

Biologická olympiáda

Ročník: 55. Školský rok: 2020/21

Kolo: Krajské

Kategória: A

Test

Test začína 15.00 a končí 16.30. Na test máte 90 minút. Na niektoré otázky je správnych viac odpovedí. Body Vám budú udelené iba vtedy, ak označíte všetky správne odpovede. Ak test neodošlete včas, test sa uzamkne a nebude sa dať odoslať. V takom prípade bude test neplatný. 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. Spárujte organelu eukaryotickej bunky s jej funkciou.

- I. Golgiho aparát
- II. vakuola
- III. mitochondria
- IV. jadierko

- a) produkcia ATP oxidatívnou fosforyláciou
- b) spracovávanie proteínov určených na sekréciu
- c) udržiavanie vnútorného hydrostatického tlaku
- d) miesto biogenézy ribozómov

(Počet bodov: 2)

☐ I. - b II. - d III. - c IV. - a

☐ I. - c II. - a III. - b IV. - d

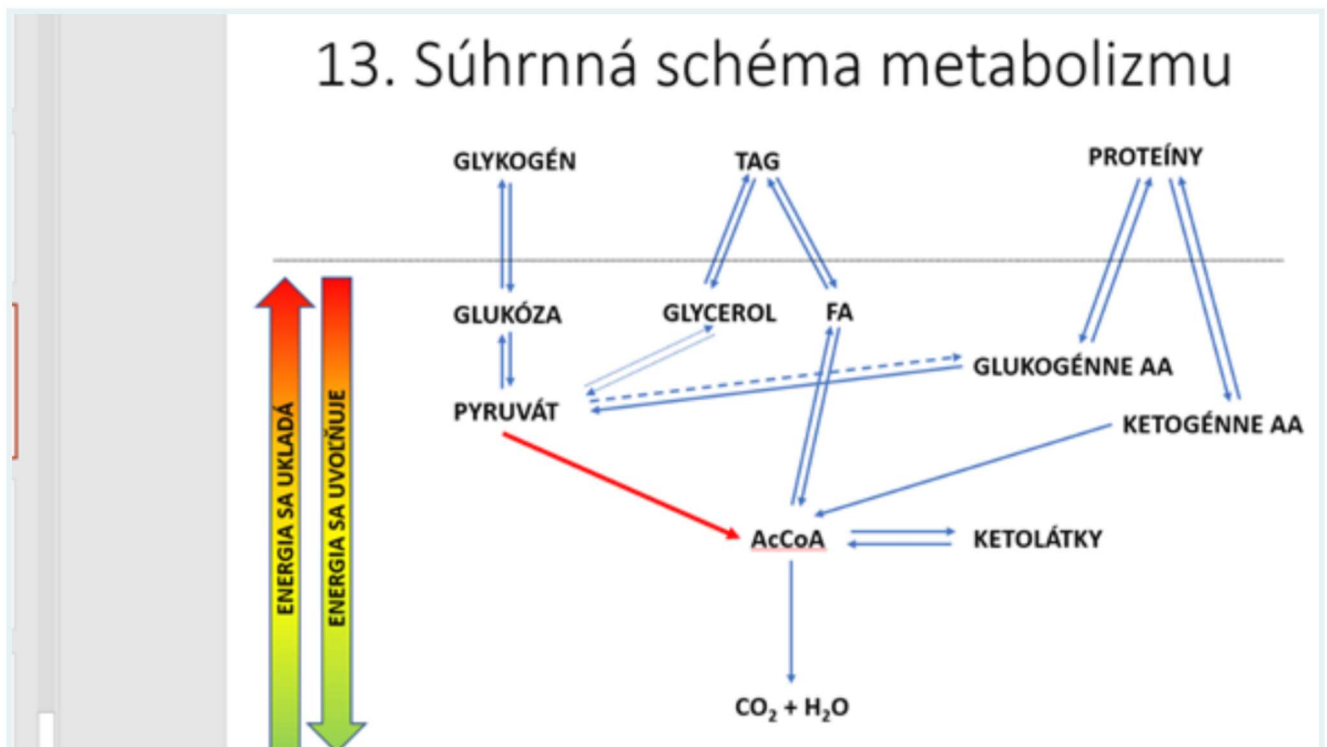
☒ I. - b II. - c III. - a IV. - d

☐ I. - a II. - d III. - c IV. - b

Na obrázku vidíte zjednodušenú schému energetického metabolizmu človeka a molekúl, ktoré sa ho zúčastňujú. Označte správne tvrdenie/tvrdenia. (TAG = triacylglyceroly, FA = mastné kyseliny, AA = aminokyseliny, AcCoA = acetylkoenzým A).

Pomôcka: Triacylglyceroly sú molekuly skladajúce sa z glycerolu (alkohol obsahujúci 3 uhlíky) a troch mastných kyselín, z ktorých každá môže obsahovať viac ako 16 uhlíkov.

(Počet bodov: 2)



- ☒ Glukoneogenéza je proces vytvárania glukózy z pyruvátu, ktorý musí bunka získať z iných zdrojov.
- ☐ Niektoré aminokyseliny sa môžu premieňať na glukózu.
- ☐ Pri vyčerpaní glykogénu sa glukóza vytvára hlavne z tukov.
- ☒ Človek môže z glukózy vytvoriť niektoré aminokyseliny.
- ☐ Pri metabolizme lipidov nie je premena glycerolu na pyruvát kvantitatívne významná pre glukoneogézu.

Ak do organizmu prenikne patogén, s ktorým sa jeho imunitný systém ešte nestretol, reagujú naň najprv bunky nešpecifickej imunity. Niektoré z nich (makrofágy a dendritické bunky) po fagocytóze vystavia časti proteínov patogénu na svojich MHC II. komplexoch. Následne tieto bunky putujú do najbližšej lymfatickej uzliny, kde prezentujú novo nájdený antigén naivným B a T lymfocytom (takým, ktoré sa ešte nestretli s reálnym patogénom). Pokiaľ sa nájde taký lymfocyt, ktorého receptor sa dokáže naviazať na prezentovaný antigén, je tento lymfocyt aktivovaný a začína vykonávať svoju funkciu (napríklad B lymfocyt začína produkovať protilátky proti danému patogému). Označte pravdivé tvrdenie/tvrdenia.

(Počet bodov: 2)



Lymfocyty rozoznávajúce rôzne patogény existujú omnoho skôr, ako sa organizmus s daným patogénom stretne.



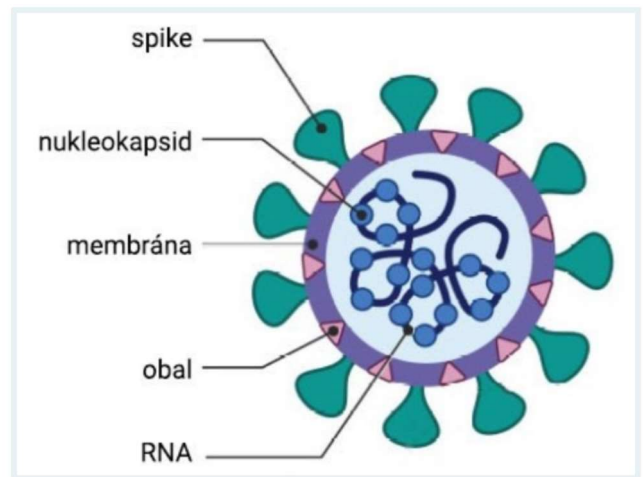
Potom, čo makrofágy vstúpia do lymfatickej uzliny, sa premieňajú na lymfocyty.



Tento proces je využívaný pri očkovaní.



Funkcia špecifickej a nešpecifickej imunity nie je prepojená.



Koronavírus SARS-CoV-2 spôsobil pandémie ochorenia COVID-19. Na jeho povrchu nachádzame „Spike“ proteíny, ktoré sa viažu na ACE-2 receptor (angiotenzín konvertujúci enzým 2), ktorý nachádzame v cievach a zúčastňuje sa regulácie krvného tlaku. Po naviazaní spike proteínu na ACE-2 receptor vstupuje vírus do bunky, kde dochádza k množeniu jeho RNA a produkcii jeho proteínov, čím ničí napadnuté tkanivo. Čo vyplýva z uvedeného textu? (Počet bodov: 2)

- ☐ SARS-CoV-2 napáda epitel dýchacích ciest a respiračný epitel.
- ☒ SARS-CoV-2 považujeme za cievny vírus.
- ☒ SARS-CoV-2 môže napadnúť všetky vaskularizované orgány.
- ☒ SARS-CoV-2 môže spôsobiť zápal pľúc.
- ☒ SARS-CoV-2 môže spôsobiť zápal srdcového svalu.

Dlhé nekódujúce RNA (lncRNA) sú zvyčajne charakterizované ako RNA dlhšie ako 200 nt, ktorých molekula je funkčná, t.j. nie sú ďalej translatované, ale priamo vo forme RNA sa podieľajú na bunkových procesoch. Ktoré s nasledujúcich príkladov by bolo možné označiť ako lncRNA?

(Počet bodov: 3)

- ☐ siRNA podieľajúce sa na procesoch RNA interferencie (typicky 20 – 22 nt dlhé)
- ☐ mRNA enzýmov glykolýzy
- ☐ vírusové RNA genómy kódujúce proteíny kapsidu a reverznú transkriptázu
- ☒ XIST – RNA transkribovaná z chromozómu X (génový lokus chrX:73,817,775-73,852,754), ktorá sa viaže späť na DNA a podieľa sa na vzniku Barrovho telieska
- ☐ žiadne z vyššie uvedeného

Mnohé organizmy majú evolučne vyvinutú látku, ktorou nejakým spôsobom blokujú určitý dôležitý proces v bunke, čím sa napríklad chránia pred predátormi. Tieto látky nám môžu byť užitočné pri štúdiu molekulárneho mechanizmu tohto procesu. Napríklad reorganizácia aktínových filamentov je dôležitá na lokomóciu jednobunkových eukaryotických organizmov. Aktínové filamenty (F-aktín) tvoria časť bunkového cytoskeletu a vznikajú polymerizáciou voľného (globulárneho) aktínu (G-aktín) za vzniku dlhých fibríl. Kvôli štruktúrnej asymetrii G-aktínu sú konce F-aktínu rozdielne – rozoznávame (+)-koniec a (-)-koniec. Z určitých dôvodov je in vitro rýchlosť polymerizácie na (+)-konci väčšia ako rýchlosť depolymerizácie na tomto konci, pričom pre (-)-koniec je to opačne a nastáva tzv. treadmilling – pribúdanie podjednotiek na jednom konci a ubúdanie na druhom. V bunke sú procesy na oboch koncoch podľa potreby regulované množstvom pomocných proteínov.

