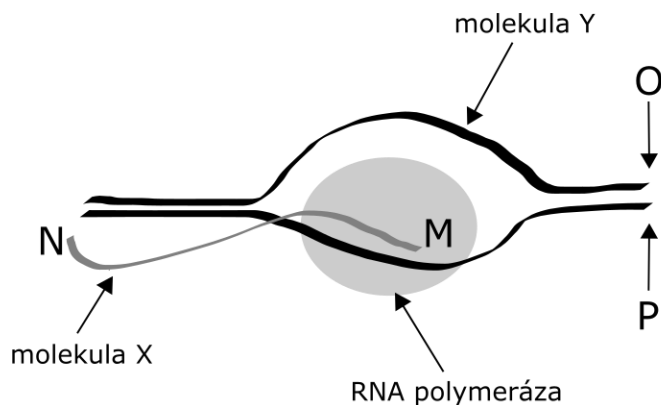


A. BUNKOVÁ BIOLÓGIA A MIKROBIOLÓGIA

1. Pozrite si nasledujúci obrázok.



Predpokladajte, že molekula RNA polymerázy sa pohybuje zľava doprava.

- A. Na obrázku je znázornená:
- transkripcia
 - reverzná transkripcia
 - replikácia
 - translácia
 - zostrih (splicing)
 - disociácia histónov
 - oprava dvojvláknového zlomu
- B. Molekula X môže byť:
- mRNA
 - tRNA
 - chloroplastová DNA
 - mitochondriálna DNA
 - rRNA
 - DNA
- C. Ktoré vlákno molekuly Y má sekvenciu komplementárnu k molekule X?
- horné
 - dolné
 - nedá sa určiť
 - ani jedno

2. Základnou rovnicou enzýmovej kinetiky je Michaelis-Mentenovej rovnica, ktorá vyjadruje vzťah medzi koncentráciou substrátu $[S]$ a rýchlosťou enzýmovej katalýzy v :

$$v = \frac{v_{max}[S]}{K_M + [S]}$$

Vyskytujú sa v nej konštanty v_{max} , ktorá označuje maximálnu možnú rýchlosť enzymovej katalýzy za daných podmienok a K_M , ktorá je Michaelisova konštantka a je charakteristická pre dané podmienky. Pre jednoduchšiu a názornejšiu grafickú prezentáciu priebehu katalýzy sa veľmi často používa Lineweaver-Burkova lineárna transformácia tohto vzťahu:

$$\frac{1}{v} = \frac{K_M}{v_{max}} \frac{1}{[S]} + \frac{1}{v_{max}}$$

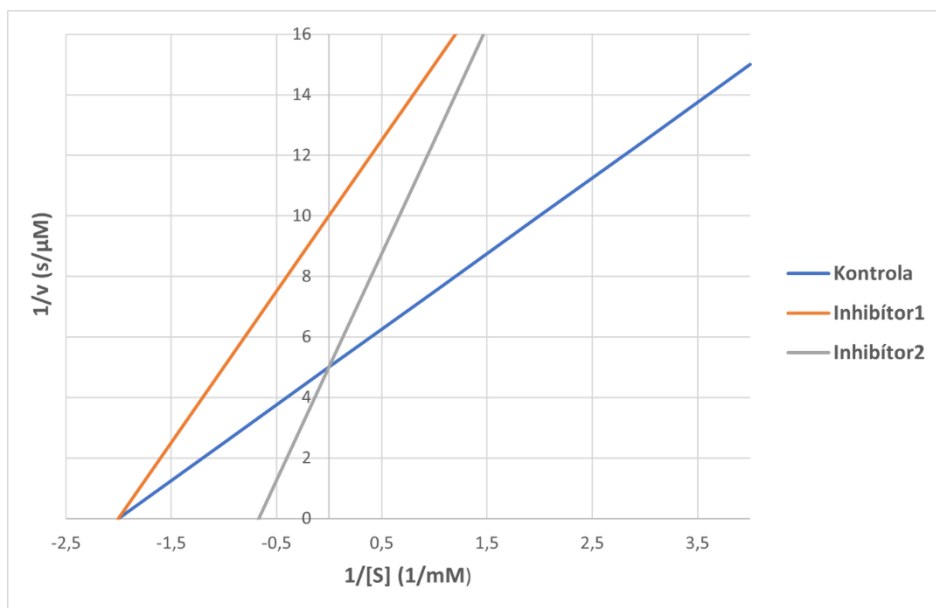
Molekulárny biológ Gusto sa rozhodol študovať dva potenciálne inhibítory enzýmu, ktorý nedávno syntetizoval. Predpokladá, že látka A bude fungovať ako kompetitívny inhibítor a látka B ako nekompetitívny inhibítor .

Gusto vie, že kompetitívne inhibítory sa reverzibilne viažu na aktívne miesto enzýmu, kde sa viaže substrát a blokujú toto miesto. V prípade dostatočne vysokej koncentrácie substrátu však substrát môže vytesniť všetky molekuly inhibítora a rýchlosť reakcie tak bude dosahovať rovnakú maximálnu hodnotu ako v prípade neinhibovaného enzýmu.

Naopak, nekompetitívny inhibítor sa viaže na iné miesto enzýmu a nemôže byť vytesnený ani pri zvýšenej koncentrácii substrátu. Reakcia je tak spomalená a nikdy nedosiahne pôvodnú hodnotu V_{max} .

Gusto nameral hodnoty pre neinhibovaný enzým a pre enzým inhibovaný obomi látkami, výsledky vidíte v grafe nižšie. Gusto je však roztržitý a zabudol si označiť jednotlivé látky.

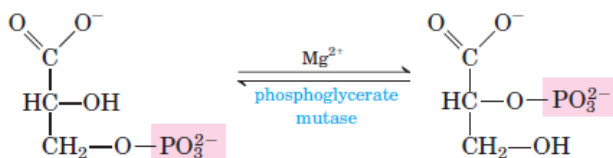
- Pomôžte Gustovi priradiť inhibítory 1 a 2 k látkam A a B. Odpovede zapíšte do odpovedového hárku.
- Zistite, koľkonásobne spomalí Inhibítor 1 pôvodnú reakciu pri koncentrácii substrátu 1 mM.



