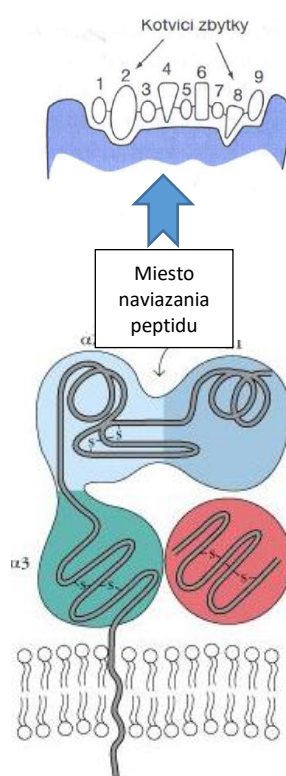


A. BUNKOVÁ BIOLÓGIA A MIKROBIOLÓGIA

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?

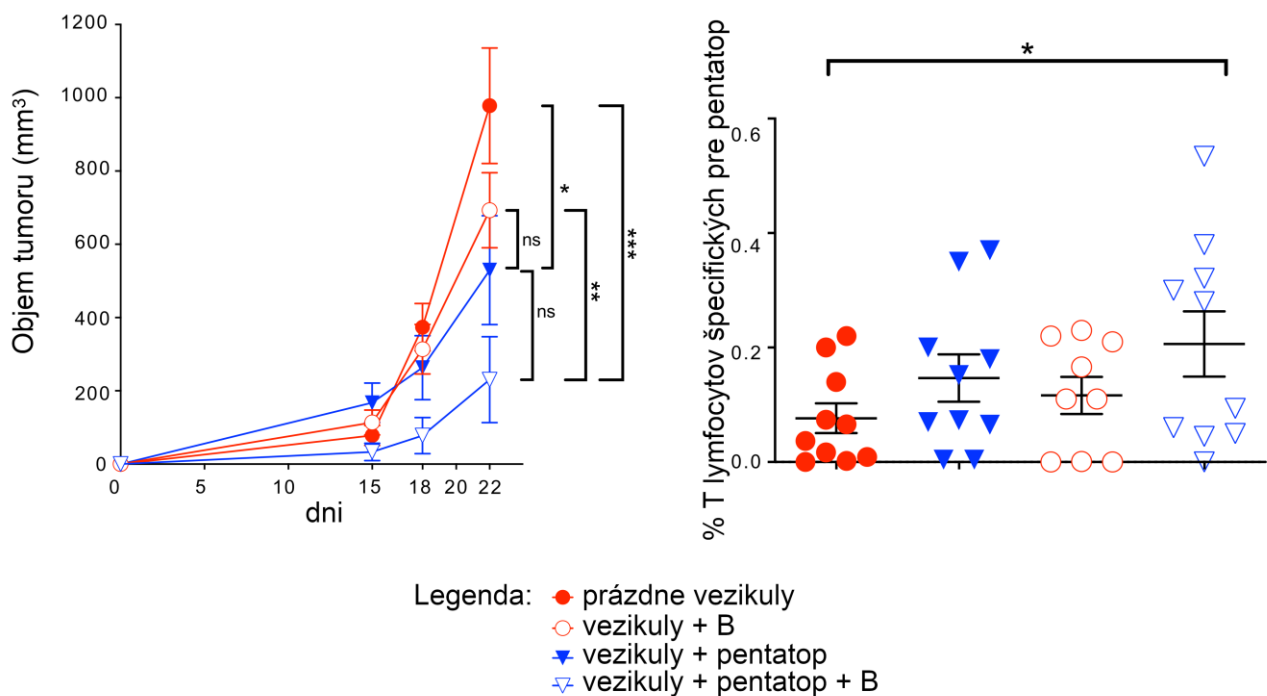
- A. Natural killers zabíjajú bakteriálne bunky.
- B. Natural killers zabíjajú rakovinové bunky, keďže podstatou vzniku rakovinej bunky sú zmeny v DNA a teda aj proteínoch.
- C. Natural killers zabíjajú vírusmi napadnuté bunky, keďže tie menia proteínové zloženie bunky.
- D. Natural killers zabíjajú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



2. Ľudský mikrobióm (súbor mikroorganizmov, ktoré osídľujú rôzne časti tela) je do veľkej časti stále nepreskúmaný, no v posledných rokoch sa vynára jeho úloha v stimulácii prirodzenej imunity. V súčasnosti sa dokonca testuje hypotéza, na základe ktorej by zloženie mikrobiómu mohlo ovplyvňovať rozvoj rakoviny.

Na nasledujúcich grafoch vidíte výsledky experimentu, pri ktorom boli myšiam podané dva rôzne preparáty (samostatne alebo v kombinácii): jeden obsahoval baktérie *Bifidobacterium* (označené v legende "B"), druhý obsahoval vezikuly (aké tieto baktérie bežne vylučujú do prostredia), na ktorých povrch bol upevnený tzv. pentatop – kombinácia piatich peptidov z bunkovej steny *Bifidobacterium*. Kontrolný preparát obsahoval prázdne vezikuly bez akýchkoľvek epitopov na povrchu. Všetkým myšiam boli potom do tela dopravené bunky rakoviny hrubého čreva, ktoré sa v tele myší uhniesdili a vytvorili tumor.

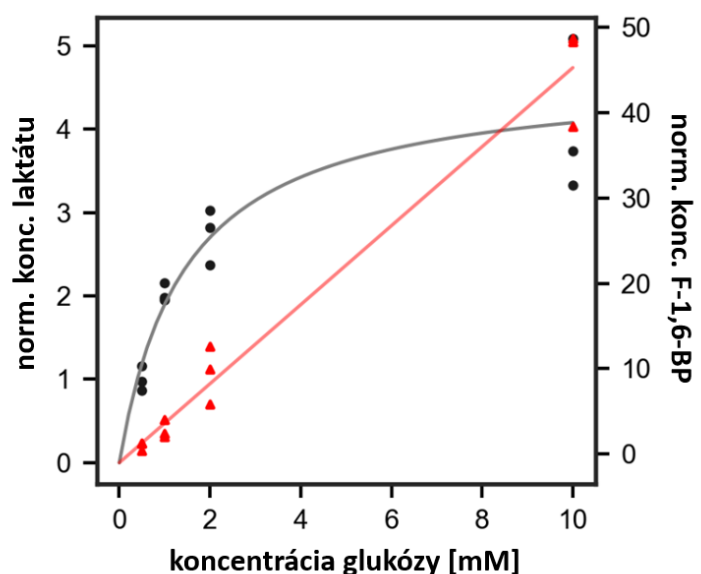
Na nasledujúcich grafoch sú uvedené výsledky experimentu. Hviezdičky znázorňujú mieru spoľahlivosti, že sa dané dve hodnoty líšia – čím viac hviezdíčiek, tým vyššia štatistická pravdepodobnosť rozdielu. ns = hodnoty sa štatisticky nelíšia



