

**BIOLOGICKÁ OLYMPIÁDA**  
**56. ročník – školský rok 2021/2022**  
**Krajské kolo – Kategória A**

**Prakticko–teoretická časť**

Na test máte 90 minút.

Na niektoré otázky je správnych viac odpovedí. Čiastkové body Vám budú udelené za označenie správnej odpovede, ako aj za neoznačenie nesprávnej odpovede (aby ste maximalizovali počet získaných bodov, označujte len tie odpovede, u ktorých ste si istí ich správnosťou).

**1. Vyberte organelu, ktorá zodpovedá danej charakteristike.**

Organela eukaryotickej bunky, ktorá chýba v niektorých vysoko špecializovaných bunkách ako sú sitkovice cievnatých rastlín alebo erytrocyty u ľudí. Povrch organely je tvorený z intermediárnych filamentov pozostávajúcich z proteínu lamínu. Na povrchu organely sa nachádza množstvo pórov, ktoré umožňujú difúziu menších molekúl, avšak prenos väčších molekúl cez póry je potencovaný pomocou transportérov. Obsah organely je senzitívny voči ionizačnému žiareniu. Jeho poškodenie má často trvalé následky na bunkové procesy a vedie k bunkovej smrti.

- a) Lyzozóm
- b) Golgiho aparát
- c) Chloroplast
- d) Jadro
- e) Mitochondria
- f) Endoplazmatické retikulum

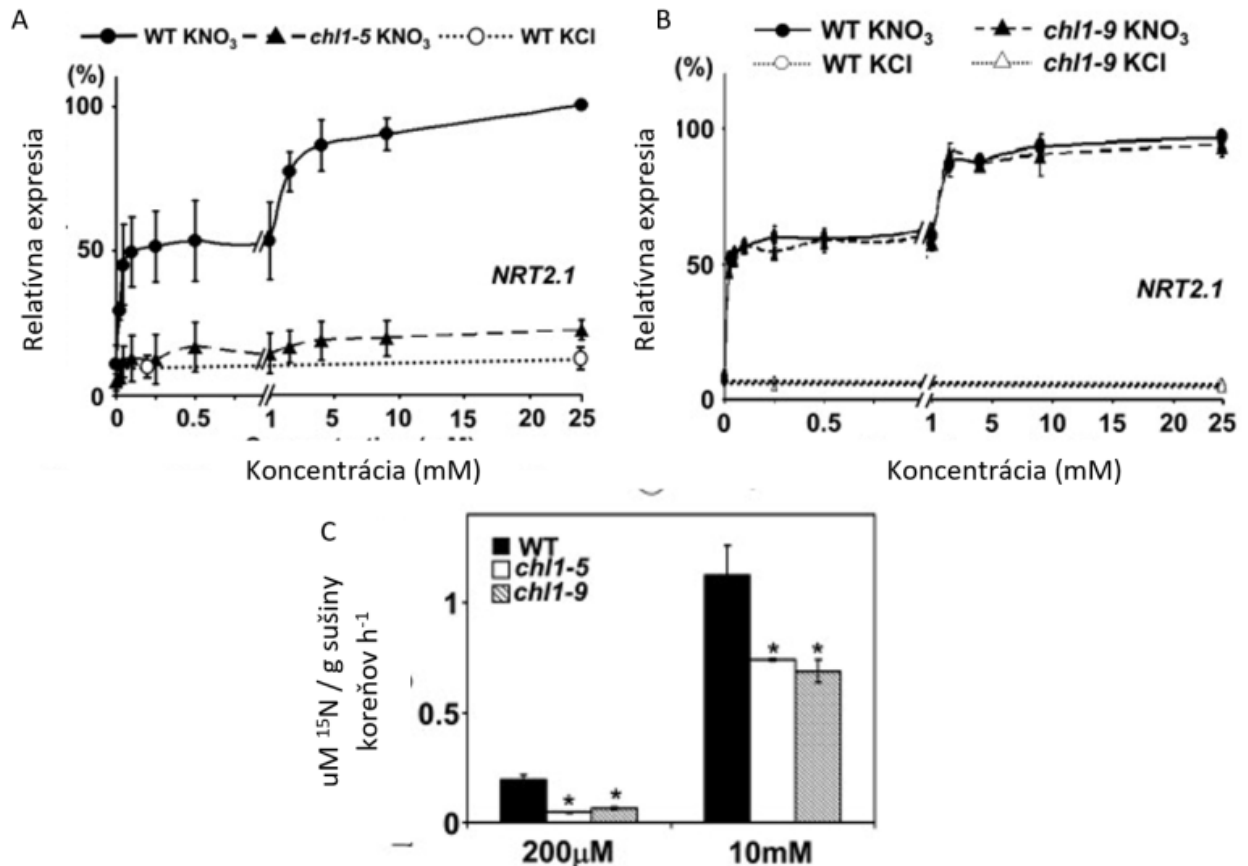
**2. Označte správne tvrdenie o fosfolipidovej dvojvrstve.**

- a) Dôležitým komponentom u živočíšnych buniek je glykogén
- b) Je voľne priepustná pre ióny, ale nepriepustná pre nepolárne a veľké molekuly
- c) Polárnym koncom sú fosfolipidy nasmerované do vodného prostredia, ktoré obklopuje bunku
- d) Nachádza sa len v eukarotických organizmoch

**3. Označte správne tvrdenie o chloroplastoch.**

- a) Chloroplast neobsahuje vlastnú DNA
- b) Rozpad glukózy na kyselinu pyrohroznovú (glykolýza) prebieha v stróme chloroplastov
- c) Svetelná fáza fotosyntézy prebieha na membránach tylakoidov
- d) Karotenoidy na vonkajšej membráne chloroplastu (napríklad chlorofyl b alebo chlorofyl c) sú schopné presúvať energiu fotónov až na chlorofyl a

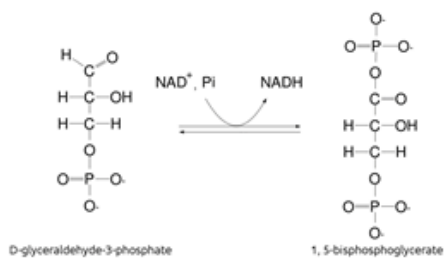
4. Príjem živín z pôdy u rastlín zaisťujú transportéry. Dusík rastliny prijímajú hlavne vo forme dusičnanového iónu (nitrátu). Nitrát nie je iba živinou, ale aj signálnou molekulou. Najlepšie preštudovanou odpoveďou na nitrát je tzv. primárna odpoveď u *A. thaliana* – dochádza k výraznému navýšeniu expresie asimilačných enzýmov (napríklad NRT2.1). Štúdie naznačujú, že senzorom nitrátu by mohol byť jeho transportér CHL1. Rozhodli ste sa, že overíte túto hypotézu pomocou mutantov *chl1*. K dispozícii máte dvoch mutantov – *chl1-5* a *chl1-9*. U *chl1-5* nedochádza k expresii transportéru, zato u *chl1-9* mutantu sa vytvára rovnaké množstvo proteínu ako u rastliny divokého typu. Pomocou RT-qPCR budete merať expresiu NRT2.1 u rastlín, ktoré ste pestovali na médiu bez nitrátu a 30 min pred začiatkom experimentu ste ich vystavili daným koncentráciám KNO<sub>3</sub>, resp. KCl (A, B). Príjem nitrátu otestujete polhodinou inkubáciou rastlín na médiu s rádioaktívnym izotopom dusíku K<sup>15</sup>NO<sub>3</sub> (C). Označte správne tvrdenia:



(Ho et al., 2009)

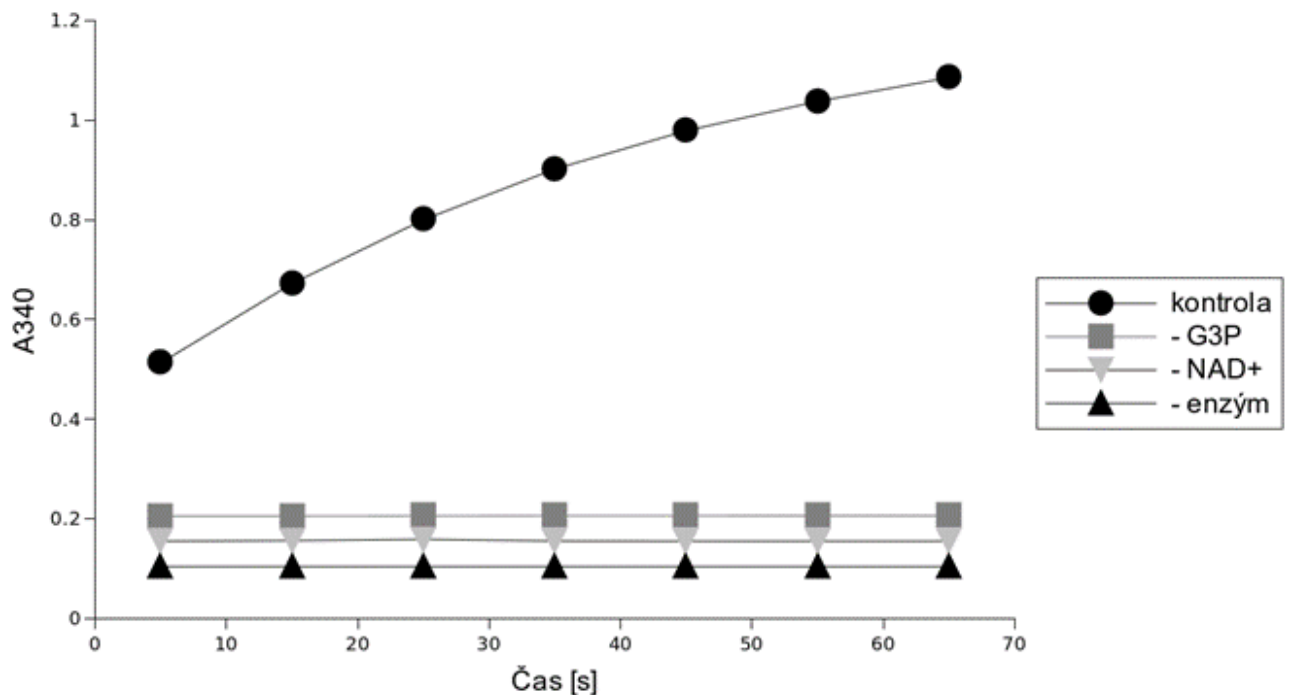
- Mutanty *chl1-5* a *chl1-9* síce transportujú dusičnanový ión, ale primárna odpoveď na nitrát je u oboch z nich narušená.
- Mutanty *chl1-5* a *chl1-9* sa vzájomne nelíšia v schopnosti transportovať dusičnanový ión.
- Experimenty ukazujú, že CHL1 transportér je dôležitým senzorom nitrátu.
- Primárna odpoveď na nitrát u *chl1-5* mutantu nie je narušená.

