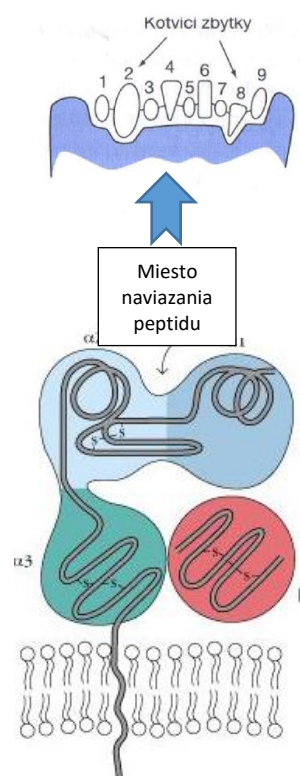


A. BUNKOVÁ BIOLÓGIA A MIKROBIOLÓGIA

1. Natural killers, alebo prirodzení zabijaci, sú bunky nešpecifickej imunity, ktoré sledujú MHC (major histocompatibility complex = hlavný komplex histokompatibility) molekuly na povrchu ostatných buniek ľudského tela. MHC komplexy slúžia ako vlajky – na svojom povrchu vystavujú časti proteínov, ktoré sa v bunke prirodzene nachádzali a boli degradované, a teda sú pre daný organizmus vlastné. Natural killers sledujú nezrovnalosti v MHC komplexoch a na základe toho indukujú v pozmenených bunkách apoptózu. Ktoré tvrdenia sú pravdivé?

- A. Natural killers zabíjajú bakteriálne bunky.
- B. Natural killers zabíjajú rakovinové bunky, keďže podstatou vzniku rakovinovej bunky sú zmeny v DNA a teda aj proteínoch.
- C. Natural killers zabíjajú vírusmi napadnuté bunky, keďže tie menia proteínové zloženie bunky.
- D. Natural killers zabíjajú vírusy, ktorých proteínová štruktúra sa nezhoduje s MHC komplexom.



2. Označte organické molekuly, ktoré nie sú zložkami eukaryotickej cytoplazmatickej membrány. Vyberte jednu správnu kombináciu odpovedí (I – IV).

- A. Cholesterol
- B. Glykoproteíny
- C. Fosfolipidy
- D. Sfingolipidy
- E. Amoniak

- I. Správna je len odpoveď e.)
- II. Správna je kombinácia odpovedí b.), d.)
- III. Správna je kombinácia odpovedí a.), d.), e.)
- IV. Správna je kombinácia odpovedí a.), b.), c.), d.)

3. Zoradte chronologicky správne jednotlivé miesta/kroky syntézy a lokalizácie proteolytických enzýmov slúžiacich na trávenie potravy prijatej eukaryotickou bunkou v procese fagocytózy.

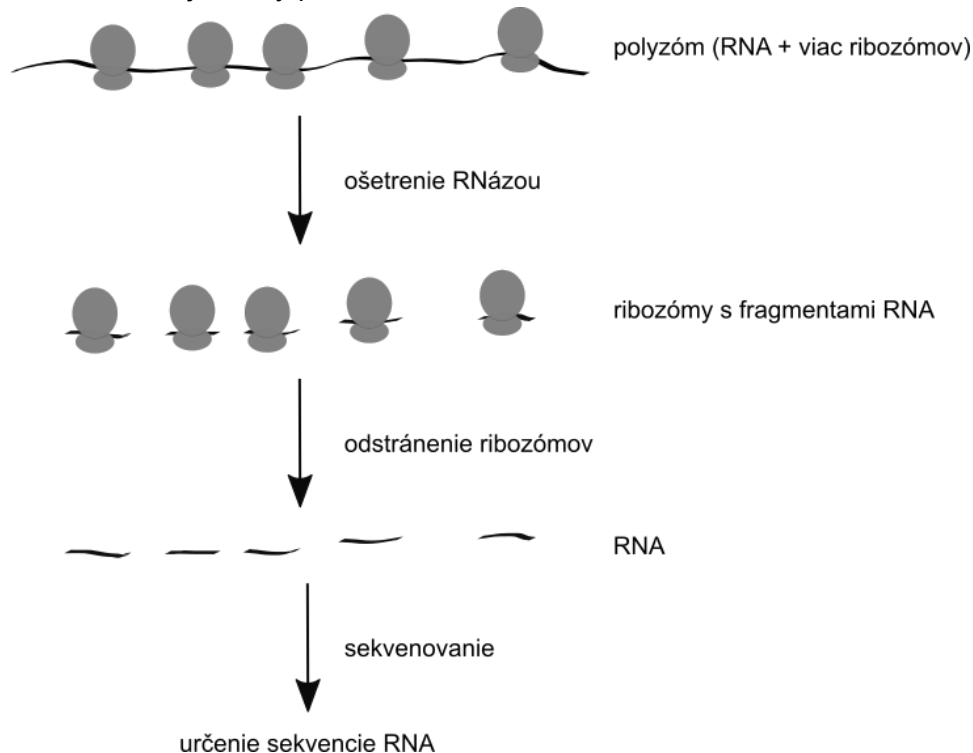
- A. spojenie s tráviacou vakuolou (fagozómom)
- B. mRNA naviazaná na ribozóm
- C. lyzozóm
- D. endoplazmatické retikulum
- E. Golgiho aparát

4. Semipermeabilita je schopnosť biologických membrán selektívne prepúšťať len určitý typ molekúl na základe vlastností danej membrány. Označte správnu kombináciu odpovedí o semipermeabilite.

- A. Príkladom môže byť bazálna lamina glomerulu, ktorá vďaka prítomnosti negatívne nabitého heparán sulfátu neprepúšťa negatívne nabité molekuly do filtrátu
- B. Cez semipermeabilnú membránu prechádzajú molekuly vody pomocou osmózy
- C. Cez semipermeabilnú membránu prechádzajú niektoré molekuly pomocou difúzie
- D. Semipermeabilita umožňuje vznik membránového potenciálu pri vedení vzruchu v neurónoch

- | | |
|------------------------------|------------|
| I. Správne sú len odpovede | B, D |
| II. Správne sú len odpovede | B, C, D |
| III. Správne sú len odpovede | A, C |
| IV. Správne sú len odpovede | B, C |
| V. Správne sú len odpovede | A, B, C, D |

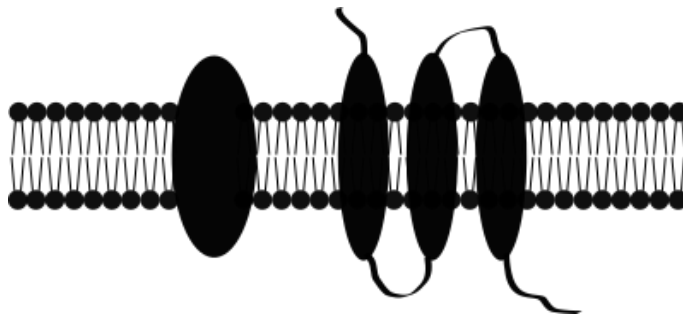
5. Metóda profilovania ribozómov (*ribosome profiling*) je nová metóda, ktorá umožňuje analyzovať, aké molekuly RNA sa viažu na ribozómy v danej bunke. Táto metóda využíva fakt, že ribozómy chránia RNA, na ktorú sa viažu, pred štiepením RNázou (enzým štiepiaci RNA). Obrázok nižšie znázorňuje kroky profilovania ribozómov.



Aké RNA identifikuje sekvenovanie po profilovaní ribozómov z ľudských pečenej buniek?