Tieto výsledky ukazujú, že:

- Podávanie preparátov s baktériami alebo pentatopom viedlo k stimulácii rozvoja rakoviny
- Najväčší vplyv na rast tumoru mala kombinácia baktérie + pentatop
- Je možné, že v myšiach, ktorým bol podaná dvojkombinácia pentatop + baktérie, bol do kontroly rozvoja tumoru zapojený imunitný systém
- V tomto experimente malo podanie vezikúl s pentatopom a podanie baktérií *Bifidobacterium* opačný dopad na rozvoj rakoviny u pozorovaných myší.

3. Keďže väčšina enzýmov v bunkách nie je saturovaná, meranie koncentrácií rôznych metabolitov v bunkách nám nie vždy poskytuje správny obraz o ich metabolickej aktivite. V mnohých metabolických dráhach však existujú regulačné kroky, v ktorých produkcia určitého metabolitu zodpovedá aj aktivite príslušnej dráhy. Tieto metabolity sa zvyknú označovať aj ako sentinelové metabolity a spravidla regulujú aktivitu príslušných metabolických dráh. Priamym sentinelovým metabolitom glykolýzy je fruktóza-1,6-bisfosfát (F-1,6-BP), ale nepriamo je na meranie jej aktivity možné využiť aj hladiny laktátu. Na grafe vidíte, ako sa menia koncentrácie týchto dvoch metabolitov (laktát je znázornený čiernou farbou, F-1,6-BP červenou) v bunkách myšacieho embrya v závislosti na koncentrácii glukózy v médiu (koncentrácie metabolitov sú normalizované na situáciu s 0.05 mM glukózy v médiu). Ktoré z nasledujúcich tvrdení môžete na základe tohto grafu vysloviť?



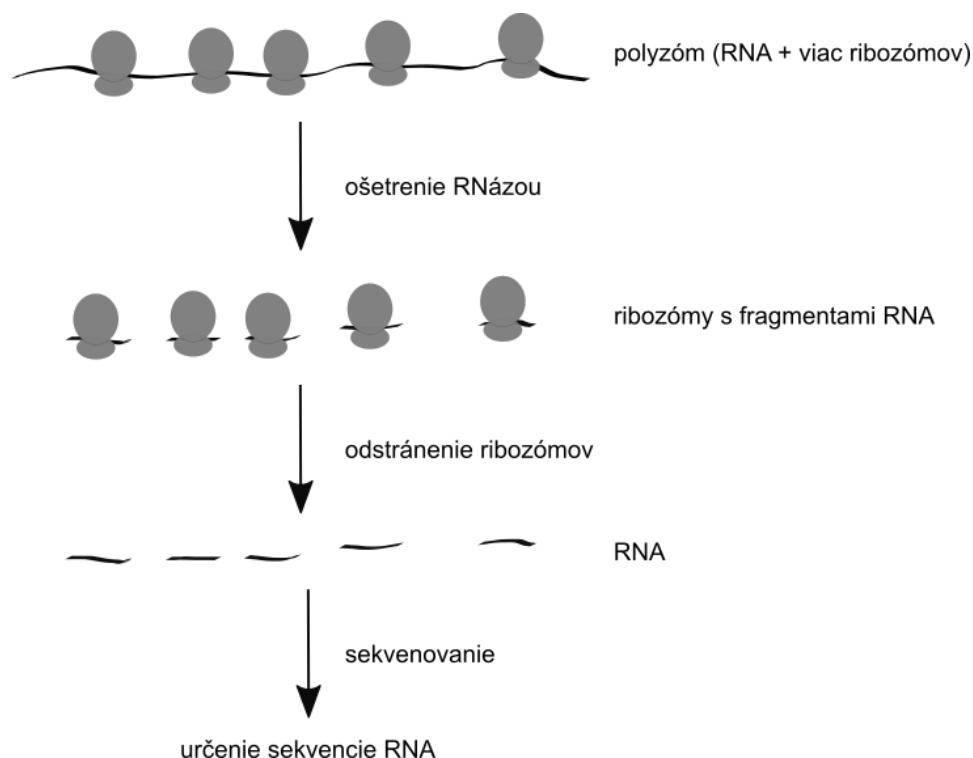
- A. V rozmedzí koncentrácií glukózy 2 mM až 10 mM je F-1,6-BP citlivejším ukazovateľom aktivity glykolýzy než laktát.
- B. V rozmedzí koncentrácií glukózy 1 mM až 2 mM je F-1,6-BP citlivejším ukazovateľom aktivity glykolýzy než laktát.
- C. Laktát pozitívne koreluje s aktivitou glykolýzy kým F-1,6-BP je s ňou korelovaný negatívne.
- D. Laktát je lepším ukazovateľom aktivity glukoneogenézy než F-1,6-BP.
- E. Pri koncentráciách glukózy nad 10 mM je hlavným zdrojom energie v bunkách alkoholové kvasenie.

4. Semipermeabilita je schopnosť biologických membrán selektívne prepúšťať len určitý typ molekúl na základe vlastností danej membrány. Napíšte do odpovedovej tabuľky číslo so správnou kombináciou 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 |

