

A. BUNKOVÁ BIOLÓGIA A MIKROBIOLOGIA

1. Karotenoidy sú organické pigmenty produkované rastlinami, riasami, niektorými baktériami a hubami. Absorbujú vlnovú dĺžku v rozpätí 400-550 nm, čo zodpovedá absorbovanej fialovej až zelenej časti viditeľného spektra. Označte, či je dané tvrdenie o karotenoidoch správne (A - áno) alebo nesprávne (N - nie).

- A. Jednou zo základných funkcií karotenoidov vo fotosystémoch je ochrana chlorofylov pred poškodením
- B. Karotenoidy dávajú typické fialové až zelené zafarbenie listom, kvetom a plodom rastlín
- C. Karotenoidy rozširujú rozpätie vlnovej dĺžky svetla, ktoré môže byť využité pri fotosyntéze
- D. Živočíchy ich produkujú z tukového tkaniva v procese β -oxidácie

2. Vakuola a lyzozóm sú organely eukaryotickej bunky, ktoré majú mnohé spoločné črty. Zatiaľ, čo vakuola je typickou organelou hlavne v rastlinách a hubách, lyzozóm je prítomný najmä v živočíšnych bunkách. Označte vlastnosti, ktoré sú rovnaké pre lyzozóm aj vakuolu.

- A. Niektoré proteíny ich vnútorného prostredia sú kódované ich vlastnou cirkulárnou DNA
- B. Sú ohraničené dvojitou membránou
- C. Podieľajú sa na degradácii organického materiálu a bunkových organel
- D. Vďaka transportu protónov H^+ do ich vnútorného prostredia je ich pH nižšie ako pH cytosolu bunky

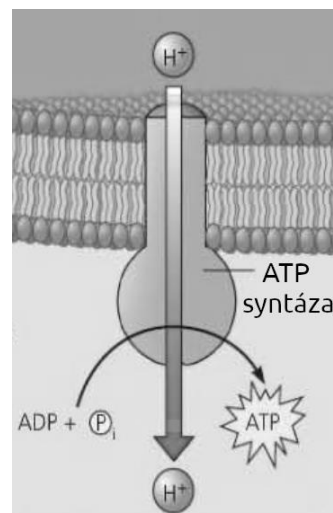
3. Označte, ktoré charakteristiky mitochondriálnej DNA (mtDNA) sú nepravdivé:

- A. mtDNA u väčšiny eukaryotov neobsahuje žiadne funkčné gény, všetky mitochondriálne proteíny sú zvyčajne kódované jadrovou DNA a prenesené do mitochondrií
- B. mtDNA u väčšiny eukaryotov obsahuje všetky gény potrebné pre funkciu mitochondrií, vďaka tomu sú mitochondrie od materských buniek v podstate nezávislé a je možné ich dlhodobo kultivovať aj samostatne, mimo buniek
- C. mtDNA je zvyčajne kruhová
- D. mtDNA je zvyčajne lineárna a jej konce obnovuje enzým telomeráza

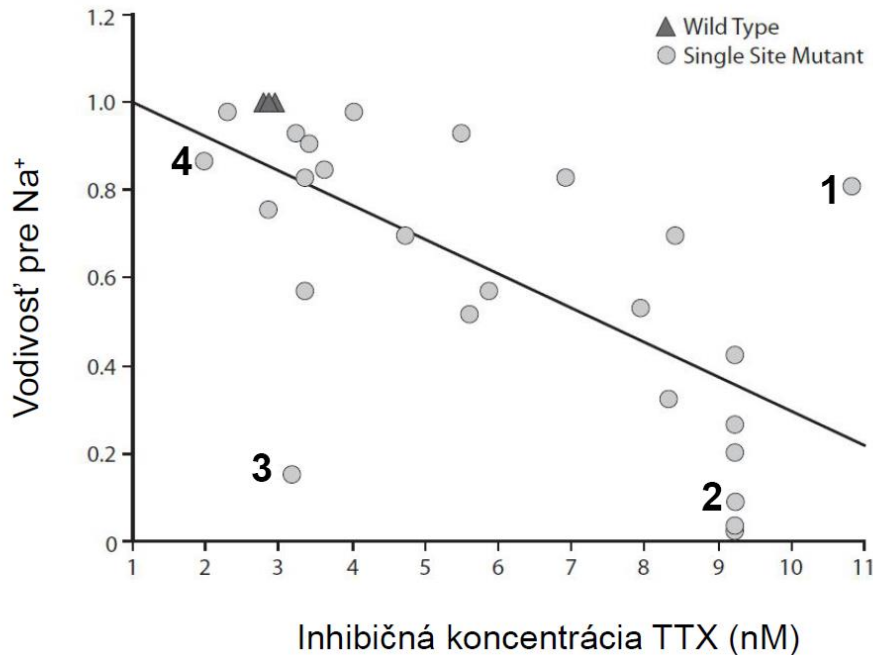
4. Výroba energie v mitochondriách je sprostredkovaná transmembránovým enzýmom na vnútornej mitochondriálnej membráne, ktorý sa nazýva ATP syntáza (obrázok nižšie). Vďaka vodíkovým katiónom, ktoré prúdia po koncentračnom gradiente cez jeho vnútorný kanál, dochádza ku konformačnej zmene proteínu, vďaka čomu sa v matrici mitochondrií syntetizuje ATP – ide o takzvanú chemiosmotickú fosforyláciu.

Ktorý z nasledujúcich dejov by spôsobil zníženie množstva syntetizovaného ATP?

- A. zvýšenie koncentrácie vodíkových katiónov v medzimembránovom priestore mitochondrií
- B. zníženie koncentrácie vodíkových katiónov v medzimembránovom priestore mitochondrií
- C. vytvorenie pórov vo vnútornej membráne mitochondrií
- D. efektívny aktívny transport vodíkových katiónov cez vonkajšiu mitochondriálnu membránu do cytoplazmy
- E. zníženie koncentrácie vodíkových katiónov v matrici mitochondrií



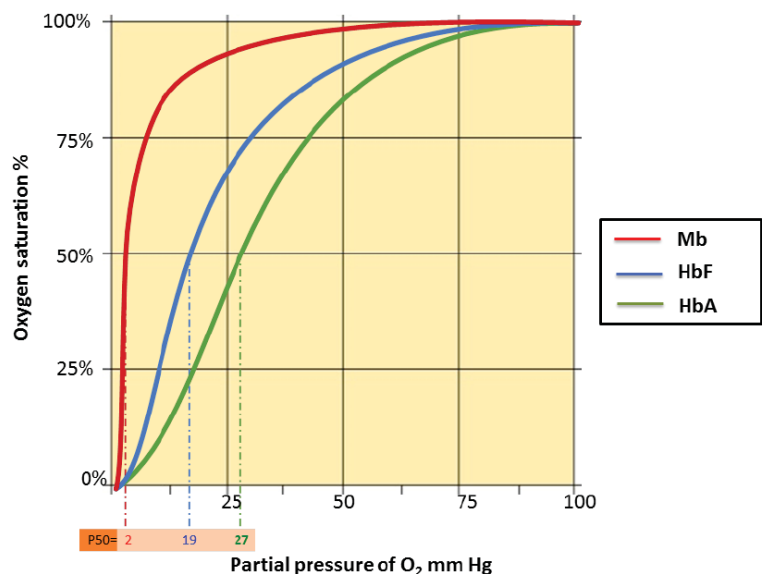
5. Tetrodotoxín (TTX) je neurotoxický jed, ktorý účinkuje prostredníctvom inhibície Na^+ kanálov. Molekula TTX pripomína svojimi vlastnosťami hydratovaný sodný kation, je však príliš veľká, preto sa na kanál iba viaže, ale neprechádza ním, čo spôsobí jeho znefunkčnenie. Na grafe vidíte výsledky mutačnej analýzy tohto kanála s cieľom identifikovať funkčné verzie proteínu rezistentné voči TTX. Vodivosť kanála je vyjadrená v pomere k vodivosti proteínov divého typu (wild type, tmavé trojuholníky). Mutanty sú označené bledšími krúžkami (single site mutant). Pre každú z možností A a B vpište do odpovedového hárku číslo jedného z mutantov 1-4, ktorý najlepšie zodpovedá popisu.



