

BIOLOGICKÁ OLYMPIÁDA – 56. ročník – školský rok 2021/2022

Krajské kolo – Kategória C

8. – 9. ročník základnej školy a 3. a 4. ročník gymnázia s osemročným štúdiom

Prakticko–teoretická časť

Milí súťažiaci,

tešíme sa Vášmu záujmu zmerať si sily vo Vašich znalostiach o tom, čo tvorí svet okolo nás – v biológii. Dnešné kolo bude rozdelené na tri časti – praktickú časť, ktorá preverí využitie naučených poznatkov v praxi (samozrejme v možnostiach aktuálneho online sveta), teoretickú časť, kde overíme vaše rozšírené znalosti učiva a aplikačnej časti, v ktorej Vám poskytneme pre Vás nové vedomosti, ktoré budete používať pri vypracovaní jednotlivých úloh.

Prajeme veľa úspechov.

Realizačný tím biologickej olympiády

Praktická časť - Téma: Rastlinná Biológia

Nadšení biológovia Vojtech a Veronika sa zaujímajú o rastliny. Chceli by spoločne precestovať celý svet, aby videli rozmanitosť rastlín v rôznych častiach zemegule. V tejto úlohe sa zastavíme na rôznych miestach sveta. Na každom mieste odhalíme zaujímavú rastlinu, ktorá pochádza z danej oblasti a bude vám určite známa.

Na začiatku nášho putovania sa vydáme do juhovýchodnej Ázie a opatrne kráčame tropickým lesom. V korune stromov poznávame rastlinu z čeľade vstavačovitých (*Orchidaceae*). Ide o druhovo najbohatšiu čeľaď krytosemenných rastlín. Pozeráme sa na zástupcu rodu *Phalaenopsis*.



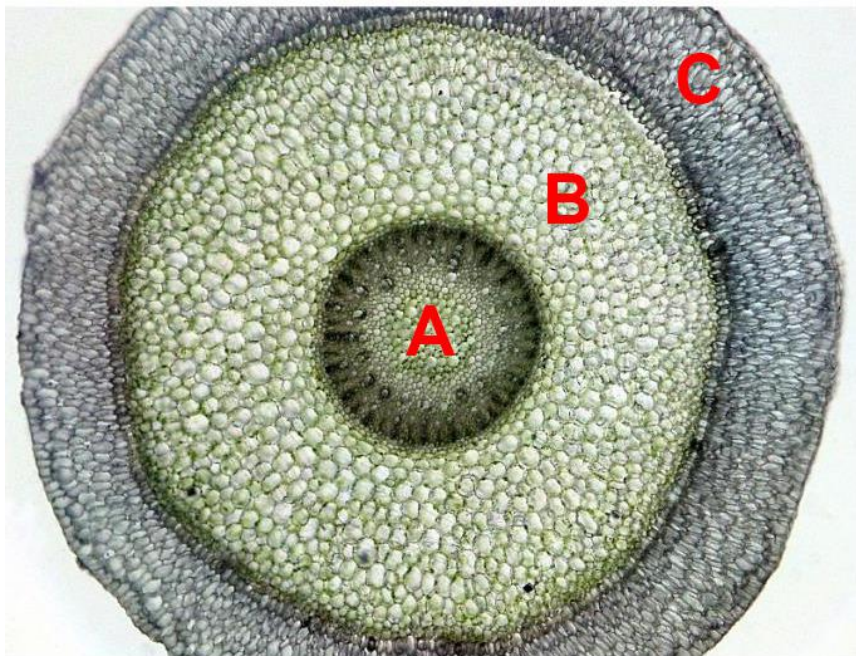
1. Úloha 1: V súvislosti s orchideami sa často používa pojem epifyt. Čo tento pojem znamená?

- a) Ide o rastlinu, ktorá rastie na inej rastline.
- b) Ide o rastlinu, ktorá odčerpáva živiny inej rastline.
- c) Ide o rastlinu, ktorú opeľujú včely.
- d) Ide o rastlinu, ktorá nutne k životu potrebuje hubového symbionta.

Na orchidei nás upútajú útvary, ktorým hovoríme vzdušné korene. Rozhodneme sa preskúmať ich stavbu, tá nám prezradí viac o ich funkcii. Na povrchu vzdušného koreňa sa nachádza pokožka tvorená mŕtvymi bunkami. Hovoríme jej velamen.



2. **Úloha 2:** Na obrázku označte velamen, primárnu kôru a stredný valec.