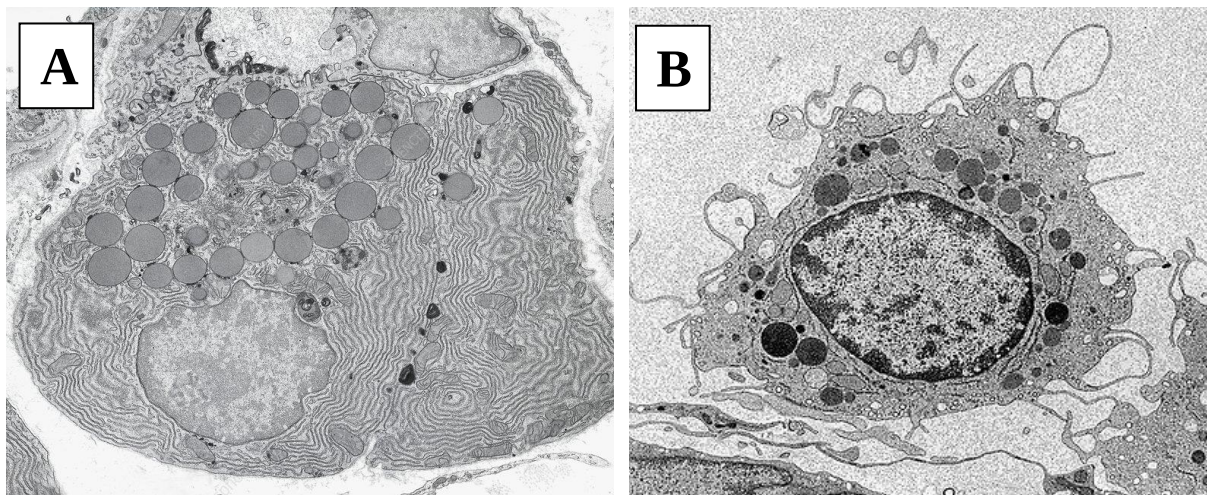
5. Metóda profilovania ribozómov (*ribosome profiling*) je nová metóda, ktorá umožňuje analyzovať, aké molekuly RNA sa viažu na ribozómy v danej bunke. Táto metóda využíva fakt, že ribozómy chránia RNA, na ktorú sa viažu, pred štiepením RNázou (enzým štiepiaci RNA). Obrázok nižšie znázorňuje kroky profilovania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



Aké RNA identifikuje sekvenovanie po profilovaní ribozómov z ľudských pečenečných 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

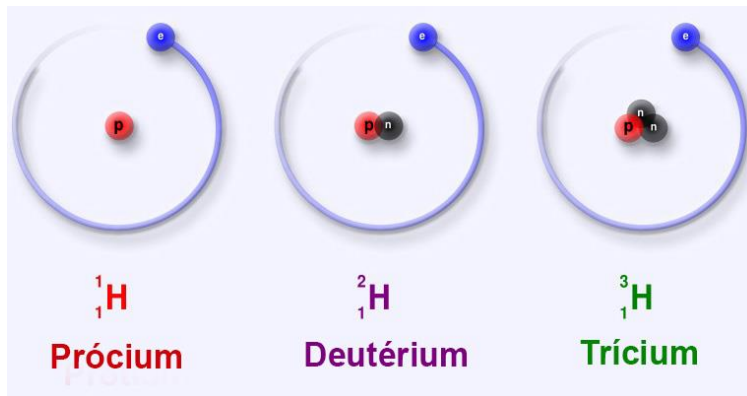
6.



Na obrázkoch vyššie vidíte mikrofotografie rezov dvoma typmi ľudských buniek z transmisného elektrónového mikroskopu. Na základe štruktúry týchto buniek určte, ktoré z nasledujúcich tvrdení je/sú pravdivé

- A. Obe bunky sú pohyblivé.
 - B. Bunka A je pravdepodobne špecializovaná na sekréciu, kým bunka B na fagocytózu.
 - C. Bunka A je neurón, kým bunka B pochádza z črevného epitelu.
 - D. Bunka A, na rozdiel od bunky B, neobsahuje jadro.
 - E. Bunka A je nepohyblivá, avšak bunka B sa dokáže aktívne pohybovať.
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
8. Vodík má tri prirodzene sa vyskytujúce izotopy líšiace sa počtom neutrónov v jadre – prócium, deutérium a trícium. Deutérium (a jeho zlúčeniny) sa odlišuje od bežne sa vyskytujúceho prócia svojou vyššou hmotnosťou (takmer dvojnásobne vyššia atómová hmotnosť), vyššími disociačnými väzbami s inými prvkami (vytvára pevnejšie väzby) ako aj lepšou stabilizáciou

organických molekúl (najmä proteínov). Ak by sme v laboratórnych podmienkach použili zlúčeniny pozostávajúce výhradne z atómov deutéria, ktoré zmeny biologických procesov by sme mohli očakávať oproti zlúčeninám obsahujúcim prócium?

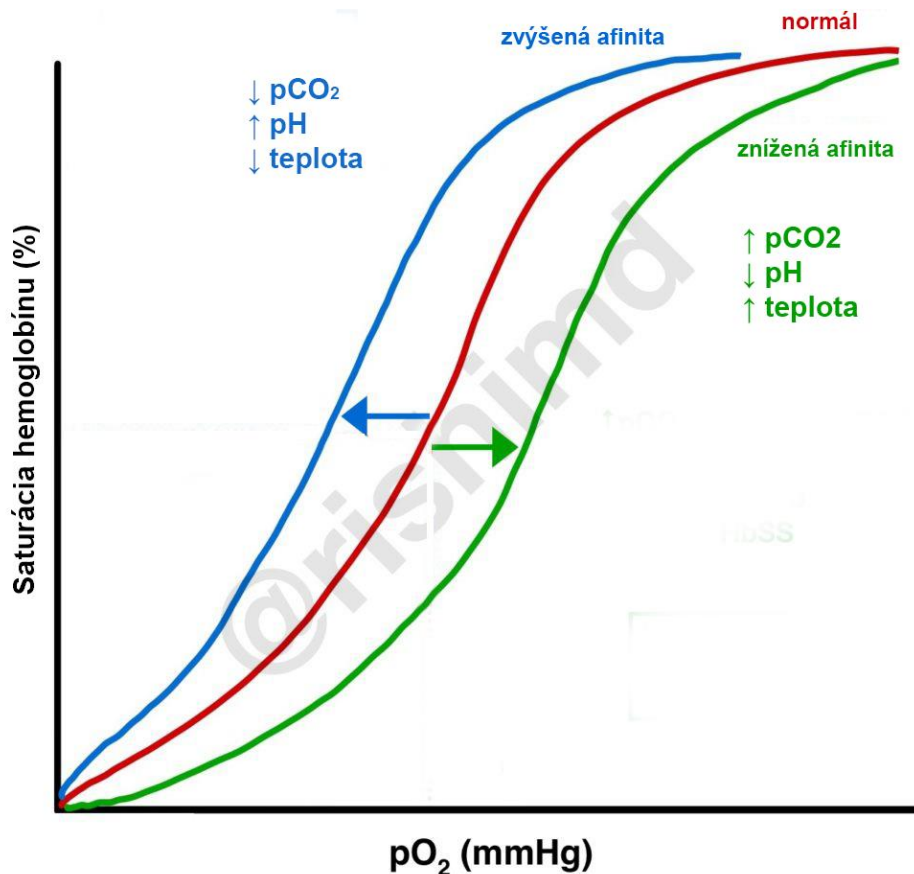


- A. Vyparovanie vody z povrchu listov by prebiehalo pomalšie
- B. Vakcíny obsahujúce inaktivované vírusové častice by boli termostabilnejšie
- C. Biochemické reakcie by prebiehali pomalšie
- D. V procese fotosyntézy by rastlina spotrebovala za rovnakých podmienok hmotnostne menšie množstvo vody

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.

