

Biologická olympiáda

Ročník: 55 Škol. rok: 2020/2021

Kolo: Celoštátne

Kategória : A

Test

Celoštátne kolo začína 13.00 a končí 15.30. Budete riešiť test a jednu praktickú úlohu. Na test máte 90 minút. Na praktickú úlohu 60 minút. **Za test môžete získať 80 bodov za praktickú úlohu 44 bodov.** Test aj praktická úloha budú otvorené počas celého riešenia CK. Na niektoré otázky je správnych viac odpovedí. Body Vám budú udelené za každú správnu odpoveď. Za nesprávnu Vám budú odpočítané minimálne na 0. Ak test a praktickú úlohu neodošlete včas, test sa uzamkne a nebude sa dať odoslať. V takom prípade budú neplatné. Nenechajte si odoslanie na poslednú chvíľu pre prípadné problémy s internetom alebo kapacitou MS Forms. V prípade rovnosti bodov o poradí rozhodne čas riešenia testu.

* Tento formulár zaznamená vaše meno, zadajte svoje meno.

1

Predstavte si populáciu, v ktorej je frekvencia recesívnych homozygotov aa 36%. Ak je populácia v rovnováhe, aká je frekvencia alely A? Výsledok napíšte v %.
(Počet bodov: 3)

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?

(Počet bodov: 2)

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

Zabudovanie oxidu uhličitého do molekúl sacharidov v rastlinách je energeticky náročný proces. Sú potrebné redukčné ekvivalenty vo forme NADPH a ATP. Vytvárajú sa vo 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:

(Počet bodov: 2)

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

4

V hypotetickej populácii ľudí, ktorá sa nachádza v Hardy-Weinbergovej rovnováhe, je kosáčikovitá anémia (homozygotne recesívne ochorenie podmienené genotypom aa) prítomné u 4% ľudí.

Aká je frekvencia recesívnej alely a v tejto populácii? Odpoveď uveďte v percentách.

(Počet bodov: 3)

5

Imunitný systém dokáže rozpoznať napadnutie vírusom – napríklad na základe zníženej translácie alebo prítomnosti dvojvláknovej RNA. Stimuluje to transkripciu interferónov. Tie sa viažu na receptory a spúšťajú v iných bunkách signálne dráhy, ktoré ich chránia pred poškodením vírusom. Naviazanie na receptor aktivuje JAK/STAT dráhu. Tá vedie k expresii mnohých obranných génov. Interferóny aktivujú RNA-aktivovanú proteín kinázu (PKR). Táto fosforyluje α podjednotku iniciačného faktora 2, čo vedie k inhibícii proteosyntézy. Niektoré vírusy sa dokážu proti týmto aktivitám imunitného systému brániť – prebieha koevolúcia imunitného systému a vírusových patogénov. Vyberte možnosti, ktorými by sa vírus mohol brániť interferónovej obrane.

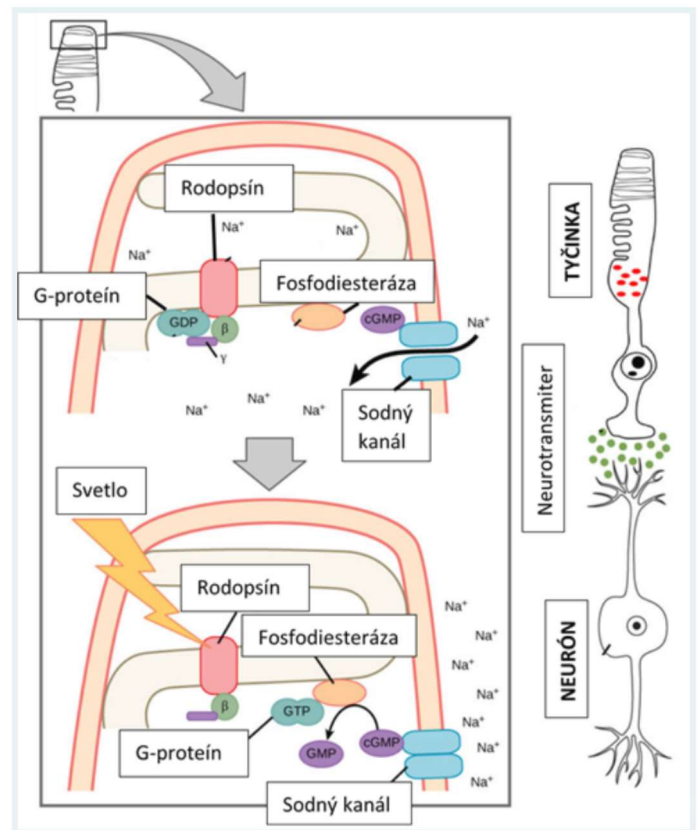
(Počet bodov: 1.5)

☐ aktivácia JAK/STAT dráhy

☒ blokácia JAK/STAT dráhy

☒ aktivácia bunkového inhibítora PKR

☒ inhibícia aktivity PKR



Na obrázku vidíte schému fungovania tyčínok – buniek, vďaka ktorým vidíme. Tie pomocou pár krokov premieňajú fyzikálny signál (svetlo) na chemický a následne na biologický signál (nervový vzruch), ktorý prináša informáciu o svetle do mozgu. Svetlo najprv dopadne na bielkovinu rodopsín, ktorý obsahuje retinal (vit.

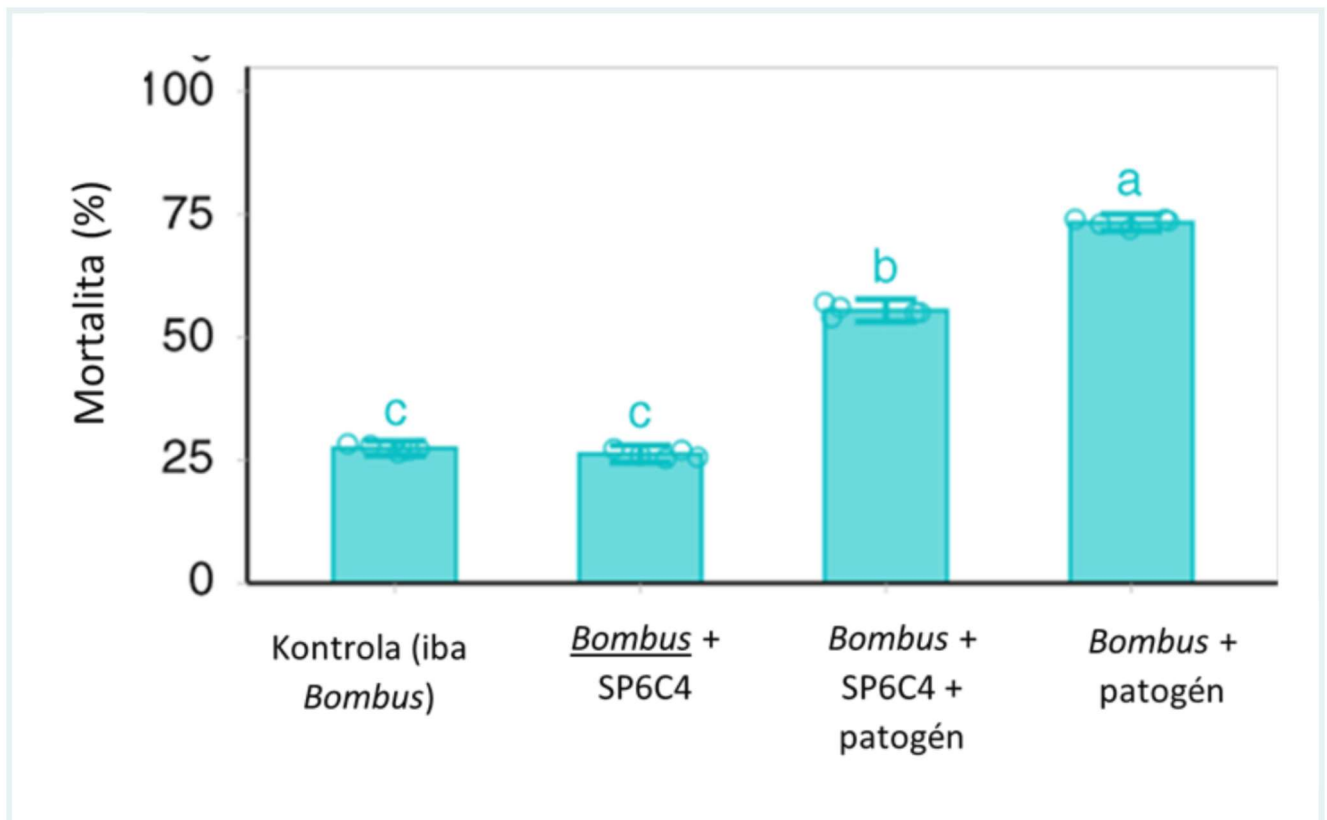
A). Svetlom aktivovaný rodopsín **aktivuje** G proteín, ktorý **aktivuje** fosfodiesterázu. Tá začína **štiepiť** cyklický guanozínmonofosfát (cGMP) na guanozínmonofosfát (GMP). Znížená koncentrácia cGMP spôsobuje **uzatvorenie** sodných kanálov. Ak sú sodné kanály **otvorené**, vylučuje sa na konci tyčinky neurotransmitter, ktorý šírenie nervového vzruchu na neuróne ____X____. Čo je potrebné doplniť miesto X?

(Počet bodov: 2)

- ☐ Pri dopade svetla sa neurotransmitter vylučuje.
- ☒ Pri dopade svetla sa neurotransmitter nevylučuje.
- ☐ Na posledné miesto v texte (X) patrí slovo „aktivuje“.
- ☒ Na posledné miesto v texte (X) patrí slovo „inhibuje“