Objekt A je / /

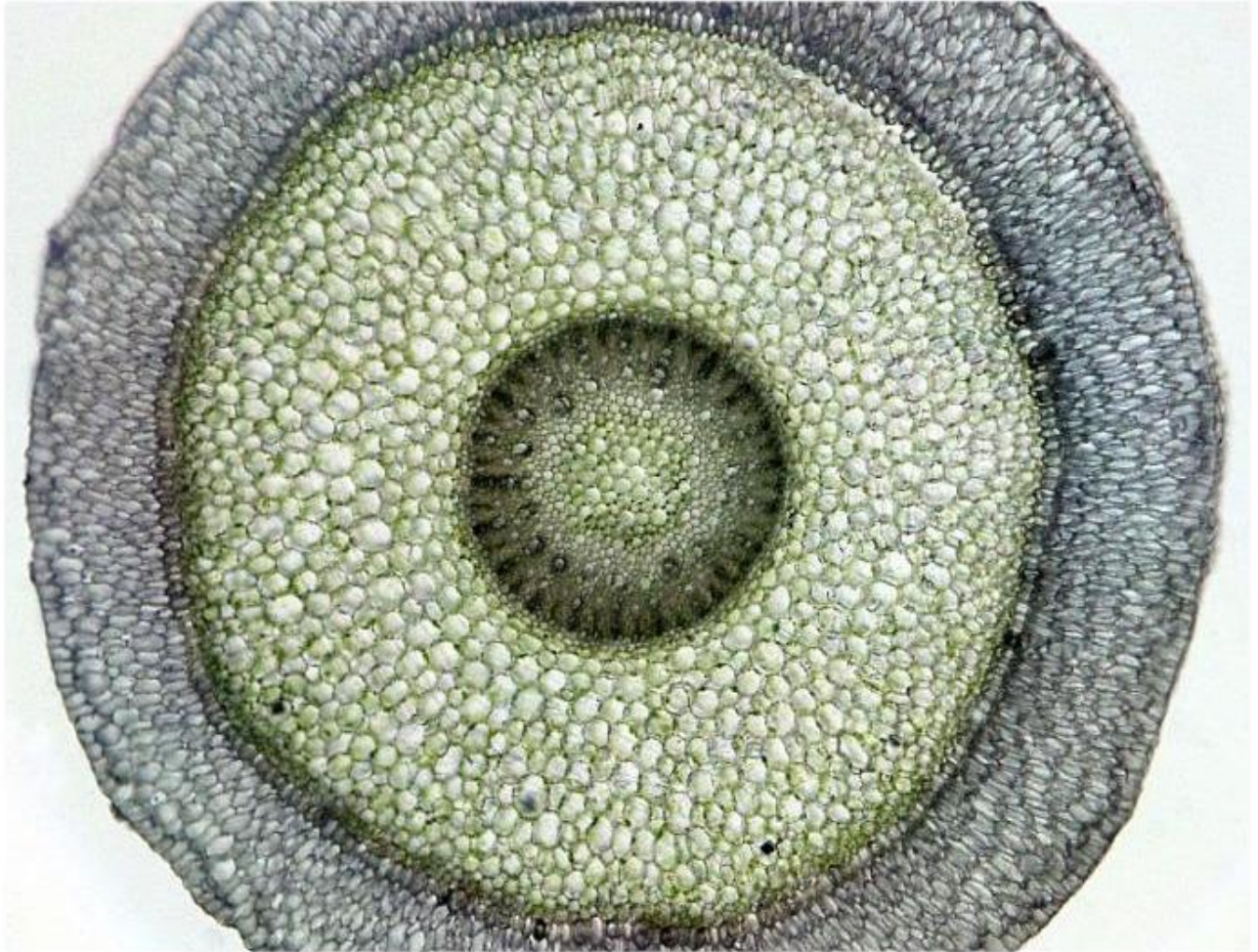
Objekt B je / /

Objekt C je / /

3. **Úloha 3:** K čomu slúži velamen?

- a) Urýchľuje absorpciu vody a živín, bráni stratám vody.
- b) V tejto vrstve koreňa prebieha fotosyntéza.
- c) Uľahčuje prienik pôdou.
- d) Slúži ako potrava pre tropické srnce, ktoré na srsti roznášajú semená orchideí.

4. **Úloha 4:** Útvary, ktoré sme pozorovali, nazývame vzdušné korene. Na základe jednej anatomickej štruktúry je možné s určitosťou usúdiť, že ide o útvar odvodený od koreňa. Ktorá štruktúra to je?



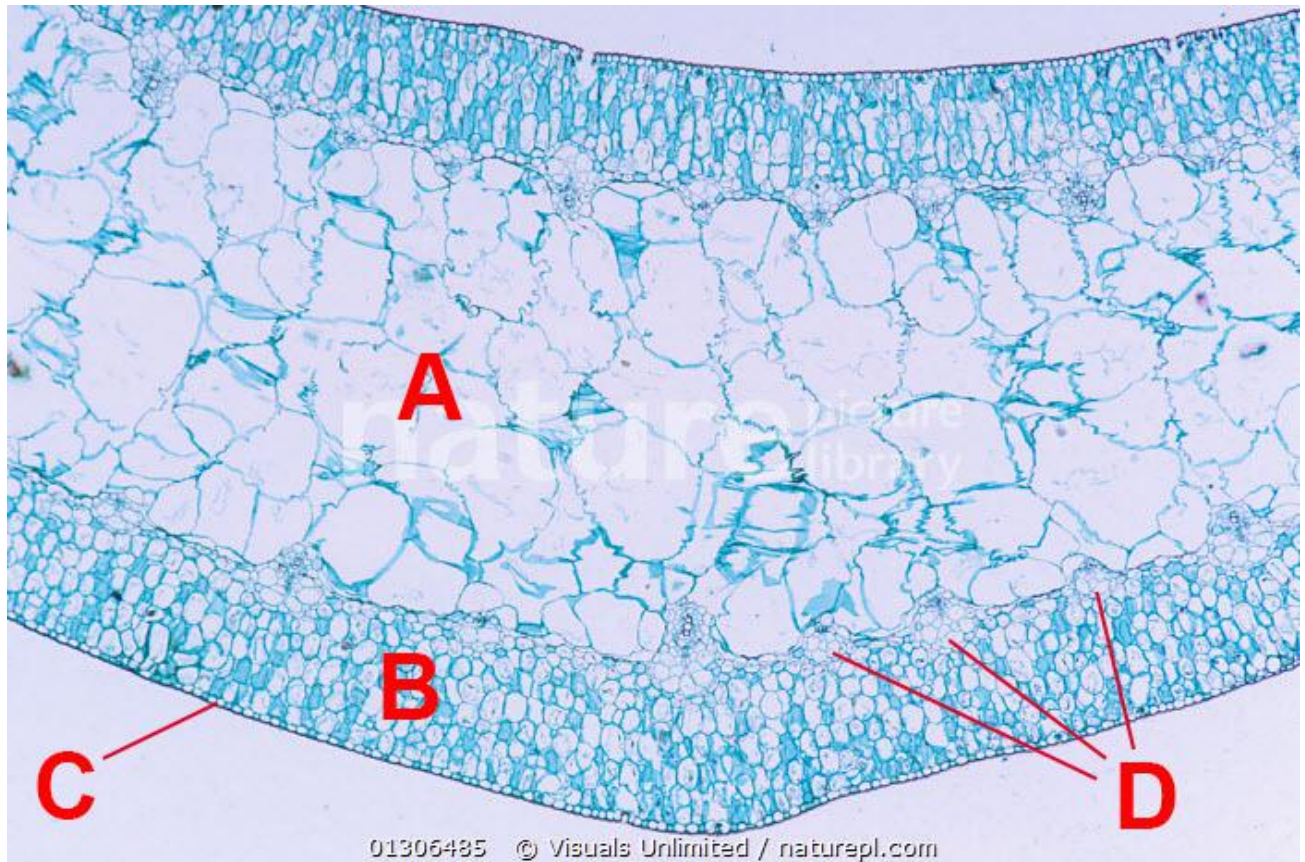
- a) Velamen
- b) Koreňové vlásky
- c) Radiálny cievny zväzok
- d) Škrobová pošva

Z juhovýchodnej Ázie preletíme na východný cíp arabského polostrova do Ománu. Na púti skalnatým púštnym terénom poznávame sukulentnú *Aloe vera*. Ide o rastlinu rozšírenú po celom svete, avšak v Ománe je pôvodná. Žije v podmienkach sucha. Výťažky z listov aloe vera sa používajú v kozmetike.

Napriek tomu, že v púšti panuje sucho a dochádza k výrazným rozdielom teplôt medzi dňom a nocou, listy aloe vera dokážu vodu zadržať. Prečo tomu tak je nám prezradí ich stavba. Budeme pozorovať tzv. vodné pletivo. Je tvorené bunkami s veľkou vakuolou. Nachádza sa v nich sliz, ktorý viaže vodu.



5. **Úloha 5:** Prezrite si priečný rez segmentom listu. Označte pokožku, mezofyl, cievne zväzky a vodné pletivo.



Pletivo A je	cievne zväzky	/	mezofyl	/	pokožka	/	vodné pletivo
Pletivo B je	cievne zväzky	/	mezofyl	/	pokožka	/	vodné pletivo
Pletivo C je	cievne zväzky	/	mezofyl	/	pokožka	/	vodné pletivo
Pletivo D je	cievne zväzky	/	mezofyl	/	pokožka	/	vodné pletivo

6. Púštne podmienky predstavujú problém pre fotosyntézu v podobe, akú vykonávajú rastliny u nás. Oxid uhličitý do listu vstupuje pórmi – prieduchmi. Keď sú prieduchy otvorené, dochádza avšak zároveň k výparu vody z listu. Púštne rastliny otvárajú prieduchy v noci a uhlík zabudovávajú do organickej kyseliny jablčnej. Cez deň dochádza k dekarboxylácii (uvolneniu CO_2) kyseliny jablčnej a oxid uhličitý môže byť redukovaný na jednoduché cukry v procese fotosyntézy - tzv. CAM fotosyntéza.