4 látky využívané pri štúdiu dynamiky aktínového cytoskeletu sú opísané nižšie. Označte, pri ktorých z nich dôjde ich aplikáciou na bunky meňavky veľkej (Amoeba proteus) k zvýšeniu množstva G-aktínu.

(Počet bodov: 2)

- ☐ Faloidín nachádzajúci sa v muchotrávke zelenej (*Amanita phalloides*) sa viaže pozdĺž aktínových fibríl, čím zvyšuje ich stabilitu.
- ☒ Latrunkulín izolovaný z hubiek (Porifera) rodu *Latrunculia* sa viaže na G-aktín a zabraňuje jeho polymerizácii.
- ☐ Jasplakinolidy z morských hubiek (Porifera) sa viažu na G-aktín, dôsledkom čoho dimerizuje a uľahčuje sa nukleácia (tvorba zárodkov F-aktínu) nevyhnutná na vznik aktínových filamentov.
- ☒ Cytochalazín získaný z húb sa viaže na (+)-koniec F-aktínu a znemožňuje pridávanie ďalších podjednotiek na tento koniec.

Parametrom dôležitým napríklad pri transkripcii alebo replikácii DNA je jej topológia. Tú možno charakterizovať niekoľkými parametrami. Keďže DNA je dvojzávitnica, t.j. dve vlákna obťáčajúce sa antiparalelne jedno okolo druhého, Lk (linking number) udáva koľkokrát musí jedno vlákno „prejsť“ cez druhé, aby bolo možné ich od seba oddeliť. Ak by mala DNA štruktúru na obrázku 1, stačí ak jedno vlákno rozpojíme, prevlečieme ponad druhé a znovu spojíme, aby sme dostali dve uzavreté kružnice (dve ssDNA). Bez porušenia kovalentnej väzby ostáva Lk konštantné bez ohľadu na to, ako by sme DNA rôzne deformovali. Ďalej platí, že:

$$Lk = Tw + Wr$$

kde Tw (twist) predstavuje počet otáčok jedného vlákna okolo druhého a Wr (writhe) charakterizuje priestorové usporiadanie DNA ako celku, resp. osi otáčania oboch vlákien. Ak je štruktúra pravotočivá, Wr je záporné.

Na základe uvedených informácií a diagramov nižšie, vypočítajte koľkokrát sa jedno vlákno plazmidu P obtočí okolo druhého, keď viete, že v relaxovanej forme má DNA plazmidu P parametre podľa obrázku vpravo (relaxovaná forma je taká, v ktorej DNA celkovo vyzerá ako kružnica, t.j. $Wr = 0$), veľkosť plazmidu P je 2415 bázových párov a zmena štruktúry plazmidu P nenastala vplyvom rozpadu žiadnej kovalentnej väzby.

(Počet bodov: 2)



Obr. 2 Celková štruktúra DNA
 $Wr = -1$



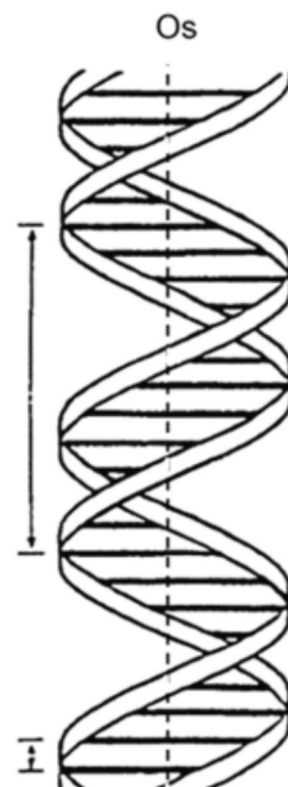
Obr. 1 Štruktúra jednotlivých vlákien DNA
 $Lk = 1$



Obr. 3 Celková štruktúra
zvinutej formy plazmidu P

Dĺžka jednej
otočky
35,7 Å

Vzdialenosť medzi
susednými bázami
3,4 Å



☐ 54

☐ 124

☒ 234

☐ 145

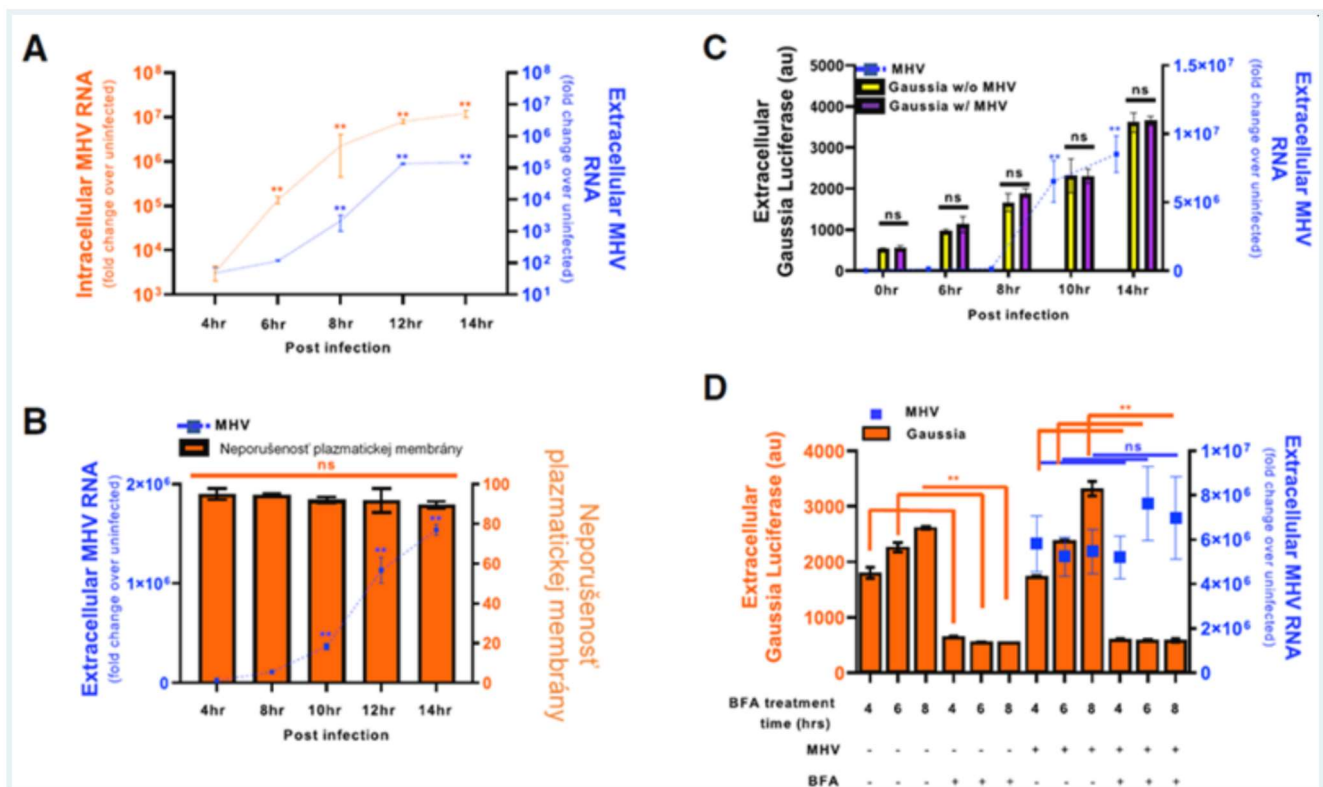
Dôležitým aspektom vírusovej infekcie nie je len vniknutie vírusu do bunky, ale aj spôsob, akým sa novonasyntetizované virióny dostávajú z bunky von. Práve toto sa Ghosh et al. v roku 2020 rozhodli preskúmať u skupiny β -koronavírusov, kde patrí aj SARS-CoV-2 spôsobujúci ochorenie COVID-19. Využili na to ale modelový organizmus- vírus MHV (myší herpetický vírus), ktorý vyhľadáva receptor CEACAM1.

Výsledky prvých štyroch experimentov A-D sú zobrazené nižšie. V experimentoch C a D využili fakt, že Gaussia luciferáza je z bunky sekretovaná určitým známym mechanizmom a taktiež to, že Brefeldín A (BFA) vyvoláva fúziu Golgiho aparátu a endoplazmatického retikula (obe organely zohrávajú pri sekrécii dôležitú úlohu).

w/o = bez, w/ = s, ns = štatisticky nesignifikantné

Označte ktoré tvrdenie/nia je/sú pravdivé.

(Počet bodov: 2)



- ☐ MHV môže do buniek vniknúť aj keď na svojom povrchu nemajú receptor CEACAM1.
- ☐ Výsledky naznačujú, že infekcia MHV spôsobovala lýzu kultivovaných buniek.
- ☐ Autori štúdie by nemali používať Gaussia luciferázu na overenie, či MHV využíva rovnakú sekrečnú dráhu, lebo prítomnosť MHV ovplyvňuje jej sekréciu.
- ☒ Z experimentu D je zrejmé, že MHV a Gaussia luciferáza využívajú rozdielne sekrečné dráhy.
- ☒ Aj po dvanástich hodinách po infekcii buniek MHV vírusom (post infection) sa väčšina vírusovej RNA nachádza v bunkách.

Zorad'ite chronologicky správné jednotlivé miesta/kroky syntézy a lokalizácie proteolytických enzýmov slúžiacich na trávenie potravy prijatej eukaryotickou bunkou v procese fagocytózy.

(Počet bodov: 2)

lyzozóm 

Golgiho aparát 

mRNA naviazaná na ribozóm 

endoplazmatické retikulum 

spojenie s tráviacou vakuolou (fagozómom) 

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.

(Počet bodov: 2)

- ☒ 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.

Orgány rastlinného tela plnia rôzne funkcie. Je dôležité, aby medzi nimi prebiehala výmena a transport látok. Túto úlohu plnia vodivé pletivá – xylém (drevo) a floém (lyko). Obzvlášť zásadným procesom je nakladanie sacharidov do floému z listov. U rôznych rastlinných druhov môže prebiehať apoplasticky alebo symplasticky. V prípade apoplastického nakladania dôjde k transportu sacharidu z mezofylovej bunky do apoplastu a následne k transportu do sprievodnej bunky floému. V prípade symplastického nakladania sacharid prechádza plazmodezmami z mezofylovej bunky až do sprievodnej bunky a sitkovice. U *Arabidopsis thaliana* boli identifikované transportéry SWEET11 a SWEET12. Sú silne exprimované na plazmatickej membráne v bunkách listu. Preukázalo sa, že transportujú sacharózu cez plazmatickú membránu. Dvojité mutant *sweet11/12* bol v porovnaní s divokým typom menší, akumuloval v listoch sacharózu a dĺžka koreňov bola menšia na médiu bez prídavku sacharózy.