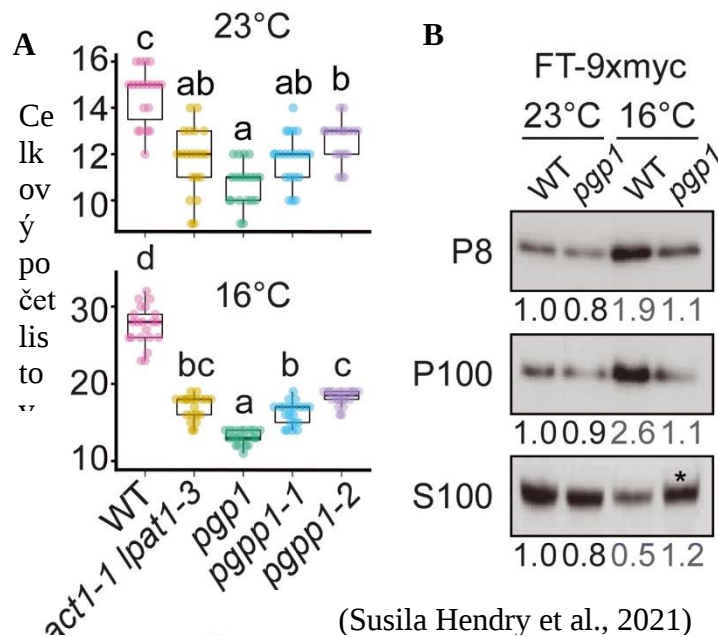
10. Na nasledujúcom grafe vidíte disociačné krivky komplexu kyslík-hemoglobín, ktoré zobrazujú závislosť percentuálnej obsadenosti väzobných miest pre kyslík na hemoglobíne od parciálneho tlaku kyslíka pO_2 (ekvivalent koncentrácie kyslíka vo vzduchu). Na červenej krivke môžeme vidieť ako dochádza za normálnych podmienok k nasycovaniu (saturácii) hemoglobínu kyslíkom s jeho narastajúcou koncentráciou (resp. pO_2). Avšak za špecifických podmienok, ako je zvýšená koncentrácia (parciálny tlak) CO_2 , znížené pH alebo zvýšená teplota, dochádza k zníženiu afinity (sila interakcie medzi kyslíkom a hemoglobínom). Pri zníženej afinite teda hemoglobín ťažšie prijíma, ale ľahšie uvoľňuje kyslík. Krivka zobrazujúca zníženú afinitu hemoglobínu ku kyslíku je teda posunutá doprava (zelená krivka). Naopak za podmienok, ktoré vedú k zvýšenej afinite je krivka posunutá doľava (modrá krivka). **Na základe týchto informácií označte správne tvrdenia.**



- A. Pri zvýšenej fyzickej námahe hemoglobín ľahšie uvoľňuje kyslík v dôsledku narastajúcej koncentrácie CO_2 v krvi
- B. Pri nedostatočnom zásobení svaly kyslíkom dochádza k produkcii kyseliny mliečnej, ktorá uľahčuje uvoľňovanie kyslíka z červených krviniek
- C. Zvýšená telesná teplota pri infekcii vedie k vyššej saturácii hemoglobínu a lepšiemu zásobeniu tkanív kyslíkom, čo je dôležité pre správnu funkciu imunitného systému
- D. Podávanie kyslíka u pacientov s respiračnou nedostatočnosťou znižuje saturáciu hemoglobínu, ale zlepšuje zásobenie tkanív organizmu kyslíkom

B. ANATÓMIA A FYZIOLOGIA RASTLÍN A HÚB

11. Kvitnutie je u rastlín silne regulovaný proces ovplyvnený mnohými faktormi, napríklad fotoperiódou, dostupnosťou živín alebo teplotou. Dôležitým proteínom u *Arabidopsis thaliana* je FT (FLOWERING LOCUS T). V podmienkach dlhého dňa sa vytvára v sprievodných bunkách floému v listoch. Floémovým tokom sa dostane až do apikálneho meristému nadzemnej časti, kde iniciuje kvitnutie. FT proteín interaguje so záporne nabitými fosfolipidmi, predovšetkým s fosfatidylglycerolom (PG). Tento výsledok naznačuje, že by sa fosfolipidy mohli podieľať na regulácii kvitnutia. Zistilo sa, že FT proteín môže meniť vnútrobunkovú lokalizáciu. Rozhodli ste sa vykonať dva experimenty – zistiť, či sa u biosyntetických mutantov fosfatidylglycerolu oproti kontrole (WT) líši čas vytvorenia kvetu v podmienkach dlhého dňa (vyjadrený ako počet listov pri vykvitnutí) a ako sa líši vnútrobunková lokalizácia FT proteínu u WT a biosyntetického mutantu. FT proteín ste identifikovali imunoblotom v membránových frakciách P8 (jadro, chloroplast, mitochondrie) a P100 (plazmatická membrána, ER) a cytosolickej frakcii S100.



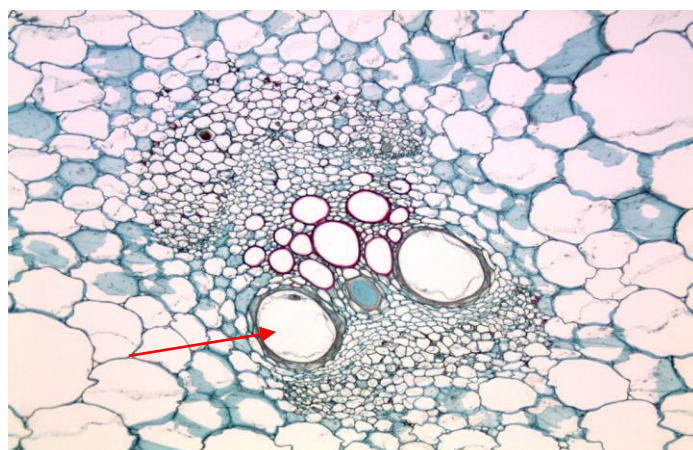
Označte správne tvrdenia:

- A. Biosyntetické mutanty kvitnú skôr ako divoký typ.
- B. Teplota nemá na indukciu kvitnutia u divokého typu za podmienok dlhého dňa žiaden vplyv.
- C. Vnútro bunková lokalizácia FT sa pri 23°C u divokého typu a *pgp1* mutanta významne nelíši.
- D. Pri nižšej teplote fosfatidylglycerol sekvstruje FT proteín v membránovej frakcii a negatívne vplýva na iniciáciu kvitnutia.

