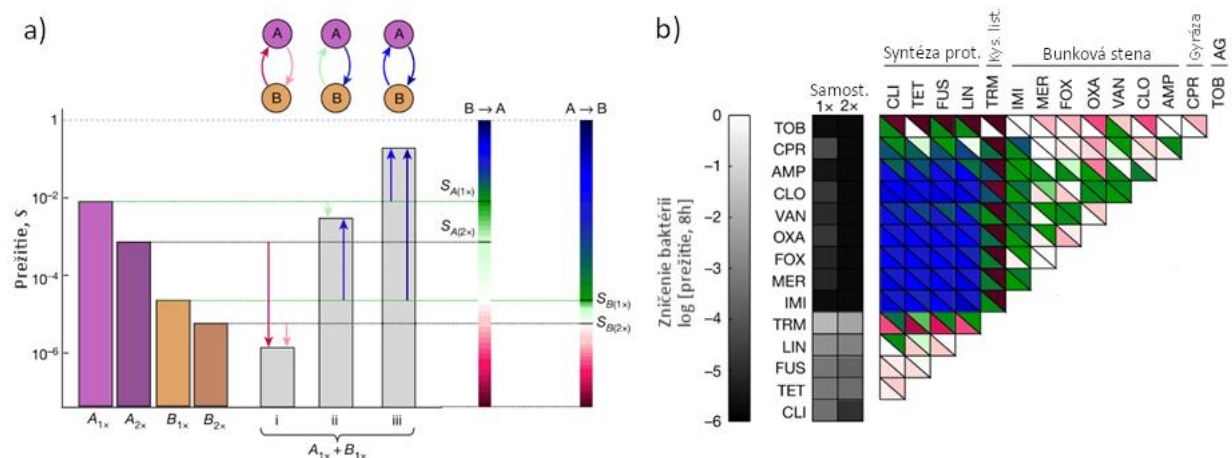


## A. BUNKOVÁ BIOLÓGIA A MIKROBIOLÓGIA

- Označte funkciu/-e, ktorá nie je typická pre vakuolu:
  - zloženie škodlivého materiálu pre bunku.
  - Udržiavanie vnútorného pH.
  - Produkcia fotosynteticky aktívnych proteínov.
  - Udržanie vnútorného tlaku tzv. turgoru,
- Bunka môže zomrieť dvomi spôsobmi – apoptózou alebo nekrózou. Aký je medzi nimi rozdiel?
  - Apoptóza je regulované odumretie bunky, nekróza regulovaná nie je a je následkom poškodenia bunky.
  - Nekróza je regulované odumretie bunky, apoptóza regulovaná nie je a je následkom poškodenia bunky.
  - Pri apoptóze dochádza k vyliatiu cytoplazmatickej membrány do okolia bunky.
  - Pri nekróze dochádza k imunitnej reakcii – zápalu.
- Ktoré z nasledujúcich dejov bunkového dýchania prebiehajú v mitochondriách?
  - Glykolýza.
  - Pyruvátdehydrogenázová reakcia.
  - Krebsov cyklus.
  - Dýchací reťazec a oxidatívna fosforylácia.
- Šírenie rezistencie baktérií na antibiotiká priťahuje v súčasnosti zvýšenú pozornosť k liečbe , keď sa použije kombinácia viacerých antibiotík. V jednej zo štúdií sa vedci zaoberali účinkami takejto liečby na *Staphylococcus aureus*. Na grafe a) môžete vidieť počet preživších baktérií po aplikácii antibiotík A a B samostatne (pri normálnej a dvojnásobnej dávke) a teoretické prípady i-iii, aký efekt môže mať kombinácia týchto antibiotík. Na základe toho je potom zostavená farebná škála, ktorou vyjadrujeme vzťah medzi 2 antibiotikami. Na obrázku b) je pomocou tejto škály nakreslená tabuľka, ktorá vyjadruje vzťahy medzi 14 antibiotikami.



(zdroj: <https://www.nature.com/articles/s41586-022-05260-5>)

Označte pravdivé tvrdenie/a:

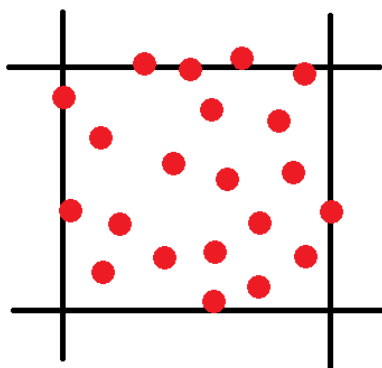
- A. Stĺpec iii na obrázku a) znamená, že kombinácia dvoch antibiotík zvyšuje ich efektívitu.
- B. Dvojnásobná dávka antibiotík všeobecne zabíja väčšie množstvo baktérií.
- C. Môžeme tvrdiť, že antibiotiká cielené na syntézu proteínov majú väčšinou negatívny vplyv na účinok ostatných antibiotík.
- D. Ak by sme chceli nakresliť stĺpcové grafy pre antibiotiká TRM a CLI podľa obrázka a), vyšiel by nám prípad ii.
- E. Štúdia dokazuje, že podávanie viacerých antibiotík nemusí mať vždy pozitívne účinky.

5. Označte správne tvrdenie/a o jadierkach

- A. Vznikajú v nich ribozómy, ktoré sú transportované do cytoplazmy.
- B. V jednom jadre sa nachádza vždy len 1 jadierko.
- C. Jadierka nie sú ozajstnou organelou, je to len zhluk viacerých makromolekúl.
- D. V bunke by sme ich mohli pozorovať, ak by sme použili farbivo, ktoré zafarbuje DNA.
- E. Počas mitózy úplne zanikajú.

6. V jednom z pokusov sme testovali vplyv ultrazvuku na erytrocyty. Po 30 sekundách pôsobenia sme zriedili roztok 40-krát a snažili sa spočítať počet zostávajúcich erytrocytov pomocou Bürkerovej komôrky. Je to špeciálne podložné sklíčko s vyrytou pravouhlou sieťou čiar. Tieto čiary vytvárajú rôzne veľké štvoruholníky so stranami známej dĺžky. Jeden štvorček z merania je schematicky znázornený na obrázku.

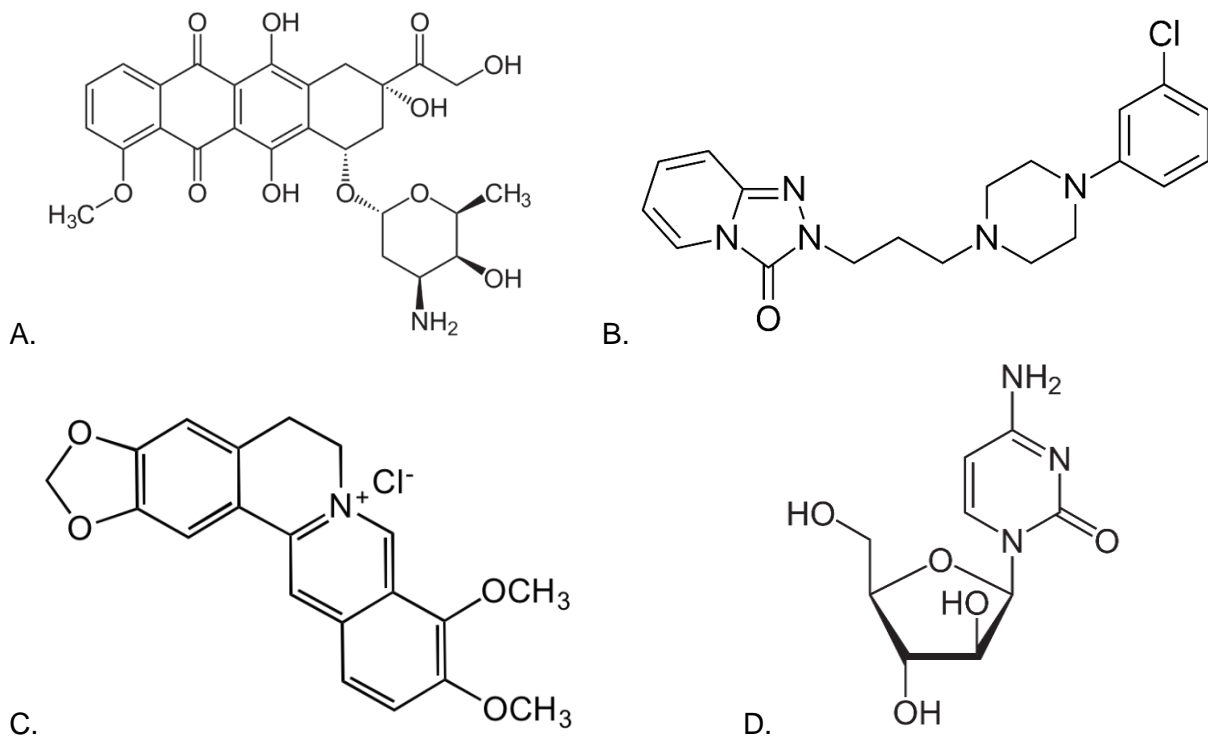
Hrany tohto štvorčeka majú dĺžku 0,05 mm a výška priestoru komôrky je 0,1 mm.