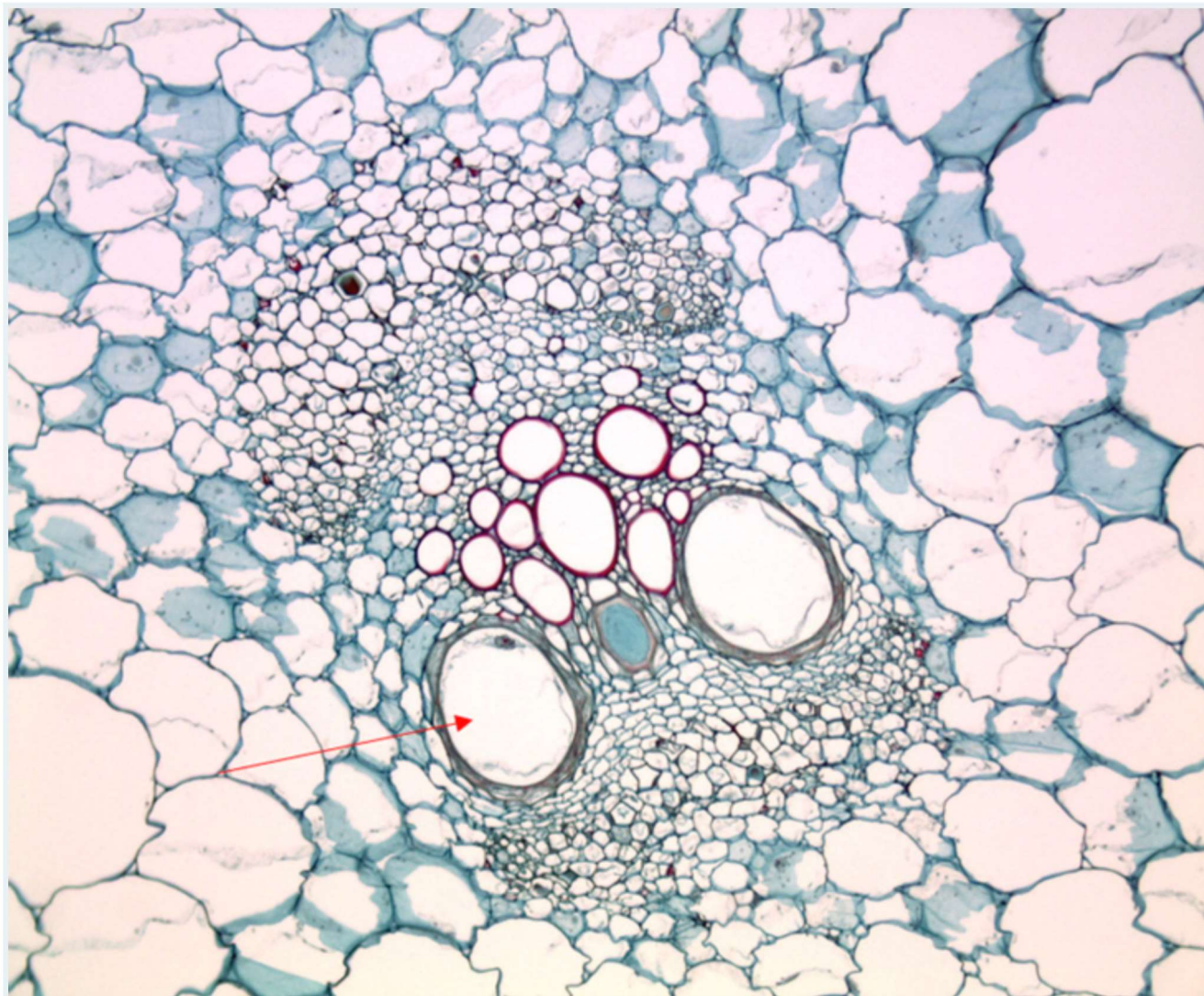
Mikrobióm – spoločenstvo mikroorganizmov – žijúci na/v rastlinných pletivách zohráva dôležitú úlohu v raste, vývoji a v zdravotnom stave rastliny. Kim a kol. zistili, že významnú úlohu v ochrane jahody pestovanej v skleníku pred patogénnou hubou *Botrytis cinerea* zohráva kmeň SP6C4 druhu *Streptomyces globisporus*. Keďže identifikovali prítomnosť tejto baktérie v kvete, zaujímalo ich, či má vplyv na opeľovača *Bombus impatiens*. Okrem toho zistili, že opeľovač dokáže prenášať *Streptomyces* z jedného kvetu na druhý. Označte správne tvrdenie:

(Počet bodov: 2)

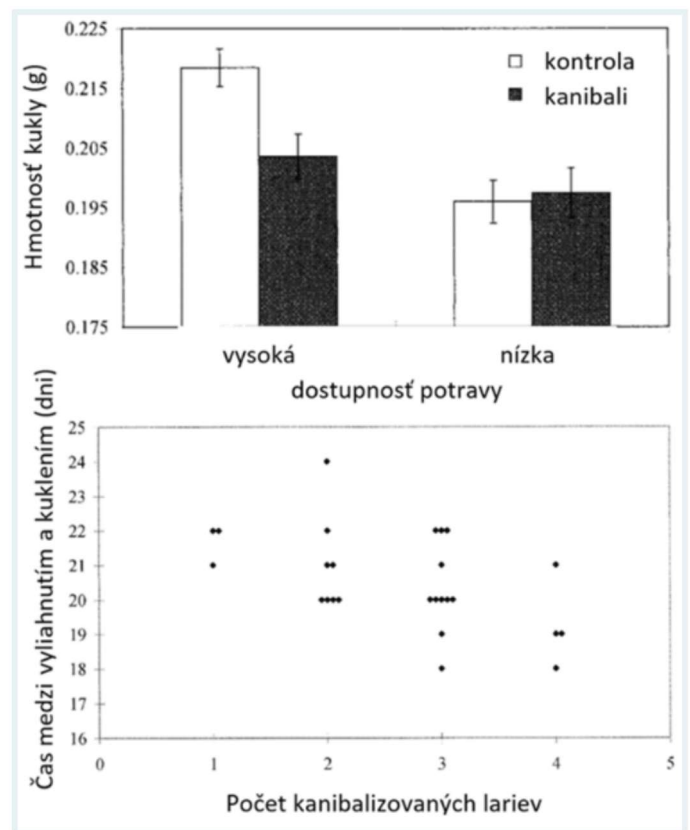


- ☐ Vplyv SP6C4 na *Bombus* sa v experimente nepreukázal – ide o neutrálny vzťah.
- ☐ SP6C4 chráni opeľovača pred patogénmi – mortalita kolonizovaného opeľovača je nižšia ako mortalita nekolonizovaného opeľovača.
- ☐ Medzi SP6C4 a *Bombus impatiens* je vzťah komenzalizmu – SP6C4 síce vplýva pozitívne na opeľovača, ale opeľovač neovplyvňuje SP6C4.
- ☐ SP6C4 negatívne ovplyvňuje imunitu opeľovača – opeľovač je náchylnejší na útok patogénov.

Označte správne tvrdenie o cievnom zväzku.
(1 bod)



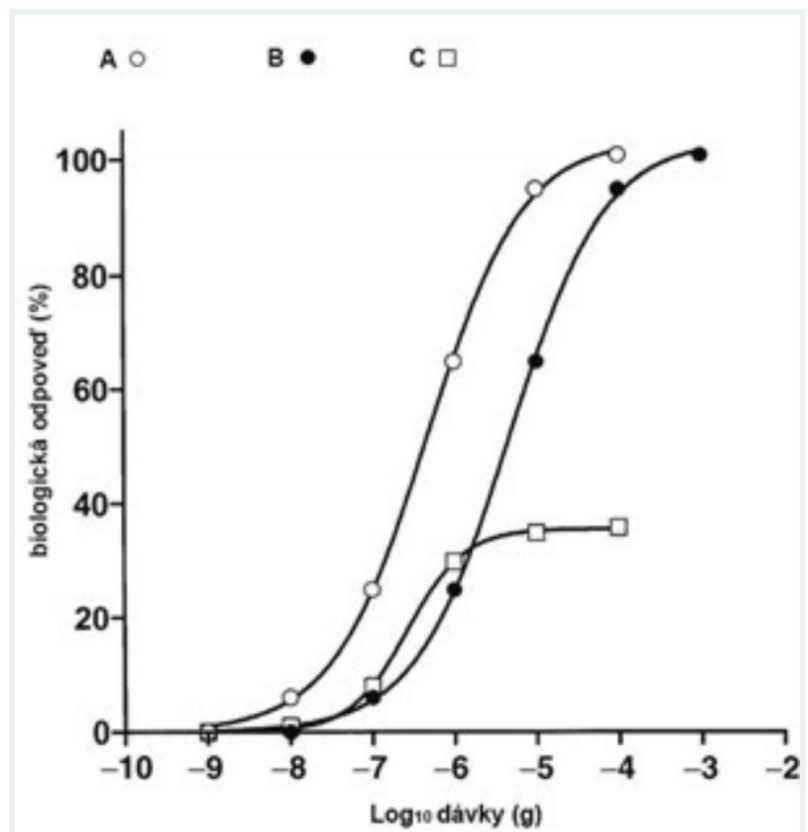
- ☐ Zobrazený objekt by sme očakávali na priečnom reze koreňa.
- ☐ Ide o kolaterálny cievny zväzok.
- ☐ V štruktúre označenej šípkou by sme očakávali vysoký obsah sacharózy.
- ☒ Ani jedna z možností nie je správna.



Kanibalizmus sa vyskytuje u mnohých živočíchov. Na obrázku vidíte výsledky štúdie, ktorá skúmala výhodnosť tohto správania u húseníc motýľa *Spodoptera frugiperda*, ktoré sa zvyčajne živia listami rastlín. Ak je však prítomná mladšia larva, často ju využijú ako zdroj potravy. Autori štúdie krmili larvy buď štandardným (vysoká dostupnosť potravy), alebo polovičným množstvom listov (nízka dostupnosť potravy). Každá z týchto skupín bola ešte rozdelená na dve podskupiny, pričom larvy buď dostávali iba listy, alebo aj mladšiu larvu, ktorú mohli kanibalisticky skonzumovať. Autori zaznamenávali koľko mladších lariev skonzumovali jednotlivé jedince a tiež určovali hmotnosť kukly potom, čo sa experimentálne húsenice zakuklili. Na hornom grafe vidíte porovnanie hmotnosti kukly medzi všetkými experimentálnymi skupinami a dolný graf zobrazuje vzťah medzi počtom kanibalizovaných lariev a časom kuklenia lariev s nízkou dostupnosťou potravy. Označte, ktoré z nasledujúcich tvrdení môžeme vysloviť na základe výsledkov experimentu.

(Počet bodov: 2)

- ☒ Kanibalistické správanie nie je výhodné pri vysokej dostupnosti listov.
- ☒ Aj keď kanibalizmus nemá pri nízkej dostupnosti potravy vplyv na hmotnosť kukiel, jeho praktizovanie skracuje čas potrebný na začatie kuklenia.
- ☐ Pri nedostatku potravy prosperujú kanibalistické larvy výrazne lepšie, čo dokazujú hodnoty hmotnosti kukiel.
- ☐ Kanibalizmus je pre larvy vždy výhodný, bez ohľadu na dostupnosť inej potravy.
- ☐ Výsledky nepodporujú žiadne z tvrdení A – D.



Ligand je chemická zlúčenina, ktorá sa viaže na receptor, je schopná jeho aktivácie a následnej biologickej odpovede na aktiváciu (napr. naviazanie adrenalínu (ligand) na adrenergný receptor na bunkách srdcového svalu zvyšuje frekvenciu srdcového rytmu). Naopak, antagonist je zlúčenina, ktorá blokuje efekt ligandu. Poznáme dva typy antagonistov – kompetitívny a nekompetitívny. Kompetitívny antagonist blokuje ligand (resp. znižuje odpoveď) tým, že sa viaže na rovnaké miesto a tým ho vytesňuje z receptora. Efekt antagonistu môže byť v takomto prípade prekonaný vyššou koncentráciou ligandu. Nekompetitívny antagonist sa viaže na inom mieste ako väzobnom mieste ligandu na receptore a touto väzbou znižuje biologickú odpoveď po aktivácii ligandom. Na nasledujúcom grafe máte biologickú odpoveď (os y) na aktiváciu ligandom v závislosti od jeho stúpajúcej dávky/koncentrácie (os x). V grafe máte tri krivky (krivka A, B a C): jedna z kriviek zobrazuje závislosť samotného ligandu, druhá závislosť ligandu pri stabilnej koncentrácii nekompetitívneho antagonistu a tretia závislosť ligandu pri stabilnej koncentrácii kompetitívneho antagonistu. Na základe poskytnutých informácií určte, ktorá krivka zobrazuje závislosť ligandu pri stabilnej koncentrácii kompetitívneho antagonistu.