5. Proteín glyceraldehyd-3-fosfát dehydrogenáza (GAPDH) sa v bunkách podieľa na priebehu glykolýzy, pričom katalyzuje nasledujúcu chemickú reakciu:



V rámci výskumu tohto proteínu bol gén kódujúci GAPDH z kvasinky naklonovaný do expresného vektora, rekombinantný proteín bol produkovaný v bakérii *E. coli* a následne purifikovaný. Na overenie enzymatickej aktivity takto pripraveného GAPDH bola využitá real-time spektrofotometria (metóda, ktorá zaznamenáva zmeny absorbie viditeľného svetla vzorkou), ktorá využíva fakt, že  $\text{NAD}^+$  má nižšiu absorbičnosť svetla vlnovej dĺžky 340 nm ( $A_{340}$ ) než  $\text{NADH}$ . Výsledky meraní sú na grafe nižšie – “kontrola” zodpovedá reakcii s pridaním všetkých komponentov, zvyšné tri krivky sú reakcie, v ktorých chýbala uvedená zložka; G3P označuje D-glyceraldehyd-3-fosfát.

Na základe týchto výsledkov platí, že:

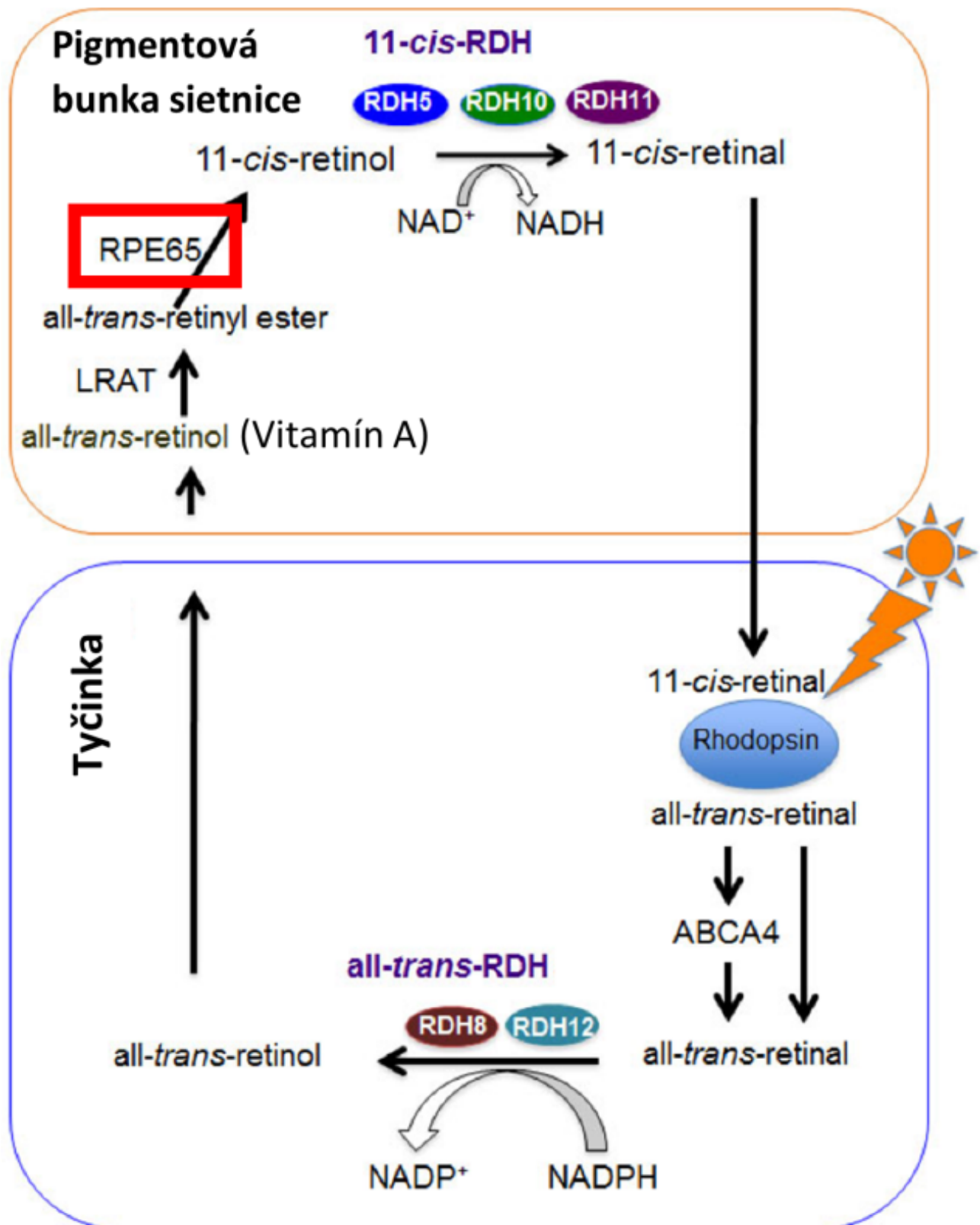


- Rekombinantný proteín GAPDH purifikovaný z baktérií si nezachoval katalytickú aktivitu.
- Rekombinantný proteín GAPDH purifikovaný z baktérií si zachoval katalytickú aktivitu.
- Rekombinantný proteín GAPDH purifikovaný z baktérií katalyzuje preferenčne reakciu opačným smerom ako pôvodný kvasinkový proteín.
- Rekombinantný proteín GAPDH purifikovaný z baktérií nedokáže spracovať G3P ako substrát.
- Rekombinantný proteín GAPDH purifikovaný z baktérií má nižšiu katalytickú aktivitu ako natívny kvasinkový proteín.

6. Luxturna® je prvý schválený liek pre použitie v rámci génovej terapie v Európe a USA. Je zameraný na liečbu dedičných porúch zraku súvisiacich s poruchou génu RPE65. Produktom génu RPE65 je enzým zapojený do cyklu vitamínu A (viď obrázok) v svetlo citlivých bunkách. Luxturna® funguje na princípe adenovírusového vektora, ktorý vpraví funkčný gén do cieľových buniek v sietnici.

Označte správne odpovede:

Zdroj: <https://www.mdpi.com/2072-6643/8/11/746/htm>



- Kedže ide o enzýmovú poruchu, slepota súvisiaca s nefunkčným génom RPE65 je recesívne dedičná.
- Vysoké dávky vitamínu A môžu zmierniť symptómy.
- V bunkách sa hromadí vitamín A.
- Gén vpravený pomocou vektora sa prenáša do ďalších generácií, terapia je dedičná.

7. Vírus HIV napáda T lymfocyty. Po vniknutí do bunky pomocou špecializovaných proteínov uvoľňuje svoju RNA, ktorú pomocou reverznej transkriptázy prepisuje do DNA. Táto DNA je následne začlenená do genómu napadnutej bunky pomocou enzýmu HIV integráza. Následná transkripcia a translácia génov vírusu HIV prebieha pomocou enzýmov a ribozómov napadnutej bunky. Nakoniec vírusový enzým HIV proteáza naštiepi novo nasyntetizované proteíny tak, aby sa z nich mohol poskladať nový virión. Na spomenuté enzýmy sú zacielené antivirotiká, ktoré dnes používame ako v terapii, tak aj v profylaxii nakazení HIV vírusom – ide o (1) inhibítory reverznej transkriptázy, (2) inhibítory HIV integrázy a (3) inhibítory HIV proteázy.