Rozhodnite, ktoré z nasledujúcich tvrdení sú pravdivé:

- A. Ak vieme, že normálne množstvo erytrocytov v krvi je približne 4-6 miliónov na mikroliter, môžeme na základe pokusu tvrdiť, že ultrazvuk spôsobuje hemolýzu erytrocytov.
- B. Ak zvýšime množstvo roztoku, ktoré nalejeme do Bürkerovej komôrky, zvýši sa počet napočítaných buniek v štvorčeku.
- C. Aby sme zvýšili presnosť merania, bolo by vhodné použiť väčšie štvorčeky.
- D. Pre zvýšenie presnosti je lepšie spočítať bunky vo viacerých štvorčekoch.
- E. Pri počítaní buniek, aby sa nepočítali bunky ležiace na rozhraní susedných štvorcov dvakrát, počítame len tie, ktoré ležia alebo sa dotýkajú iba 2 vybraných susedných strán štvorca (napríklad hornej a ľavej).

7. Pri výrobe liekov hrá dôležitú úlohu farmakokinetika. Tá sa zaoberá osudom liečiv v organizme a okrem iného skúma aj to, ako sa dostanú jednotlivé liečivá do buniek. Obrázky nižšie znázorňujú molekuly štyroch rôznych liečiv. Ktorý z nich by nemal problém prejsť cez cytoplazmatickú membránu?



8. Ktoré bunky sú najvhodnejšie na študovanie aktivity lyzozómov?

- A. neuróny
- B. svalové bunky
- C. makrofágy
- D. fibrocyty
- E. červené krvinky

9. K enzýmom zúčastňujúcim sa procesu replikácie DNA priradte ich funkcie:

- A. Rozrušovanie vodíkových väzieb medzi jednotlivými vláknami DNA.
- B. Vystrihávanie RNA primerov z novo nasyntetizovaného vlákna.
- C. Vyrovnávanie dvojzávitnice DNA pred začiatkom syntézy.
- D. Spájanie jednotlivých Okazakiho fragmentov počas syntézy zaostávajúceho reťazca.

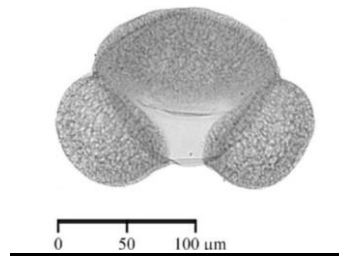
- 1. Topoizomeráza
- 2. DNA ligáza
- 3. DNA-dependentná DNA polymeráza
- 4. Helikáza

## B. ANATÓMIA A FYZIOLÓGIA RASTLÍN A HÚB

10. Ktoré z nasledujúcich podmienok sú nevyhnutné k ukončeniu dormancie všetkých druhov semien?

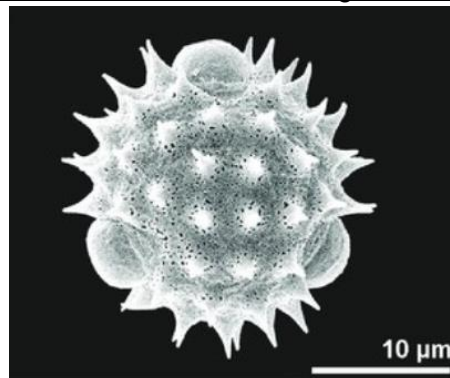
- A. vystavenie dostatočnému prísunu svetla
- B. dostatok vody
- C. odstránenie osemenia
- D. vystavenie vyššej teplote

11. Tvar a povrch peľových zriek jednotlivých druhov a skupín rastlín je značne špecifický v závislosti od spôsobu opelenia. Označ správne tvrdenia o peľových zrnkách nachádzajúcich sa na obrázkoch č.1 a č.2.



Obrázok č.1

Zdroj:[https://www.researchgate.net/publication/281784370\\_Biogeographic\\_History\\_of\\_Abies\\_bracteata\\_D\\_Don\\_Poit\\_in\\_the\\_Western\\_United\\_States/figures?lo=1](https://www.researchgate.net/publication/281784370_Biogeographic_History_of_Abies_bracteata_D_Don_Poit_in_the_Western_United_States/figures?lo=1)



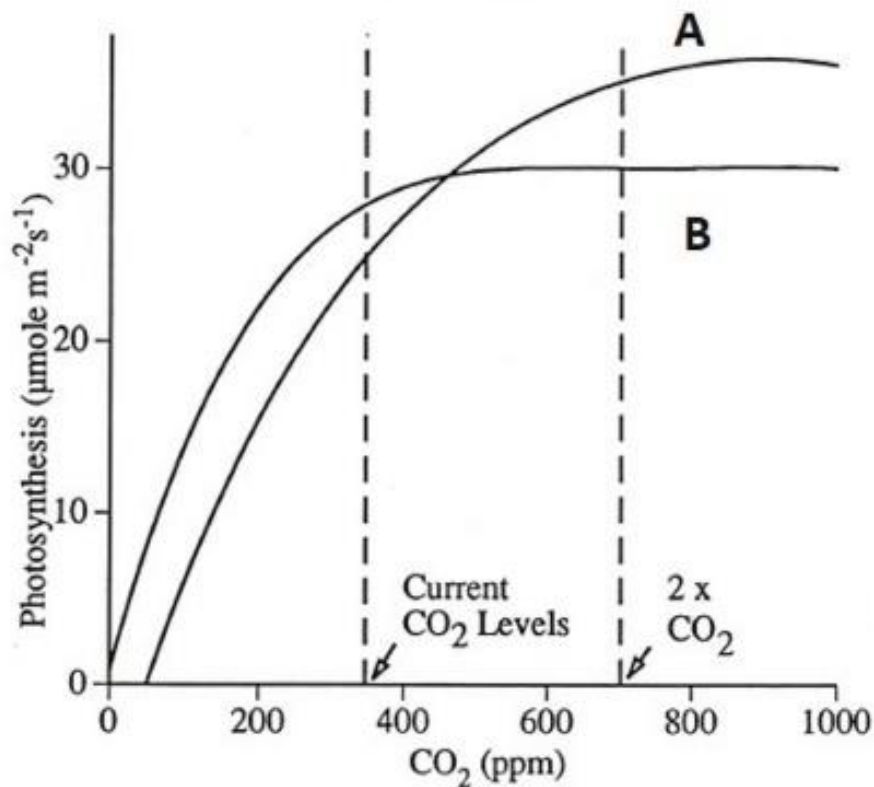
Obrázok č.2

Zdroj:[https://www.researchgate.net/publication/328184896\\_Pollen\\_Morphology\\_and\\_Ultrastructure/figures?lo=1](https://www.researchgate.net/publication/328184896_Pollen_Morphology_and_Ultrastructure/figures?lo=1)

- A. Peľové zrnko na obrázku č.1 sa prenáša pomocou entomogamie, peľové zrnko na obrázku č.2 sa prenáša pomocou anemogamie.
- B. Peľové zrnko na obrázku č.1 sa prenáša pomocou anemogamie, peľové zrnko na obrázku č.2 sa prenáša pomocou entomogamie.
- C. Peľové zrnko na obrázku č.1 patrí druhu prislúchajúcemu k nahosemenným rastlinám (*Gymnospermae*), peľové zrnko na obrázku č.2 patrí druhu prislúchajúcemu ku krytosemenným rastlinám (*Angiospermae*).
- D. Peľové zrnko na obrázku č.1 patrí druhu prislúchajúcemu ku krytosemenným rastlinám (*Angiospermae*), peľové zrnko na obrázku č.2 patrí druhu prislúchajúcemu k nahosemenným rastlinám (*Gymnospermae*).