- A. mRNA odvodené zo všetkých génov, ktoré kóduje ľudský genóm, t.j. približne 25 000 rôznych typov mRNA
- B. prevažne mRNA
- C. prevažne ribozomálne RNA
- D. mRNA z génov, na ktoré sa RNA polymeráza v bunkách pečene zvyčajne neviaže
- E. nekódujúce RNA, ktoré nekódujú proteíny a majú regulačnú funkciu v jadre

6. Transmembránové proteíny prechádzajú membránou, a majú v nej zanorené jednu alebo viac domén (obrázok nižšie). Označte správne tvrdenia, ktoré platia o týchto proteínoch.



- A. Membránová doména zvyčajne obsahuje väčšinu hydrofóbných aminokyselín.
 - B. Membránová doména zvyčajne obsahuje väčšinu hydrofilných aminokyselín.
 - C. Zo všetkých biologických membrán sú transmembránové proteíny prítomné prakticky iba na vnútornej membráne mitochondrií, na iných membránach iba veľmi výnimočne.
 - D. Transmembránové proteíny nemôžu fungovať ako enzýmy.
 - E. Často fungujú ako transportné proteíny, napr. ako iónové kanály.
7. Chemoterapeutiká sú liečivá, ktoré sa podávajú pacientom s onkologickým ochorením:
- A. pretože stimulujú delenie buniek, čím posilňujú imunitný systém pacientov
 - B. pretože sú schopné narušiť priebeh bunkového cyklu, a tým zastaviť delenie rakovinových buniek
 - C. napriek tomu, že vykazujú vedľajšie účinky, pričom postihujú najmä bunky v rýchlo sa deliacich tkanivách, ako sú svaly a mozog
 - D. napriek tomu, že vykazujú vedľajšie účinky, pričom postihujú najmä bunky v rýchlo sa deliacich tkanivách, ako sú sliznica čriev a imunitné bunky
 - E. môžu to byť chemické látky narúšajúce polymerizáciu a depolymerizáciu tubulínu
 - F. môžu to byť chemické látky narúšajúce syntézu nukleových kyselín
8. Xenobiotikum je označenie pre látku, ktorá nie je telu vlastná, je pre organizmus nepotrebná a je potencionálne škodlivá. Medzi xenobiotiká patria pre človeka neškodné látky (ako napríklad teobromín v čokoláde či kofeín), lieky, ale aj alkohol a drogy. Jediné, čo s nimi organizmus môže spraviť, je zbaviť sa ich. To sa deje v procese *biotransformácie*, ktorá prebieha v bunkách pečene. Prebieha v dvoch fázach. Prvú fázu zabezpečuje skupina *izoenzýmov obsahujúcich cytochróm P450 (CYP)*, ktoré katalyzujú napríklad oxidáciu alebo dehydrogenáciu. Počas druhej fázy prebieha konjugácia xenobiotika s inou molekulou, napríklad s kyselinou glukurónovou či aminokyselinami.
- A. V procese biotransformácie sa mení štruktúra xenobiotika, vďaka čomu môže stratiť svoj účinok na organizmus.
 - B. Ak dva lieky využívajú ten istý izoenzým CYP pre svoju degradáciu, môže dôjsť po naplnení jeho kapacity k predávkovaniu aj pri dodržaní odporúčaného dávkovania.
 - C. Cieľom prvej aj druhej fázy biotransformácie je zvýšiť polaritu xenobiotika, aby sa ľahšie rozpúšťalo vo vode a tým pádom vylúčilo.
 - D. Polarita xenobiotika sa zvyšuje len v prvej fáze biotransformácie. Vďaka tomu sa ľahšie rozpúšťa vo vode a vylučuje sa.
9. G-proteín je kľúčová molekula uplatňujúca sa v intracelulárnej signalizácii. Má 3 podjednotky – α , β , γ . Alfa podjednotka štiepi GTP (za vzniku fosfátu a GDP; od toho názov G-proteín). Existuje viacero typov α podjednotiek, napríklad $G\alpha_s$, ktorá aktivuje adenylát cyklázu. Tá katalyzuje premenu ATP na cAMP. cAMP je označovaný ako druhý posol v bunkovej signalizácii. Ovplyvňuje napríklad činnosť enzýmov energetického metabolizmu, ale aj priepustnosť cytoplazmatickej membrány pre ióny. S rastúcim cAMP (po prijatí určitého signálu) sa membrána stáva pre ióny priepustnejšia. Funkciu G-proteínu ovplyvňujú rôzne látky a toxíny, napríklad cholera toxín, produkovaný baktériou *Vibrio cholerae*, ktorá postihuje črevá. Cholera toxín spôsobuje, že $G\alpha_s$

podjednotka je konštantne aktívna (normálne sa aktivuje len po príchode nejakého signálu).

- A. Po napadnutí črevného epitelu sa zvýši priepustnosť buniek pre ióny.
- B. Po napadnutí črevného epitelu sa zníži priepustnosť buniek pre ióny.
- C. Bunky črevného epitelu budú vypúšťať ióny nasledované osmoticky vodou do črevného obsahu.
- D. Bunky črevného epitelu budú vypúšťať ióny do črevného obsahu, no nie vodu. Preto sa cholera nazýva „choroba slanej stolice“.
- E. Typickým príznakom cholery je masívna vodnatá hnačka, stolica je číra a bez zápachu.

10. Mykoplazmy sú jedny z najmenších autonómnych organizmov, čo do veľkosti bunky aj genómu. Týmto baktériám chýba bunková stena a sú pôvodcami mnohých chorôb, napr. pneumónie. Označte správne tvrdenie/-nia.

- A. Penicilín účinne inhibuje rast mykoplazmiem
- B. V Gramovom farbení by sme mykoplazmy pozorovali ako tmavofialové
- C. Ich tvar je menej variabilný v porovnaní s *Bacillus subtilis*
- D. Na liečbu mykoplazmových infekcií sú vhodné fluorochinolóny inhibujúce DNA gyrázu
- E. Bunková stena baktérie osmoticky chráni znížením turgoru

B. ANATÓMIA A FYZIOLOGIA RASTLÍN A HÚB

11. Hoci je pre rastliny z mnohých dôvodov výhodné skladovať glukózu v polymérnej forme ako škrob, sú s tým spojené aj určité energetické výdavky, keďže pri polymerizácii glukózy (pozri reakcie 1 – 3 nižšie) sa spotrebúva ATP:

- (1) $\text{glukóza-6-fosfát} \rightarrow \text{glukóza-1-fosfát}$
- (2) $\text{glukóza-1-fosfát} + \text{ATP} \rightarrow \text{ADP-glukóza} + \text{PP}_i$
- (3) $\text{ADP-glukóza} + \text{škrob}_n \rightarrow \text{škrob}_{n+1} + \text{ADP}$

Opätovná depolymerizácia škrobu na glukózu-6-fosfát prebieha nasledovne:

- (4) $\text{škrob}_{n+1} + \text{P}_i \rightarrow \text{škrob}_n + \text{glukóza-1-fosfát}$
- (5) $\text{glukóza-1-fosfát} \rightarrow \text{glukóza-6-fosfát}$