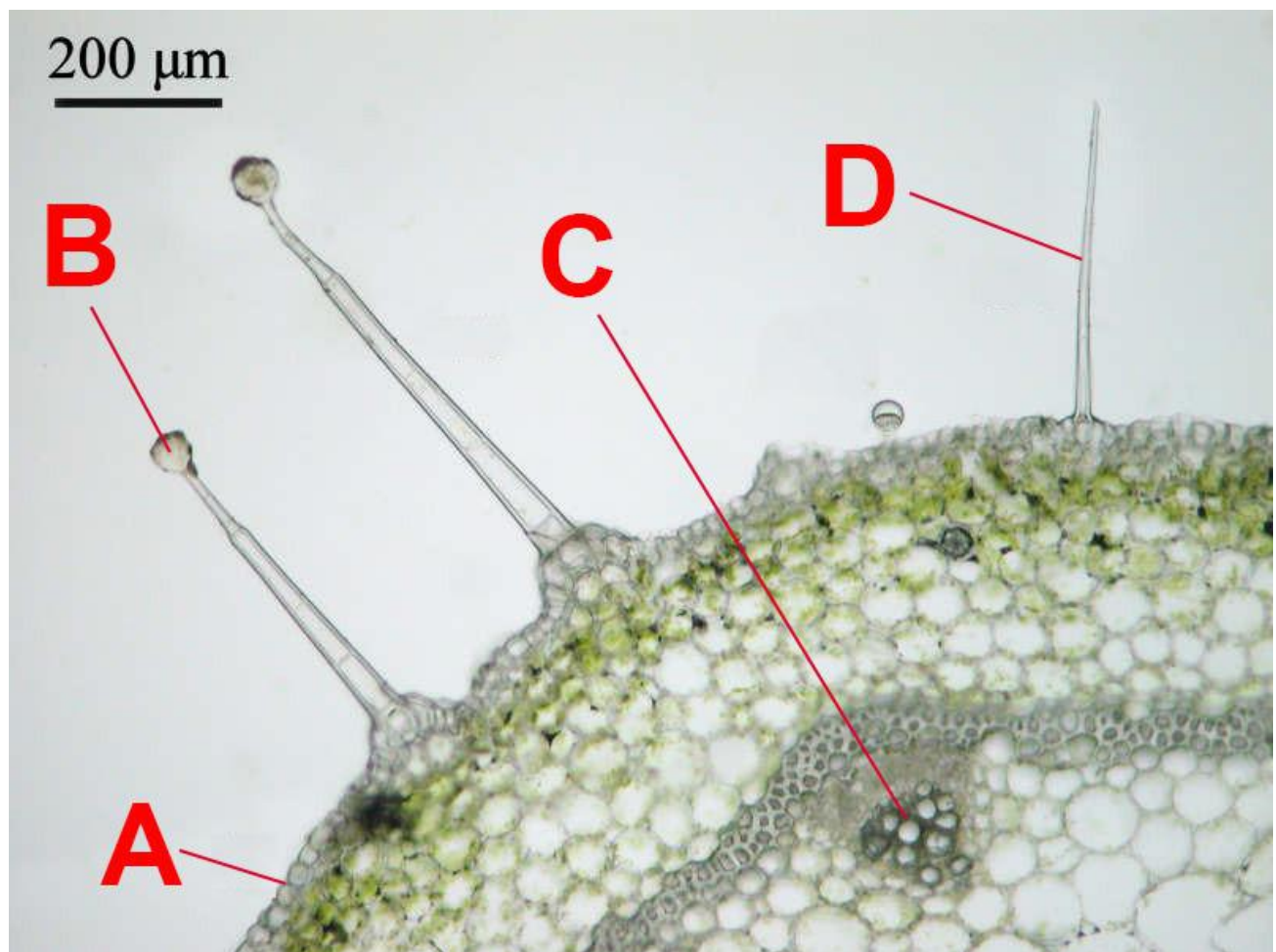
Úloha 6: Rozhodli ste sa zistiť, či *Aloe vera* využíva CAM fotosyntézu aj vo vašej izbe. Ku každému tvrdeniu uveďte, či platí pre CAM fotosyntézu (vyberte P) alebo neplatí pre CAM fotosyntézu (vyberte N).

- a) Obsah kyseliny jablčnej sa medzi 6. a 12. hodinou ráno zvýšil. /
- b) pH listovej šťavy aloe sa počas noci znižovalo. /
- c) Prieduchy sa otvorili po súmraku. /

Na záver nášho výletu sa presunieme na juh afrického kontinentu. Pôvod tu má rod muškát – *Pelargonium* z čeľade pakostovitých (*Geraniaceae*). Doma sa stretnete s vyšľachtenými odrodami. Túto rastlinu si nepochybne spájate s vôňou jej listov. Existujú odrody, ktoré boli kvôli ich vôni šľachtené. Vôňu vydávajú éterické oleje. Pod mikroskopom sa pozrieme na povrch listovej stopky muškátu. Nájdem tam štruktúry, ktoré éterické oleje vylučujú – žľaznaté trichómy.



7. **Úloha 7:** Pozorujte mikroskopický preparát stopky muškátu. Vyberte objekt, ktorým je na obrázku označený žľaznatý trichóm.



Žľaznatý trichóm je označený písmenom

A	/	B	/	C	/	D
---	---	---	---	---	---	---

8. **Úloha 8:** Okrem žľaznatých trichómov pozorujeme aj iný typ trichómov. O aké trichómy ide?

- a) Ostne
- b) Prhlivé trichómy
- c) Trne
- d) Krycie trichómy

9. **Úloha 9:** Niektoré rastliny môžu po rozšírení do nepôvodných oblastí páchať škody. V cudzom prostredí niektoré druhy nemajú prirodzené patogény a herbivory. Dokážu sa veľmi rýchlo šíriť a môžu vytláčať pôvodnú flóru. Takéto rastliny označujeme ako invázne. Aj na Slovensku sa vyskytuje viacero druhov invázných rastlín.

Priradte názov rastlinného druhu zo zoznamu k obrázkom



boľševník obrovský

/ lupina mnoholistá

/ netýkavka žľaznatá

/ pohánkovec japonský

/ zlatobyľ kanadská



boľševník obrovský

/ lupina mnoholistá

/ netýkavka žľaznatá

/ pohánkovec japonský

/ zlatobyľ kanadská



boľševník obrovský

/ lupina mnoholistá

/ netýkavka žľaznatá

/ pohánkovec japonský

/ zlatobyľ kanadská

10. TEORETICKÁ ČASŤ

Označte správne tvrdenia.

