

## Test

Vážení 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 rozmýšľaní 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 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 80. **Všetky odpovede vpisujte do odpovedového hárku.**

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

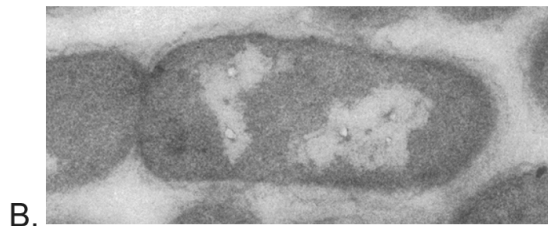
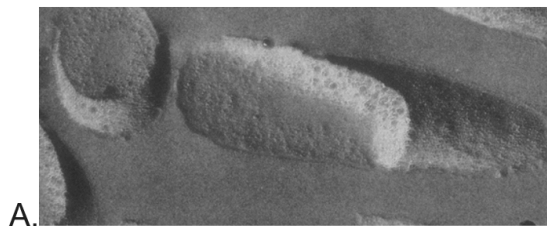
Po skončení krajského kola Vás radi privítame v spoločnej diskusii o úlohách na platforme Discord, na serveri "Biologická olympiáda". Link nájdete v autorských riešeniach.

Prajeme Vám veľa zdaru!

Autorský kolektív KK BiO

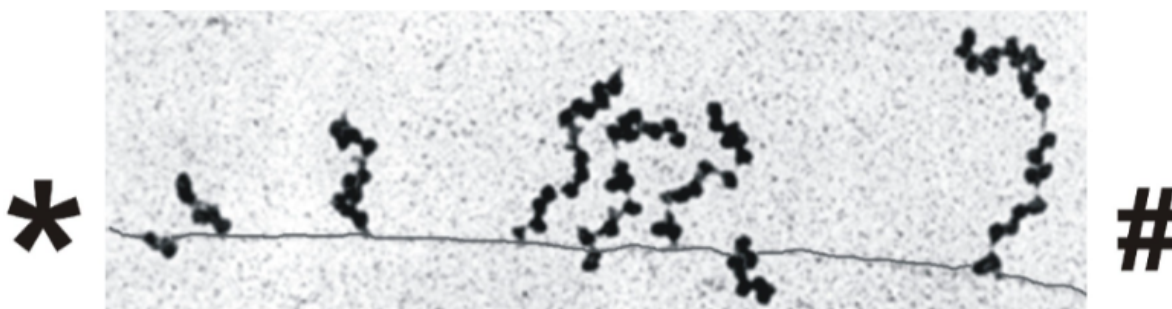
## A. BUNKOVÁ BIOLÓGIA A MIKROBIOLÓGIA

1. Na nasledujúcich obrázkoch vidíte dve fotografie bunky toho istého organizmu vytvorené pomocou elektrónového mikroskopu - mrazovým leptaním a ultratenkými rezmi. Označte správne tvrdenia.



- A. Na obrázku A zreteľne vidíme útvar, v ktorom je uložená genetická informácia organizmu.
- B. Metóda elektrónovej mikroskopie, použitá na vyhotovenie fotografie B, je vhodná na skúmanie povrchu membránových štruktúr.
- C. Z pozorovateľných bunkových štruktúr dokážeme určiť, že sa jedná o prokaryotickú bunku.
- D. Na obrázku B vidíme fotografiu vytvorenú ultratenkým rezom, na obrázku A fotografiu bunky po mrazovom leptaní.

2. Nasledujúci obrázok z elektrónového mikroskopu ukazuje transkripciu spriahnutú s transláciou. DNA (horizontálna čiara) je transkribovaná, pričom na vznikajúce molekuly RNA nasadajú ribozómy (čierne guľôčky) a hneď ich aj translujú. Pre účely tejto úlohy sú konce molekuly DNA označené \* a #.

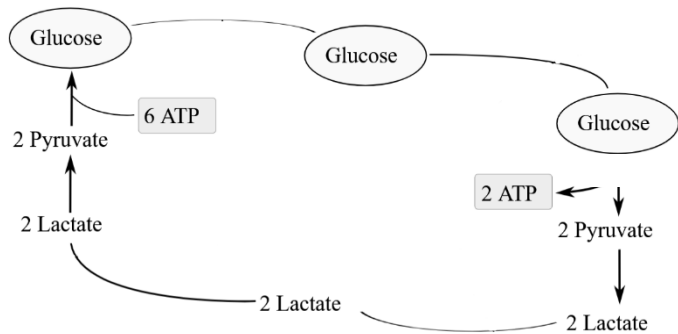


Označte pravdivé tvrdenia:

- A. Transkripcia zobrazenej molekuly DNA prebieha oboma smermi.
- B. Obrázok pochádza z prokaryotickej bunky.
- C. Transkripcia zobrazenej molekuly DNA prebieha v smere \* → #.
- D. Obrázok pochádza z ľudského erytrocytu.

3. Pri anaeróbnom metabolizme vzniká z glukózy laktát. Ten síce môže slúžiť ako ďalší zdroj energie, no pre jeho acidifikujúce vlastnosti nie je prípustné jeho hromadenie. Jedným zo spôsobov jeho odbúrania je Coriho cyklus (viď obrázok), kedy reverzným procesom vzniká opäť glukóza. Vyberte správne možnosti.

- A. Coriho cyklus je energeticky výhodná metabolická dráha. Na jej začiatku vstupuje glukóza, ktorá aj vystupuje, ale celkovo je bilancia vyprodukovaného ATP pozitívna.
- B. Pri poruche Coriho cyklu môže dôjsť k poklesu pH v bunkách.
- C. Coriho cyklus zahŕňa proces glukoneogenézy.
- D. Coriho cyklus sa musí odohrávať v jednej bunke.



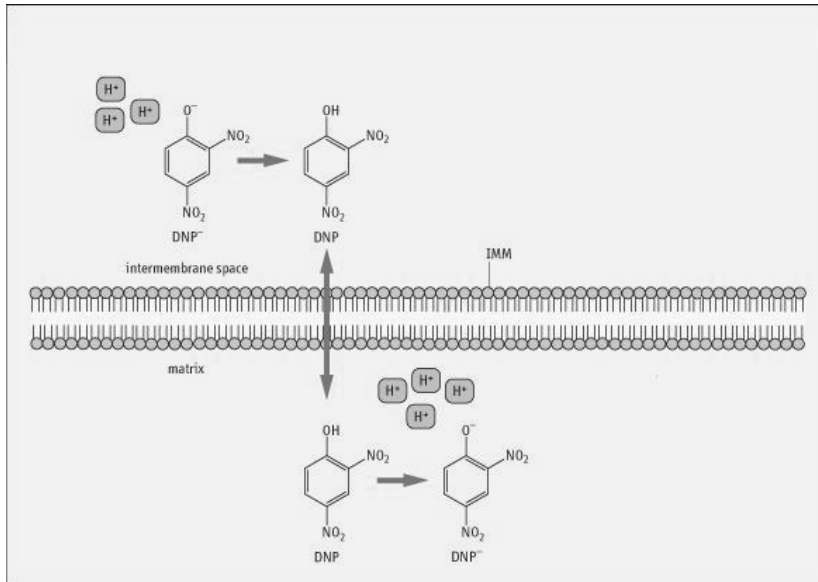
4. HPV – ľudské papiloma vírusy sú DNA vírusy, ktoré sú po napadnutí bunky schopné interagovať s jej DNA a začleniť časť svojho genómu do genómu hostiteľa (bez nutnosti poškodenia genomickej DNA). Rozlišujeme HPV-LR a HPV-HR vírusy. Rozdiel spočíva v tom, že HPV-HR vírusy disponujú proteínmi E6 a E7, ktoré sú schopné interferovať s bunkovým cyklom, najmä vo forme inhibície proteínov, ktoré bunkový cyklus zastavia v prípade, že bunka nie je schopná sa deliť (napríklad poškodenie jadrovej DNA). HPV-LR vírusy proteínmi E6 a E7 (či analogickými) nedisponujú. Čo vyplýva z uvedeného textu?

