

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. Pri druhom type otázok si pozorne všimajte, 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.

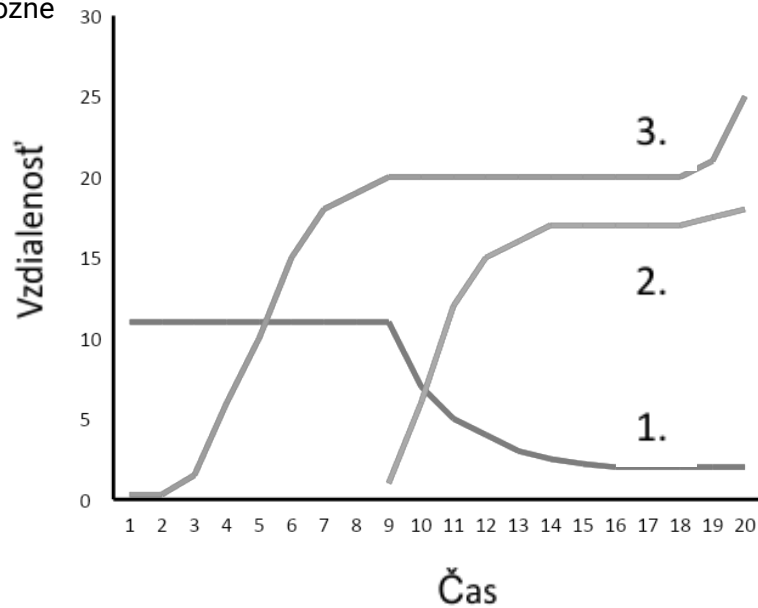
Po skončení celoštátneho kola Vás radi privítame v spoločnej diskusii o úlohách na platforme Discord, na serveri "Biologická olympiáda". Link nájdete v autorských riešeniach.

Prajeme Vám veľa zdaru!

Autorský kolektív CK BiO

A. BUNKOVÁ BIOLÓGIA A MIKROBIOLÓGIA

1. Na graf boli nanesené rôzne vzdialenosti počas mitózy:



Priradte ku každej krivke, čo označuje (číslo vpíšte do príslušného políčka odpovedového hárku):

- A. Vzdialenosť medzi centriolami a centromérmi
- B. Vzdialenosť medzi centromérmi sesterských chromatíd
- C. Vzdialenosť medzi centrozómami

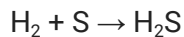
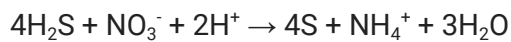
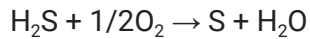
2. Aký je rozdiel medzi jednoduchou a uľahčenou difúziou cez bunkovú membránu?

- A. Uľahčená difúzia prebieha proti smeru koncentračného gradientu, kým jednoduchá difúzia v smere koncentračného gradientu.
- B. Jednoduchá difúzia je pasívny proces, kým uľahčená difúzia vyžaduje spotrebu ATP.
- C. Pri uľahčenej difúzii cez membránu je jej priechodnosť zvýšená proteínovými kanálmi.
- D. Uľahčená difúzia prebieha iba pri kyslom pH, pričom jednoduchá difúzia aj pri zásaditom.

3. DNA môžeme získať z veľkého množstva rôznych biologických materiálov. Veľmi vhodným materiálom je napr. krv. Z ktorých buniek v krvi je možné získať jadrovú DNA?

- A. Zrelé erytrocyty
- B. Makrofágy
- C. Trombocyty
- D. B lymfocyty

4. Baktérie rodu *Beggiatoa* sa vyskytujú v kolóniách tvaru dlhých, voľným okom viditeľných filamentov na dne sladkých aj slaných vôd, predovšetkým v blízkosti termálnych prameňov. Patria medzi chemolitotrofné baktérie, schopné využívať sulfán na získavanie energie pre rast za prítomnosti aj neprítomnosti kyslíka. Elementárna síra sa skladuje v podobe cytoplazmatických inklúzií, ktoré baktéria dokáže využiť, keď v prostredí klesne koncentrácia sulfánu. Nasledujúce rovnice popisujú metabolizmus sírnych zlúčenín týchto baktérií.

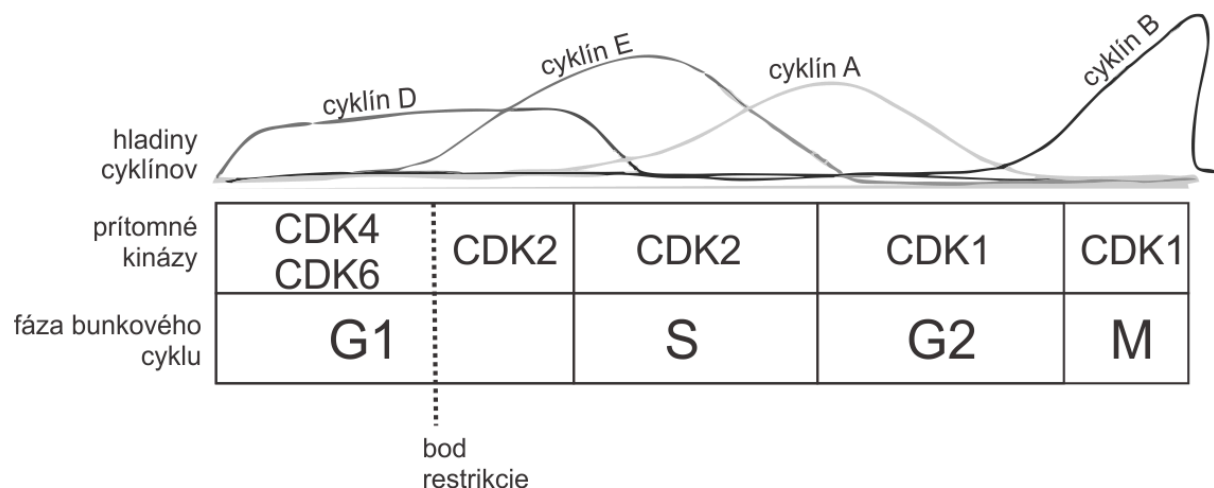


Označte pravdivé tvrdenia.

- A. Baktérie rodu *Beggiatoa* získavajú energiu redukciou sulfánu na elementárnu síru.
- B. Na opätovnú premenu uskladnenej síry na sulfán je potrebná prítomnosť kyslíka.
- C. V anaeróbných podmienkach tieto baktérie z prostredia odčerpávajú dusičnany.
- D. Vodík môže byť donorom elektrónov pri odbúravaní síry nahromadenej v cytoplazme.

5. Bunkový cyklus predstavuje postupný sled procesov prebiehajúcich medzi dvoma bunkovými deleniami. Priebeh jednotlivých fáz a prechod medzi dvoma fázami bunkového cyklu riadia komplexy proteínov cyklínov a enzýmov cyklín-dependentných kináz (CDK). Každý z cyklínov má schopnosť inak interagovať s jednou alebo dvoma kinázami, aktivovať ich a podporovať tak ich enzymatickú aktivitu v rámci bunky. Aktívne komplexy cyklínov a CDK sú potom schopné riadiť procesy delenia v bunke.