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?

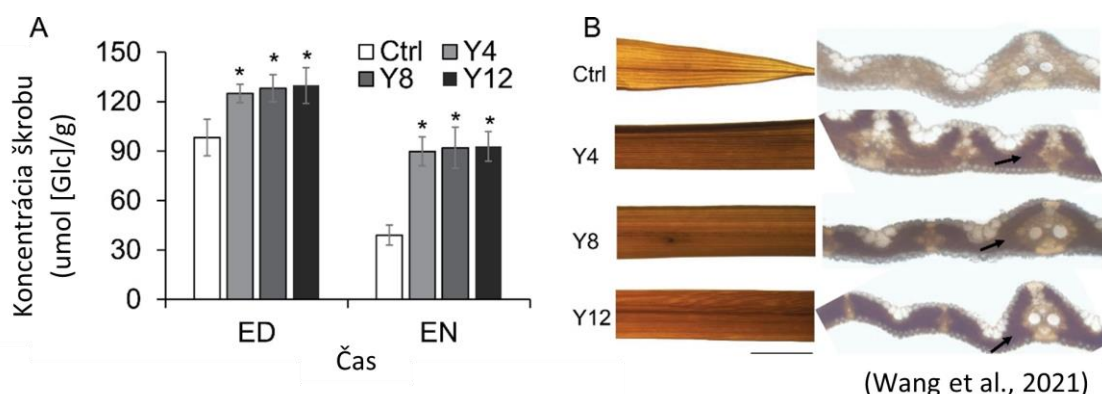
- A. Zvýšená prítomnosť aniónov OH^- vedie k zmene zafarbenia na červené.
- B. Ak kvety obsahujúce antokyánové farbivá vystavíme kyslému prostrediu, vždy získajú svetlejšiu farbu.
- C. V kvetoch muškátu je vyššie pH ako v kvetoch fialky.
- D. Zvýšená prítomnosť kationov H^+ vedie k zmene zafarbenia na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

13. Označte správne tvrdenia o cievnom zväzku.



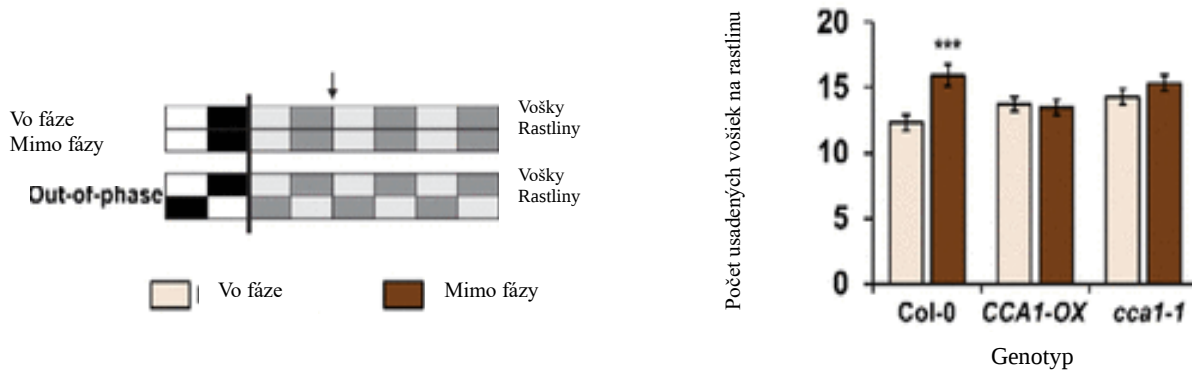
- A. Zobrazený objekt by sme očakávali na priečnom reze koreňa.
- B. Ide o kolaterálny cievny zväzok.
- C. V štruktúre označenej šípkou by sme očakávali vysoký obsah sacharózy.
- D. Ani jedna z možností nie je správna.

14. V mezofylových bunkách listu sa pri fotosyntéze vytvárajú sacharidy. Potrebne sú avšak aj v iných rastlinných orgánoch, napríklad v koreni alebo apikálnom meristéme či plodoch. Mechanizmy transportu sacharidov (predovšetkým sacharózy) sú rozmanité. Existujú dva základné spôsoby, ako sa sacharóza dostáva do transportnej dráhy. Prvý spôsob je apoplastické nakladanie. Sacharóza sa najprv po koncentračnom gradiente za účasti transportéru dostáva uľahčenou difúziou do bunkovej steny a následne do transportnej dráhy aktívnym transportom symportom s protónom. Alternatívou je symplastické nakladanie. Sacharóza po koncentračnom gradiente prechádza z produkčnej mezofylovej bunky plazmodezmami až do vodivého pletiva. Jednou z možností, ako zistiť spôsob nakladania sacharózy, je expresia enzýmu invertázy v bunkovej stene. Invertáza štiepi sacharózu na glukózu a fruktózu. Invertázu exprimujeme v ryži. Pracujeme s tromi líniami, ktoré exprimujú aktívnu invertázu – Y4, Y8 a Y12. Prevedieme nasledovný experiment – budeme sledovať obsah škrobu v listoch na konci dňa (ED) a na konci noci (EN) pomocou kvantitatívnej analýzy a farbenia Lugolovým roztokom na konci noci. Označte správne tvrdenia:



- A. U všetkých sledovaných líní pozorujeme zvýšenú koncentráciu škrobu v listoch na konci dňa oproti kontrole.
- B. Výsledky kvantitatívnej analýzy a farbenia Lugolovým roztokom si vzájomne odporujú.
- C. Experiment naznačuje apoplastické nakladanie u ryže.
- D. Vodivé pletivo, do ktorého je sacharóza nakladaná, sa nazýva xylém.