- A. Po napadnutí bunky HPV-HR vírusom nutne dôjde k zástave bunkového cyklu, keďže disponujú proteínmi, ktoré interferujú s bunkovým cyklom.
- B. Po napadnutí bunky HPV-LR vírusom nutne dôjde k zástave bunkového cyklu, keďže nedisponujú proteínmi, ktoré interferujú s bunkovým cyklom.
- C. HPV-LR vírusy môžu spôsobiť malígnu zvrat buniek.
- D. HPV-HR vírusy môžu spôsobiť malígnu zvrat buniek.

5. Niektoré anaeróbne parazity napr. žardia črevná (*Giardia intestinalis*), nemajú štandardné mitochondrie, ale boli u nich nájdené mitochondriám podobné organely, tzv. mitozómy. Ktoré z nasledujúcich vlastností bunky žardie podporujú pôvod jej mitozómov z mitochondrií?

- A. Mitozómy sa autonómne nedelia.
- B. Mitozómy obsahujú mnohé typické mitochondriálne proteíny.
- C. Mitozómy neobsahujú vlastnú DNA.
- D. Jadro žardií obsahuje gény mitochondriálneho pôvodu.

6. Za normálnych okolností je protónový gradient, generovaný dýchacím reťazcom, využívaný ATP-syntázou, ktorá transportuje  $H^+$  z medzimembránového priestoru mitochondrií do matrix a energiu spotrebuje na tvorbu ATP. Existujú však aj látky, ktoré nazývame rozpojovače (uncouplers). Tieto sú schopné transportovať  $H^+$  membránou bez toho, aby vznikalo ATP. Príkladom takejto látky môže byť 2,4-dinitrofenol zobrazený na obrázku nižšie, ktorý na seba naviaže protóny a vypustí ich v matrix.



© Elsevier Ltd. Baynes & Dominiczak: Medical Biochemistry 2E www.studentconsult.com

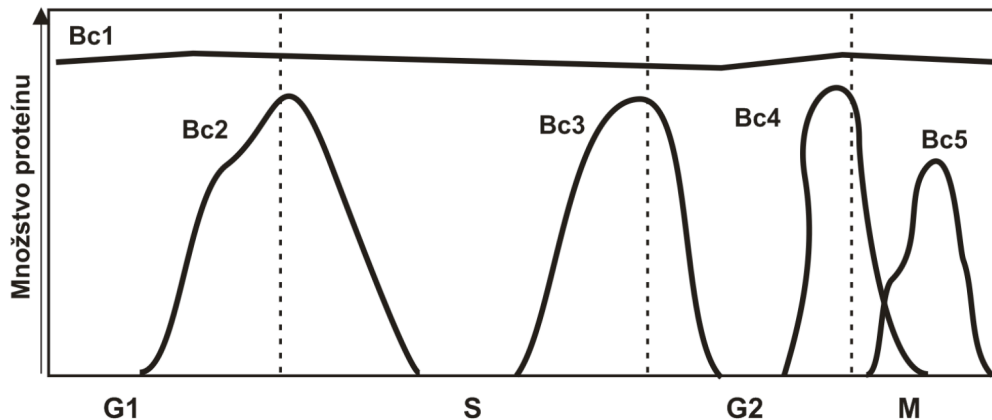
Označte pravdivé tvrdenia:

- A. 2,4-dinitrofenol môže fungovať ako prostriedok na „chudnutie bez diéty“, pretože zvyšuje odbúravanie tukov a sacharidov.
- B. Po užití tohto prostriedku zostáva telesná teplota rovnaká.
- C. Dôležitou vlastnosťou rozpojovačov ako 2,4-dinitrofenol je, aby boli hydrofóbne.
- D. Membránový proteín, ktorý funguje ako kanál pre  $H^+$ , bude mať podobný efekt ako 2,4-dinitrofenol.

7. Držiteľ Nobelovej ceny Carleton Gajdusek skúmal na ostrove Papua Nová Guinea zvláštne ochorenie. Prejavovalo sa postupnou neurodegeneráciou a antibiotiká ani antivirotiká neboli voči nemu účinné. Keď nechal Gajdusek nakrmiť mozgom mŕtvych domorodcov šimpanzy, tiež vykazovali podobné symptómy ochorenia. Na základe uvedených informácií označte správne tvrdenia.

- A. Išlo o viroid (neobalená RNA) z tropického ovocia, ktoré konzumovali aj šimpanzy aj domorodci.
- B. Pôvodca ochorenia sa mohol medzi domorodcami efektívne šíriť vďaka posmrtným kanibalistickým rituálom.
- C. Išlo o prión, (bielkovinová častica) ktorá sa prenášala pri konzumácii mäsa.
- D. Pôvodcu ochorenia bolo možné odstrániť vystavením teplote varu.

8. Na riadení bunkového cyklu sa podieľajú dva druhy proteínov: cyklíny a cyklín-závislé kinázy (CDK). CDK sú enzýmy, ktoré fosforylujú cieľové proteíny a sú zvyčajne prítomné počas celého bunkového cyklu. Aktívne sú však iba vtedy, ak vytvoria komplex s cyklínom. Cyklíny sú počas bunkového cyklu periodicky produkované a degradované, čím zabezpečujú, že CDK sú aktívne v správnom čase. Podľa toho, s ktorým cyklínom sú CDK asociované, sa zároveň mení ich schopnosť regulovať rôzne proteíny. Na grafe nižšie vidíte, ako sa počas bunkového cyklu menia množstvá proteínov, zapojených v jeho regulácii (Bc1 – Bc5), u jedného hypotetického organizmu. Viete, že iba jeden z týchto proteínov je CDK a ostatné sú cyklíny.



Označte pravdivé tvrdenia:

- A. Proteín Bc2 je CDK
- B. Komplex proteínov Bc1 a Bc5 pravdepodobne spúšťa anafázu
- C. Ak proteín Bc4 nevytvorí komplex s CDK, bunkový cyklus sa zastaví v G2 fáze.
- D. Komplex proteínov Bc2 a Bc3 predstavuje hlavný kontrolný bod bunkového cyklu.

9. Dátová firma sa rozhodla ukladať dáta vo forme DNA. Najprv však potrebujú vypočítať, koľko dát sú schopní týmto spôsobom uložiť.

I. Určte, koľko bitov je potrebných pri zápise jedného nukleotidu.

Odpoveď zistíte podľa vzorca  $2^n \geq x$ , pričom  $x$  predstavuje počet odlišných prvkov, ktoré chceme zakódovať a  $n$  množstvo bitov potrebných na uloženie informácie o 1 prvku. Riešením úlohy je najmenšie možné celé číslo  $n$ , ktoré môžeme dosadiť. Napr. v anglickej abecede by platilo:  $x=26$ ,  $2^n \geq 26$ , najmenšie možné  $n$ , a teda aj počet bitov pre zápis jedného písmena je 5.

II. Určte, koľko bitov je potrebných na zakódovanie jedného vlákna DNA so sekvenciou: ACCGGTTA

III. Určte, koľko bitov je potrebných na zakódovanie DNA reťazca, ktorý kóduje proteín zložený z 96 aminokyselín. Terminačný kodón zanedbajte.