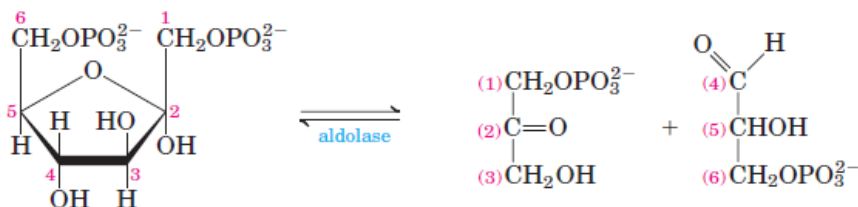
- Apoptóza je programovaná bunková smrť. Zánik bunky je v prípade apoptózy cielený (vždy je na to nejaký dôvod) a regulovaný. Apoptóza je sprostredkovaná enzýmami nazývanými kaspázy. Kaspázy štiepia buď samy seba, čím sa aktivujú, alebo tzv. substráty smrti. Po naštiepení substrátov smrti už bunka nie je ďalej schopná fungovať. Ktoré tvrdenia o apoptóze sú pravdivé?

- A. Apoptóza môže byť spustená bunkou samotnou pri zistení poškodenia genómu spôsobeného napríklad malígnym zvratom.
- B. Apoptóza môže byť spustená bunkou samotnou pri napadnutí vírusom.
- C. Apoptóza môže byť spustená imunitným systémom zvonka – napríklad T-lymfocytmi.
- D. Apoptóza môže byť spustená imunitným systémom zvonka – napríklad makrofágom.
- E. Apoptóza je dôležitá pri vývine jednotlivých orgánov v procese embryogenézy.
4. Označte či je daná charakteristika typická pre chloroplast (CH), mitochondriu (M) alebo vakuolu (V).
- A. ATP je generované prenosom H^+ iónov z priestoru vnútornej membrány do medzimembránového priestoru organely.
- B. Dôležitým proteínom medzimembránového prostredia je enzým Rubisco (ribulózo-1,5-bisfosfát karboxyláza/oxygenáza).
- C. Uvoľnenie proteínov z medzimembránového prostredia do cytosólu aktivuje kaspázy, ktoré spúšťajú proces riadenej bunkovej smrti – apoptózy.
5. Albumín je relatívne veľký globulárny proteín, ktorý sa nachádza v krvnej plazme. Jeho hlavnou funkciou je regulácia tzv. onkotického tlaku krvnej plazmy. Onkotický tlak je forma osmotického tlaku, ktorá je tvorená proteínmi (najmä albumínom). Vďaka onkotickému tlaku molekuly vody prenikajú do krvného riečišťa a sú tam udržiavané. Označte správne odpovede o albumíne a onkotickom tlaku.
- A. Albumín plynulo prechádza endotelom ciev, aby zabezpečil zadržiavanie vody v tkanivách.
- B. Strata albumínu v krvi (napríklad pri poškodení obličiek) vedie k zvýšenému hromadeniu vody v extracelulárnom priestore tkanív a následnému opuchu (edému).
- C. Molekuly vody nie sú schopné voľne prechádzať cez endotel ciev, preto sú prenášané albumínom.
- D. Náhle zvýšenie hladiny albumínu v krvi by spôsobilo nárast celkového objemu krvi v dôsledku prechodu vody z tkanivového moku (intersticiálnej tekutiny).
6. Medzinárodná únia pre biochémiu v roku 1961 schválila klasifikáciu enzýmov do 6 tried podľa charakteru chemickej reakcie, ktorú katalyzujú. V roku 2018 však došlo k podstatnej zmene – pribudla 7. trieda s označením „translokázy“.
- Nasledujúcim enzýmom priradte číslo reprezentujúce triedu, do ktorej sa systematicky zaraďujú (pomôcka: každá trieda je maximálne raz).
- | | | |
|--------------------|---------------|-----------------|
| 1 – oxidoreduktázy | 4 – lyázy | 7 – translokázy |
| 2 – transferázy | 5 – izomerázy | |
| 3 – hydrolázy | 6 – ligázy | |

A. fosfoglycerát mutáza katalyzujúca reakciu:



- B. pyruvát kináza
- C. glycerinaldehyd-3-fosfát dehydrogenáza
- D. aldoláza katalyzujúca reakciu:



E. ATP syntáza

7. Priradiť k organelle eukaryotickej bunky jej funkciu.

- A. produkcia ATP oxidatívnou fosforyláciou
- B. spracovávanie proteínov určených na sekréciu
- C. udržiavanie vnútorného hydrostatického tlaku
- D. miesto biogenézy ribozómov

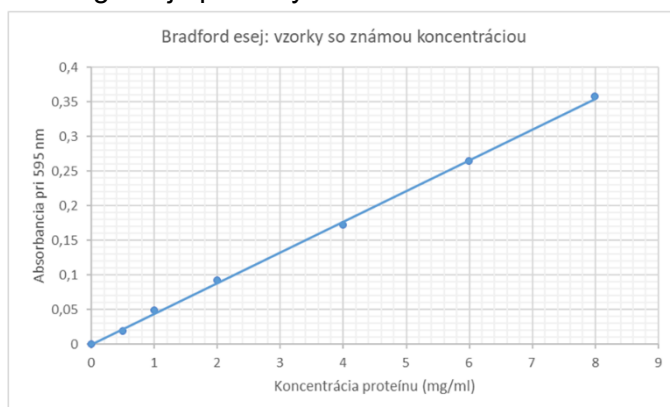
- I. Golgiho aparát
- II. vakuola
- III. mitochondria
- IV. jadierko

8. Bradfordova esej sa v biochémií bežne používa na stanovenie koncentrácie proteínov v roztoku. Jej princípom je interakcia farbičky Coomassie G-250 s proteínmi, pri ktorej sa jej farba mení z modrej na červenú, a zároveň sa mení aj schopnosť farbičky absorbovať svetlo istej vlnovej dĺžky: v modrej forme má absorpčné maximum pre svetlo s vlnovou dĺžkou 470 nm, červená forma má absorpčné maximum pri 595 nm. Výsledok eseje sa vyhodnocuje pomocou spektrofotometra, ktorý určuje absorbanciu pre svetlo s $\lambda=595$ nm. Prezrite si graf na obrázku, ktorý predstavuje tzv. kalibračnú krivku pre uvedené spektrofotometrické meranie: vzorky so známou koncentráciou proteínov boli podrobené Bradfordovej eseji, a výsledky vidíte vynesené v grafe ako jednotlivé body – jednotlivé merania boli využité na odhad trendovej krivky, ktorá je súčasťou grafu.