- a) Uhlík, ktorý rastliny zabudovávajú pri fotosyntéze do vznikajúcich cukrov, pochádza primárne z atmosférického CO₂.
- b) Zelené rastliny sú schopné fotosyntézy, avšak nevedia uvoľňovať energiu z organického materiálu pomocou dýchania (oxidácie).
- c) Prieduchy umožňujú výmenu dýchacích plynov a nachádzajú sa najmä na vrchnej strane listov, ktorá je obrátená ku slnku.
- d) Na jeseň dochádza k rozpadu chlorofylu v listoch, čo sa odrazí na zmene ich sfarbenia.

11. Označte organizmy, ktoré sa vyživujú paraziticky (poloparazitov neoznačujte).

- a) Imelo
- b) Záraza
- c) Patogénne baktérie (napr. *Mykoplazmy*)
- d) Mäsožravá rastlina
- e) Probiotické baktérie v čreve človeka

12. Zabudovávajú (fixácia) uhlíka v ekosystémoch je jedným z dôležitým faktorov pri posúdení ich dopadu na zníženie množstva CO₂ v atmosfére. Schopnosť ekosystému fixovať uhlík je teda rozdielom medzi množstvom uhlíka, ktorý sa zabuduje v ekosystéme (biomasa organizmov, organické zlúčeniny uložené v pôde) a uhlíkom, ktorý je uvoľnený do atmosféry pri metabolizme organizmov (dýchanie, rozkladné procesy). **Vyberte pri každej dvojici ekosystémov ten, ktorý má väčšiu schopnosť fixovať uhlík.**

- a) Les v štádiu klimaxu – Novovznikajúci rýchlorastúci les

Odpoveď: /

- b) Step – Zalesnená tundra –

Odpoveď: /

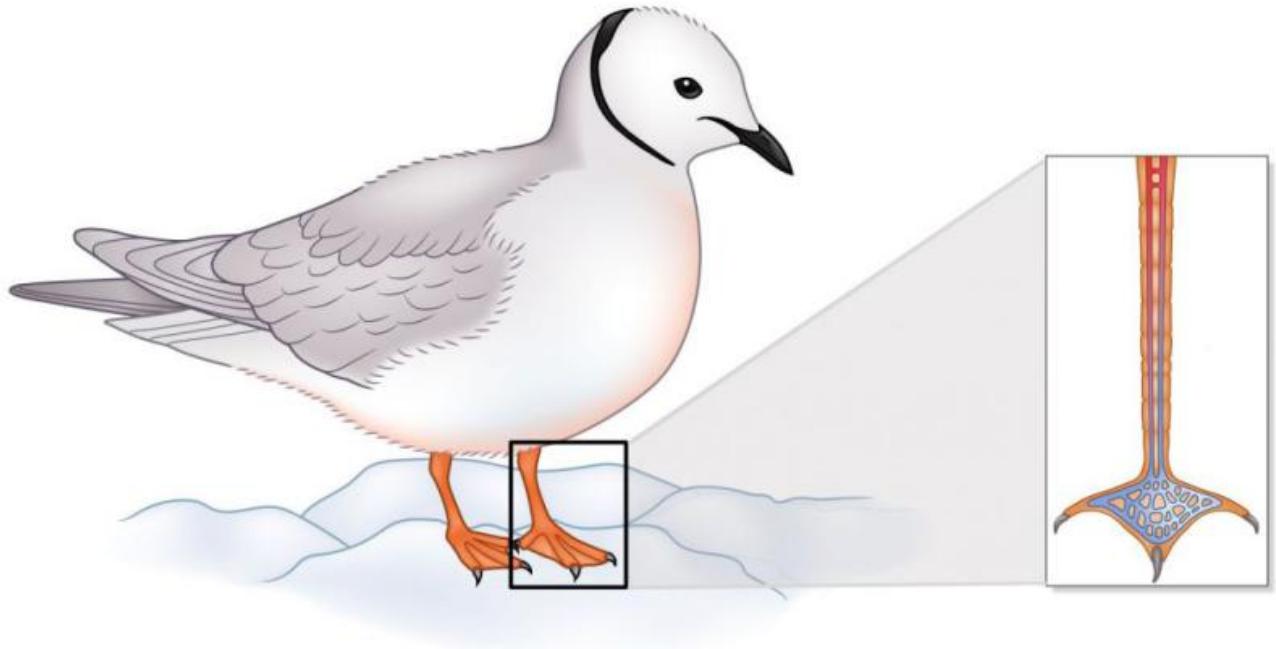
- c) Lúka – Rašelinisko

Odpoveď: /

- d) Morské dno s morskou trávou – Polopúšť

Odpoveď: /

13. Vtáky majú vo svojich dolných končatinách špecifický typ cievneho systému. V ich nohách sa nachádza len minimum tkanív (väčšinu tvoria len kosti, šlachy a koža) a cievy privádzajúce krv do a z končatiny sú v tesnej blízkosti. **Aký je dôvod takéhoto tesného usporiadania ciev v končatine?**



- a) Tesne usporiadanie ciev umožňuje efektívny prenos kyslíka medzi krvou prichádzajúcou do a z končatiny
 - b) Tento systém umožňuje udržiavanie tepla znášky
 - c) Cievy vytvárajú os končatiny, ktorá zvyšuje jej mechanickú pevnosť
 - d) Tesne usporiadanie ciev znižuje straty tepla končatinami
14. Farba peria u kury domácej je príkladom neúplnej dominancie. Dominantná alela *C* podmieňuje čiernu farbu peria, recesívna alela *c* zase biele sfarbenie jedinca. Gén (alely) je umiestnený na autozómoch (nepohlavných) chromozómoch. Jediniec, ktorý nesie dominantnú aj recesívnu alelu má sivú farbu peria. **Koľko percent potomkov z kríženia bielej kury so sivým kohútom bude mať biele sfarbenie?**



- a) 0%
- b) 25%
- c) 50%
- d) 75%
- e) 100%

15. Priradte správny typ alebo spôsob získavania potravy podľa tvaru zobáka u jednotlivých vtákov.



a) Vták na obrázku A získava potravu:

filtrácia planktónu / lovenie hmyzu / lovenie stavovcov / nektár kvetov / ovocie / rastlinné semená

b) Vták na obrázku B získava potravu:

filtrácia planktónu / lovenie hmyzu / lovenie stavovcov / nektár kvetov / ovocie / rastlinné semená

c) Vták na obrázku C získava potravu:

filtrácia planktónu / lovenie hmyzu / lovenie stavovcov / nektár kvetov / ovocie / rastlinné semená

d) Vták na obrázku D získava potravu:

filtrácia planktónu / lovenie hmyzu / lovenie stavovcov / nektár kvetov / ovocie / rastlinné semená

e) Vták na obrázku E získava potravu:

filtrácia planktónu / lovenie hmyzu / lovenie stavovcov / nektár kvetov / ovocie / rastlinné semená

f) Vták na obrázku F získava potravu:

filtrácia planktónu / lovenie hmyzu / lovenie stavovcov / nektár kvetov / ovocie / rastlinné semená