12. Graf nižšie znázorňuje rýchlosť fotosyntézy dvoch rastlín v závislosti od obsahu CO<sub>2</sub> v atmosfére. Rozhodnite, ktoré nasledujúcich tvrdení je/sú správne:

- A. V bunkách mezofylu rastliny B je CO<sub>2</sub> fixovaný do štvoruhlíkového oxaloacetátu enzýmom PEP-karboxyláza.
- B. Krivka A môže patriť napríklad kukurici (*Zea mays*).
- C. V rastline B neprebíha Calvinov cyklus.
- D. Dôvodom nižšej efektivity fotosyntézy rastliny A pri nižších koncentráciách CO<sub>2</sub> je afinita enzýmu RuBisCO ku kyslíku.



13. Odpoveďou rastlín na stres spôsobený chladom je komplexný proces, na ktorom sa podieľa mnoho metabolických dráh, regulátorov génovej expresie a bunkových kompartmentov. Prvou časťou odozvy rastlinného organizmu musí byť detekcia chladu, špecifický senzor chladu rastlín však doteraz nebol identifikovaný, preto sa uvažuje o tom, že rastliny detegujú chlad na základe zmien fyzikálnych vlastností plazmatickej membrány. Ako odpoveď na zmenu vlastností membrány sa zvyšuje koncentrácia Ca<sup>2+</sup> iónov v cytosole a následne aj v jadre. Rastlinná bunka obsahuje niekoľko molekúl schopných detegovať zmenu koncentrácie vápnika. Patria medzi ne CaM (kalmodulín), ktorý je negatívnym regulátorom COR (cold response) génov, a takisto CDPKs (Ca<sup>2+</sup> závislé proteín kinázy), ktoré sú ale pozitívnymi regulátormi expresie COR. Podobne aj CBL1 proteín po interakcii s vápenatými kationmi aktivuje CIPK7 kinázu, ktorá pozitívne pôsobí na transkripciu COR génov. Reakcia chloroplastov na nízku teplotu spočíva v produkovani kyslíkových radikálov (ROS) ako dôsledok procesu fotoinhibície, v ktorom je fotosystém II (PSII) inhibovaný alebo úplne inaktívovaný, pretože rastlina pri nízkej teplote nedokáže energiu získanú z PSII spotrebovať.

Zdroj: Miura K, Furumoto T. Cold signaling and cold response in plants. *Int J Mol Sci.* 2013 Mar 6;14(3):5312-37. doi: 10.3390/ijms14035312. PMID: 23466881; PMCID: PMC3634503.

Rozhodnite, ktoré nasledujúcich tvrdení je/sú správne:

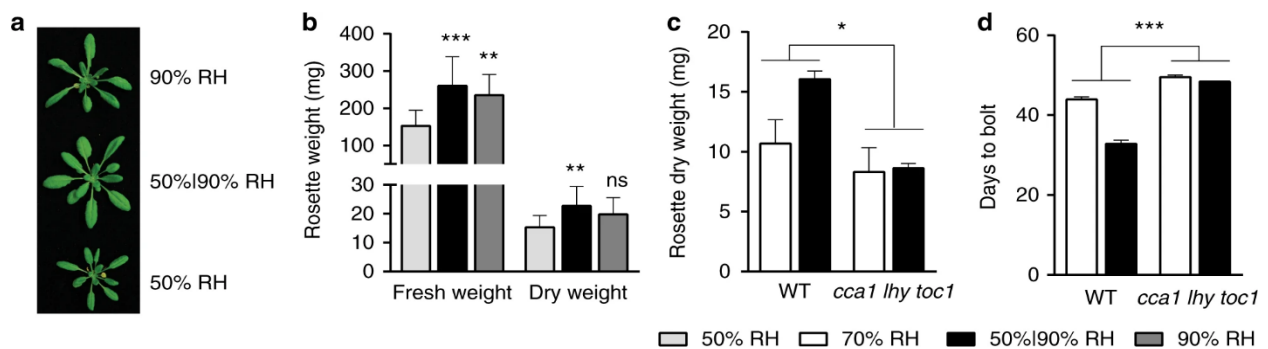
- A. *cb1* mutant neexprimujúci CBL1 je rezistentný voči chladu.
- B. Aplikácia benzylalkoholu, ktorý zvyšuje fluiditu plazmatickej membrány, spustí transkripciu COR génov.
- C. V podmienkach chladu sa zvyšuje aktivita CaM aj CDPK kináz.
- D. Zvýšená rýchlosť regenerácie RUBP (ribulózy bis-fosfátu) zabraňuje v podmienkach chladu tvorbe ROS.

14. *Mwimba, M., Karapetyan, S., Liu, L. et al.* vo svojej štúdií sledovali vplyv oscilácie vzdušnej vlhkosti na cirkadiánnu rytmus *A. thaliana*. Rastlinný cirkadiánnu cyklus je komplexne

regulovaný mnohými transkripčnými faktormi exprimovanými v rôznych fázach dňa, medzi najdôležitejšie však patria CCA1, LHY produkované najmä v rannej fáze dňa a skupina faktorov TOC1, ktoré patria ku „večerným“ transkripčným faktorom.

Na obrázku v grafe b vidíte výsledky meraní hmotnosti listov tri týždne starých rastlín v podmienkach konštantnej 50 % (50% RH), 90 % (90% RH) a v 12-hodinových intervaloch sa striedajúcej 50% a 90 % vlhkosti (50%|90% RH). V grafoch c, d je zobrazená suchá hmotnosť listov, resp. počet dní potrebných na vykvitnutie nemutovaných (wild type – WT) a trojnásobne mutantných rastlín v rôznych podmienkach vzdušnej vlhkosti. Všetky rastliny rástli v podmienkach stáleho osvetlenia. Na základe grafov rozhodnite, ktoré nasledujúcich tvrdení je/sú správne:

Zdroj: <https://doi.org/10.1038/s41467-018-06692-2>

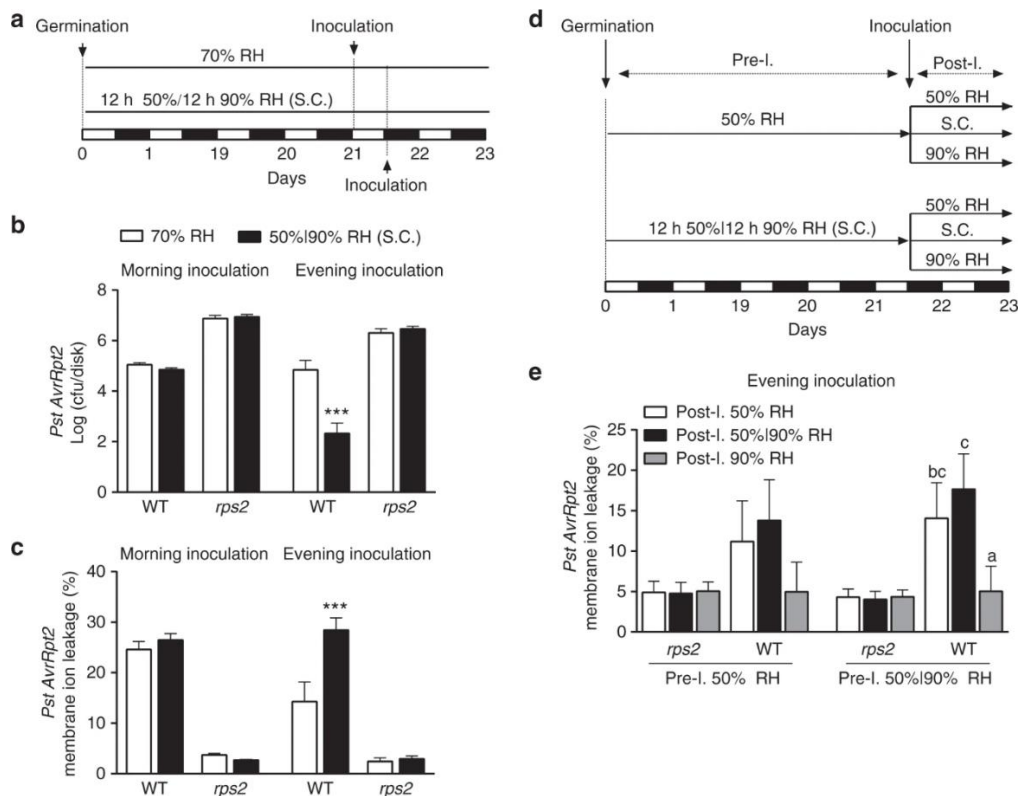


- A. Hmotnosť čerstvých listov rastlín rastúcich v podmienkach vyššej konštantnej vlhkosti je všeobecne vyššia ako tých rastúcich pri nižšej konštantnej vlhkosti.
- B. Približne 90 % hmotnosti listov tvorí voda.
- C. Trojnásobne mutantné rastliny vykazujú výraznejšiu odpoveď na zmeny v hodnote vzdušnej vlhkosti ako nemutované rastliny divokého typu.
- D. Cirkadiálny oscilátor neovplyvňuje odpoveď rastliny na hodnotu vzdušnej vlhkosti.

15. Vysoká hladina vzdušnej vlhkosti sa v prípade rastlín spája so zvýšeným výskytom infekcií a vyššou virulenciou rastlinných patogénov. *Mwimba, M., Karapetyan, S., Liu, L. et al.* potvrdili, že vysoká vlhkosť indukuje expresiu T3SS génov zapojených vo vstupe baktérie *Pseudomonas syringae* do rastlinného organizmu. Ako ďalšia vznikla hypotéza o regulácii rastlinnej imunity prostredníctvom cirkadiálneho rytmu ovplyvneného osciláciou hladiny vzdušnej vlhkosti. Na jej otestovanie boli rastliny *Arabidopsis* infikované patogénom *Pst AvrRpt2* (*AvrRpt2* je bakteriálnym efektorom podporujúcim infekciu), jedna vzorka 1 hodinu po svitaní a druhá vzorka 1 hodinu po zotmení.

Schéma a) na obrázku nižšie ilustruje priebeh experimentu, dáta ktorého sú zobrazené na grafoch b), c). V grafe b) je zobrazená logaritmická hodnota počtu CFU (colony forming units) bakteriálneho patogénu v nemutovaných rastlinách divokého typu (WT), ktoré majú gén pre RPS2 proteín, vďaka ktorému sú rezistentné voči *AvrRpt2* a v mutantoch pre tento gén v podmienkach konštantnej 70 % vzdušnej vlhkosti (70% RH) a v simulovaných prirodzených podmienkach (50%|90% RH), infikovaných v rôznych fázach dňa. Graf c) zas zobrazuje mieru poškodenia membrány patogénu. Podobne schéma d) ukazuje priebeh experimentu, ktorého výsledky možno vidieť v grafe e) ako porovnanie miery poškodenia membrány patogénu vo WT a mutantných rastlinách pestovaných v podmienkach konštantnej vlhkosti (50% RH, resp. 90% RH) a v simulovaných prirodzených podmienkach (50%|90% RH), infikovaných vo večernej fáze dňa.

Zdroj: <https://doi.org/10.1038/s41467-018-06692-2>

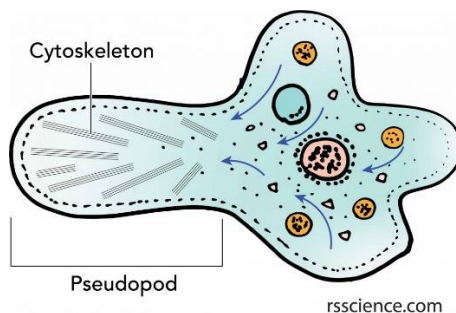


Označte **nepravdivé** tvrdenie:

- A. Silnejšiu imunitnú odpoveď možno pri WT rastlinách sledovať v prípade inokulácie vo večernej fáze dňa.
- B. Pri mutantných rastlinách je zachovaná cirkadiánna oscilácia imunitnej odpovede
- C. Gén pre *AvrRpt2* pravdepodobne nie je jediným génom podieľajúcim sa na indukcii infekcie.
- D. Výsledky tohto experimentu sú v súlade s výsledkami experimentu z predchádzajúcej úlohy, ktoré potvrdzujú vplyv hladiny vzdušnej vlhkosti na fitness rastliny.

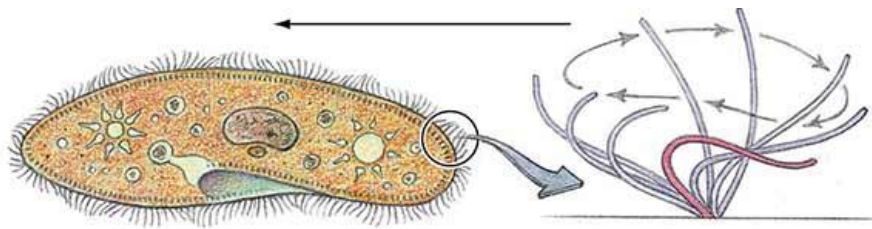
### C. ANATÓMIA A FYZIOLOGIA ŽIVOČÍCHOV A ČLOVEKA, ETOLÓGIA

16. Aktívny pohyb prvokov (*Protista*) môže byť améboidný (obrázok č.1) alebo pomocou bičíka (flagellum) a bŕv (cilie) (obrázok č.2). Označ správne odpovede o týchto dvoch rozdielnych typoch pohybov.



Obrázok č. 1

Zdroj: <https://synvascular.com/how-does-an-amoeba-move/>



Obrázok č. 2

Zdroj: <https://microbiologyinfo.com/differences-between-cilia-and-flagella/>

- A. Brvy tvorí mikrotubulárny komplex, ktorý je chránený plazmatickou membránou, zložený z deviatich dvojíc mikrotubulov a je ukotvený v bunke pomocou bazálneho telieska, štruktúrne zhodným s centriolou.
- B. Na meňavkovitom pohybe sa podieľajú mikrofilamenty (aktín a myozín).
- C. Meňavkovitý pohyb je výlučnou charakteristikou prvokov (*Protista*), pri bunkách mnohobunkovcov tento typ pohybu nenájdeme.
- D. Pohyb pomocou bŕv je výlučnou charakteristikou prvokov (*Protista*), pri bunkách mnohobunkovcov tento typ pohybu nenájdeme.