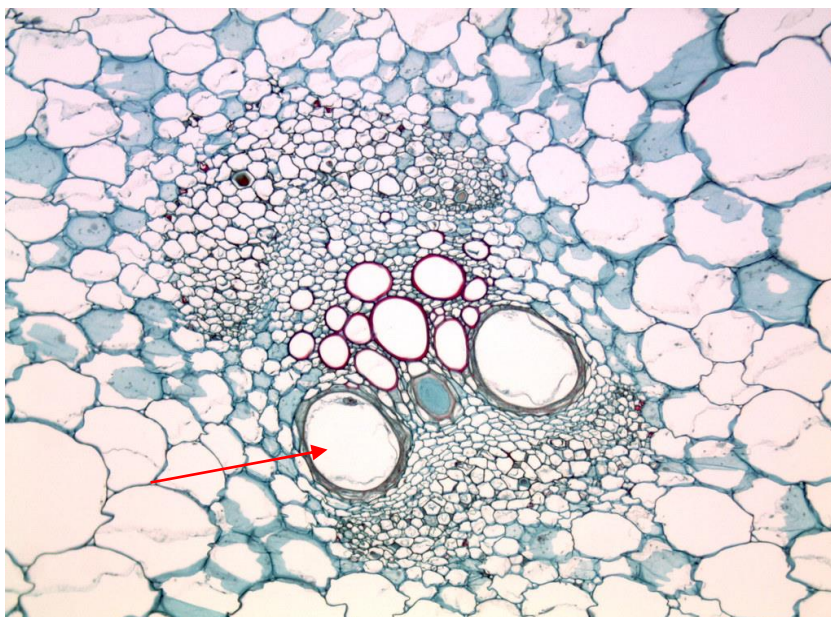
A. Koľko mólov ATP je spolu potrebných na polymerizáciu 1 mólu glukózy-6-fosfátu na škrob a následné opätovné získanie 1 mólu glukózy-6-fosfátu zo škrobu? (výsledok uveďte ako celé číslo)

B. Predpokladajme, že úplným aeróbnym zmetabolizovaním 1 mólu glukózy-6-fosfátu je možné získať 33 mólov ATP. Koľko percent z tohto množstva tvoria energetické náklady na polymerizáciu a depolymerizáciu škrobu? (výsledok uveďte ako celé číslo)

12. Kvety rastlín obsahujú veľké množstvo antokyánových farbív (dodávajú im ich typickú farebnosť). Tieto farbivá sú citlivé na pH a zatiaľ čo v približne neutrálnom pH majú modrú až fialovú farbu, smerom k vyšším alebo nižším hodnotám sa ich farba mení. Pri postupnom znižovaní pH prostredia získavajú antokyány jasnočervené zafarbenie, zatiaľ čo pri vysokom pH sú žlté. Ktoré z nasledujúcich tvrdení, týkajúcich sa antokyánov a kvetov rastlín je pravdivé?

- A. Zvýšená prítomnosť aniónov OH^- vedie k zmene zafarbenia na červené.
- B. Ak kvety obsahujúce antokyánové farbivá vystavíme kyslému prostrediu, vždy získajú svetlejšiu farbu.
- C. V kvetoch muškátu je vyššie pH ako v kvetoch fialky.
- D. Zvýšená prítomnosť kationov H^+ vedie k zmene zafarbenia na červené.

13. Označte správne tvrdenia o cievnom zväzku.

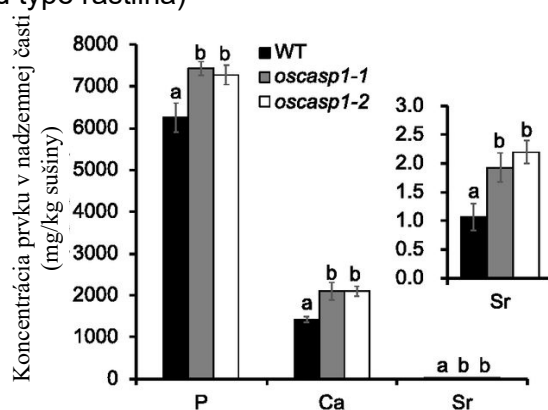


- A. Zobrazený objekt by sme očakávali na pričnom reze koreňa.
- B. Ide o kolaterálny cievny zväzok.
- C. V štruktúre označenej šípkou by sme očakávali vysoký obsah sacharózy.
- D. Ani jedna z možností nie je správna.

14. Na tvorbe Casparyho pásiku u ryže *Oryza sativa* sa zúčastňuje proteín kódovaný génom *OscASP1*.

I. V akom orgáne a v akom pletive sa vytvára Casparyho pásik?

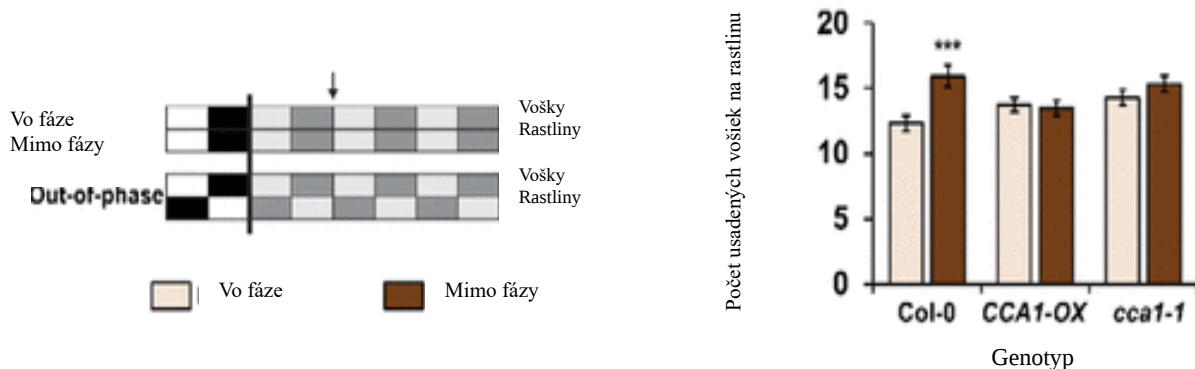
Pozorovali sme, ako je ovplyvnený príjem minerálnych živín – fosforu, vápnika a stroncia u mutantov ryže *oscasp1-1/2*, ktoré proteín *OscASP1* netvorí. Výsledky sú zobrazené na grafe. (wt je nemutovaná wild type rastlina)



II. Označte pravdivé tvrdenia:

- A. Príjem sledovaných živín sa u mutantov *oscasp1-1/2* oproti kontrole signifikantne nelíši.
- B. Príjem sledovaných živín sa medzi mutantmi *oscasp1-1* a *oscasp1-2* signifikantne nelíši.
- C. Mutantné rastliny majú narušený príjem všetkých sledovaných živín.
- D. Mutantné rastliny rastú rýchlejšie ako kontrolné rastliny, keďže akumulujú vyššie množstvo vápnika a fosforu.

15. Rastliny majú, podobne ako aj človek, vnútorné hodiny a dokážu s cyklom dňa a noci koordinovať mnohé fyziologické procesy. Niektorí zástupcovia hmyzu, napríklad drozofila alebo včela, vykazujú denný cyklus kŕmenia. Preukázalo sa to aj u vošiek – preferenčne napádali rastliny *A. thaliana* počas dňa. Lei a kol. ďalej skúmali, či je rastlinná obrana proti voškám kontrolovaná vnútornými hodinami. V ich experimente tridsať vošiek dostalo na výber medzi rastlinami v rovnakej fáze ako majú vošky a mimo fázy – u kontroly Col-0 a u rastlín s mutantným proteínom vnútorných hodín CCA1. Pre každý genotyp bolo použitých najmenej 8 replikátov, experimenty boli trikrát zopakované. Dáta boli vyhodnotené chí-kvadrát testom na hladine významnosti $P < 0,001$ (***).



Označte správne tvrdenia:

- A. V prípade kontrolnej rastliny vošky preferovali rastlinu v rovnakej fáze ako bola ich fáza.
- B. V prípade rastlín s poruchami vo vnútorných hodinách preferovali vošky rastlinu v rovnakej fáze ako bola ich fáza.
- C. Syntéza obranných látok proti voškám je pravdepodobne ovplyvnená vnútornými hodinami.
- D. Rastliny s poruchami vnútorných hodín sú odolnejšie voči napadnutiu voškami.