10. Z nasledujúcich molekúl vyberte tie, ktoré sa transportujú do jadra eukaryotickej bunky.

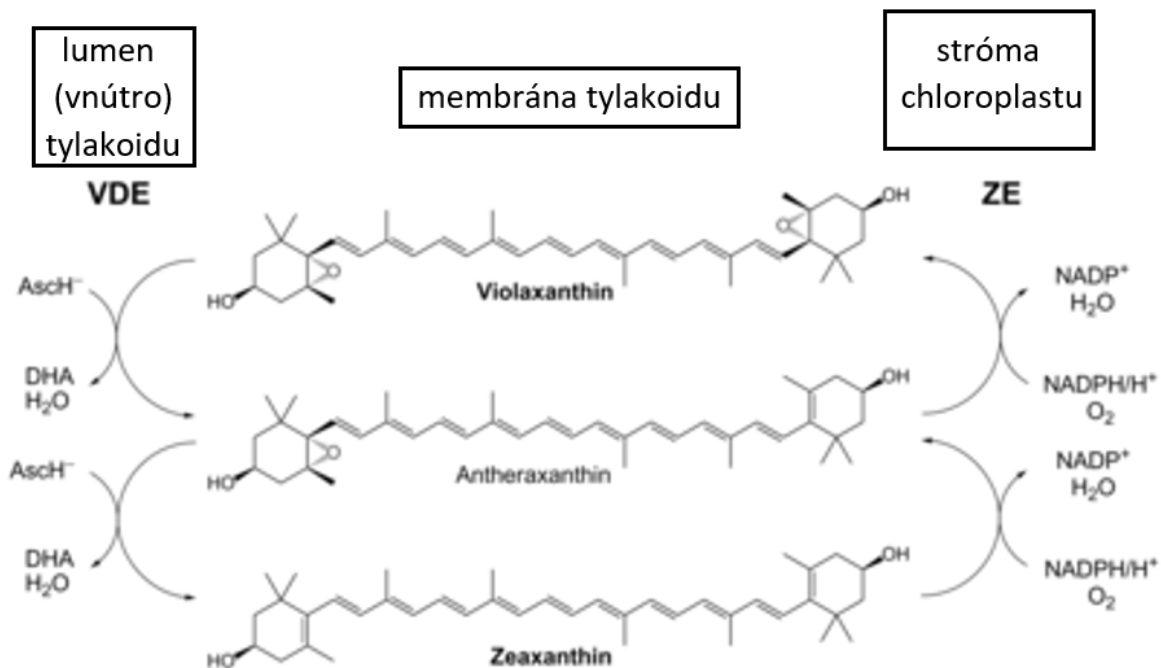
- A. DNA-polymeráza
- B. rRNA
- C. sekretované proteíny
- D. histónové proteíny
- E. mRNA

## B. ANATÓMIA A FYZIOLOGIA RASTLÍN A HÚB

11. Kukurica (*Zea mays*) je rastlina s C4 typom fotosyntézy. V jej liste je priestorovo oddelená prvotná fixácia uhlíku do C4 kyseliny v bunkách mezofylu (M) a následná dekarboxylácia a vstup oxidu uhličitého do Calvinovho cyklu v bunkách pošvy cievného zväzku (BS). Nedávna štúdia skúmala, ako sa líši aktivita fotosystémov v M a BS bunkách rastlín kukurice 14 dní po vyklíčení. Autori zistili, že fotosystém II (PSII) má v BS bunkách výrazne nižšiu aktivitu než v M bunkách. Aktivita PSI bola v BS bunkách mierne vyššia než v M bunkách. Označte správne tvrdenia:

- A. V BS bunkách bude dominovať cyklický tok elektrónov nad lineárnym tokom elektrónov.
- B. V BS bunkách bude vo zvýšenej miere dochádzať k tvorbe kyslíka fotolýzou vody.
- C. V BS bunkách nebude dochádzať k syntéze ATP chloroplastovou ATP syntázou, ale bude prebiehať redukcia NADP<sup>+</sup> na NADPH.
- D. U kukurice sú svetelné a temnostné reakcie fotosyntézy priestorovo oddelené. Svetelné reakcie prebiehajú výlučne v M bunkách a temnostné reakcie prebiehajú výlučne v BS bunkách.

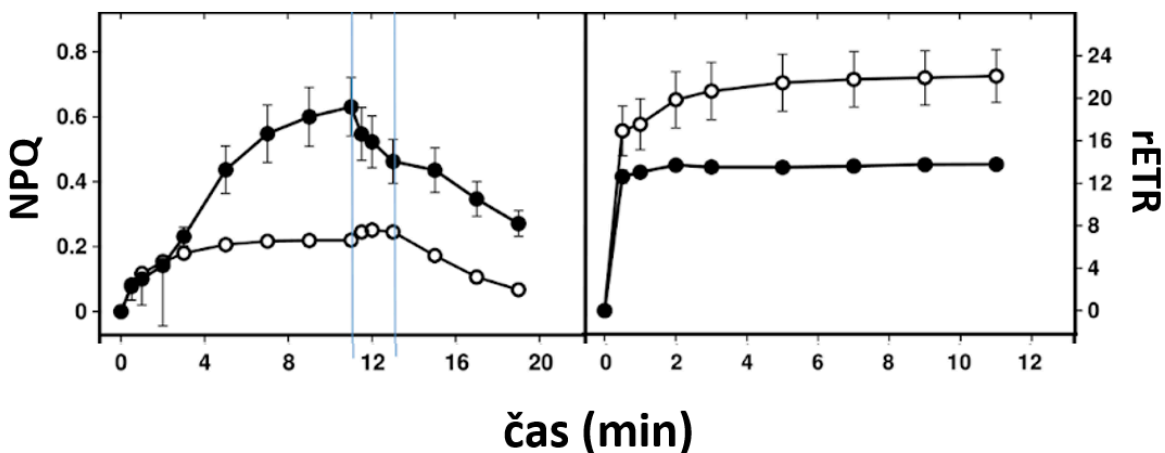
12. Nefotochemické zhášanie (NPQ, non-photochemical quenching) je jedným zo základných mechanizmov, ktorými sa rastliny bránia pred nadmerným svetelným žiarením. Jeho výsledkom je agregácia komplexov svetlozberného komplexu II (LHC II) nachádzajúcich sa v membráne tylakoidov do tzv. zhášacích centier, v ktorých je svetelná energia rozptýlená prostredníctvom konverzie na teplo. Jedným zo spúšťačov NPQ je pravdepodobne vysoká aktivita kyslík-vyvíjajúceho komplexu a akumulácia jeho produktov. Na mechanizme NPQ a výslednej agregácii LHCII komplexov sa podieľajú aj xantofylové cykly. Produkt jedného z nich (ktorého schému vidíte na obrázku), zeaxantín, okrem úlohy pri samotnom NPQ prispieva aj k rýchlej relaxácii NPQ, čo zvyšuje odolnosť rastliny voči opakovanému ožiareniu silným svetlom, ktorá zároveň nebráni normálnemu priebehu fotosyntézy. Na vzniku zeaxantínu sa podieľa enzým violaxantín deepoxidáza (VDE), ktorá redukuje epoxidové skupiny na violaxantín a z neho vznikajúcom antheraxantíne. Konverziu zeaxantínu späť cez antheraxantín na violaxantín zabezpečuje zeaxantín epoxidáza (ZE). Označte pravdivé tvrdenia:



- Zníženie pH v lumen tylakoidu spustí NPQ mechanizmy.
- Štruktúra zeaxantínu robí túto molekulu veľmi dobrým antioxidantom, látkou ktorá „neutralizuje“ kyslíkové radikály vznikajúce ako dôsledok silného ožiarenia organizmu.
- Pri nízkej teplote je mechanizmus NPQ zjednodušený, kvôli jednoduchšiemu vytvoreniu agregátov LHCII komplexov.
- Zeaxantín epoxidáza (ZE) spotrebúva produkty temnostnej fázy fotosyntézy.
- Violaxantín deepoxidáza (VDE) je aktivovaná za podmienok jasného svetla.