17. Medzi primárne lymfatické orgány nepatrí:

- A. kostná dreň
- B. týmus
- C. bursa Fabricii
- D. lymfatické uzliny

18. Telesná teplota je regulovaná niekoľkými mechanizmami, ktoré sa aktivujú, keď je rozdiel medzi teplotou krvi a nastavenou teplotou termoregulačného centra v hypotalame. Mechanizmami na dosiahnutie nastavenej teploty sú periférna vazokonstrikcia či vazodilatácia, zimnica, triaška či potenie, zmeny v produkcii tyroxínu a behaviorálne zmeny (napríklad obliekanie či vyhľadanie zdroja tepla). Tieto mechanizmy sa využívajú aj pri horúčke. Označte **nesprávne** tvrdenie:

- A. Ak je teplota okolia nižšia ako nastavená teplota, dochádza k triaške a periférnej vazokonstrikcii.
- B. Triaška sa vyskytuje pri poklese teploty po odoznení horúčky – človeku je zima.
- C. Triaška sa vyskytuje pri náraste telesnej teploty pri rozvoji horúčky.
- D. Pri horúčke dochádza k poteniu, aby sa znížila telesná teplota.
- E. Ak je teplota v okolí vyššia ako nastavená teplota, dochádza k poteniu a periférnej vazodilatácii.

19. Cyanóza je označenie pre fialové zafarbenie kože spôsobené nedostatočným okysličením krvi, ktoré vedie k nedostatočnému okysličeniu tkanív (hypoxia). Prejaví sa, ak je v krvi neokysličených viac ako 50 g/l hemoglobínu. Ktoré stavy budú viesť okrem hypoxie aj k cyanóze?

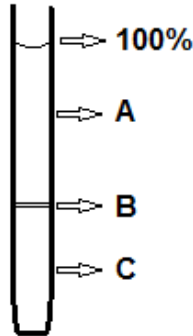
*Pozn: Normálne množstvo hemoglobínu v krvi muža je 135-175 g/l a ženy 120-160 g/l.*

*Zamyslite sa, či daný stav môže spôsobiť, že významné množstvo (50 g/l) bude neokysličené.*

- A. Cyanóza je typický príznak pri anémii.
- B. Uzáver tepny spôsobujúci hypoxiu danej oblasti, napríklad nohy.
- C. Uzáver žily vedúci k stagnácii krvi v danej oblasti, napríklad nohy.
- D. Nedostatočná ventilácia.
- E. Krvácanie.



20. Do heparinizovanej skúmavky sme odobrali krv. Skúmavku sme nechali scentrifugovať čím sa nám vytvorili 3 samostatné vrstvy. Ku každej vrstve priradte správny názov z nasledujúcich možností: krvné sérum – krvná plazma – erythrocyty – leukocyty – trombocyty (niektoré názvy sú navyše). Odpoveď napíšte do odpoveďového hárka.

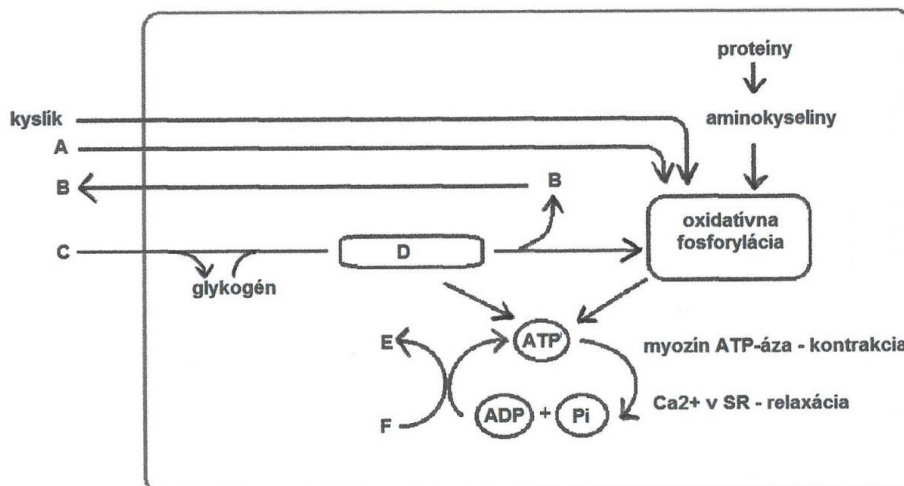


21. Neurón je elektricky vzrušivá bunka, ktorá má v stave pokoja tzv. pokojový potenciál. Označte správne tvrdenia o pokojovom potenciáli.

- A. Prispieva k nemu pravidelné rozloženie záporných a kladných iónov a jeho výsledná hodnota je teda 0.
- B. Hlavné ióny, ktorých vysoká koncentrácia prispieva k pokojovému potenciálu sú  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ .
- C. Hlavné ióny, ktorých vysoká koncentrácia prispieva k pokojovému potenciálu sú  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ .
- D. K správnej koncentrácii iónov vnútri bunky a mimo nej prispieva činnosť Na-K ATP-ázy, inak nazývanej aj Na-K pumpa.
- E. Počas pokojového potenciálu sú kanály bunky uzavreté, teda ióny neprúdia dnu do bunky, ani von z bunky, aby sa zachovala potrebná rovnováha.

22. ATP je hlavným zdrojom energie v kontrakcii svalu. ATP vzniká vo viacerých procesoch: (1) pri prenose fosfátu z kreatín fosfátu, ktorý sa následne mení na kreatín, (2) anaeróbnou glykolýzou a (3) aeróbnym katabolizmom zahrňujúcim oxidatívnu fosforyláciu. Skratka SR v obrázku – sarkoplazmatické retikulum).

K písmenám na obrázku doplňte chýbajúce pojmy a dopíšte ich do odpoveďového hárku (dva pojmy sú navyše):  $\text{CO}_2$ , glukóza, glykolýza, glukoneogenéza, kyselina mliečna, mastné kyseliny, kreatín, kreatín fosfát



23. Melatonín je hormón regulujúci striedanie spánku a bdlosti a iné cirkadiánne rytmy (24 h rytmy). Najviac melatonínu produkujú mladí jedinci, s pribúdajúcim vekom jeho produkcia klesá. Zároveň platí, že prechodom detí do štádia puberty sa najvyššia produkcia melatonínu posúva z obdobia 0:00 – 8:00 na o niekoľko hodín neskorší čas, s čím súvisí aj dlhšia bdlosť a zvyk tínedžerov vstávať neskôr. Biosyntéza melatonínu je tiež potláčaná prítomnosťou modrého svetla. Ktoré z nasledujúcich tvrdení o melatoníne je pravdivé?

- A. Vďaka účinku melatonínu starší ľudia spia dlhšie ako mladí.
- B. Zvýšená produkcia melatonínu má za následok skrátenie doby spánku.
- C. V dôsledku zmien v načasovaní produkcie melatonínu tínedžeri spávajú dlhšie ako deti.
- D. Nosenie okuliarov neprepúšťajúcich modré svetlo počas posledných hodín pred zaspávaním môže pomôcť pri niektorých typoch porúch spánku.