**Označte správne odpovede:**

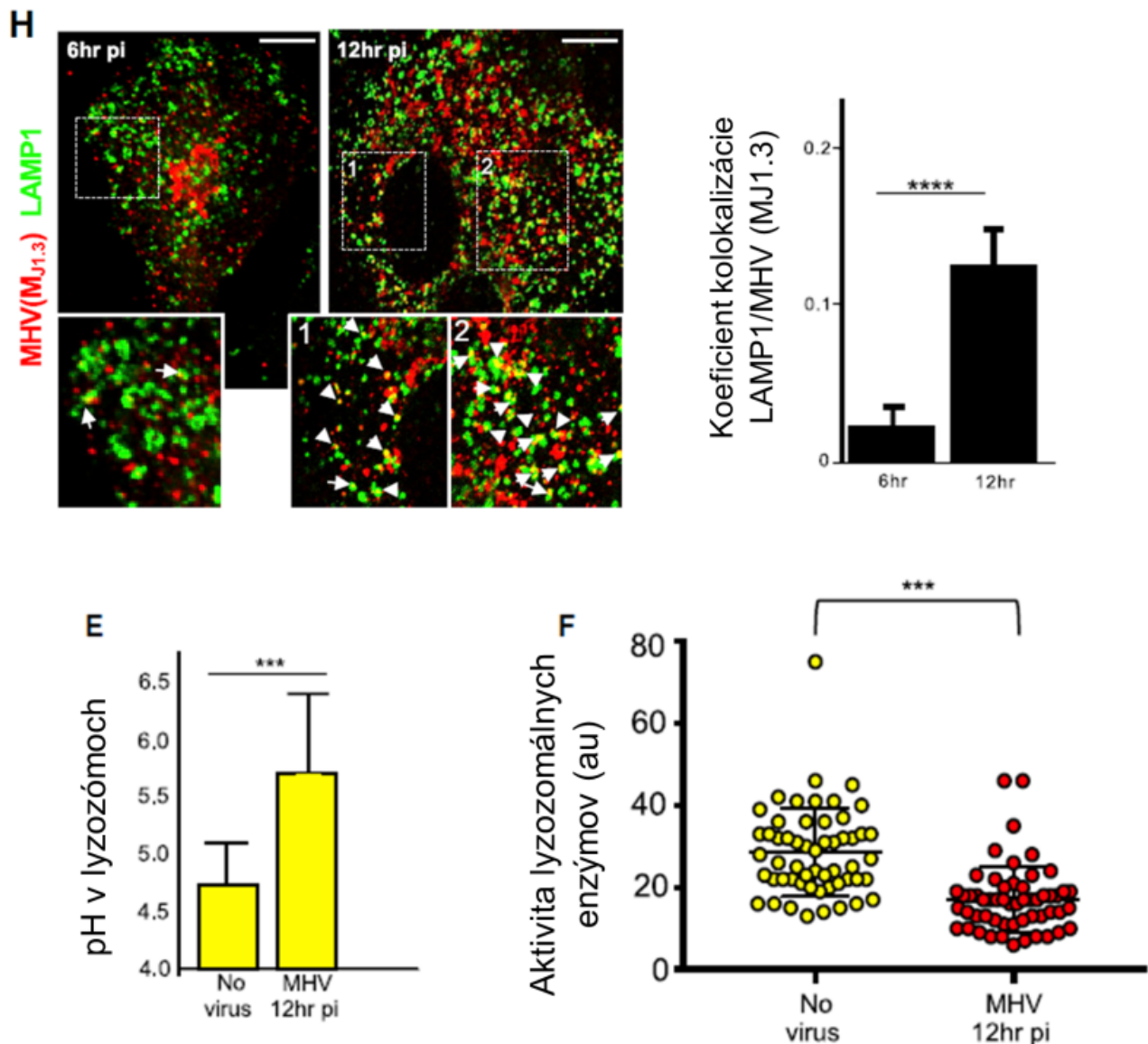
- a) Antivirotiká (1) a (2) zabránia integrácii vírusovej DNA do ľudského genómu, a teda sú vhodné pre HIV negatívnych ľudí v rámci profylaxie.
  - b) Antivirotiká (3) zabránia integrácii vírusovej DNA do ľudského genómu, a teda sú vhodné pre HIV negatívnych ľudí v rámci profylaxie.
  - c) Antivirotiká (1) a (2) zabránia integrácii vírusovej DNA do ľudského genómu, a teda sú schopné vyliečiť HIV pozitívnych ľudí.
  - d) Pomocou kombinácie antivirotik (1), (2) a (3) je možné utlmiť infekciu u HIV pozitívnych ľudí natoľko, že sa v nich vírus nemnoží, no genóm vírusu zostáva v ich T lymfocytoch doživotne.
8. Vírus Epstein-Barrovej (EBV) spôsobuje ochorenie nazývané infekčná mononukleóza, s príznakmi podobnými angíne. Podobne ako vírus HIV napáda T lymfocyty, EBV napáda B lymfocyty a začleňuje svoju DNA do genómu napadnutej bunky. To spôsobuje ich nadmernú činnosť a niekedy aj množenie.

**Ktoré možnosti sú správne?**

- a) Infekcia EBV zasahuje do protilátkovej imunitnej odpovede – môžu sa tvoriť protilátky na antigény, s ktorými sa organizmus nikdy nestretol.
- b) Naš imunitný systém dokáže odstrániť gény EBV z genómu napadnutej bunky.
- c) Infekcia EBV zasahuje do špecifickej bunkovej imunity.
- d) Po začlenení do genómu zostáva človek infikovaný navždy, no infekcia je latentná (nespôsobuje žiadne ochorenie).
- e) Infekcia EBV nesúvisí s vyšším rizikom lymfómov – nádorov z lymfatických buniek.

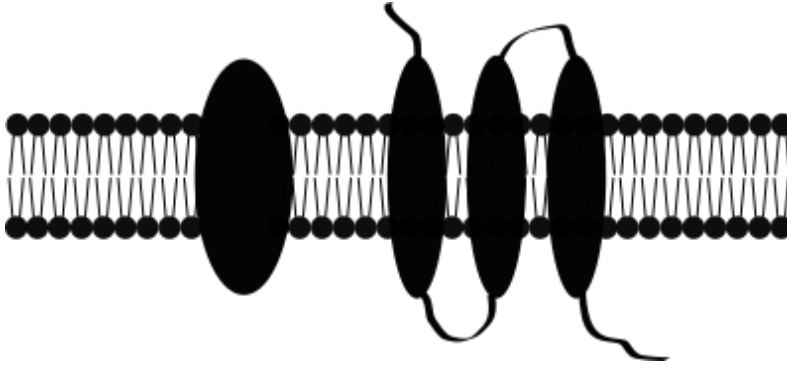
9. V experimentoch venujúcim sa sekrécií MHV boli infikované bunky imunofluorescenčne značené protilátkami viažucimi sa na lyzozomálny transmembránový proteín LAMP1, resp. M proteín MHV vírusu (experiment H). Experimenty E a F sa venovali ďalším vlastnostiam lyzozómov.

Označte pravdivé tvrdenia.



- Výsledky experimentov E a F si navzájom odporujú, keďže zvýšenie pH bližšie ku neutrálnemu by malo viesť k vyššej aktivite lyzozomálnych enzýmov.
- Prítomnosť MHV viriónov v lyzozómoch buniek by mohla byť spôsobená endocytózou, čo by sme mohli overiť napríklad pridaním látky o ktorej vieme, že blokuje len endocytózu.
- Mohli by sme predpokladať, že látka inhibujúca proteín nevyhnutný pre biogenézu a maturáciu lyzozómov by sa potenciálne mohla využívať pri liečbe infekcie vírusom SARS-CoV-2.
- Výsledky uvedených experimentov podporujú hypotézu, že MHV vírus využíva sekrečnú dráhu zahŕňajúcu lyzozómy.

10. Transmembránové proteíny prechádzajú membránou, a majú v nej zanorených jednu alebo viac domén (obrázok nižšie). Označte tvrdenia, ktoré platia o týchto proteínoch.



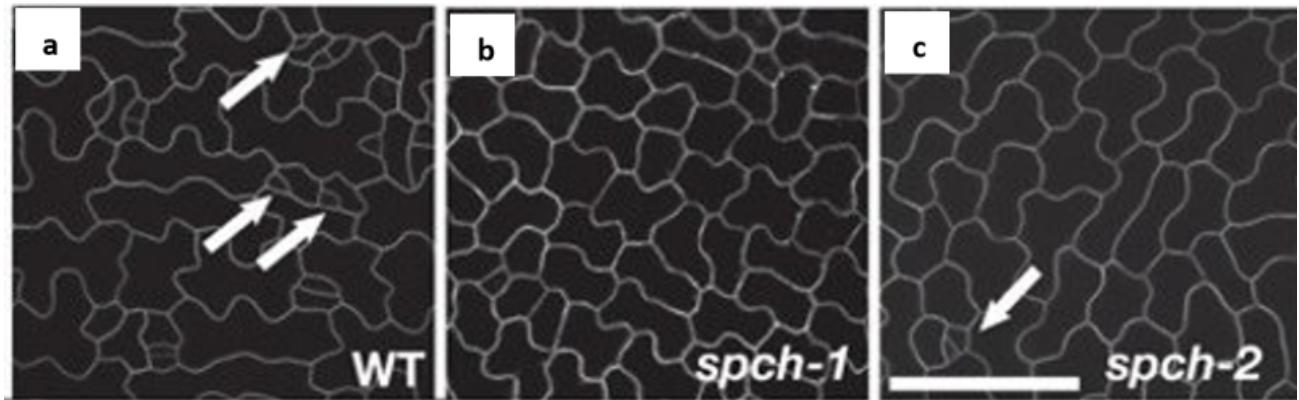
- a) Často fungujú ako transportné proteíny, napr. ako iónové kanály.
  - b) Membránová doména zvyčajne obsahuje väčšinu hydrofilných aminokyselín.
  - c) Zo všetkých biologických membrán sú transmembránové proteíny prítomné prakticky iba na vnútornej membráne mitochondrií, na iných membránach iba veľmi výnimočne.
  - d) Membránová doména zvyčajne obsahuje väčšinu hydrofóbných aminokyselín.
  - e) Transmembránové proteíny nemôžu fungovať ako enzýmy.
11. Niektoré rastlinné druhy sú evolučne adaptované na rast v zaplavených pôdach. V týchto podmienkach nedochádza k prevzdušňovaniu pôdy. V pôde je veľmi malé množstvo kyslíku – panuje tam hypoxia až anoxia. Rastliny tolerujúce zaplavenie na povrchu koreňa vytvárajú bariéru, ktorá bráni úniku kyslíku z koreňa do pôdy. Ryža *Oryza sativa* reaguje na 2-týždňové zaplavenie vytvorením bariéry proti úniku kyslíku (ROL – radial oxygen loss) na väčšine adventívnych koreňov. Dáta naznačujú, že indukcie tejto bariéry by sa mohla účastniť kyselina abscisová (ABA). Formulujeme hypotézu – kyselina abscisová je dôležitá pre vytvorenie ROL bariéry. Prevedieme rôzne experimenty (A-D).

