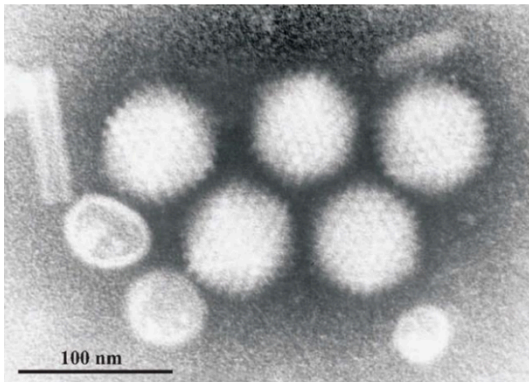
- Ultratenké rezy – pomocou ultramikrotómu nakrájame preparáty na 40 – 80 nm hrubé rezy, vďaka čomu nimi môžu prechádzať elektróny.
- Mrazové lámavie (*freeze-etching*) – vzorku zmrazíme na veľmi nízku teplotu a následne ju lámeme, pričom dochádza k lomu bunky medzi membránami alebo pozdĺž nich (oddeli sa vnútorná a vonkajšia membrána). Touto metódou sme schopní potom sledovať povrch lomných plôch.

- III. Tienenie kovom – využíva sa na pozorovanie izolovaných tenkých štruktúr, kedy tieto štruktúry naporíme z jednej strany vrstvičkou tenkého kovu pod uhlom 45°.
- IV. Negatívne kontrastovanie – veľmi malé objekty sa zmiešajú s roztokom ťažkého kovu, objekty sú potom elektróntransparentné, ale okolie nie.

Nižšie môžete vidieť 4 obrázky zosnímané TEM:

- A. – polyomavírus B. – baktériofág C. – ľudská spermia D. – kvasinka

Priradte ku každému obrázku metódu, akou boli pripravené. Pozor, poradie obrázkov je náhodné.



7. V bunke ste sledovali pomocou špecifického farbenia umiestnenie dlhej nekódujúcej RNA, *PAPAS*, a zistili ste, že sa nachádza preferenčne v jadierku. V akých procesoch by ste na základe tohto pozorovania očakávali jej funkciu?

- A. Regulácia syntézy rRNA.
- B. Replikácia DNA.
- C. Tvorba ribozomálnych komponentov.
- D. Biosyntéza nukleotidov.

8. Významným modelom pri štúdiu rakoviny sú tkanivové kultúry. Často využívaným príkladom je monovrstva rakovinových buniek, ktoré sú pestované na špeciálne ošetrovaných plastových miskách, ku ktorým prilnú, v živnom roztoku (médiu), ktoré obsahuje látky potrebné na ich rast. Pri ich pasážovaní treba odmyť zbytky média, aby mohli byť bunky uvoľnené z podkladu pomocou enzýmu trypsínu, ktorý je inhibovaný jednou zložkou živného média. Na toto obmývanie sa nepoužíva voda, ale fosfátovo-soľný pufoer s obsahom približne 150 mM Na⁺. Prečo?

- A. Rakovinové bunky sú mimoriadne náchylné na hladovanie a aj krátke premytie vodou (bez obsahu živín) by viedlo k ich odumretiu.
- B. Ich bunková stena môže byť natrávená trypsínom iba v prítomnosti iónov sodíka.
- C. Obmytie vodou by viedlo k hypotonickému popraskaniu buniek.
- D. Na rozdiel od buniek húb a rastlín, bunky živočíchov nedisponujú ochranným mechanizmom, ktorý by im umožňoval čo i len krátky pobyt vo vode.

9. Na obrázku vidíte chromozómy bunky, ktorá práve prechádza bunkovým delením, zafarbené farbivom Hoechst, ktoré sa viaže na DNA. (Iné štruktúry bunky nevidno.) Ktoré z nižšie uvedených tvrdení sú pravdivé?



- A. Táto bunka je práve v anafáze.
- B. V tejto bunke sa práve vytvára plazmatická platnička.
- C. V tomto štádiu bunkového cyklu hrá dôležitú úlohu depolymerizácia mikrotubulov.
- D. Výsledkom delenia budú pravdepodobne dcérske bunky s chromozómovými aberáciami.

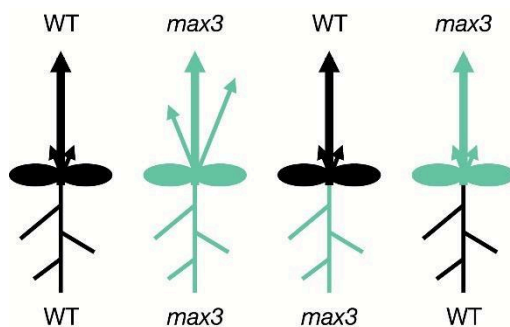
10. Ktoré z nasledujúcich tvrdení platia pre geneticky modifikované organizmy (GMO)?

- A. Ako GMO sú klasifikované organizmy, u ktorých bolo viac ako 50 % genomickej DNA pozmenenej mutáciou.

- B. GMO sú často poľnohospodársky významné rastliny, ktoré nesú v genóme vnesený gén umožňujúci obranu proti škodcom.
- C. GMO rastliny zvyčajne vyžadujú vyššie množstvá hnojív a pesticídov ako bežné plodiny.
- D. Neexistuje žiadny príklad, kedy by sa úspešne podarilo vytvoriť GMO živočícha, ktorý prežil do dospelosti.

B. ANATÓMIA A FYZIOLOGIA RASTLÍN A HÚB

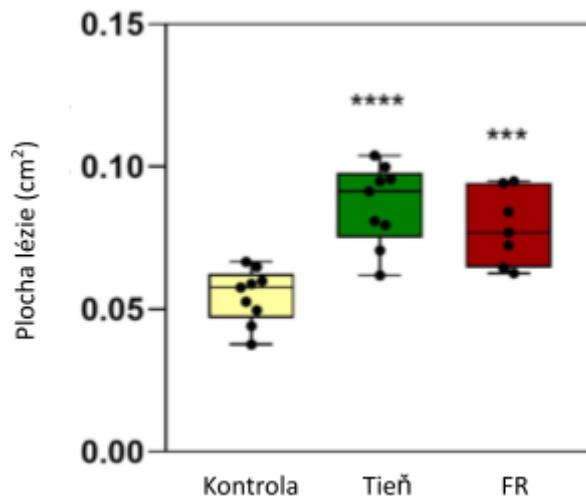
11. Strigolaktóny sú rastlinné hormóny, ktoré sa podieľajú na regulácii apikálnej dominancie. Potláčajú vetvenie stonky. U mutanta *max3* sme pozorovali vyššiu frekvenciu vetvenia stonky ako štandardného typu (WT). Zistili sme, že ide o mutanta so stratou funkcie biosyntetického génu strigolaktónov. Ďalšie informácie o syntéze strigolaktónov nám poskytlo vrúbľovanie výhonku mutanta *max3* na koreň WT a naopak.



Označte správne tvrdenia:

- A. Strigolaktóny syntetizované v koreni sú transportované do nadzemnej časti, kde potláčajú vetvenie.
- B. Strigolaktóny sú syntetizované výlučne v koreni.
- C. Aplikácia strigolaktónov na mutanta *max3* by stimulovala vetvenie stonky vo vyššej frekvencii ako bola pozorovaná u tohto mutanta.
- D. Na regulácii apikálnej dominancie sa podieľajú ďalšie rastlinné hormóny, napríklad auxín.