16. Zabudovanie oxidu uhličitého do molekúl sacharidov je energeticky náročný proces. Sú potrebné redukčné ekvivalenty vo forme NADPH a ATP. Vytvárajú sa v svetelných reakciách fotosyntézy. Tie sa odohrávajú na tylakoidnej membráne chloroplastov. U *A. thaliana* bol charakterizovaný proteín PGR5. Zistilo sa, že prenáša elektróny z ferredoxínu na plastochinón.

Označte správne tvrdenia:

- A. PGR5 je proteín dôležitý pre cyklický elektrónový transport.
- B. Elektróny tečú z proteínu PGR5 až na fotosystém I cez fotosystém II.
- C. Dôsledkom prenosu elektrónov cez PGR5 je vznik ATP.
- D. Dôsledkom prenosu elektrónov cez PGR5 je vznik NADPH.

C. ANATÓMIA A FYZIOLOGIA ŽIVOČÍCHOV A ČLOVEKA, ETOLÓGIA

17. Počas srdcového cyklu otvorenie atrioventrikulárnych chlopní po ktorých nasleduje relaxácia komôr má za následok:

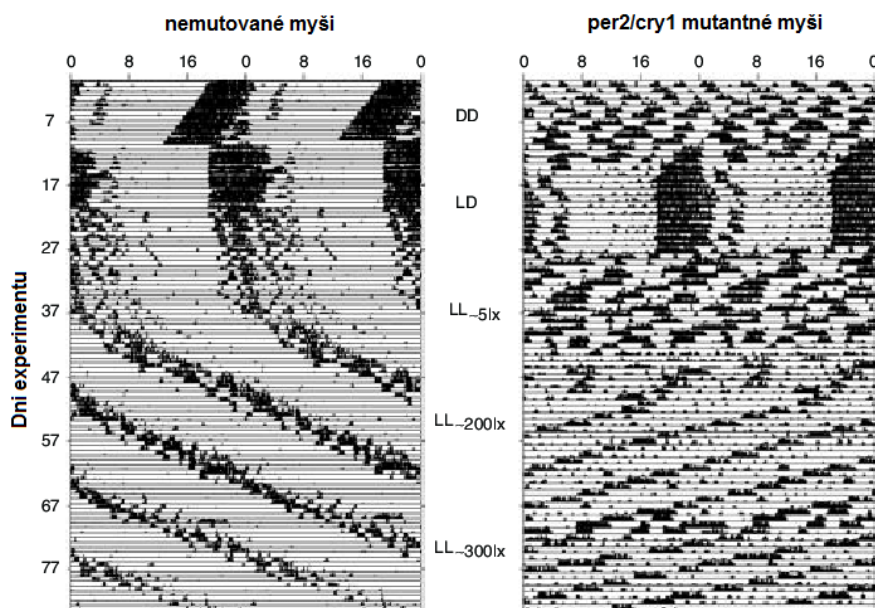
- A. prietok krvi cez atrioventrikulárne chlopne z predsiení do komôr
- B. zníženie hydrostatického tlaku v predsieňach
- C. zníženie hydrostatického tlaku v komorách
- D. zvýšenie hydrostatického tlaku v predsieňach
- E. zvýšenie hydrostatického tlaku v komorách

18. Creutzfeldt-Jacobsova choroba, spongiformná encefalopatia hovädzieho dobytku (BSE), klusavka oviec a kuru sú choroby, ktoré patria medzi tzv. spongiformné choroby a niektoré charakteristiky majú spoločné. Vyznačte pravdivé tvrdenia o týchto chorobách:

- A. spôsobujú ich vírusy
- B. spôsobujú ich prióny, častice nesprávne poskladaných proteínov
- C. spôsobujú ich baktérie
- D. niektoré z nich (kuru, spongiformná encefalopatia hovädzieho dobytku) z nich sa môžu šíriť kanibalizmom – pojedaním nakazeného tkaniva
- E. nie sú prenosné medzidruhovo

19. Na obrázku nižšie sú tzv. aktogramy – záznam pohybovej aktivity počas experimentu (pohybová aktivita - tmavé políčka, kludový stav - svetlé časti). V tomto experimente bol skúmaný vplyv rôznych svetelných podmienok na synchronizáciu denných rytmov nemutovaných (tzv. wild-type) myší a mutovaných myší. Mutácie boli urobené na tzv. hodinových génoch (Per2 a Cry1), ktoré sa podieľajú na tvorbe a riadení biologických rytmov. Vyznačte **nepravdivé** tvrdenia.

(Vysvetlenie skratiek svetelných podmienok: LD – striedanie svetla (12 h) a tmy (12 h), DD – podmienky 24 h tmy, LL – 24 h svetla. V podmienkach stáleho svetla bolo aplikované svetlo rôznej intenzity od 5 luxov až po 300 luxov, pričom v každých podmienkach boli myši umiestnené najmenej 10 dní).

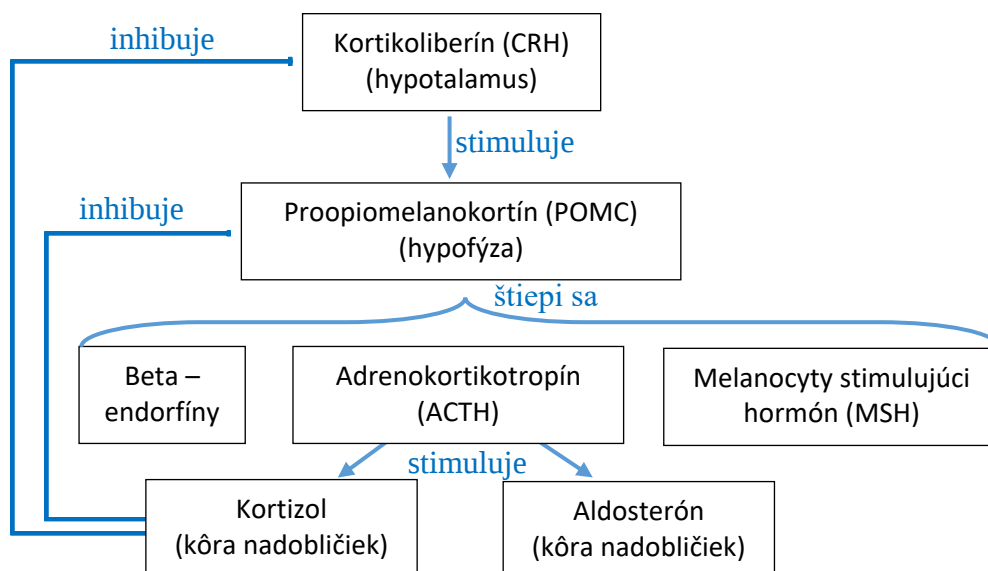


(obrázok upravený podľa: Abraham D. a kol.: Journal of Biological Rhythms 21(3): 169-176, 2006)

- A. V podmienkach stálej tmy sa nemutovaným myšiam stále predlžovala perióda biologického rytmu.
- B. V podmienkach stáleho svetla pri 200 a 300 lx má rytmus pohybovej aktivity mutovaných myší tendenciu začínať každý deň o niečo skôr.
- C. V LD podmienkach majú obe skupiny myší synchronizované biologické rytmy.
- D. V podmienkach stáleho svetla sa mutantným myšiam úplne vytratili biologické rytmy.