**Označte, ktoré z výsledkov našu hypotézu podporujú.**

- a) Aplikácia kyseliny abscisovej za normálnych podmienok (bez zaplavenia) indukuje tvorbu ROL bariéry.
- b) Aplikácia kyseliny abscisovej po 2 týždňoch zaplavenia neovplyvňuje tvorbu ROL bariéry.
- c) Za prítomnosti biosyntetického inhibítora ABA fluridonu u rastlín po 2 týždňoch zaplavenia pozorujeme ROL bariéru u signifikantne vyššieho množstva koreňov ako za jeho neprítomnosti.
- d) U mutanta s poruchou syntézy ABA pozorujeme vytvorenie ROL bariéry u menšieho množstva koreňov ako u kontroly po 2 týždňoch zaplavenia.

12. Jeden z používaných postupov, ako identifikovať gény zapojené v regulácii určitého procesu, je tzv. forward screen. Pomocou mutagénneho činidla vytvoríme populáciu mutantov. Z nej selektujeme jedincov so zaujímavým fenotypom. Týmto spôsobom boli identifikované dve alely génu SPEECHLESS (SPCH). Listová pokožka u recesívneho mutantu (b, c) sa výrazne líšila od divokého typu (a).

**Označte správne tvrdenia:**



(MacAlister et al., 2007)

- a) U mutantov spch je hustota prieduchov výrazne nižšia ako u divokého typu.
- b) Ani jedno z uvedených tvrdení nie je pravdivé.
- c) Mutanty spch majú narušený vývin koreňových vláskov.
- d) Gén SPEECHLESS sa účastní vývinu trichómov.
13. Rastliny dokážu prispôsobiť celkovú architektúru nadzemnej aj podzemnej časti podmienkam prostredia. Regulácie vetvenia nadzemnej časti saúčastnia rastlinné hormóny a iné signálne molekuly, napríklad sacharóza. Významnými negatívnymi regulátormi vetvenia sú strigolaktóny. Vytvárajú sa v koreňoch a sú transportované do nadzemnej časti, kde potláčajú rast bočných výhonov. Existujú dva typy mutantov – biosyntetické mutanty neschopné syntézy týchto hormónov a mutanty signálnej dráhy ktoré na strigolaktóny nedokážu odpovedať. Biosyntetické mutanty označme A, signálne mutanty označme B.

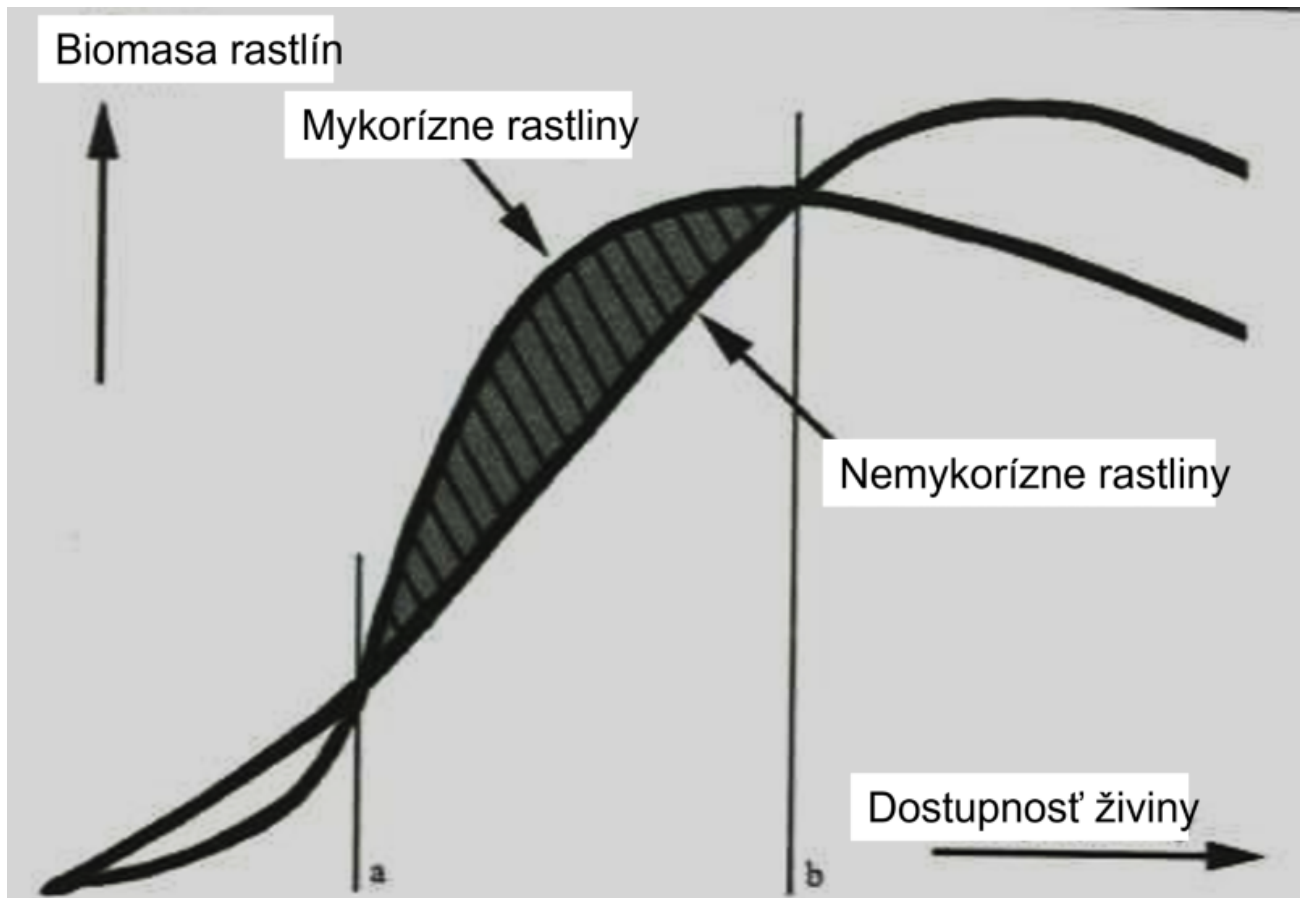
**Vyberte správne tvrdenia:**

- a) Keď na koreň rastliny divokého typu napojíme nadzemnú časť mutantu B, dôjde k zvráteniu mutantného fenotypu – rastlina bude mať v priemere rovnaký počet bočných výhonov ako kontrola.
- b) Keď na koreň mutantu A napojíme nadzemnú časť mutantu B, dôjde k zvráteniu mutantného fenotypu – rastlina bude mať v priemere rovnaký počet bočných výhonov ako kontrola.
- c) Keď na koreň mutantu B napojíme nadzemnú časť mutantu A, dôjde k zvráteniu mutantného fenotypu – rastlina bude mať v priemere rovnaký počet bočných výhonov ako kontrola.
- d) Mutanty A a B majú rovnaký fenotyp – vytvárajú v priemere signifikantne vyšší počet bočných výhonov ako rastlina divokého typu.
14. Ultracentrifugáciou sme z rastlinných buniek z listu izolovali neznámu organelu. Aby sme zistili, o akú organelu ide, previedli sme proteomickú analýzu. V zozname proteínov sa nachádzajú proteíny komplexu syntázy mastných kyselín, syntáza škrobu a nitrit reduktáza.

**Čo môžeme na základe týchto výsledkov predpokladať?**

- a) V zozname proteínov izolovaných z neznámej organely sa pravdepodobne nachádzajú aj enzýmy Krebsovho cyklu.
- b) Z dostupných dát nie je možné určiť, ktorá organela je neznáma. Zrejme pôjde o zmes viacerých organel.
- c) V neznámej organele predpokladáme výskyt fotosyntetických pigmentov.
- d) V organele predpokladáme výrazný výskyt hydrolytických enzýmov.

15. Na základe uvedeného grafu označte pravdivé tvrdenia:



Zdroj obrázka: *Diagnosis of Nutrient Imbalances with Vector Analysis in Agroforestry Systems*

- a) V oligotrofných lúkach ektomykhoriza znižuje fitness rastliny.
  - b) V eutrofizovaných lesoch ektomykhoriza znižuje fitness rastlín.
  - c) V oligotrofných častiach boreálnych lesov ektomykhoriza zvyšuje fitness rastliny.
  - d) Na lúkach v blízkosti hnojených polí ektomykhoriza znižuje fitness rastliny.
16. Ak faktory prostredia prekročia určitú extrémnu hodnotu, rastliny sa dostávajú do stresu, ktorý negatívne vplýva na ich rast, reprodukciu a prežitie. Príkladom je teplotný stres, proti ktorému si rastliny vytvorili viaceré obranné mechanizmy.

**Označ správne tvrdenia:**

- a) U rastlín v chladných oblastiach pred zimou dochádza ku zvýšeniu koncentrácie cukrov v cytoplazme.
- b) Ak prekročí teplota nad určitú hranicu (napr. 40 °C), bunky začnú syntetizovať relatívne vysoké množstvo heat-shock proteínov, ktoré obklopujú proteíny či enzýmy a tým bránia ich denaturácii.
- c) Rastliny reagujú na zníženie teploty väčším obsahom nasýtených mastných kyselín v membránach.
- d) Pozvoľné sezónne ochladzovanie je pre rastlinu nebezpečnejšie ako prudký pokles teplôt.