- A. Mutácia, ktorá by mohla zodpovedať za rezistenciu pri živočíchoch odolných voči TTX.
 B. Mutácia, ktorá poskytuje rezistenciu na TTX, avšak pri živočíchoch rezistentných voči TTX sa pravdepodobne nevyskytuje.

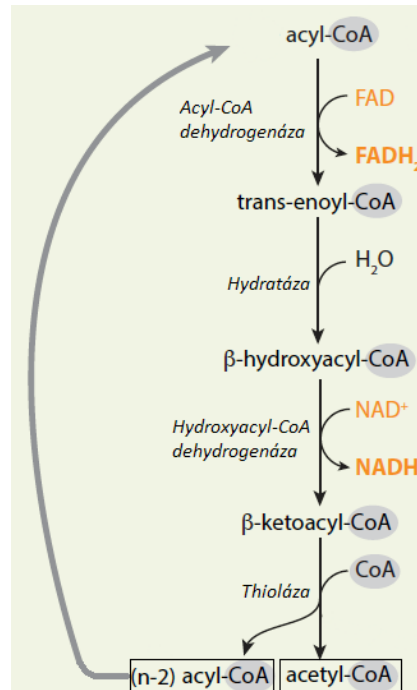
6. Na obrázku vidíte tzv. saturačnú krivku hemoglobínu (HbA = hemoglobín dospelého typu, HbF = fetálny hemoglobín) a myoglobínu (Mb). Na osi y je saturácia hemoglobínu kyslíkom v percentách a na osi x je parciálny tlak kyslíku v prostredí. Určte správnosť nasledujúcich tvrdení.

- A. Oxymyoglobín (myoglobín nesúci kyslík) je primárnym zdrojom O_2 pri svalovej práci.
 B. V placentе HbF prijíma kyslík, zatiaľ čo HbA ho odovzdáva, pretože HbF má vyššiu afinitu ku kyslíku.
 C. V placentе HbA prijíma kyslík, zatiaľ čo HbF ho odovzdáva, pretože HbF má vyššiu afinitu ku kyslíku.
 D. Vo vlásočniciach je nízky parciálny tlak O_2 , pretože tam môže hemoglobín kyslík môže odovzdať.
 E. Vo vlásočniciach je vysoký parciálny tlak O_2 , pretože ho tam hemoglobín prináša.



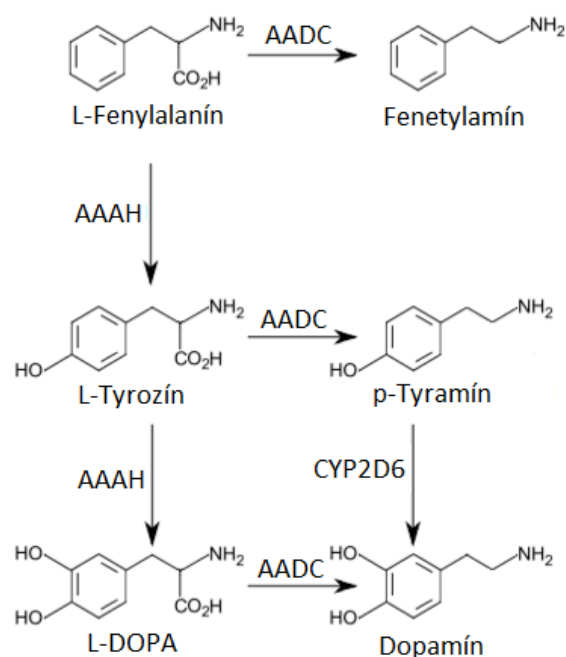
7. Ak chce bunka získať energiu z tukov, musí ich najprv rozštiepiť na glycerol a mastné kyseliny. V mastných kyselinách sa ukrýva najviac energie. Bunka z nich energiu získava v procese beta-oxidácie, ktorý vidíte na obrázku. Počas tohto procesu sa postupne odštiepuje z mastnej kyseliny acetyl-koenzým A (acetyl-CoA), vďaka ktorému v Krebsovom cykle a dýchacom reťazci vznikne dokopy 12 ATP. Po odštiepení acetyl-CoA sa mastná kyselina skráti o dva uhlíky a podstupuje celý cyklus znova, až kým sa neskráti na poslednú 4 – uhlíkatú kyselinu, z ktorej vzniknú dve molekuly acetyl-CoA. Počas jedného cyklu beta-oxidácie vzniká aj FADH_2 , vďaka ktorému vieme vyrobiť 2 ATP a $\text{NADH} + \text{H}^+$, vďaka ktorému vyrobíme 3 ATP v dýchacom reťazci. Pre konkrétne mastné kyseliny vypočítajte, koľko ATP vďaka nim dokážeme vyrobiť. Odpoveď zapíšte do odpovedovej tabuľky.

- A. Kyselina stearová (18 uhlíkov)
- B. Kyselina palmitová (16 uhlíkov)
- C. Kyselina mravčia
- D. Kyselina maslová (4 uhlíky)



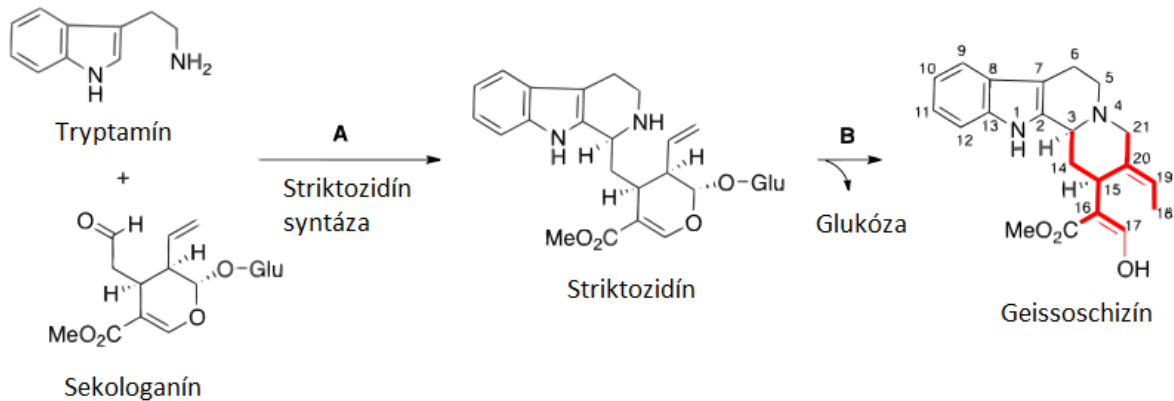
8. Dopamín je jedným zo základných neurotransmiterov a je nenahraditeľný pre činnosť mozgu. Na schéme sú znázornené biochemické reakcie vedúce k premene fenylalanínu na dopamín, sprostredkované príslušnými enzýmami (skratky sú uvedené pri šípkach). Ktoré z nasledujúcich tvrdení, popisujúcich procesy vedúce k tvorbe dopamínu, je/sú pravdivé?

- A. Bez enzýmu CYP2D6 nie je syntéza dopamínu v ľudských bunkách možná.
- B. V prípade, že by enzým AAAH nebol schopný premieňať L-Tyrozín na L-DOPA, ľudské bunky by stále dokázali syntetizovať dopamín.
- C. Produktom reakcií sprostredkovaných enzýmom AADC sú iba prekursor dopamínu.
- D. Existujú dva rôzne spôsoby ako vytvoriť z L-Fenylalanínu dopamín, pričom jednotlivé prekursor sa odlišujú, no ich premenu katalyzuje identická sada enzýmov.



B. ANATÓMIA A FYZIOLOGIA RASTLÍN A HÚB

9. Jedným z významných sekundárnych metabolitov rastlín je strychnín, toxická látka, v minulosti izolovaná zo semien rastlín rodu *Strychnos*. Na obrázku sú znázornené prvé dva kroky v biochemickej dráhe využívajúcej tryptamín a sekologanín na syntézu strychnínu za účasti enzýmu striktozidín syntázy. Ktoré z nasledujúcich tvrdení, popisujúcich priebeh syntézy strychnínu je/sú pravdivé?



- A. Náhle zvýšenie aktivity striktozidín syntázy by malo za následok hromadenie tryptamínu a sekologanínu v bunke.
- B. Enzým katalyzujúci v poradí druhú reakciu (B) zvyšuje množstvo glukózy vylučované rastlinnými bunkami do prostredia.
- C. Oblasť geissoschizínu (na obrázku vyznačená červenou farbou) obsahuje 9 atómov uhlíka.
- D. Zníženie aktivity striktozidín syntázy vedie k poklesu hladiny geissoschizínu v bunke.