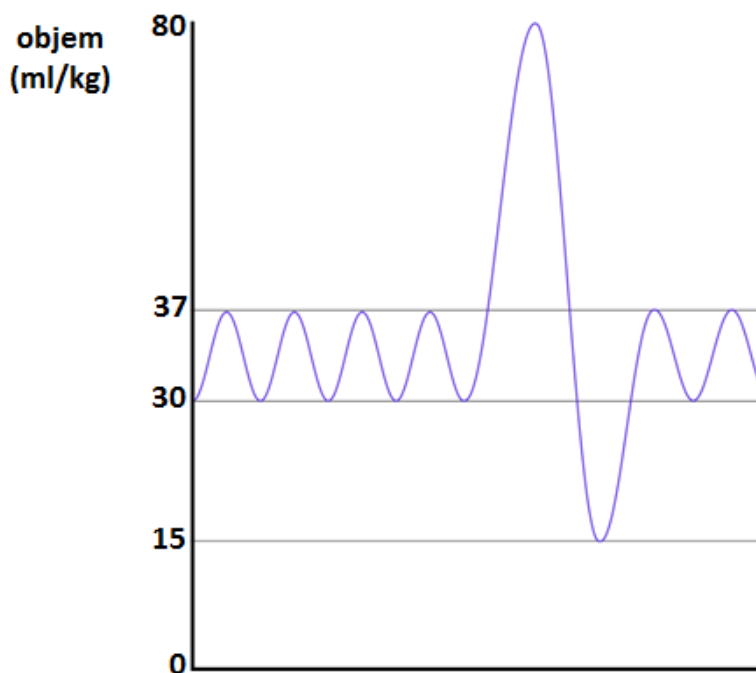
20. Addisonova choroba vzniká na podklade autoimunitného procesu, kedy imunitný systém ničí vlastné bunky nadobličiek. V rámci regulačných mechanizmov sa telo snaží stimulovať nefunkčnú kôru nadobličiek a kompenzovať jej zníženú funkciu. Tento regulačný mechanizmus vidíte na schéme. Ktoré tvrdenia sú pravdivé?

- A. Pri Addisonovej chorobe je nedostatok aldosterónu a kortizolu, vďaka čomu dochádza k zvýšenej produkcii kortikoliberínu (CRH) .
- B. Pri Addisonovej chorobe je nedostatok kortikoliberínu, čo vedie k zvýšenej produkcii kortizolu.
- C. Pri Addisonovej chorobe je zvýšená produkcia proopiomelanokortínu (POMC).
- D. Pri Addisonovej chorobe je znížená produkcia proopiomelanokortínu (POMC).
- E. Pri Addisonovej chorobe je zvýšená produkcia melanocyty stimulujúceho hormónu (MSH), čo vedie k stmavnutiu kože.



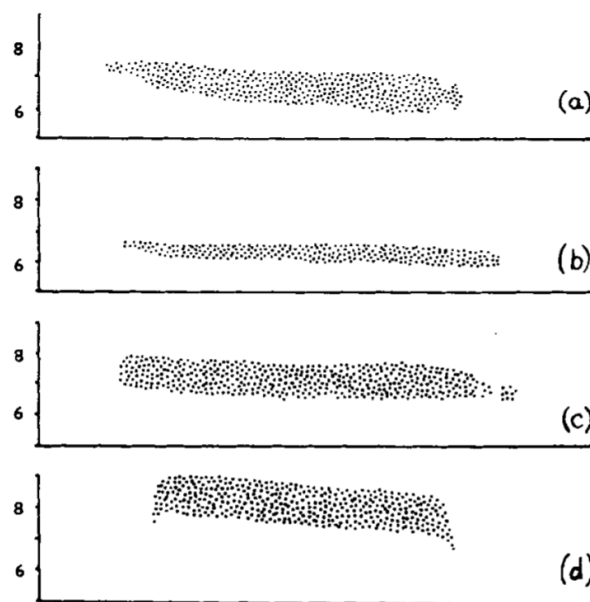
21. Človek vie vnímať 5 základných typov chutí – sladká(A), vyvolávaná jednoduchými sacharidmi; slaná (B), vyvolávaná soľami; kyslá(C), vyvolávaná kyselinami; horká(D), vyvolávaná napríklad alkaloidmi; a umami, vyvolávaná aminokyselinou glutamát. Chute vnímajú chuťové poháriky, čo sú špecializované bunky s rôznymi receptormi. Môže ísť o receptory metabotropné (I.) (také, na ktoré sa viaže nejaká molekula, napríklad glutamát, čo spúšťa signálnu kaskádu vnútri bunky), alebo iónové kanály, cez ktoré prúdia ióny, a tak menia vlastnosti cytoplazmatickej membrány. Pri vnímaní chuti sa uplatňujú dva typy kanálov – kanály pre Na⁺ (II.) a kanály pre H⁺ (III.). Na základe uvedených molekúl, ktoré vyvolávajú jednotlivé chute, priradte k jednotlivým chutiam (A-D) mechanizmus, akým sú vnímané (I. – III.)

22. Priebeh dýchania človeka je možné zaznamenávať tzv. spirometrom. Spirometer je prístroj, ktorý meria objem vzduchu nachádzajúci sa v ľudských pľúcach v konkrétnom čase a jeho výstupom je graf, ktorý vidíte na obrázku. Na grafe vidíme výstup merania, pri ktorom sa testovaný jedinec najprv štyrikrát normálne nadýchol (po každom nádychu nasledoval normálny výdych), potom spravil jeden maximálny nádych nasledovaný maximálnym výdychom. Ďalej znovu dýchal normálne. Ktoré z nasledujúcich tvrdení vyplýva z uvedeného experimentu?



- A. Pri maximálnom nádychu je človek s hmotnosťou 50 kg schopný zväčšiť objem vzduchu vo svojich pľúcach o 3000 ml.
- B. Keď po maximálnom nádychu človek normálne vydýchne, objem vzduchu v pľúcach mu klesne o 65 ml/kg telesnej hmotnosti.
- C. Človek s hmotnosťou 50 kg dokáže po normálnom nádychu vydýchnuť maximálne 1850 ml vzduchu.
- D. Človek s hmotnosťou 70 kg môže pri maximálnom nádychu dostať do pľúc o 3010 ml viac vzduchu ako pri obyčajnom nádychu.

23. Na obrázku vidíte sonogramy (grafickú reprezentáciu zvukového záznamu) výstražných volaní strnádky trstinovej (*Emberiza schoeniclus* – a), drozda čierneho (*Turdus merula* – b), sýkorky veľkej (*Parus major* – c) a sýkorky belasej (*Parus caeruleus* – d). Na osi y každého grafu je znázornená frekvencia v kHz. Každý z grafov zobrazuje rovnaký časový interval. Experimentálne bolo zistené, že tieto volania sú aj medzidruhovo zrozumiteľné. Vyberte tú z nasledujúcich možností, ktorá najlepšie vysvetľuje, ako mohlo dôjsť k evolúcii podobných výstražných volaní u rôznych druhov vtákov.



- A. Repertoár zvukov, ktoré tieto vtáky vydávajú je veľmi obmedzený a preto bolo u všetkých z nich náhodne selektované rovnaké volanie.
- B. Tieto druhy vtákov majú pravdepodobne rovnakých/podobných predátorov a výstražné volanie bolo selektované tak, aby bola čo najmenšia šanca jeho rozoznania predátorom.
- C. Schopnosť rozoznávať výstražné volania iných druhov vtákov poskytuje selekčnú výhodu.
- D. Je vhodné, aby bolo varovné volanie vysoko špecifické pre každého predátora.

24. Priradíte pojem k správnej definícii.

- A. Nidikolné vtáky
- B. Nidifúgne vtáky
- C. Altriciálne cicavce
- D. Prekociálne cicavce

1. opúšťajú hniezdo krátko po narodení (vyliahnutí) napr. kačka
2. zostávajú po narodení (vyliahnutí) v hniezde napr. slávik
3. mláďatá sa liahnu alebo rodia relatívne zrelé a mobilné, napr. kôň
4. sú po vyliahnutí alebo narodení relatívne imobilné, nemajú srst', a dospelé jedince sa musia o ne starať napr. potkan

D. GENETIKA

25. Farba srsti myši domovej (*Mus musculus*) je determinovaná jedným autozomálnym génom s pleotropným účinkom, ktorý sa vyskytuje v dvoch alelách. Myši pozorujeme buď hnedé alebo sivé. Krížením heterozygotov dostaneme 276 jedincov, pričom 92 z nich je hnedých.