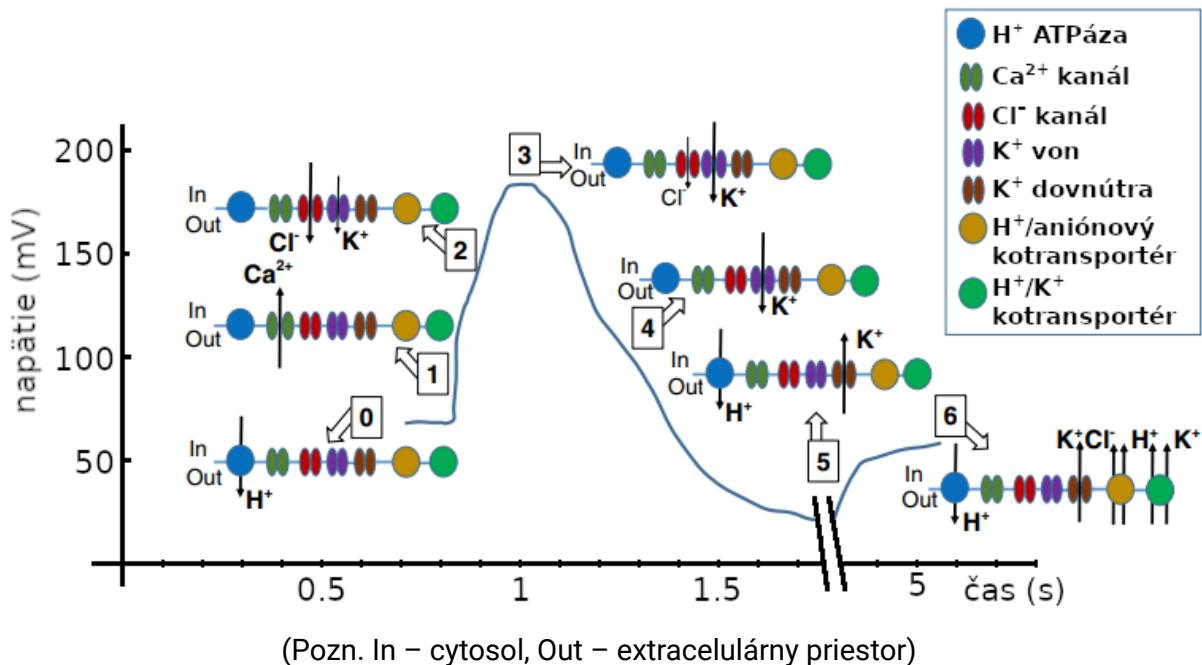
12. Pri zatičení sa u niektorých druhov mení odolnosť k napadnutiu patogénom. V pokuse sme sa rozhodli zistiť, či to platí to aj pre rastliny zemiaku (*Solanum tuberosum* var. Spunta). Rastliny pestované 21 dní na slnečnom svetle po dobu 7 dní boli vystavené 3 odlišným svetelným podmienkam, a to slnečnému svetlu (kontrola), tieňu a slnečnému svetlu obohatenému o infračervené svetlo (FR). Potom boli infikované spórami patogénnej huby *Botrytis cinerea* a po troch dňoch sme odmerali plochu lézií v listoch infikovaných rastlín. Výsledky znázorňuje graf nižšie.



Označte správne tvrdenia:

- A. Zatieneie zvyšuje odolnosť rastlín zemiaku voči infekcii *Botrytis cinerea*.
- B. Odolnosť rastlín zemiaku voči infekcii je závislá na fytochrómovej odpovedi.
- C. V kontrolných rastlinách by sme v dobe infekcie očakávali nižší pomer Pr/Pfr (izoforiem fytochrómu) ako v rastlinách vystavených aj infračervenému svetlu (FR).
- D. Ani jedno z uvedených tvrdení nie je správne.

13.

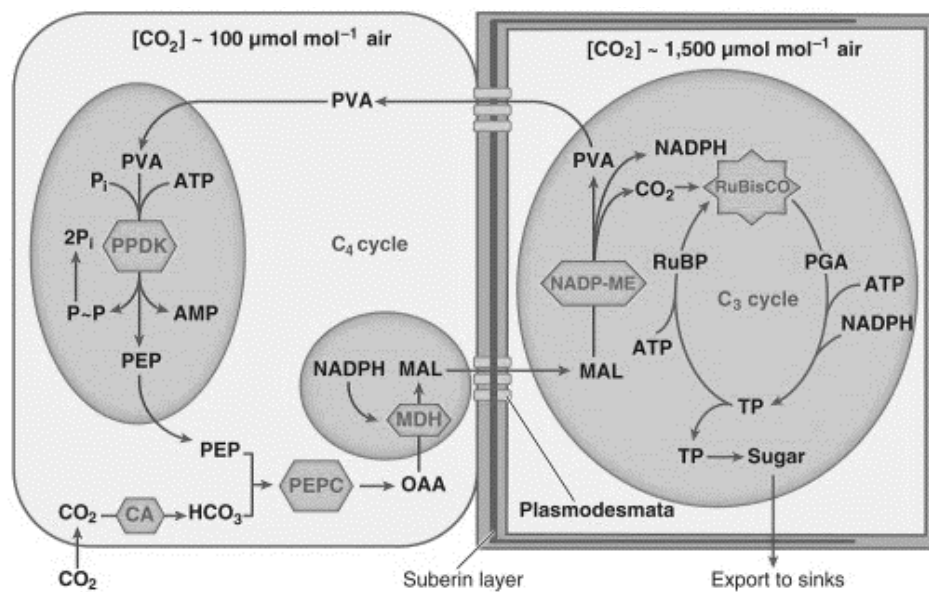


Mechanizmus prenosu elektrického signálu v rastlinách bol študovaný v mäsožravej rastline mucholapka (*Dionaea sp.*). Na obrázku vyššie vidíte graf priebehu akčného potenciálu (modrá krivka), pričom pre každú fázu jeho priebehu (1 – 6) sú pri krivke znázornené toky

iónov na membráne. (Všimnite si, že graf aj os x sú v jednej časti prerušené.) Rozhodnite o pravdivosti tvrdení:

- A. Hlavným spúšťačom akčného potenciálu spôsobujúcim depolarizáciu membrány u mucholapky sú ióny Ca^{2+} .
- B. Priebeh akčného potenciálu u rastlín je výrazne pomalší v porovnaní s neurónmi živočíchov.
- C. Hlavným iónom zabezpečujúcim repolarizáciu membrány je H^+ .
- D. Na kontinuálny transport H^+ z cytosolu ako vidíte na bodoch 0, 5, 6 nie je potrebná energia – ide o pasívny transport.

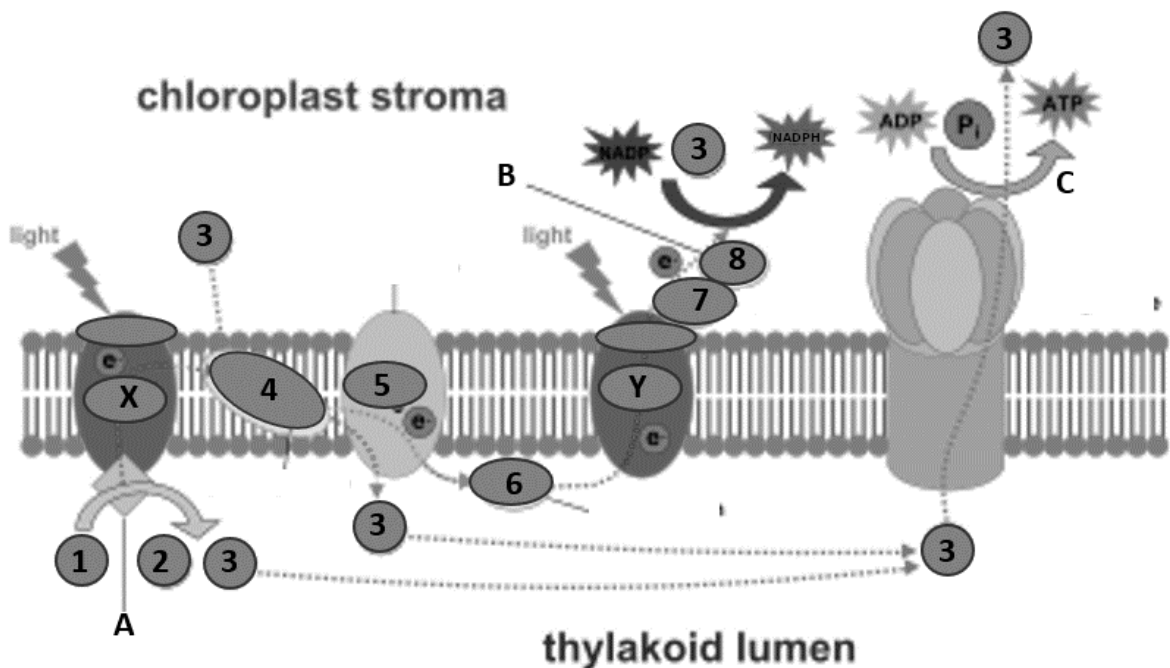
14. Aj na základe schémy označte pravdivé tvrdenia o C_4 metabolizme rastlín:



(air – vzduch, PVA – pyruvát, MAL – malát, OAA – oxaloacetát, PEP – fosfoenolpyruvát, suberine layer – vrstva suberínu, sugar – cukor, export to sinks – export na použitie alebo uskladnenie)

- A. C_3 cyklus sa v C_4 rastlinách odohráva v bunkách listového mezofylu, kde je omnoho vyššia koncentrácia CO_2 oproti histologicky hlbšie položenej pošve cievneho zväzku, kde prebieha prestup CO_2 do pletív.
- B. Enzým PPDK (pyruvát-fosfát dikináza) katalyzuje premenu pyruvátu na fosfoenolpyruvát, reakciu, ktorá je energeticky veľmi nevýhodná.
- C. Suberínová vrstva medzi bunkami listového mezofylu a pošvy cievneho zväzku je dobre priepustná pre CO_2 v porovnaní s bežnou bunkovou stenou.
- D. RuBisCO má nižšiu afinitu k CO_2 než enzým karbonát-anhydráza (CA).
- E. Reakcia v smere ako na schéme sprostredkovaná malát-dehydrogenázou (MDH) je redukcia.

15. Nasledujúca schéma znázorňuje procesy vo svetelnej fáze fotosyntézy.

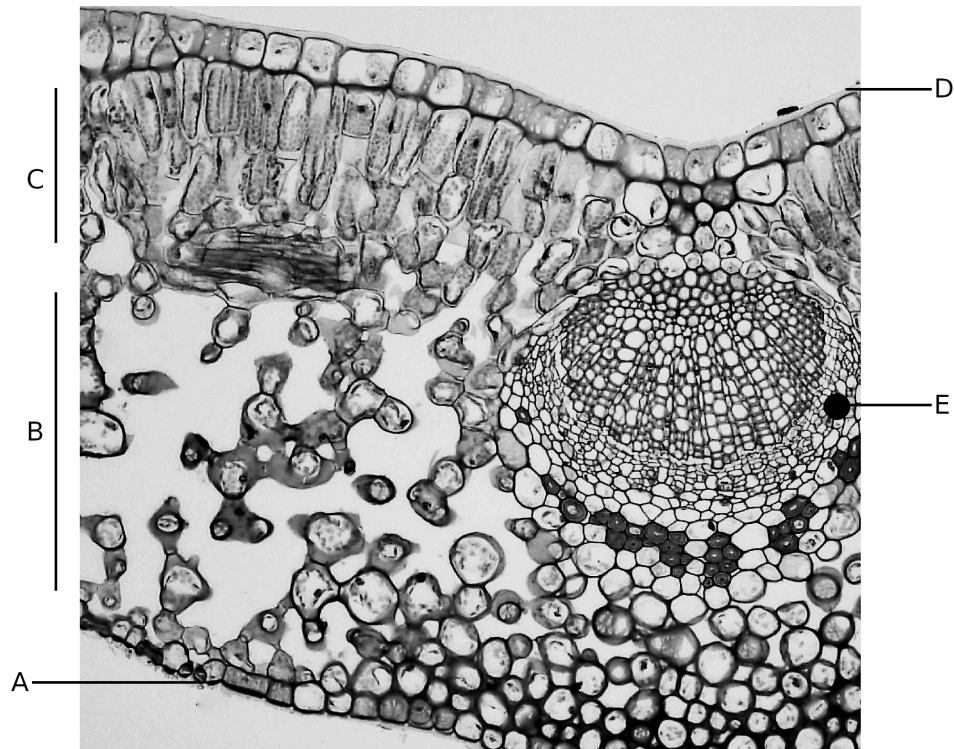


Ktoré z nasledujúcich tvrdení platia?

- A. Pre látku 3 je lipidová dvojvrstva nepriepustná kvôli jej veľkosti.
- B. Reakcia označená ako B je redukciou koenzýmu NADP^+ .
- C. Záporný dekadický logaritmus koncentrácie látky 3 je vyšší v stróme chloroplastu ako v lumen tylakoidu.
- D. Látka 4 obsahuje dlhý uhlíkovitý reťazec (je hydrofóbná) a je schopná redukovať sa.

16. Na obrázku vidíte rez orgánom vyššej rastliny. (Označenie "E" má na konci výraznú čiernu bodku na jasné označenie štruktúry, bodka nie je súčasť rezu.)

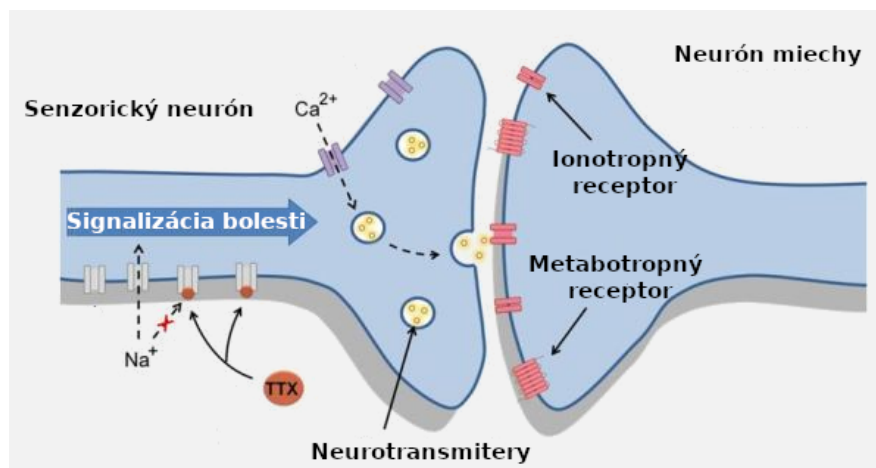
- I. Označte pravdivé tvrdenia:
 - A. Ide o dvojkľúčolistovú rastlinu.
 - B. Ide o rez stonkou.
 - C. Táto rastlina žije na slaniskách.
 - D. Ide o rastlinu s C4 metabolizmom.
- II. Priradte k písmenám z obrázku správne z nasledujúceho zoznamu pojmov:
 - 1. pericykel 2. xylém 3. sprievodná bunka 4. aerenchým 5. rizoderma 6. centrálny valec 7. cievnica 8. kolenchým 9. floém 10. Caspariho pásik 11. palisádový parenchým 12. kutikula 13. špongiový parenchým 14. suberín 15. emergencia

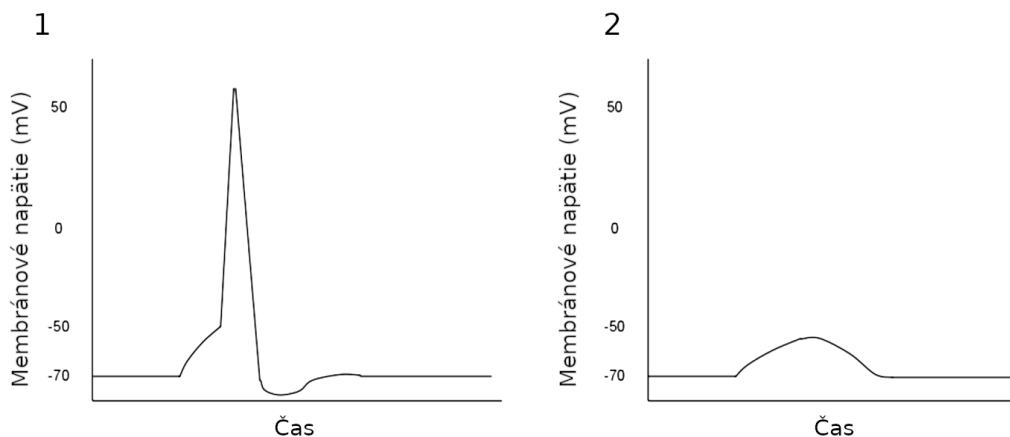


C. ANATÓMIA A FYZIOLOGIA ŽIVOČÍCHOV A ČLOVEKA, ETOLÓGIA

17. Tetrodotoxín je jed prítomný vo viacerých druhoch morských živočíchov. Jedná sa o neurotoxín, ktorý blokuje sodíkové kanály buniek, ako je vyznačené na obrázku. Na základe daných informácií, obrázka a grafov určte správne tvrdenia

- A. V prítomnosti TTX dochádza k stálemu šíreniu akčného potenciálu, nie je možná repolarizácia, prítomné sú kŕče.
- B. V prítomnosti TTX šírenie akčného potenciálu nie je možné, neurón je zablokovaný, dochádza k paralýze svalov.
- C. Graf 1 zodpovedá prítomnosti TTX.
- D. Graf 2 zodpovedá prítomnosti TTX.