10. *Arabidopsis thaliana* má kvet zložený z orgánov usporiadaný v štyroch kruhoch – kališné lístky, korunné lístky, tyčinky a plodolisty. Podľa ABC modelu je identita jednotlivých kruhov určená expresiou génov 3 kategórií – A, B a C. Aktivita A kontroluje orgánovú identitu v prvom a druhom kruhu, aktivita B kontroluje orgánovú identitu v druhom a treťom kruhu a aktivita C kontroluje orgánovú identitu v treťom a štvrtom kruhu. Aktivity A a C sa vzájomne potláčajú – ak dôjde k mutácii, ktorá spôsobí, že sa v prvom a druhom kruhu neexprimujú gény kategórie A, dôjde k expresii génov kategórie C. Na vytvorenie kališných lístkov je potrebná výlučne aktivita A, na vytvorenie korunných lístkov je potrebná aktivita A a B, na vytvorenie tyčiniek aktivita B a C a na vytvorenie plodolistov iba aktivita C.

Aký fenotyp by ste očakávali pri mutácii, ktorá znefunkční gény kategórie C?

- A. Kališné lístky – korunné lístky – tyčinky – plodolisty
- B. Plodolisty – tyčinky – tyčinky – plodolisty
- C. Kališné lístky – korunné lístky – korunné lístky – kališné lístky
- D. Kališné lístky – kališné lístky – plodolisty – plodolisty

11. Kambium je meristematické pletivo, ktoré vytvára sekundárne drevo – deuteroxylém – smerom dovnútra a sekundárne lyko – deuterofloém – smerom von. Práve schopnosť produkovať deuteroxylém a deuterofloém umožňuje niektorým rastlinám dosahovať ohromné rozmery.

Ohromné rozmery dosahovali aj vyhynuté stromovité formy plavúnov a prasličiek. Ich kambium však nedokázalo vytvárať sekundárny floém. Žili preto krátku dobu. Ako by ste to dokázali vysvetliť?

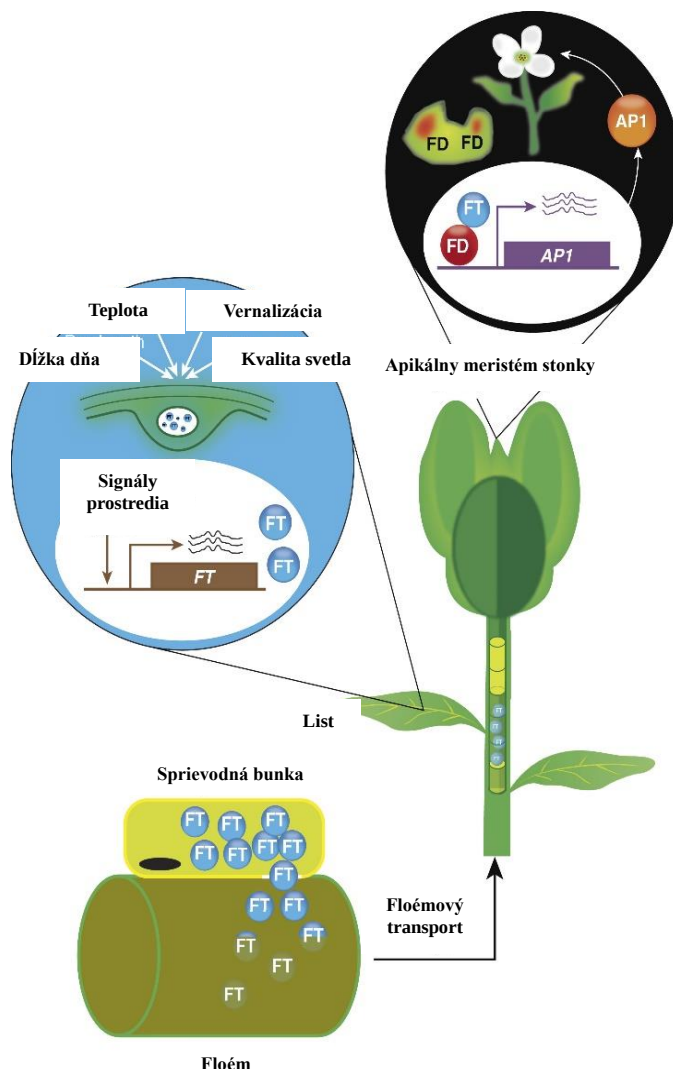
- A. Floém je pletivo, ktoré stromovitým formám dáva oporu – po dosiahnutí určitej výšky stromovité plavúne a prasličky skolabovali.
- B. Floém je pletivo, ktoré rozvádza v rastline produkty fotosyntézy – koreň stromovitých plavúnov a prasličiek po poškodení floému nemohol byť zásobovaný asimilátmi a rastlina odumrela.
- C. Floém je pletivo, ktoré rozvádza v rastline vodu – po jeho poškodení nadzemná časť vyschne a odumrie.

D. Ani jedna z uvedených možností nevysvetľuje, prečo stromovité formy plavúňov a prasličiek žili iba krátko.

12. Vytvorenie kvetu je zásadným momentom v životnom cykle krytosemenných rastlín. Niektoré rastlinné druhy nepotrebujú pre vytvorenie kvetu špecifické signály z prostredia a kvet vytvoria, akonáhle im to umožňujú vnútorné faktory (napríklad dostatočný počet listov). Iné rastlinné druhy potrebujú špecifické signály z prostredia, kvitnutie môže byť kontrolované dĺžkou dňa a noci (hovoríme o fotoperiodizme) alebo je pre kvitnutie potrebný prechod fázou chladu (hovoríme o vernalizácii). Centrálnym proteínom, ktorý indukuje kvitnutie a je ovplyvňovaný fotoperiodickou a vernalizačnou dráhou, je FLOWERING LOCUS T (ďalej FT). V prípade adekvátneho stimulu dôjde k jeho expresii v listoch, transportu do apikálneho meristému stonky, kde interaguje s FLOWERING LOCUS D a takto indukuje kvitnutie a premenu meristému. Situáciu pekne dokumentuje obrázok. U *ft* mutanta u *Arabidopsis* je kvitnutie oproti kontrole oneskorené. *A. thaliana* má fakultatívnu odpoveď – aj keď nedôjde k adekvátnemu stimulu z vonkajšieho prostredia, tak rastlina neskôr vykvitne. V experimentoch popísaných v možnostiach uvažujeme, že všetky rastliny sú pestované vo vhodných podmienkach pre kvitnutie – 16 hodín svetla a 8 hodín tmy. Neuvažujte o vzťahoch zdrojov vo floémovom toku.

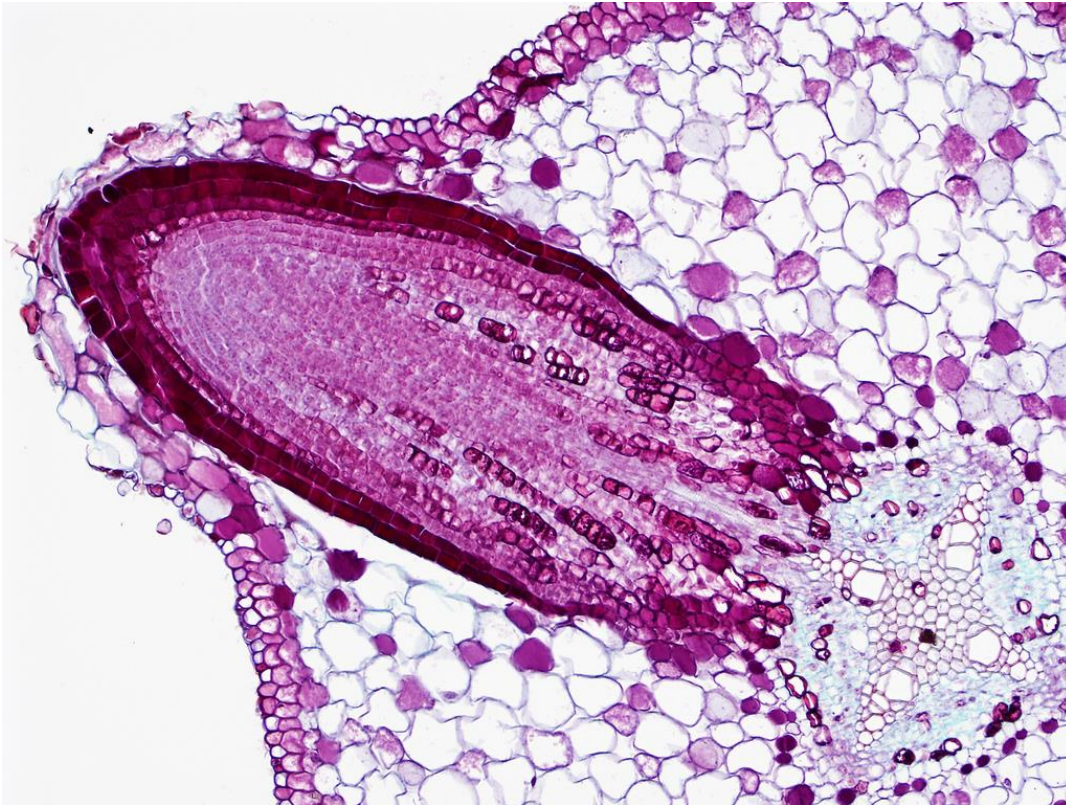
Označte správne tvrdenia:

- A. Oneskorené kvitnutie by sme očakávali aj u *ft* mutanta u *Arabidopsis*.
- B. Ak by sme na stonku *ft* mutanta pripojili list z kontrolnej rastliny, pozorovali by sme vykvitnutie kontroly a našej rastliny v približne rovnakom čase.
- C. Ak by sme na stonku kontrolnej rastliny pripojili list z *ft* mutanta, pozorovali by sme oneskorené kvitnutie našej rastliny v porovnaní s kontrolou.
- D. Rastliny dĺžku dňa vnímajú v listoch.
- E. Ani jedna z uvedených možností nie je správna.



Current Biology

13.

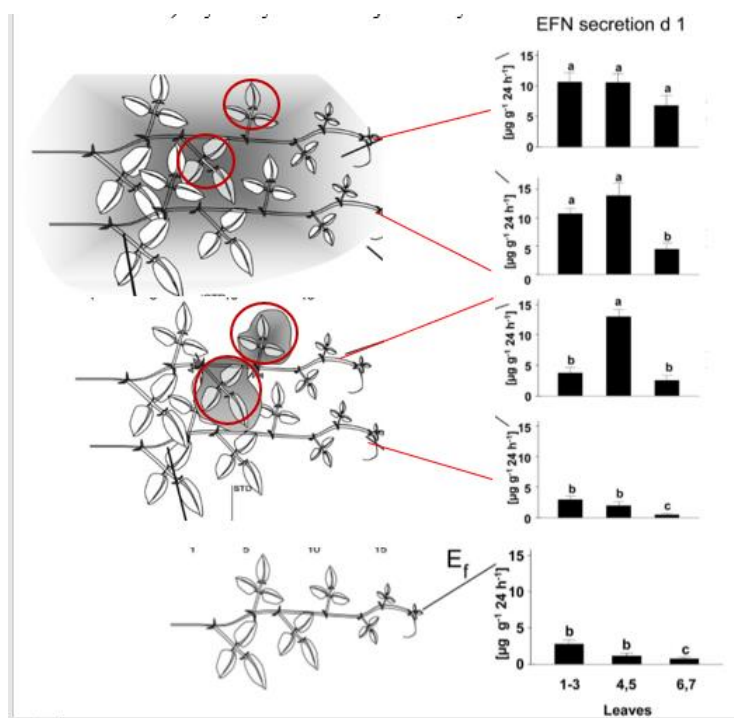


Označte správne tvrdenia:

- A. Na fotografii vidíme priečny rez stonkou.
- B. Na fotografii vidíme priečny rez koreňom.
- C. Fialovo sfarbená štruktúra je koreňový vlások.
- D. Na fotografii vidíme napojenie parazitickej rastliny na koreňový systém hostiteľskej rastliny.

14. V roku 1983 dva vedecké tímy zistili, že stromy sa navzájom varujú pred útokom listy požierajúceho hmyzu. David Rhoades a Gordon Orians si všimli, že húsenice menej často napádali listy stromov susediacich s už napadnutými jedincami. Zdravé stromy v okolí napadnutých stromov boli voči útoku húseníc odolné, lebo syntetizovali fenoly a taníny. Situáciu skúmal tím Martina Heila na fazuli mesiacovitej (*Phaseolus lunatus*). Keď je táto rastlina napadnutá chrobákmi, poškodené listy uvoľňujú do vzduchu zmes prchavých látok a vytvárajú tzv. extraflorálny nektár, ktorý priťahuje článkonožcov živiacich sa chrobákmi. Heilov tím uskutočnil nasledovný experiment: napadnutú rastlinu umiestnil vedľa zdravej rastliny a sledoval produkciu extraflorálneho nektáru v listoch. V druhom experimente zaviazal napadnuté listy do plastového sáčku. Pri oboch experimentoch zvolil vhodné kontroly (3. obrázok). Výsledky dokumentujú obrázky:

Šedá farba znázorňuje výskyt prchavých látok. Obsah extraflorálneho nektáru (EFN) znázorňujú grafy. Listy 1-3, 4-5 a 6-7 sú rôzne staré listy, pričom 4 a 5 boli poškodené listy na hornej rastline. Napadnuté listy sú znázornené červeným kruhom.



Na základe výsledkov tohto experimentu označte pravdivé tvrdenia:

- A. Výsledky Heilových experimentov odporujú pozorovaniam Rhoadesa a Oriansa – listy rastlín v okolí napadnutých rastlín nie sú odolnejšie voči útoku herbivora
- B. V rámci jedného organizmu sa látky spôsobujúce odolnosť voči herbivorom prenášajú floémom
- C. Napadnuté listy vylučujú prchavé látky, ktoré spúšťajú syntézu extraflorálneho nektáru v okolitých listoch, a to nielen samotnej napadnutej, ale aj okolitých rastlín
- D. Šírenie obranných signálov vzduchom je pre rastlinu pravdepodobne efektívnejšie ako šírenie vodivými elementami

15. Začiatkom 20. storočia urobil Eduard Strasburger pokus, ktorého cieľom bolo objasniť transport vody v rastlinách. Ponoril kmeň čerstvo odpíleného 20 m vysokého javora do farebného roztoku toxickéj látky, ktorá rýchlo usmrcuje bunky. Po nejakom čase bol strom pozdĺžne prerezaný a na základe sfarbenia dreva sa zistilo, že tekutina vystúpala takmer až do listov. Označte pravdivé tvrdenia:

- A. Pomocou tohto pokusu je možné určiť, či transport vody rastlinou vyžaduje živé bunky.
- B. Ak by sme rovnaký pokus opakovali pri teplom suchom počasí, tekutina by kmeňom stromu stúpala rýchlejšie ako v chladnom a vlhkom počasí.
- C. Ak by boli stromu pred pokusom odstránené listy, nebol by zaznamenaný takmer žiadny pohyb tekutiny kmeňom stromu.
- D. Tento pokus dokazuje, že väčšina transportu vody rastlinou je poháňaná koreňovým výtlačom
- E. Ak by sme rovnaký pokus opakovali súčasne s dvoma stromami, ktoré majú rôznu listovú plochu, tekutina by stúpala rýchlejšie v tom z nich, ktorý má väčšiu celkovú plochu listov.

C. ANATÓMIA A FYZIOLOGIA ŽIVOČÍCHOV A ČLOVEKA, ETOLÓGIA

16. Pre niektoré druhy organizmov (napr. jedovaté hady, škorpióny) je typické, že produkujú jedy, ktoré sú toxické pre iné organizmy. Hlavnou aktívnou zložkou týchto jedov sú toxíny, ktoré je možné rozdeliť do štyroch kategórií: nekrotoxíny (spôsobujú nekrózu – rozpad zasiahnutých buniek), neurotoxíny (poškodzujú nervový systém), myotoxíny (poškodzujú svalovú sústavu) a cytotoxíny (zabíjajú špecifické typy buniek). Ktoré z nasledujúcich tvrdení popisujúcich rôzne typy toxínov je/sú pravdivé?