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

- a) PGR5 je proteín dôležitý pre cyklický elektrónový transport.
  - b) Dôsledkom prenosu elektrónov cez PGR5 je vznik ATP.
  - c) Dôsledkom prenosu elektrónov cez PGR5 je vznik NADPH.
  - d) Elektróny tečú z proteínu PGR5 až na fotosystém I cez fotosystém II.
18. Pre orientačné posúdenie kvality sluchu sa používajú ladičkové skúšky – Rinného a Weberova. Rinného skúška spočíva v priložení rozozvučanej ladičky za ucho na kosť (posudzuje vedenie zvuku kosťou) a následne pred ucho (posudzuje vedenie zvuku vzduchom). Weberova skúška spočíva v priložení ladičky do stredu hlavy a porovnáva kostné vedenie oboch uší naraz. Zdravý človek by mal pri Rinného skúške počuť zvuk vedený vzduchom dlhšie ako kosťou (vzduch>kosť) a pri Weberovej skúške počuť zvuk v oboch ušiach rovnako. Existujú dve kategórie porúch sluchu – prevodné poruchy (na úrovni stredného s vonkajšieho ucha) a percepčné poruchy (na úrovni vnútorného ucha). Pri prevodných poruchách býva kostné vedenie zachované či zvýraznené (obchádza vonkajšie a stredné ucho), no vedenie vzduchom býva oslabené. Pri percepčných poruchách sú oslabené oba typy vedenia (ucho nie je schopné zvuk vnímať). **K jednotlivým výsledkom skúšok (A-D) vyberte správne poradie typov poruchy (1-4).**

| Rinné – pravé ucho | Rinné – ľavé ucho | Weber         |
|--------------------|-------------------|---------------|
| A. Vzduch>Kosť     | Vzduch>Kosť       | Lepšie vpravo |
| B. Kosť>Vzduch     | Vzduch>Kosť       | Lepšie vpravo |
| C. Vzduch>Kosť     | Kosť>Vzduch       | Lepšie vľavo  |
| D. Kosť>Vzduch     | Kosť>Vzduch       | Rovnako       |

1. Prevodná porucha oboch uší.
2. Prevodná porucha pravého ucha.
3. Prevodná porucha ľavého ucha.
4. Percepčná porucha ľavého ucha.

- a) A3, B1, C2, D4
- b) A4, B2, C3, D1
- c) A2, B1, C4, D3
- d) A4, B1, C2, D3

19. Reflex je automatická odpoveď organizmu na určitý podnet sprostredkovaná nervovou sústavou. Reflexy sú sprostredkované rôznymi typmi neurónov vzhľadom na cieľový orgán.

1. motoneurón (eferentný neurón inervujúci kostrový sval)
2. senzitívny neurón (aferentný neurón vedúci informácie o citlivosti z kože a orgánov)
3. senzorický neurón (aferentný neurón vedúci informácie zo zmyslových orgánov)
4. neuróny sympatika a parasympatika (eferentné neuróny inervujúce hladké svaly a žľazy)

**K reflexom (A-C) priradte aferentné a eferentné neuróny (1-4) zúčastňujúce sa reflexného oblúku (zapište najprv aferentný, potom eferentný neurón, príklad zápisu X-2,1). K reflexu D priradte len eferentný neurón (príklad zápisu X-4).**

- A. Patelárny reflex (pri podráždení šľachy kvadricepsu dôjde k jeho kontrakcii).  
B. Zrenicový reflex (pri osvetlení dôjde k zúženiu zreníc).  
C. Baroreflex (pri zvýšení krvného tlaku dôjde k zníženiu srdcovej činnosti).  
D. Slinenie pred/pri jedení.

Vyberte správne priradenia všetkým reflexom

- a) A-2,1 B-3,4 C-2,4 D-4.  
b) A-4,1 B-2,4 C-2,4 D-4.  
c) A-4,1 B-1,4 C-2,3 D-4.  
d) A-3,1 B-3,2 C-3,4 D-4.

20. Ascendentný retikulárny aktivačný systém (ARAS) je súčasťou retikulárnej formácie, čo je skupina neurónov nachádzajúca sa v mozgovom kmeni. ARAS vysiela axóny do mozgovej kôry, kde sa z ich zakončení vylučuje noradrenalín. Týmto spôsobom udržiava mozgovú kôru aktívnu a udržiava nás pri vedomí.

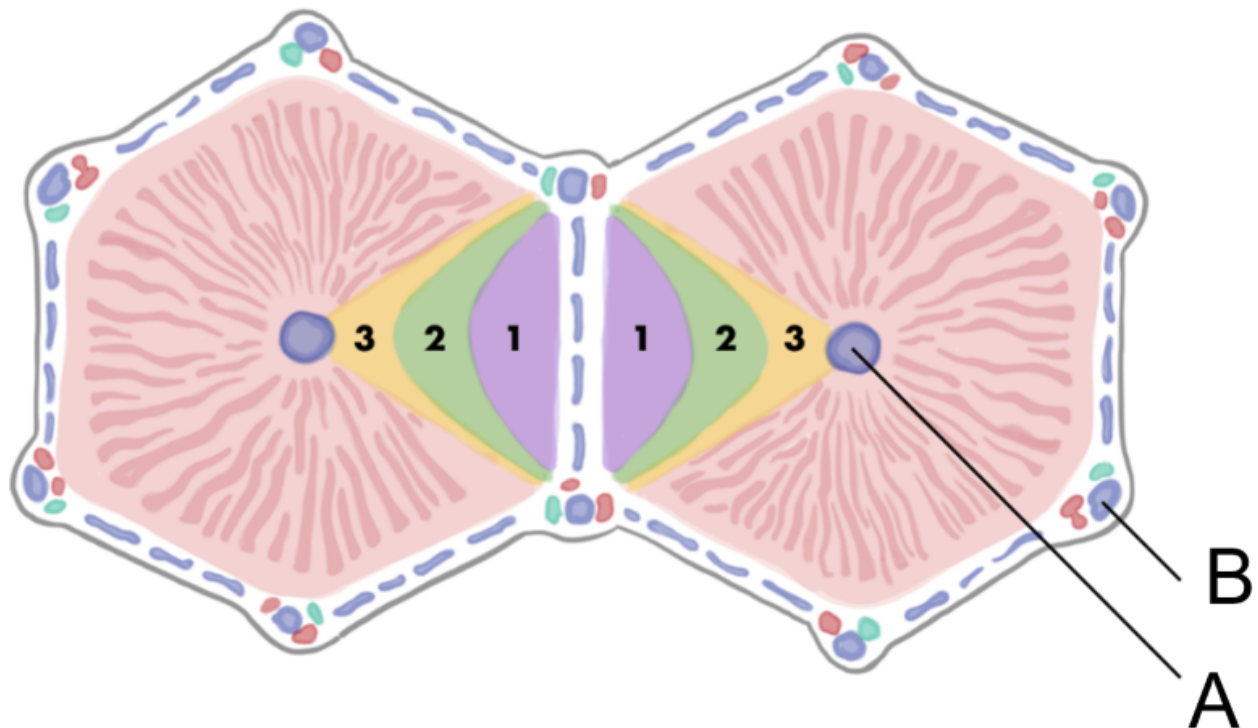
**Ktoré možnosti sú správne?**

- a) Pri poruche mozgového kmeňa nad úrovňou ARAS (medzi stredným mozgom a medzimozgom) dochádza k poruche vedomia (kóme).  
b) Pri poruche mozgového kmeňa nad úrovňou ARAS (medzi mozgovým stredným mozgom a medzimozgom) dochádza k úplnému ochrnutiu pri zachovanom vedomí.  
c) Činnosť ARAS sa pri zaspávaní zvyšuje.  
d) Činnosť ARAS sa pri zaspávaní znižuje.

21. Hepatocyty, bunky tvoriace pečeň, sú na mikroskopickú úroveň usporiadané do šesťuholníkových lalôčikov. V strede tohto lalôčika sa nachádza centrálna žila (A). Na každom zo 6 vrcholov je portálna triáda (B) tvorená žilou (vetva portálnej žily), tepnou (vetva pečenej artérie) a vetvou žlčového. Krv do pečene prichádza portálnou žilou a pečenej tepnou. Táto krv sa zmieša a prechádza lalôčkami od triád cez kapiláry až do centrálnej žily. Odtiaľ sa zbiera krv do pečenej žily a opúšťa pečeň. Na základe vzdialenosti od triád rozdeľujeme v lalôčkach 3 zóny (na obrázku 1-3). Čo viete na základe prúdenia krvi cez lalôčik povedať o jednotlivých zónach?

**Vyberte správne možnosti.**

Zdroj: <https://i.pinimg.com/originals/cf/4b/90/cf4b90f24b5f0fac838895245b04c72.png>



- a) Pri nedostatku kyslíka budú najviac poškodené hepatocyty v zóne 1.
  - b) V Zóne 1 disponujú hepatocyty najväčším množstvom kyslíka a živín.
  - c) V Zóne 3 disponujú hepatocyty najväčším množstvom kyslíka a živín.
  - d) Pri otrave budú najviac poškodené hepatocyty v zóne 1.
22. Označte správne tvrdenia pre kmeňové bunky:
- a) Kmeňové bunky spermatogónie sú v semenníkoch prítomné po celý život.
  - b) Nenájde ich v štádiu blastocysty.
  - c) Kmeňové bunky majú zvýšený potenciál vytvárať nádory.
  - d) Kmeňové bunky nemajú aktívnu telomerázu.
  - e) Nájde ich v črevnom epiteli.