18. Akčný potenciál (AP; inak aj nervový vzruch) je proces, ktorý zahŕňa zmenu elektrického napätia cytoplazmatickej membrány neurónov. Takýmto spôsobom sa šíria informácie v mozgu ako „elektrické výboje po kábloch“. Konkrétny obsah informácie je závislý od sekvencie viacerých AP za sebou a dal by sa zapísať pomocou binárneho kódu – napríklad 100111010100, kde 1 znamená „AP prebehol“ a 0 znamená „AP neprebehol“. Vyberte správne možnosti.

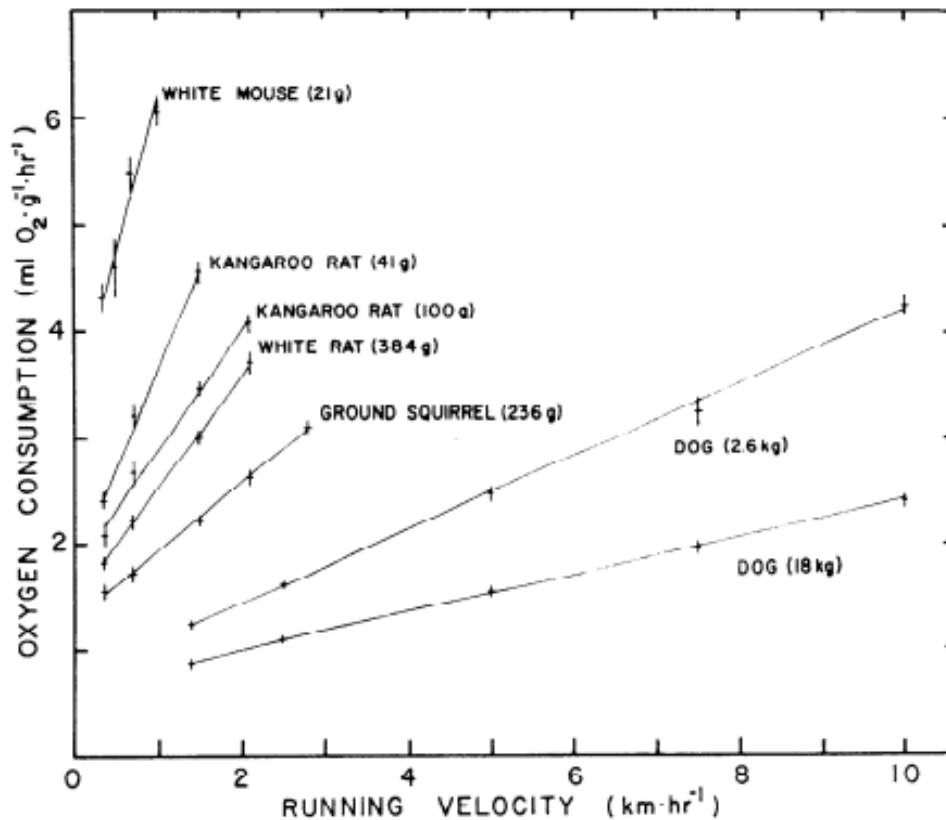
- A. Mozog rozoznáva jednotlivé informácie na základe charakteristiky AP – veľkosti jeho amplitúdy a dĺžky jeho trvania.
- B. Dĺžka trvania AP nie je konštantná.
- C. Dva akčné potenciály dokážu splynúť a vytvoriť jeden dlhší a silnejší.
- D. Intenzita AP sa mení v závislosti od intenzity vnemu – väčšia bolesť spôsobí väčšiu výchylku v AP.
- E. Intenzita AP sa nemení v závislosti od intenzity vnemu – intenzita je vyjadrená zmenou frekvencie AP.

19. Hladká svalovina močového mechúra je inervovaná parasymptikom sídliacim v krížovej oblasti miechy. Ten fyziologicky spúšťa kontrakcie tejto svaloviny, na základe čoho dôjde k vyprázdneniu močového mechúra. Parasymptikus inervujúci močový mechúr je prirodzene inhibovaný centrami z vyšších etáží CNS – a to aj mozgovej kôry, vďaka čomu môžeme močenie vedome riadiť, a teda zabrániť mu napriek nutkaniu vtedy, keď to nie je vhodné. Existujú dva pojmy popisujúce neurologickú poruchu močenia – automatický močový mechúr (keď aj po najmenšom naplnení dôjde ku kontrakcii svalov a k vypusteniu moču) a autonómny močový mechúr (stav, kedy sa hladká svalovina nestahuje vôbec a k močeniu dochádza až na základe pretlaku v preplnenom močovom mechúri). Označte správne tvrdenia.

- A. Pri poškodení miechy nad krížovou oblasťou dochádza k poruche typu automatického močového mechúra.
- B. Pri poškodení miechy nad krížovou oblasťou dochádza k poruche typu autonómneho močového mechúra.

- C. Pri poškodení miechy v krížovej oblasti dochádza k poruche typu automatického močového mechúra.
- D. Pri poškodení miechy v krížovej oblasti dochádza k poruche typu autonómneho močového mechúra.

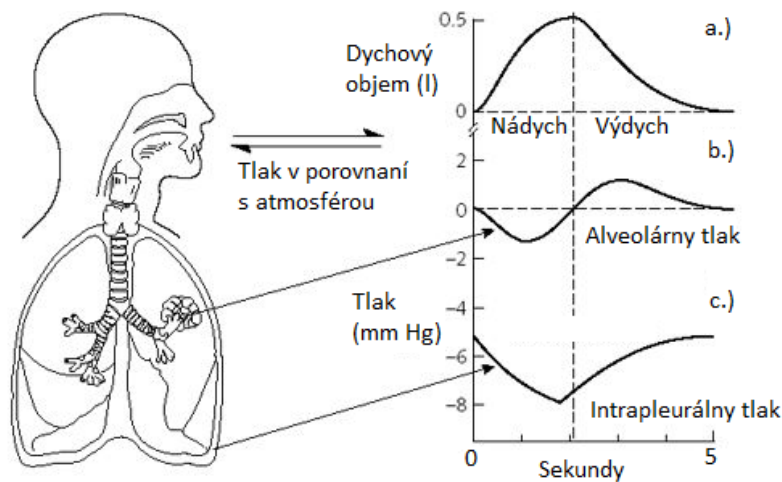
20. Na grafe spotreby kyslíka pri rôznych rýchlostiach pre 7 rôzne veľkých cicavcov je znázornený vzťah, ktorý umožňuje vypočítať energetické náklady na rýchlosť pohybu z telesnej hmotnosti cicavca.



Označte správne tvrdenia:

- A. Čím je zviera väčšie, tým je rýchly pohyb energeticky náročnejší.
- B. Druh zvieratá, nie jeho veľkosť, určuje, ako energeticky náročný bude rýchly pohyb.
- C. Čím je zviera menšie, tým je schopné vyvinúť väčšiu priemernú rýchlosť.
- D. Malé stavovce musia mať vyššiu kapacitu pľúc v porovnaní s veľkosťou tela ako väčšie stavovce.
- E. Pravdivé nie je ani jedno z vyššie uvedených tvrdení.