(Počet bodov: 1.5)

☐ Krivka A

☒ Krivka B

☐ Krivka C

Pohlavné rozmnožovanie sa v mnohých aspektoch odlišuje od nepohlavného rozmnožovania. Rozhodnite, ktoré z nasledujúcich tvrdení o výhodách a nevýhodách pohlavného rozmnožovania je/sú pravdivé.

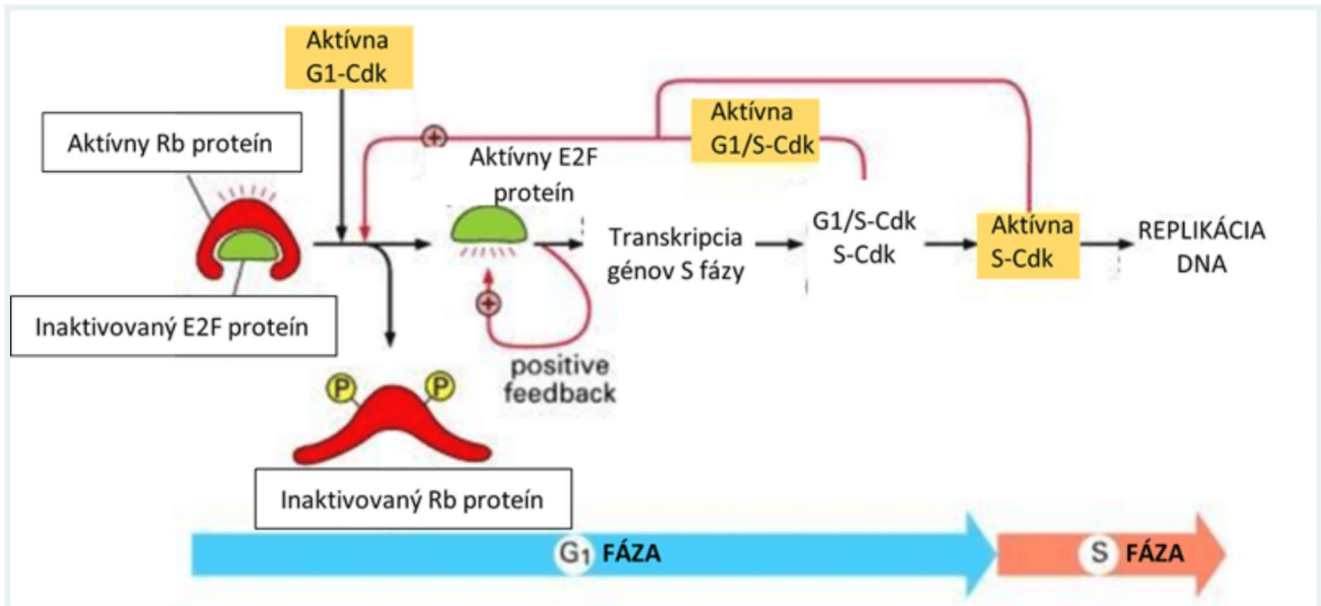
(Počet bodov: 2)

- ☐ Pohlavné a nepohlavné rozmnožovanie vyžadujú komplexné regulačné mechanizmy, ktoré pôsobia protichodne, a preto u eukaryotických organizmov vždy nájdeme len jeden z typov rozmnožovania.
- ☒ Pohlavné rozmnožovanie má nevýhodu kvôli tzv. dvojnásobnej cene samcov. Populácia ktorá by sa rozmnožovala nepohlavne by totiž za ideálnych podmienok mohla rásť dvakrát rýchlejšie, keďže potomkov môžu produkovať všetky jedince.
- ☐ Pohlavne sa rozmnožujúce druhy sú vo výhode, keďže sú menej náchylné na zmenšenie veľkosti populácie.
- ☐ Pohlavne sa rozmnožujúce jedince majú nevýhodu, že svojim potomkom predajú typicky len polovicu svojej genetickej informácie.
- ☐ Pohlavné rozmnožovanie má výhodu kvôli tzv. dvojnásobnej efektívite samíc. Tie si môžu vyberať medzi samcami s ktorými sa budú rozmnožovať, čo približne dvakrát zvyšuje efektívnosť adaptívnej evolúcie.

Xenobiotikum je označenie pre látku, ktorá nie je telu vlastná, je pre organizmus nepotrebná a je potencionálne škodlivá. Medzi xenobiotiká patria pre človeka neškodné látky (ako napríklad teobromín v čokoláde či kofeín), lieky, ale aj alkohol a drogy. Jediné, čo s nimi organizmus môže spraviť, je zbaviť sa ich. To sa deje v procese biotransformácie, ktorá prebieha v bunkách pečene. Prebieha v dvoch fázach. Prvú fázu zabezpečuje skupina izoenzýmov obsahujúcich cytochróm P450 (CYP), ktoré katalyzujú napríklad oxidáciu alebo dehydrogenáciu. Počas druhej fázy prebieha konjugácia xenobiotika s inou molekulou, napríklad s kyselinou glukurónovou či aminokyselinami. Označte správne tvrdenia.
(Počet bodov: 1.5)

- ☒ V procese biotransformácie sa mení štruktúra xenobiotika, vďaka čomu môže stratiť svoj účinok na organizmus.
- ☒ Ak dva lieky využívajú ten istý izoenzým CYP pre svoju degradáciu, môže dôjsť po naplnení jeho kapacity k predávkovaniu aj pri dodržaní odporúčaného dávkovania.
- ☒ Cieľom prvej aj druhej fázy biotransformácie je zvýšiť polaritu xenobiotika, aby sa ľahšie rozpúšťalo vo vode a tým pádom vylúčilo.
- ☐ Polarita xenobiotika sa zvyšuje len v prvej fáze biotransformácie. Vďaka tomu sa ľahšie rozpúšťa vo vode a vylučuje sa.

Rb proteín je dôležitým regulačným faktorom v progresii bunkovým cyklom. Jeho signalizáciu môžete vidieť na obrázku. Ovplyvňuje komplexy príslušných cyklínov a cyklín dependentných kináz (enzýmov, ktoré pomocou fosforylácie upravujú konformáciu proteínov; sú vždy označené ako daná fáza bunkového cyklu - pomlčka- Cdk). Pozn.: numerická atrofia je označenie pre stav, kedy sa tkanivo znižuje vplyvom zníženého počtu buniek. Ktoré tvrdenia sú pravdivé? (Počet bodov: 3)



- ☒ Aktívny Rb proteín blokuje replikáciu DNA a bunkové delenie.
- ☐ Aktívny Rb proteín iniciuje replikáciu DNA a bunkové delenie.
- ☐ Pri absencii Rb proteínu môže dôjsť k numerickej atrofii tkaniva.
- ☒ Pri absencii Rb proteínu môže dôjsť k nádorovému bujneniu.
- ☐ G1-Cdk aktivuje E2F proteín pomocou fosforylácie.

Onkogén je gén, ktorý za normálnych okolností aktivuje bunkový rast a delenie, avšak po mutácii alebo zmene exprese 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.

- A. P16 gén inhibuje cyklín-dependentnú kinázu CDK4/6. CDK4/6 je schopná spúšťať prechod z G1 do S fázy
 - B. PDGFR gén kóduje povrchový receptor, ktorý po aktivácii spúšťa bunkové delenie prostredníctvom STAT3 transkripčného faktora
 - C. C-myc gén transkripčný faktor schopný indukovať expresiu mnohých proliferatívnych gén
 - D. Raf1 gén kóduje enzým, ktorý postupnou signálnou dráhou aktivuje ERK1 a ERK2 kinázy schopné následne aktivovať transkripčné faktory bunkového delenia
- Na základe daných informácií napíšte, či je daný gén onkogén (O) alebo tumor supresorový gén (T) v poradí od A po D veľkými písmenami, bez medzery a bez čiarky.

(Počet bodov: 2)

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?

(Počet bodov: 2)

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

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:

(Počet bodov: 2)

- ☐ spôsobujú ich vírusy
- ☒ spôsobujú ich príóny, častice nesprávne poskladaných proteínov
- ☐ spôsobujú ich baktérie
- ☒ niektoré z nich (kuru, spongiformná encefalopatia hovädzieho dobytku) z nich sa môžu šíriť kanibalizmom – pojedaním nakazeného tkaniva
- ☐ nie sú prenosné medzidruhovo

Akčný potenciál je dej, ktorý sa uplatňuje pri vedení nervového vzruchu. Prebieha na membránach vzrušivých buniek po príchode dostatočného (nadprahového) stimulu. Začína otvorením kanálov pre sodné katióny, ktoré vstupujú dovnútra bunky, membrána sa depolarizuje, vďaka čomu sa pokojový potenciál mení na akčný (1). Otvorením kanálov pre draselné katióny sa membrána vracia naspäť na pokojový potenciál a draselné ióny vystupujú z bunky von (2). Sodno-draselná pumpa nakoniec vymení sodné za draselné katióny, aby sa ustálil pôvodný pomer iónov medzi intra a extracelulárnym prostredím (3).

Ktoré tvrdenie **nie je** pravdivé?

(Počet bodov: 2)

- ☐ Ani veľmi silný podnet nedokáže vyvolať vznik akčného potenciálu, ak už je membrána vo fázach označených (1) a (2).
- ☐ Iba veľmi silný podnet dokáže vyvolať vznik akčného potenciálu, ak už je bunka vo fázach označených (1) a (2).
- ☐ Iba veľmi silný podnet dokáže vyvolať vznik akčného potenciálu, ak už je bunka vo fáze označenej (3).
- ☐ Po dokončení fázy označenej (3) dokáže vyvolať vznik akčného potenciálu akýkoľvek nadprahový podnet.

Dehydratácia je stav, kedy v organizme chýba významné množstvo vody. Jedným z prejavov dehydratácie môže byť hypovolémia – nedostatočný objem krvi. Opakom dehydratácie je hyperhydratácia. Obidva stavy môžu byť sprevádzané zmenami osmolarity krvi, ktorá môže byť buď hypertonická, izotonická alebo hypotonická. Tieto stavy kompenzujú nasledujúce hormóny: aldosterón podporuje spätné vstrebávanie sodných kationov (a tým pádom aj vody). Antidiuretický hormón (ADH) podporuje v obličkách vstrebávanie čistej vody (bez iónov). K nasledujúcim situáciám (A-E) priradte možné následky (I-V). Píšte iba čísla v poradí od A po E, oddelené čiarkou bez medzery. (Počet bodov: 2.5)

	Situácia
A.	Diabetes insipidus (nedostatok ADH)
B.	Syndróm inadekvátnej (= nadmernej) produkcie ADH
C.	Vypitie veľkého množstva veľmi slanej vody
D.	Hyperaldosteronizmus
E.	Nedostatočná kompenzácia dehydratácie pitím čistej vody

	Následok
I.	Hypertonická dehydratácia
II.	Hypertonická hyperhydratácia
III.	Hypotonická dehydratácia
IV.	Hypotonická hyperhydratácia
V.	Izotonická hyperhydratácia

CRISPR/Cas9 je molekulárno-biologická metóda, za ktorú bola v roku 2020 udelená Nobelova cena za chémiu, a ktorá umožňuje vnieť do genómu modelového organizmu mutáciu na konkrétnom mieste. Mechanizmus vnesenia mutácie je sprostredkovaný nukleázou Cas9, ktorá dokáže štiepiť DNA, a "single guide" RNA (sgRNA), ktorá nukleázu navádza na konkrétne miesto v genóme, voči ktorému je sgRNA komplementárna. Vnesenie mutácie môže byť úspešné napríklad vtedy, keď je DNA poštípená Cas9 následne nesprávne opravená bunkovými opravnými mechanizmami.