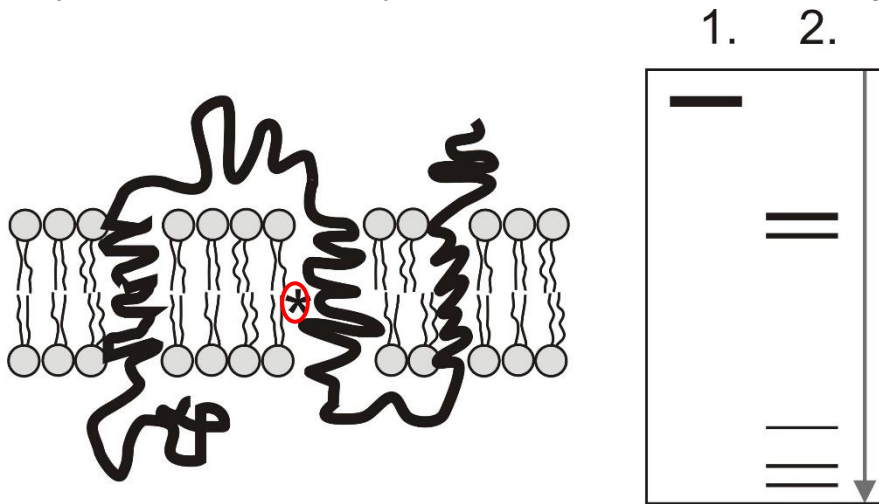
A. Stanovte absorbanciu pri 595 nm vzorky s koncentráciou proteínu 0,5 $\mu\text{g}/\mu\text{l}$. (Uvedte zaokrúhlené na 2 desatinné miesta.)

B. Vzorka s koncentráciou proteínov 1 mg/ml, do ktorej bol prímiešaný lauryl dodecyl sulfát (SDS) v koncentrácii 0,5%, má absorbanciu pri 595 nm v hodnote 0,08. Ktoré z nasledujúcich tvrdení platí?

- i. SDS je proteín
- ii. SDS neovplyvňuje výsledok Bradfordovej eseje
- iii. SDS ovplyvňuje výsledok Bradfordovej eseje
- iv. SDS degraduje proteíny vo vzorke



9. Študujete membránový proteín, ktorého štruktúra je na obrázku vľavo. Podarilo sa vám pripraviť membránu, ktorá obsahuje výhradne tento proteín. Takto pripravenú membránu ste vystavili pôsobeniu proteázy trypsínu. Peptidy vzniknuté štiepením ste následne vyextrahovali a separovali v polyakrylamidovom géli (SDS PAGE). Výsledok elektroforézy vidíte na obrázku vpravo – v 1. dráhe sa nachádza ako kontrola nepoštepený proteín, v 2. dráhe peptidy vzniknuté pôsobením trypsínu, šedá šípka znamená smer migrácie.



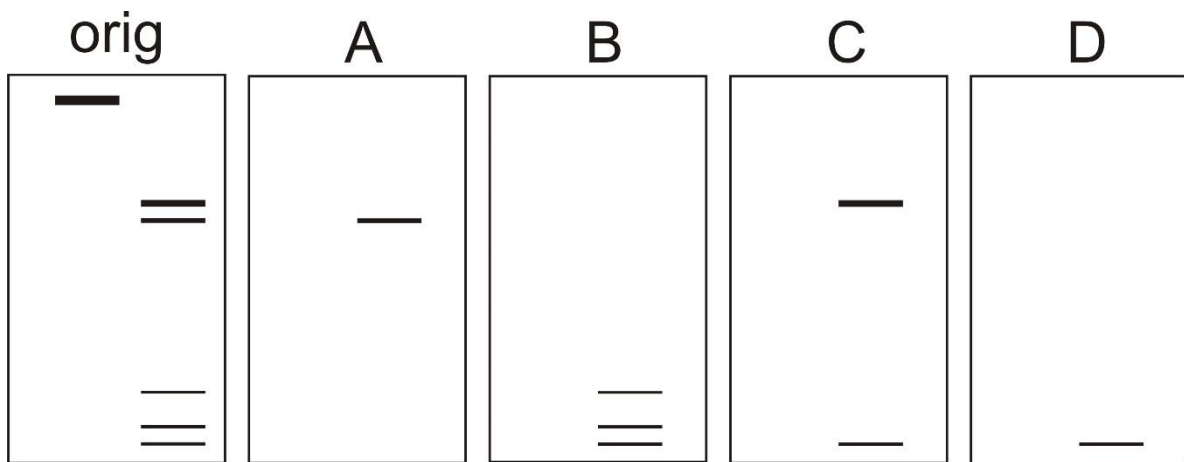
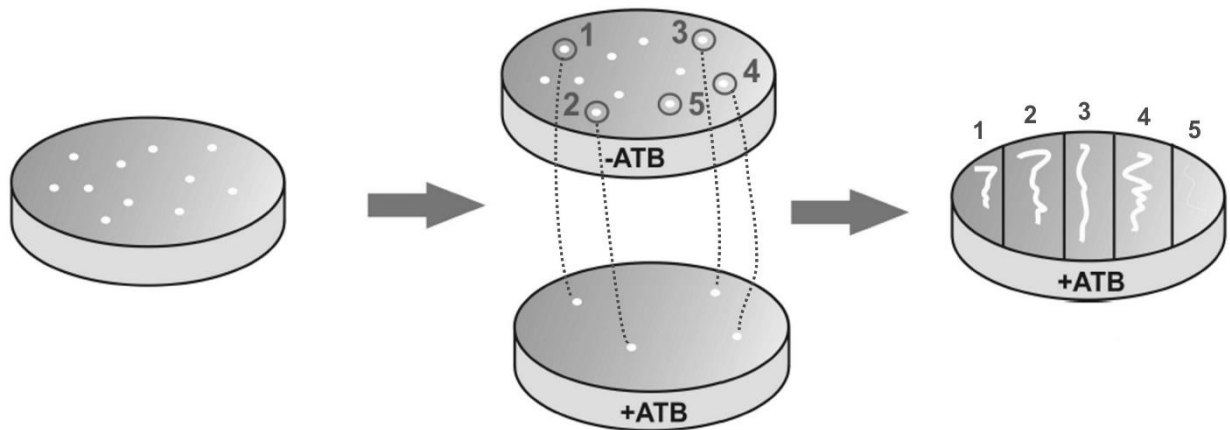
I. Na géli v dráhe 2 vidíme dve skupiny peptidov značne sa líšiace svojou veľkosťou. Čo by ste na základe štruktúry študovaného proteínu predpokladali o ich vlastnostiach?