16. Označte správne tvrdenia o kostre človeka.

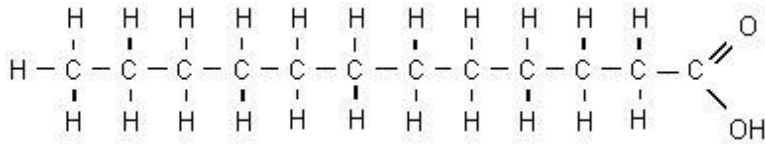
- a) V kostnej dreni dlhých kostí sa tvoria všetky zložky krvi (krvné elementy, plazma...)
- b) U starších ľudí (najmä starších žien) dochádza k rednutiu kostného tkaniva
- c) Okostica je bohato inervované a cievne zásobené väzivo
- d) U novorodencov sú veľké kosti lebky čiastočne pohyblivé
- e) Chrbticu človeka tvorí 23-24 stavcov
- f) Medzistavcové platničky sú tvorené chrupkou

17. Označte správne tvrdenia o pohlavnom a nepohlavnom rozmnožovaní organizmov.

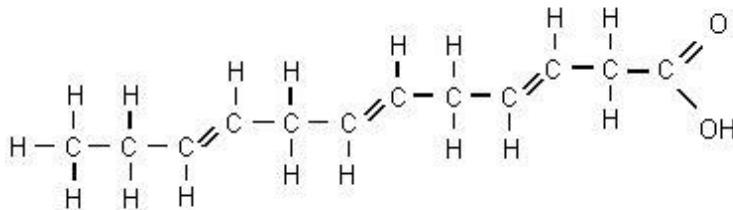
- a) Pohlavné rozmnožovanie je evolučne starším typom rozmnožovania organizmov ako nepohlavné
- b) Pohlavné rozmnožovanie poskytuje väčšiu variabilitu potomstva ako nepohlavné, preto umožňuje lepšie prispôsobenie meniacim sa podmienkam
- c) U organizmov, ktoré sa môžu rozmnožovať pohlavne aj nepohlavne, sa nepohlavné rozmnožovanie vyskytuje v optimálnych podmienkach pre rast
- d) U vyšších rastlín a živočíchov je nepohlavné rozmnožovanie najčastejším typom rozmnožovania

18. APLIKAČNÁ ČASŤ

Pre správnu funkčnosť cytoplazmatickej membrány na povrchu bunky je dôležité udržanie si tzv. polotekutého stavu. Ten je závislý od prítomnosti resp. pomeru nenasýtených a nasýtených mastných kyselín v jej štruktúre. Princípom je, že ak sú mastné kyseliny usporiadané tesnejšie pri sebe, tekutosť je nižšia. Rovnako aj teplota ovplyvňuje polotekutosť membrány – so zvyšujúcou sa teplotou stúpa aj tekutosť membrány. **Na základe týchto údajov vyberte správne odpovede.**