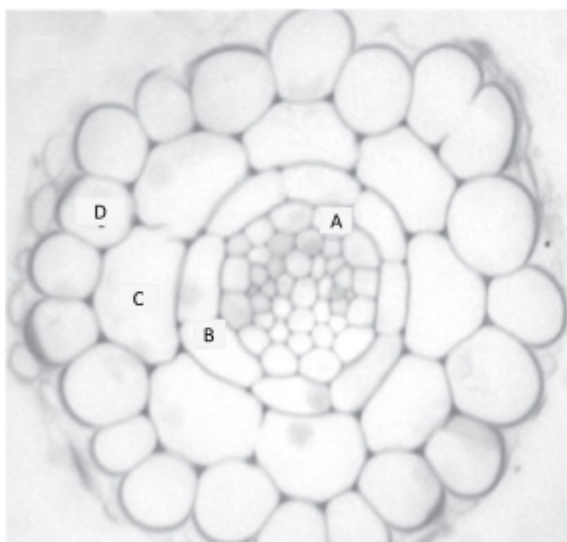
13. Fotosyntetizujúce organizmy sa prostredníctvom mechanizmu NPQ bránia proti extrémnym svetelným podmienkam. Nie sú to však iba rastliny, ale aj fotobionty najznámejších mutualistických organizmov, lišajníkov. *Kwanele*, *Minibayeva* a *Beckett* vo svojej štúdií sledovali, ako sa líši priebeh NPQ medzi rôznymi druhmi lišajníkov. Klasickou metódou sledovania NPQ je indukcia tohto fenoménu u sledovaného organizmu pomocou silného osvetlenia a následné ponechanie organizmu neosvetleného v tme, tzv. relaxácia. Počas celého procesu sa zaznamenáva hodnota NPQ. Rýchly nástup NPQ po začatí indukcie svetlom, ako aj rýchla relaxácia NPQ po jej konci, sú znakmi organizmu dobre adaptovaného na rýchlo sa meniace svetelné podmienky. Dôležitým parametrom, ktorý popisuje intenzitu fotosyntézy, je rETR (relatívna rýchlosť elektrónového transportu), ktorá sa sleduje počas osvetlenia. Čím vyššia je rETR, tým vyššia je fotosyntetická aktivita organizmu. Na obrázkoch nižšie vidíte NPQ a rETR krivky pre dva druhy lišajníkov (čierna a prázdne krúžky). Na základe kriviek, predchádzajúceho textu a vašich vedomostí, označte pravdivé tvrdenia.

Svetelné podmienky:

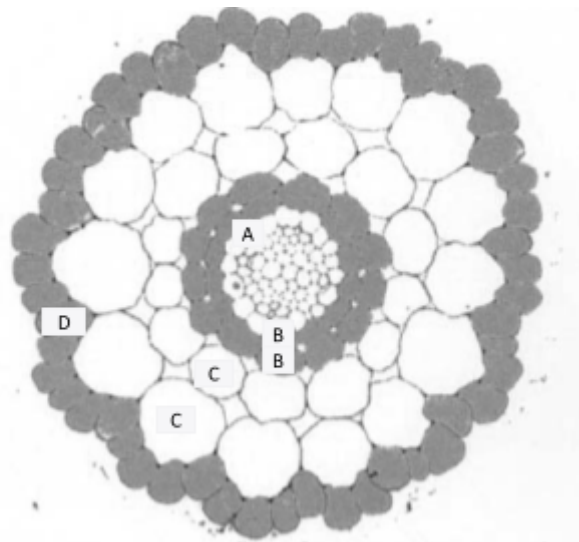


- A. Krivka s plnými bodmi pravdepodobne pochádza z lišajníka, ktorý rastie v podmienkach svetla.
- B. Krivka s prázdnyimi bodmi pravdepodobne pochádza z lišajníka, ktorý rastie v podmienkach svetla.
- C. Krivky ilustrujú kompromis medzi ochranou pred extrémnym svetlom a mierou fotosyntézy.
- D. Miera NPQ nevlýva na aktivitu fotosyntézy.

14. V zasolených pôdach je vysoká koncentrácia  $\text{Na}^+$  a  $\text{Cl}^-$  iónov. Tá je pre väčšinu rastlín toxická, ale niektoré rastlinné, tzv. halofyty, sú schopné ju tolerovať. Príkladom je *Eutrema salsugineum*, rastlina fylogeneticky príbuzná modelu *Arabidopsis thaliana*. Jednou z adaptácií halofytov na vysokú salinitu je anatomická stavba koreňa. Prezrite si pričné rezy koreňom rastliny *Arabidopsis thaliana* (netoleruje vysokú salinitu) a halofytnej *Eutrema salsugineum*. Pletivá koreňa sú označené písmenami A-D.



*Arabidopsis thaliana*



*Eutrema salsugineum*

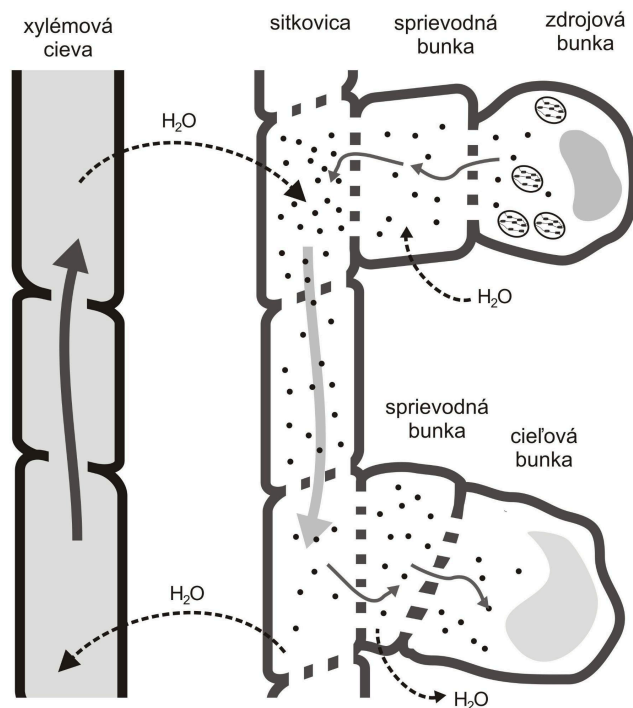


Označte správne tvrdenia:

- A. V koreni *Eutrema salsugineum* je dvojité vrstvy pericyklu a endodermis.
- B. Pletivo označené písmenom B je primárna kôra.
- C. Anatomická stavba koreňa *Eutrema salsugineum* by mohla brániť toku iónov  $\text{Na}^+$  a  $\text{Cl}^-$  z koreňa do nadzemnej časti rastliny.
- D. Koreňové vlásky vznikajú z pletiva označeného písmenom C.

15. Model tlakového toku predpokladá, že transport v sitkoviciach funguje na základe tlakového gradientu v nich. Kľúčovými látkami transportovanými floémom sú sacharidy, predovšetkým sacharóza. Z buniek zdrojových orgánov je sacharóza transportovaná do sitkovic, čo spôsobí aj osmotický pohyb vody z okolitých pletív (hlavne xylému) rovnakým smerom. Výsledkom je zvýšenie tlaku v časti sitkovice, v blízkosti zdroja. V bunkách cieľových orgánov je sacharóza naopak odčerpávaná a voda sitkovicu opúšťa. Tým sa v príľahlej časti sitkovice tlak zníži a vznikne gradient dostatočný na poháňanie transportu. Roztok v sitkoviciach sa teda presúva objemovým tokom od zdrojových buniek/orgánov (vyšší tlak) smerom k cieľovým (nižší tlak). Model tlakového toku ilustruje aj nasledujúci obrázok – sacharóza je znázornená ako čierne bodky, malé šedé šípky znázorňujú smer transportu sacharózy a veľké šedé šípky v cieve a sitkoviaci ukazujú smer prúdenia roztokov v nich. Označte pravdivé tvrdenia.