- 23.** EDRF (endotelom produkovaný relaxačný faktor angl. endothelium derived relaxing factor) je molekula, ktorá bola objavená v 80-tych rokoch 20. Storočia. Táto molekula bola v roku 1992 vyhlásená za molekulu roku a v roku 1998 dostal jej objaviteľ Robert F. Furchgott Nobelovu cenu. Pomocou izoforiem enzýmov je produkovaný v cievach, nervovom systéme aj v každej bunke po aktivácii niektorými látkami ako napr. cytokínmi a lipopolysacharidmi. Okrem relaxácie ciev má v mozgu aj úlohu pri vytváraní pamäťových stôp.

**O akej látke hovoríme?**

- a) Renín
  - b) Adrenalin
  - c) Serotonín
  - d) NO
  - e) Noradrenalin
- 24.** Oxytocín je hormón, ktorý v mozgu zároveň pôsobí aj ako neurotransmitter, pričom zohráva úlohu pri partnerských vzťahoch a vzťahoch matka-dieťa.

**Aká je ale jeho fyziologická funkcia?**

- a) stimuluje tvorbu mlieka
- b) stimuluje ejakciu mlieka
- c) stimuluje kontrakciu svalov maternice pri pôrode
- d) stimuluje zrážanie krvi pri pôrode

25. Medzi najfascinujúcejšie otázky ornitológie patrí, akým spôsobom funguje navigácia migrujúcich vtákov. Jedným z mnohých experimentov študujúcich vtáčiu migráciu je aj pokus Alberta C. Perdecka na škorcoch rozmnožujúcich sa na severe Európy (breeding) a zimujúcich (wintering) na západnom pobreží v blízkosti Lamanšského prielivu a na juhu Britských ostrovov (obrázok prvý). V roku 1958 vedci odchytili v Holandsku 11 000 migrujúcich dospelých (adults) a na jar narodených škorcov (immatures). Následne ich vypustili na území Švajčiarska a sledovali, kam sa škorce presunú, a hlavne akým smerom budú migrovať na zimoviská (obrázok druhý). V roku 1967 experiment zopakovali a tentokrát škorce presunuli až do oblasti Pyrenejí (obrázok tretí). Týmto experimentom chceli ornitológovia zistiť, či a ako vtáky počas migrácie využívajú azimut (uhol, ktorý zvierá polpriamka smerujúca od miesta merania na sever a druhá polpriamka smerujúca od miesta merania k cieľu).

**Z experimentu vyplýva:**

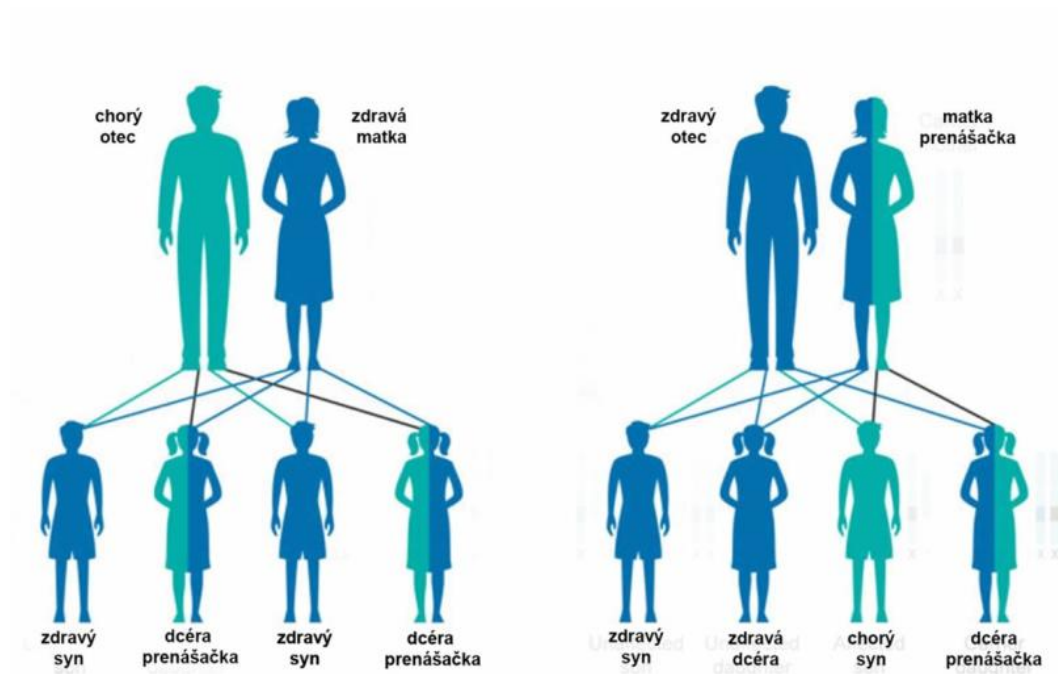


Zdroj obrázka: [https://www.researchgate.net/publication/314971726\\_Navigation](https://www.researchgate.net/publication/314971726_Navigation)

- Vtáky sa nedokážu podľa azimutu orientovať.
- Vtáky nemajú azimut vrozený, musia sa ho naučiť podľa života.
- Vtáky sa orientujú len pomoci azimutu.
- Vtáky majú vrozený azimut, ktorým dokážu určiť smer cesty na zimovisko.

26. IPEX syndróm je vzácné dedičné ochorenie u ľudí, ktoré sa typicky prejavuje vznikom autoimunitnej reakcie organizmu na vlastné tkanivá. Geneticky je toto ochorenie výsledkom nefunkčnosti génu kódujúceho transkripčný faktor ovplyvňujúci dozrievanie T-lymfocytov. Na nasledujúcej schéme máte príklady prenosu ochorenia z rodičov na potomkov.

**Aký typ dedičnosti sa uplatňuje pri prenose IPEX syndrómu?**



- a) Autozomálne recesívny
  - b) Autozomálne dominantný
  - c) Recesívny viazaný na X-chromozóm
  - d) Dominantný viazaný na X-chromozóm
27. Organizmy si počas evolúcie vyvinuli rôzne životné stratégie produkcie potomkov. Niektoré sa počas svojho života rozmnožujú výhradne nepohlavne, iné využívajú splynutie pohlavných buniek. Existujú však aj organizmy, ktoré vedia použiť obidve stratégie pre produkciu potomkov.

**Označte správne tvrdenia o jednotlivých typoch rozmnožovania.**

- a) Pohlavné rozmnožovanie poskytuje menej variability, preto je typické najmä pre organizmy, ktoré sa vyskytujú v stabilných podmienkach.
- b) Vošky využívajú nepohlavne rozmnožovanie v priaznivých podmienkach (najmä počas leta) a pohlavné v zhoršujúcom sa prostredí.
- c) Pohlavne rozmnožovanie splynutím gamét vedie k zdvojnásobeniu genetickej informácie oproti rodičovským organizmom.
- d) Aj napriek zväčša nepohlavnému rozmnožovaniu je vysoká adaptabilita baktérií a vírusov umožnená krátkou generačnou dobou.

28. Vňať koriandra sa používa ako obľúbené korenie v Latinskej Amerike, juhovýchodnej Ázii a na strednom Východu, mnohým ľuďom však jeho chuť pripadá odporná, pripomínajúca mydlo. GWAS štúdia európskej populácie z roku 2012 objavila genetický variant typu SNP (single nucleotide polymorphism), nazvaný rs72921001, ktorý je asociovaný s pociťovaním mydlovej chuti koriandra – tento variant sa nachádza na chromozóme 11, v oblasti genómu, ktorá obsahuje niekoľko génov pre čuchové receptory. Hodnota heritability tohto fenotypu bola v tejto štúdii určená ako 0.087, berúc do úvahy iba genetickú variabilitu v pozorovanom polymorfizme. (Heritabilitu je možné vypočítať ako  $H^2 = VG/VP$ , kde VG je genetická variabilita a VP variabilita fenotypu.) V staršej štúdii skúmajúcej chuťové preferencie dvojčiat bola heritabilita nepríjemnej chuti koriandra vyrátaná ako 0.52.

**Označte pravdivé tvrdenia:**

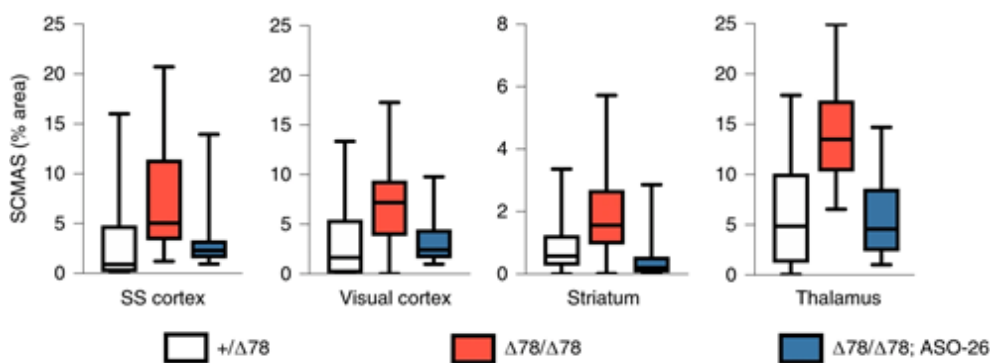
Zdroj: Eriksson a kol. (2012), Flavour 1:22, DOI 10.1186/2044-7248-1-22

- Novšia štúdia na európskej populácii mohla podceňiť heritabilitu v dôsledku zanedbania iných genetických faktorov, okrem SNP rs72921001.
  - Novšia štúdia na európskej populácii ukazuje, že genotyp je jednoznačným určujúcim faktorom pre pociťovanie nepríjemnej chuti koriandra.
  - Na základe staršej štúdie na dvojčikách je možné predpokladať, že jednovaječné dvojčatá budú mať identické vnímanie chuti koriandra.
  - Novšia štúdia na európskej populácii dokázala, že vnímanie chuti koriandrovej vňate nie je spôsobené genetickými faktormi, ale výlučne faktormi prostredia.
  - Dá sa očakávať, že v porovnaní s Európou bude hodnota heritability vyššia v oblastiach sveta, kde je koriander súčasťou lokálnej kuchyne.
29. Battenova choroba je autozomálne recesívne podmienené ochorenie spôsobené mutáciou v géne CLN3, ktoré vedie k abnormálnemu hromadeniu zásobných proteínov v tkanivách. V ranom štádiu sa prejavuje zlyhaním zraku a záchvatmi, postupuje zlyhaním motorických a neuronálnych funkcií, a v súčasnosti je neliečiteľné.