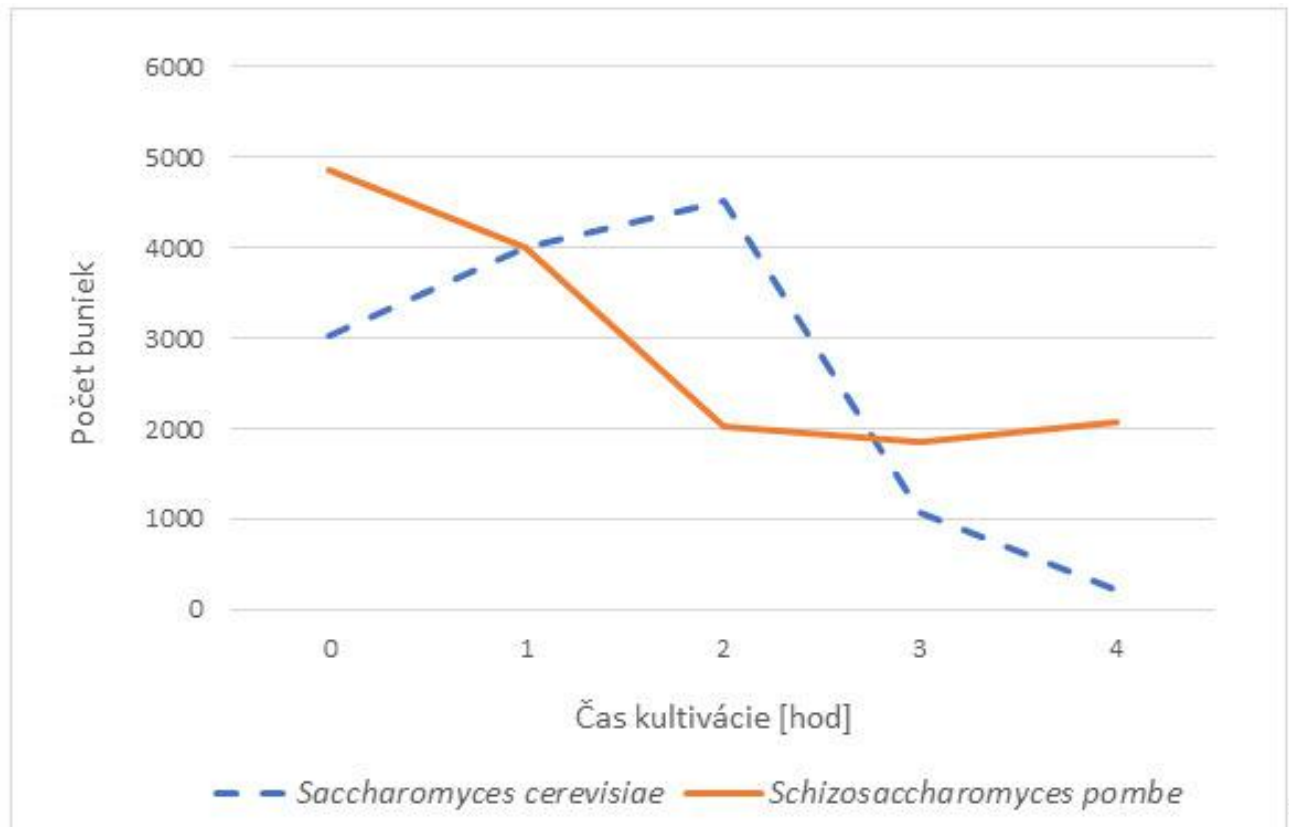
Nasýtená mastná kyselina



Nenasýtená mastná kyselina

- a) Nasýtené mastné kyseliny zvyšujú tekutosť membrány, keďže sú schopné tesnejšieho usporiadania.
 - b) Nenasýtené mastné kyseliny zvyšujú tekutosť membrány, keďže sú schopné tesnejšieho usporiadania.
 - c) Dvojité väzby v mastných kyselinách zvyšujú tekutosť membrány, keďže menia priestorové usporiadanie molekuly a umožňujú voľnejšie usporiadanie v membráne.
 - d) Živočíchy žijúce v chladnom prostredí majú väčšie percentuálne zastúpenie nenasýtených mastných kyselín v membráne.
19. Rádiouhlíková metóda je technológia, ktorá sa používa na stanovenie veku organických materiálov v archeologických alebo paleontologických nálezoch. Je založená na stanovení obsahu uhlíka ^{14}C v sledovanej organickej zložke. Obsah uhlíka ^{14}C sa u žijúceho organizmu veľmi nemení, pretože ho dopĺňa zo vzduchu alebo metabolizmom živín. Uhlík ^{14}C nie je stabilný izotop uhlíka a preto sa polovička jeho množstva rozpadne každých približne 5000 rokov na stabilný uhlík ^{12}C . **Na základe týchto údajov označte správne tvrdenia.**
- a) Množstvo uhlíka ^{14}C je štvrtinové u archeologického nálezu organizmu, ktorý žil pred 10.000 rokmi
 - b) Matuzaleмова borovica je jedným z najstarších žijúcich organizmov na našej planéte, ktorej vek sa odhaduje na 5.000 rokov. Obsah uhlíka ^{14}C je v nej polovičný
 - c) Rádiouhlíkovou metódou nevieme stanoviť vek archeologického nálezu staršieho ako 10.000 rokov, keďže množstvo uhlíka ^{14}C je v nej nulové
 - d) Archeologické nálezy rastliny a živočícha, ktoré žili v rovnakom prostredí pred 5.000 rokmi majú rozdielne množstva uhlíka ^{14}C , keďže len rastlina si zabudovávala uhlík ^{14}C pri fotosyntéze

20. Výskumníci sledovali vplyv koncentrácie chloridu kademnatého na prežívanie kvasiniek *Saccharomyces cerevisiae* a *Schizosaccharomyces pombe*. Roztok chloridu kademnatého pridali na začiatku experimentu do média k obom kvasinkám a následne stanovili množstvo kvasiniek vo vzorkách pri rôznom čase kultivácie. Na základe výsledkov bol zostrojený graf, v ktorom je zobrazená závislosť počtu kvasiniek od času ich kultivácie po ovplyvnení chloridom kademnatým.



Na základe výsledkov v grafe vyberte správne tvrdenia:

- a) Rýchlosť množenia kvasiniek *Saccharomyces cerevisiae* bola v prvej a druhej hodine experimentu úplne rovnaká.
- b) Množstvo kvasiniek *Schizosaccharomyces pombe* počas celého experimentu nekleslo pod 2000 buniek.
- c) Kvasinky *Saccharomyces cerevisiae* do druhej hodiny experimentu zvyšovali svoj počet, ale potom ich množstvo výrazne kleslo.
- d) Počet kvasiniek *Saccharomyces cerevisiae* bol od druhej po štvrtú hodinu experimentu približne rovnaký.
- e) Kvasinka *Schizosaccharomyces pombe* je odolnejšia voči vplyvu chloridu kademnatého ako kvasinka *Saccharomyces cerevisiae* pri štvorhodinovom ovplyvnení.

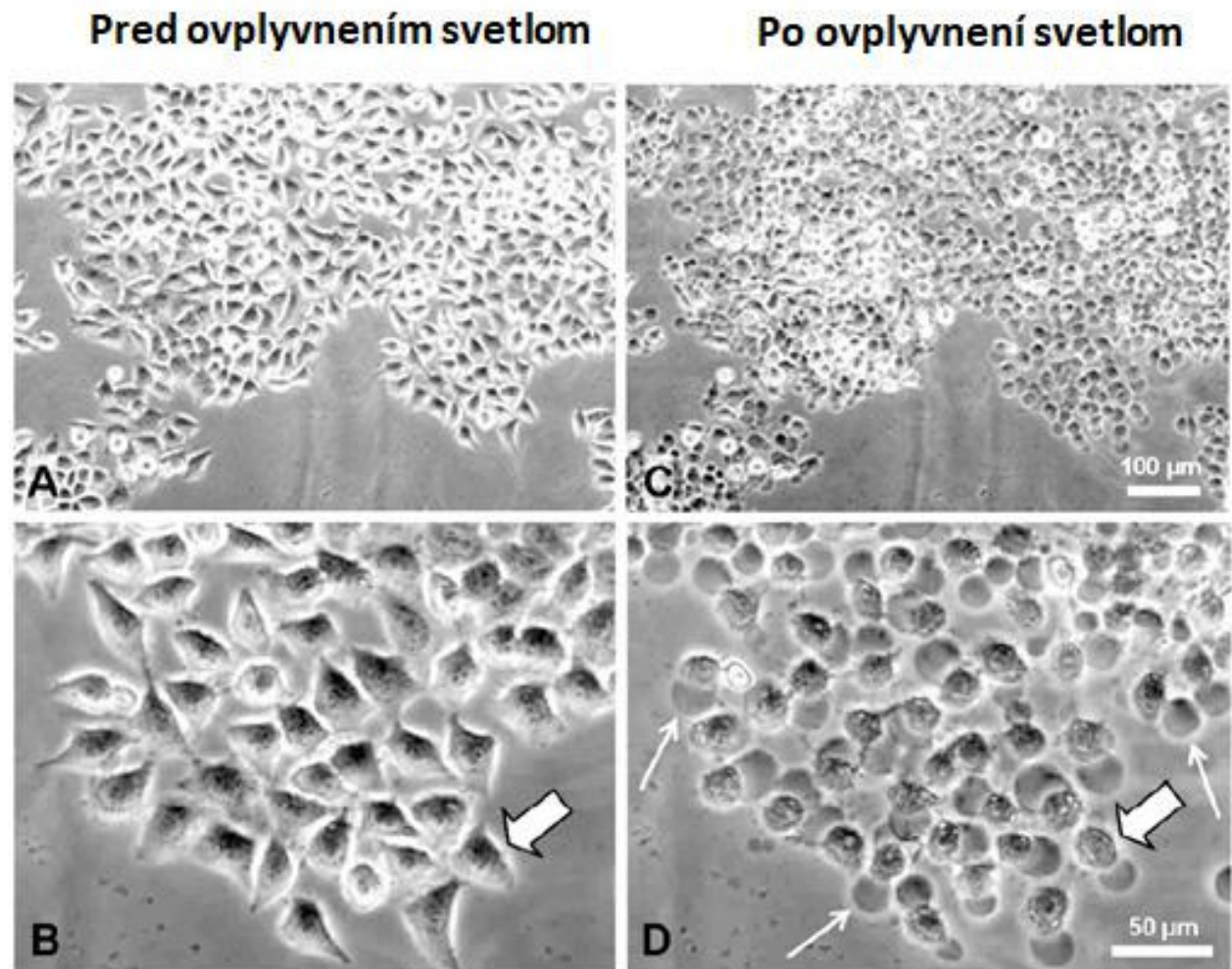
21. Rastlinní genetici objavili v bunkách rôznych rastlín *Arabidopsis thaliana* tri bielkoviny podieľajúce sa na výške rastliny, ktoré označili dočasnými názvami A, B a C. Zistili, že tieto proteíny sú v rôznych rastlinách *A. thaliana* zastúpené v rozličných kombináciách a na výške rastlín sa podieľajú rôznym spôsobom. V tabuľke sa nachádza zápis časti ich pozorovaní. V tejto časti experimentu sledovali tri rastliny (1-3), u ktorých zistili prítomnosť/neprítomnosť skúmaných proteínov (prítomnosť proteínu je označená „P“, neprítomnosť „N“), a tiež ich vplyv na výšku rastliny (vyjadrená v kladných alebo záporných hodnotách v centimetroch, prípadne nulou).

	proteín A		proteín B		proteín C	
	prítomnosť	efekt (cm)	prítomnosť	efekt (cm)	prítomnosť	efekt (cm)
rastlina 1	P	2	P	1	P	-2
rastlina 2	N	0	N	0	N	0
rastlina 3	P	2	N	0	N	0

Na základe výsledkov v tabuľke určte, ktoré tvrdenia sú správne.