- A. Nekrotoxíny spôsobujú smrť obete rýchlejšie ako mytoxíny, pretože bunky v zasiahnutej oblasti začnú okamžite odumierať.
- B. Neurotoxíny väčšinou poškadzujú synaptické spojenia medzi neurónmi alebo činnosť iónových kanálov, sprostredkujúcich prechod nervového signálu.
- C. Mytoxíny zabránia obeti uniknúť, no samé o sebe nespôsobujú smrť zasiahnutého jedinca.
- D. Cytotoxické látky spôsobujú odumieranie všetkých buniek v okolí poranenia.

17. U psov bolo doposiaľ popísaných viac než 13 rôznych krvných skupín, za ktoré zodpovedá 8 rôznych antigénov, nachádzajúcich sa na povrchu červených krviniek. Červené krvinky približne 98% psov obsahujú na svojom povrchu antigény DEA4 a DEA6, často v kombinácii s ďalšími typmi. Pri antigéne DEA 1.1+, ktorý sa nachádza u približne 33% psov, je najvyššia pravdepodobnosť, že v prípade transfúzie spôsobí imunitnú reakciu u príjemcu, ktorého bunky tento antigén nemajú. Ktoré z nasledujúcich tvrdení je pravdivé?

- A. Psy, ktorých červené krvinky obsahujú iba antigény DEA4 a DEA6 sú takmer univerzálnymi príjemcami, pretože pravdepodobnosť, že u nich dôjde k imunitnej reakcii je iba približne 2%.
- B. Ak pri transfúzii nepoznáme krvnú skupinu darcu ani príjemcu, je 33% pravdepodobnosť, že dôjde k imunitnej reakcii.
- C. Približne 32% psov obsahuje krvné antigény DEA4, DEA6 aj DEA1.1+.
- D. Pes, ktorého červené krvinky obsahujú antigén DEA1.1+ môže pri transfúzii bez rizika dostať krv od akéhokoľvek darcu, ktorého červené krvinky neobsahujú antigény DEA4 alebo DEA6.

18. Ak nastane poranenie pravej hemisféry, kde sa prejavia somatosenzorické následky?

- A. Na pravej strane tela
- B. Na ľavej strane tela
- C. Na oboch stranách tela
- D. Vôbec nedôjde k akémukoľvek poškodeniu so semotosenzorickými následkami

19. Amoniak (NH_3) je veľmi toxická látka, ktorá vzniká ako produkt metabolizmu dusíkatých látok. Táto látka je pre bunky živočíchov veľmi toxická a preto u živočíchov, ktoré ju majú ako koncový produkt metabolizmu (teda nie je ďalej metabolizovaná na menej toxické látky) je silno riedená a prakticky okamžite vylučovaná z organizmu. U ktorých živočíchov by ste očakávali, že amoniak bude vylučovaný ako koncový produkt močom?

- A. u kostnatých rýb
- B. u plazov
- C. u lietavých vtákov
- D. u vodných korytnačiek
- E. u ľudí

20. Tukové tkanivo nie je len pasívnym tkanivom, ale je aj metabolicky aktívne. Jedným z hormónov, ktorý sa tvorí v tukovom tkanive je leptín. Tento hormón pôsobí v hypotalame v jadre nazývanom *nucleus arcuatus*. Jeho úlohou je informovať mozog o tom, či sú tukové zásoby tela dostatočné, čím sa spolupodieľa na riadení príjmu množstva potravy (tlmí chuť do jedla). Existujú však aj ľudia (zvieratá), ktoré sú obézni, majú vysoké koncentrácie leptínu v krvi a naďalej pribierajú. Predpokladá sa, že príčinou toho, že títo ľudia naďalej nabierajú hmotnosť je:

- A. jeho rýchla degradácia v pečeni
- B. rezistencia buniek voči leptínu
- C. premena negatívnej spätnej väzby na pozitívnu spätnú väzbu
- D. premena leptínu na ghrelín, ktorý pôsobí antagonisticky
- E. nesprávny pomer nasýtených a nenasýtených mastných kyselín v potrave

21. Kwashiorkor je ochorenie rozšírené najmä v oblastiach postihnutých hladom – vzniká na základe nedostatočného príjmu bielkovín, ale za zachovania dostatočného energetického príjmu (sacharidy, lipidy). Telo tak nemôže v dostatočnej miere syntetizovať proteíny krvnej plazmy. Ľudia trpiaci kwashiorkorom majú typický „nafúknuté brucho“. Akú úlohu pri takomto ochorení hrajú bielkoviny?

- A. Bielkoviny sú vo všeobecnosti nabité molekuly, a tak sú osmoticky aktívne.

- B. Žiadne bielkoviny nie sú nabité, a tak ani osmoticky aktívne.
- C. Pri nedostatku bielkovín je v krvi vyššia koncentrácia lipidov a sacharidov. Krv sa stáva „hypertonicou“ a tuk sa ukladá do tkanív, čo spôsobuje typický vzhľad.
- D. Pri nedostatku bielkovín sa krv stáva „hypotonickou“ voči tkanivám, a tak sa voda dostáva do tkanív, čo spôsobuje typický vzhľad.
- E. Podobný výzor môžu mať ťažkí alkoholici s cirhózou pečene.

22. Bravčovú krv sme odobrali do nádoby, v ktorej bol pridaný šťavelan sodný – antizrážavá látka. Nasledovne sme pridali CaCl_2 čím sme krv rekalcifikovali. Do nádoby sme pridali sklenené guľôčky a obsah sme pretrepávali. Po čase vznikla zrazenina, ktorú sme aj s guľôčkami vybrali a následne premyli pod tečúcou vodou. Vznikli biele vlákna. Z čoho boli tieto vlákna?

- A. Aktivovaných bielych krviniek
- B. Zo zmesi iónov chlóru a šťavelanu vápenatého
- C. Z krvných doštičiek
- D. Z fibrínu

23. Označte pravdivé tvrdenie/tvrdenia o akustickej komunikácii medzi živočíchmi:

- A. Je možné ju využiť ich aj v situáciách a prostrediach, ktoré znižujú využiteľnosť vizuálnych signálov (napr. v tme či hustom lese).
- B. Pri akustickej komunikácii sa signalizujúci jedinec vždy vystavuje možnému odhaleniu predátorom.
- C. Akustické signály majú zvyčajne iba jednu vlnovú dĺžku a preto nie sú vhodné na komunikáciu na krátke vzdialenosti.
- D. Akustický signál je jednoduchšie zaregistrovať ako vizuálny, pretože adresát sa nemusí pozeráť v smere signalizujúceho jedinca.

24. Hypotéza hendikepu sa pokúša vysvetliť, prečo si samice mnohých druhov živočíchov vyberajú samce s nápadnými znakmi (napr. veľký chvost a pestré sfarbenie). Tým, že tieto znaky zvyšujú šancu ulovenia predátorom, predstavujú pre samca hendikep a je zvláštne, že samice preferujú práve takýchto partnerov. Spomínaná hypotéza predpokladá, že hendikepy sú zároveň pravdivým signálom kvality samca. Teda napr. čím väčší a žiarivejší chvost má samec páva, tým je pravdepodobne lepším potenciálnym partnerom, keďže s takýmto veľkým hendikepom dokázal prežiť. Samce zebričiek (*Taeniopygia guttata*) majú na hlavách nápadné oranžové škvrny a je známe, že samice preferujú samcov s intenzívnejším sfarbením. Predstavte si, že ste zisťovali aká je hmotnosť mláďat samcov s intenzívnym a menej intenzívnym sfarbením. Čo by ste očakávali, ak platí hypotéza hendikepu?

- A. Priemerná hmotnosť mláďat nebude závisieť od intenzity sfarbenia otca
- B. Intenzívne sfarbené mláďatá budú mať intenzívne sfarbenú matku
- C. Priemerná hmotnosť mláďat intenzívne sfarbených otcov bude nižšia ako priemerná hmotnosť mláďat bledšie sfarbených otcov
- D. Intenzívnejšie sfarbení otcovia budú mať mláďatá s vyššou priemernou hmotnosťou ako bledšie sfarbení otcovia.
- E. Mláďatá intenzívnejšie sfarbených matiek budú v priemere väčšie.

D. GENETIKA

25. K jednotlivým efektom mutácií priradte, v akej časti štandardného eukaryotického génu k mutácií došlo.

Promótor (P), terminátor (T), intrón (I), stop kodón (S). Každéj mutácii priradte iba jeden.