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

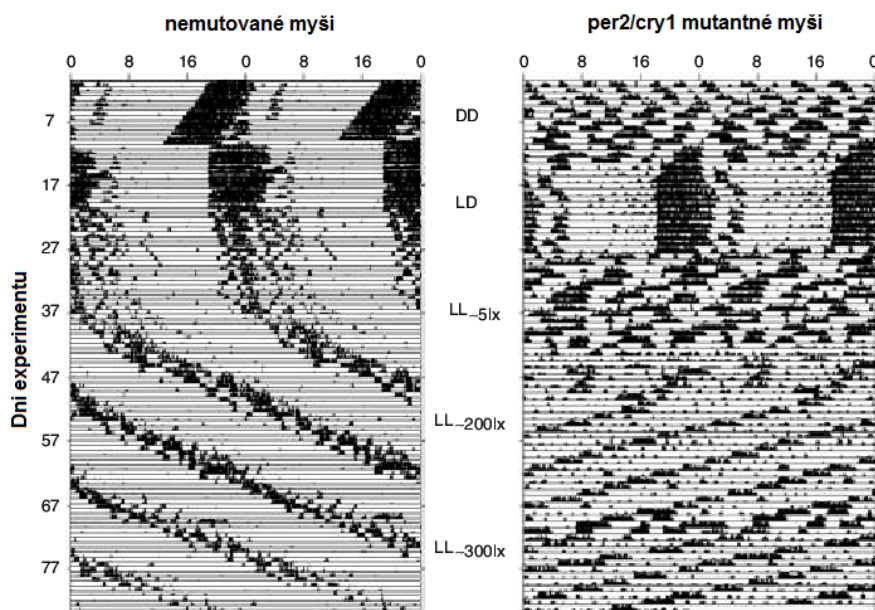
17. Počas srdcového cyklu otvorenie atrioventrikulárnych chlopní po ktorých nasleduje relaxácia komôr má za následok:

- 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 príóny, 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, kľudový 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).

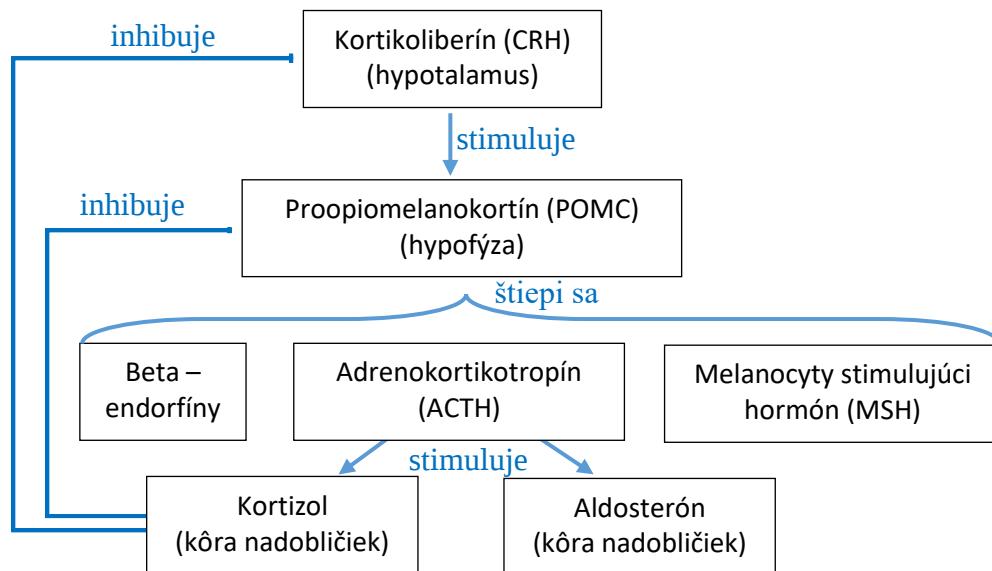


(obrázok upravený podľa: Abraham D. a kol.: Journal of Biological Rhythms 21(3): 169-176, 2006)

- 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.

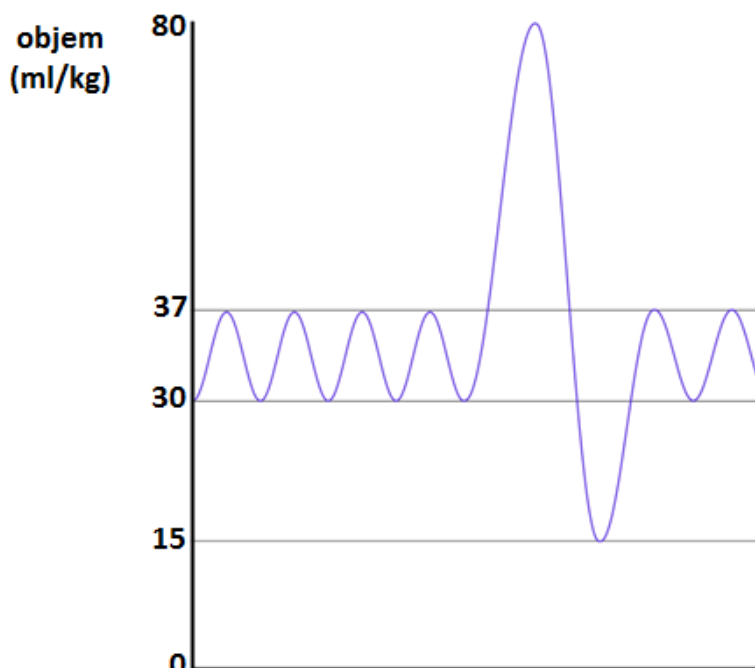
20. Addisonova choroba vzniká na podklade autoimunitného procesu, kedy imunitný systém ničí vlastné bunky nadobličiek. V rámci regulačných mechanizmov sa telo snaží stimulovať nefunkčnú kôru nadobličiek a kompenzovať jej zníženú funkciu. Tento regulačný mechanizmus vidíte na schéme. Ktoré tvrdenia sú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