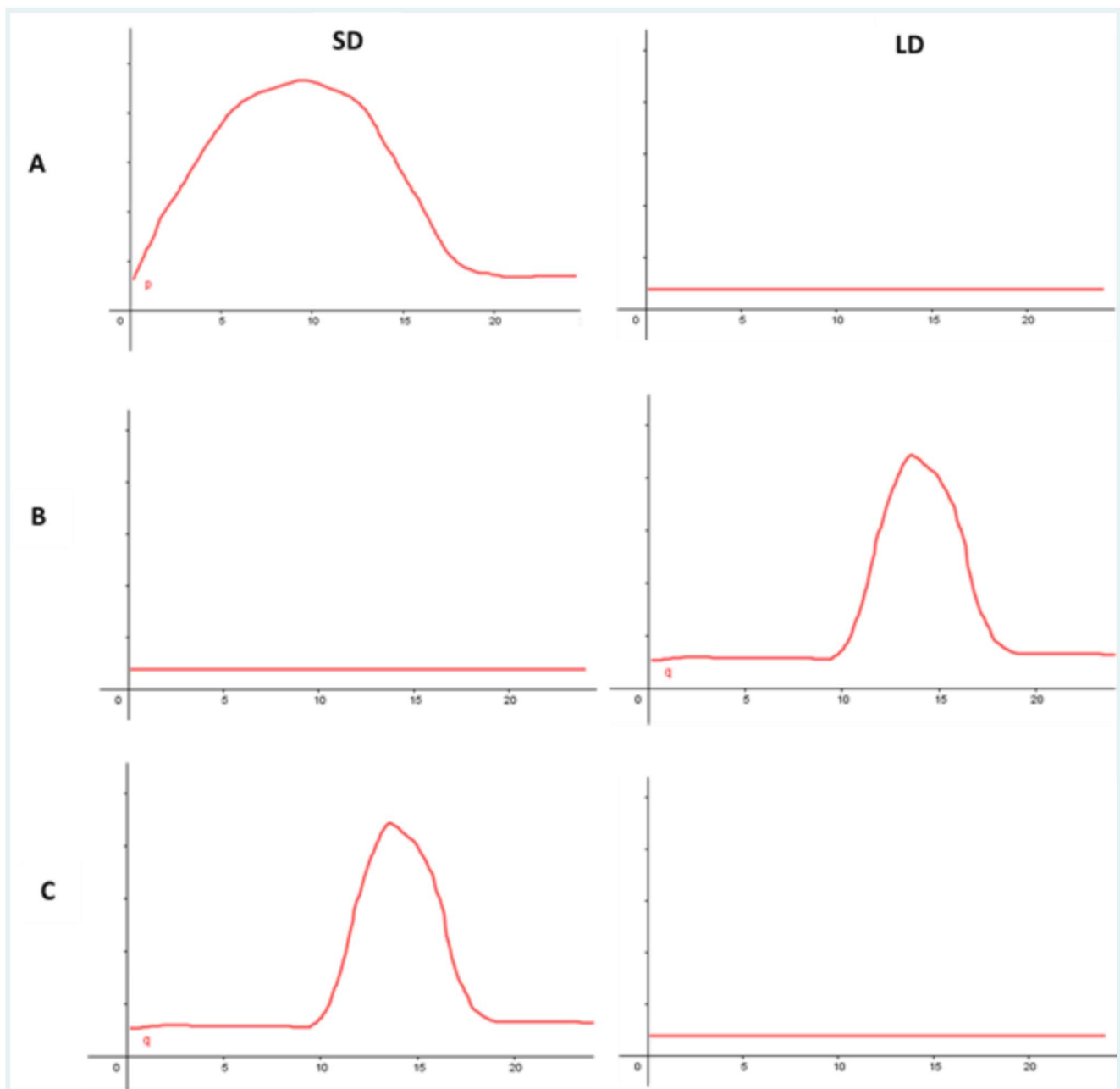
Vo svojom experimente ste navrhli sgRNA, ktorá je komplementárna s génom ADE2 v genóme kvasinky. Úspešne ste do buniek kvasiniek dopravili sgRNA aj nukleázu Cas9, a sekvenovaním ste overili, že v géne ADE2 je naozaj prítomná mutácia (jednonukleotidová inzercia C). Napriek tomu nepozorujete na vašich kvasinkách žiadnu fenotypovú zmenu, aj keď viete, že pri znefunkčnení génu ADE2 dochádza k nahromadeniu červeného farbiva v bunkách, a kvasinkové kolónie sa potom javia ružové. Ako sa dá vysvetliť, že napriek prítomnosti mutácie nepozorujete ružové kolónie?

(Počet bodov: 2)

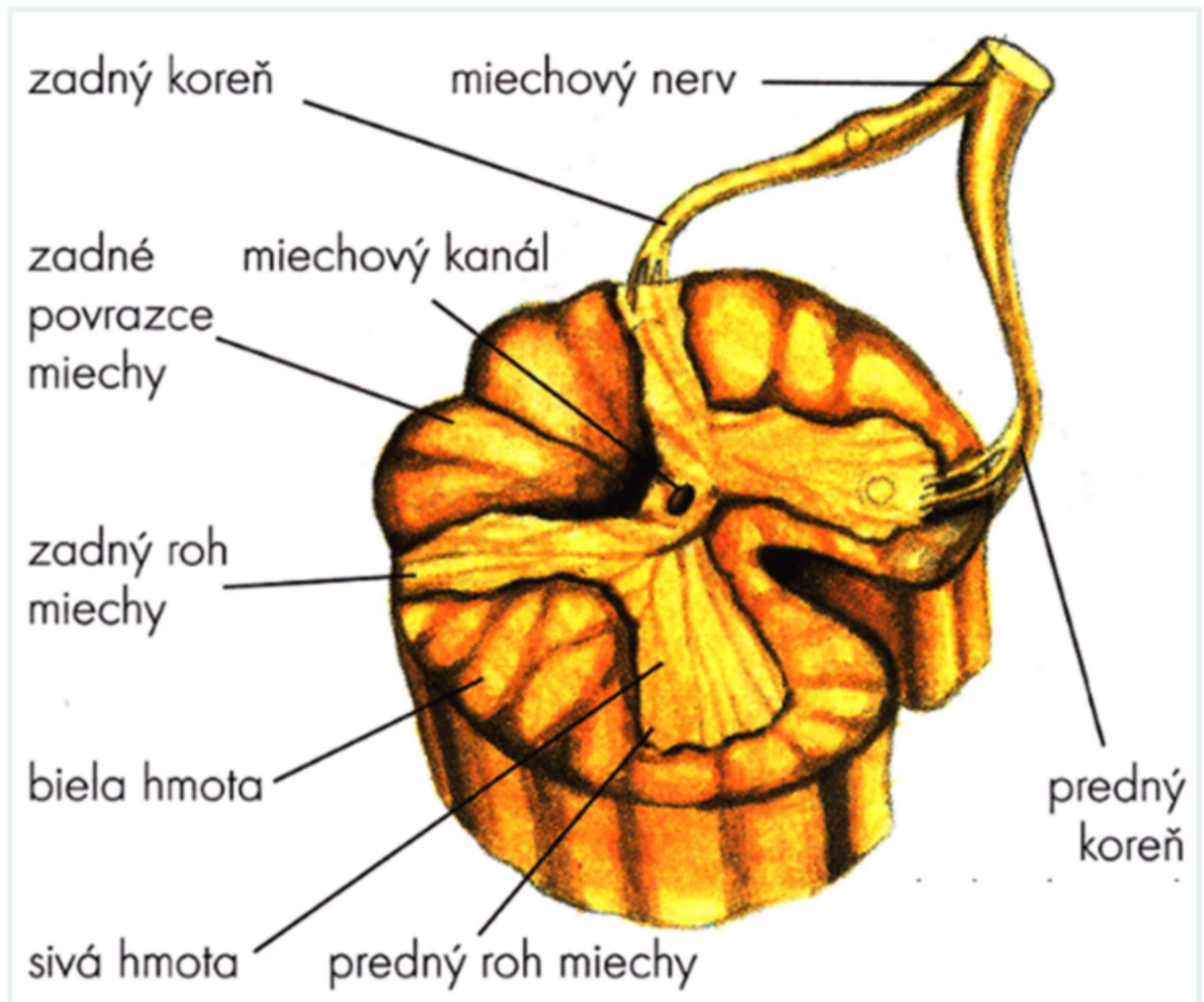
- ☒ Mutácia je v intróne, takže nemá vplyv na funkčnosť proteínu.
- ☐ Ide o tichú (silent) mutáciu – sekvencia proteínu sa napriek mutácii nezmenila, vďaka tomu, že rôzne kodóny môžu kódovať tú istú aminokyselinu.
- ☐ Mutácia bola vnesená na začiatku sekvencie génu (blízko štart kodónu), kde nemá zásadný vplyv na výslednú sekvenciu proteínu.
- ☒ Aj keď ide o mutáciu v géne, nemusí ísť o mutáciu v otvorenom čítacom rámci (sekvencii ohraničenej štart a stop kodónom), nezmenila sa teda ani sekvencia proteínu, a nemuselo sa zmeniť ani jeho množstvo v bunke.
- ☐ Na poškodenie funkcie génu je nutné, aby došlo k delécii (vynechaniu nukleotidu), inzercie zvyčajne nemajú negatívny vplyv na funkciu proteínu.

Podobne ako iné organizmy, aj rastliny majú vnútorné hodiny, ktoré neustále „nastavujú“ s meniacou sa dĺžkou dňa a noci. Tieto vnútorné hodiny – známe aj ako cirkadiánnny oscilátor – im umožňujú merať dĺžku dňa a noci. Je významná pre mnohé fyziologické procesy, mimo iného pre rast hypokotylu. Rast hypokotylu podporujú proteíny PIF4 a PIF5, ktoré sú však na svetle degradované účinkom fytochrómu. Večer je ich aktivita na určitú dobu potlačená večerným komplexom. Ak je noc dostatočne dlhá, dôjde k nárastu v hladine PIF 4, 5. Z ponúkaných grafov napíšte písmeno označujúce dvojicu grafov, ktorá správne znázorňuje závislosť hladiny PIF 4, 5 proteínov na čase (0 je začiatok tmavej periódy) za podmienok krátkeho (SD) a dlhého (LD) dňa.