24. Rozpoznávanie a nasledovanie matky po narodení je dôsledkom:



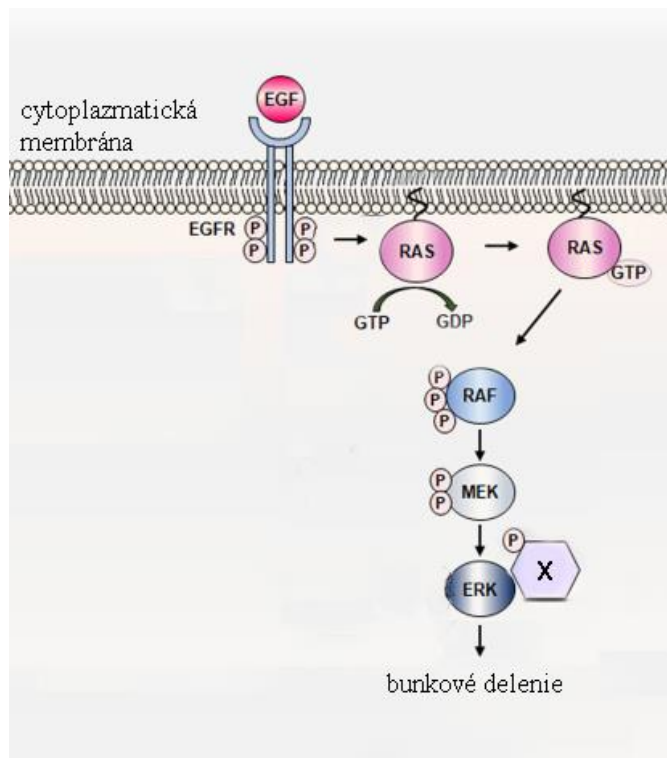
Zdroj: [https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:Duck\\_%26\\_Ducklings\\_Morning\\_Walk.jpg](https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:Duck_%26_Ducklings_Morning_Walk.jpg)

- A. vrodenej schopnosti rozoznávať podobu matky
- B. imprintingu
- C. postupného učenia sa rozoznávať znaky matky
- D. vytvorenia citovej väzby

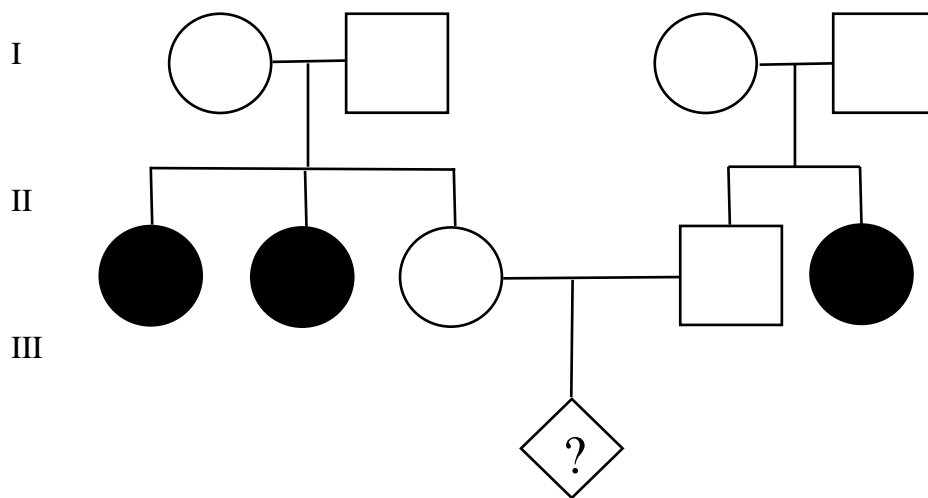
#### D. GENETIKA

25. Bunkové delenie je často ovplyvňované signálom z externého prostredia bunky cez cytoplazmatickú membránu. Na schéme nižšie je zobrazená aktivácia bunkového delenia pomocou receptora pre epidermálny rastový faktor, ktorý zabezpečuje delenie buniek kože a slizníc. Po naviazaní epidermálneho rastového faktora (EGF) na receptor (EGFR) dochádza k spojeniu dvoch molekúl receptora tzv. dimerizácii, ktorá aktivuje jeho vnútrobunkovú doménu. Vnútrobunková doména je po dimerizácii schopná aktivovať RAS proteín naviazaním GTP na proteín. Takto aktivovaný RAS aktivuje proteín RAF pridaním fosfátových zvyškov a ten následne rovnakým spôsobom aj MEK. X proteín je v bunke naviazaný na ERK a drží ho v inaktívnom stave. Po fosforylácii X proteínu pomocou aktivovaného MEK dochádza k jeho vyviazaniu z ERK, čím sa aktivuje aj ERK proteín, ktorý spúšťa bunkové delenie. Na základe popísaného mechanizmu označte, ktoré deje spôsobia vstup do bunkového delenia.

- A. Naviazanie protilátky, ktorá umožní degradáciu EGF v krvi.
- B. Mutácia v EGFR receptore, ktorá vytvára prekážku pri dimerizácii.
- C. Mutácia RAS proteínu, ktorá spontánne viaže GTP.
- D. Aktivácia proteínu, ktorý odstraňuje fosfátové zvyšky z MEK proteínu.
- E. Degradácia X proteínu pomocou vnútrobunkovej proteázy.



26. Nasledujúci diagram zobrazuje rodokmeň troch generácií sýkorky (*Parus major*). Čierna výplň jedinca označuje prejav určitej formy znaku, napr. špecifického sfarbenia alebo genetickej choroby. Kruh označuje samicu, štvorec označuje samca. Jedinec v generácii III sa ešte nevyliahol, a preto nemá určené pohlavie a nie je ani jasné, či prejavuje znázornenú formu znaku. U vtákov sa pohlavie determinuje opačne ako u cicavcov, t.j. samica má pohlavné chromozómy Z a W, a predstavuje teda heterogametické pohlavie.



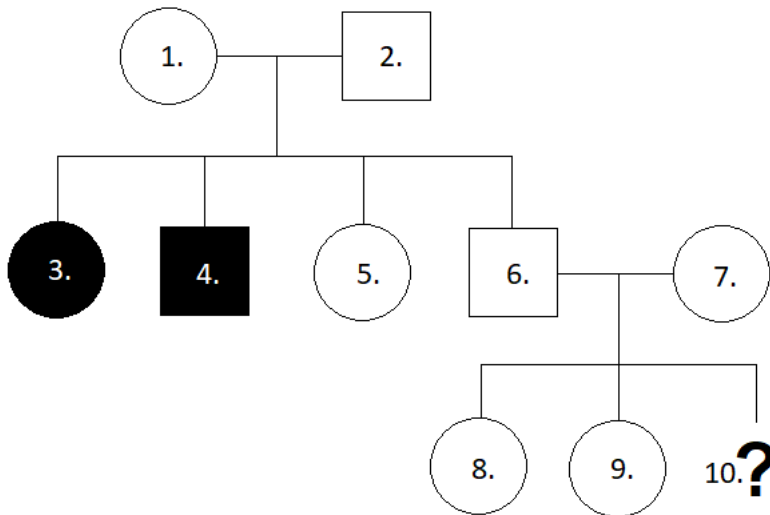
1. Označte pravdivé tvrdenie/-tvrdenia:

- A. Dedičnosť danej formy znaku by mohla byť autozomálna, recesívna.
- B. Dedičnosť danej formy znaku by mohla byť Z-viazaná, recesívna.
- C. Dedičnosť danej formy znaku by mohla byť autozomálna, dominantná.
- D. Dedičnosť danej formy znaku by mohla byť Z-viazaná, dominantná.

2. Vypočítajte pravdepodobnosť, že jedinec označený otáznikom bude v dospelosti prejavovať predmetnú formu znaku. Predpokladajte, že dedičnosť je Z-viazaná a recesívna.

3. Vypočítajte pravdepodobnosť, že jedinec označený otáznikom bude v dospelosti prejavovať predmetnú formu znaku. Predpokladajte, že dedičnosť je autozomálna a recesívna.

27. Obrázok nižšie znázorňuje výskyt ochorenia v rodine podmienený alelou h. Čierne vyfarbení jedinci sú chorí. Označte všetky pravdivé tvrdenia.



- A. Jedná sa o homozygotne recesívne ochorenie.
- B. Pravdepodobnosť, že 5. je dominantný homozygot je rovnaká, ako že 6. je prenášač.
- C. Ak predpokladáme, že 7. nie je prenášačkou alely h, pravdepodobnosť, že 10. bude prenášačom tejto alely je viac ako 30%.
- D. Ak predpokladáme, že 7. je prenášačkou alely h, pravdepodobnosť, že 10. bude chorý/á je väčšia ako 20%.