Experimentálna liečba jedného variantu Battenovej choroby bola testovaná na myšiach. Táto liečba je založená na dopravení komplementárneho oligonukleotidu (antisense oligonucleotide; ASO) do tela myši. Variant Battenovej choroby, ktorý je cieľom tejto liečby, vykazuje deléciu v exónoch 7 a 8 génu CLN3 (mutácia  $\Delta 78$ ), ktorá spôsobuje posun čítacieho rámca, vznik predčasného STOP kodónu, a tým znefunkčnenie proteínu CLN3. ASO sa viaže na mRNA pred procesom zostrihu (splicing), a spôsobí preskočenie celého exónu 5, čím spôsobí vznik inej, kompenzačnej posunovej mutácie. (Výsledný proteín tak neobsahuje aminokyseliny kódované exónom 5, a exón 6 je preložený v posunutom rámci, ale výsledný proteín nie je skrátenejší.) Na obrázku nižšie vidíte výsledok experimentu, v ktorom bolo sledované hromadenie proteínu SCMAS v tkanivách heterozygotných a homozygotných myši v štyroch rôznych častiach mozgu, ktoré neboli liečené alebo im bola podaná experimentálna liečba (ASO-26).

**Na základe uvedených výsledkov platí:**

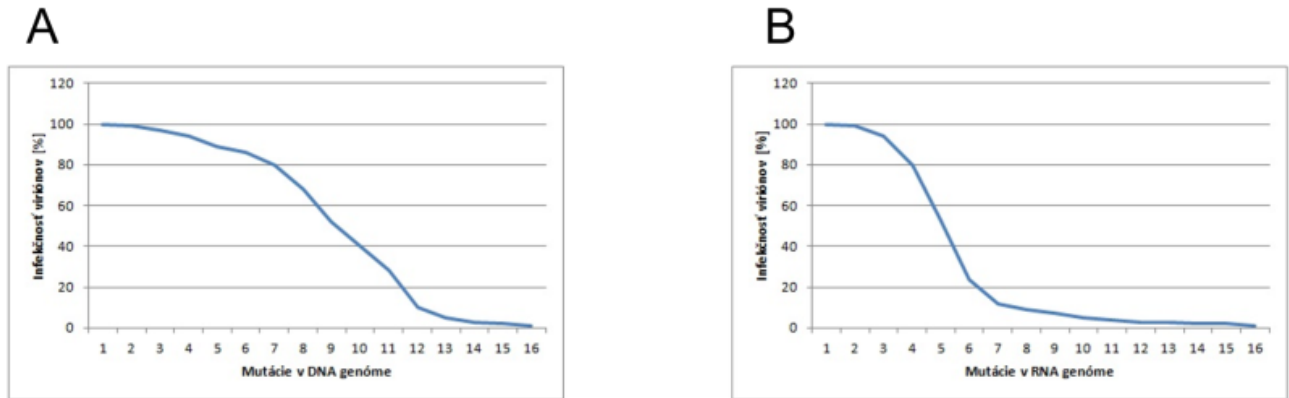
Zdroj obrázku a informácií: Centa a kol. (2020), Nature Medicine 26, 1444-1451, DOI 10.1038/s41591-020-0986-1



- ASO-26 nemá potenciál v liečbe tohto typu Battenovej choroby.
- Experimentálna ASO terapia zvýšila množstvo nahromadeného SCMAS v pozorovaných tkanivách.
- Experimentálna ASO terapia znížila množstvo nahromadeného SCMAS v pozorovaných tkanivách.
- ASO-26 má potenciál v liečbe Battenovej choroby, ale iba u heterozygotných pacientov.
- Vo vykonanom experimente bolo hromadenie SCMAS vo všetkých pozorovaných tkanivách rovnaké u heterozygotných a homozygotných myši.

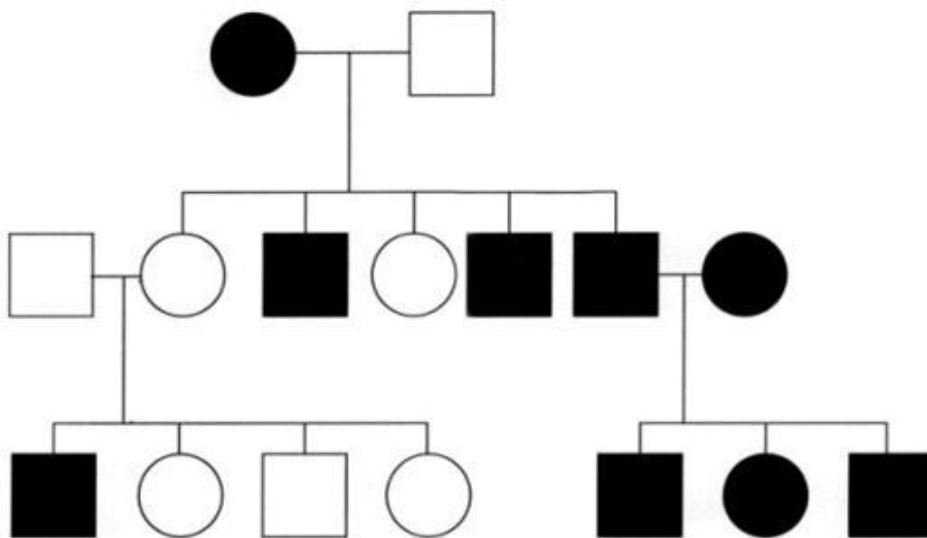
30. Vírusy sú špecifické infekčné častice schopné replikovať sa len v bunkách živých organizmov. Na základe genetickej informácie, ktorú obsahujú ich rozdeľujeme na DNA a RNA vírusy. U oboch typov dochádza po infekcii bunky k replikácii nukleovej kyseliny vírusu, avšak kým u DNA vírusov replikáciu zabezpečuje DNA polymeráza, u RNA vírusov je to RNA polymeráza. Jednotlivé polymerázy sa odlišujú v mechanizme a rýchlosti replikácie ako aj miere chybovosti. Na sledovanie miery tolerancie mutácií u DNA a RNA vírusov bol použitý experiment, kde k rovnakej bunkovej kultúre boli pridané buď DNA alebo RNA vírusy spolu s mutagénom, ktorý spôsobil náhodne zmeny v ich genetickej informácii (miera mutácií spôsobených mutagénom je rovnaká pre DNA aj RNA). Sledovala sa miera infekčnosti vzniknutých viriónov vzhľadom na množstvo mutácií, ktoré počas replikácie získali. Výsledky sú zachytené v nasledujúcich grafoch (graf A – DNA vírusy, graf B – RNA vírusy).

Na základe daných informácií označte správnu odpoveď.



- Mutagén spôsobil častejšie chyby pri RNA replikácií.
- RNA vírusy lepšie tolerujú mutácie v genóme ako DNA vírusy.
- Miera chybovosti RNA polymerázy je vyššia ako DNA polymerázy.
- Mutácie u DNA vírusov majú menší dopad na infekčnosť ako u RNA vírusov.

31. Označte aký typ dedičnosti je zobrazený na nasledujúcom grafe.



- Dominantný viazaný na X-chromozóm
- Autozomálne dominantný
- Autozomálne recesívny
- Recesívny viazaný na X-chromozóm

**32.** Výskyt a rast mnohých organizmov je v prírode limitovaný dostupnosťou dusíku. Niektoré skupiny organizmov sú ale schopné tento problém vyriešiť fixovaním vzdušného dusíku (N<sub>2</sub>). **Ktoré z nasledujúcich skupín organizmov obsahujú druhy schopné fixovať vzdušný dusík (priamo alebo prostredníctvom symbiotických mikroorganizmov)?**

- a) bôbovité (Fabaceae)
- b) rosička (Drosera spp.)
- c) jelša (Alnus spp.)
- d) sinice (Cyanobacteria)
- e) smrek (Picea spp.)

**33.** Teória ostrovnej biogeografie predstavovala jeden z prvých pokusov o matematické modelovanie určitého ekologického procesu. Táto teória sa zaoberá aj tým, koľko druhov môže súčasne žiť na ostrove a aké vzťahy sú medzi veľkosťou ostrova, vzdialenosťou od pevniny a mierou migrácie a extinkcie.

**Ktoré z nasledujúcich tvrdení je/sú pravdivé?**

- a) Veľkosť ostrova nemá vplyv na počet druhov, ktoré môžu na ostrove stabilne koexistovať.
- b) Na ostrove bližšie k pevnine bude ľahšie dochádzať k migrácií nových druhov.
- c) Na veľkom ostrove bude v dôsledku väčšieho množstva predátorov žiť menej druhov v porovnaní s malým ostrovom.
- d) Okrem ostrovov sa dá táto teória uplatniť aj na iné "izolované" ekosystémy, ako napr. vysokohorské ekosystémy.
- e) Na ostrove bližšie k pevnine bude výrazne častejšie dochádzať k extinkcii.

**34.** Leibigov zákon minima hovorí, že schopnosť života organizmu je obmedzená práve tým faktorom, ktorý je v minime. Takéto faktory sa následne stávajú limitujúcimi.