(Počet bodov: 2)



Na obrázku vidíte nákres miechy. Miecha je súčasťou centrálnej nervovej sústavy, je zodpovedná za niekoľko základných reflexov, do predovšetkým prenáša informácie z mozgu do nervov a opačne. Vzadu (dorzálne) do nej vstupujú zadné korene, ktoré vedú informácie dostredivo. Vpredu (ventrálne) opúšťajú miechu predné korene, ktoré vedú informácie odstredivo. Označte pravdivé tvrdenia. (Počet bodov: 2)

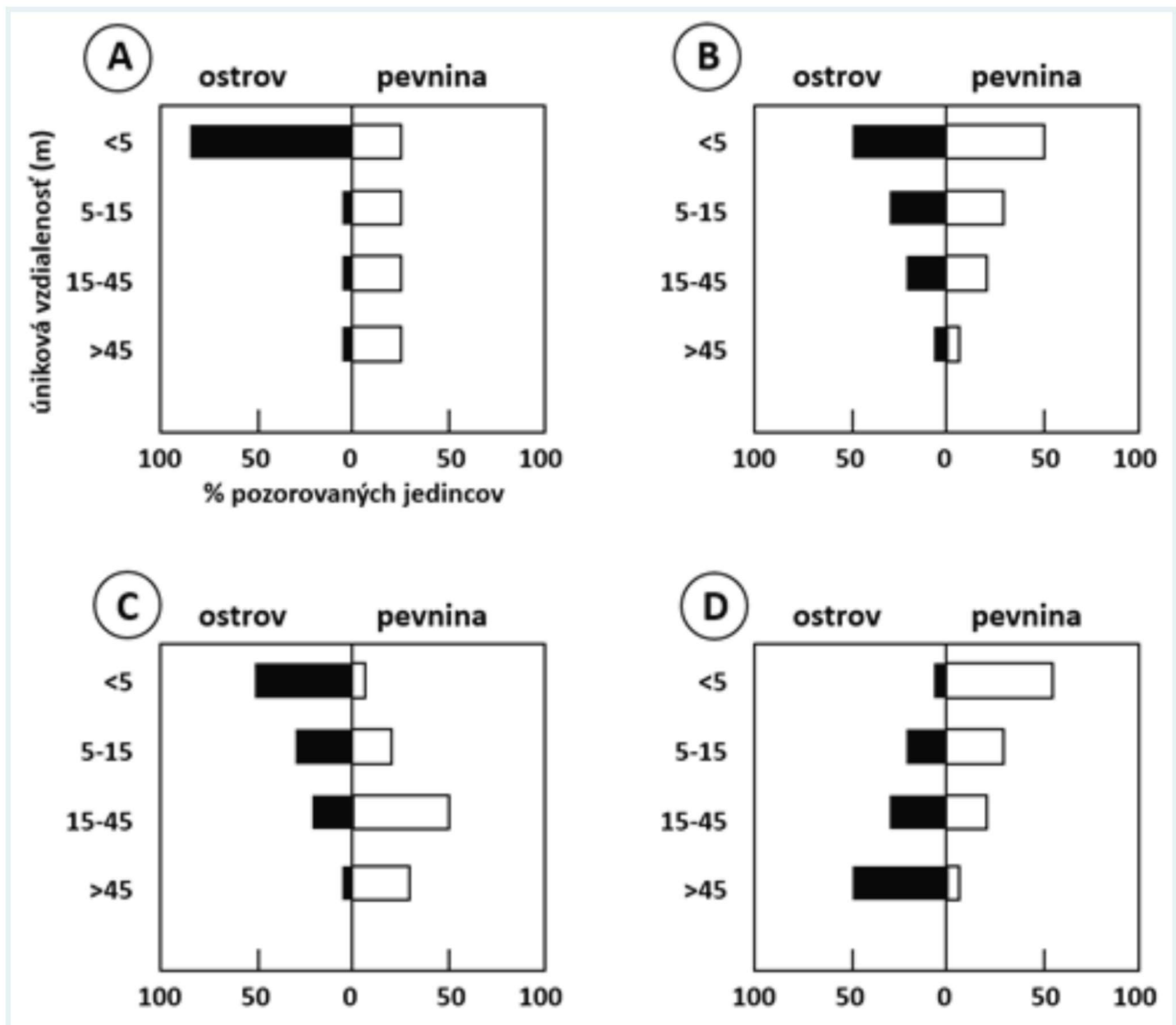


- ☒ Motorické informácie sú vedené prednými koreňmi.
- ☐ Motorické informácie sú vedené zadnými koreňmi.
- ☐ Senzorické informácie sú vedené prednými koreňmi.
- ☒ Senzorické informácie sú vedené zadnými koreňmi.

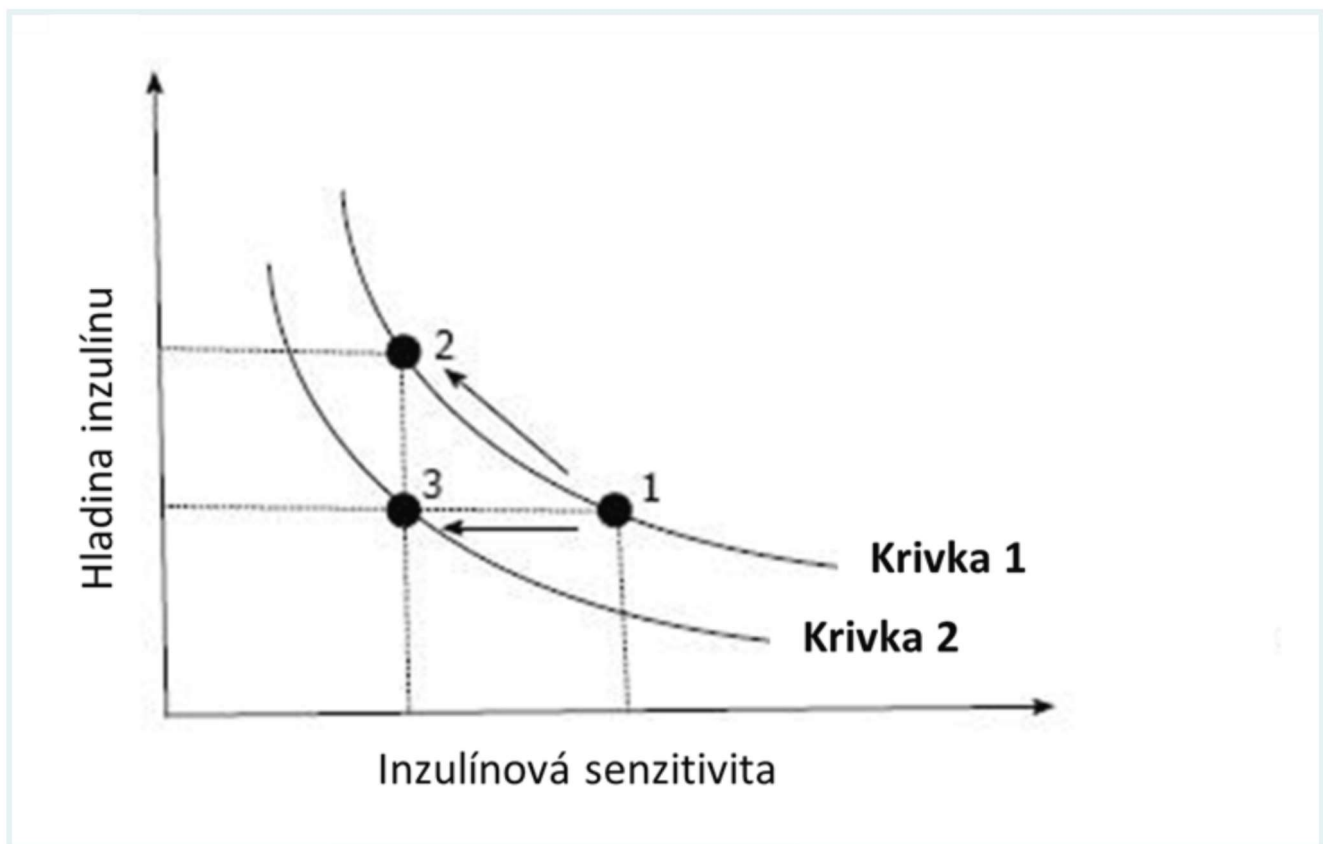
Dlhé nekódujúce RNA (*long non-coding RNA*, lncRNA) sú typom RNA, ktoré nekódujú proteíny, a aj keď úloha mnohých z nich je neznáma, niektoré plnia funkciu v regulácii génovej expresie. Dobre preskúmaným príkladom je RNA Xist, ktorá je transkribovaná z chromozómu X, spätne sa viaže na DNA, kde stimuluje tvorbu heterochromatínu, a tým efektívne zabraňuje transkripcii tohto chromozómu. (Takýto transkripčne neaktívny, heterochromatinizovaný chromozóm X je pozorovateľný pod mikroskopom ako tzv. Barrove teliesko). Ktoré charakteristiky o lncRNA zvyčajne **neplatia**? (Počet bodov: 2)

- ☐ obsahujú STOP kodón, ktorý predstavuje miesto ukončenia transkripcie
- ☒ obsahujú ŠTART kodón, ktorý predstavuje miesto začiatku transkripcie
- ☐ nemusia obsahovať väzobné miesto pre ribozóm
- ☐ musia obsahovať väzobné miesto pre DNA polymerázu
- ☐ nemajú štruktúru dvojzávitnice
- ☒ súčasťou ich štruktúry sú dusíkaté bázy spojené s deoxyribózou

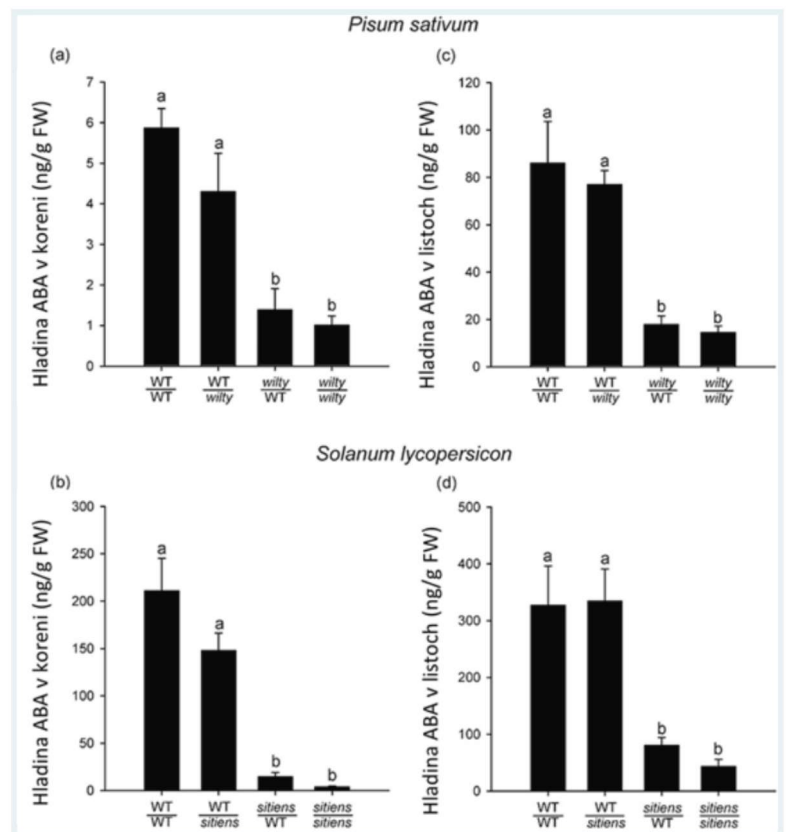
Tzv. ostrovná krotkosť (island tameness) je charakteristická pre živočíchy, ktoré kolonizovali ostrovy s absenciou predátorov a v porovnaní s populáciou rovnakého druhu na pevnine stratili voči nim ostražitosť. Etológovia Blázquez a kol. porovnávali správanie jašterice *Ctenosaura hemilopha* na Mexickej pevnine a blízkom ostrove Cerralvo. Zaujímalo ich, pri akej vzdialenosti pozorovateľa sa jašterice dajú na útek. V štúdii zistili, že u jašteríc z Cerralva sa prejavuje ostrovná krotkosť. Ktorý z nasledujúcich grafov najpravdepodobnejšie zobrazuje nimi získané výsledky?
(Počet bodov: 2)