28. Na tabuľke vedľa môžete vidieť veľkosť genómu a predpokladaný počet génov rôznych organizmov. Na základe tejto tabuľky a vašich vedomostí označte pravdivé tvrdenia:

Doména	Organizmus	Veľkosť haploidného genómu (Mb)	Počet génov
Bacteria	<i>Haemophilus influenzae</i>	1,8	1 700
	<i>Escherichia coli</i>	4,6	4 400
Archaea	<i>Archaeoglobus fulgidus</i>	2,2	2 500
	<i>Methanosarcina barkeri</i>	4,8	3 600
Eukaryota	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	12	6 300
	<i>Caenorhabditis elegans</i>	100	20 100
	<i>Arabidopsis thaliana</i>	120	27 000
	<i>Drosophila melanogaster</i>	165	14 000
	<i>Zea mays</i>	2 300	32 000
	<i>Homo sapiens</i>	3 000	< 21 000

- A. Prokaryotické bunky majú všeobecne menší genóm ako bunky eukaryotické, to poskytovalo z evolučného hľadiska výhodu pri rýchlosti replikácie, vďaka čomu sa mohli rýchlejšie rozmnožovať.
- B. Hustota génov pri *Drosophila melanogaster* je oveľa nižšia ako pri *Escherichia coli*.
- C. Eukaryotické bunky obsahujú na rozdiel od prokaryotických veľké množstvo nekódujúcej DNA.
- D. Napriek tomu, že ľudský genóm obsahuje menej ako 21 000 génov, vďaka alternatívnemu RNA splicingu a posttranslačným úpravám dokážeme vytvoriť oveľa väčší počet rôznych peptidov a bielkovín.
- E. Väčšinu ľudského genómu predstavujú intróny, pseudogény, a repetitívne sekvencie (transpozóny).

29. Pri klonovaní preniesol vedecký tím jadro somatickej bunky zdravého dospelého barana do cytoplazmy zrelého vajíčka ovce a následne bolo takto pripravené diploidné vajíčko implantované do maternice dospeljej samice. Takto vzniknutý klon barana bol plne vitálny, avšak po dosiahnutí dospelosti sa u neho začali objavovať prvky muskulárnej dystrofie (odumieranie svalového tkaniva). Vedecký tím preto osekvenoval genetickú informáciu jadra barana ako aj jeho klonu, avšak tie boli na 100 % identické. Ako je aj napriek úplnej zhode genetickej informácie jadra pôvodného barana a jeho klonu možná takáto odchýlka vo fenotype, ktorá sa prejavila degeneráciou svaloviny?

- A. Po implantovaní vajíčka došlo k spontánnej mutácii.
- B. Ide o dedičnosť viazanú na pohlavné chromozómy, preto sa prejavuje len u samčieho pohlavia.
- C. Do cytoplazmy zrelého vajíčka sa nepodarilo preniesť celú genetickú informáciu jadra.
- D. V cytoplazme zrelého vajíčka ovce sa vyskytovali mitochondrie, ktoré niesli poškodený gén.

30. V eukaryotických bunkách vzniká pri procese transkripcie tzv. primárny transkript – mRNA, ktorá obsahuje intróny aj exóny. Intróny sú sekvencie, ktoré sú z molekuly primárneho transkriptu vystrihnuté (nekódujúce sekvencie), pričom v maturovanej mRNA ostávajú len exóny, ktoré slúžia ako templát pre prepis do poradia aminokyselín v proteíne.

Pri spinálnej svalovej atrofii dochádza k patologickému vyštípeniu exónu 7 v primárnom transkripte *SMN* génu. Výsledkom tohto procesu je vznik nefunkčného proteínu, ktorý vedie k atrofii miechových motorických nervov. Označte správne tvrdenie/-a o tomto ochorení.

- A. Patologický proteín SMN je pri spinálnej svalovej atrofii kratší ako jeho funkčná verzia.
- B. Progresii ochorenia by sa mohlo zabrániť naviazaním oligonukleotidu na primárny transkript v mieste, kde sa naväzuje aparát zodpovedný za vystrihnutie exónu.
- C. Vyštípenie exónu 7 inhibuje naviazanie ribozómu na mRNA.
- D. Ochorenie sa neprenáša na potomkov.

## E. EKOLÓGIA

31. Medzi limitujúce zdroje primárnej produktivity ekosystému patrí:

- A. oxid uhličitý (CO<sub>2</sub>)
- B. teplota
- C. voda (H<sub>2</sub>O)
- D. dusík (N<sub>2</sub>)

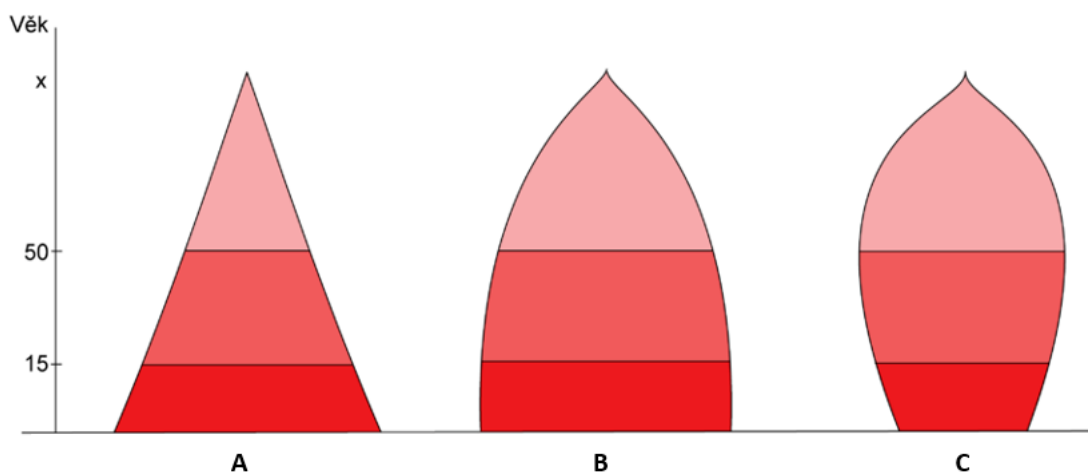
32. Ohryzávanie alebo napadnutie, ktorých častí rastliny môže mať fatálne dôsledky pre jej ďalší vývoj a prežitie?

- A. dreň stonky
- B. kruhové ohryzávanie lyka
- C. kruhové ohryzávanie dreva
- D. ohryzávanie koreňovejčiapčky

33. Populačný rast ovplyvňujú najmä 4 procesy: natalita (B) mortalita (D), imigrácia nových jedincov z iných území (I) a emigrácia jedincov do iných území. Vyber správnu rovnicu popisujúcu populačný rast:

- A.  $P = B + D + I + E$
- B.  $P = B - D + I - E$
- C.  $P = B - D \times I - E$
- D.  $P = B \times D + I \times E$

34. Na obrázku sú znázornené tri typy vekových štruktúr populácií označené písmenami. Ku každému písmenu prirad číslo označujúce popis danej vekovej štruktúry.



Zdroj: [https://cs.wikipedia.org/wiki/V%C4%9Bkov%C3%A1\\_pyramida](https://cs.wikipedia.org/wiki/V%C4%9Bkov%C3%A1_pyramida)

- 1. rastúca
- 2. klesajúca
- 3. stála

35. Najviac druhov nelietavých vtákov dnes nájdeme na Novom Zélande. Ktorá z nasledujúcich možností správne vysvetľuje tento fenomén?