- A. Väčšie fragmenty sú hydrofilné a predstavujú domény proteínu, ktoré vytŕčajú z membrány.
- B. Menšie fragmenty sú hydrofilné a predstavujú domény proteínu, ktoré vytŕčajú z membrány.
- C. Väčšie fragmenty sú hydrofóbne a predstavujú transmembránové domény.
- D. Menšie fragmenty sú hydrofóbne a predstavujú transmembránové domény.
- E. Menšie fragmenty sú hydrofóbne a predstavujú domény proteínu, ktoré vytŕčajú z membrány.
- F. Väčšie fragmenty sú hydrofilné a predstavujú transmembránové domény.

II. Máte k dispozícii protilátku, ktorá sa špecificky viaže na miesto proteínu označené hviezdíčkou na obrázku vľavo. Ak by ste sa prostredníctvom tejto protilátky pokúsili detegovať túto doménu proteínu na géli vpravo (Western blot), aký výsledok by ste očakávali?

10. Nasledujúci obrázok ukazuje tzv. replikovací test, ktorý použili Joshua a Ester Lederbergovci na overenie hypotézy, že mutácie vznikajú náhodne.

Na Petriho misku so stuženým živným médiom sa vyseje kultúra baktérií. Keď vzniknú kolónie (jedna kolónia vzniká delením jednej bunky, obsahuje teda jej klony), „prepečiatkujú“ sa prostredníctvom dreveného bloku pokrytého zamatom na misku s prídavkom antibiotika a na misku bez antibiotika. Na miske bez antibiotika rastú všetky kolónie z pôvodnej misky, na miske s antibiotikom však len tie, ktoré sú voči nemu rezistentné. Vďaka pečiatkovaniu sú polohy kolónií na miskách totožné (totožná poloha je znázornená bodkovanými čiarami), preto môžeme na miske bez antibiotika identifikovať kolónie vzniknuté z klonov buniek, ktoré boli schopné rásť na antibiotiku (č. 1 – 4). Tieto sa potom preočkujú na misku s antibiotikom. Ako kontrola sa použije kolónia, ktorá rástla len na miske bez antibiotika (č. 5). Výsledok vidíte na obrázku: napriek tomu, že bunky v žiadnej z kolónií 1 – 4 sa nikdy nestretli s antibiotikom, sú voči nemu rezistentné a rastú na miske s antibiotikom. Naopak, kontrolná kolónia 5 nerastie na miske s antibiotikom.



Čo môžeme usudzovať z výsledkov tohto pokusu?

- A. Mutácie, ktoré spôsobili vznik rezistencie na antibiotikum vznikli v bunkách z kolónií 1 – 4 až pôsobením antibiotika.
- B. Keďže kontrolná kolónia nebola schopná rásť na antibiotiku, mutácie nevznikajú náhodne.
- C. Mutácie, ktoré spôsobili vznik rezistencie na antibiotikum boli v bunkách z kolónií 1 – 4. prítomné skôr než s ním prišli do styku, je teda pravdepodobné, že vznikli náhodne.
- D. Mutácie, ktoré spôsobili vznik rezistencie boli v kolóniách 1, 3 a 5 indukované pôsobením antibiotika silnejšie než v kolóniách 2 a 4.
- E. Mutácie, ktoré spôsobili vznik rezistencie na antibiotikum vznikajú náhodne, čo potvrdzuje aj fakt, že kolónie 1 – 4 boli schopné rásť na miske bez antibiotika.

B. ANATÓMIA A FYZIOLÓGIA RASTLÍN A HÚB

11. Označ správne tvrdenia pre pektíny.

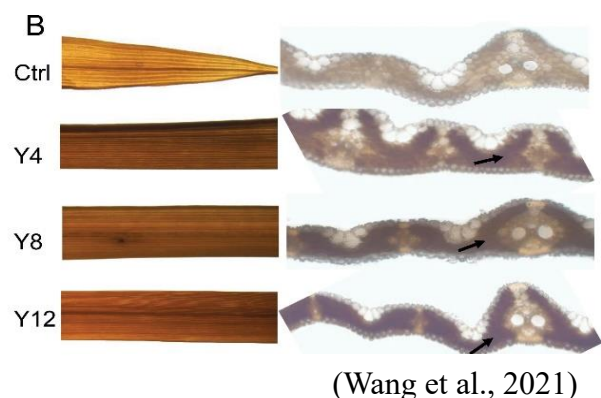
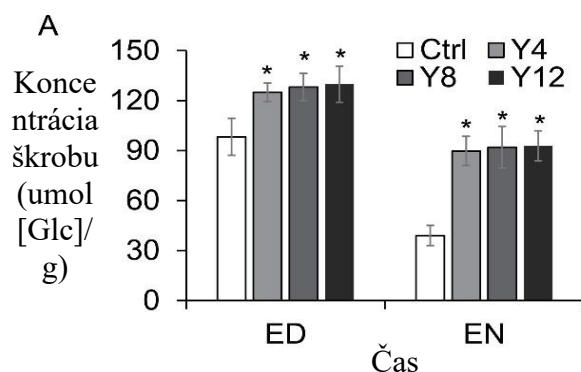
- A. Pektíny sú hlavnou zložkou strednej lamely dvoch susedných primárnych bunkových stien.
- B. Pektíny sú hlavnou zložkou strednej lamely dvoch susedných sekundárnych bunkových stien.
- C. Pektíny sú syntetizované v Golgiho aparáte.
- D. Pektíny sú syntetizované priamo v bunkovej stene rastlinných buniek.