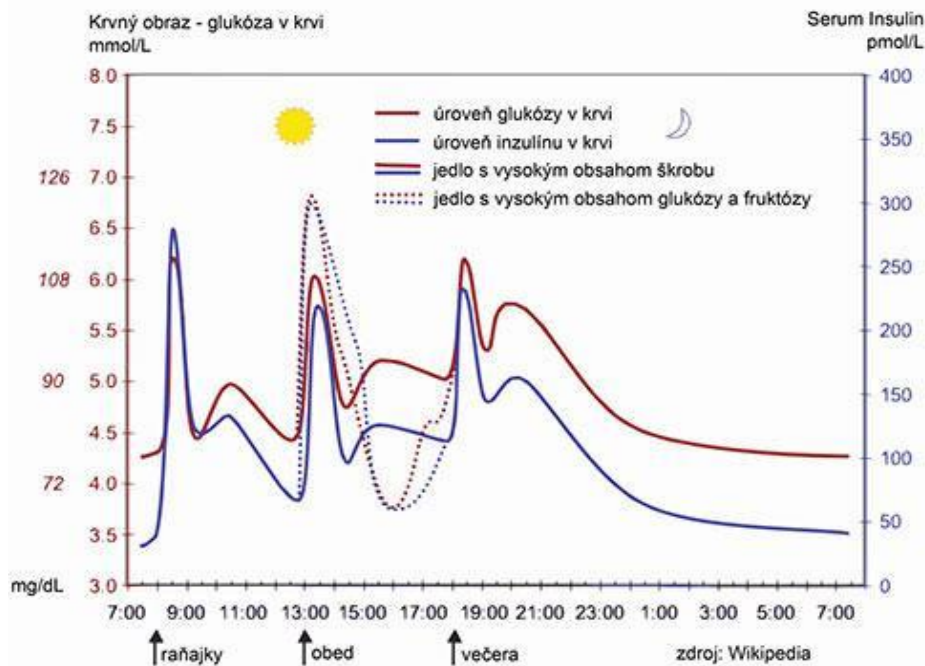
Na obrázku môžete vidieť znázornenie prítomnosti jednotlivých cyklín-dependentných kináz a hladín cyklínov v priebehu bunkového cyklu. Označte správne tvrdenia.



- A. Cyklín D s príslušnou kinázou zabezpečuje replikáciu DNA v bunke.
- B. Bunka vstúpi do mitózy vďaka komplexu CDK1 s cyklínom B.
- C. Priebeh G1 fázy riadi komplex cyklínu D s CDK4 alebo CDK6.
- D. Prechod z S do G2 fázy zabezpečuje komplex cyklínu A s CDK2.
- E. Komplex cyklínu E s CDK2 zabezpečuje výstup bunky z G0 fázy.

6. Glukóza je monosacharid s mimoriadnym významom pre všetky živé organizmy, je potrebná pre tvorbu ATP a súčasťou rôznych zásobných a stavebných polysacharidov.

- I. Vyberte pravdivé tvrdenie/tvrdenia o glukóze:
 - A. Je stavebnou jednotkou celulózy, ktorá tvorí bunkovú stenu rastlín.
 - B. U živočíchov je v tele skladovaná vo forme polysacharidu glykogénu v pečeni a priečne pruhovaných svaloch.
 - C. U živočíchov je do organizmu vždy prijímaná iba ako voľné monosacharidy.
 - D. Vzniká pri bunkovom dýchaní.



II. Hladina glukózy v tele kolíše v priebehu dňa v závislosti od príjmu potravy. Na základe grafu vyššie vyberte pravdivé tvrdenia:

- A. V čase raňajok je molárna koncentrácia inzulínu v krvi vyššia ako molárna koncentrácia glukózy.
- B. Pri náraste koncentrácie glukózy v krvi stúpne aj koncentrácia inzulínu.
- C. V noci koncentrácia glukózy aj inzulínu v krvi klesá.
- D. Pri konzumácii jedla s vysokým obsahom škrobu je počas dňa najvyššia koncentrácia glukózy krvi v čase obeda.

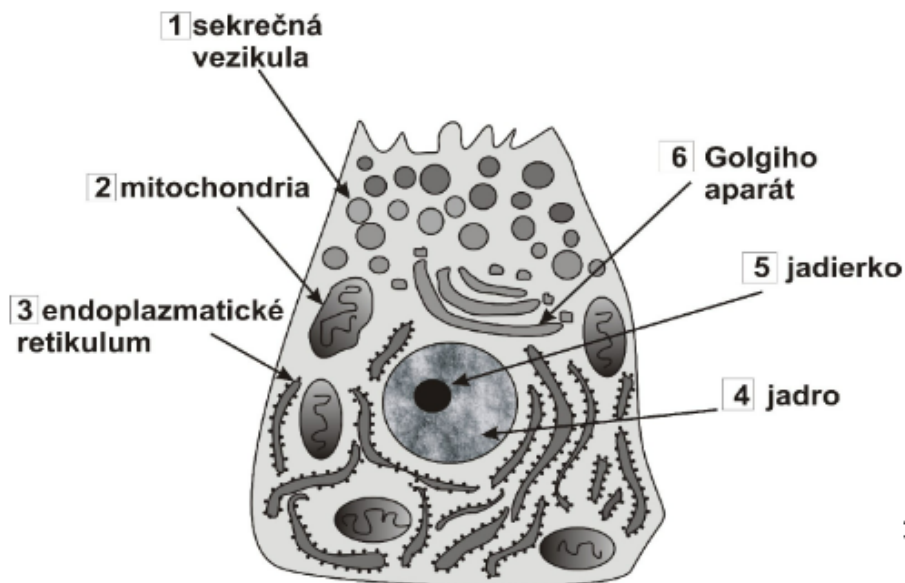
7. Každý typ bunky má rozličnú spotrebu energie na základe toho, na akú činnosť je daná bunka špecializovaná. Táto energia sa získava najmä zo štiepenia molekuly ATP na ADP a fosfát. To sa dá získavať buď aeróbne (v procese oxidatívnej fosforylácie za prítomnosti kyslíka), alebo anaeróbne za vzniku laktátu. Ktoré bunky nedokážu získavať energiu anaeróbne?

- A. Kardiomyocyt (bunka srdcového svalu)
- B. Erytrocyt (červená krvinka)
- C. Neurón
- D. Svalové vlákno (základná jednotka priečne pruhovaného svalstva)

8. Fluidita (tekutosť) bunkových membrán je veľmi dôležitou vlastnosťou pre reguláciu rôznych bunkových dejov. Označte pravdivé tvrdenia:

- A. Fluidita cytoplazmatickej membrány baktérie *Escherichia coli* bude pri 37 °C vyššia, než fluidita membrány termofilnej baktérie *Thermus aquaticus*.
- B. Prítomnosť lipidov s mnohými dvojitými väzbami zvyšuje fluiditu membrány.
- C. Pre organizmy je najvýhodnejšie, aby ich membrány mali vždy najnižšiu možnú fluiditu.
- D. So vzrastajúcou teplotou fluidita membrány klesá.

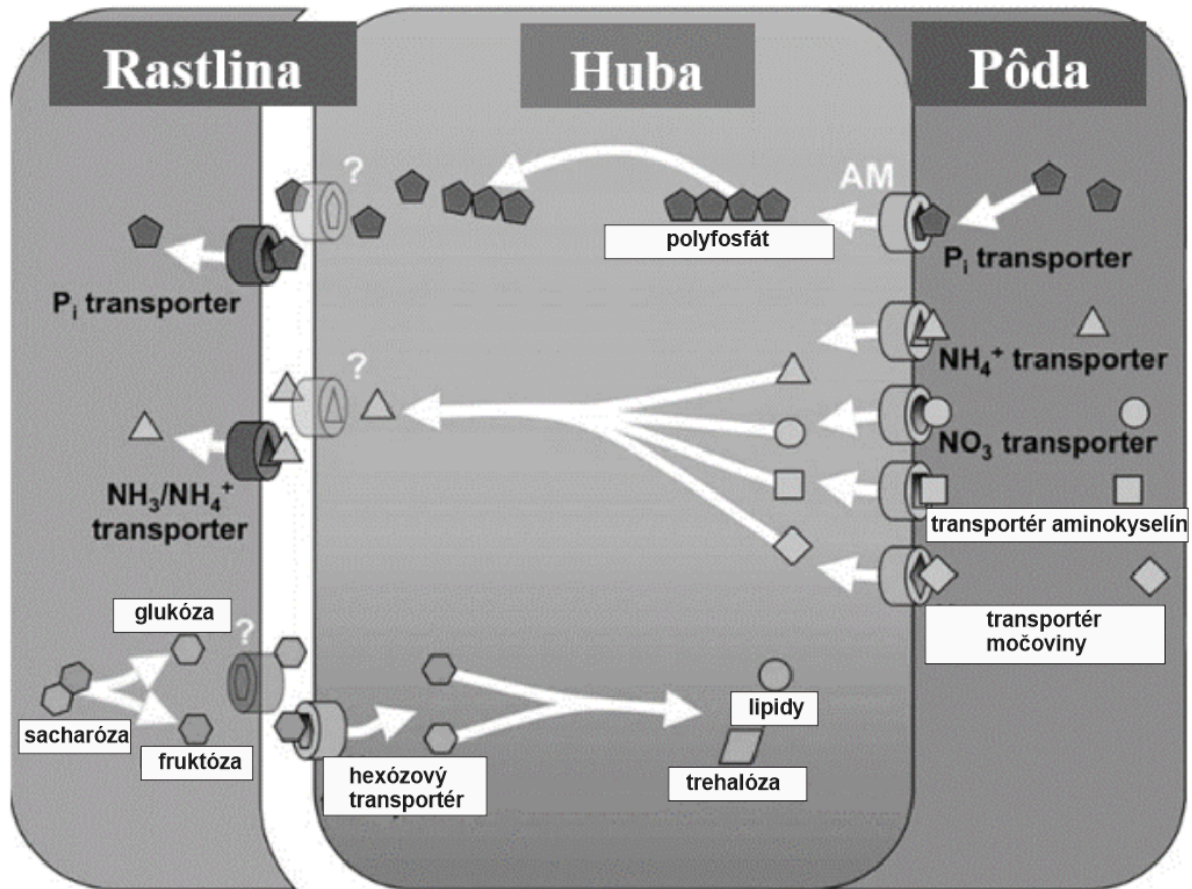
9. Na obrázku vidíte schému sekrečnej bunky pankreasu. Pre každú z uvedených možností vpíšte do odpovedového hárku číslo príslušnej organely. Jedno číslo môžete použiť aj viackrát.