Označte pravdivé tvrdenia:

(Počet bodov: 2)

- ☒ Nakladanie floému u *Arabidopsis thaliana* prebieha apoplasticky.
- ☐ Nakladanie floému u *Arabidopsis thaliana* prebieha výlučne symplasticky.
- ☒ Proteíny SWEET11 a SWEET12 sa účastnia exportu sacharózy z listu.
- ☐ Proteíny SWEET11 a SWEET12 sa účastnia importu sacharózy z floému do koreňa.

Fotosyntéza v súkvetí lipnicovitých.

Círok (*Sorghum bicolor*) má súkvetie príznačné pre čeľaď lipnicovité (Poaceae).

Súkvetie lipnicovitých sa nazýva:

(1 bod)

- ☐ stravec
- ☐ metlina
- ☒ klások
- ☐ úbor

Donedávna bolo záhadou, prečo vedľa fertilného súkvetia u príbuzných ciroku nachádzame ešte sterilné súkvetie na stopke. AuBuchon-Elder et al. u rastlín ciroku viacerých genotypov odobrali z niektorých vetvičiek sterilné stopkaté súkvetie a sledovali hmotnosť semien. Na vetvách s odobratými sterilnými súkvetiami došlo k zníženiu hmotnosti semien o takmer 9% v porovnaní s kontrolnými rastlinami a s vetvami, na ktorých sterilné súkvetia odobraté neboli. Sterilné súkvetie zrejme fotosyntetizuje a je energetickou oporou pre fertilné súkvetie. Výskumníkov zaujímalo, či fotosyntéza v sterilnom súkvetí prebieha C4 metabolizmom.

Označte možnosti, ktoré by indikovali C4 fotosyntézu.

(Počet bodov: 2)

☐ prítomnosť metabolitov fotorespiračnej dráhy, napríklad 2-fosfoglykolátu

☒ expresia Rubisca výlučne v bunkách pošvy cievneho zväzku

☐ prítomnosť prieduchov

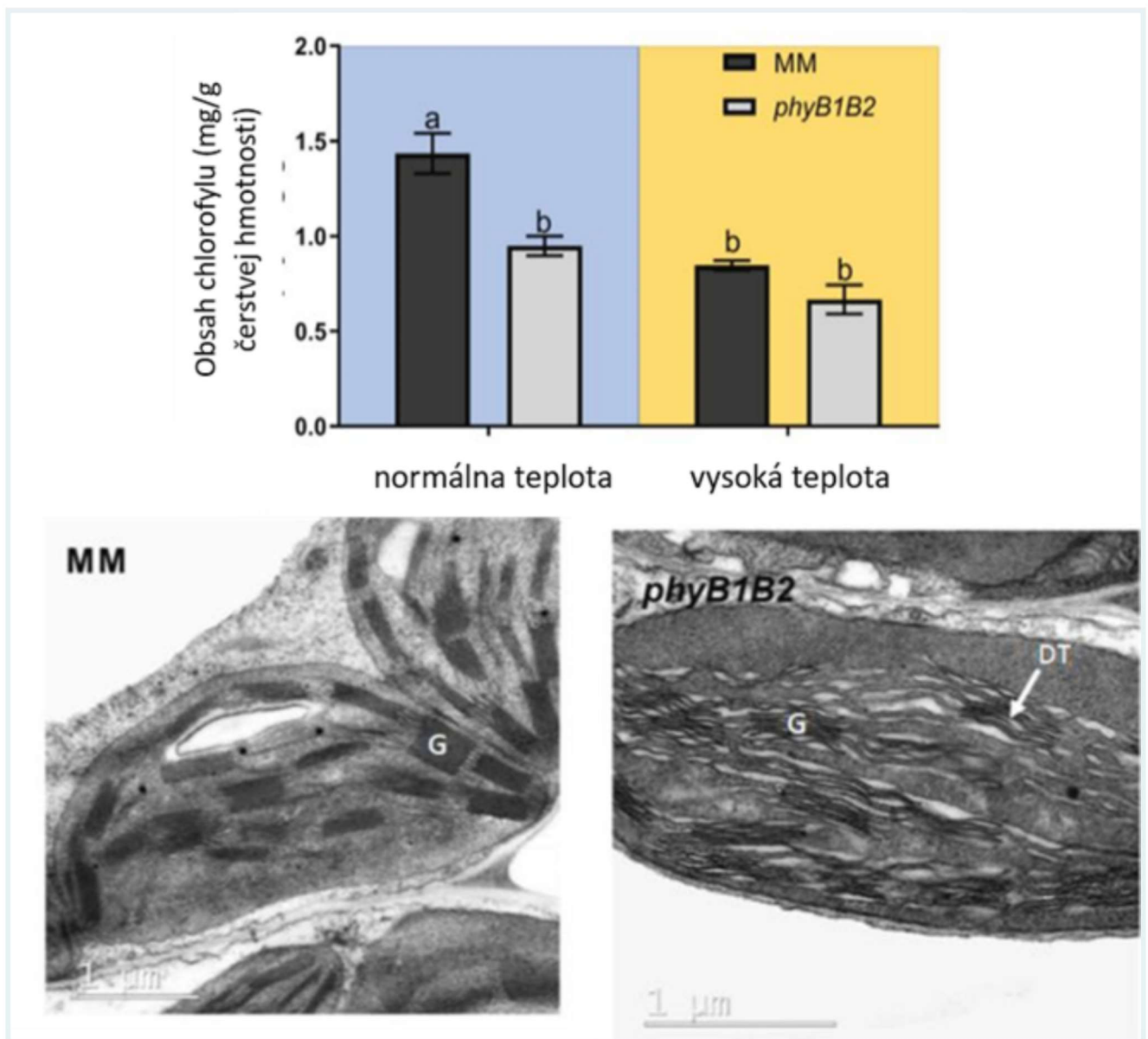
☒ zvýšená hladina malátu

Fytochróm ako teplotný senzor.

Svetlo a teplota sú dôležité signály pre rastliny. Podobne ako človek, aj rastliny sú vybavené fotoreceptormi, ktoré dokážu zachytiť svetlo určitej vlnovej dĺžky a predať ďalej signálnu informáciu. Receptormi červeného svetla sú fitochrómy. Na základe výsledkov u *Arabidopsis thaliana* sa predpokladá ich možná úloha teplotného senzora. Či to tak je u paradajky (*Solanum lycopersicum*) skúmali Bianchetti et al. Graf znázorňuje obsah chlorofylu u divokého typu kultivaru MoneyMaker (MM) a u dvojitého mutantu *phyB1B2* pri normálnej a vysokej teplote. Štatisticky významné rozdiely sú označené odlišnými písmenami. Na obrázku vidíte elektrónmikroskopický snímok chloroplastu mezofylovej bunky u MM a *phyB1B2* za normálnej teploty.

Aké procesy prebiehajú v štruktúre označenej písmenom G?

(Počet bodov: 2)



☐ β -oxidácia mastných kyselín

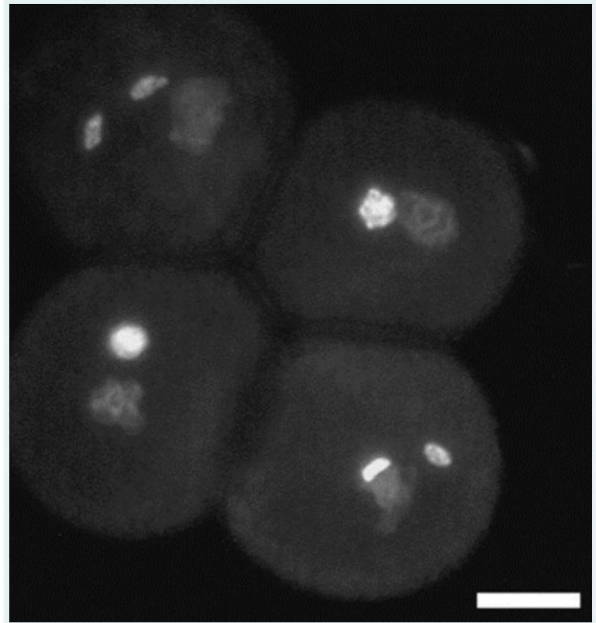
☒ fotosyntéza

3/24/2021 ☒ syntéza ATP

15

Označte pravdivé tvrdenie:
(Počet bodov: 2)

- ☒ Fytochróm je dôležitý pre správny vývin a diferenciáciu chloroplastu u *Solanum lycopersicum*.
- ☐ Listy divokého typu kultivaru MoneyMaker pri zvýšenej teplote zožltnú, na rozdiel od listov dvojitého mutanta.
- ☐ Dáta naznačujú, že pri vysokej teplote dochádza k aktivácii fytochrómu a stresovej odpovedi.
- ☐ Ani jedno z uvedených tvrdení nie je pravdivé.



Vývin samčieho gametofytu.

V životnom cykle rastlín sa strieda fáza sporofytu a gametofytu. U krytosemenných rastlín je táto skutočnosť síce menej nápadná ako je tomu u machorastov, je však nemenej zaujímavá. Vývin samčieho gametofytu začína v kvetnom orgáne – tyčinke. Prebieha tu meióza a vznikajú jednobunkové spóry. Tie podstupujú 2 mitotické delenia. Prvým vzniká vegetatívna a generatívna bunka. Vegetatívna bunka pohltí menšiu generatívnu bunku. Tá sa potom ďalej rozdelí druhým mitotickým delením na dve pohlavné bunky, ktorým hovoríme spermatické bunky. Identifikovali sme mutanta duo, ktorý má narušený vývin samčieho gametofytu. Mutantnú líniu sme skrížili s líniou quartet (qrt), u ktorej peľové zrná zostávajú po meióze spojené. Fluorescenčným mikroskopom sme pozorovali peľové zrná heterozygota $qrt/qrt +/duo$.