Uvedte:

- A. Počet pozorovaných homozygotov
- B. Počet pozorovaných heterozygotov
- C. Genotypový štiepny pomer

26. Polydaktília (vyšší počet prstov) je autozomálne dominantne podmienený znak. Cystická fibróza je ochorenie, ktoré je podmienené autozomálne recesívne. Muž s polydaktýliou, ktorého matka mala normálny počet prstov, plánuje mať deti so zdravou ženou, ktorej sestra trpí cystickou fibrózou, no jej rodičia sú zdraví. Aká je pravdepodobnosť, že dieťa týchto rodičov bude mať cystickú fibrózu aj polydaktýliu? (Výsledok zaokrúhlite na celé číslo.)

- A. 0 %
- B. 6 %
- C. 13 %
- D. 25 %
- E. 40 %
- F. 50 %

27. Roztoč *Bryobia praetiosa* je jedným z mnohých druhov článkonožcov, ktoré napáda vnútrobunkový bakteriálny parazit *Wolbachia*. U tohto druhu roztoča *Wolbachia* spôsobuje partenogézu – nepohlavné rozmnožovanie samíc, čím sa zvyšuje šanca ďalšieho rozšírenia parazita. Ktoré z nasledujúcich tvrdení na základe týchto informácií platia?

- A. *Wolbachia* sa pri pohlavnom aj nepohlavnom rozmnožovaní prenáša na potomstvo od matky, nie od otca.
- B. *Wolbachia* sa pri pohlavnom aj nepohlavnom rozmnožovaní prenáša na potomstvo od otca, nie od matky.
- C. Pri pohlavnom rozmnožovaní sa parazit prenáša z jedinca na jedinca.
- D. *Wolbachia* sa prenáša z bunky do bunky najmä počas meiózy.
- E. V dôsledku infekcie baktériou *Wolbachia* je v populácii roztoča *B. praetiosa* nižšia genetická variabilita.

28. Onkogén je gén, ktorý za normálnych okolností aktivuje bunkový rast a delenie, avšak po mutácii alebo zmene expresie potencuje nekontrolovateľné delenie buniek. Naopak tumor supresorový gén (alebo aj anti-onkogén) je gén, ktorý spomaľuje alebo zastavuje bunkové

delenie a replikáciu DNA, avšak po mutácii túto schopnosť stráca – čo vedie taktiež k vzniku rakoviny. Na základe daných informácií označte, či je daný gén onkogén (O) alebo tumor supresorový gén (T).

- A. *P16* gén inhibuje cyklín-dependentnú kinázu CDK4/6. CDK4/6 je schopná spúšťať prechod z G1 do S fázy
- B. *PDGFR* gén kóduje povrchový receptor, ktorý po aktivácii spúšťa bunkové delenie prostredníctvom STAT3 transkripčného faktora
- C. *C-myc* gén transkripčný faktor schopný indukovať expresiu mnohých proliferatívnych gén
- D. *Raf1* gén kóduje enzým, ktorý postupnou signálnou dráhou aktivuje ERK1 a ERK2 kinázy schopné následne aktivovať transkripčné faktory bunkového delenia

29. Pri prokaryotických organizmoch môže dochádzať k prenosu genetickej informácie buď z generácie na generáciu (pri bunkovom delení) alebo horizontálne. Horizontálny prenos je možný nasledujúcimi spôsobmi – transformáciou, konjugáciou alebo transdukciou. Prokaryotické bunky si takto môžu odovzdávať rôzne gény, napríklad pre antibiotickú rezistenciu. Vyberte správne tvrdenia.

- A. Transformácia = príjem voľnej DNA z prostredia; konjugácia = prenos DNA vírusmi; transdukcia = prenos medzi dvomi bunkami pomocou plazmidov.
- B. Transformácia = prenos DNA vírusmi; konjugácia = príjem voľnej DNA z prostredia; transdukcia = prenos medzi dvomi bunkami pomocou plazmidov.
- C. Transformácia = prenos medzi dvomi bunkami pomocou plazmidov; konjugácia = príjem voľnej DNA z prostredia; transdukcia = prenos DNA vírusmi.
- D. Transformácia = príjem voľnej DNA z prostredia; konjugácia = prenos medzi dvomi bunkami pomocou plazmidov; transdukcia = prenos DNA vírusmi.

30. Z *E. coli* izolujete 1,3 kbp plazmid P a jeho štiepením reštrikčnými endonukleázami s rôznymi rozpoznávacími sekvenciami získate fragmenty s nasledujúcou dĺžkou:

štiepenie 1: EcoRI – 800 bp, 300 bp, 200 bp

štiepenie 2: HindIII – 800 bp, 500 bp

štiepenie 3: EcoRI + HpaII – 450 bp, 350 bp, 150 bp, 120 bp, 100 bp, 80 bp, 50 bp

Označte pravdivosť nasledujúcich výrokov – P ak je výrok pravdivý a N ak je nepravdivý.

- A. HindIII má na plazmide P pravdepodobne 1 štiepne miesto, keďže plazmidy majú lineárnu štruktúru
- B. Sekvenciu najmenšieho fragmentu zo štiepenia 2 môžeme získať zložením sekvencií dvoch najmenších fragmentov zo štiepenia 1
- C. Štiepením 4 s využitím HindIII a HpaII by sme získali 6 fragmentov
- D. Zvinutý plazmid P by sa na agarózovej elektroforéze dostal ďalej ako relaxovaný plazmid P
- E. Niektoré organizmy majú DNA s kruhovou genetickou mapou, ale lineárnou štruktúrou

31. Označte kombináciu dejov, ktoré môžu byť spúšťačom apoptózy (programovanej bunkovej smrti).

- A. Neopraviteľné poškodenie DNA
- B. Hromadenie oxidatívnych radikálov v bunke
- C. Vírusová infekcia
- D. Vysoké hladiny Ca^{2+} iónov v cytosole bunky

- I. Správna je len odpoveď a.)
- II. Správne sú len odpovede c.), d.)
- III. Správne sú len odpovede a.), b.), c.)
- IV. Správne sú všetky odpovede

E. EKOLÓGIA

32. Organizmy delíme na základe zdroja energie na fototrofné a chemotrofné. Obe skupiny vieme ďalej rozdeliť podľa schopnosti fixovať CO₂ do organických zlúčenín na autotrofné a heterotrofné. Nasledujúce skupiny organizmov priradte do zodpovedajúcej kategórie (1 do každej):

- A. fotoautotrof
- B. chemoautotrof
- C. fotoheterotrof
- D. chemoheterotrof

- I. Cykasy
- II. *Sulfolobus* – oxiduje H₂S alebo S na H₂SO₄
- III. Salpy
- IV. *Heliobacteria* – obsahuje bakteriochlorofyl g, ktorý je však inaktivovaný v prítomnosti O₂, ide teda o obligátne anaeróbne organizmy

33. Veľkosť populácie môžeme jednoducho modelovať berúc do úvahy jej natalitu, mortalitu a obmedzenosť zdrojov rovnicou:

$$N_{i+1} = N_i + N_i r \left(1 - \frac{N_i}{K}\right)$$

N vyjadruje počet jedincov v *i*-tej generácii a *r* predstavuje konštantu čistej rýchlosti rastu populácie.