Pojmom inzulínová senzitivita označujeme mieru reakcie buniek inzulín-dependentných tkanív na prítomnosť inzulínu. Vysoká miera inzulínovej senzitivity znamená, že bunky sú ochotnejšie prijímať glukózu. Inzulínová senzitivita závisí priamo od hladiny inzulínu – túto závislosť môžete vidieť na grafe. Inzulínová rezistencia vzniká pri zníženej odpovedi buniek na inzulín. Je to fyziologický jav, ktorý nám okrem iného pomáha zvýšiť glykémiu počas stresu a zvýšiť dostupnosť glukózy napríklad pre mozog (ktorého bunky sú inzulín-independentné). Nadmerná inzulínová rezistencia však môže viesť k rozvoju tzv. prediabetu, čo je zvrátiteľný stav, no pri jeho progresii nezvratiteľne vzniká diabetes mellitus II. typu (DMII). Na základe uvedeného vyberte pravdivé tvrdenia. (Počet bodov: 2)



- ☐ Zvýšenie hladiny inzulínu vedie k zvýšeniu inzulínovej senzitivity.ost' 1
- ☒ Zvýšenie hladiny inzulínu vedie k inzulínovej rezistencii.
- ☐ Zvýšenie inzulínovej senzitivity vedie k zníženej produkcii inzulínu.
- ☐ Krivka 2 patrí zdravému človeku, krivka 1 človeku s DMII.
- ☒ Krivka 1 patrí zdravému človeku, krivka 2 človeku s DMII.



Kyselina abscisová (ABA) je rastlinný hormón dôležitý pre rast, vývoj a v odpovedi na stres. Sledovali sme hladinu ABA v koreni a v listoch štyroch skupín rastlín u *Solanum lycopersicon* a *Pisum sativum* u štandardných typov a dvoch mutantov. *wilty* a *sitiens* sú mutanty neschopné syntézy ABA. Zápis nad vodorovnou čiarou v každej skúmanej skupine značí genotyp nadzemnej časti a zápis pod vodorovnou čiarou značí genotyp koreňa. Zápis WT/wilty tak značí jedince, ktoré síce nesyntetizujú ABA v koreni, ale syntetizujú ju v nadzemnej časti. Tieto rastliny boli pripravené technikou vrúbľovania. Označte správne tvrdenie. (Počet bodov: 1.5)

- ☐ ABA sa u *Pisum sativum* syntetizuje predovšetkým v nadzemnej časti a odtiaľ je dopravovaná do koreňa
- ☐ ABA sa syntetizuje u *Solanum lycopersicon* predovšetkým v koreni a odtiaľ je dopravovaná do nadzemnej časti
- ☐ ABA sa syntetizuje u *Pisum sativum* v rovnakej miere v koreni aj v nadzemnej časti
- ☐ Pozorovania v *Pisum sativum* a *Solanum lycopersicon* si navzájom odporujú

Eukaryotické organizmy majú vo svojich bunkách Dicer/RISC mechanizmus na odstraňovanie cudzorodej RNA (najmä vírusovej). Mechanizmus funguje tak, že na cudzorodú dvojreťazcovú RNA sa naviaže enzým Dicer, ktorý ju rozseká na malé kúsky. Tie sú následne naviazané na proteínový komplex RISC, ktorý vyhľadáva ďalšie komplementárne cudzorodé RNA. Výsledkom je deštrukcia takýchto komplementárnych RNA molekúl. Takto sa bunka zbavuje napríklad patogénnej vírusovej genetickej informácie.

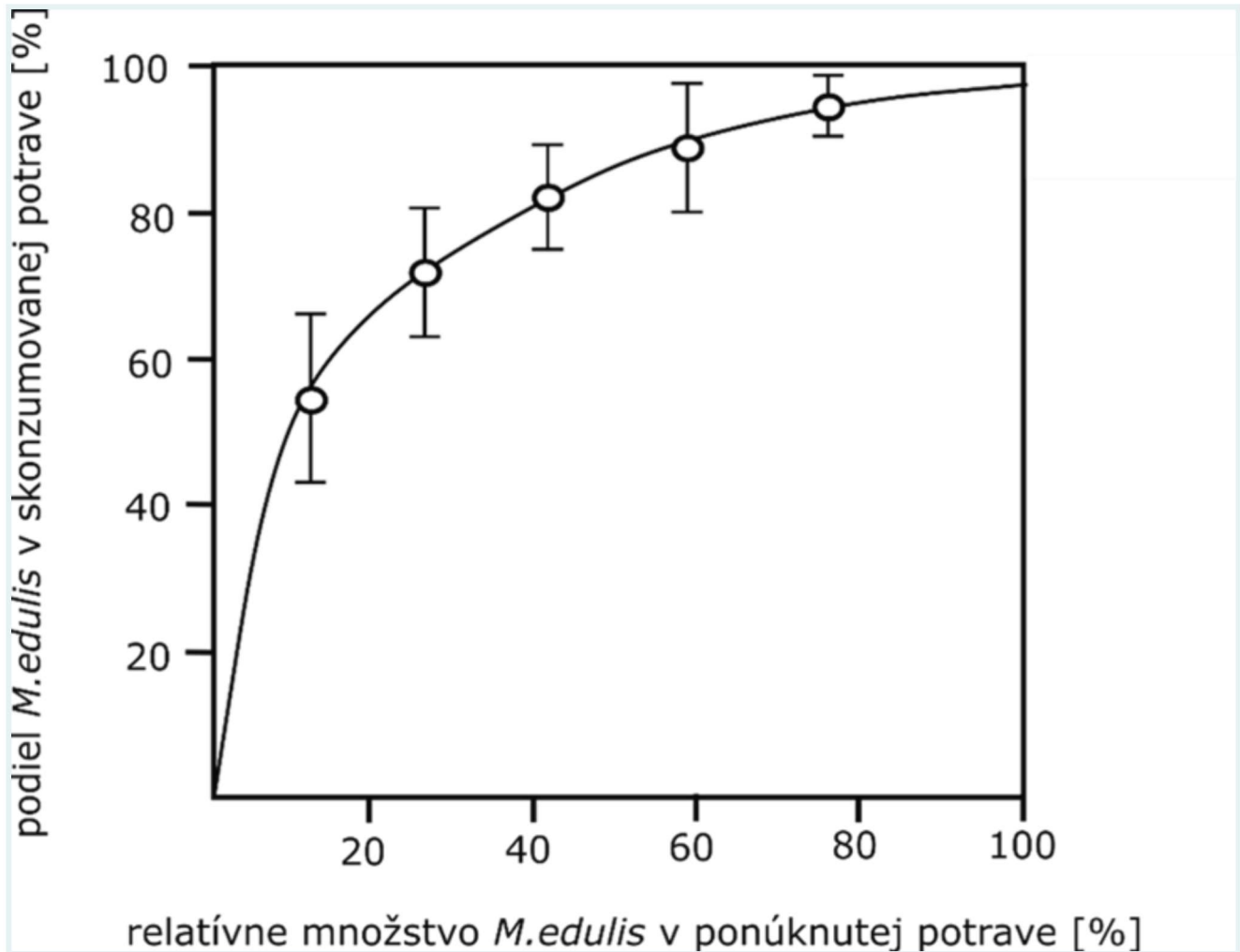
Rovnaký mechanizmus však bunka využíva aj pri vlastnej dvojreťazcovej RNA, ktorá je produkovaná z génov produkujúcich tzv. mikroRNA (miRNA). Táto miRNA je podobným spôsobom spracovaná pomocou mechanizmu Dicer/RISC a je pre ňu typické, že je komplementárna k mRNA (mediátorová/messengerová RNA) niektorých génov bunky. Na základe týchto informácií určte, aká je funkcia takýchto miRNA molekúl?

(Počet bodov: 2)

- ☐ Stabilizujú molekulu mRNA pred náhodnou deštrukciou
- ☐ Kódujú proteíny schopné zabrániť infekciám baktériami
- ☐ Zabraňuje mutáciám v ribozomálnych génoch
- ☒ Inhibujú transláciu proteínov z niektorých génov

Nucella lapillus je polyfágny druh dravého ulitníka. V experimente sledujúcom jeho potravné preferencie mu boli predkladané dva vybrané druhy lastúrníkov *Mytilus edulis* a *M. californianus* v rôznych pomeroch. Nasledujúci graf zobrazuje vzťah medzi relatívnym množstvom ponúknutej *M. edulis* a podielom *M. edulis* v skonzumovanej potrave sledovaného ulitníka. Na základe grafu rozhodnite, ktoré z nasledujúcich tvrdení je/sú pravdivé.

(Počet bodov: 2)



- ☐ Vzťah medzi relatívnym množstvom ponúknutej *M. californianus* a podielom *M. californianus* v skonzumovanej potrave by mala mať rovnaký priebeh ako u *M. edulis*.
- ☒ *N. lapillus* preferuje *M. edulis*, aj keď je v potrave zastúpená len relatívne vzácné.
- ☐ *N. lapillus* preferuje *M. californianus* a *M. edulis* konzumuje len keď nemá na výber.
- ☐ *N. lapillus* mení preferenciu potravy podľa toho, ktorá je v prostredí aktuálne zastúpená vo väčšej miere.

Stavu, kedy tkanivá nemajú dostatok kyslíku, hovoríme hypoxia. Rozlišujeme štyri základné typy hypoxie – hypoxickú, anemickú, cirkulačnú a histotoxickú.

Hypoxická hypoxia môže vznikať napríklad dýchaním nedostatočne okysličeného vzduchu alebo poruchou difúzie plynov v pľúcach. Anemická vzniká vplyvom nedostatočného množstva hemoglobínu (menej ako 120 g/l pre ženy a 135 g/l pre mužov). Cirkulačná hypoxia vzniká vtedy, keď zlyhávajúce srdce nie je schopné zabezpečiť dostatočný tok krvi alebo krv neodteká z orgánov dostatočne rýchlo. V oboch prípadoch sa tok krvi tkanivami spomaľuje. Histotoxická hypoxia vzniká na úrovni tkanív, ktoré nie sú schopné v dostatočnom množstve odoberať kyslík, často poruchou dýchacieho reťazca. Cyanóza je stav, kedy je príliš veľa hemoglobínu v krvi redukovaného (> 50 g/l), tzn. nie je naň naviazaný žiadny kyslík. Na koži a perách ju môžeme vidieť ako zmenu farby z ružovej na modrú. Na základe uvedeného rozhodnite, pri ktorých typoch hypoxie sa bude vyskytovať cyanóza.

(Počet bodov: 2)

- ☐ Hypoxická hypoxia
- ☐ Anemická hypoxia
- ☒ Cirkulačná hypoxia
- ☐ Histotoxická hypoxia

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? (Výsledok zaokrúhlite na celé číslo.)