Označte pravdivé tvrdenia:

(Počet bodov: 2)

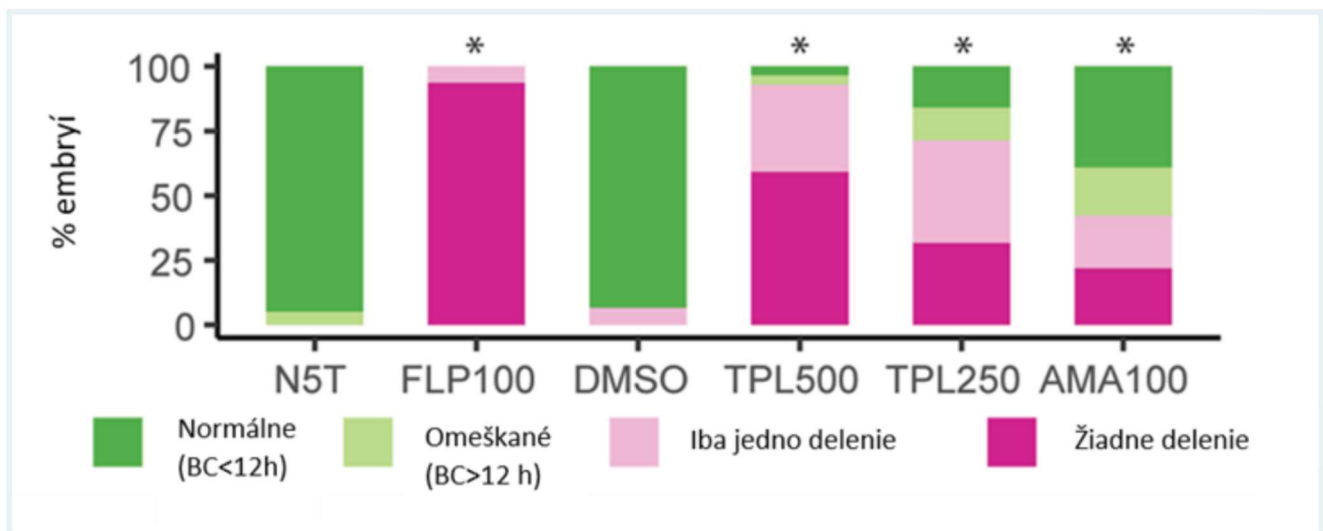
- ☐ DUO je dôležitý pre správny priebeh meiózy
- ☐ DUO je dôležitý pre správny priebeh prvej peľovej mitózy
- ☒ DUO je dôležitý pre správny priebeh druhej peľovej mitózy
- ☐ Z experimentu nemožno určiť, ktorá fáza vývinu samčieho gametofytu je narušená.

Aktivácia zygotického genómu u rastlín.

U živočíchov je skorý vývin embrya riadený predovšetkým maternálne uloženými RNA a proteínmi vo vajíčku. Genóm zygoty je aktivovaný až neskôr vo vývine embrya. Donedávna nebolo zrejmé, ako je tomu u rastlín. Graf znázorňuje, ako ovplyvnila aplikácia inhibítorov transkripcie (TPL – triptolidu a AMA – amanitínu) v rôznych koncentráciách delenie v skorej embryogenéze u *Arabidopsis thaliana*. Embryá boli podľa dĺžky trvania bunkového cyklu (BC) rozdelené do 4 skupín. Štatisticky významné rozdiely v porovnaní s N5T kontrolou sú znázornené hviezdičkou. Na kontrolnom N5T médiu bol priebeh embryogenézy u väčšiny embryí normálny. Pozitívnou kontrolou boli embryá inkubované s 100 μ m flavopiridolom – väčšina z nich sa vôbec nerozdelila.

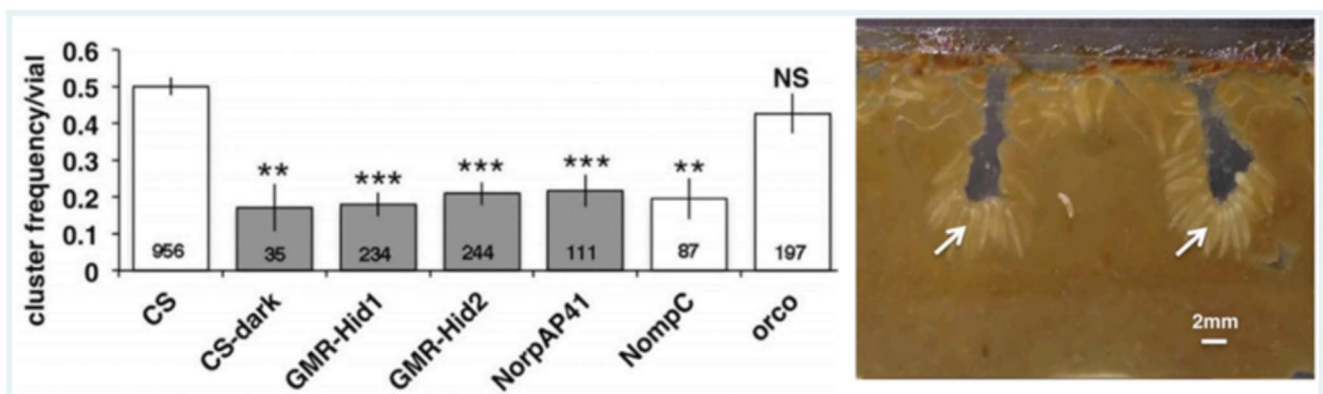
Označte pravdivé tvrdenia:

(Počet bodov: 2)

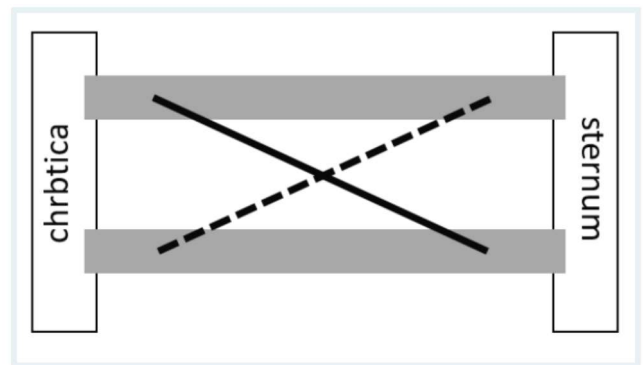


- ☒ Zygotický genóm u *Arabidopsis thaliana* sa aktivuje skoro v embryogenéze.
- ☐ Výsledky si navzájom odporujú a nemôžeme usúdiť, či je skorá embryogenéza riadená zygotickým genómom.
- ☒ DMSO je negatívnou kontrolou experimentu.
- ☐ Podobne ako u živočíchov, aj u rastlín je skorá embryogenéza riadená maternálnymi RNA a proteínmi.

V štúdiu, ktorá sa venovala kooperatívnemu správaniu lariev drozofíl, pozorovali autori schopnosť lariev vytvárať chodbičky v potrave (obrázok). Takéto správanie umožňuje larvám preniknúť hlbšie do potravy vďaka prísunu vzduchu vyhlíbeným tunelom. Zároveň však vyžaduje koordinovanú aktivitu viacerých lariev. Na grafe vidíte relatívny výskyt koordinovaných zhlukov lariev za určité časové obdobie pri rôznych environmentálnych a genetických podmienkach. CS sú larvy štandardného typu a CS-dark sú rovnaké larvy, ktoré však boli od svojho vyliahnutia stále chované v tme. GMR-Hid1, GMR-Hid2 a NorpAP41 sú mutácie, z ktorých každá spôsobuje u lariev oslepnutie. Mutácia NompC spôsobuje stratu mechanickej citlivosti a mutácia orco spôsobuje stratu čuchu. Na základe grafu označte všetky z nasledujúcich tvrdení, ktoré neprotirečia získaným výsledkom. (Počet bodov: 2)



- ☐ Jedná sa o vrodený, geneticky riadený fixný vzorec správania, čo dokazuje fakt, že vôbec neprebíha u mutantov GMR-Hid1.
- ☒ Vizuálne podnety sú pre správne fungovanie tohto koordinovaného správania zhruba rovnako dôležité ako hmatové.
- ☒ Čuch nemá pri koordinácii lariev výraznú úlohu.
- ☒ Genetické a environmentálne znemožnenie používania zraku má približne rovnaký vplyv na schopnosť lariev vytvárať koordinované zhluky.

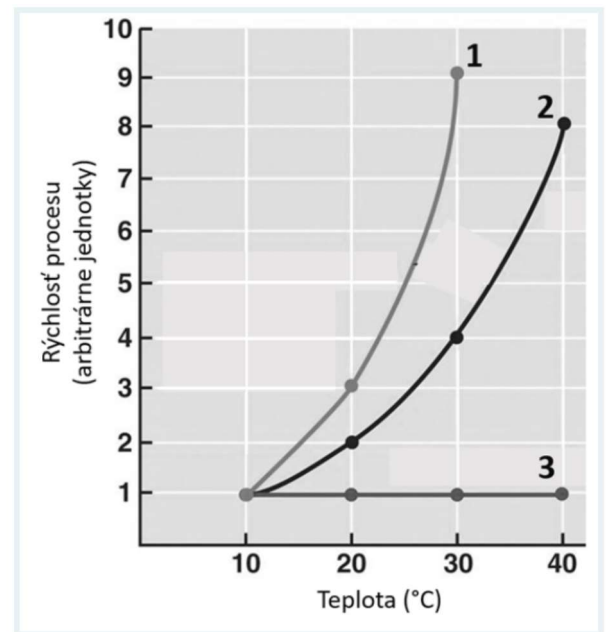


Na obrázku vidíte schému spojenia susediacich rebier medzirebrovými svalmi. Plná čiara predstavuje vonkajší medzirebrový sval a čiarkovaná čiara vnútorný.

Označte pravdivé tvrdenia:

(Počet bodov: 2)

- ☐ Medzirebrové svaly zohrávajú pri dýchaní dôležitejšiu úlohu než bránica.
- ☐ Vonkajšie medzirebrové svaly sú priečne pruhované, kým vnútorné medzirebrové svaly sú hladké.
- ☐ Pri kontrakcii vnútorných medzirebrových svalov sa hrudník zdvihne.
- ☒ Anatomické usporiadanie medzirebrových svalov spôsobuje, že vnútorné a vonkajšie medzirebrové svaly pôsobia antagonisticky (opačne).
- ☒ Vnútorné medzirebrové svaly sú aktivované pri hlbokom výdychu.