12. Kľúčovým faktorom v príjme vody koreňmi rastliny a jej následného transportu do nadzemných častí je vodný potenciál ψ . Ten sa skladá z dvoch zložiek, potenciálu roztoku ψ_s a tlakového

potenciálu ψ_p , platí teda $\psi = \psi_s + \psi_p$. Potenciál roztoku je v podstate osmotickým tlakom roztoku, ktorý vypočítame ako $\pi = cRT$, kde c je koncentrácia roztoku, $R = 8,31 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$ a T je teplota okolia v Kelvinoch. Osmotický potenciál čistej vody je rovný 0, v prípade pridania rozpustnej látky do vody, jej častice redukovujú aktivitu vody a znižujú celkový osmotický potenciál roztoku, preto platí pre každý roztok $\psi_s < 0$ a $\psi_s = -\pi$. ψ_p zas možno chápať ako fyzický tlak, ktorý na roztok pôsobí a je v podstate ekvivalentom turgoru bunky. Všeobecne platí, že voda sa hýbe z prostredia s vyšším celkovým potenciálom do prostredia s nižším. Uvažujme, že je rastlina s počiatočným turgorom v koreňových vláskoch 0,3 MPa a potenciálom cytosólu -0,7 MPa, vložená do roztoku s koncentráciou rozpustených častíc 0,25 M pri teplote 20 °C. Označte správne tvrdenie/a (ψ_p roztoku považujte za nulový ; $T [\text{K}] = t [^\circ\text{C}] + 273,15$; pozor na jednotky!):

- A. Voda bude prenikať do buniek koreňových vláskov.
- B. V bunkách nastane plazmolýza.
- C. Prostredie je pre bunku hypotonické a turgor buniek sa v rovnovážnom stave oproti pôvodnému zvýši.
- D. Osmotický potenciál roztoku je približne -0,04 MPa.
- E. Osmotický potenciál roztoku je približne -0,6 MPa.

13. V mezofylových bunkách listu sa pri fotosyntéze vytvárajú sacharidy. Potrebne sú avšak aj v iných rastlinných orgánoch, napríklad v koreni alebo apikálnom meristéme či plodoch. Mechanizmy transportu sacharidov (predovšetkým sacharózy) sú rozmanité. Existujú dva základné spôsoby, ako sa sacharóza dostáva do transportnej dráhy. Prvý spôsob je apoplastické nakladanie. Sacharóza sa najprv po koncentračnom gradiente za účasti transportéru dostáva uľahčenou difúziou do bunkovej steny a následne do transportnej dráhy aktívnym transportom symportom s protónom. Alternatívou je symplastické nakladanie. Sacharóza po koncentračnom gradiente prechádza z produkčnej mezofylovej bunky plazmodezmami až do vodivého pletiva. Jednou z možností, ako zistiť spôsob nakladania sacharózy, je expresia enzýmu invertázy v bunkovej stene. Invertáza štiepi sacharózu na glukózu a fruktózu. Invertázu exprimujeme v ryži. Pracujeme s tromi líniami, ktoré exprimujú aktívnu invertázu – Y4, Y8 a Y12. Urobíme nasledovný experiment – budeme sledovať obsah škrobu v listoch na konci dňa (ED) a na konci noci (EN) pomocou kvantitatívnej analýzy a farbenia Lugolovým roztokom na konci noci.



Označte správne tvrdenia:

- A. Vo všetkých sledovaných líniách pozorujeme zvýšenú koncentráciu škrobu v listoch na konci dňa oproti kontrole.
- B. Výsledky kvantitatívnej analýzy a farbenia Lugolovým roztokom si vzájomne odporujú.
- C. Experiment naznačuje apoplastické nakladanie pri ryži.
- D. Vodivé pletivo, do ktorého je sacharóza nakladaná, sa nazýva xylém.

14. Listy na okraji a vo vnútri koruny stromu sa pomerne výrazne líšia morfológickou, anatomickou a fyziologickou konštitúciou. Označ správne tvrdenia:

- A. Zatižené listy sú relatívne menšie a hrubšie s viacerými vrstvami palisádových buniek.
- B. Listy na okraji koruny majú oproti vnútorným listom viac mezofylu.
- C. Listy na okraji koruny majú oproti vnútorným listom väčšiu denzitu a menšiu veľkosť prieduchov.
- D. Zatižené listy majú menšiu veľkosť listovej plochy vzhľadom k biomase listu.

15. Rozhodujúcim vonkajším faktorom pre fotoperiodickú indukciu kvitnutia je dĺžka dňa a noci v priebehu 24 hodinového cyklu. Fotoperiodický signál je teda hlavným prostriedkom synchronizácie reprodukčnej fázy rastlín so sezónnymi zmenami počasia a tým aj optimálneho využitia vegetačnej sezóny. Preto sa uplatňuje najmä pri rastlinách mierneho pásma a subtropov. V nižších zemepisných šírkach sú výkyvy v dĺžke dňa menšie, naopak vo veľmi vysokých zemepisných šírkach je vegetačná doba sama o sebe obmedzená dlho trvajúcimi mrazmi a rastliny tak musia využiť k reprodukcii krátke obdobie leta.

Označ správne tvrdenia:

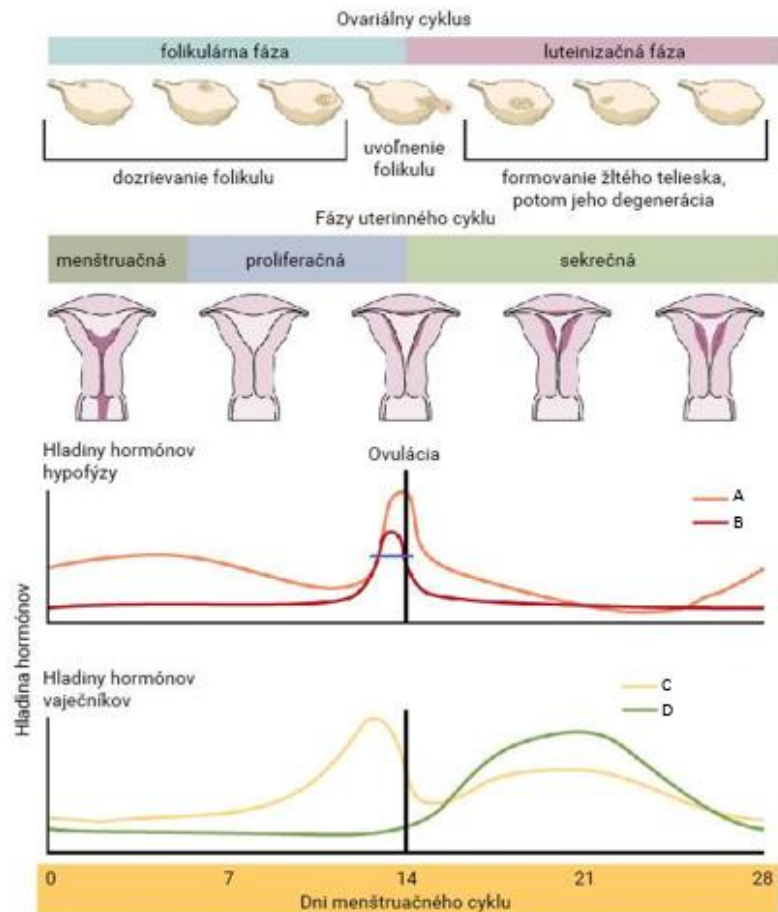
- A. Absolútne dlhodenné rastliny majú kritickú dĺžku dňa, pod ktorou už nie sú schopné kvitnúť, len stále rastú. Fakultatívne dlhodenné rastliny kvitnú v krátkom dni s oneskorením.
- B. Medzi krátkodenné rastliny patrí pšenica, žito, jačmeň, ovos, reďkovka, šalát, špenát siaty, tabak lesný či *Arabidopsis thaliana*.
- C. Medzi dlhodenné rastliny patrí kukurica, ryža, konope, bavlník, sója.
- D. Ak je kritická hodnota pre dlhodennú rastlinu 9 hodín svetla, kvitnutiu zabráni cyklus 14 hodín svetla/10 hodín tmy.

16. Ako sa nazýva nepôvodný druh rastliny, ktorý sa do miest súčasného výskytu dostal v období od počiatku neolitu do konca stredoveku (koniec 15. storočia)?

- A. archeofyt
- B. neofyt
- C. endemit
- D. glaciálny relikv

C. ANATÓMIA A FYZIOLOGIA ŽIVOČÍCHOV A ČLOVEKA, ETOLÓGIA

17. Na obrázku je znázornený ovariálny a uterinný cyklus ženy ovplyvnený štyrmi hormónmi, ktorých hladina v priebehu cyklu je zobrazená v spodných dvoch grafoch. Správne priradiť v odpovedovej tabuľke číslo hormónu ku písmenu v legende (napr. A-1, B-2)



Zdroj: <https://biopedia.sk/clovek/pohlavna-sustava-zeny>

1. progesterón
2. luteinizačný hormón
3. folikulostimulačný hormón
4. estradiol

18. pH krvi je veľmi prísne regulované v rozmedzí od 7,35-7,45 pre zachovanie správnej konformácie bielkovín. V prípade, že dôjde k narušeniu tejto regulácie, hovoríme o acidóze (vedie k zníženiu pH) či alkalóze (vedie k zvýšeniu pH). Na pH krvi vplýva dýchanie a metabolizmus. Na základe toho rozlišujeme 4 typy porúch: metabolickú acidózu, metabolickú alkalózu, respiračnú acidózu a respiračnú alkalózu. Respiračnú zložku posúdime stanovením množstva rozpusteného CO_2 (po rozpustení vzniká vo vode kyslé prostredie). Metabolickú zložku posúdime stanovením množstva HCO_3^- (zásadité prostredie).

V tabuľke 1 vidíte normálne hodnoty.

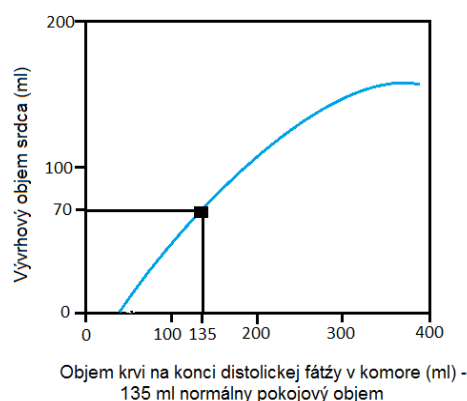
pH	7,35 – 7,45
HCO_3^-	22-26 mmol/l
CO_2	4,8-5,8 kPa

Akú poruchu má človek v tabuľke 2?

pH	7,30
HCO_3^-	31 mmol/l
CO_2	7,7 kPa

A. Nejde o poruchu, pH je takmer normálne.

- B. Na základe množstva HCO_3^- ide o metabolickú alkalózu.
 C. Na základe pH a množstva CO_2 ide o respiračnú alkalózu.
 D. Ide o respiračnú acidózu s metabolickou acidózou.
 E. Ide o respiračnú acidózu kompenzovanú metabolickou zložkou.
19. Cirkulačný šok je stav, keď srdce nie je schopné zabezpečiť dostatočný prísun krvi do orgánov, následkom čoho môže vzniknúť ich poškodenie. Jedným z dôvodov môže byť masívne krvácanie (tzv. hemoragický šok), pričom srdce je funkčné – v tele jednoducho nie je dosť krvi, ktorú by mohlo srdce prečerpať. Akým spôsobom sa snaží organizmus kompenzovať tento stav?
- A. Zníži sa krvný tlak a tepová frekvencia.
 B. Zníži sa krvný tlak, tepová frekvencia sa zvýši.
 C. Krvný tlak sa vplyvom periférnej vazokonstrikcie zvýši.
 D. Tieto zmeny sú regulované sympatikom.
 E. Tieto zmeny sú regulované parasympatikom.
20. Anafylaktická reakcia je proces, ktorý vedie k nadmernej aktivácii imunitného systému v reakcii na antigén, najčastejšie nejakú potravinu či liek. V prípade vystupňovanej reakcie môže ísť o život ohrozujúci stav. Počas anafylaktickej reakcie dochádza k vyplaveniu histamínu, vazodilatácii a prieniku tekutiny z ciev do tkanív (extravazácia tekutín). Ktoré tvrdenia sú pravdivé?
- A. Počas anafylaktickej reakcie dochádza vplyvom extravazácie tekutín k opuchom, ktoré môžu uzavrieť horné dýchacie cesty.
 B. Anafylaktická reakcia môže viesť k zlyhaniu obehu vplyvom nedostatočného relatívneho objemu krvi – tzv. anafylaktický šok.
 C. Rovnako, ako pri hemoragickom šoku, aj pri anafylaktickom šoku dochádza na periférii k vazokonstrikcii.
 D. Rovnako, ako pri hemoragickom šoku, aj pri anafylaktickom šoku dochádza na periférii k vazodilatácii.
 E. Rovnako, ako pri hemoragickom šoku, aj pri anafylaktickom šoku dochádza k poklesu tlaku a zvýšeniu tepovej frekvencie.
21. V srdcovom svale platí tzv. Frankov-Starlingov zákon (pozri graf), ktorý vychádza z vlastností srdcového svalu. Keď sa zvýši koncové diastolické plnenie komôr, predĺži sa aj sarkoméra, čo má za následok zvýšenie sily sťahu srdcového svalu. Jedným z dôsledkov vyplývajúcich z tohto zákona je, napr. aj to, že sa vyrovnáva sila kontrakcií pravej a ľavej komory. Na základe vyššie popísaných informácií a na základe grafu rozhodnite, ktoré tvrdenia sú správne.