- A. Delícia dvoch nukleotidov nemala kvalitatívny ani kvantitatívny dopad na vznikajúci génový produkt
- B. Substitúcia nukleotidu znížila expresiu génového produktu
- C. Inzercia nukleotidu spôsobila extrémne predĺženie vznikajúceho proteínového produktu
- D. Delícia nukleotidov inhibovala vyviazanie transkripčnej mašinerie

26. Vedecký tím študoval klinický dopad mutácie v *PRRAT* géne u ľudí. U dospelých jedincov bola táto mutácia prítomná v nádorovej patológii u neuroglií (podporných buniek nervového tkaniva) a bola priamo spojená s výskytom rakoviny mozgu. U novonarodených detí pozitívnych na mutáciu v *PRRAT* géne dochádzalo k neurodegenerácii mozgového tkaniva, epilepsii a vysokej úmrtnosti v skorom veku. Ako si vysvetľujete rozdielny klinický prejav tejto mutácie u dospelých jedincov a novorodencov? (v oboch prípadoch ide o kvantitatívne a kvalitatívne rovnakú mutáciu v *PRRAT* géne; expresiu daného génu považujeme za rovnakú u dospelého jedinca aj novorodenca) Odpoveď napíšte do odpovedovej tabuľky.

27. Klinefelterov syndróm je dôsledkom aneuploidie pohlavných chromozómov, podmienený karyotypom XXY. Ľudia s týmto syndrómom majú mužské pohlavné orgány, sú však neplodní a môžu vykazovať niektoré ženské sekundárne pohlavné znaky alebo zníženú inteligenciu. Akým spôsobom môže dôjsť ku vzniku gamét, ktoré dajú vznik zygote s takýmto genotypom?

- A. Nondisjunkcia (nesprávne rozdelenie chromozómov do dcérskych buniek) počas oogenézy.
- B. Nondisjunkcia počas spermiogenézy v meióze I.
- C. Nondisjunkcia počas spermiogenézy v meióze II.
- D. Počas spermiogenézy dôjde v meióze II k neúspešnému crossing-overu, pri ktorom z X chromozómu vznikne chromozóm Y.

28. Kupido prériový (*Tympanuchus cupido*) je vták, ktorého populácia bola na niektorých miestach v Amerike zdecimovaná v dôsledku ničenia jeho prirodzeného habitatu. V nasledujúcej tabuľke sú uvedené údaje o genetickej variabilite jednotlivých študovaných populácií (štvrtý stĺpec) a ich ďalších charakteristikách. (Genetická variabilita starých populácií bola stanovená na základe analýzy muzeálnych exponátov.)

Miesto	Obdobie	Veľkosť populácie	Počet aliel na lokuse X	% úspešne vyliahnutého potomstva
Illinois	1930 – 1960	1000 – 25000	5,2	93
Illinois	súčasnosť	<50	3,7	45
Kansas	súčasnosť	750000	5,8	99
Nebraska	súčasnosť	75000 – 200000	5,8	96
Minnesota	súčasnosť	4000	5,3	85

Ktoré z nasledujúcich tvrdení sú pravdivé?

- A. Populácia v Illinois vykazuje efekt hrdla fľaše (*bottleneck effect*), v dôsledku ktorého v tejto populácii časom stúpla genetická variabilita a schopnosť rozmnožovať sa.
- B. Populácia v Illinois vykazuje efekt hrdla fľaše (*bottleneck effect*), v dôsledku ktorého v tejto populácii časom klesla genetická variabilita a schopnosť rozmnožovať sa.
- C. Na efekte hrdla fľaše, podobne ako pri inbrídingu, je možné pozorovať, že znížená genetická variabilita znižuje šance populácie na prežitie.
- D. Vysoká genetická variabilita populácií v Kansase, Nebraske a Minnesote je dôsledkom vysokej reprodukčnej schopnosti týchto populácií.

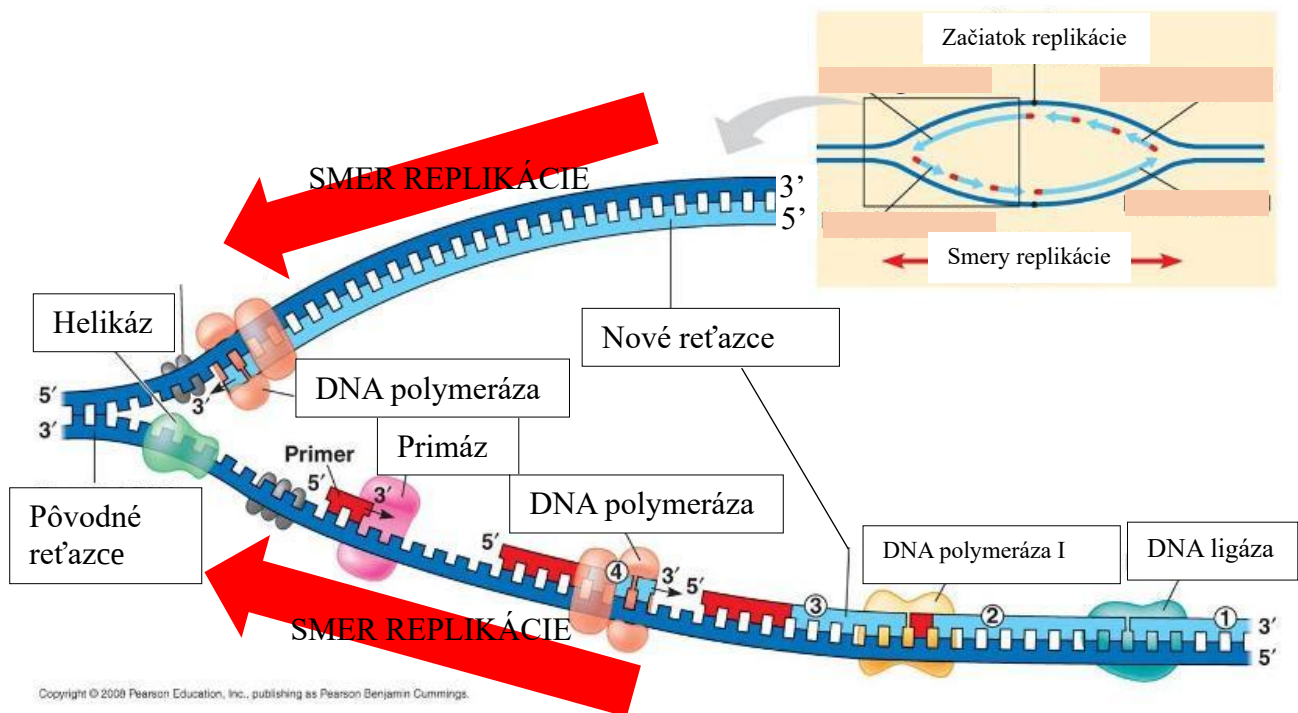
29. Farbu srsti u mačiek okrem iného ovplyvňuje aj gén B. Variant génu (alela) B podmieňuje čierne sfarbenie srsti (v diploidnej kombinácii BB aj Bb), variant b podmieňuje oranžové sfarbenie (iba v kombinácii bb). Ako sa dá vysvetliť existencia tzv. korytnačinovo sfarbených mačiek, ktorých srst má aj čierne aj oranžové fľaky?

- A. gén B je na chromozóme Y
- B. gén B je na chromozóme X, pričom jeden chromozóm X je u samičiek vždy zbalený do Barrovho telieska, teda inaktívny

C. počas meiotického crossing-overu môže u rôznych buniek dôjsť k rôznej rekombinácii týchto dvoch variantov

D. na základe toho, či jedinec získa alelu B od matky alebo od otca, môže byť prejav tejto alely blokovaný

30. Molekulu DNA tvoria dva komplementárne reťazce, ktoré nazývame aj antiparalelné – to znamená, že každý ide „opačným smerom“. Jeden jeho koniec je označovaný ako 5', druhý ako 3' (podľa poradia uhlíkov v deoxyribóze). Jeden reťazec potom môže mať smer buď 5'→3' alebo 3'→5'. Dôležité je, že všetky enzýmy, ktoré syntetizujú nový reťazec DNA, to dokážu len v smere 5'→3'. Na to, aby sa eukaryotické bunky vysporiadali s týmto problémom, si vymysleli mechanizmus, ktorý môžete vidieť na obrázku. Princípom je, že reťazec, ktorý by mali syntetizovať v smere 3'→5' syntetizujú po malých kúskoch v smere 5'→3' a potom tieto kúsky spájajú.