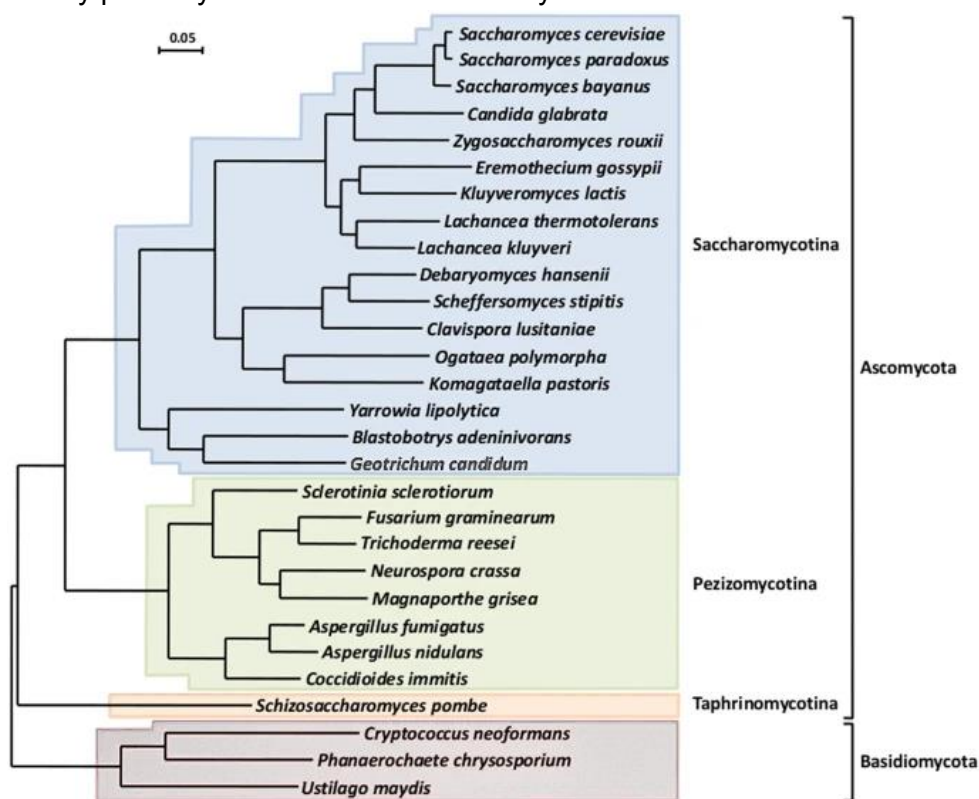
- A. Na Novom Zélande sa až na pár výnimiek v minulosti nevyskytovali žiadne terestrické cicavce a kvôli absencii väčších terestrických predátorov stratili zástupcovia viacerých skupín vtákov schopnosť lietať.
- B. Vtáky vznikli pred asi 65 mil. rokov na území dnešného Nového Zélandu a keďže ich spoločný predok bol ešte nelietavý, tak aj väčšina dnešných nelietavých vtákov sa vyskytuje na týchto ostrovoch.
- C. Kvôli extrémne silným vzdušným prúdom na Novom Zélande mnohé druhy vtákov sekundárne stratili schopnosť lietať. To im umožnilo kolonizovať aj exponované horské oblasti tohto ostrova.
- D. Na Novom Zélande došlo k masívnej adaptívnej radiácii jednej nelietavej línie vtákov ktorej spoločný predok pred 20 mil. rokov kolonizoval tieto ostrovy.

E. Vtáky vznikli pred asi 120 mil. rokov na území superkontinentu Gondwana a po jeho rozpade väčšina starých nelietavých línii prežila len na území dnešného Nového Zélandu.

## F. EVOLÚCIA A SYSTEMATIKA

36. Na obrázku nižšie vidíte fylogenetický strom vybraných druhov kvasiniek. Mierka zodpovedá 50 miliónom rokov. Vyberte správne tvrdenia.

- A. Predkom všetkých kvasiniek bola jednobunková vreckatá huba.
- B. Kvasinky patria medzi huby.
- C. Posledný spoločný predok *Saccharomyces cerevisiae* a *Schizosaccharomyces pombe* žil približne pred 0,3 – 0,7 miliardami rokov.
- D. *Geotrichum candidum* a *Yarrowia lipolytica* sú evolučne príbuznejšie než *Geotrichum candidum* a *Sclerotinia sclerotiorum*.
- E. Kvasinky patria výhradne do kmeňa Ascomycota.



Zdroj obrázku: Morel et al., 2015, Scientific Reports 5:11571, DOI 10.1038/srep11571.

37. K uvedeným zástupcom rôznych krytosemenných čeľadí A-E priradte druhy 1-5, ktoré patria do rovnakej čeľade:

- A – chren dedinský (*Armoracia rusticana*)
- B – hrach siaty (*Pisum sativum*)
- C – hruška obyčajná (*Pyrus communis*)
- D – kukurica siata (*Zea mays*)
- E – cesnak kuchynský (*Allium sativum*)

- 1 – jahoda obyčajná (*Fragaria vesca*)
- 2 – kapusta obyčajná (*Brassica oleracea*)

- 3 – pšenica letná (*Triticum aestivum*)
- 4 – fazuľa záhradná (*Phaseolus vulgaris*)
- 5 – ľalia biela (*Lilium candidum*)

38. Možnosti A-E uvádzajú pojmy, ktoré sa vzťahujú na určitú skupinu živočíchov uvedených pod 1-4 alebo jej podskupinu. Vašou úlohou je správne ich priradiť, pričom práve jednu skupinu by ste mali použiť dvakrát.

- A – ambulakrálna sústava
- B – scolex
- C – hirudín
- D – ropálie
- E – len dve zárodočné vrstvy

- 1 – obrúčkavce (*Annelida*)
- 2 – prhlivce (*Cnidaria*)
- 3 – ostnatokožce (*Echinodermata*)
- 4 – ploskavce (*Plathelminthes*)

39. Na nasledujúcich fotkách z múzejných zbierok sú zobrazené príklady pier troch druhov vtákov reprezentujúcich rôzne vtáčie skupiny. Ku každej otázke priradiť číslo obrázku, na ktorom sa nachádza perie druhu, ktorého najlepšie vystihuje uvedená charakteristika. Odpoveď zapísať do odpoveďového hárku v podobe priradenie čísla ku písmenu cez pomlčku (napr. A-1, B-2, C-3, D-1).

Obrázok č. 1



Zdroj: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ostrich\\_feather.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ostrich_feather.jpg)

Obrázok č. 2





Zdroj: <https://www.featherbase.info/en/species/paradisaea/apoda>

Obrázok č.3



Zdroj: <https://www.featherbase.info/en/species/falco/tinnunculus>

- A. Ktorý druh má perie najlepšie prispôsobené k letu?
- B. Ktorý druh má najviac kryptické sfarbenie?
- C. Perie ktorého druhu zohráva najviac dôležitú úlohu pri pohlavnom výbere?
- D. Ktorý druh patrí do bazálnej línie vtákov?

40. Nasledujúci fylogenetický strom znázorňuje príbuzenské vzťahy medzi vybranými skupinami stavovcov a to, ktoré skupiny sa zvyknú radiť medzi plazy. Na jeho základe rozhodnite, ktoré z tvrdení je/sú pravdivé.



- A. Najrecentnejší spoločný predok všetkých vyobrazených skupín zrejme rodil živé mláďatá.
- B. Skupina kam patria aj hady je bližšie príbuzná korytnačkám ako krokodíloom.
- C. Plazy tvoria monofyletický taxón.
- D. Vtáky tvoria monofyletický taxón.
- E. Kloakovce sú bližšie príbuzné vačkovcom ako placentovcom

Číslo otázky	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 Dzirbiková, PhD., Mgr. Tomáš Augustín, PhD., Mgr. Katarína Juríková, PhD., Mgr. Jaroslav Ferenc, PhD., Mgr. Lukáš Janošik, Ján Hunák, Dominik Kopčak, Bc. Veronika Kučminová, Tomáš Kompíš, Matúš Grieš

Recenzia: Mgr. Zuzana Dzirbiková, PhD.

Test zostavil: doc. Mgr. Miroslava Slaninová, PhD.

Redakčná úprava: doc. Mgr. Miroslava Slaninová, PhD.

Slovenská komisia Biologickej olympiády

Vydal: NIVAM Národný inštitút vzdelávania a mládeže, Bratislava 2023