21. Na obrázku sú znázornené pľúcne tlaky v priebehu pokojného dýchania človeka. Alveolárny tlak je tlak vzduchu v pľúcach. Intrapleurálny tlak je tlak v pleurálnej dutine tvorenej viscerálnou a parietálnou pleurou. Tento tlak drží pľúca rozťahnuté. Označte správne tvrdenia.



- A. Pri nádychu intrapleurálny tlak klesá.
- B. Alveolárny tlak pri nádychu stúpa.
- C. Pri úsilnom (maximálnom) nádychu intrapleurálny tlak môže stúpnuť nad -4 mmHg.
- D. Intrapleurálny tlak je pri pokojnom dýchaní vždy záporný.
- E. Cyklus nádychu výdych zvyčajne trvá 3 sekundy.

22. Zvoľte správnu odpoveď tak, aby boli nasledujúce výroky pravdivé.

Trávenie v ústnej dutine začína enzýmom (1), ktorý štiepi sacharidy.

Pokračuje v žalúdku, kde sa trávia hlavne bielkoviny pomocou enzýmu (2).

Pokračuje v prvej časti tenkého čreva, dvanástniku, kde sa trávia všetky zložky potravy - sacharidy enzýmom (3), tuky sa trávia enzýmom (4) a bielkoviny sa trávia enzýmom (5).

- A. 1. trypsín 2. pepsín 3. amyláza 4. trypsín 5. lipáza
- B. 1. lyzozým 2. amyláza, 3. sacharáza, 4. lipáza 5. amyláza
- C. 1. amyláza 2. pepsín 3. amyláza, 4. lipáza 5. trypsín
- D. 1. amyláza 2. lipáza 3. amyláza 4. pepsín 5. lipáza
- E. 1. trypsín 2. amyláza 3. trypsín 4. lipáza 5. pepsín

23. Ktoré z nasledujúcich tvrdení správne opisujú funkciu lymfatického systému v ľudskom tele?

- A. Lymfatické cievy transportujú okysličenú krv do sleziny, kde prebieha jej imunitné vyčistenie (*clearance*).
- B. Lymfa prechádza lymfatickými uzlinami, v ktorých biele krvinky odstraňujú patogény a cudzorodé častice.
- C. Lymfocyty sa tvoria v kostnej dreni a zohrávajú kľúčovú úlohu v imunitnej odpovedi.
- D. Slezina slúži primárne na ukladanie nadbytočnej glukózy ako zásoby energie pre energeticky náročné lymfocyty.
- E. Cytokíny sú produkované najmä lymfatickými uzlinami.

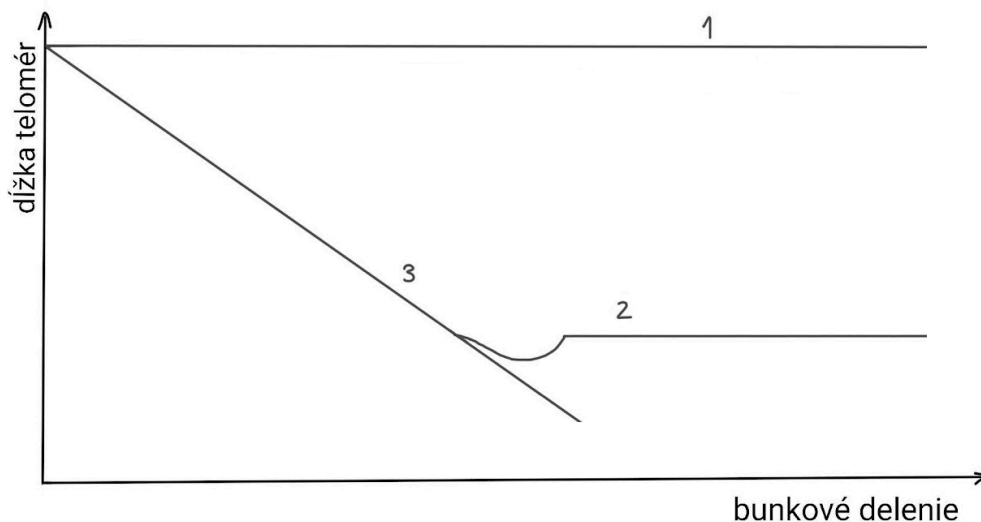
24. Zatiaľ čo pre človeka pitie morskej vody namiesto vody bez soli nie je zlúčiteľné so životom, morské vtáky sú schopné piť morskú vodu bez problémov. V ich moči však nebola zaznamenaná nadmerná koncentrácia soli. Ktoré z nasledujúcich adaptácií by to mohli umožniť?

- A. Oveľa vyššie množstvo akvaporínov v transportnom epitele obličiek v porovnaní so suchozemskými vtákmi.
- B. Extrémne skrátaná Henleho kľučka, ktorá neklesá až do vnútornej časti drene obličiek, a tým pádom vôbec neobsahuje zúženú časť vzostupného ramena (kanálíka II. rádu).
- C. Špecializované nosné žľazy, ktoré sú schopné vychytávať soľ z krvi a vylučovať koncentrovaný solný roztok do vonkajšieho prostredia.
- D. Znížená resorpcia soli nefrónmi.

D. GENETIKA

25. Telomeráza je reverzná transkriptáza schopná predlžovať konce lineárnych chromozómov – teloméry. Teloméry sú repetitívne sekvencie chrániace koniec chromozómu. V neprítomnosti telomerázy sa s každým bunkovým delením kvôli mechanizmu replikácie DNA teloméry skracujú. Reakcia bunky na príliš krátke teloméry je jej apoptóza (programovaná bunková smrť).

Na grafe sú znázornené tri krivky, z ktorých každá prislúcha určitému bunkovému typu. Priradte krivky 1 až 3 k možnostiam, ktoré uvádzajú rôzne skupiny buniek.



- A. Somatické bunky
- B. Embryonálne kmeňové bunky
- C. Nádorové bunky

26. Sangerovo sekvenovanie DNA je metóda založená na veľmi jednoduchej, avšak efektívnej technike, kedy sa na mnoho kópií pôvodného templátu nechá dosyntetizovať komplementárne vlákno pomocou DNA polymerázy. Niektoré nukleotidy sú však špeciálne upravené a po náhodnom naviazaní týchto nukleotidov je elongácia ukončená. Takýmto spôsobom vzniknú rôzne dlhé vlákna, ktoré dokážeme pomocou gélovej elektroforézy zoradiť a určiť, ktorý nukleotid bol v každom vlákne naviazaný ako posledný. Získaním týchto údajov dokážeme následne zostrojiť hľadanú sekvenciu. Označte, ktoré z týchto modifikácií umožňujú nukleotidom, ktoré ich nesú, zastaviť elongáciu vyššie opísaným spôsobom.