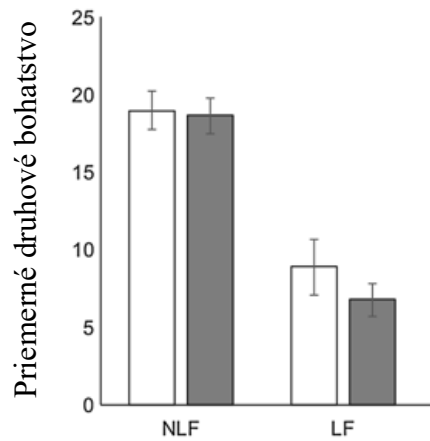
I. Vyberte správnu možnosť:

- A. Konštantu K vyjadruje rýchlosť umierania v populácii
- B. Konštantu K predstavuje nosnú kapacitu prostredia
- C. Populácia vymiera ak je jej početnosť menšia než K
- D. Ak sa $K = N_i$, $N_{i+1} = 2N_i$

II. V prvej generácii je 100 jedincov, každý jedinec má priemerne 3,4 potomka za 1 generačnú dobu, mortalita predstavuje 1,2 jedinca za generačnú dobu a $K = 500$.

Koľko jedincov bude v tretej generácii?

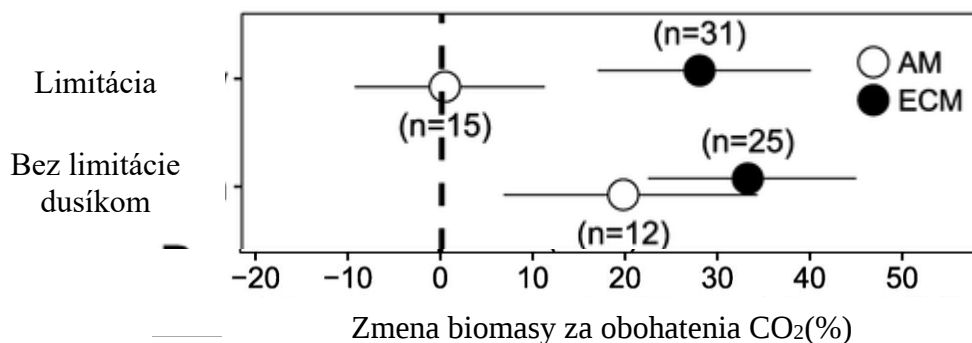
34. Rozmanitosť živých organizmov (biodiverzita) sa na rôznych stanoviskách líši. Faktory ovplyvňujúce tento jav sú predmetom intenzívneho výskumu. Whittaker do ekológie zaviedol tri merítka diverzity – α, β a γ diverzitu. α diverzita je diverzita v určitej lokalite a býva vyjadrená druhovým bohatstvom – počtom druhov. Ak sledujeme rozdiely v druhovej diverzite medzi lokalitami, meriame β diverzitu. Spočítame druhy, ktoré sú pre každú z lokalít unikátne. Dokážeme tak porovnať diverzitu rôznych lokalít. γ diverzita je merítkom celkovej diverzity rôznych lokalít – celkový počet druhov v regióne. V štúdiu v monzúnovom tropickom lese v juhovýchodnej Číne sme sledovali diverzitu papraďorastov vo vápencových lesoch (LF) a v nevápencových lesoch (NLF). Štúdia nezistila rozdiely v γ diverzite medzi nevápencovými lesmi a vápencovými lesmi. Na grafe je znázornené priemerné druhové bohatstvo papraďorastov na lokalitách v nevápencových a vápencových lesoch vo vlhkej sezóne (biela) a suchej sezóne (šedá).



Označte správne tvrdenia:

- A. α diverzita vápencových a nevápencových lesov sa signifikantne nelíši.
- B. Keďže γ diverzita vápencových a nevápencových lesov je porovnateľná, musí β diverzita vápencových lesov byť nižšia ako β diverzita nevápencových lesov.
- C. Očakávali by sme, že druhové zastúpenie sa bude viac líšiť medzi rôznymi lokalitami vápencových lesov.
- D. Ani jedna z uvedených možností nie je správna.

35. Rastliny v procese fotosyntézy odoberajú z atmosféry oxid uhličitý. Nárast v jeho koncentrácii by tak mal podporovať zvýšený rast – hovoríme o fertilizačnom efekte CO_2 . Avšak rastliny experimentálne vystavené zvýšeným koncentráciám CO_2 vykazujú škálu odpovedí v biomase – v niektorých experimentoch bol pozorovaný iba prechodný nárast, v iných žiaden. Rozdiely môžu byť spôsobené odlišnou mierou dostupnosti dusíku, avšak samotná koncentrácia dusíku výsledky vysvetliť nedokáže. Terrer et al. skúmali, akú úlohu v popísanom jave zohráva asociácia s mykoríznymi hubami. Graf znázorňuje zmenu celkovej biomasy pri obohatení o CO_2 dvoch typov mykoríznych rastlín (arbuskulárnej mykorízy - AM a ektomykorízy – ECM) v podmienkach limitácie dusíkom a v podmienkach, keď je limitácia dusíkom nepravdepodobná. Fertilizačný efekt

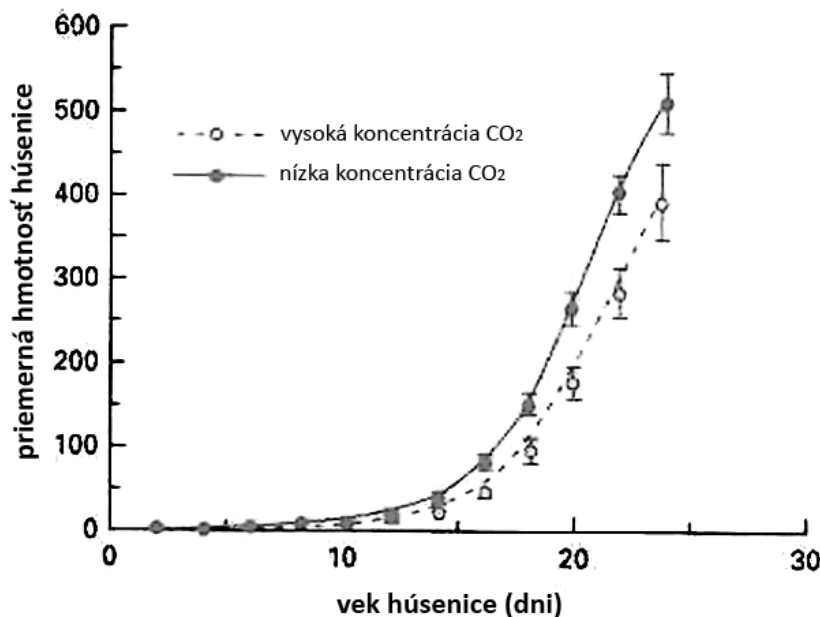


CO_2 nastáva v prípade, že nedôjde k pretnutiu nulovej čiary.

Označte správne tvrdenia:

- A. Mykorízna asociácia nemá vplyv na fertilizačný efekt CO_2 .
- B. Mykorízna asociácia za každých okolností vplýva pozitívne na rast rastlín za zvýšenej koncentrácie CO_2 .
- C. Nárast v biomase rastlín s ektomykorízou za zvýšenej koncentrácie CO_2 nezávisí na dostupnosti dusíka v prostredí.
- D. Nárast v biomase rastlín s arbuskulárnou mykorízou za zvýšenej koncentrácie CO_2 závisí od dostupnosti dusíka v prostredí.

36. Na obrázku nižšie je graf ukazujúci závislosť nárastu hmotnosti v čase u húsenice motýľa *Junonia coenia*. Húsenice boli rozdelené na dve skupiny, prvá bola kŕmená skorocelom, ktorý rástol v atmosfére s nízkou koncentráciou oxidu uhličitého, druhá bola kŕmená skorocelom rastúcim v atmosfére so zvýšenou koncentráciou oxidu uhličitého. Vyberte pravdivé tvrdenie/a.