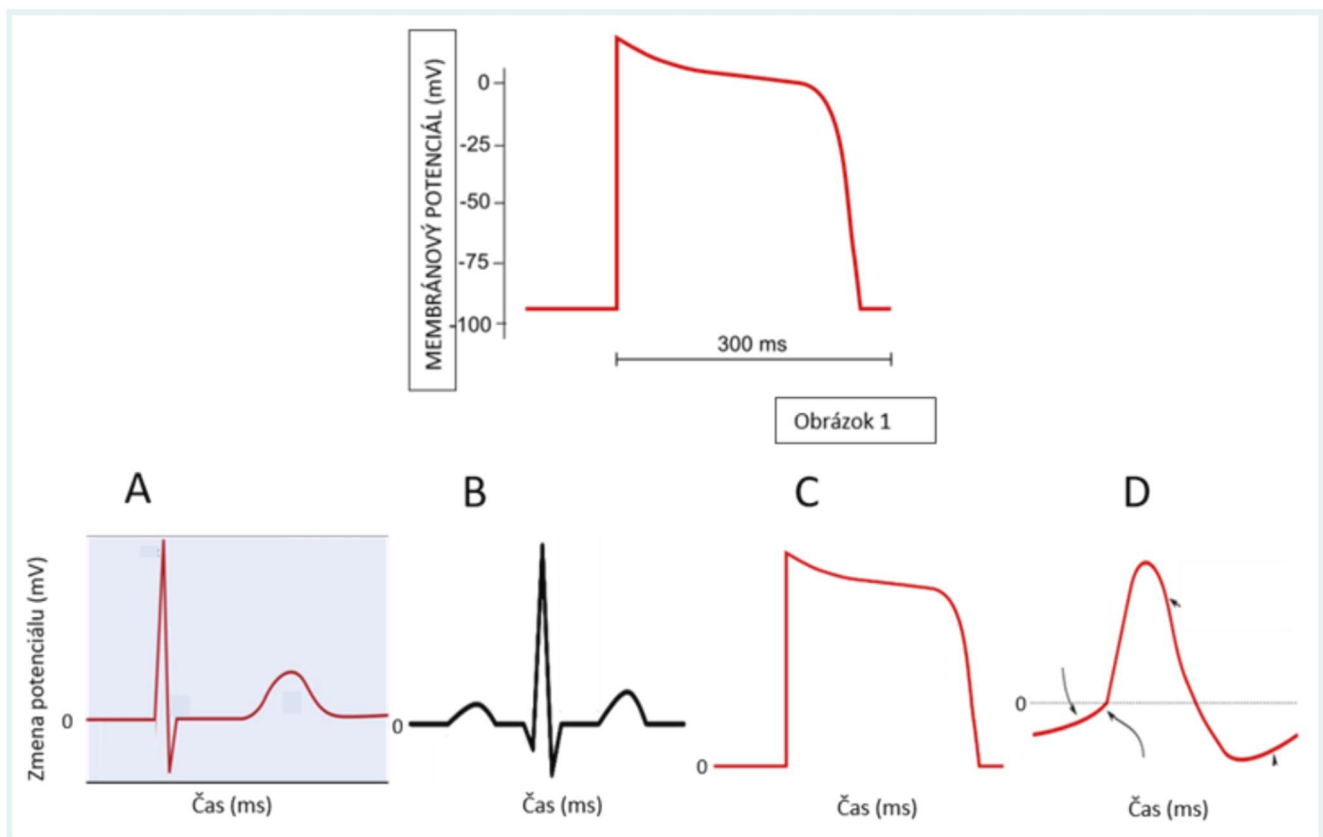


Parameter Q_{10} vyjadruje koľkokrát sa nejaký proces zrýchli, ak sa zvýši teplota prostredia o 10 °C. Dá sa použiť napr. pre jednoduché chemické deje, ale aj pre komplexné biologické procesy ako je napr. rýchlosť metabolizmu. Na grafe vidíte tri krivky, ktoré zodpovedajú procesom s rôznym Q_{10} . Označte pravdivé tvrdenia: (Počet bodov: 2)

- ☒ Krivka č. 1 patrí procesu s $Q_{10} = 3$.
- ☒ Krivka č. 3 by mohla zodpovedať napr. biologickým hodinám (cirkadiánnemu oscilátoru) cicavcov.
- ☐ Pri teplote 30 °C prebieha proces, ktorému patrí krivka č. 1 zhruba 4-krát rýchlejšie ako ten, ktorému patrí krivka č. 2.
- ☐ Krivka č. 3 by mohla zodpovedať napr. rýchlosti bazálneho metabolizmu obojživelníkov.
- ☐ Krivka č. 1 patrí procesu s $Q_{10} = 1,5$.

Elektrokardiografia (EKG) je metóda, pomocou ktorej zaznamenávame elektrickú aktivitu srdca. Cytoplazmatická membrána kardiomyocytov (buniek srdcového svalu) je polarizovaná a dochádza na nej k zmenám membránového potenciálu (zmenám elektrického napätia v milivoltoch), ktoré vyvolávajú srdcové sťahy. Na obrázku 1 vidíte priebeh membránového potenciálu počas jedného úderu srdca. EKG zaznamenáva prvú deriváciu tejto krivky – to znamená, že sleduje ZMENY membránového potenciálu. Ak sa potenciál zmení, ukáže sa na EKG výchylka, ak sa membránový potenciál nemení (alebo sa mení málo), tak bez ohľadu na to, akej je hodnoty, EKG krivka zostáva na hodnote 0. Ktorá krivka EKG zodpovedá grafu membránového potenciálu na obrázku 1?

(Počet bodov: 2)



☒ A

☐ B

☐ C

☐ D

Proteíny sa pri prechode tráviacim traktom štiepia na malé peptidy, postupne až na aminokyseliny. Tie sa potom systémom prenášačom vstrebávajú do buniek črevného epitelu a následne do krvi. Iba takto spracované bielkoviny dokáže črevo vstrebať. V epiteli hladkého čreva sa nachádzajú aj M bunky, ktoré pomocou fagocytózy prijímajú malé peptidy skladajúce sa z pár aminokyselín. Aká je podľa vás funkcia M buniek v čreve? Ktorá odpoveď je správna?

(Počet bodov: 2)

- ☐ Pomocou M buniek prijíma novorodenec kompletne protilátky od matky, ktoré následne môžu voľne prejsť do krvi.
- ☒ M bunky fagocytujú kúsky bakteriálnych a vírusových proteínov, ktoré následne odovzdávajú bunkám imunitného systému a dochádza k imunizácii.
- ☐ M bunky slúžia na vstrebávanie vlákniny.
- ☐ M bunky slúžia na vstrebávanie vitamínov.

Žily a tepny sú pre vodu (a teda aj krv) dokonale nepriepustné. To neplatí pre kapiláry, cez ktorých stenu sa môže voda z krvi filtrovať – čiže vstupovať a vystupovať z a do kapiláry. Dominantnou silou, ktorá vytláča vodu z kapilár, je tlak krvi. Naopak, v krvi vodu drží najmä onkotický tlak (sila vytváraná hydrofilnými bielkovinami, ktoré na seba viažu vodu). Na začiatku kapiláry dochádza k prestupu vody z kapilár do tkanív, na konci kapilár sa do nich voda vracia. Voda, ktorá sa nevráti, je odvádzaná lymfatickými cievami. Označte pravdivé tvrdenie/tvrdenia.

(Počet bodov: 2)

- ☒ Tlak krvi sa v priebehu kapiláry mení vďaka zmene vzdialenosti od srdca.
- ☐ Tlak krvi sa v priebehu kapiláry nemení, mení sa onkotický tlak.
- ☐ Na začiatku kapiláry je nižší onkotický tlak ako na jej konci, preto tam voda prestupuje do tkanív.
- ☒ Na začiatku kapiláry je vyšší tlak krvi ako na jej konci, preto tam voda prestupuje do tkanív.
- ☒ Na konci kapiláry prevažuje onkotický tlak nad tlakom krvi, preto sa tam voda vracia naspäť do kapiláry.

To, aký je priemer cievy je okrem iných látok závislé aj od množstva kyslíka a oxidu uhličitého v krvi. Či nastane vazokonstrikcia (zúženie cievy) alebo vazodilatácia (rozšírenie cievy) je okrem koncentrácie týchto plynov dané aj tým, akú funkciu majú tieto orgány. Označte správne tvrdenie/tvrdenia.

(Počet bodov: 2)

- ☒ Znížené množstvo kyslíka v krvi spôsobí vo svalu vazodilatáciu.
- ☐ Znížené množstvo oxidu uhličitého v krvi spôsobí vo svalu vazodilatáciu .
- ☒ Zvýšené množstvo oxidu uhličitého v krvi spôsobí vo svalu vazodilatáciu.
- ☒ Znížené množstvo kyslíka spôsobí v pľúcach vazokonstrikciu.
- ☐ Zvýšené množstvo kyslíka spôsobí v pľúcach vazokonstrikciu.

Reakcia „uteč alebo boj“ je u cicavcov typická odpoveď na nebezpečenstvo. Na periférii je sprostredkovaná autonómnym nervovým systémom – sympatikom a parasympatikom. Ktoré tvrdenie/tvrdenia sú pravdivé?

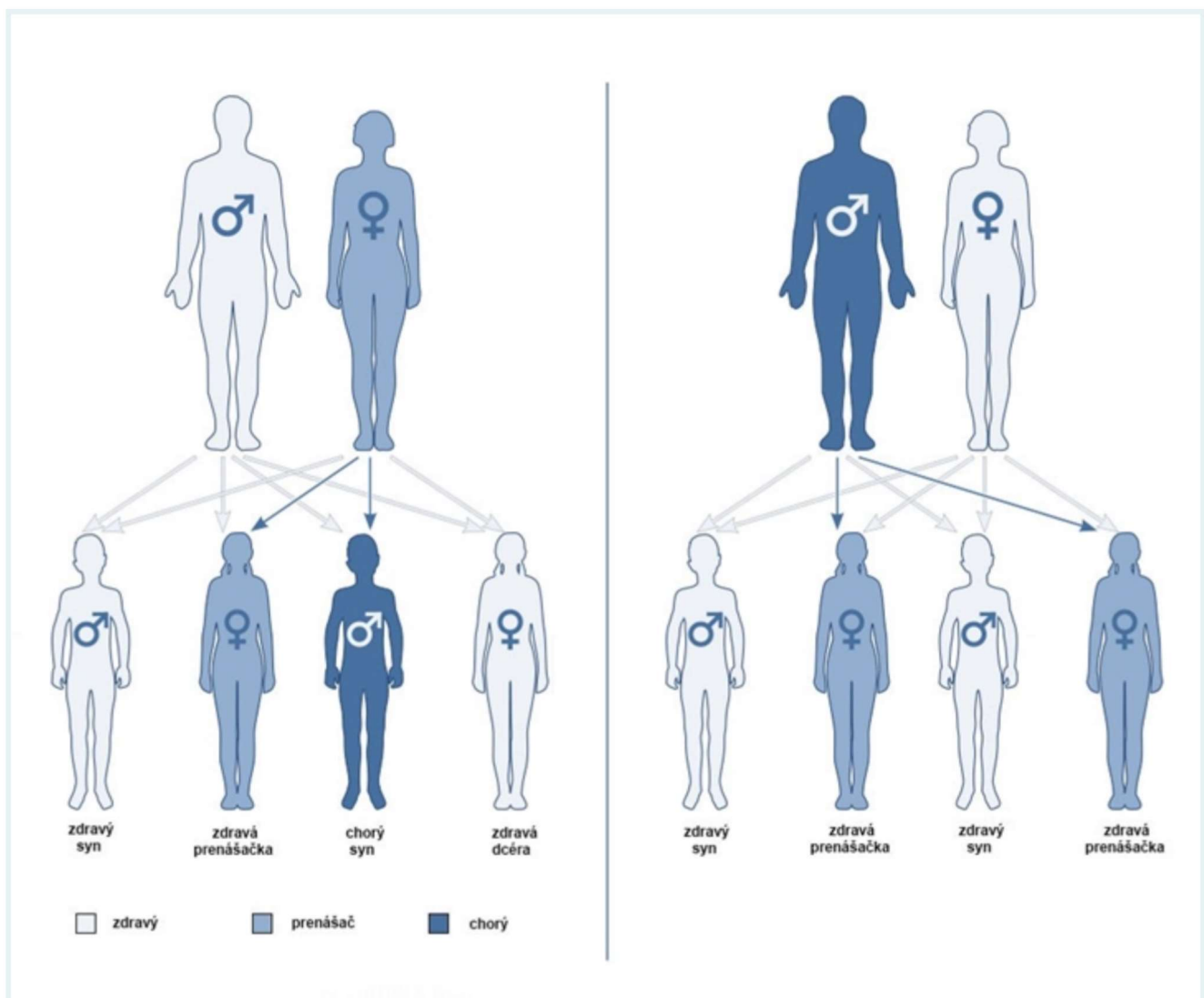
(1 bod)