(Počet bodov: 2)

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

30

Aké javy môžeme sledovať pri výstupe na horu:

(Počet bodov: 2)

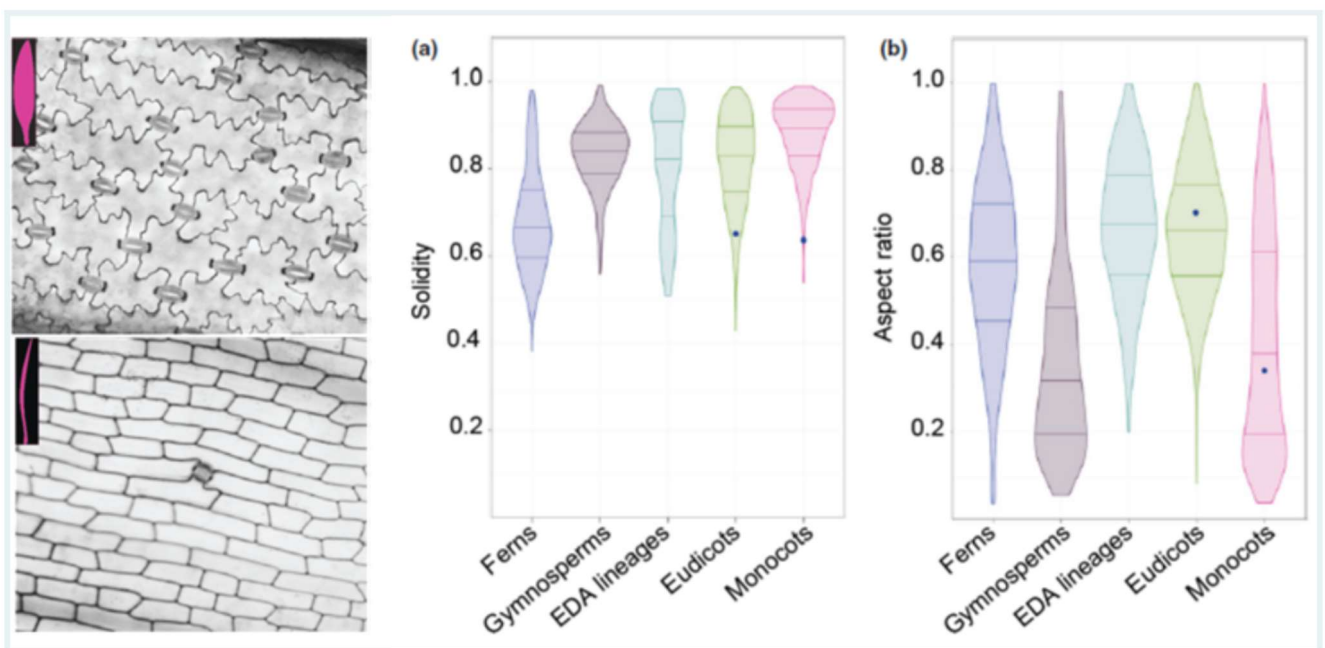
- ☐ Ako so stúpajúcou nadmorskou výškou klesá teplota a počet zrážok.
- ☒ Meniaci sa charakter biologických spoločenstiev, ktorý je analogický k zmenám v biómoch v rôznych zemepisných šírkach.
- ☐ Meniaci sa charakter biologických spoločenstiev, ktorý je analogický k zmenám v rozdielnych hĺbkach oceánov.
- ☒ V inverzných údoliach vápencových pohorí nájdeme často typické vysokohorské druhy, v horných okrajoch skál sa vyskytujú naopak xerothermné a teplomilné druhy.

Pri rekonštrukcii príbuzenských vzťahov medzi organizmami na základe sekvencií DNA sa niekedy stáva, že stromy vytvorené na základe rôznych génov sa líšia vo svojej topológii. Ktoré z nasledujúcich tvrdení je/sú pravdivé?
(Počet bodov: 1.5)

- ☐ Rozdiel môže byť spôsobený hybridizáciou alebo horizontálnym génovým prenosom.
- ☐ B. Jediné pravdepodobné vysvetlenie je kontaminácia pri sekvenácii niektorých génov.
- ☐ Niektoré stromy môžu mať skreslenú topológiu kvôli príliš vysokej mutačnej rýchlosti daného génu.
- ☒ Príčinou môže byť to, že u rôznych druhov sekvenujeme odlišné paralógy, ktoré vznikli génovou duplikáciou a majú rozdielnu evolučnú históriu.
- ☐ U druhov u ktorých došlo k polyploidizácii alebo génovej duplikácii sme typicky schopný lepšie rekonštruovať ich fylogézu, keďže máme k dispozícii viac génov, ktoré môžeme analyzovať.

Bunky listovej pokožky rastlín majú rôzne tvary. Od jednoduchých obdĺžnikovitých buniek (obr. vľavo dole) po výrazne laločnaté (vpravo hore). Na grafoch (a) a (b) vidíte výsledky štúdie, ktorá skúmala výskyt týchto charakteristík u rôznych skupín rastlín. Autori Vofely a kol. pripravili preparáty listovej pokožky zo stoviek druhov rastlín a sledovali geometrické charakteristiky ich buniek. Ako mieru laločnatosti (solidity) využili pomer obsahu konvexného obalu bunky (konvexný obal si predstavte ako tvar, ktorý by vznikol keby ste okolo bunky natiahli elastickú gumičku) a jej skutočného obsahu. Ďalší parameter, ktorý merali, bol pomer strán (aspect ratio), pričom tento je daný pomerom kratšej osi bunky k jej dlhšej osi. Rozdelenia nameraných hodnôt pre obe veličiny sú zobrazené v grafoch na obrázku. Označte pravdivé tvrdenia na základe grafov.

(Počet bodov: 2)



- ☐ Pokožkové bunky jednoklíčnolistových rastlín (Monocots) sú v priemere súčasne najviac pretiahnuté aj najviac laločnaté spomedzi študovaných skupín rastlín.
- ☐ Hoci neexistuje významný rozdiel v laločnatosti buniek medzi fylogeneticky starými krytosemennými rastlinami (EDA lineages) a dvojklíčnolistovými rastlinami (Eudicots), pomer strán buniek je u týchto skupín výrazne odlišný.
- ☐ Žiadna zo študovaných skupín sa od ostatných výraznejšie neodlišuje ani tvarom ani laločnatosťou buniek.
- ☒ V priemere najviac laločnaté bunky spomedzi študovaných skupín rastlín majú paprade (Ferns).
- ☒ V priemere najviac pretiahnuté bunky spomedzi študovaných skupín rastlín majú nahosemenné (Gymnosperms) a jednoklíčnolistové rastliny (Monocots).

Počas srdcového cyklu otvorenie atrioventrikulárnych chlopní po ktorých nasleduje relaxácia komôr má za následok:
(Počet bodov: 1.5)

- ☒ prietok krvi cez atrioventrikulárne chlopne z predsiení do komôr
- ☒ zníženie hydrostatického tlaku v predsieňach
- ☒ zníženie hydrostatického tlaku v komorách
- ☐ zvýšenie hydrostatického tlaku v predsieňach
- ☐ zvýšenie hydrostatického tlaku v komorách

Prechodové populačné matice sú najpoužívanejšou metódou slúžiacou k sumarizácii informácií o životnom cykle rastlín. Dokážeme z nich analyzovať vývoj, životaschopnosť, stabilné veľkostné zloženie, rastovú rýchlosť a vplyv jednotlivých životných štádií skúmaných rastlinných druhov a populácií. Stĺpce na prechodovej matici udávajú počiatočné štádia v čase t . Riadky zastupujú následné štádia v čase $t+1$ a vyjadrujú, aká je pravdepodobnosť prechodu z jedného štádia do druhého (priemerné hodnoty za celú populáciu). Čo platí podľa matice na obrázku? (Počet bodov: 2)

	Semená	Semenáčky	Malé kvitnúce	Veľké kvitnúce
Semená	0.56	0	5.86	20.33
Semenáčky	0.02	0.14	0.41	1.27
Malé kvitnúce	0	0.71	0.84	0.19
Veľké kvitnúce	0	0	0.13	0.81

- ☒ skúmaný druh rastliny tvorí semennú banku.
- ☐ mortalita malých kvitnúcich jedincov je 71%.
- ☐ jedná sa o monokarpický druh.
- ☒ veľké kvitnúce rastliny tvoria približne 3,5x viac semien ako malé kvitnúce.

Albumín je relatívne veľký globulárny proteín, ktorý sa nachádza v krvnej plazme. Jeho hlavnou funkciou je regulácia tzv. onkotického tlaku krvi. Onkotický tlak je forma osmotického tlaku, ktorá je indukovaná proteínmi (najmä albumínom), ktoré vychytávajú molekuly vody a udržiavajú ich v krvnom riečisku. Označte správne odpovede o albumíne a onkotickom tlaku.

(Počet bodov: 2)

- ☐ Albumín plynulo prechádza endotelom ciev, aby zabezpečil zadržiavanie vody v tkanivách
- ☒ Strata albumínu v krvi (napríklad pri poškodení obličiek) vedie k zvýšenému hromadeniu vody v extracelulárnom priestore tkanív a následnému opuchu (edému)
- ☐ Molekuly vody nie sú schopné voľne prechádzať cez endotel ciev, preto sú prenášané albumínom
- ☒ Náhle zvýšenie hladiny albumínu v krvi by spôsobilo nárast celkového objemu krvi v dôsledku prechodu vody z tkanivového moku (intersticiálnej tekutiny)

Označte v odpovedi o každom tvrdení o enzýmovej katalýze, či je pravdivé (P) alebo nepravdivé (N). Odpovede napiste v poradi, ako sú tvrdenia veľkými písmenami bez medzier.