- A. Model predpokladá, že roztoky v xyléme a floéme sa vždy musia pohybovať v protismere.
- B. Model predpokladá možnosť súčasného transportu látok oboma smermi v rovnakej sitkoviaci.
- C. Model predpokladá, že v tých častiach sitkovice, kde floémová tekutina obsahuje viac sacharózy, je aj vyšší tlak.
- D. Podľa tohto modelu bude v sitkoviaci, ktorá zásobuje dozrievajúci plod, vyšší tlak v blízkosti listov než v blízkosti samotného plodu.



16. Rastliny obsahujú rôzne typy plastidov, ktoré sa môžu medzi sebou premieňať v závislosti na podmienkach prostredia, či vývinových štádiách. Označte pravdivé tvrdenia.

- A. Zazelenanie zemiakovej hľuzy po osvetlení je príkladom vzniku chloroplastov z amyloplastov.
- B. Pri dozrievaní jahôd sa chloroplasty menia na chromoplasty.
- C. Počas diferenciácie buniek koreňovej čiapočky vznikajú z chloroplastov amyloplasty.
- D. Pri ukladaní škrobu v endosperme semien vznikajú chloroplasty z chromoplastov
- E. Ak rastliny klíčia v tme, chromoplasty, prítomné v semenách sa zmenia na chloroplasty.

### C. ANATÓMIA A FYZIOLOGIA ŽIVOČÍCHOV A ČLOVEKA, ETOLÓGIA

17. Prenos informácie o kontrakcii kostrového svalu prebieha na nervovosvalovej platničke. Acetylcholín sa po vyplavení z nervového zakončenia viaže na nikotínové receptory na svalovom vlákne, čím spúšťa ich depolarizáciu. Tento proces blokujú napríklad jedy hadov, či lieky používané v medicíne ako rokurónium. Rokurónium je kompetitívny antagonist nikotínových receptorov. Ktoré z nasledujúcich tvrdení sú pravdivé?

- A. Rokurónium spôsobí depolarizáciu svalového vlákna.
- B. Rokurónium nie je depolarizujúcou látkou.
- C. Vďaka rokuróniu dôjde k svalovej paralýze.
- D. Inhibícia acetylcholinesterázy (enzýmu, ktorý odbúrava acetylcholín v nervovosvalovej platničke) prehĺbi svalovú paralýzu.
- E. Inhibícia acetylcholinesterázy (enzýmu, ktorý odbúrava acetylcholín v nervovosvalovej platničke) zmierni účinky rokurónia.

18. Sukcinylcholín je látka, ktorá tiež môže ovplyvniť nervovosvalový prenos. Na rozdiel od rokurónia je však agonistom nikotínových receptorov, vďaka svojej štruktúrálnej podobnosti s acetylcholínom. Aký bude efekt sukcinylcholínu na svalové vlákna?

- A. Sukcinylcholín spôsobí depolarizáciu svalového vlákna.
- B. Sukcinylcholín nie je depolarizujúcou látkou.
- C. Sukcinylcholín najprv spôsobí svalové záškľby vďaka depolarizácii, neskôr svalovú paralýzu, keďže je membrána svalových vlákien stále depolarizovaná a nereaguje na žiadne ďalšie podnety.

19. Rh inkompatibilita je stav keď matka produkuje protilátky proti červeným krvinkám plodu. Spravidla vzniká až pri druhom tehotenstve s dieťaťom s danou krvnou skupinou. Imunitná reakcia proti plodu môže viesť až k spontánnemu potratu.

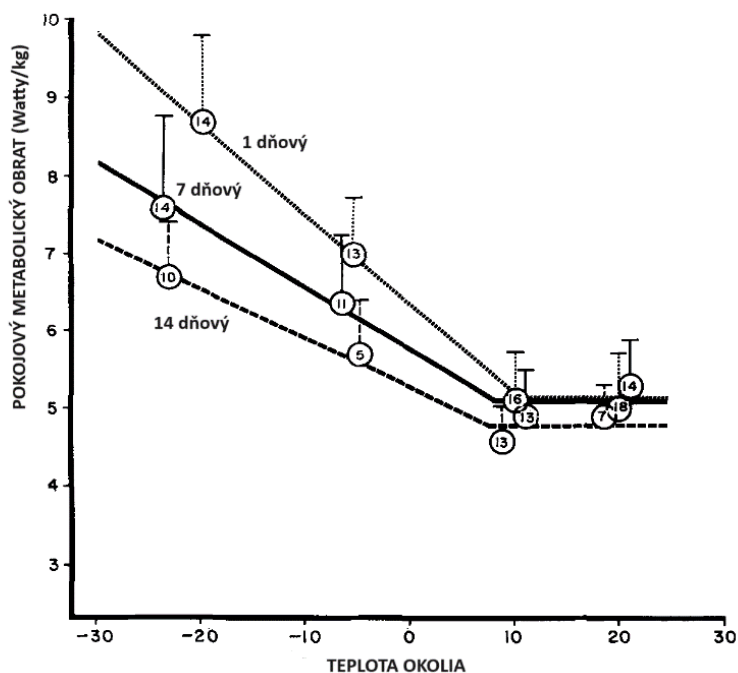
- I. Pri akej kombinácii dochádza k vytváraniu protilátok matky proti krvnej skupine plodu?
- Rh+ matka, Rh+ dieťa.
  - Rh+ matka, Rh- dieťa.
  - Rh- matka, Rh+ dieťa.
  - Rh- matka, Rh- dieťa.
- II. Na to, aby protilátky proti krvnej skupine plodu preň predstavovali nebezpečenstvo, musia byť schopné prejsť cez placentárnu bariéru. Existuje 5 tried protilátok, ktoré vidíte na obrázku aj s príslušnými molekulovými hmotnosťami. Ktorá trieda protilátok bude najpravdepodobnejšie schopná prejsť placentárnou bariérou? Vyberte iba jednu možnosť.

- IgM
- IgG
- IgA
- IgE
- IgD

	IgM	IgG	IgA	IgE	IgD
Molekulárna hmotnosť (Daltony)	900,000	150,000	385,000	200,000	180,000

20. Na obrázku je pokojový metabolický obrat rôzne starých (1, 7, 14 dní) mláďat soba. Na základe grafu označte správne tvrdenia:

- S vekom mláďat ich metabolický obrat stúpa.
- Jednodňové mláďatá vedú svoj metabolizmus s teplotou približne zdvojnásobiť.
- Už od narodenia dokážu mláďatá regulovať svoju telesnú teplotu prostredníctvom zmien metabolického obratu v závislosti od teploty okoli.
- Približne od  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$  sa metabolický obrat s vekom nemení.
- Keď mláďatá majú 2 týždne pri teplote  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  majú približne iba 70 %-ný metabolický obrat v porovnaní s obratom vo veku 1 deň.



Čísla v krúžkoch udávajú počet jedincov, čiary pri krúžkoch štandardnú odchýlku pre dáta.

21. K nasledujúcim výrazom priradte deje. Do odpovedového hárku uvedte ku každému písmenu správne číslo.

- A. difúzia
- B. fagocytóza
- C. osmóza
- D. iónová pumpa – primárny transport

- I. Pohlcovanie baktérie makrofágom
- II. Výmena dýchacích plynov v alveolách po koncentračnom gradiente
- III. Prenos iónov za použitia energie z ATP v bunkovej membráne
- IV. Nasávanie tekutiny žalúdkom z okolitých tkanív po požití hustého jedla.

22. Vyberte správne tvrdenia o neurónoch:

- A. Pokojový potenciál neurónov je pozitívny, cca +70 mV
- B. Depolarizácia neurónu nad istú prahovú hodnotu spôsobuje vznik vzruchu.
- C. Akčný potenciál neurónu sa prenáša cez axón a spôsobuje vyliatie neurotransmiterov.
- D. Myelinizované vlákna neurónov vedú vzruchy rýchlejšie ako nemyelinizované.
- E. Typický neurón obsahuje viac axónov.