- ☐ Mydriáza (rozšírenie zreníc) je sprostredkovaná parasympatikom.
- ☒ Sympatikus zvyšuje srdcovú frekvenciu.
- ☐ Autonómny nervový systém sa nepodieľa na regulácii potenia.
- ☐ Parasympatikus spôsobuje centralizáciu obehu (presun krvi z periférie do životne dôležitých orgánov).

Hemofília B je ochorenie zrážanlivosti krvi, ktoré je spôsobené mutáciou génu pre faktor IX koagulačného systému. V populácii sa vyskytuje raritnejšie ako oveľa známejšia a častejšia hemofília typu A, ktorá postihuje faktor VII. Výsledkom defektného génu pri hemofílii B je spomalenie zrážanlivosti krvi pri poraneniach, ľahko sa tvoriace podliatiny ako aj spontánne krvácanie, ktoré môže vyústiť do život ohrozujúceho stavu.

V nasledovnej schéme uvádzame dedičnosť hemofílie typu B u človeka. Na základe týchto údajov zakrúžkujte, aký typ dedičnosti sa vzťahuje na toto ochorenie. Hemofília B je:

(Počet bodov: 2)



- ☐ autozomálne dominantné ochorenie
- ☐ autozomálne recesívne ochorenie
- ☐ gonozomálne dominantné ochorenie
- ☐ gonozomálne recesívne ochorenie

Malígne bunky nádorov sa správajú podobne ako populácia samostatných organizmov a preto na ne platia rovnaké evolučné princípy ako na populáciu, ktorú ovplyvňujú evolučné činitele. Pri eliminácii nádorových buniek sa využívajú chemoterapeutiká, ktorých úlohou je zničiť populáciu nádorových buniek. Mnohokrát sa však počas terapeutických režimov vyskytnú nádorové bunky, ktoré sú viac či menej rezistentné na danú chemoterapiu a tie následne začnú prevažovať v populácii nádorových buniek, čoho výsledkom je rezistencia nádoru na danú chemoterapiu.

Označte evolučné činitele, ktoré sa pravdepodobne podieľajú na vzniku rezistencia nádoru na chemoterapiu.

(Počet bodov: 2)

☒ selekcia

☐ inbríding

☒ mutácie

☐ genetický drift

☐ medzidruhový prenos génov

Hemofília je recesívne podmienené dedičné ochorenie viazané na X chromozóm. Aká je pravdepodobnosť, že syn páru, kde mužov otec trpel hemofíliou, a ženin starý otec z otcovej strany tiež mal toto ochorenie, bude mať hemofíliu? (Ostatní členovia rodiny sú zdraví.)

(1 bod)

☒ 0 %

☐ 12,5 %

☐ 25 %

☐ 50 %

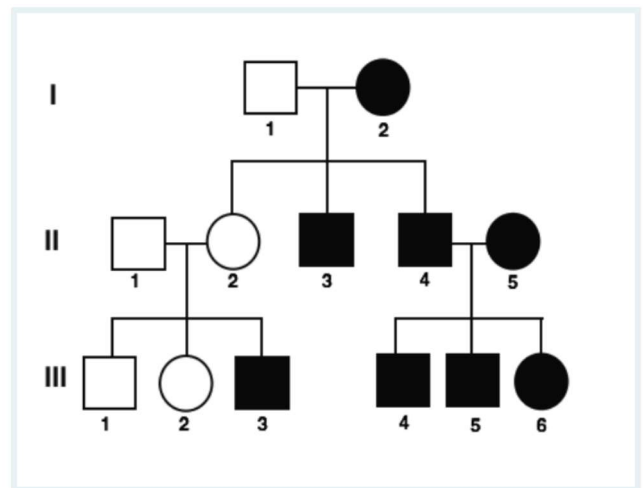
☐ 62,5 %

☐ 75 %

☐ 100 %

Inbredná depresia je jav, pri ktorom dochádza k zníženiu priemernej zdatnosti členov populácie, v ktorej dochádza k častému príbuzenskému kríženiu. Tento jav: (Počet bodov: 2)

- ☒ je dôsledkom zvýšeného výskytu recesívnych homozygotov
- ☐ je dôsledkom zvýšeného výskytu heterozygotov
- ☐ nenastáva u populácií diploidných živočíchov
- ☐ sa týka iba génov, pre ktoré existujú viac ako dve alely
- ☒ nastáva, pretože jedince, ktoré sa medzi sebou krížia, majú navzájom podobnejšie zloženie aliel, ako je typické pre neinbredné populácie daného druhu



Predstavte si, že ste identifikovali nové dedičné ochorenie a snažíte sa určiť typ jeho dedičnosti. Podarilo sa vám vypracovať rodokmeň troch generácií jednej rodiny (muži = štvorce, ženy = kruhy), ktorá má mnoho postihnutých členov (čierna výplň). Označte, ktoré z nasledujúcich typov dedičnosti môže predstavovať tento rodokmeň.

(Počet bodov: 2)

☐ Autozomálne dominantná

☒ Autozomálne recesívna

☐ X dominantná

☒ X recesívna

☐ Viazaná na chromozóm Y

Hoci sa často uvádza, že genetická determinácia pohlavia funguje rovnako u človeka aj drozofily, nie je to celkom tak. Kým u ľudí prítomnosť funkčného Y chromozómu vždy determinuje mužské pohlavie, u drozofily je pohlavie determinované pomerom počtu X chromozómov a sád autozómov (X:A pomer). Teda napríklad jedinec XX s dvoma sadami autozómov je samica ($X:A = 1$) a XY je samec ($X:A = 0,5$). Štúdiom drozofíl s dvoma alebo troma sadami autozómov a rôznymi kombináciami pohlavných chromozómov sa zistilo, že ak je $X:A$ pomer ≥ 1 jedince budú samice a naopak, ak je $X:A \leq 0,5$ jedince budú samce. Pri hodnotách $X:A$ medzi 0,5 a 1 zvyčajne vznikajú intersexy, tj. jedince so zmesou znakov oboch pohlaví. Z nasledujúcich možností vyberte pravdivé tvrdenia. (Počet bodov: 3)

- ☒ X0 jedinec s dvoma sadami autozómov bude u ľudí žena, ale u drozofily samec.
- ☐ XX jedinec s troma sadami autozómov bude u ľudí žena, ale u drozofily intersex.
- ☒ XXY jedinec s dvoma sadami autozómov bude u ľudí muž, ale u drozofily samica.
- ☒ XXX jedinec s troma sadami autozómov nebude u ľudí viabilný, ale u drozofily to bude živá samica.
- ☒ XYY jedinec s dvoma sadami autozómov bude u ľudí muž a rovnako samec aj u drozofily.

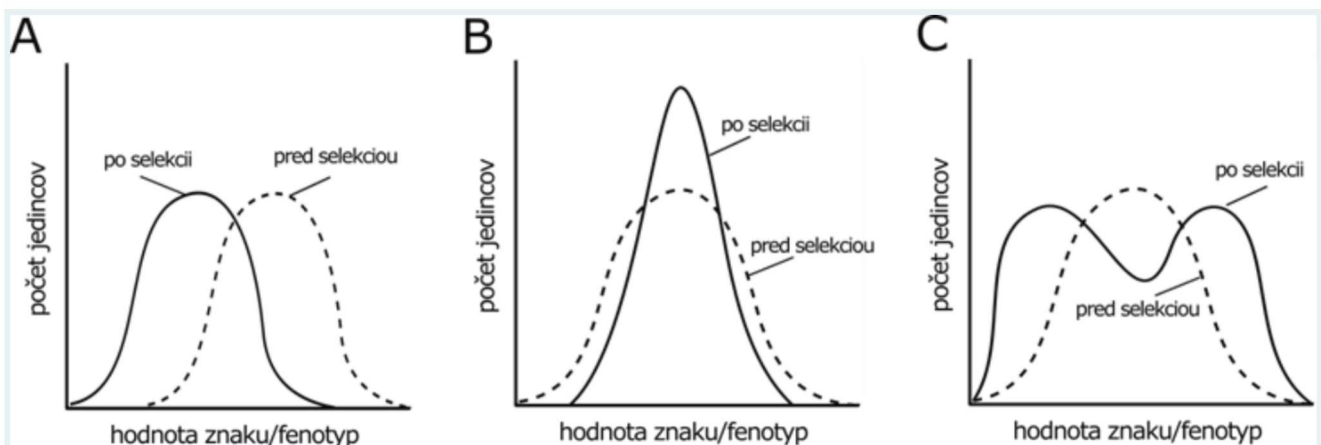
Selekcia môže na organizmy pôsobiť rôznorodo, v závislosti na konkrétnych podmienkach. Nasledujúce grafy znázorňujú tri základné spôsoby, akými selekcia môže pôsobiť na evolúciu určitého znaku tak, že mení počet nositeľov danej formy znaku v populácii. Priradte ku príkladom I.- III. jednotlivé grafy označené veľkým písmenom v takom istom poradí I, II, III.