- A. Proteín, ktorý táto bunka sekretuje, prechádza cez rôzne organely v tomto poradí: ____
→ Golgiho aparát → sekrečná vezikula.
- B. Štruktúra ____ obsahuje ribozómy.
- C. Štruktúra ____ nie je obalená membránou.
- D. Sekrečné vezikuly vznikajú zo štruktúry ____.

B. ANATÓMIA A FYZIOLÓGIA RASTLÍN A HÚB

10.

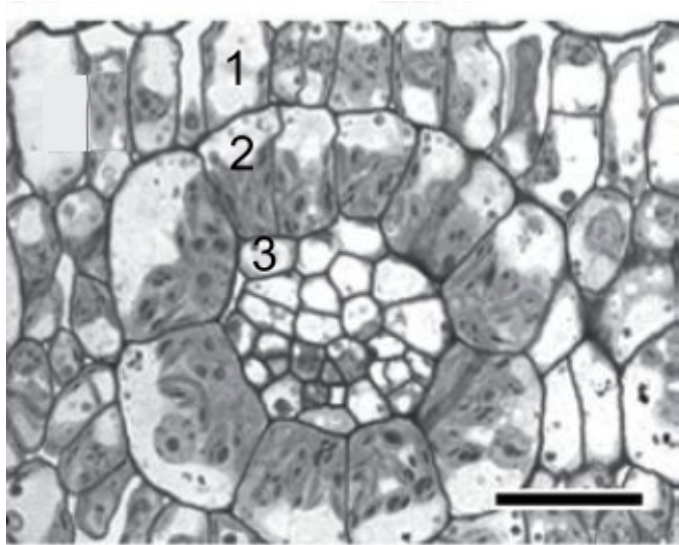


(Pozn. otázniky pri transportéroch znamenajú, že konkrétny proteín sprostredkujúci tento transport ešte nebol objavený)

Mykoríza je forma mutualizmu, ktorá je nesmierne dôležitá pre rastliny aj huby, čo dokumentuje aj fakt, že približne 80 % cievnatých rastlín má mykorízu s hubami. Mykoríza ma pre rastliny množstvo výhod, okrem získavania nutričov štúdie dokumentujú aj sprostredkovanie komunikácie medzi rôznymi rastlinami prostredníctvom spoločného mycélia. Obrázok vyššie znázorňuje výmenu látok medzi hubou a rastlinou. Na základe obrázku a svojich vedomostí označte pravdivé tvrdenia:

- Mykorízou získavajú rastliny nutrienty nevyhnutné pre proteosyntézu a syntézu nukleových kyselín.
- Huba transportuje dusík do rastlinných buniek v maximálne redukovanom stave. Znamená to, že dusičnany z pôdy musia byť po prijatí hubou redukované.
- Vlákná ektomykoríznych húb, ktoré neprenikajú do buniek rastliny, produkujú látky, ktoré inhibujú hexózové transportéry.
- Alternatívou mykorízy môže byť pre niektoré rastliny mäsožravosť.
- Xylémový tok v rastline je zdrojom substrátov pre Krebsov cyklus v bunkách húb.

11. Pre rastliny s C4 fotosyntézou je charakteristické priestorové oddelenie prvej fixácie uhlíku a vstupu do Calvinovho cyklu. V listoch C4 rastlín je uhlík najprv v bunke mezofyly zabudovaný enzýmom PEP karboxylázou do C4 kyseliny. Tá je transportovaná do bunky pošvy cievného zväzku, kde je dekarboxylovaná. Medzi bunkami mezofyly a pošvy cievného zväzku je tak očakávaný intenzívny transport látok plazmodezmami. CO₂ vstupuje do Calvinovho cyklu v bunke pošvy cievného zväzku účinkom enzýmu RuBisCO. Na obrázku je výsek prierečného rezu listom C4 rastliny *Gynandropsis gynandra*.



Označte pravdivé tvrdenia:

- A. Prítomnosť RuBisCO očakávame v bunke 1.
- B. Frekvencia plazmodeziem je vyššia na rozhraní buniek 1 a 2 než na rozhraní buniek 2 a 3.
- C. V chloroplastoch bunky 1 je škrob syntetizovaný vo vyššej miere než v chloroplastoch bunky 2.
- D. Ani jedno z uvedených tvrdení nie je správne.

12. Rastlinné hormóny giberelíny sú významnými regulátormi rastu. Dôležitým míľnikom v poľnohospodárstve (zelená revolúcia) bolo získanie kultivarov pšenice s mutáciou v génoch kódujúcich biosyntetické enzýmy (napr. *sd-1*) alebo proteíny zodpovedné za odpoveď na giberelíny (napríklad *Rht-B1b*). V porovnaní so štandardným typom dosahujú tieto kultivary menšiu výšku a alokujú zdroje predovšetkým do zrn. Objednali ste si semená kultivarov *sd-1* a *Rht-B1b* a zabudli si ich označiť. Keďže máte výborné znalosti rastlinnej biológie, dokážete ich odlíšiť experimentom. Semená zasadíte, jednu skupinu rastlín budete pravidelne striekať giberelínom a druhú necháte rásť bez postreku. Kultivar A má v podmienkach bez giberelínov trpasličí vzrast, ale za prítomnosti giberelínov dosahuje viac ako dvojnásobnú výšku. Kultivar B má trpasličí vzrast v prítomnosti i neprítomnosti giberelínov. Napíšte, o aký kultivar išlo v prípade A a B.