- A. Tento mechanizmus ma adaptačnú funkciu napr. pri cvičení.
 B. Tento mechanizmus zvyšuje výdaj srdca pri zvýšenom žilovom návrate do srdca.
 C. Tento mechanizmus má dôležitú funkciu pri zranení keď sú straty krvi veľké, vtedy prispieva k tomu, že sa zvýši srdcová činnosť.
 D. Tento mechanizmus môže pomôcť zabezpečiť zásobenie vitálne dôležitých orgánov krvou v prípade, že pri zlyhaní srdca sa sťah srdcovej komory zníži čím na konci diastoly zostane väčší objem krvi v komore.
22. Mnohé poikilotermné živočíchy sú vystavené mrznúcemu prostrediu a musia sa s ním v rámci svojej fyziológie vyrovnáť tak, aby prežili. V evolúcii sa vyvinuli tri základné stratégie: (1) živočíchy produkujú tzv. antizamrzajúce proteíny ako napr. kostnaté ryby a hmyz (angl. antifreeze proteins), (2) živočíchy majú schopnosť podchladiť sa bez toho, aby zamrzli (napr. niektorý hmyz) a (3) živočíchy, ktoré sú odolné voči zamŕzaniu tým, že prežijú aj svoje zamrznutie. V prípade, že zamrzne obsah bunky, bývajú následky pre bunku fatálne. Ak nastáva zamŕzanie vody v medzibunkovom priestore, je to pre bunku dokonca výhodné. Aké následky pre bunku vznikajú pri zamŕzaní vody v medzibunkovom priestore? (Pripomeňte si pojmy difúzia a osmóza a zároveň uvážte, že ľad je vytvorený z čistej vody, bez iónov.)
- A. Po zamrznutí vody dôjde k zníženému osmotickému tlaku v okolí bunky, následkom čoho sa bunka scvrkne, pretože voda z nej preniká do okolitého tkaniva, následkom čoho sa zvýši koncentrácia solí v nej a je odolnejšia proti zamrznutiu.
 B. Po zamrznutí vody dôjde k zníženému osmotickému tlaku v okolí bunky, následkom čoho sa bunka zväčší, pretože voda preniká do nej, následkom čoho sa zvýši koncentrácia solí v jej okolí a okolie sa tak stáva odolnejšie proti zamrznutiu.
 C. Po zamrznutí vody dôjde k zvýšenému osmotickému tlaku v okolí bunky, následkom čoho sa bunka scvrkne, pretože voda z nej preniká do okolitého tkaniva, následkom čoho sa zvýši koncentrácia solí v nej a je odolnejšia proti zamrznutiu.
 D. Po zamrznutí vody dôjde k zvýšenému osmotickému tlaku v okolí bunky, následkom čoho sa bunka zväčší, pretože preniká do nej z okolitých tkanív, následkom čoho sa zníži koncentrácia solí v nej a je odolnejšia proti zamrznutiu.
23. Hormóny inzulín a glukagón sú produkované v podžalúdkovej žľaze (pankreas), orgáne, ktorý má úlohu aj pri trávení. Oba tieto hormóny sa podieľajú na udržiavaní správnej hodnoty glukózy (glykémie) v krvnej plazme. Inzulín vo všeobecnosti znižuje hladinu glukózy v krvi – má hypoglykemický účinok, kým glukagón má na hladinu glukózy opačný účinok. Tieto hormóny zároveň majú vplyv aj na metabolizmus tukov a sacharidov. Ktoré z nasledujúcich tvrdení **nie je/nie sú** pravdivé?
- A. Glukagón stimuluje rozklad glykogénu v pečeni.
 B. Inzulín stimuluje rozklad glykogénu v pečeni.
 C. Glukagón stimuluje rozklad tukov v tukových bunkách na mastné kyseliny a glycerol a výdaj týchto látok do krvného obehu.
 D. Inzulín stimuluje glukoneogénu v pečeni (tvorbu glukózy z nesacharidových látok, najčastejšie aminokyseliny a glycerol).
 E. Počas stresu (a cvičenia) je stimulované vylučovanie inzulínu.
24. Označ správne tvrdenia o apoptóze-programovanej bunkovej smrti:
- A. K apoptóze dochádza len v embryonálnom vývoji.
 B. Mechanizmy apoptózy sa uplatňujú po celý život organizmu.

- C. K apoptóze dochádza v procese starnutia.
- D. Apoptóza sa uplatňuje pri vzniku končatín.

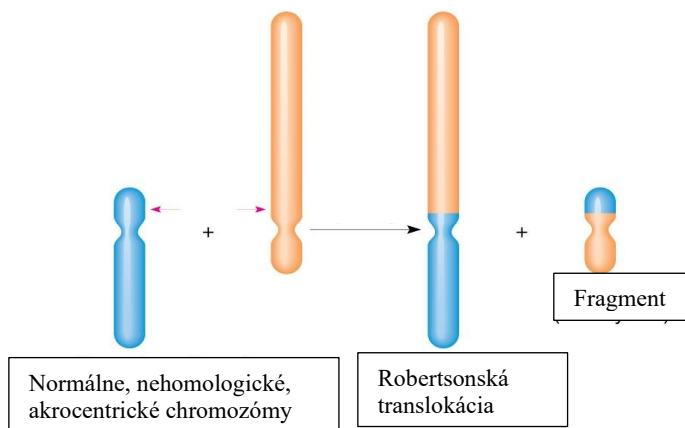
25. Hamilton vyjadril podmienku hodnotiacu výhodnosť účasti príbuzných na výchove potomstva výrazom $c < (r * b)$, kde r je koeficient genetickej príbuznosti, b vyjadruje zisk recipienta (prijímateľa) a c veľkosť výdajov, resp. stratu altruistu. Náklady a zisk sa merajú v počte potomkov jedného jedinca za jeho život.