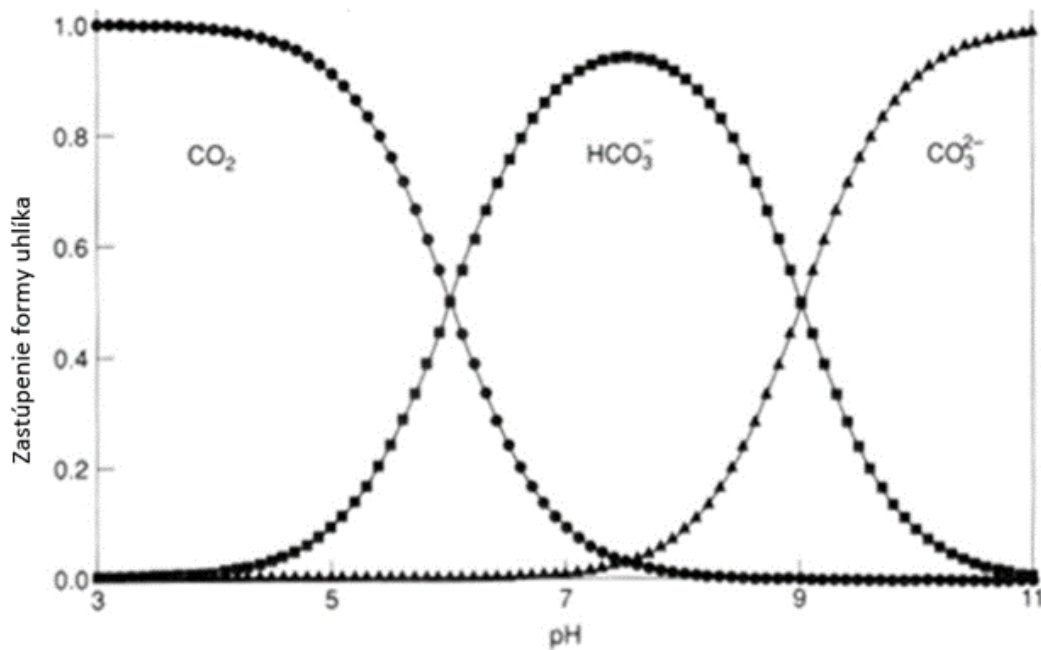
**Označ správne tvrdenia o limitujúcich prvkoch.**

- a) Dusík sa stáva pre rastliny limitujúcim, keď je pomer dusík/fosfor v pôde nízky.
- b) Limitujúcim prvkom v sladkých vodách je fosfor.
- c) Energeticky najvýhodnejšou formou dusíka pre rastliny je NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.
- d) Limitujúcim prvkom morí je železo.

35. Morská voda má v súčasnosti mierne zásaditý charakter (približne pH 8). Avšak zvyšujúce sa množstvo emisií oxidu uhličitého spôsobuje aj jeho väčšie rozpúšťanie v svetových oceánoch, čo môže viesť k zmene ich pH. To môže mať nepriaznivý vplyv na mnohé organizmy a výrazne ovplyvniť dnešnú podobu morských ekosystémov.

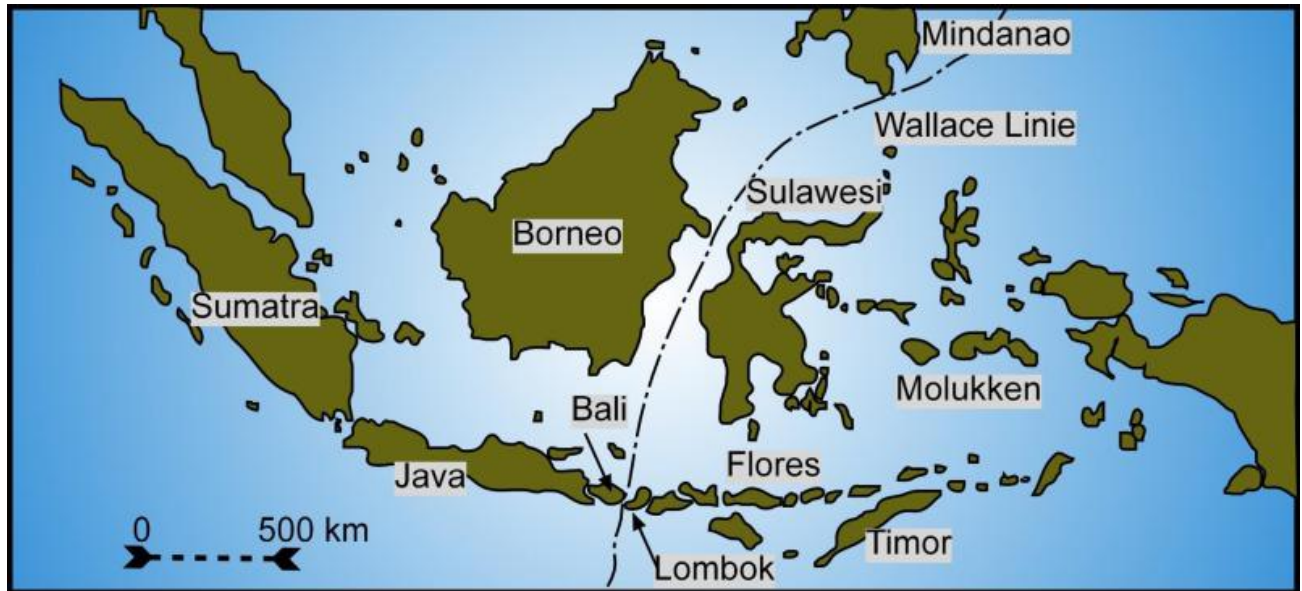
**Označ javy, ku ktorým môže dôjsť, ak sa v budúcnosti bude naďalej obsah oxidu uhličitého zvyšovať.**

Zdroj obrázka: [https://www.researchgate.net/figure/Distribution-of-the-three-inorganic-carbon-species-as-a-function-of-pH-Modified-from\\_fig4\\_315987233](https://www.researchgate.net/figure/Distribution-of-the-three-inorganic-carbon-species-as-a-function-of-pH-Modified-from_fig4_315987233)



- a) Oceány budú kyslejšie.
  - b) Oceány budú viac oligotrofné.
  - c) Oceány budú menej presvetlené.
  - d) Oceány budú menej okysličené.
36. Označ správne tvrdenia o prenose energie medzi jednotlivými trofickými úrovňami:
- a) Primárni producenti využívajú len 1 % dostupnej slnečnej energie na čistú primárnu produkciu.
  - b) Produkčná účinnosť teplokrvných živočíchov je nižšia ako u živočíchov studenokrvných.
  - c) Hmotnosť sušiny primárnych konzumentov-zooplanktonu je vo vodnom prostredí vyššia ako hmotnosť sušiny primárnych producentov-fytoplanktonu.
  - d) Väčšina energie z jednej trofickej úrovne je použitá k tvorbe biomasy nasledujúcej úrovne.

37. Biogeografické hranice taxónov sa často zhodujú s geologickými a klimatickými bariérami, ktoré v minulosti bránili šíreniu organizmov. Ukázkovým príkladom takejto ostrej hranice je Wallaceova línia, objavená Alfredom Russel Wallacom.



Označte správne tvrdenia:

- a) Táto línia platila aj pre moderného človeka.
- b) Wallaceova línia vyznačuje hranicu medzi Indomalajskou a Australázijskou oblasťou.
- c) Územie na západ od Wallaceovej línie bolo v glaciách súčasťou pevninskej Ázie, čo umožnilo voľnú migráciu fauny z Ázie, zatiaľ čo územie na východ bolo vždy od okolitej pevniny izolované oceánom z dôvodu veľkej hĺbky prielivov pozdĺž Wallaceovej línie.
- d) Wallaceova línia vyznačuje hranicu medzi Neotropickou a Paleotropickou oblasťou.

Zdroj obrázka: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wallace\\_Linie.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wallace_Linie.jpg)

38. Označ pravdivé tvrdenia:

- a) Krídla sovy a orla sú homologické.
- b) Krídlo vtákov a netopierov patrí medzi homológie.
- c) Krídla hmyzu a vtákov sú analogické.
- d) Kráčavá končatina je pleziomorfný znak tetrapodov.

39. Ktoré z nasledujúcich tvrdení o typoch speciácie je/sú pravdivé?

- a) Príkladom sympatrickej speciácie u živočíchov je speciácia cichlíd vo veľkých afrických jazerách.
- b) Príkladom alopatrickej speciácie je vznik polyploidných druhov u rastlín. Tie sa síce vyskytujú spoločne s rodičovským druhom, ale kvôli odlišnému počtu chromozómov sa s ním nemôžu rozmnožovať.
- c) Sympatrická speciácia sa u živočíchov pravdepodobne vyskytuje pomerne vzácne, keďže aj malá intenzita génového toku medzi sympatrickými populáciami bráni speciácii.
- d) Pre sympatrickú speciáciu je typické rozdelenie populácie bariérou na dve geograficky izolované populácie.

40. Počas posledných 500 rokov vyhynulo množstvo unikátnych druhov organizmov.

**Priradiť k jednotlivým druhom živočíchov areál, kde sa v prírode vyskytovali.**

|                                             |                                                                                   |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 1. pobrežné oblasti severného Atlantiku     | kôrokožec bezzubý ( <i>Hydrodamalis gigas</i> ),<br>známy aj ako dugong Stellerov |
| 2. Maurícius                                | holub sťahovavý ( <i>Ectopistes migratorius</i> )                                 |
| 3. Komandorské ostrovy v Kamčatskej oblasti | alka veľká ( <i>Pinguinus impennis</i> )                                          |
| 4. východná časť Severnej Ameriky           | dront nelietavý ( <i>Raphus cucullatus</i> )                                      |