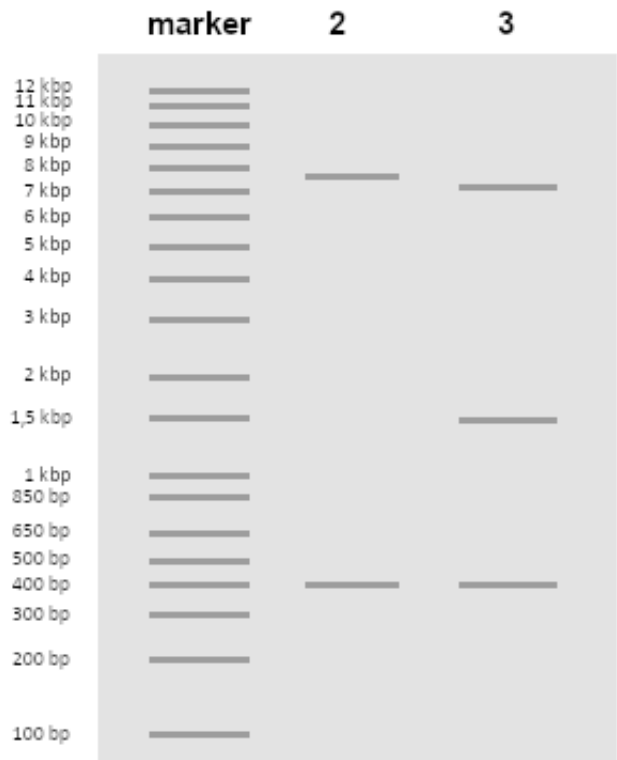
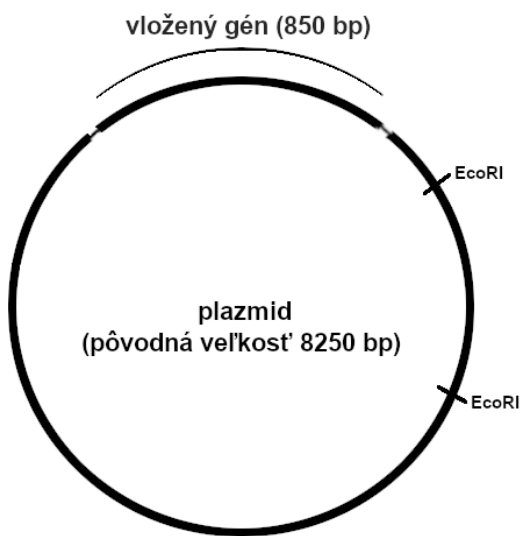
- A. Chýbajúci fosfát na 5' konci.
- B. Chýbajúca dusíkatá báza.
- C. Hydroxyskupina na 2' konci.
- D. Chýbajúca hydroxyskupina na 3' konci.

27. Na rozlíšenie, či sú gény vo väzbe alebo nie, sa využíva okrem iného LOD skóre. Čím väčšie je toto skóre, tým väčšia je pravdepodobnosť, že existuje väzba medzi génmi, a je teda zvýšená pravdepodobnosť, že dané dve alely sa budú dediť spolu. Ak je LOD skóre väčšie ako 3, uvažuje sa, že gény sú vo väzbe. Rozhodli ste sa otestovať, či v dvojgénovom systéme *Aa-Bb* sú dvojice aliél *A-b* a *a-B* vo väzbe. Zo 100 jedincov, ktorých sledujete, má 25 haplotyp *Ab*, 30 má haplotyp *ab*, 25 má haplotyp *aB* a 20 má haplotyp *AB*. Vypočítajte pre túto populáciu LOD skóre, ak viete, že sa vypočíta pomocou vzorca

$$\log_{10} \left[\frac{\left(\frac{R}{R+NR} \right)^R \left(1 - \frac{R}{R+NR} \right)^{NR}}{0,5^{R+NR}} \right],$$

kde *R* je počet rekombinantných genotypov, *NR* je počet nerekombinantných genotypov. Výsledok zaokrúhľte na 2 desatinné miesta a do odpovedového hárku uveďte, či sú sledované alely vo väzbe (odpoveď "V") alebo nie sú vo väzbe (odpoveď "NV").

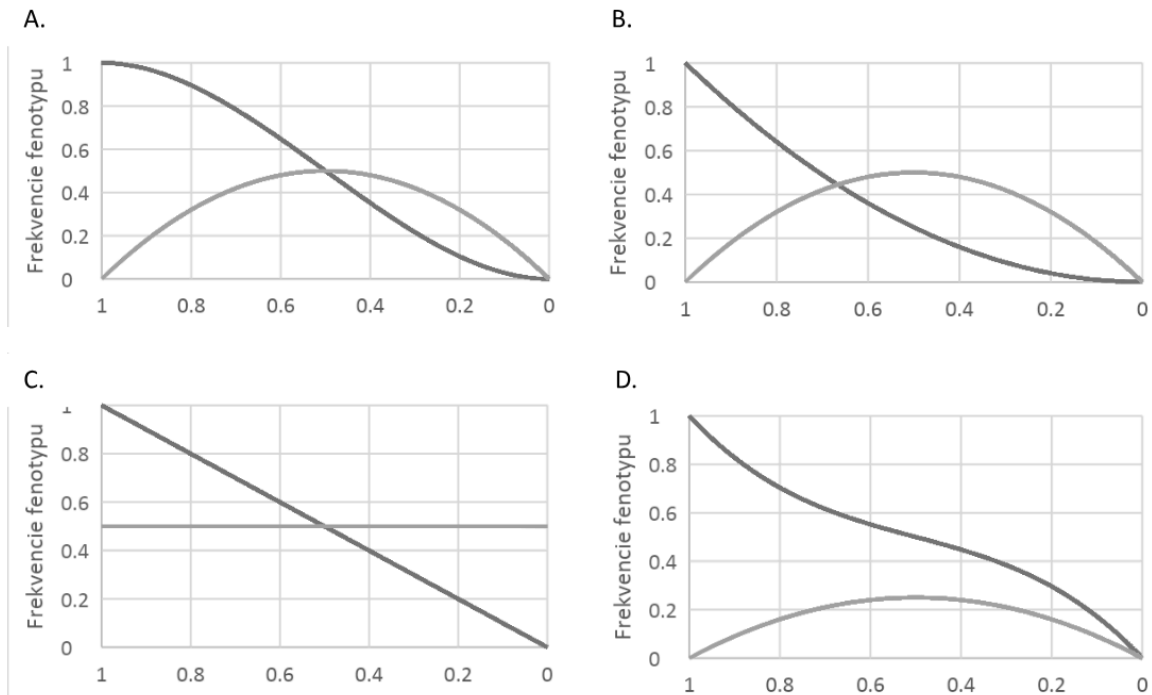
28. Metódami molekulárneho klonovania ste vložili ste gén s veľkosťou 850 bp do plazmidu (kruhovej DNA) veľkého 8250 bp. Aby ste overili, či vloženie prebehlo úspešne, rozhodnete sa výsledný plazmid štiepiť reštrikčným enzýmom *EcoRI*, ktorý štiepi konkrétne, známe šesťnukleotidové sekvencie v DNA. Ako je zobrazené na obrázku nižšie, viete, že v plazmide sa nachádzajú dve štiepne miesta pre *EcoRI*, ale neviete, či sa nejaké nachádza aj vo vloženom géne. Výsledok štiepenia analyzujete prostredníctvom gélovej elektroforézy, kde v elektrickom poli rozdelíte DNA podľa veľkosti. Nižšie je schematicky znázornený výsledok tejto elektroforézy: v prvej dráhe vidíte kontrolnú vzorku - marker veľkostí (známe veľkosti jednotlivých fragmentov sú popísané vedľa gélu). V druhej dráhe je plazmid pred vložením génu, poštiepený enzýmom *EcoRI*. V tretej dráhe je plazmid po vložení génu, poštiepený enzýmom *EcoRI*.



Označte pravdivé tvrdenia:

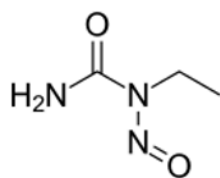
- A. Gén vložený do plazmidu obsahuje štiepne miesto pre EcoRI.
- B. Vloženie génu do plazmidu poškodilo plazmid natoľko, že sa rozpadol na niekoľko fragmentov.
- C. Štiepne miesto pre EcoRI sa vo vloženom géne nachádza približne 100 – 200 bp od okraja.
- D. Takéto výsledky štiepenia nie sú v súlade s očakávaným štiepením plazmidu po vložení génu; znamená to, že muselo dôjsť k neočakávanej chybe pri vkladaní génu do plazmidu.

29. Ktorý z nasledujúcich grafov znázorňuje vzťah medzi frekvenciou dominantného homozygota a heterozygota, ak v populácii platí Hardy-Weinbergova rovnováha? Na osi x je frekvencia dominantnej alely. (Správna je iba jedna odpoveď.)