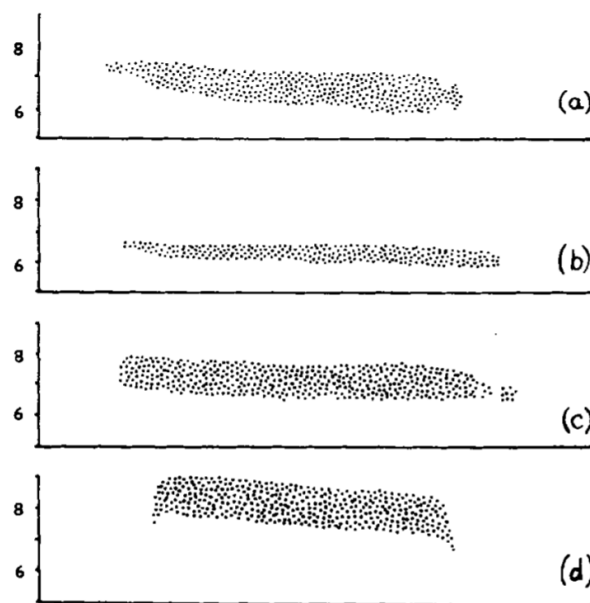
21. Človek vie vnímať 5 základných typov chutí – sladká(A), vyvolávaná jednoduchými sacharidmi; slaná (B), vyvolávaná soľami; kyslá(C), vyvolávaná kyselinami; horká(D), vyvolávaná napríklad alkaloidmi; a umami, vyvolávaná aminokyselinou glutamát. Chute vnímajú chuťové poháriky, čo sú špecializované bunky 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 v odpovedovej tabuľke 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. Priradte definíciu (1-4) k jednotlivým pojmom (A-D)

- 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. V populácii, ktorú študujete, je zastúpenie recesívnej alely 40%. Aká bude frekvencia recesívnych homozygotov v ďalšej generácii, ak bude voči homozygotne recesívnym jedincem v súčasnej generácii uplatnené absolútna selekcia pred tým, ako by mali možnosť rozmnožiť sa? (Okrem selekčného tlaku je populácia v rovnováhe.)

26. Polydaktýlia (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?

- 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 génov
- 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. Označte pravdivé tvrdenie o mutáciách:

- A. vznikajú ako odpoveď organizmu na selekčný tlak
- B. sú vždy dôsledkom mutagénnych vplyvov vonkajšieho prostredia na organizmus
- C. môžu vznikať vo väčšej miere v mitochondriálnej DNA v porovnaní s jadrovou DNA
- D. sa v populácii, kde vzniknú, môžu udržať jedine v prípade, že sú prospešné pre svojho nositeľa a zvyšujú jeho reprodukčnú fitness
- E. nikdy nemajú pozitívny vplyv na schopnosť prežitia alebo rozmnožovania sa jedinca

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. Lichenizmus je špecifický príklad symbiózy medzi hubou a riasou alebo sinicou. Ktoré z nasledujúcich tvrdení o tomto vzťahu je/sú pravdivé?

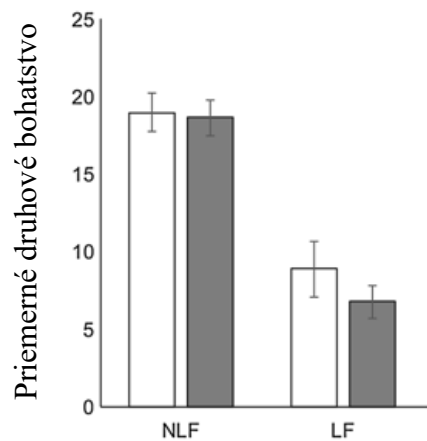
- A. Pohlavné výtrusy lišajníkov neobsahujú bunky riasy/sinice a po vyklíčení tak musia znova nájsť vhodného partnera.
- B. Hubový partner z prostredia získava dusík a sacharidy a sinice lišajník chránia pred predátormi produkciou toxínov.
- C. Hubový partner lišajníkov patrí väčšinou medzi bazídiové huby (Basidiomycota).
- D. Väčšina lišajníkov je schopná tolerovať aj dlhodobé znečistenie a kyslé dažde. Vyžadujú ale dostatok zrážok a preto sa s nimi stretáme predovšetkým v horách.
- E. Lichenizmus je príkladom komenzalizmu a obaja partneri majú zo vzťahu úžitok.

33. Najčastejšími reakciami rastlín na nedostatok vody je obmedzenie jej výdaju transpiráciou, pričom tieto mechanizmy často vedú k obmedzovanej fotosyntéze. Preto sucho veľmi ohrozuje úrodu a znižuje výnosy. Označ správne tvrdenia o suchu:

- A. V ílovitých pôdach sa rastliny môžu ľahko dostať do fyziologického sucha.
- B. Pri suchu dochádza k hromadeniu kyseliny abscisovej v listoch
- C. Pre poikilohydrické rastliny je strata vody často letálna.
- D. V mrazoch sa môžu rastliny dostať do ekologického sucha.

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

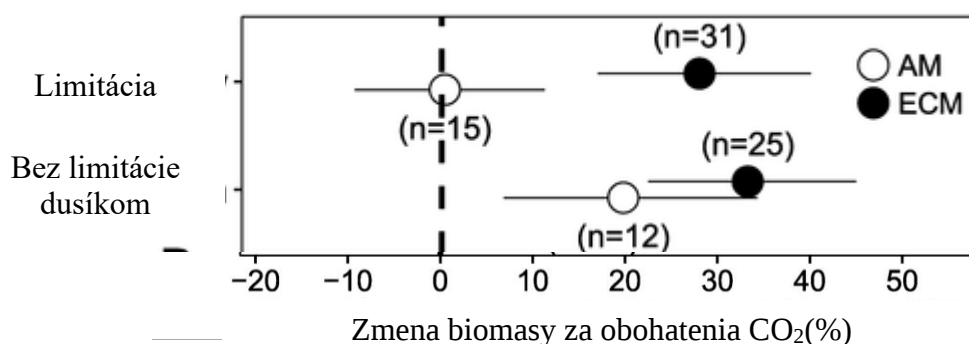
rôznych lokalít – celkový počet druhov v regióne. V štúdii v monzúnovom tropickom lese v juhovýchodnej Číne sme sledovali diverzitu papraďorastov vo vápencových lesoch (LF) a v nevápencových lesoch (NLF). Štúdia nezistila rozdiely v γ diverzite medzi nevápencovými lesmi a vápencovými lesmi. Na grafe 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.