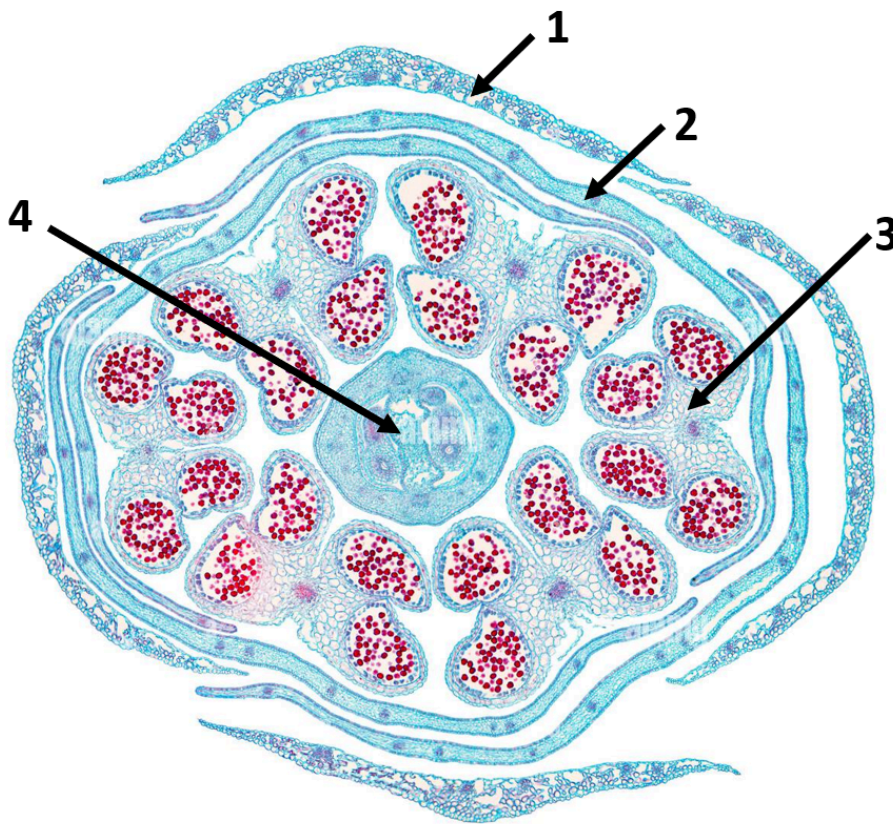
13. V životnom cykle rastlín dochádza ku striedaniu nepohlavnej generácie (sporofytu) a pohlavnej generácie (gametofytu). U krytosemenných rastlín je gametofyt mikroskopický a jeho vývin je závislý na materskej rastline. Pri pohlavnom rozmnožovaní v pohlavných orgánoch dochádza k meióze a vytvoreniu spór – samčej mikrospóry a samičej megaspóry. Spóry sa mitoticky delia a vytvárajú samčí mikrogametofyt a samičí megagametofyt. V gametofyte sa vytvárajú pohlavné bunky – gaméty. Pre krytosemenné rastliny je

charakteristické tzv. dvojité oplodnenie. Splynutím buniek vznikajú diploidná zygota a triploidný endosperm. Zo zygoty sa v semene vyvíja ďalšia generácia sporofytu.

Pre každý z pojmov v možnostiach A-D napíšte do odpovedového hárku číslo podľa toho, či prislúcha k samčiemu gametofytu (1), k samičiemu gametofytu (2), alebo k sporofytu (3).

- A. spermatická bunka
- B. oosféra
- C. peľové vrecúško
- D. blizna

14. Na obrázku je priečny rez kvetným púčikom neznámej rastliny. Označte pravdivé tvrdenia.



- A. Ide o jednoklíčnolistovú rastlinu.
- B. Štruktúra 2 môže obsahovať pigmenty na prilákanie opeľovačov.
- C. Štruktúra 1 obsahuje peľ
- D. Môže ísť o rastlinu z čeľade kapustovitých (*Brassicaceae*)
- E. Štruktúra 4 je premenená stonka

15. Ktorá z nasledujúcich možností najlepšie popisuje vzťah medzi fotosyntézou a dýchaním v rastlinách?

- A. Fotosyntéza produkuje ATP a oxid uhličitý, ktoré sa používajú pri dýchaní na uvoľnenie energie pre rast rastlín.
- B. Dýchanie produkuje ATP, ktoré sa využíva pri fotosyntéze na produkciu glukózy pre rast rastlín.
- C. Fotosyntéza produkuje glukózu a kyslík, ktoré sa používajú pri dýchaní na produkciu ATP.
- D. Dýchaním sa produkuje glukóza a oxid uhličitý, ktoré sa využívajú pri fotosyntéze na produkciu ATP.

C. ANATÓMIA A FYZIOLOGIA ŽIVOČÍCHOV A ČLOVEKA, ETOLÓGIA

16. Hlavnou úlohou neurónov je prenos akčného potenciálu (nervového vzruchu) na iný neurón a týmto spôsobom sprostredkovanie šírenia informácií v organizme. Dôležitá je aj rýchlosť šírenia tejto informácie, preto sa počas evolúcie vyvinula myelinizácia – obalenie neurónov veľkým počtom vrstiev stočených cytoplazmatických membrán Schwannových buniek (periférny nervový systém) či oligodendrocytov (centrálny nervový systém). Tento obal je pravidelne prerušovaný takzvanými Ranvierovými zárezmi – miestom, kde je cytoplazmatická membrána kompletne obnažená. Ktoré možnosti sú správne?

- A. Myelínová pošva je nepolárna, a preto spomaľuje šírenie akčného potenciálu.
- B. Myelínová pošva je polárna, a preto urýchľuje šírenie akčného potenciálu.
- C. Myelínová pošva je nepolárna, akčný potenciál sa šíri len pomocou Ranvierových zárezov, čo jeho šírenie spomaľuje.
- D. Myelínová pošva je nepolárna, akčný potenciál sa šíri len pomocou Ranvierových zárezov, čo jeho šírenie urýchľuje.

17. Aldosterón a kortizol sú steroidné hormóny produkované kôrou nadobličiek, zabezpečujúce odpoveď organizmu na stres. Aldosterón má efekt hlavne na vodné a iónové hospodárstvo organizmu. Kortizol má efekt hlavne na metabolizmus. Označte správne tvrdenia o funkcii kortizolu:

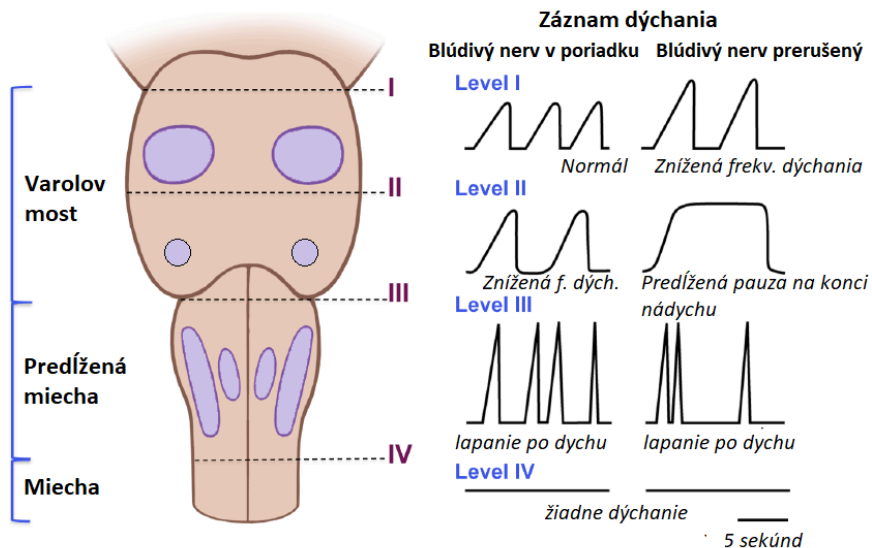
- A. Kortizol podporuje katabolizmus.
- B. Kortizol podporuje anabolizmus.
- C. Kortizol zvyšuje hladinu glukózy v krvi.
- D. Kortizol stimuluje glukoneogenézu.
- E. Kortizol tlmí imunitnú odpoveď.

18. Atropín je parasymptolytikum – látka, ktorá tlmí činnosť parasymptatika. Aké bude mať účinky na organizmus?

- A. Rozšírenie zreníc.
- B. Zvýšená tepová frekvencia.
- C. Zadržiavanie moču.
- D. Porucha pasáže stolice.
- E. Nadmerné slinenie.

19. Na obrázku sú zjednodušene znázornené oblasti, ktoré riadia dýchanie v mozgu. Modré oblasti znázorňujú centrá riadiace dýchanie v mozgu. V ľavej časti obrázka sú znázornené typy dýchania v prípade, že bola u experimentálneho zvierata preťatá niektorá z mozgových štruktúr (rez je znázornený čiarkovanou čiarou), avšak bol zachovaný blúdivý nerv. V pravej časti obrázka sú znázornené výsledky rovnakých experimentov, pri ktorých bol navyše prerušený aj blúdivý nerv.

Označte pravdivé tvrdenia.