23. Tvorbu červených krviniek zvyšuje:

- A. Hormón erytropoetín
- B. Estrogény
- C. Pobyt vo vyšších nadmorských výškach
- D. Zvýšený parciálny tlak kyslíka
- E. Aldosterón

24. Ryba *Champsocephalus gunnari* nemá v krvi takmer žiadny hemoglobín ani iné kyslík viažúce proteíny, čo súvisí s prostredím, v ktorom sa vyskytuje. Ktorá z nasledujúcich možností je pravdepodobným vysvetlením tejto adaptácie?

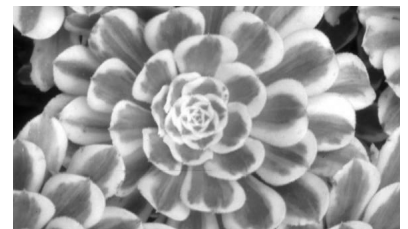
- A. Táto ryba žije v tropických vodách, ktoré majú vysoký obsah kyslíka a rýchle prúdenie.
- B. Nakoľko má oproti iným rybám veľmi rýchly metabolizmus, predstavuje pre ňu hemoglobín zbytočnú metabolickú záťaž.
- C. Táto ryba žije vo veľmi chladnom prostredí. Pri nízkych teplotách sa kyslík v krvnej plazme dostatočne dobre rozpúšťa aby pokryl potreby jej veľmi pomalého metabolizmu.
- D. Táto ryba je špecializovaná na znečistené vody a neprítomnosť hemoglobínu ju robí rezistentnou voči otrave oxidom uhoľnatým.

## D. GENETIKA

25. Na základe vašich vedomostí o štruktúre a zložení nukleových kyselín označte pravdivé tvrdenia.

- A. Vychádzajúc z chemického zloženia deoxyribonukleovej kyseliny bude vlákno obsahujúce vyšší počet párov AT nižšiu teplotu topenia.
- B. Denaturácia DNA vysokou teplotou (nad 90°C) je nevratná, pretože dochádza k narušeniu primárnej štruktúry.
- C. Medzi druhy elektromagnetického vlnenia, ktoré najviac poškodzujú DNA patrí mikrovlnné a UV žiarenie.
- D. DNA sa ako záporne nabitá molekula pohybuje v elektrickom poli smerom k anóde.

26. Panašovanie (anglicky variegation) je jav, pri ktorom vegetatívne orgány rastlín majú dve rôzne farby rozložené náhodne, či v pravidelných vzoroch. Tento jav môže byť spôsobený patogénmi (vírus tabakovej mozaiky), ale aj geneticky. Aké sú možné vysvetlenia panašovania z hľadiska genetiky?

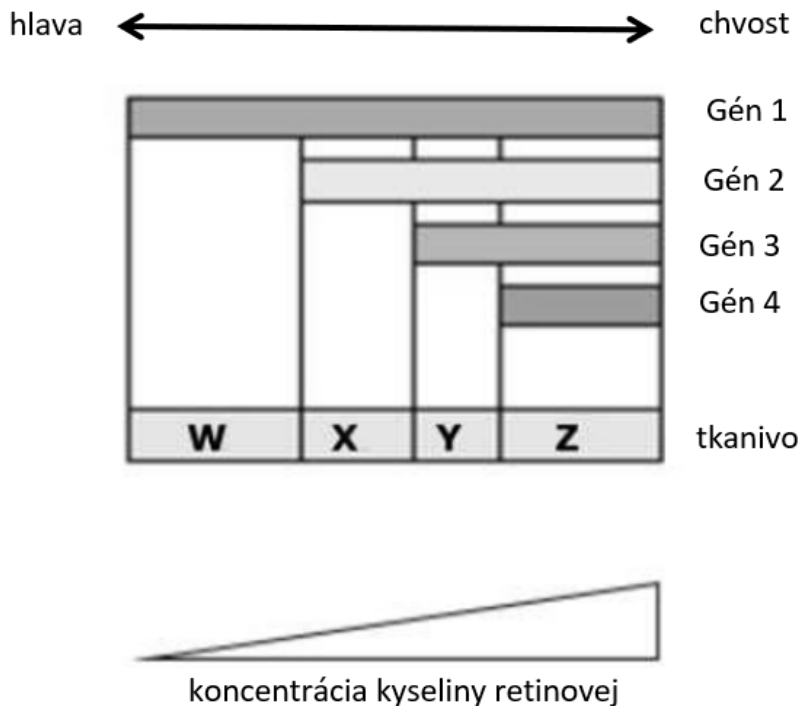


- A. Gény ovplyvňujúce sfarbenie rastliny sa môžu nachádzať na transpozónoch, tzv. skákavých génoch.
- B. Rastlina môže mať chloroplasty s odlišnými genetickými informáciami, ktoré sú nerovnomerne rozmiestnené v pletivách.
- C. Panašovanie sa vyskytuje najmä u homozygotných línií, napríklad vyšľachtených príbuzenským krížením (inbreedingom).
- D. Kondenzácia chromatinu môže byť rôzna v jednotlivých bunkách pletiva a spôsobiť rozličnú expresiu génov ovplyvňujúcich sfarbenie rastliny.

27. V bunke sme detegovali pre-mRNA molekulu, u ktorej bolo zistené zloženie 40% A, 30% G, 10% C a 20% U. Aké bolo zloženie dvojvláknovej DNA, z ktorej bola transkribovaná?

- A. 20% A, 10% G, 30% C, 40% U
- B. 20% A, 40% G, 30% C, 10% U
- C. 20% A, 10% G, 30% C, 40% T
- D. 40% A, 30% G, 10% C, 20% T
- E. 30% A, 20% G, 20% C, 30% T

28. Identita segmentov tela v pozdĺž predo-zadnej (anterio-posteriórnej) osi je stavovcov, ale aj iných živočíchov, je kontrolovaná tzv. HOX génmi. Expresia HOX génov je riadená rôznymi molekulami, ktoré pozdĺž predozadnej osi vytvárajú gradient. Jednou z takýchto molekúl je kyselina retinová, ktorá má najvyššiu koncentráciu v zadnej (posteriórnej) časti embrya. Vzťah medzi expresiou rôznych HOX génov, identitou tkanív pozdĺž telesnej osi a koncentráciou kyseliny retinovej v embryu zobrazuje schéma nižšie.



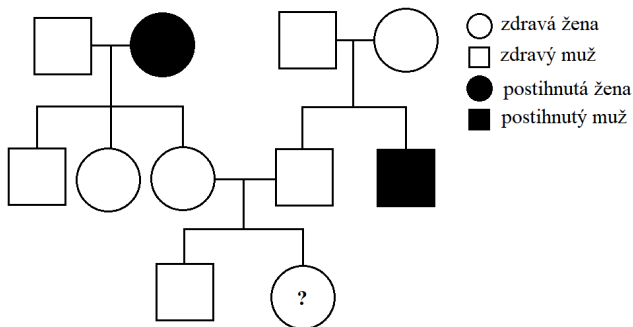
Označte pravdivé tvrdenia:

- A. Nadužívanie vitamínu A tehotnými ženami môže spôsobiť abnormality vo vývine embrya.
- B. Ak bolo embryo ovplyvnené nadmerným množstvom kyseliny retinovej, môže to zabrániť vzniku predného mozgu.
- C. Strata funkcie niektorého z hox génov sa môže prejaviť rovnako ako nadmerné množstvo kyseliny retinovej.
- D. Embryu, ktoré má zníženú citlivosť na kyselinu retinovú môžu chýbať hlavové štruktúry.

29. Aký bude fenotypový štiepny pomer pri dihybridizme, ak krížime dvoch jedincov heterozygotných pre oba gény, medzi ktorými existuje vzťah recesívnej epistázy? Pri tejto génovej interakcii potláča recesívny homozygot v jednom lokuse realizáciu všetkých genotypov druhého lokusu. Iba v prípade, že je aspoň jedna alela prvého lokusu dominantná, môžu sa fenotypovo prejaviť aj alely druhého lokusu.