- A. Húsenice rastú relatívne rýchlejšie, ak sú živé skorocelom pestovaným v atmosfére s vysokou koncentráciou CO₂, pretože pri vysokej koncentrácii CO₂ tvorí skorocel výrazne viac biomasy.
- B. Húsenice rastú relatívne rýchlejšie, ak sú živé skorocelom pestovaným v atmosfére s nízkou koncentráciou CO₂, pretože pri nízkej koncentrácii CO₂ rastliny viažu viac kyslíka v pomere k fosforu, a sú tak na jednotku váhy viac výživné.
- C. Húsenice rastú relatívne rýchlejšie, ak sú živé skorocelom pestovaným v atmosfére s nízkou koncentráciou CO₂, pretože pri vysokej koncentrácii CO₂ rastliny viažu viac uhlíka v pomere k dusíku, a sú tak na jednotku váhy menej výživné.
- D. Húsenice rastú relatívne rýchlejšie, ak sú živé skorocelom pestovaným v atmosfére s nízkou koncentráciou CO₂, pretože pri nízkej koncentrácii CO₂ nedochádza k fotorespirácii a skorocel tvorí výrazne viac biomasy.

F. EVOLÚCIA A SYSTEMATIKA

37. Významnú úlohu pri evolúcii mnohých organizmov môže zohrávať aj pohlavný výber. Vyberte pravdivé tvrdenie/a.

- A. Pri pohlavnom výbere medzi sebou súperia príslušníci opačných pohlaví dvoch druhov o obmedzené zdroje.
- B. Výrazný pohlavný dimorfizmus sa vyskytuje skôr u druhov, kde sa o potomkov starajú obaja rodičia ako u druhov, kde sa o potomkov stará len jeden z rodičov.
- C. Pohlavný výber sa uplatňuje výlučne u živočíchov.
- D. Intenzívne pohlavný výber môže u niektorých druhov viesť k adaptáciám, ktoré svojmu nositeľovi znižujú odolnosť proti parazitom či predátorom.

38. Mnohé druhy rastlín vykazujú v južnej Európe výrazne vyššiu genetickú diverzitu než v strednej či severnej Európe. Čo je pravdepodobne hlavnou príčinou tohto fenoménu?

- A. V južnej Európe je v dôsledku väčšieho množstva slnečného žiarenia vyššia priemerná mutačná rýchlosť, čo zvyšuje aj genetickú diverzitu miestnych populácií.
- B. Južná Európa má výrazne rôznorodejšie klimatické podmienky, čo umožňuje koexistenciu viacerých ekologicky adaptovaných populácií jedného druhu súčasne.
- C. Mnohé rastliny sa v severnejších častiach Európy rozšírili z refúgií až po poslednej dobe ľadovej, kým v južnej Európe dlhodobo prežívali na väčšom území.
- D. Ťažké kovy z morskej vode pôsobia ako mutagény, populácie v Južnej Európe preto majú výrazne vyššiu mutačnú rýchlosť, čo zvyšuje aj genetickú diverzitu miestnych populácií.

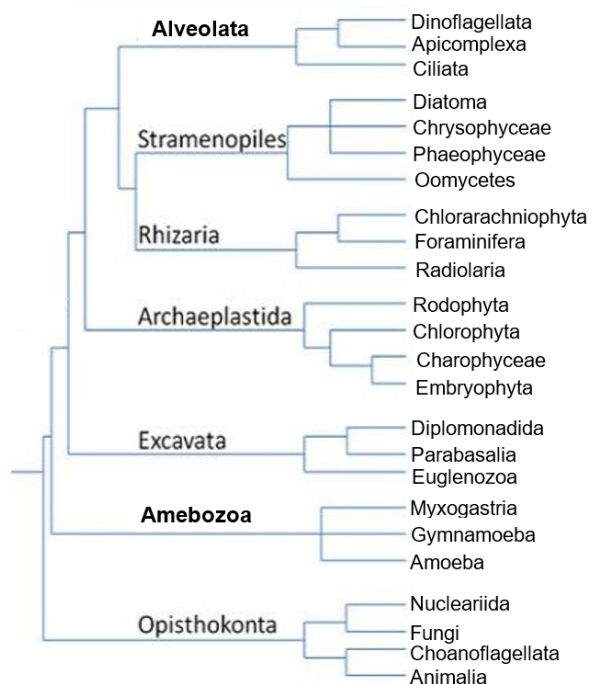
39. Mitochondriálny genóm kóduje iba málo proteínov. Je preto potrebné importovať do mitochondrií proteíny translatované v cytosole. Nesú signálnu sekvenciu, ktorá ich cieli do mitochondrie. Rozpoznáva ju receptor vo vonkajšej mitochondriálnej membráne – Tom20. Proteín Tom20 bol najprv charakterizovaný u myši. V rastlinách sa nenašiel žiaden sekvenčne príbuzný proteín s rovnakou štruktúrou, avšak našiel sa 20 kDa proteín (taktiež označený Tom20), funkčne ekvivalentný živočíšnemu Tom20 proteínu. Rastlinný Tom20 je v membráne ukotvený C koncom, u živočíchov kotví N koncom.

Ako možno toto pozorovanie vysvetliť?

- A. Spoločný predok rastlín a živočíchov mal ancestrálny Tom20, od divergencie týchto skupín však ubehlo toľko času a akumulovalo sa také množstvo zmien, že nie je možné odhaliť ich spoločný pôvod.
- B. Tom20 sa u rastlín a živočíchov vyvinul nezávisle, ale plní rovnakú funkciu.
- C. Tom20 u rastlín a živočíchov má odlišný pôvod, keďže mitochondrie rastlín a živočíchov majú odlišný pôvod.
- D. Ide o príklad konvergentnej evolúcie.

40. Na základe zobrazeného dendrogramu a vašich vedomostí označte, či je uvedené tvrdenie pravdivé (P) alebo nepravdivé (N):

- A. *Choanoflagellata* je sesterskou skupinou živočíchov
- B. Je vysoko pravdepodobné, že posledný spoločný predok všetkých eukaryotických organizmov bol schopný dlhodobej oxygénnej fotosyntézy
- C. Zobrazený dendrogram podporuje hypotézu, že skupina *Protista* je parafyletická skupina
- D. Je pravdepodobné, že mnohobunkovosť sa nezávisle vyvinula aspoň 4-krát
- E. Zobrazený dendrogram naznačuje, že posledný spoločný predok červených a hnedých rias **nebol** zároveň predkom nálevníkov (ako napr. *Paramecium*)



Číslo	A	B	C	D	E	Body
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						
9.						
10.						
11.						
12.						
13.						
14.						
15.						
16.						
17.						
18.						
19.						
20.						
21.						
22.						
23.						
24.						
25.						
26.						
27.						
28.						
29.						
30.						
31.						
32.						
33.						
34.						
35.						
36.						
37.						
38.						
39.						
40.						

Autori: doc. Mgr. Miroslava Slaninová, PhD., Mgr. Zuzana Dzirbíková, PhD., Mgr. Tomáš Augustín, PhD., Mgr. Katarína Juríková, PhD., Mgr. Jaroslav Ferenc, Bc. Lukáš Janošík, Mgr. Filip Červenák, PhD., Ján Hunák, Oliver Pitoňak, Dominik Kopčak
Recenzia: Mgr. Zuzana Dzirbíková, PhD., prof. RNDr. Peter Fedor, PhD.
Test zostavil: doc. Mgr. Miroslava Slaninová, PhD.
Redakčná úprava: doc. Mgr. Miroslava Slaninová, PhD.
Slovenská komisia Biologickej olympiády
Vydal: IUVENTA Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2020