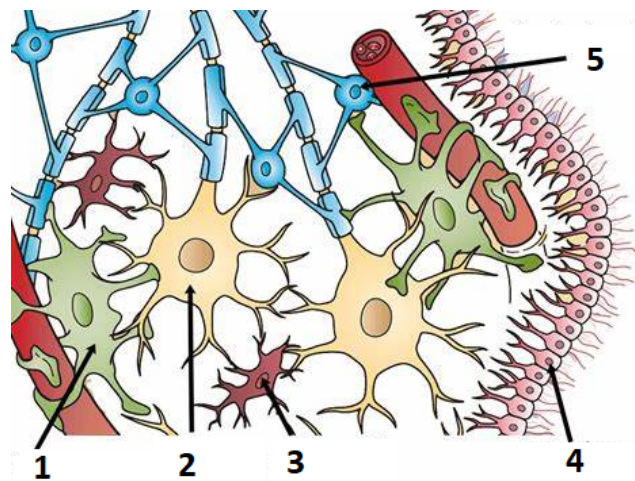


- A. Prerušenie blúdivého nervu na úrovni I nemá vplyv na dýchanie.
- B. Predĺžená pauza na konci nádychu je spôsobená prerušením blúdivého nervu na úrovni II.
- C. Prerušenie blúdivého nervu na úrovni III spôsobí lapanie po dychu v tej istej frekvencii ako pri neporušenom nerve.
- D. Prerušenie blúdivého nervu na úrovni IV spôsobí lapanie po dychu.
- E. Dýchacie centrá sú umiestnené v mozgovom kmeni.

20. Kde by ste hľadali cylindrický epitel s riasinkami?

- A. vajcovod
- B. dýchacie cesty
- C. krvná kapilára
- D. rohovka
- E. koža

21. K popisu buniek v mozgu priradte správne čísla z obrázku.

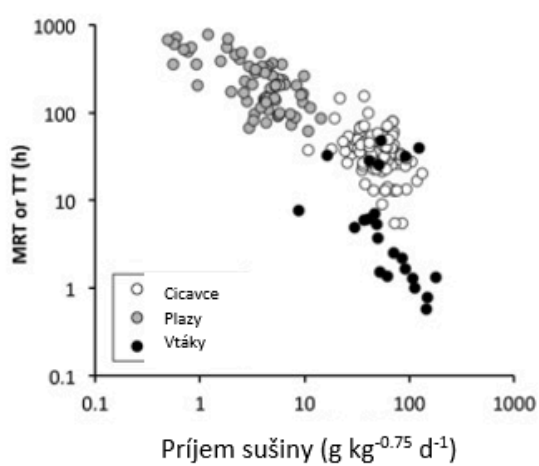


- A. oligodendrocyty: tvoria Schwannove pošvy
- B. neurón
- C. astrocyty: silno vetvené bunky v mozgu, majú veľa funkcií v rámci modulačnej funkcie neurónov, reparačná funkcia, štrukturálna funkcia, metabolická funkcia
- D. mikroglie: sú malé bunky s veľa vetveniami, majú v mozgu imunitnú funkciu, vedú migrovať
- E. ependýmové bunky: bunky kubického tvaru, tvoria výstelku mozgových dutín.

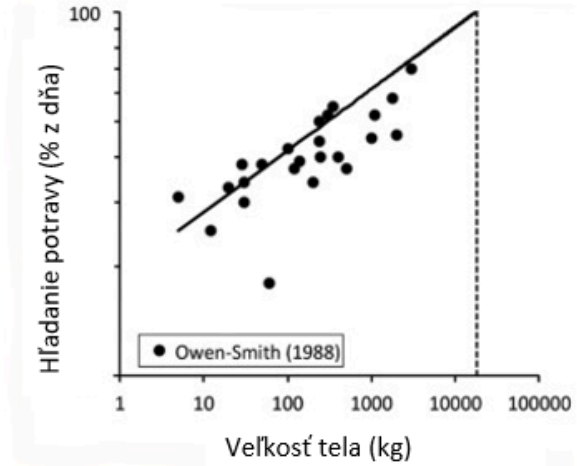
22. Označte pravdivé tvrdenia o udržiavaní telesnej teploty u živočíchov:

- A. Endotermné živočíchov sú schopné ovplyvniť svoju telesnú teplotu zmenou rýchlosti svojho metabolizmu.
- B. Endotermné aj ektotermné živočíchov využívajú rôzne druhy správania (napr. zhlukovanie, schovanie sa v tieni) na kontrolu svojej telesnej teploty.
- C. Pri teplote 0 °C má endotermný živočích nižšiu rýchlosť metabolizmu ako ektotermný.
- D. U endotermných živočíchov sú zmeny správania hlavným mechanizmom regulácie telesnej teploty.

23. Na grafoch sú znázornené procesy spojené s trávením byľinožravých stavovcov. Graf a) ukazuje relatívny príjem potravy na jednotku metabolickej telesnej hmotnosti cez prechod tráveniny gastrointestinálnym traktom (meraný ako stredný retenčný čas MRT alebo v prípade niektorých plazov ako tranzitný čas TT). Graf b) ukazuje percentuálny čas hľadania potravy prežúvavcov v závislosti na telesnej hmotnosti. Označte pravdivé tvrdenia.



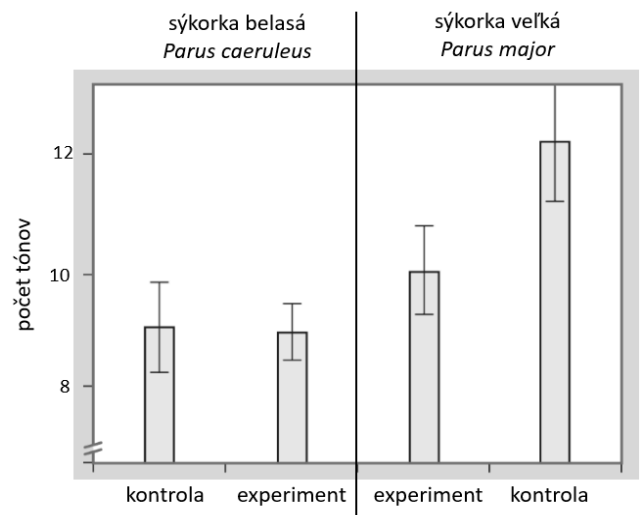
a



b

- A. Druhy s vyšším príjmom potravy majú kratšie retenčné časy prechodu tráveniny gastrointestinálnym traktom.
- B. Vtáky vykazujú kratšie retenčné časy kvôli ich menšej kapacite čriev.
- C. Časové nároky príjmu potravy klesajú s hmotnosťou.
- D. Vďaka extrapolácii vyhľadávania potravy na 100 % dňa, vieme určiť, že maximálna možná hmotnosť prežúvavca je okolo 180 ton.

24. Na grafe vidíte výsledky výskumu, ktorý u dvoch druhov sýkoriek testoval vplyv výchovy na vývin piesne u samcov. Zložitosť piesne sa merala ako počet rôznych tónov, ktoré jedinec používa. Experimentálne jedince boli vychovávané rodičmi iného druhu (t. j. napr. mláďatá sýkorky belasej párom sýkoriek veľkých a opačne), a kontrolné jedince rodičmi vlastného druhu. Ktoré z nasledujúcich tvrdení môžete vysloviť na základe získaných výsledkov?



- A. U sýkorky belasej je pieseň pravdepodobne vrodenná, kým u sýkorky veľkej je dôležitým komponentom učenie.
- B. Sýkorka veľká má menší tónový repertoár ako sýkorka belasá.
- C. U oboch druhov sýkoriek je učenie rovnako dôležitým faktorom pre vývin piesne.
- D. U sýkoriek belasých nebol zaznamenaný rozdiel v zložitosti piesne medzi kontrolnými a experimentálnymi mláďatami.

D. GENETIKA

25. Predstavte si, že ste laborantkou/laborantom onkologického ústavu a vašou úlohou je vyhodnocovať vzorky genetického materiálu pacientov. Pozorujete vzorku T-lymfocytov pacienta (obrázok nižšie). Na značenie chromozómov sa použili fluorescenčné sondy. Vysvetlivky farieb jednotlivých chromozómov sa nachádzajú v legende obrázku.