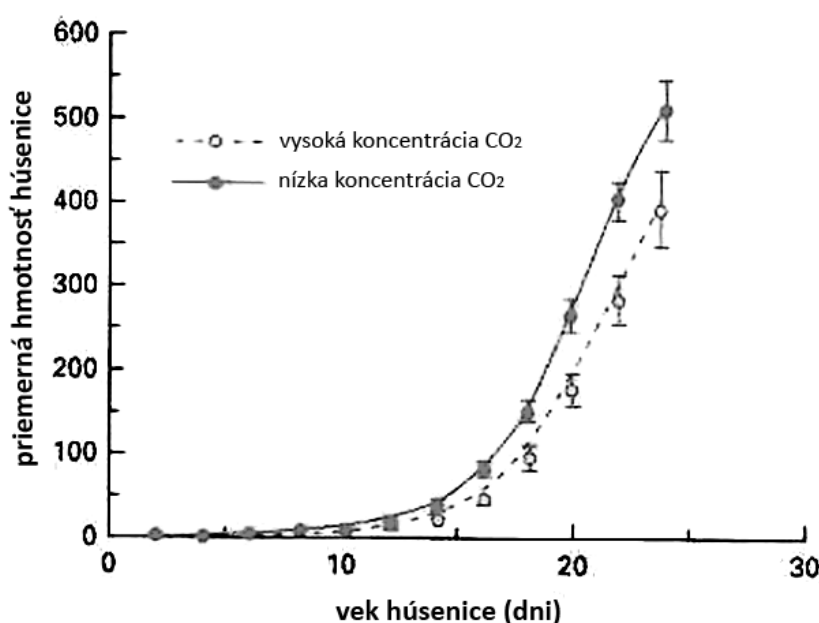
35. Rastliny v procese fotosyntézy odoberajú z atmosféry oxid uhličitý. Nárast v jeho koncentrácii by tak mal podporovať zvýšený rast – hovoríme o fertilizačnom efekte CO_2 . Avšak rastliny experimentálne vystavené zvýšeným koncentráciám CO_2 vykazujú škálu odpovedí v biomase – v niektorých experimentoch 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 CO_2 , pretože pri vysokej koncentrácii CO_2 tvorí skorocel výrazne viac biomasy.
- B. Húsenice rastú relatívne rýchlejšie, ak sú živé skorocelom pestovaným v atmosfére s nízkou koncentráciou CO_2 , pretože pri nízkej koncentrácii CO_2 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 CO_2 , pretože pri vysokej koncentrácii CO_2 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 CO_2 , pretože pri nízkej koncentrácii CO_2 nedochádza k fotorespirácii a skorocel tvorí výrazne viac biomasy.

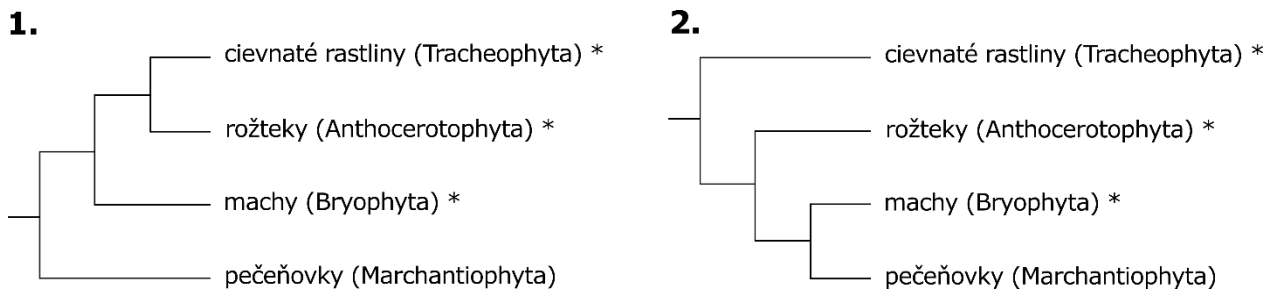
F. EVOLÚCIA A SYSTEMATIKA

37. Určenie evolučnej príbuznosti fylogenetických skupín na základe analýzy DNA:

- A. je vždy menej spoľahlivé ako paleontologický záznam

- B. sa dá vykonať iba v prípade mikroorganizmov
- C. je vždy presnejšie pre klady, ktoré mali spoločného predka dávnejšie, než pre recentne divergované klady
- D. je vždy založené na sekvenciách mitochondriálnej DNA
- E. žiadna z vyššie uvedených odpovedí nie je správna

38. Nasledujúce fylogenetické stromy znázorňujú dva najpravdepodobnejšie scenáre príbuzenských vzťahov medzi hlavnými rastlinnými skupinami (rekonštruované na základe sekvencií DNA). Skupiny u ktorých sa vyskytujú prieduchy sú označené hviezdičkou *. Ktoré z nasledujúcich tvrdení je/sú pravdivé?



- A. Prieduchy machorastov nie sú homologické s prieduchmi cievnatých rastlín, pretože sa nachádzajú na gametofyte.
- B. Pokiaľ by bol správny prvý fylogenetický strom, prieduchy by museli vzniknúť minimálne trikrát nezávisle na sebe.
- C. Pokiaľ by bol správny druhý fylogenetický strom, najviac parsimónnym vysvetlením by bolo že pečeňovky prieduchy sekundárne stratili.
- D. V druhom fylogenetickom strome tvoria machorasty monofyletickú skupinu.
- E. V prvom fylogenetickom strome tvoria machorasty parafyletickú skupinu.

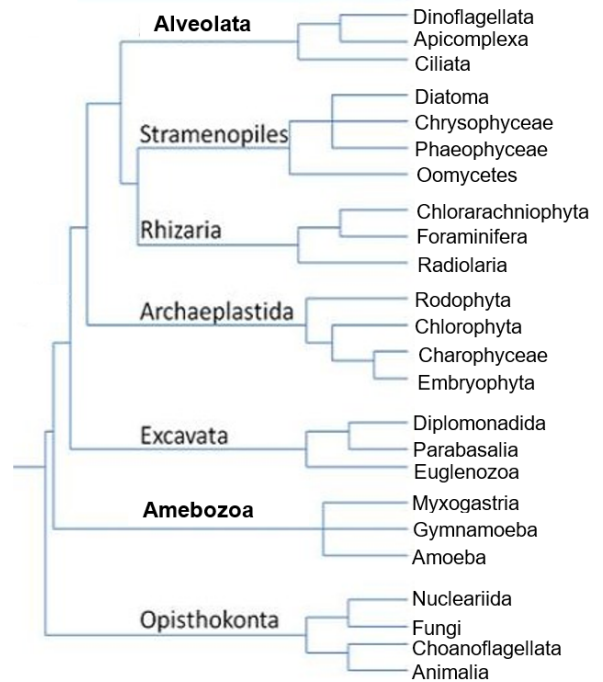
39. Mitochondriálny genóm kóduje iba málo proteínov. Je preto potrebné importovať do mitochondrií proteíny translatované v cytosole. Nesú signálnu sekvenciu, ktorá ich cieli do mitochondrie. Rozpoznáva ju receptor vo vonkajšej mitochondriálnej membráne – Tom20. Proteín Tom20 bol najprv charakterizovaný 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 oxygennej 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.						