- A. 15:1
- B. 9:7
- C. 9:3:4
- D. 9:6:1
- E. 12:3:1

30. Zdravý muž, ktorý má fenotypovo zdravých rodičov a brata trpiaceho fenylketonúriou; má so zdravou ženou, ktorej matka trpela na toto ochorenie, jedného zdravého syna. Rodokmeň na obrázku znázorňuje vzťahy medzi členmi rodiny a ich fenotypy.



I. Spomenutí manželia spolu čakajú ďalšie dieťa – dcérku. S akou pravdepodobnosťou bude toto dieťa trpieť fenylketonúriou? Číslo uveďte ako zlomok v základnom tvare.

II. Aký typ dedičnosti predstavuje fenylketonúria?

- A. autozomálne dominantná
- B. autozomálne recesívna
- C. recesívna, viazaná na gonozóm
- D. dominantná, viazaná na gonozóm

## E. EKOLÓGIA

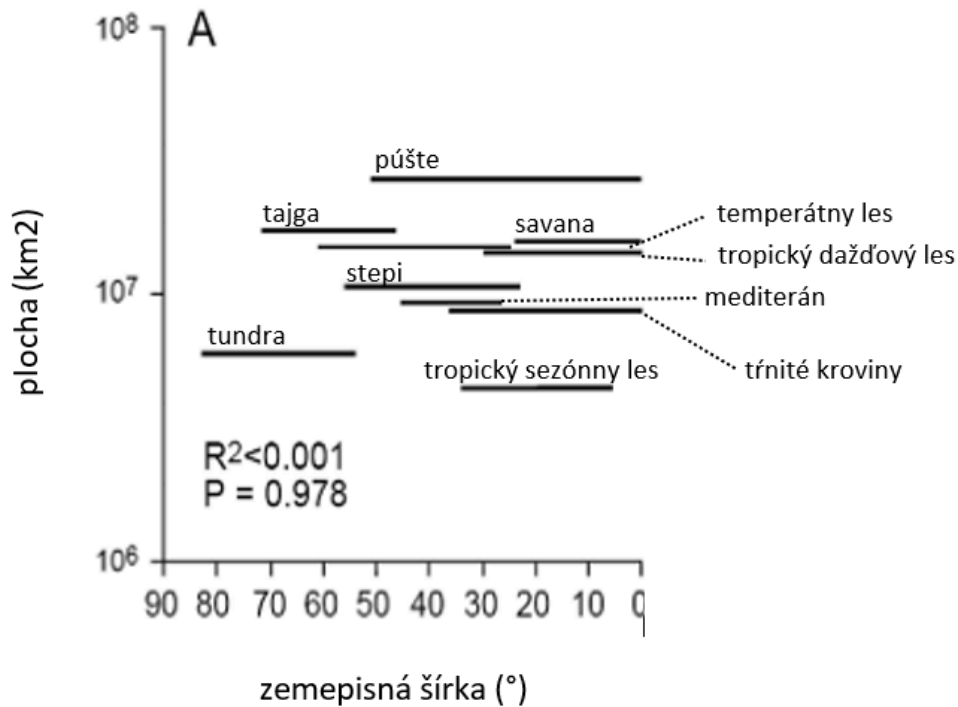
31. Označte správne tvrdenia o výskyte biómov, ak by sa Zem točila okolo svojej osi opačným smerom.

- A. Nič by sa nezmenilo.
- B. Podnebie v Európe by sa ochladilo.
- C. Nastal by zvrät v ročných obdobiach na hemisférach. V Európe by leto trvalo od decembra do februára a zima od júna do augusta.
- D. Púšte by sa prirodzene vyskytovali v rovníkovej oblasti.

32. Výhodou väčšej veľkosti tela sú:

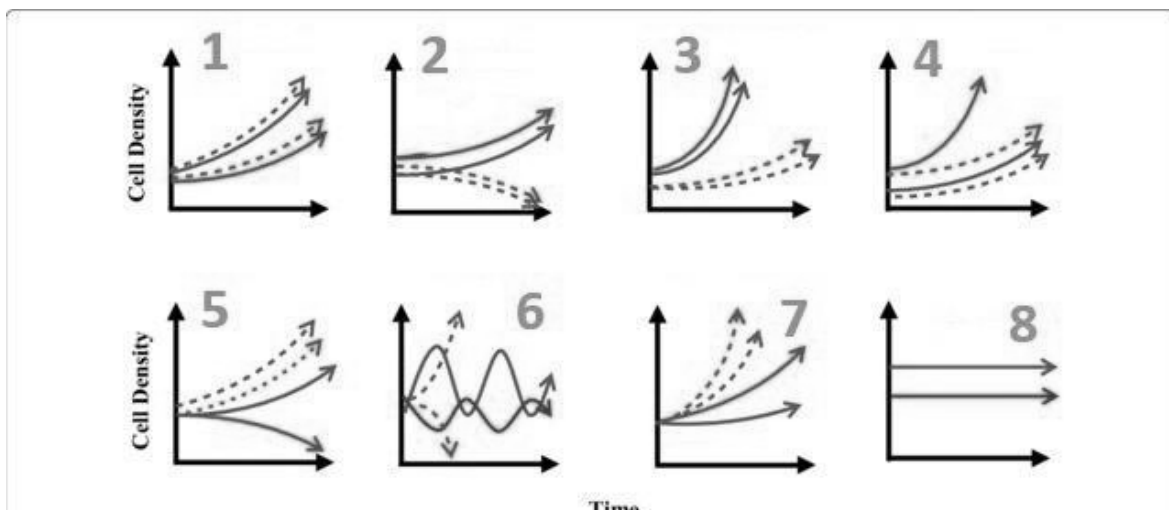
- A. Zvýšená ochrana proti predácii a zvýšenie pravdepodobnosti párenia sa.
- B. Zvýšená úspešnosť predácie a dlhovekosť.
- C. Zvýšená pravdepodobnosť úspechu v intrašpecifickej kompetícii a väčší rozsah možností vhodnej potravy.
- D. Zvýšená pravdepodobnosť úspechu v interšpecifickej kompetícii a odolnosť voči klimatickým zmenám či extrémom.

33. Na základe grafu zmeny veľkosti areálu biómov v závislosti na zemepisnej šírke označte správne tvrdenia:



- A. Najväčšie biómy sa nachádzajú v trópoch.
- B. Veľkosť biómov vytvára latitudinálny gradient.
- C. Najviac biómov sa nachádza na rovníku.
- D. Veľkosť biómov nekoreluje so zemepisnou šírkou.

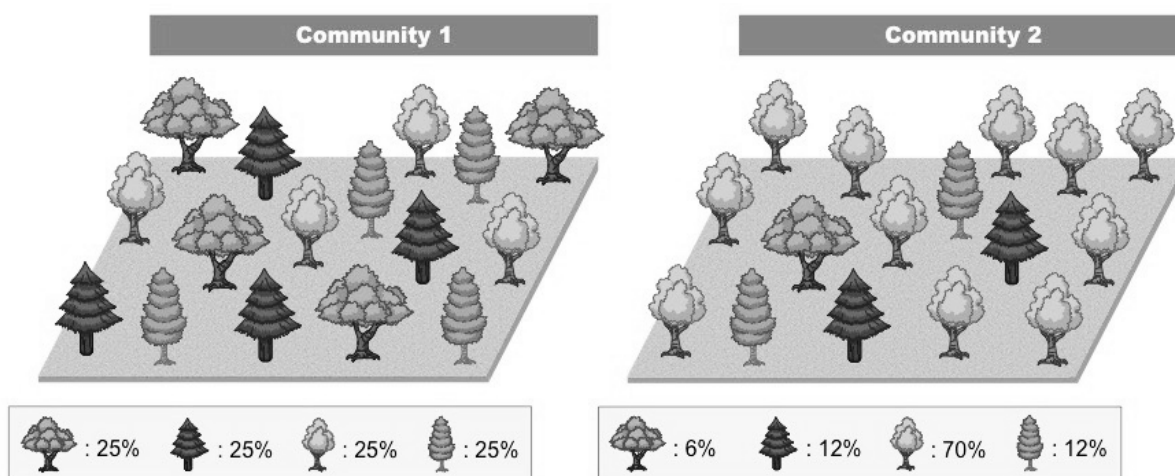
34. V prípade výskytu viacerých druhov na rovnakej lokalite nutne dochádza k ich interakcii. Táto interakcia môže mať rôzny efekt na fitness daných druhov. Na obrázkoch vidíte rastové krivky dvoch druhov baktérií. Čiarkované šípky označujú priebeh rastu dvoch druhov v prípade, že by druhy rástli v oddelených kultúrach, plné šípky zobrazujú priebeh rastu v prípade, že druhy rastú na tom istom médiu. Označte správne odpovede:





- A. Nemožno rozhodnúť, či graf 2 zobrazuje mutualizmus alebo predáciu.
- B. Graf 4 označuje interakciu, pri ktorej je jeden druh poškodený a druhý nie je ovplyvnený, ide o amenzalizmus.
- C. Graf 6 zobrazuje vzťah, ktorý existuje medzi vlkom dravým (*Canis lupus*) a srncom lesným (*Capreolus capreolus*).
- D. Na grafe 7 je zobrazená interakcia, ktorá pravdepodobne nastane medzi dvomi druhmi, ktoré sa živia rovnakým substrátom.

35. Na obrázku sú znázornené dve spoločenstvá stromov (Community 1 a Community 2). Označte pravdivé tvrdenia o týchto spoločenstvách.



- A. Obe spoločenstvá majú rovnaké druhové bohatstvo
- B. Obe spoločenstvá majú rovnakú druhovú diverzitu
- C. Spoločenstvo označené "Community 1" má vyššiu druhovú diverzitu ako spoločenstvo "Community 2"
- D. Spoločenstvo označené "Community 1" obsahuje jeden výrazne dominantný druh.

## F. EVOLÚCIA A SYSTEMATIKA

36. V štúdiu analyzujúcej druhy hadov z Ázie a Ameriky, u ktorých nezávisle vznikla rezistencia na tetrodotoxín sa zistilo, že táto odolnosť je sprostredkovaná rovnakými mutáciami v génoch kódujúcich proteíny ich Na<sup>+</sup> kanálov. Tento výsledok môže znamenať, že:

- A. Študované druhy hadov sú reprodukčne izolované.
- B. Tieto druhy hadov vznikli alopatrickou speciáciou.
- C. Iba tieto mutácie sprostredkovávajú rezistenciu na tetrodotoxín
- D. Môžu existovať aj iné mutácie, ktoré sprostredkujú rezistenciu na tetrodotoxín, ale tieto budú zároveň nevýhodné pre funkčnosť Na<sup>+</sup> kanála.

37. Vplyvom klimatickej zmeny a ľudskej činnosti došlo v priebehu minulého storočia k zmenšeniu areálu výskytu mnohých rastlinných druhov. Príkladom je poniklec otvorený (*Pulsatilla patens*), ktorý sa vyskytuje aj na Slovensku, kde je zákonom chránený. Pre ochranu ohrozených druhov je cenná informácia o genetickej diverzite populácií. Populácie s vyššou mierou genetickej diverzity sa dokážu lepšie prispôbiť zmenám prostredia. Štúdia genetickej diverzity populácií ponikleca otvoreného ukázala, že majú veľmi nízku genetickú diverzitu (DOI 10.1371/journal.pone.0151730). Označte tvrdenia, ktoré by mohli vysvetľovať nízku genetickú diverzitu populácií ponikleca otvoreného.

- A. Populácie ponikleca otvoreného sú málo početné a významnú úlohu v ich evolúcii tak zohráva genetický drift.
- B. Populácie ponikleca otvoreného sú veľmi početné a významnú úlohu v ich evolúcii tak zohráva génový tok.
- C. Populácie ponikleca otvoreného sú fragmentované a je medzi nimi obmedzený génový tok.
- D. V populáciách ponikleca otvoreného je nízka miera inbreedingu.

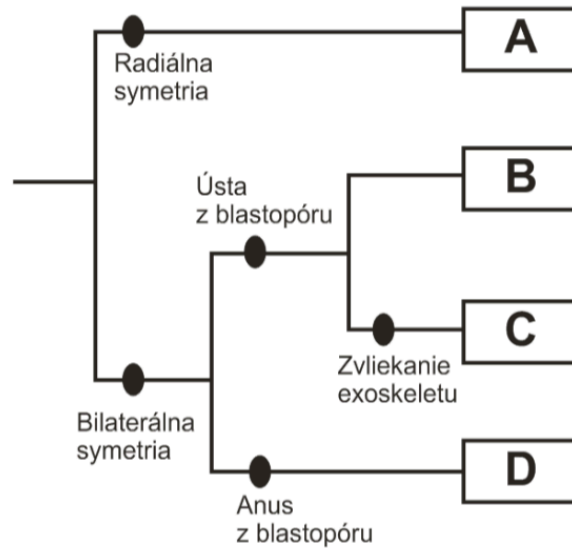
38. Adaptívna krajina je model, ktorý sa v evolučnej biológii používa na uvažovanie o evolúcii kvantitatívnych znakov. Na schéme vidíte príklad jednoduchej dvojrozmernej krajiny pre jeden znak. Krivka vyjadruje závislosť relatívnej zdatnosti od hodnoty daného znaku (napr. dĺžky nôh živočícha). Tj. "vršky" v tomto modeli predstavujú hodnoty znaku s vyššou zdatnosťou, kým "údolia" s nižšou. Konkrétneho jedinca si teda môžeme v tejto krajine predstaviť na pozícii zodpovedajúcej hodnote daného znaku uňho. Mutácie, ktoré vedú k zmenám hodnoty určitého znaku, teda povedú aj k príslušnej zmene zdatnosti fenotypu na základe tvaru adaptívnej krajiny. Označte pravdivé tvrdenia:



- A. Ak sa zmení prostredie, môže sa zmeniť aj tvar adaptívnej krajiny
- B. Selekcia fixuje tie mutácie, ktoré posúvajú organizmy v adaptívnej krajine smerom do kopca
- C. Mutácie vždy posúvajú organizmy v adaptívnej krajine smerom do údolia
- D. Najvyšší vrchol adaptívnej krajiny je vždy obsadený

39. Na základe vašich vedomostí a spoločných znakov uvedených vo fylogenetickom strome, zaradte nasledujúce organizmy (I - IV) do vetiev A - D. Číslo uveďte do zodpovedajúcich políčok odpovedového hárku.

- I. nezmar hnedý (*Hydra vulgaris*)
- II. užovka obojková (*Natrix natrix*)
- III. križiak obyčajný (*Araneus diadematus*)
- IV. dážďovka zemná (*Lumbricus terrestris*)



40. Vedci objavili nový druh rastliny, ktorý sa vyznačuje nenápadnými redukovanými kvetmi, súbežnou žilnatinou v listoch a jeho plodom je zrno. Ktoré z nasledujúcich charakteristík pravdepodobne tiež platia pre tento druh?

- A. Má ťažké a lepkavé peľové zrná s prichytnými štruktúrami.
- B. Jeho súkvetia vytrčajú nad úroveň porastu.
- C. V jeho koreňovej sústave je možné veľmi ľahko odlíšiť hlavný koreň a vedľajšie korene
- D. Má roztrúsené cievne zväzky v stonke.

**ODPOVĚDOVÝ HÁROK**

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

**ČÍSLO SÚŤAŽIACEHO:**

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