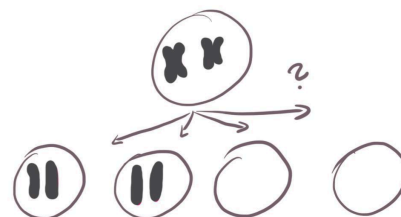
Ktoré tvrdenie platí?

- A. Vzorka pochádza od zdravého pacienta, chromozómy nevykazujú patológiu.
- B. Na chromozómoch 7 a 12 došlo k reciprokej translokácii.
- C. Porovnávaním homologických chromozómov vieme jasne určiť deléciu na jednom z chromozómov 7.
- D. V týchto T lymfocytoch došlo k trizómii chromozómu 12.
- E. Všetky chromozómy 7 a 12 sú viditeľne poškodené.



26. Nondisjunkcia je jav, ktorý nastáva pri nesprávnom rozdelení chromozómov počas bunkového delenia mitózou i meiózou. Prejaví sa tak, že v dcérskych bunkách bude nesprávny počet chromozómov. Na obrázku je znázornená schéma istého typu bunkového delenia, v ktorom prebehla nondisjunkcia. V akom type bunkového delenia sa chromozómy zle rozdelili?

- A. Mitotické delenie
- B. Prvé meiotické delenie
- C. Druhé meiotické delenie
- D. Homeotypické delenie
- E. Heterotypické delenie



27. Vyberte, s ktorým z daných jedincov by sme mali krížiť jedinca $AABb$, aby sme mali najväčšiu pravdepodobnosť, že vznikne potomok $AaBB$.

- A. $AABB$
- B. $AaBb$
- C. $aaBB$
- D. $aaBb$

28. Štúdie dvojčiat sú dôležitou metódou na odhad vplyvu genotypu a prostredia na fenotyp. Keďže monozygotické dvojčatá zdieľajú 100 % génov, miera korelácie medzi nimi vo výskyte daného znaku by mala byť 100 % ($r = 1$). Toto však platí iba vtedy, ak je heritabilita (genetická zložka rozdielov v populácii) daného znaku 100 % - znak je závislý iba na genotype a nie je ovplyvnený prostredím (toto je zjednodušené vysvetlenie heritability). Na odhad heritability sa často používa model, ktorý počíta s tromi faktormi, ktoré majú vplyv na fenotyp a teda výslednú mieru korelácie vo výskyte znakov. A je zložka heritability, ktorá je determinovaná geneticky (additive genetics). C je zložka, ktorú má na svedomí spoločné prostredie (common environment) a E je zas zložka spôsobená odlišným prostredím, či náhodnými faktormi (unique environment). Korelačné koeficienty pre monozygotické (r_{mz}) a dizygotické dvojčatá (r_{dz}) vypočítame nasledovne:

$$r_{mz} = A + C$$

$$r_{dz} = \frac{1}{2}A + C$$

Celkový rozptyl (varianciu, „meradlo rôznorodosti populácie“) spočítame takto:

$$\sigma^2 = A + C + E = r_{mz} + E$$

V štúdiu boli sledované spánkové problémy a spočítané korelačné koeficienty v pároch monozygotických a dizygotických dvojčiat (dievčat): $r_{mz} = 0,80$; $r_{dz} = 0,57$. Celkový rozptyl je v tomto prípade $\sigma^2 = 1$.

- I. Vypočítajte, akým dielom sa na dedičnosti problémov so spánkom podieľa odlišné prostredie a uveďte tento podiel v percentách z celkovej variance.
- II. Určte, aká je heritabilita (genetická zložka rozptylu) spánkových problémov na základe tejto štúdie (v percentách).

29. Ktoré z nasledujúcich tvrdení o replikácii DNA je/sú správne?

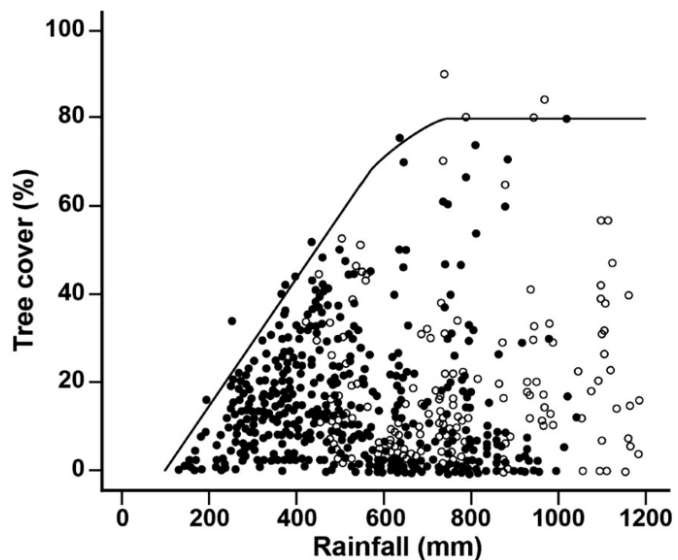
- A. Replikácia DNA vytvára genetickú variabilitu, pretože počas nej vznikajú mutácie.
- B. Pri zanedbaní mutácii replikácia DNA zabezpečuje, že každá dcérska bunka dostane počas delenia bunky identickú kópiu genetického materiálu.
- C. Replikácia DNA je nevyhnutná pre vznik proteínov, ale nezúčastňuje sa prenosu genetickej informácie.
- D. K replikácii DNA dochádza iba počas meiózy.

30. Aký je význam mutácií v evolúcii organizmov?

- A. Genetické mutácie sú zriedkavé, a preto majú minimálny vplyv na evolučné procesy.
- B. Genetické mutácie môžu viesť k novým vlastnostiam organizmov, ktoré ponúkajú výhody v meniacom sa prostredí.
- C. Genetické mutácie vedú prevažne k škodlivým účinkom, a preto nie sú významnými hnacími silami evolučných zmien.
- D. Genetické mutácie sa vyskytujú výlučne v častiach genómu, ktoré neobsahujú gény, a preto neovplyvňujú fenotypové znaky.

E. EKOLÓGIA

31. Na grafe je znázornená zmena zalesnenej pokrývky (Tree cover) afrických saván v závislosti na množstve dopadnutých zrážok za mesiac (Rainfall) a frekvencii požiarov. Biele body predstavujú výskyt požiarov, ktoré nie sú častejšie ako raz za tri roky, čierne body predstavujú výskyt požiarov častejších ako raz za tri roky. Označte pravdivé tvrdenia, ktoré vyplývajú z grafu.



- A. Do 650 mm zrážok nie je množstvo stromov vyskytujúce sa na savane obmedzené zrážkami.
- B. Do 650 mm zrážok obmedzujú pokrývnosť saván stromami predovšetkým požiare.
- C. Nad 650 mm zrážok majú stromy dostatok vody a tak sú ku koexistencii medzi trávami a stromami potrebné disturbancie.
- D. Pokrývnosť savany stromami nie je určená výskytom požiarov.

32. Označte správne tvrdenia:

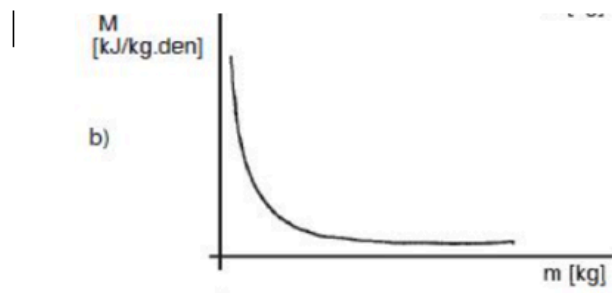
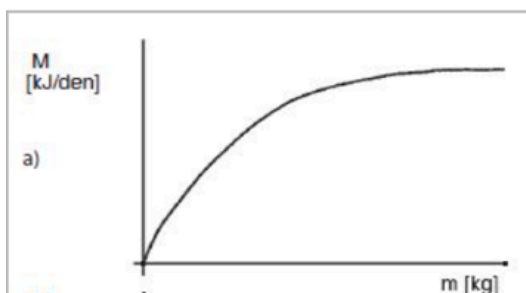
- A. Najväčšie absolútne množstvo uhlíka a biomasy organizmov je viazané v baktériách.
- B. Najväčšie absolútne množstvo uhlíka a biomasy organizmov je viazané v morskem prostredí.
- C. Najväčšie absolútne množstvo uhlíka a biomasy živočíchov je viazané v článkonožcoch (Arthropoda).
- D. Absolútne množstvo uhlíka a biomasy konzumentov je väčšie ako producentov.