I. Zmena veľkosti znášky u novozélandských drozdov: Drozd čierny (*Turdus merula*) bol vo veľkých počtoch vypustený na Novom Zélande ako nepôvodný druh. Oproti európskym drozdom čelí novozélandská populácia častejšiemu vyplieneniu hniezd predátormi, ale súčasne majú dospelé novozélandské drozdy vyššiu šancu na prežitie. Tento selekčný tlak viedol k relatívne nižšej investícii do jednotlivých hniezdení, a teda zníženiu veľkosti znášky oproti "materskej" európskej populácii.

II. Farebný polymorfizmus vajec u sutory sivohrdlej: Kukučka obyčajná (*Cuculus canorus*) je hniezdnym parazitom rôznych druhov vtákov, okrem iného aj sutory sivohrdlej (*Sinosuthora alphonsiana*). Sutory dokážu spoznať kukučie vajce, ak je sfarbené inak ako ich vlastné vajcia. V populácii sutor sa udržuujú tri rôzne farebné varianty vajec, čo kukučkám sťažuje úspešnú parazitáciu.

III. Veľkosť hrčiek vytváraných vrtivkou: Vrtivka (*Eurosta solidaginis*) je dvojkrídlový hmyz vyvíjajúci sa v púčikoch rastlín. Larvy vrtiviek pomocou chemických signálov stimulujú rastlinu, aby vytvárala nádorovité štruktúry zvané hrčka (hálka), v ktorých následne až do zakuklenia žijú. Menšie hrčky sú náchylnejšie k napadnutiu parazitickou osičkou, ktorej larvy sa živia larvami vrtiviek, a naopak väčšie hrčky sú nápadnejšie pre hmyzožravé vtáky, ktoré larvy vrtiviek žerú. Najvyššiu šancu na prežitie tak majú larvy, ktoré vytvoria hrčku strednej veľkosti.

(Počet bodov: 3)



Mnohé skupiny cicavcov sa vyznačujú unikátnymi charakteristikami, na základe ktorých sa dajú dobre odlíšiť od iných cicavcov. Priradte k nasledujúcim charakteristikám cicavcov I.-IV. mapu jeho súčasného prirodzeného rozšírenia označenú veľkým písmenom v takom istom poradí I, II, III, IV.

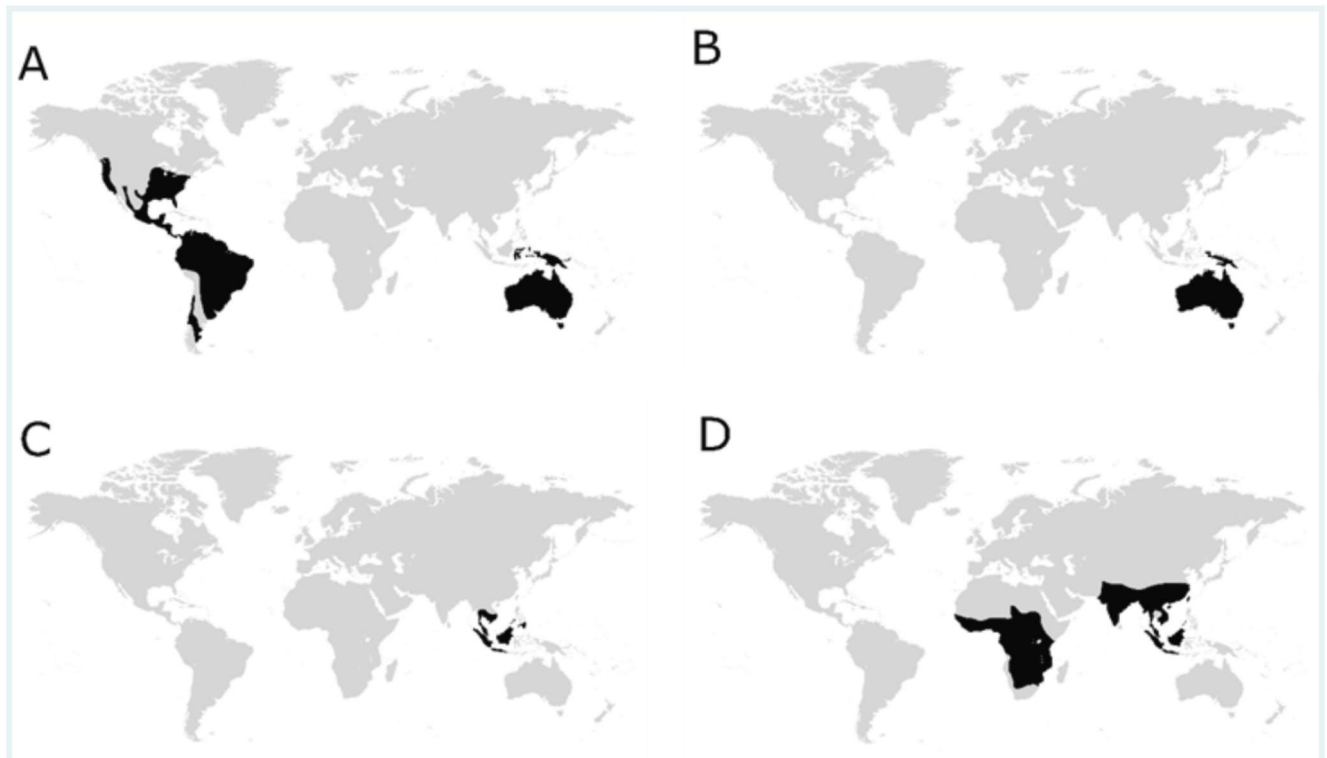
I. dokážu plachtiť, sú blízki príbuzní primátov (pravdepodobne sesterská skupina)

II. črevo, močovod aj pohlavné žľazy ústia do jedného otvoru - kloaky

III. povrch tela je pokrytý výraznými šupinami z keratínu, nemajú zuby

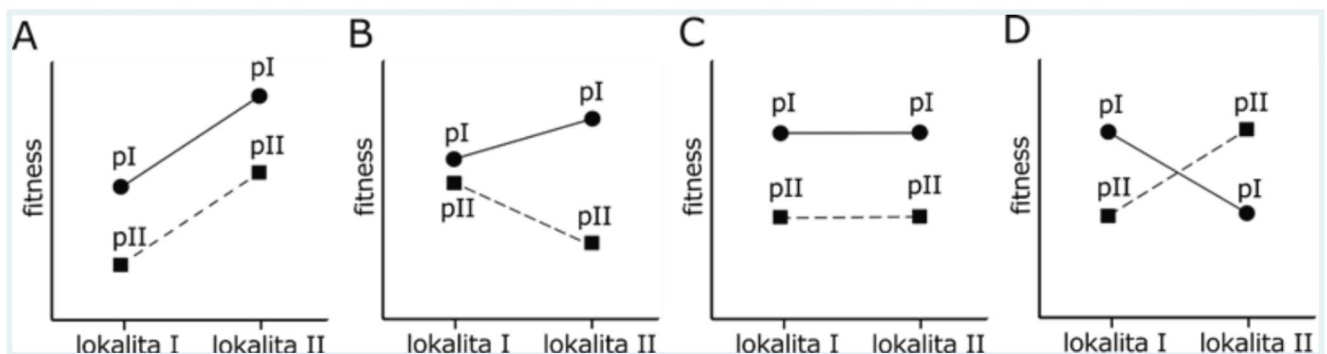
IV. mláďatá sa rodia vo veľmi skorom štádiu vývoja a ďalej sa vyvíjajú vo vaku

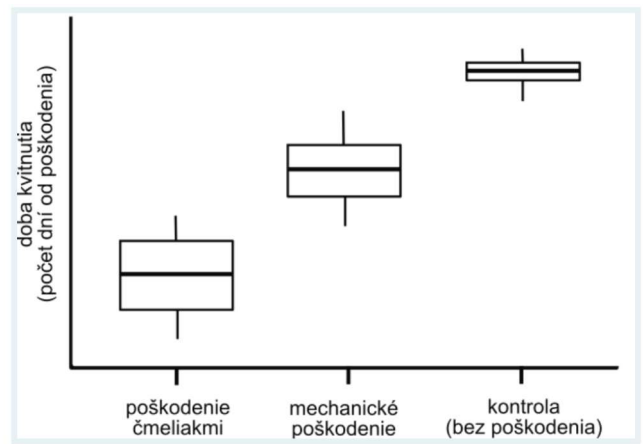
(Počet bodov: 2)



V dôsledku špecifických podmienok prostredia sa môže populácia organizmu prispôbiť na podmienky svojej lokality. Tento fenomén sa označuje termínom lokálna adaptácia a napr. u rastlín sa jeho prítomnosť dá otestovať pomocou recipročných transplantačných experimentov, pri ktorých sa jedinci z jednej lokality presadia/vysejú na druhú lokalitu a naopak. Na základe porovnania fitness jedincov z jednotlivých populácií na rôznych lokalitách sa potom dá rozhodnúť, či sú populácie na svoje lokality adaptované. Z nasledujúcich možností vyberte graf/grafy ktoré znázorňujú prípad kedy zreteľne došlo u oboch populácií k lokálnej adaptácii (pI – jedince pochádzajúce z lokality I, pII – jedince pochádzajúce z lokality II).

(Počet bodov: 2)





Nasledujúci graf zobrazuje výsledky nedávnej štúdie, ktorá sa venovala vplyvu poškodzovania listov rastlín čmeliakmi na ich kvitnutie. V kontrolovaných podmienkach boli čmeliaky s nedostatkom potravy vypustené k mladým rastlinám druhu balota čierna (*Balota nigra*). Čmeliaky začali do listov vyhryzovať diery a po krátkej dobe boli od rastlín odstránené. V druhej skupine rovnako starých rastlín baloty boli listy vedcami mechanicky poškodené do rovnakej miery ako ich poškodili aj čmeliaky. Tretia kontrolná skupina bola ďalej pestovaná bez poškodenia. Autori potom zaznamenali, po akej dobe rastliny začali kvitnúť. Na základe výsledkov, ktoré vidíte nižšie, rozhodnite, ktoré z nasledujúcich tvrdení je pravdivé.