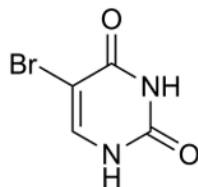


30. Priradte molekuly k druhu mutagénu:

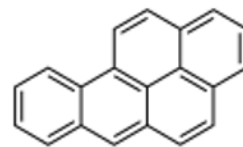
- Interkalačné činidlá – látky, ktoré sa viažu priamo na DNA v malom alebo veľkom žliabku a spôsobujú posunové mutácie a chyby v replikácii a transkripcii.
- Alkylačné činidlá – látky, ktoré pridávajú alkylové skupiny na bázy alebo fosfátovú kostru DNA. Spôsobujú krížové väzby a zlomy v DNA, ako aj tranzície.
- Analógy báz – zapríčiňujú tranzície počas replikácie, keďže sa podobajú na bázy.
- Deaminačné činidlá – spôsobujú premenu cytozínu na uracil prostredníctvom deaminácie aminoskupiny na oxoskupinu, a teda tranzície.
- Polycyklické aromatické uhľovodíky – po ich aktivácii a vzniku diol-epoxidov sa viažu na DNA a vznikajú tak adukty.



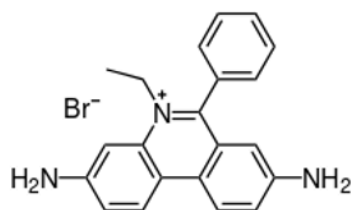
1) Etylnitromočovina



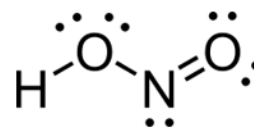
2) 5-bromouracil



3) Benzo(a)pyrén



4) Etídium bromid



5) Kyselina dusitá

31. Na detekciu pohlavne viazaných letálnych mutácií u drozofily sa používa CIB test. Jeho princípom je kríženie samičky, ktorá nesie jeden X chromozóm s letálnou mutáciou (samička s genotypom X^{CIB}/X^{+++}), so samčekom, ktorý bol ovplyvnený potenciálnym mutagénom, ktorý môže spôsobovať vznik letálnych mutácií na X chromozóme (samček s genotypom $X^{???}/Y$). Tri alely na X chromozóme heterozygotnej samičky, C, I a B majú nasledujúce funkcie: C – dominantná, zabraňuje crossing-overu, I – recesívna letálna mutácia, B – dominantná, určuje špecifický zúžený tvar očí. Označte správne odpovede:

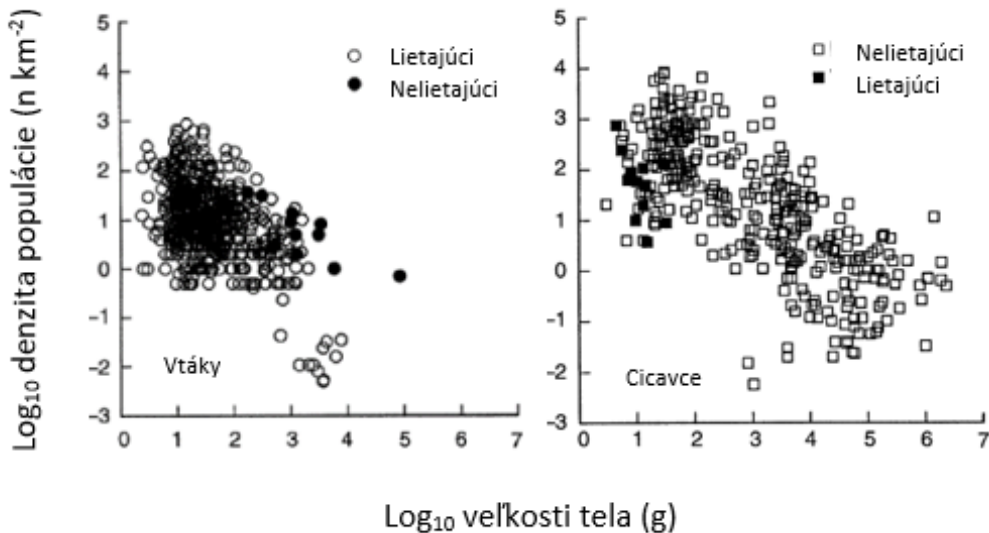
- A. V potomstve z tohto kríženia očakávame iba samičky so zúženými očami.
- B. Všetci samčekovia, ktorí prežijú v potomstve z tohto kríženia, nesú X^{CIB} chromozóm.
- C. Ak v druhej generácii skrížime samičky so zúženými očami, ktoré sú potomstvom z prvého kríženia, s normálnymi samčkami, a v ich potomstve prežijú iba samičky, znamená to, že testovaná látka spôsobuje mutácie na X chromozóme.
- D. Ak v druhej generácii skrížime samičky so zúženými očami, ktoré sú potomstvom z prvého kríženia, s normálnymi samčkami, aj ak látka nie je mutagén, v potomstve prežije iba polovica samčekov.

E. EKOLÓGIA

32. Pri štúdiu škandinávskych spoločenstiev sýkoriek sa objavilo zaujímavé pozorovanie. Väčšie sýkorky, akými sú sýkorky čiernohlavé (*Poecile montanus*) a sýkorky chochlaté (*Lophophanes cristatus*), sú vo vnútrozemí veľmi početné a najčastejšie sa vyskytujú vo vnútorných častiach korún stromov, naopak, menšia sýkorka uhoľná (*Periparus ater*) je vo vnútrozemí vzácnejšia a najčastejšie je pozorovaná v okrajových častiach korún. Avšak na niektorých ostrovoch vedci objavili, že tu prevládajú populácie sýkoriek uhoľných a väčšie sýkorky sa na týchto ostrovoch úspešne nerozmnožovali. Pritom nebol objavený žiaden predátor, ktorý by na ostrove vykrádal hniezda, problémom nebola ani dostupnosť ostrovov. Označte správne tvrdenia, ktoré môžu vysvetľovať toto pozorovanie.

- A. Na ostrovoch je miernejšia klíma, ktorá vyhovuje menším druhom.
- B. Nízku početnosť sýkoriek uhoľných môže spôsobovať na pevnine prítomnosť predátora špecializovaného na lov spevavcov, ktorý sa na ostrovoch nevyskytuje.
- C. Sýkorka uhoľná je schopná lepšie využívať potravné zdroje, ako sýkorka hôrna a chochlatá.
- D. Sýkorka uhoľná je schopná naklásať väčšie maximálne znášky ako sýkorka hôrna a chochlatá.

33. U vtákov a cicavcov nachádzame nelietavé druhy, aj druhy schopné letu. Grafy ukazujú, ako sa tieto skupiny líšia v rámci veľkosti ich tela cez závislosť logaritmu hustoty (denzity) populácie na logaritme telesnej hmotnosti. (Pri grafe naľavo môžete predpokladať, že väčšina bodov v zhluku je prázdna, t.j. ide o lietajúce druhy.) Aj na základe grafov označte pravdivé tvrdenia:



- A. Schopnosť letu súvisí s telesnou hmotnosťou.
- B. Schopnosť letu umožňuje druhom zachovať si nižšiu populačnú densitu.
- C. Kvôli energeticky náročnému letu musia lietajúce druhy konzumovať veľké množstvo zelenej rastlinnej potravy.
- D. Schopnosť letu je u cicavcov asociovaná s vyššími populačnými hustotami.