33. Terestrializácia vyšších rastlín – ich prechod z vodného prostredia na súš – bola veľmi významnou evolučnou udalosťou. Terestrializácii ale muselo predchádzať niekoľko faktorov, ktoré tento prechod vyšším rastlinám umožnili. Rastliny sa takisto museli vysporiadať s niekoľkými problémami terestrického prostredia, ktoré vo vodnom prostredí nemuseli riešiť. Rozhodnite o pravdivosti nasledujúcich tvrdení:

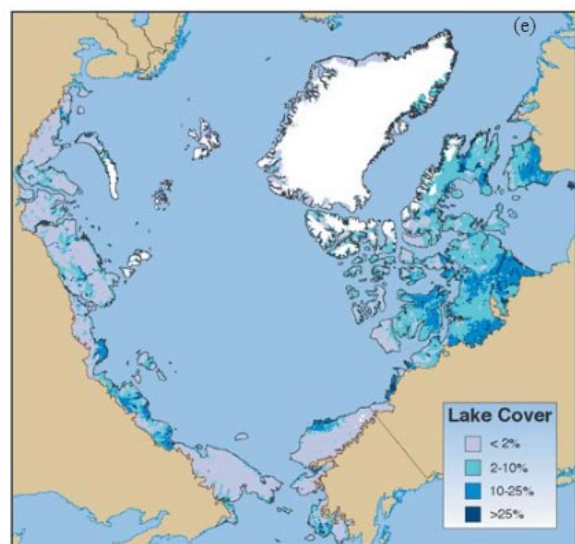
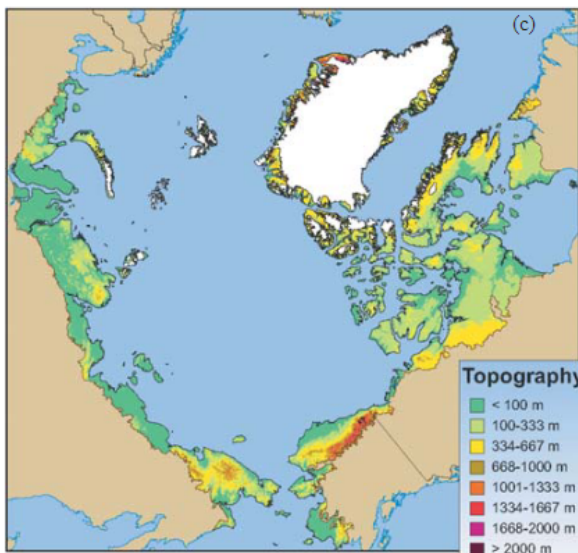
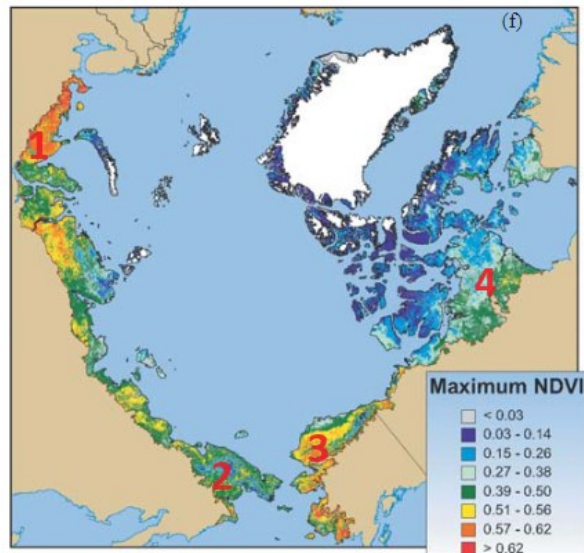
- A. Rastliny vo vodnom prostredí nepotrebovali prieduchy ako formu regulácie strát vody
- B. Vysoký obsah CO_2 v atmosfére bol pravdepodobne významným faktorom umožňujúcim úspešnú kolonizáciu súše vyššími rastlinami.
- C. Pri prechode na súš museli rastliny vyriešiť chýbajúcu oporu vody – vznikli oporné mechanické pletivá.
- D. Rastliny po opustení vodného prostredia prišli o možnosť získavať živiny celým povrchom tela, preto museli vzniknúť vodivé pletivá a rhizoidy (neskôr korene).
- E. Mutualistické vzťahy s hubami sprevádzali rastliny od začiatku terestrializácie a dokázali tak zabezpečiť výživu rastlín s nedokonale vyvinutým koreňovým systémom.

34. Na grafoch nižšie vidíte závislosti rôznych ukazovateľov metabolizmu (M) endotermných živočíchov na ich hmotnosti (m). Rozhodnite o pravdivosti nasledujúcich tvrdení:

- A. Živočích s väčšou hmotnosťou majú efektívnejší metabolizmus v porovnaní s živočíchmi s menšou hmotnosťou, teda potrebujú na 1 kg svojej váhy menej energie.
- B. Podľa grafu a) bude väčší rozdiel medzi intenzitou metabolizmu ($\text{kJ}/\text{deň}$) živočíchov s hmotnosťou 100 kg a 101 kg ako medzi živočíchmi s hmotnosťou 1 kg a 2 kg.
- C. Hoci majú živočích s veľkou hmotnosťou vyšší metabolizmus vzhľadom na povrch ich tela, ich metabolizmus vzhľadom na 1 kg telesnej hmotnosti je nižší oproti živočíchom s malou hmotnosťou.
- D. Mnohobunkovosť súvisí s trendom zefektívňovania metabolizmu živočíchov.
- E. Intenzita metabolizmu vzhľadom na povrch tela je konzervovaná naprieč širokou škálou hmotností živočíchov.



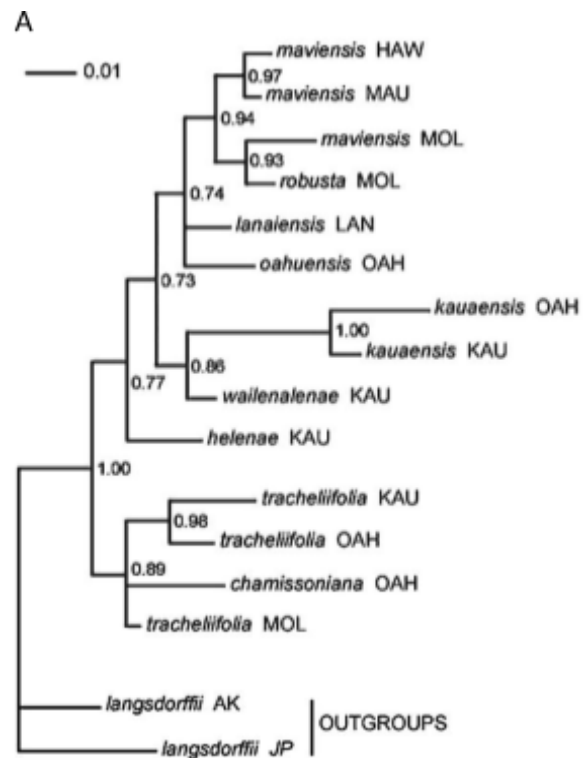
35. Jedným zo základných ukazovateľov, ktorý sa vyhodnocuje pri satelitnom sledovaní vegetácie je index NDVI (Normalizovaný diferenčný vegetačný index). V jednoduchosti, tento index kvantifikuje zdravie a hustotu vegetácie na základe spektrálnych vlastností rastlín. So zvyšujúcou sa hustotou a zdravím vegetácie sa NDVI oblasti taktiež zvyšuje. Walker *et al.* sa vo svojej rozsiahlej štúdii zamerali na sledovanie vegetácie v arktickej oblasti. Na obrázkoch vyššie vidíte namerané NDVI v daných oblastiach a takisto rôzne charakteristiky sledovaných oblastí. Označte pravdivé odpovede:



- A. Vo východnej časti Ruska (2) a na severe Aljašky (3) jednoznačne vidno pozitívnu koreláciu medzi rastúcou nadmorskou výškou (topography) a indexom NDVI.
- B. Vysvetlením pre výrazný južno-severný (meridiálny) gradient NDVI v oblasti severnej Kanady (oblasť vyznačená ako 4) je pravdepodobne znižujúca sa teplota s rastúcou zemepisnou šírkou.
- C. Pokrytie krajiny jazerami (lake cover) hrá globálne hlavnú rolu v zdraví a hustote vegetácie.
- D. Globálna klimatická zmena sa najviac prejavuje v oblastiach západného Ruska (1) a severnej Aljašky (3).