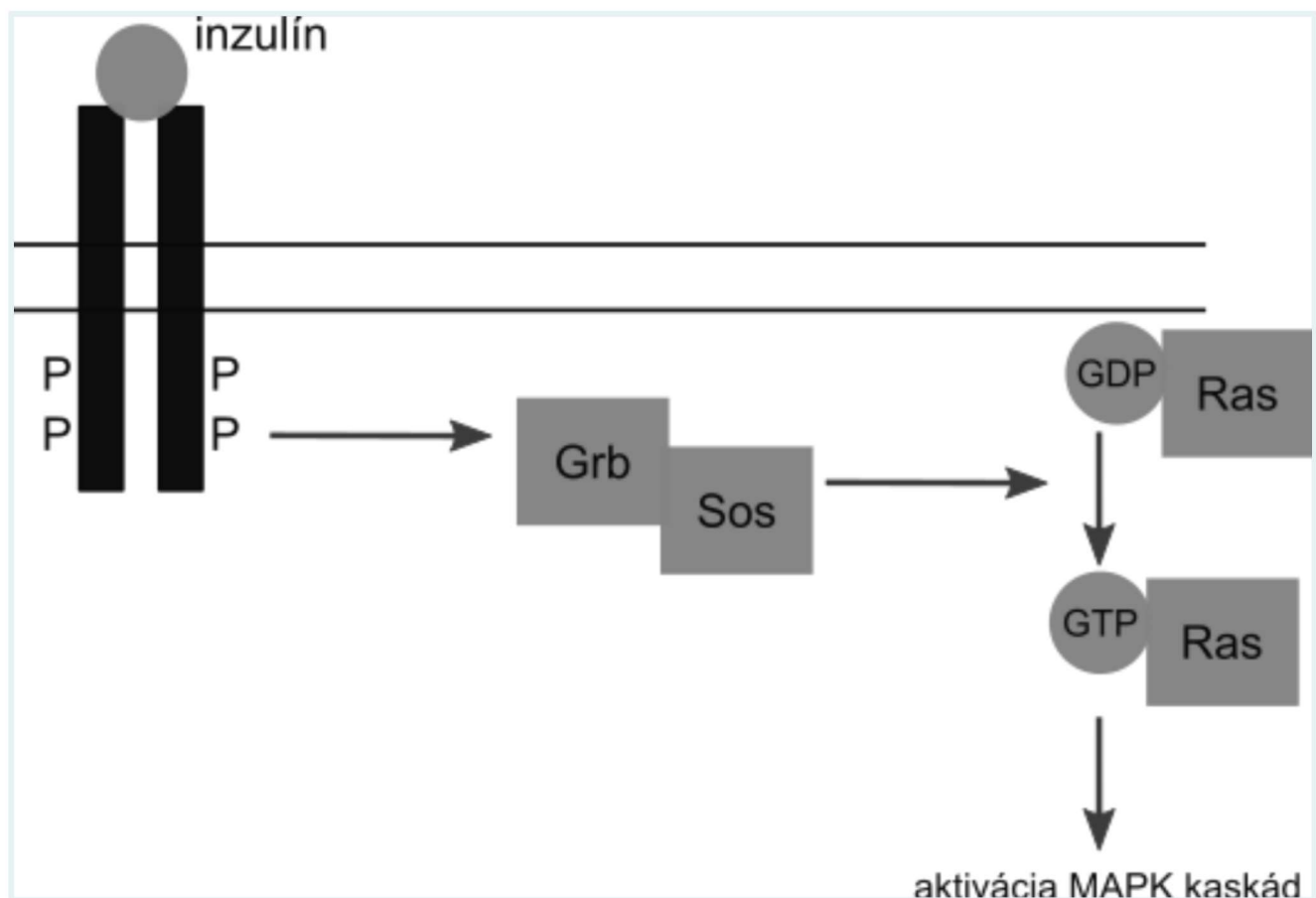
1. Keďže sa malonát štruktúrne podobá na sukcinát, pôsobí ako nekompetitívny inhibítor sukcinát dehydrogenázy a zvyšuje jej K_M .
2. Pomerom k_{cat} a K_M môžeme určiť mieru katalytickej efektívnosti enzýmu a tú možno v priebehu evolúcie ľubovoľne zvyšovať v závislosti od selekčného tlaku.
3. Ak sa inhibítor viaže len na komplex enzým-substrát, pri jeho ľubovoľnom množstve nedôjde k zmene smernice grafu závislosti obrátenej hodnoty počiatočnej rýchlosti reakcie od obrátenej hodnoty koncentrácie substrátu.
4. Väčšina enzýmov dokáže katalyzovať priamu reakciu a inhibovať spätnú reakciu, čo je veľmi dôležité pri regulácii metabolizmu.
5. Aktívne miesto enzýmu má tvar komplementárny k tvaru substrátu, presne v súlade s hypotézou zámku a kľúča.

(Počet bodov: 2.5)



Bunkový receptor inzulínu patrí medzi tzv. receptorové tyrozín kinázy – transmembránové receptory, u ktorých po naviazaní signálu dochádza k dimerizácii receptora a následnej vzájomnej fosforylácii cytoplazmatických domén oboch monomérov. V prípade inzulínu sa na fosforylovaný receptor viaže proteín Grb, ktorý ďalej viaže proteín Sos, a tento komplex ďalej aktivuje proteín Ras. Proteín Ras je neaktívny, ak viaže guanozín difosfát (GDP), v aktívnej forme viaže guanozín trifosfát – GTP. Aktivovaný Ras proteín funguje ako spúšťač signálnej kaskády mitoticky-aktivovaných kináz (MAPK), čo vedie k deleniu bunky (obrázok). Ktorý z nasledujúcich procesov by na základe uvedených informácií mohol viesť k rozvoju rakoviny?

(Počet bodov: 2)



- ☒ Mutácia v Ras proteíne, ktorá by spôsobovala jeho spojenie s GTP aj bez predchádzajúcej aktivácie Grb/Sos komplexom.
- ☐ Vyradenie uvedenej signálnej dráhy z činnosti.
- ☐ Mutácia v receptore, ktorá by spôsobila zmenu tyrozínu, ktorý je normálne fosforylovaný počas aktivácie receptora, na alanín (teda aminokyselinu, ktorú nie je možné fosforylovať).
- ☐ Poškodenie proteínu Sos, ktoré by zabránilo jeho asociácii s proteínom Grb.
- ☐ Ani jedna z vyššie uvedených.

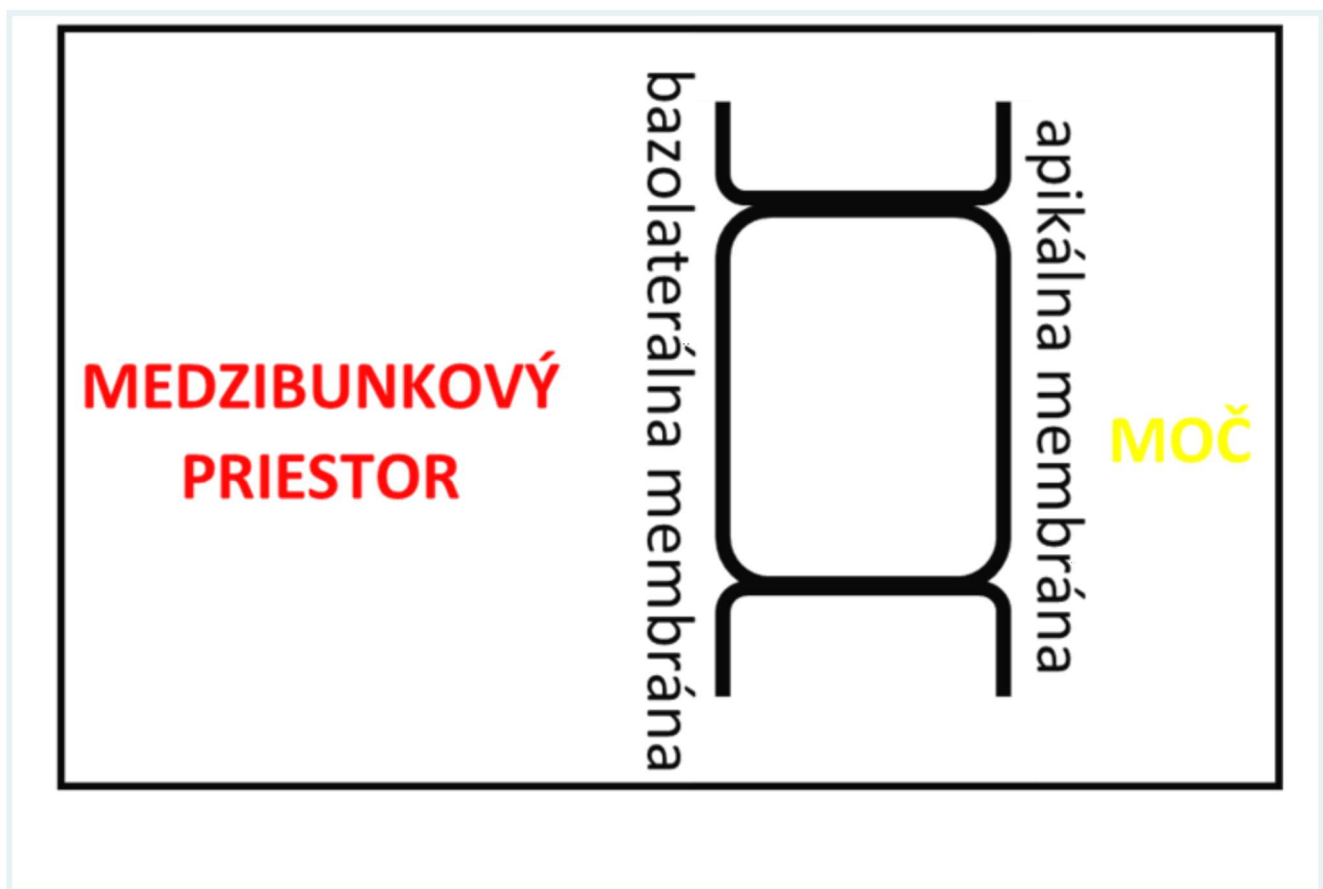
Žena, ktorá je prenášačkou hemofílie (zapríčinenej poruchou v géne umiestnenom na chromozóme X), plánuje deti so zdravým mužom, ktorého starý otec z matkinej strany bol hemofilik. Aká je pravdepodobnosť, že ich syn bude mať hemofíliu? (Počet bodov: 2)

- ☐ 12,5 %
- ☐ 25 %
- ☒ 50 %
- ☐ 62,5 %
- ☐ 75 %
- ☐ <75 %

Či majú bunky žiť alebo nie, ovplyvňuje veľa faktorov, ako zvonka tak aj zvnútra. Zvonka na bunku v tomto zmysle môžu pôsobiť tzv. „viability factors“ (voľný preklad, faktory životaschopnosti), najznámejšími sú asi inzulín a rastový hormón. Či má bunka prežiť vníma aj zvnútra – mechanizmami, ktorými sleduje celistvosť svojej DNA alebo jej „napojenie“ na bazálnu membránu (BM), poprípade ostatné bunky. Tomuto napojeniu sa hovorí „anchorage dependence“. Bunky, ktoré „anchorage dependence“ stratili, môžu rásť aj po odtrhnutí od BM alebo ostatných buniek. Čo vyplýva z textu o „anchorage dependence“? (Počet bodov: 2)

- ☐ Vo všeobecnosti bunky benígnych epitelových nádorov, ktoré nevytvárajú metastázy, stratili „anchorage dependence.“
- ☐ Vo všeobecnosti bunky malígnych epitelových nádorov, ktoré vytvárajú metastázy, stratili „anchorage dependence.“
- ☐ Bunky, na ktoré nepôsobia „viability factors“ môžu podľahnúť malígnemu zvratu.
- ☒ Zdravá bunka by mala v takom prípade podstúpiť apoptózu.

Aldosterón je steroidný hormón patriaci medzi mineralokortikoidy. Je zodpovedný za zvyšovanie aktivity Na/K ATPázy (sodno-draselnej pumpy), vďaka čomu zvyšuje resorpciu Na^+ z moču do krvi, keďže Na/K ATPáza sa nachádza v cytoplazmatickej membráne buniek tubulov v obličkách. Vďaka tomuto napomáha aldosterón aj resorpcii vody, keďže tá nasleduje Na^+ na základe osmotického gradientu. Na tubulárnych bunkách rozoznávame dve membrány – apikálnu, ktorá oddeľuje bunku od moču a bazolaterálnu, ktorá oddeľuje bunku od medzibunkového priestoru (a teda aj krvi). Na základe uvedeného rozhodnite o pravdivosti nasledujúcich tvrdení.
(Počet bodov: 2)



- ☐ Na/K ATPáza sa nachádza na apikálnej membráne.
- ☐ Na/K ATPáza sa nachádza na bazolaterálnej membráne.
- ☒ K^+ sa vďaka aldosterónu odčerpáva z medzibunkového priestoru a krvi.
- ☐ K^+ sa vďaka aldosterónu odčerpáva z moču.