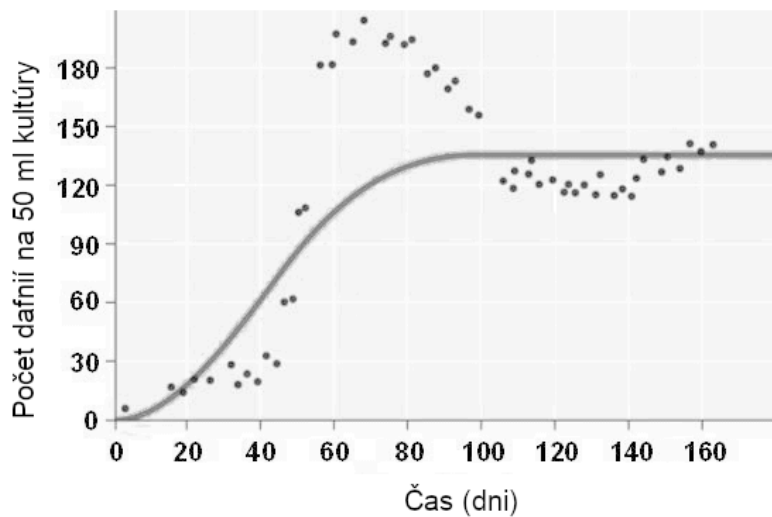
34. Označ správne tvrdenia o areáloch:

- A. Druhy dosahujúce väčšie abundancie majú spravidla aj väčšie areály.
- B. Špecialisti majú vždy areály menšie ako generalisti.
- C. Na severnej pologuli sa areály všeobecne znižujú od rovníka k pólu.
- D. Centrum denzity druhu sa nachádza vždy približne v strede areálu.

35. Pre lišajníky platí:

- A. Fotobiont lišajníka mimo tohto mutualistického spojenia neprežije, kým mykobiont áno.
- B. Lišajníky sa rozmnožujú primárne pohlavne prostredníctvom výtrusov.
- C. Pohlavné rozmnožovanie je výhradou mykobionta.
- D. Fotobiont je zdrojom organických látok.
- E. Fotobiontom môžu byť riasy a sinice, nikdy nie vyššie rastliny.

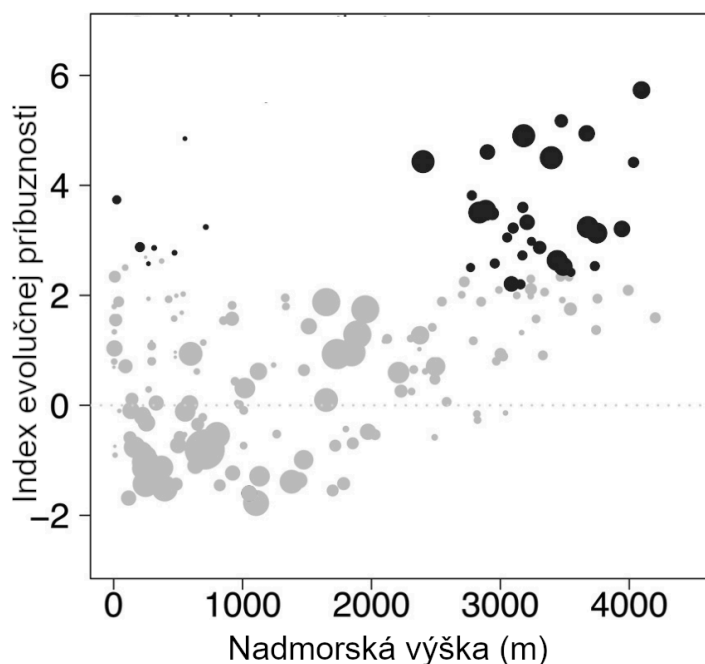
36. Na obrázku vidíte rast populácie dafnie (*Daphnia* sp.) v podmienkach laboratórnej kultúry. Krivka na grafe zobrazuje teoretický priebeh logistického rastu populácie, body zobrazujú skutočnú populačnú veľkosť. Označte pravdivé tvrdenia:



- A. Rast sledovanej populácie nezodpovedá teoretickému logistickému rastu.
- B. Priebeh rastu populácie do 2 mesiacov zodpovedá modelu exponenciálnemu rastu.
- C. Sledovaná populácia sa musela skladať z cielene mutovaných jedincov; rast populácií v prírode vždy zodpovedá logistickému rastu.
- D. Sledovaná populácia dafnie v istom bode prekonalala nosnú kapacitu prostredia.

F. EVOLÚCIA A SYSTEMATIKA

37. Evolučná príbuznosť druhov žijúcich na jednej lokalite bola študovaná u kolibríkov (Trochilidae) v Ekvádore. Na grafe nižšie je zobrazená závislosť indexu evolučnej príbuznosti druhov v danom spoločenstve od nadmorskej výšky. Čím vyššia hodnota indexu, tým väčšia evolučná príbuznosť. Každý bod zodpovedá jednému analyzovanému spoločenstvu; veľkosť bodky zodpovedá počtu druhov kolibríkov v spoločenstve. Čierne bodky zodpovedajú spoločenstvám, ktoré majú najvyšší index aj pri zohľadnení počtu druhov v jednotlivých spoločenstvách.



Označte správne tvrdenia.

- A. Tendencia príbuzných druhov obsadzovať geograficky vzdialené niky je zvýšená pri extrémnych hodnotách nadmorskej výšky.
- B. Spoločenstvá kolibríkov vo vyšších nadmorských výškach majú tendenciu zahŕňať blízko príbuzné druhy.
- C. Tieto výsledky naznačujú, že existencia vo vyšších nadmorských výškach je pre kolibríky náročná, a objavenie sa novej evolučnej adaptácie je významným faktorom pri vyrovnávaní sa s nárokmi prostredia.
- D. Výsledky naznačujú, že v neprítomnosti vonkajších stresorov je medzidruhovú kompetícia u kolibríkov významným faktorom.

38. Ploskavce (*Planaria*) sú známe výbornými regeneračnými schopnosťami. Tieto sa však nevyskytujú u všetkých druhov a nie sú rovnako silné. Na schéme nižšie vidíte fylogenetický strom vybraných druhov ploskavcov spolu s ich typickým habitatom, rozmnožovacími stratégiami (iba pohlavné rozmnožovanie vs. zmiešané pohlavné a nepohlavné rozmnožovanie rozpadom tela na menšie kusy) a schopnosťou regenerovať ("+" znamená úplnú regeneráciu aj z malých kúskov tela, "0" schopnosť zregenerovať hlavu po prerezaní a "-" neschopnosť regenerácie.) Charakteristiky označené "?" nie sú pre dané druhy známe.

	regenerácia	habitat	rozmnožovanie
<i>Bdelloura candida</i>	-	more	iba sex
<i>Camerata robusta</i>	-	more	iba sex
<i>Bipalium kewense</i>	?	súš	zmiešané
<i>Caenoplana decolorata</i>	?	súš	?
<i>Dugesia japonica</i>	+	sladká voda	zmiešané
<i>Schmidtea mediterranea</i>	+	sladká voda	zmiešané
<i>Phagocata gracilis</i>	0	sladká voda	iba sex

Označte tie z nasledujúcich tvrdení, ktoré korešpondujú so zobrazenými dátami:

- A. Posledný spoločný predok všetkých uvedených druhov nepochybne dokázal úplne regenerovať aj z malých kúskov tela.
- B. *Caenoplana decolorata* sa najpravdepodobnejšie rozmnožuje výlučne pohlavne.
- C. *Bipalium kewense* pravdepodobne regeneruje lepšie ako *Camerata robusta*.
- D. Nepohlavné rozmnožovanie rozpadom pravdepodobne používa podobné mechanizmy ako regenerácia.

39. Ktoré z nasledujúcich charakteristík lipnicovitých (*Poaceae*) významne prispeli k ich evolučnému úspechu?

- A. Pozdĺžna listová žilnatina.
- B. V niektorých prípadoch využitie C4 metabolizmu.
- C. Hmyzoopelivosť.
- D. Alorízia (systém hlavného koreňa s vedľajšími koreňmi).

40. Ktoré z nasledujúcich tvrdení platia pre bazídiomycéty (*Basidiomycota*)?

- A. Zvyčajne nemajú rozsiahle podzemné mycélium.
- B. Takmer nikdy sa nezúčastňujú na mykoríze.
- C. Pre pohlavné rozmnožovanie musia vytvoriť spórangia.
- D. Pohlavné rozmnožovanie prebieha typicky prostredníctvom tvorby ôsmich askospór.
- E. Majú v životnom cykle haploidné, diploidné aj dikaryotické štádiá.

ODPOVEĎOVÝ HÁROK

ČÍSLO SÚŤAŽIACEHO:

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

otázka		A	B	C	D	E	body
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							
34							
35							
36							
37							
38							
39							
40							
Spolu							