F. EVOLÚCIA A SYSTEMATIKA

36. Havajské fialky (*Viola*) sú monofyletická skupina krytosemenných rastlín, ktorá na Havajských ostrovoch prešla tzv. adaptívnou radiáciou. Havran *et al.* skúmali, aké sú medzi druhmi havajských fialiek fylogenetické vzťahy. Na obrázku je fylogenetický strom znázorňujúci evolučné vzťahy druhov fialky na havajských ostrovoch. Vedľa druhového názvu je uvedená lokalita, kde sa daný druh vyskytuje (skratky KAU = Kaua'i, OAH = O'ahu, MOL = Moloka'i, MAU = Maui, HAW = Hawai'i, AK=Aljaška, JP=Japonsko).



Označte pravdivé tvrdenia:

- Z fylogenetickej analýzy vyplýva, že na havajských ostrovoch vytvárajú druhy fialky 3 klady.
- Druhy *V. kauaensis* and *V. maviensis* majú podobnú rastovú formu a morfológiu listov. Z fylogenetickej analýzy vyplýva, že sú si blízko príbuzné a môžeme tak predpokladať, že ide o znak zdedený od ich spoločného predka.
- Z analýzy vyplýva, že ostrov Hawai'i bol ako prvý osídlený spoločným predkom havajských fialiek.
- Podobná rastová forma *V. kauaensis* a *V. maviensis* je zrejme dôsledkom paralelnej (konvergentnej) evolúcie v podobných podmienkach prostredia.

37. Pre každú z možností A - D vyberte jeden z nasledujúcich termínov, ktorý správne dopĺňa uvedené tvrdenie. Čísla vpíšte k príslušným písmenám v odpovedovom hárku.

- ___ často majú listy s prieduchmi zanorenými pod úroveň listovej pokožky a hrubou kutikulou, alebo husto pokryté trichómami.
- V skupine ___ prevláda gametofyt nad sporofytom.
- Plodom ___ je zrno.
- ___ sú charakteristické nápadnými súkvetiami, ktoré môžu byť tvorené dvoma druhmi kvetov s odlišnou stavbou.

1. lipnicovité (*Poaceae*), 2. helofyty, 3. machorasty (*Bryophyta*), 4. xerofyty, 5. ružovité (*Rosaceae*), 6. plavúňorasty (*Lycopodiophyta*), 7. astrovité (*Asteraceae*)

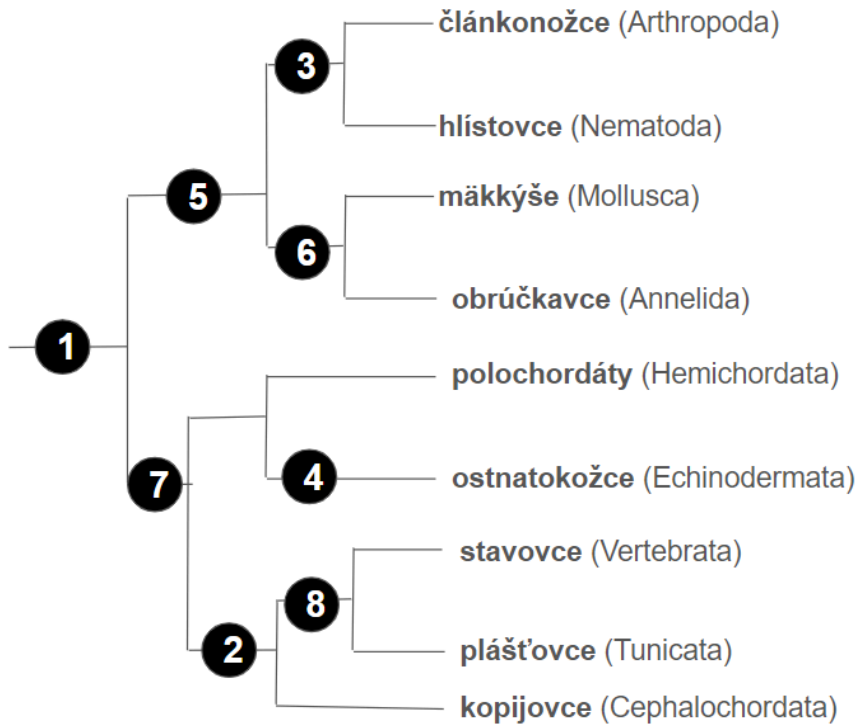
38. Ploskavce (*Planaria*) sú známe výbornými regeneračnými schopnosťami. Tieto sa však nevyskytujú u všetkých druhov a nie sú rovnako silné. Na schéme nižšie vidíte fylogenetický strom vybraných druhov ploskavcov spolu s ich charakteristickým habitatom, rozmnožovacími stratégiami (iba pohlavné rozmnožovanie 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:

- Posledný spoločný predok *Dugesia japonica* a *Schmidtea mediterranea* pravdepodobne dokázal úplne regenerovať aj z malých kusov tela.
- Posledný spoločný predok všetkých uvedených druhov pravdepodobne žil na súši
- Posledný spoločný predok všetkých uvedených druhov sa pravdepodobne rozmnožoval výlučne nepohlavne
- Sladkovodné druhy ploskavcov regenerujú lepšie ako morské

39. Na strome nižšie vidíte fylogenetické vzťahy medzi vybranými skupinami živočíchov. Čísla označujú znaky charakteristické pre určité vetvy.



Priradte k nasledujúcim znakom príslušné čísla. Pozor, viaceré čísla sú navyše.

- A. prítomnosť chordy
- B. zvliekanie exoskeletu
- C. ambulakrálna sústava
- D. dvojstranná symetria tela

40. Dve ekologické sily vyvolávajú opačné očakávania o podobnosti vývoja evolučných vlastností v rámci komúnít. Ak dominuje filtrovanie prostredia, spoločne sa vyskytujúce druhy zdieľajúce rovnaké abiotické prostredie by mali byť podobnejšie, ako by sa očakávalo (fylogenetické zhlukovanie znakov). Ak dominujú konkurenčné interakcie, súbežne sa vyskytujúce druhy by mali byť fenotypovo menej podobné, ako by sa očakávalo (fylogeneticky nadmerná disperzia znakov). Avšak akú ekologickú silu možno použiť na vysvetlenie danej fylogenetickéj štruktúry, závisí od toho, či je evolúcia znakov zachovaná alebo konvergentná. Označte správne tvrdenia.

- A. Aby komunita vykázala fylogeneticky nadmernú disperziu znakov, konkurenčné interakcie musia spôsobiť nadmerné rozptýlenie zachovaných vlastností.
- B. Fylogenetické zhlukovanie vzniká v dôsledku konkurenčných interakcií umožňujúcich zoskupenie konvergentných vlastností.
- C. Aby komunita vykázala fylogeneticky nadmernú disperziu znakov, filtrovanie prostredia musí spôsobiť zoskupenie konvergentných vlastností.
- D. Fylogenetické zhlukovanie vzniká v dôsledku spoločných evolučných obmedzení, ako sú podobné ekologické požiadavky alebo medzery v preferenciách.

ODPOVEĎOVÝ HÁROK

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

ČÍSLO SÚŤAŽIACEHO:

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