Ktoré tvrdenia o replikácii DNA sú pravdivé?

- A. Tento dej sa odohráva v S fáze bunkového cyklu.
- B. Tento dej sa odohráva v M fáze bunkového cyklu.
- C. Reťazec syntetizovaný po kúskoch sa syntetizuje rýchlejšie, ako druhý reťazec.
- D. Jednotlivé „kúsky“ spája DNA ligáza.
- E. Jednotlivé „kúsky“ spája DNA polymeráza I.

E. EKOLÓGIA

31. Rozhodnite, ktoré z nasledujúcich tvrdení o hustote populácie je/sú pravdivé.

- A. Zvýšenie hustoty populácie u druhov, ktoré napr. spoločne bránia hniezda, môže mať pozitívny vplyv na fitness jedincov.
- B. U vodných rastlín obvykle s rastúcou hustotou populácie klesá vnútroduhová konkurencia.
- C. Z rastúcou hustotou populácie sa vnútroduhová konkurencia výlučne znižuje v dôsledku väčšej dostupnosti zdrojov.
- D. Závislosť fitness jedinca na hustote populácie je u všetkých živočíchov spravidla lineárna.
- E. Pri príliš nízkej hustote populácie môžu mať jedinci nízku fitness napríklad v dôsledku problémov s nájdením si partnera.

32. O tom v akom prostredí sa určitý druh organizmu vyskytuje nám môže veľa napovedať aj jeho vzhľad. Relatívna veľkosť končatín a rôznych telesných prívěskov napríklad u mnohých skupín živočíchov súvisí so zemepisnou šírkou a teplotou oblasti kde žijú. Na obrázkoch nižšie vidíte tri rozličné druhy kengúr, na základe ich morfológie rozhodnite, ktoré z nasledujúcich tvrdení je/sú pravdivé.

1



2



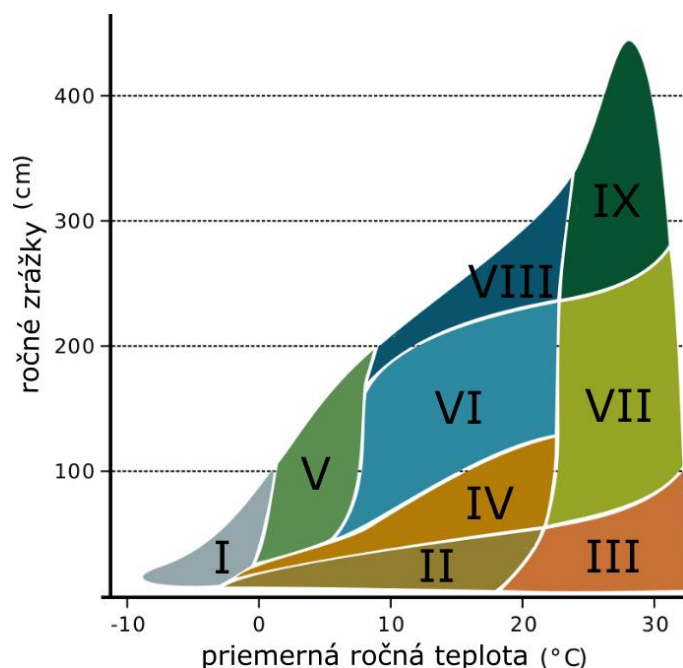
3



- A. Druh 1 obýva pravdepodobne najteplejšie oblasti. Usudzovať to môžeme na základe jeho sfarbenia, keďže je najtmavší a zrejme tak najlepšie odoláva škodlivému UV žiareniu.
- B. Druh 2 pravdepodobne obýva najteplejšie oblasti, keďže má najkratšiu srst' a najmenšie nozdry.
- C. Druh 2 pravdepodobne obýva najchladnejšie oblasti, keďže má najmenšiu hlavu a najdlhšie uši. Je tak najlepšie prispôsobený na nízke teploty, keďže má relatívne malý povrch tela.
- D. Druh 3 pochádza pravdepodobne z najteplejších oblastí, čo môžeme usudzovať na základe toho že má zo všetkých druhov relatívne najväčšie uši.
- E. Druh 3 pravdepodobne obýva najchladnejšie oblasti, keďže má najväčšiu hlavu a najdlhšie uši. Je tak najlepšie prispôsobený na nízke teploty, keďže má relatívne veľký povrch tela.

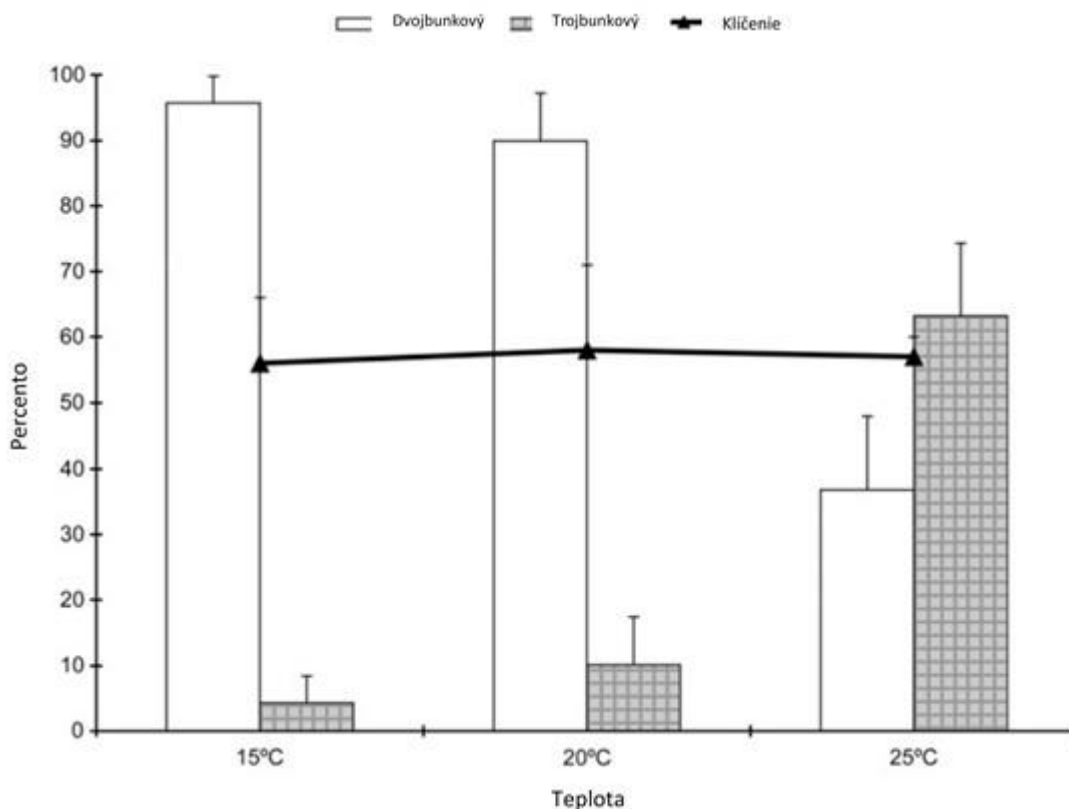
33. To aké ekosystémy sa s rôznymi oblasťami sveta vyskytujú, je do veľkej miery ovplyvnené aj zrážkami a teplotou. Priradte k nasledujúcim ekosystémom číslo z grafu, ktoré im zodpovedá.

- A. Opadavý les mierneho pásma
- B. Tajga
- C. Tropický sezónny les
- D. Dažďový les mierneho pásma
- E. Tundra



34. Keď chceme určiť veľkosť určitej populácie, môžeme použiť metódu značkovania. Predstavte si, že chcete určiť veľkosť populácie srnca lesného. Odchytíte 100 jedincov, označíte ich a vypustíte. Po určitom čase sa na miesto vrátite a chytíte 120 jedincov. Zistíte, že 20 jedincov z odchytých jedincov nesie značku. Vypočítajte predpokladanú veľkosť populácie srnca lesného.

35. Väčšina krytosemenných rastlín uvoľňuje z peľníc dvojbunkový peľ – je tvorený generatívnou a vegetatívnou bunkou. U niektorých skupín však dochádza k rozdeleniu generatívnej bunky na spermatické bunky ešte pred uvoľnením z peľnice a na bliznu tak dopadá už trojbunkový peľ. Rastlina z bazálnej čeľade krytosemenných rastlín *Annonaceae* uvoľňuje dvojbunkový aj trojbunkový peľ. Skúmal sa vplyv teploty na pozorovaný jav.