(Počet bodov: 2)

- ☐ Čmeliaky sa hryzením dier do listov snažia oneskoriť kvitnutie baloty, aby mohli zbierať jej peľ aj neskôr v sezóne, kedy už ostatné rastliny nekvitnú.
- ☒ Vyhryzovanie dier do listov čmeliakmi stimulovalo kvitnutie baloty. Okrem mechanického poškodenia listov je ale za stimuláciu kvitnutia čmeliakmi zrejme čiastočne zodpovedný aj ďalší mechanizmus.
- ☐ Väčší rozptyl hodnôt u kontrolnej skupiny je zrejme dôsledkom snahy baloty znížiť mieru vnútrodruhovej kompetície o opeľovače v priebehu sezóny.
- ☐ Rastliny, ktoré neboli vôbec poškodené, kvitli najskôr, mali totiž najväčšiu funkčnú plochu listov a najrýchlejšie tak získali dostatočné množstvo potrebných živín pre kvitnutie.
- ☐ Silnejší efekt samotného mechanického poškodenia listov je zrejme dôsledkom toho, že čmeliaky mali v predchádzajúcich dňoch dostatok energeticky bohatej potravy a testované rastliny tak efektívnejšie opeľovali.

Machy z rodu ampulka (*Splachnum*) sa vyznačujú farebnou a rozšírenou bázou toboľky a výrazne zapáchajú. Vyskytujú sa hlavne na rašeliniskách a v horách na severe Európy a často na nich môžeme pozorovať veľké množstvo rôznych dvojkrídlorcov. Ktoré z nasledujúcich tvrdení o týchto machoch je/sú pravdivé. (Počet bodov: 2)

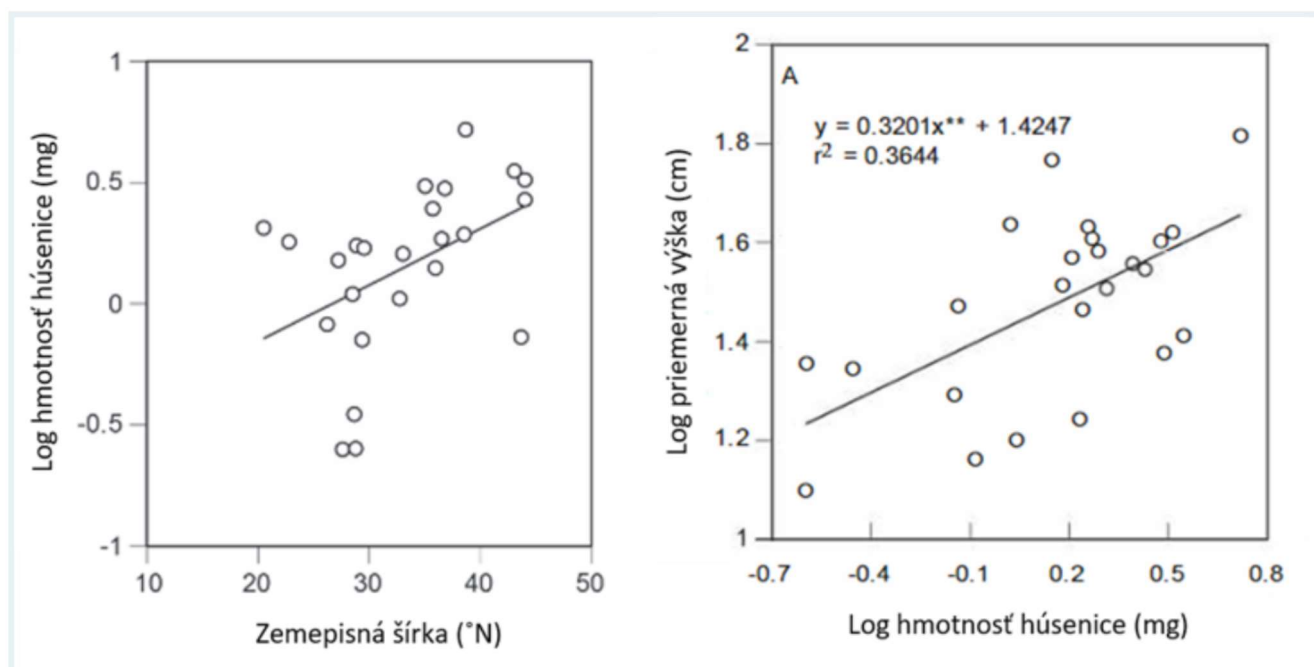
- ☐ Dvojkrídlorci na machoch sedia kvôli ich vysokým sporofytom, ktoré im umožňujú efektívne monitorovať okolitú krajinu. Nie sú schopné vnímať vône a ani farbu toboľiek, ktoré slúžia hlavne na odpudzovanie herbivorov.
- ☐ Absencia machov tohto rodu ale aj ostatných machorastov v južnej Európe je spôsobená tým, že machorasty obecné nie sú schopné prežiť bez trvalého a stabilného prísunu vody.
- ☐ Dvojkrídlorci zabezpečujú prenos spermatozoidov týchto machov z toboľiek a zabezpečujú tak ich pohlavné rozmnožovanie. Rašeliniská majú totiž príliš nízke pH a nedokázali by sa sami dostať k archegóniám.
- ☒ Tieto machy sa svojím vzhľadom a zápachom snažia prilákať dvojkrídlorci, ktoré potom roznesú ich výtrusy na miesta s vyšším obsahom živín, ako sú napríklad trus a zdochliny.

Parazity slnečnice

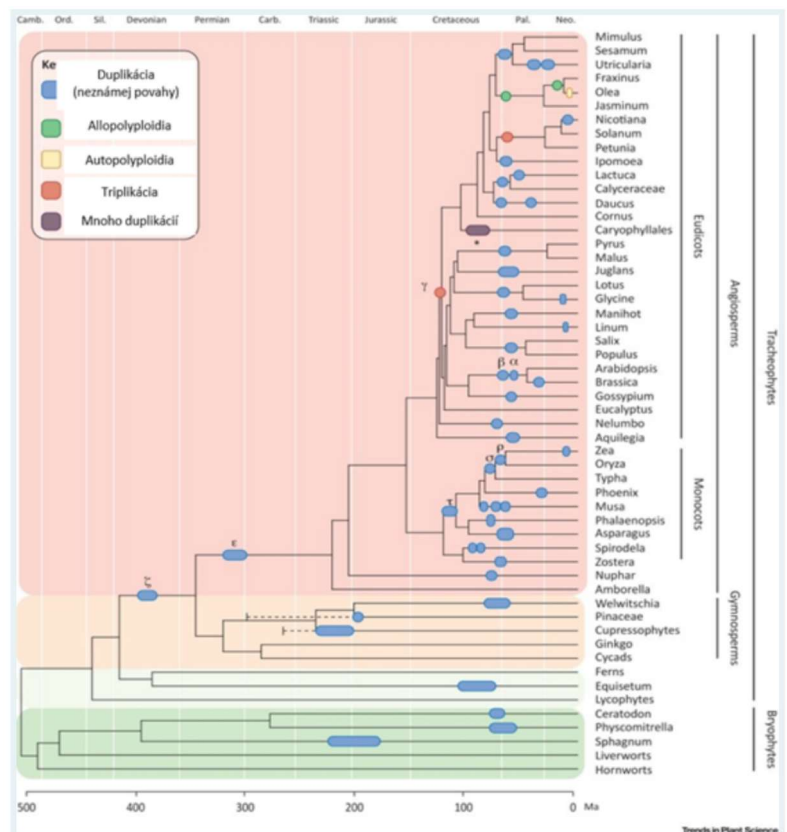
Podľa hypotézy latitudinálnej herbivornej obrany sa líši intenzita herbivórie v rôznych zemepisných šírkach. V miestach s vysokou mierou herbivórie by sme očakávali selekčný tlak na vyššiu rezistenciu rastlín voči herbivorom. Táto hypotéza bola testovaná na jedincoch slnečnice ročnej (*Helianthus annuus*) z viac ako 20 populácií v rôznych zemepisných šírkach. Rastliny sme zo semien vypestovali v skleníku. Do Petriho misky sme vložili larvu generalistu *Helicoverpa zea* a 2 mladé listy slnečnice. Po 7 dňoch bola odmeraná hmotnosť húsenice. Grafy znázorňujú logaritmickú závislosť hmotnosti húsenice na zemepisnej šírke, z ktorej daný ekotyp slnečnice pochádza a logaritmickú závislosť výšky rastliny na hmotnosti húsenice.

Označte pravdivé tvrdenia:

(Počet bodov: 2)



- ☒ Výsledky experimentu podporujú hypotézu – naznačujú, že intenzita herbivórie sa v rôznych zemepisných šírkach líši.
- ☐ Slnečnice na 40°N šírky sú rezistentnejšie voči útoku *Helicoverpa zea* ako slnečnice na 20°N šírky.
- ☒ Výsledky naznačujú existenciu trade-off medzi rastom a obranou rastlín – rastliny, ktoré investujú do obranných stratégií, investujú menej do rastu.
- ☐ Ekotypy nižších zemepisných šírok by mali dosahovať väčšiu výšku ako ekotypy vyšších zemepisných šírok. Je potrebné prehodnotiť experimentálny design.



Paleopolyploidia

V evolučnej histórii rastlín opakovane dochádzalo k polyploidizácii. Pri polyploidizácii dôjde k znásobeniu celého rastlinného genómu (najčastejšie ide o zdvojenie). Rozlišujeme autopolyploidiu, ak sa pomnoží celý genóm jediného rastlinného druhu, a allopolyploidiu, ak dôjde k pomnoženiu pri krížení rôznych druhov. Obrázok znázorňuje predpokladanú dobu, kedy došlo k polyploidizácii u rôznych skupín rastlín v evolučnom čase. Označte pravdivé tvrdenia:

(Počet bodov: 2)

- ☒ Všetky semenné rastliny v histórii prešli minimálne jednou polyploidizačnou udalosťou.
- ☒ K polyploidizácii na prelome druhohôr a tret'ohôr došlo nezávisle u mnohých rastlinných skupín.
- ☐ Predkovia všetkých súčasných pravých dvojklíčnolistových (Eudicots) prešli y duplikáciou.
- ☐ Ani jedno z uvedených tvrdení nie je pravdivé.

Niektoré organely eukaryotickej bunky majú endosymbiotický pôvod. Ktoré z uvedených tvrdení pre ne neplatia?

(Počet bodov: 2)

- ☐ Ide o mitochondrie a chloroplasty.
- ☒ Všetky takéto organely vznikli z pôvodne voľne žijúcich fotosyntetizujúcich prokaryotov.
- ☐ Tieto organely majú vlastnú DNA.
- ☐ Gény organelovej DNA sa postupom času strácajú, alebo prechádzajú do jadrového genómu bunky, takže tieto organely by už neboli schopné prežiť ako samostatné organizmy.
- ☐ Typicky sú obklopené membránou tvorenou viacerými vrstvami fosfolipidovej dvojvrstvy.

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

Ako možno toto pozorovanie vysvetliť?

(Počet bodov: 2)

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