- Prítomnosť proteínu C ako jediného z analyzovaných proteínov negatívne vplyva na výšku rastlín *A. thaliana*.
- Rastlina 1 obsahuje najvýhodnejšiu kombináciu skúmaných proteínov vplyvajúcich na jej výšku, kde je vyššie výhodnejšie.
- Neprítomnosť proteínov A, B alebo C nemá na výšku rastlín *A. thaliana* pozitívny ani negatívny vplyv.
- Na základe výsledkov z tabuľky možno tvrdiť, že proteíny A a B sa navzájom ovplyvňujú, ale proteín C s týmito proteínmi neinteraguje.
- Nakoľko rastlina 3 obsahuje všetky tri proteíny A, B aj C, je zo všetkých analyzovaných rastlín najvyššia.

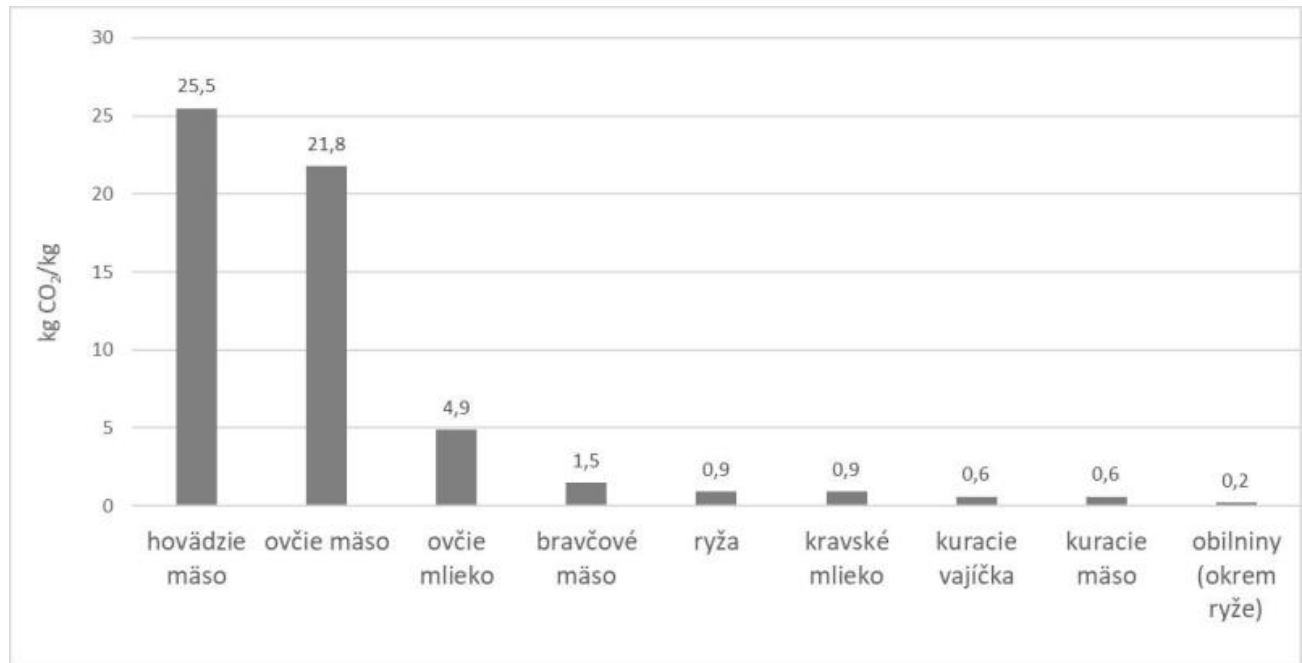
22. Blázquez-Castro s kolektívom sledovali v roku 2011 vplyv svetla z fotovoltaických článkov na prežívanie špecifických ľudských epitelových buniek. Štandardný tvar týchto buniek pozorovali na obrázku B, pričom vplyvom negatívnych podmienok sa tento tvar menil. Výsledky experimentu sú zobrazené na obrázkoch, ktoré sú fotografiami zo svetelného mikroskopu. Obrázky A a B zobrazujú rovnaké pole pozorovania pri rôznom zväčšení pred ovplyvnením svetlom, obrázky C a D zobrazujú rovnaké pole pozorovania pri rôznom zväčšení po ovplyvnení svetlom. Všetky obrázky pritom zobrazujú rovnaké bunky pred alebo po ovplyvnení svetlom z fotovoltaických článkov.



Na základe výsledku svetelnej mikroskopie určte, ktoré tvrdenia sú správne:

- a) Svetlo z fotovoltaických článkov pôsobí negatívne na pozorované ľudské epitelové bunky, čomu nasvedčuje narušenie ich tvaru, ktoré možno pozorovať na obrázkoch C a D.
- b) Hrubá šípka na obrázkoch B a D ukazuje na rovnakú bunku pred a po ovplyvnení svetlom z fotovoltaických článkov.
- c) Ľudské epitelové bunky pozorované v experimente majú za štandardných podmienok okrúhly tvar.
- d) Na obrázku D je viac buniek ako na obrázku C, pretože snímka je vyhotovená pri väčšom zväčšení.
- e) Svetlo z fotovoltaických článkov pôsobí negatívne na všetky typy ľudských buniek, čo dokazujú aj tieto obrázky.