Označte správne tvrdenia:

- A. Dvojbunkový aj trojbunkový peľ má rovnakú klíčivosť.
- B. Teplota nemá vplyv na priebeh mikrogametogenézy.
- C. So zvyšujúcou sa teplotou rastie podiel dvojbunkového peľu.
- D. Štúdia poukazuje na to, že selekcia za určitých podmienok mohla favorizovať vznik trojbunkového peľu.

F. EVOLÚCIA A SYSTEMATIKA

36. V evolúcii sa mnohokrát nezávisle vyvinulo oddelené samčie a samičie pohlavie. Existuje celá škála mechanizmov určujúcich pohlavie – môže byť určené geneticky (determinujú ho vnútorné faktory) alebo environmentálne (determinujú ho vonkajšie faktory). Niektoré rastlinné druhy a mnohé živočíšne druhy majú pohlavné chromozómy. Rozlišujeme tri základné typy chromozomálnej determinácie pohlavia, a to je UV systém, ZW systém a XY systém.

I. Označte správne tvrdenia týkajúce sa jednotlivých typov chromozomálnej determinácie pohlavia.

- A. U XY systému je samičie pohlavie heterogametické (nesie jeden X a jeden Y chromozóm) a samčie pohlavie je homogametické (nesie dva X chromozómy).
- B. U ZW systému je samčie pohlavie heterogametické (nesie jeden Z a jeden W chromozóm) a samičie pohlavie je homogametické (nesie dva Z chromozómy).
- C. U UV systému je pohlavie určené v haploidnej fáze, vyskytuje sa u niektorých zástupcov machorastov.
- D. Ani jedno z uvedených tvrdení nie je pravdivé.

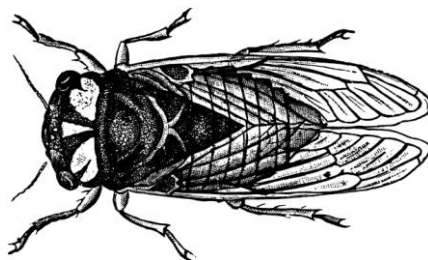
II. V súčasnosti relatívne dobre rozumieme základným krokom v evolúcii pohlavných chromozómov. Pohlavné chromozómy vznikli v evolúcii z autozómov. Vašou úlohou bude usporiadať, v akom poradí v evolúcii prebiehali deje A-D.

- A. Dôjde k degenerácii nepárového pohlavného chromozómu, prípadne sa vyvinú mechanizmy kompenzácie dózy, ktoré vyrovnajú génovú expresiu na párovom pohlavnom chromozóme s expresiou na autozómoch.
- B. Vznik dvoch mutácií – jedna potláčajúca samčiu a druhá potláčajúca samičiu fertilitu, zvyčajne v rôznych lokusoch.
- C. V heterogametickom pohlaví dôjde k potlačeniu rekombinácie medzi párovým a nepárovým pohlavným chromozómom.
- D. Pohlavne špecifické gény sa dostávajú do väzby s génmi v pohlavie určujúcej oblasti.

37. V evolúcii sa niektoré znaky vyvinuli viackrát, nezávisle na sebe. V rastlinnej evolúcii nájdeme niekoľko príkladov tohto javu – hovoríme o konvergentnej evolúcii. Vašou úlohou je označiť znaky, ktoré sa u rastlín vyvinuli viackrát nezávisle na sebe.

- A. mäsožravosť
- B. C4 fotosyntéza
- C. parazitizmus
- D. heterospória

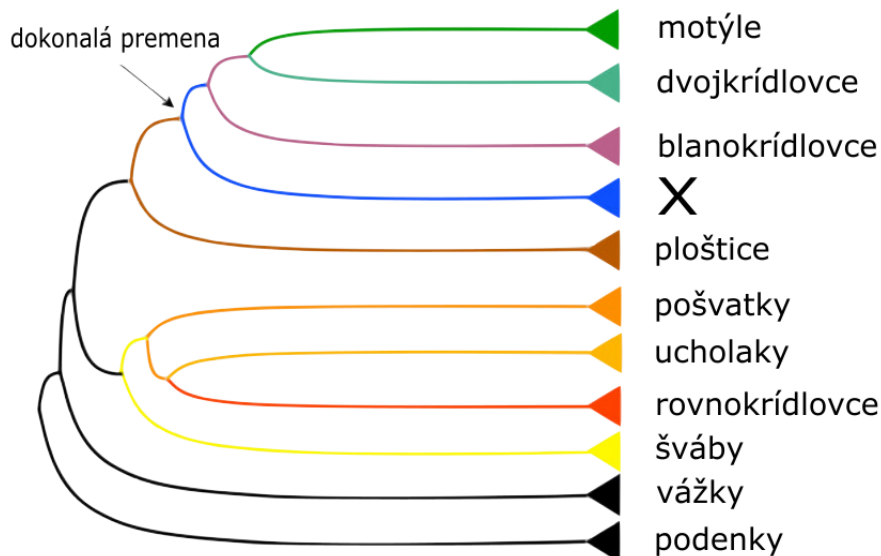
38. Cikády sú pomerne známou skupinou hmyzu z radu Hemiptera. Vydávajú obvykle výrazné cvrkavé zvuky a stretnúť sa s nimi môžeme aj v našej prírode. Zástupcovia rodu *Magicicada*, žijúci v Severnej Amerike sa pritom vyznačujú synchronizovaným životným cyklom a veľmi dlhým larválnym štádiom, ktoré trvá 13 alebo až 17 rokov. Dospelí jedinci vychádzajú na povrch hromadne v obrovských počtoch, no žijú len niekoľko týždňov a znova sa objavujú až po ďalších 13 či 17 rokoch. Ktoré z nasledujúcich tvrdení o cikádach a ich neobvyklej životnej stratégii je/sú pravdivé?



- A. Dospelé cikády majú hryzavé ústne orgány, živia sa listami stromov.
- B. Synchronizácia životného cyklu u jednotlivých zástupcov rodu *Magicicada* pomáha znižovať vnútroduhovú konkurenciu, keďže rôzne druhy tohto rodu majú typicky rôzne dlhé larválne štádiá a navzájom si tak menej konkurujú o potravu.
- C. Synchronizácia a veľká dĺžka životného cyklu u amerických cikád môže slúžiť ako obrana proti na dospelé cikády špecializovaným parazitom a predátorom. Tie majú totiž výrazne kratší životný cyklus a nedokážu prežiť tak dlhý čas bez potravy.
- D. Synchronizácia životného cyklu u zástupcov rodu *Magicicada* vzniká v dôsledku manipulácie parazitickými prvokmi, ktoré k svojmu pohlavnému rozmnožovaniu vyžadujú vysoké teploty. Tie sa totiž v Severnej Amerike cyklicky striedajú kvôli činnosti oceánskych prúdov.
- E. Veľká dĺžka životného cyklu u amerických cikád je spôsobená parazitmi, ktorými sú

obvykle ich larvy hromadne infikované. Nemajú potom dostatok živín a ich vývin je výrazne pomalší než u ich príbuzných.

39. Nasledujúci fylogenetický strom zobrazuje príbuzenské vzťahy medzi niekoľkými radmi hmyzu. Rozhodnite, ktoré z nasledujúcich tvrdení je/sú pravdivé.



- A. Vážky by podľa tohto fylogenetického stromu mali byť sesterskou skupinou švábov.
- B. Motýle sú druhovo najbohatšou skupinou hmyzu na svete.
- C. Hmyz z nedokonalou premenou (Hemimetabola) tvorí paraľfyletickú skupinu.
- D. Písmeno X označuje pravdepodobne modlivky, ktoré sú sesterskou skupinou ostatných radov hmyzu s dokonalou premenou.
- E. Písmeno X označuje pravdepodobne termity, ktoré sú vnútornou skupinou hmyzu s dokonalou premenou.

40. Už na základe tvaru zobáku môžeme často určiť, čím sa vták živí. Priradte nasledujúce vtáky k ich potrave.



- A. semená a plody rastlín
- B. bezstavovce
- C. stavovce

	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, Mgr. Jaroslav Ferenc, Lukáš Janošík, Ján Hunák, Oliver Pitoňak

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 2018