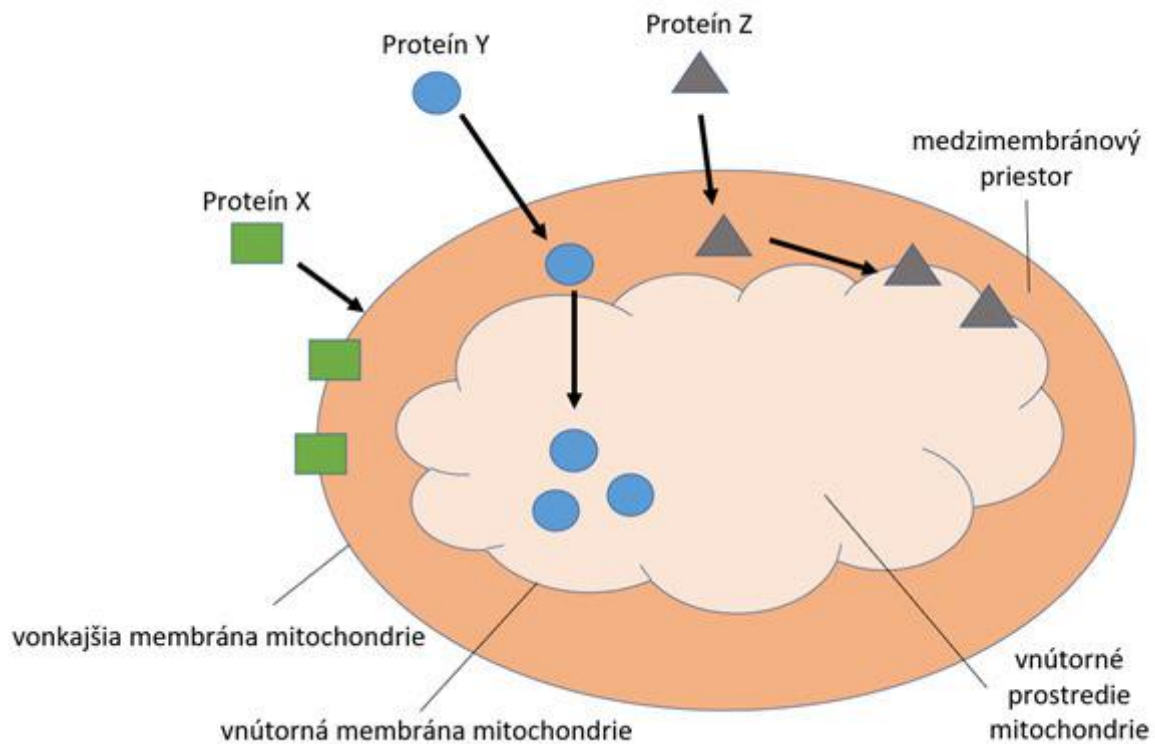
23. Emisie oxidu uhličitého predstavujú pre planétu veľký globálny problém, nakoľko sa negatívne podieľajú na klimatických zmenách. Nezanedbateľným producentom emisií CO₂ je aj produkcia potravín. Na grafe sú priemerné hodnoty emisií CO₂ v kilogramoch vyprodukovaných na kilogram potraviny pre rôzne významné zložky ľudskej potravy.



Na základe hodnôt v grafe vyberte správne tvrdenia:

- a) Produkcia rastlinných zložiek potravy vytvára menšie množstvá emisií CO₂ ako živočíšne zložky potravy.
- b) Pri produkcii všetkých obilnín prezentovaných na grafe sa vytvorí menej emisií CO₂ ako pri produkcii kuracích vajčiek v prepočte na 1 kg potraviny.
- c) Pri produkcii mäsa z celej kravy sa priemerne vytvorí 25,5 kg emisií CO₂.
- d) Pri produkcii 1 kg hovädzieho mäsa sa vytvorí viac ako 40-krát viac emisií CO₂ ako pri produkcii 1 kg kuracieho mäsa.
- e) Emisie CO₂, ktoré sa vytvoria pri pestovaní ryže sú najvyššie v porovnaní s ostatnými obilninami.

24. Prenos bielkovín (proteínov) do mitochondrií je pomerne komplikovaný proces. Na to, aby sa proteíny správne umiestnili (teda sa dostali na miesto výkonu svojej funkcie), musia obsahovať špeciálne časti, tzv. domény, ktoré ich navedú na správne miesto. V prípade, že bielkoviny tieto domény neobsahujú, na konečné miesto svojej funkcie sa nedostanú. Na obrázku je zjednodušený model prenosu troch proteínov X, Y a Z. Proteín X má jednu doménu „a“, ktorá mu umožní zabudovať sa do vonkajšej membrány mitochondrie. Proteín Y má dve špeciálne domény. Vďaka doméne „b“ sa dostáva cez vonkajšiu membránu mitochondrie do medzimembránového priestoru a vplyvom domény „c“ sa ďalej dostáva cez vnútornú mitochondriálnu membránu až do vnútorného prostredia mitochondrie. Proteín Z má tiež dve špeciálne domény. Rovnako ako proteín Y, aj tento proteín má jednu doménu „b“, ktorá mu umožní prejsť cez vonkajšiu mitochondriálnu membránu. Vďaka doméne „d“ sa potom zabuduje do vnútornej membrány mitochondrie.



Na základe schémy vyberte správne tvrdenia:

- a) Ak by mal proteín Y doménu „d“, mohol by sa zabudovať do akejkoľvek mitochondriálnej membrány.
- b) Ak by proteín Z nemal doménu „d“, po vstupe do mitochondrie by sa nachádzal len v jej medzimembránovom priestore.
- c) Keďže finálna lokalizácia proteínov X, Y aj Z je v mitochondriách, pravdepodobne sa budú nachádzať aj v chloroplastoch.
- d) Ak majú proteíny Y a Z poškodenú doménu „b“, oba sa nebudú môcť dostať do mitochondrie.
- e) Ak by mal proteín X doménu „c“, mohol by sa zabudovať aj do vnútornej membrány mitochondrie.

Váš názor nás zaujíma. Ak máte akékoľvek pripomienky, podnety alebo návrhy na vylepšenia biologickej olympiády zašlite ich na olympiadabio@gmail.com

Autor: Mgr. Oliver Pitoňák, Mgr. Stanislav Kyzek, PhD., RNDr. Tomáš Augustín, PhD.
Recenzent: Mgr. Ľubomír Strinka
Prekladateľ: MUDr. Mgr. Dávid Végh
Redakčná úprava: RNDr. Tomáš Augustín, PhD.
Vydal: IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2022

Použitá literatúra a literárne zdroje:

1. Uhreková, M. a kolektív, 2014. *Biológia pre 5. ročník základnej školy*. Bratislava: EXPOL PEDAGOGIKA, s.r.o. Tretie vydanie. ISBN 978-80-8091-356-4
2. Uhreková, M. a kolektív, 2012. *Biológia pre 6. ročník základnej školy a 1. ročník gymnázia s osemročným štúdiom*. Bratislava: EXPOL PEDAGOGIKA s.r.o. Druhé vydanie. ISBN 978-80-8091-264-2
3. Uhreková, M. a kolektív, 2013. *Biológia pre 7. ročník základnej školy a 2. ročník gymnázia s osemročným štúdiom*. Bratislava: EXPOL PEDAGOGIKA, s.r.o. Druhé vydanie. ISBN 978-80-8091-312-0
4. Uhreková, M. a kolektív, 2014. *Biológia pre 9. ročník základnej školy a 4. ročník gymnázia s osemročným štúdiom*. Bratislava: Združenie EDUCO. Druhé vydanie. ISBN 978-80-89431-45-8
5. Blázquez-Castro, A., Stockert, J. C., López-Arias, B., Juarranz, A., Agulló-López, F., García-Cabañes, A., Carrascosa, M. (2011). Tumour cell death induced by the bulk photovoltaic effect of LiNbO₃: Fe under visible light irradiation. *Photochemical & Photobiological Sciences*. **10**(6): 956-963.)
6. FAO. (2020). World Food and Agriculture - Statistical Yearbook 2020. Rome.)3.
7. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Aloe_vera_cut_leaf_drawing1.jpg.
8. Ragusa-Netto, J. (2008) : Toco Toucan feeding ecology and local abundance in a habitat mosaic in the Brazilian cerrado. *Ornit Neotrop* **19**(3)