Označ správne tvrdenia.

- A. Ak je $(rb - c) > 0$, je účasť na výchove potomstva príbuzných pre altruistu nevýhodná.
- B. S genealogickou vzdialenosťou stúpa r exponenciálne.
- C. Prírodný výber by uprednostnil altruistické správanie, keby zisk pre recipienta, znížený o koeficient príbuznosti, bol väčší ako výdaje altruistu.
- D. Prírodný výber uprednostňuje altruistické správanie skôr vtedy, keď je výhodné viac pre potomka, než pre súrodenca.

D. GENETIKA

26. Robertsonská translokácia označuje spojenie dvoch akrocentrických chromozómov pomocou ich centromér. Vzniká tak chromozóm s dvoma dlhými ramienkami, pričom krátke ramienka oboch chromozómov sa zvyčajne strácajú. Takto sa môže translokovať aj chromozóm 21 (ktorého trizómia spôsobuje Downov syndróm) na chromozóm 14. Jedinec s takýmto genotypom netrpí žiadnou chorobou (hovoríme o balansovanej Robertsonskej translokácii). Vďaka segregácii počas gametogenézy však môžu vznikať gaméty s nesprávnou genetickou výbavou. Predstavte si, že muž s balansovanou Robertsonskou translokáciou má dieťa so ženou s normálnym genotypom. Do odpovedového hárku zapíšte odpovede vo forme zlomku.



- A. Aká časť všetkých možných zygot bude mať trizómiu 21?
- B. Aká časť živo narodených detí bude mať Downov syndróm?

Pozn.: Počítajte s tým, že chromozóm vzniknutý Robertsonskou translokáciou je počas meiózy „homologický“ s chromozómom 14.

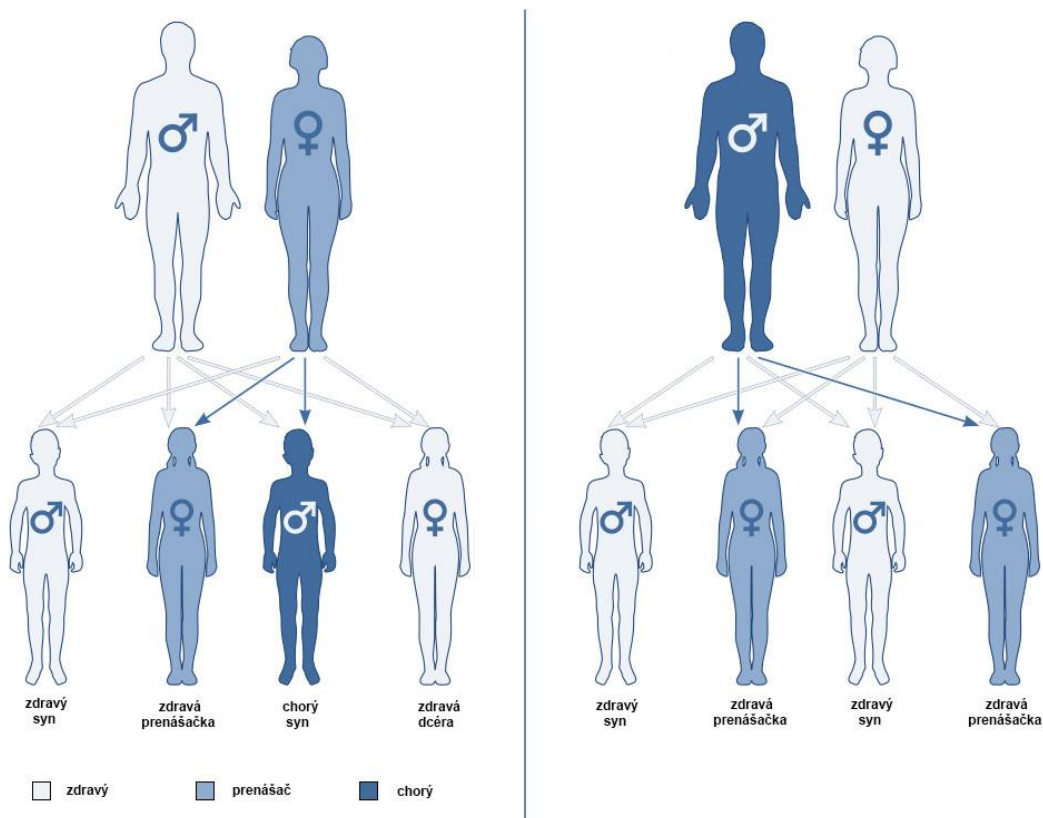
27. Predstavte si populáciu 10 000 ľudí v Hardyho-Weinbergovej rovnováhe. Viete, že 2500 ľudí má krvnú skupinu 0. Zároveň viete, že frekvencia alely I^A (alela pre krvnú skupinu A) je 0,15. Vypočítajte nasledujúce úlohy A-D a výsledok (číslo) zapíšte do odpovedového hárku. Pri číslach menších ako 1 zaokrúhľujte na 2 desatinné miesta. Pri číslach väčších ako 1 zaokrúhľujte na jednotky.

- A. Aká je frekvencia alely i (alely pre krvnú skupinu 0)?

- B. Aká je frekvencia alely I^B (alely pre krvnú skupinu B)?
- C. Koľko ľudí má krvnú skupinu A?
- D. Koľko ľudí má krvnú skupinu B?
- E. Koľko ľudí má krvnú skupinu AB?

28. 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 VIII. 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.

Na nasledujúcej schéme máte znázornenú dedičnosť hemofílie B u ľudí. Na základe týchto údajov zakrúžkujte, aký typ dedičnosti sa vzťahuje na toto ochorenie.



Hemofília B je:

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

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

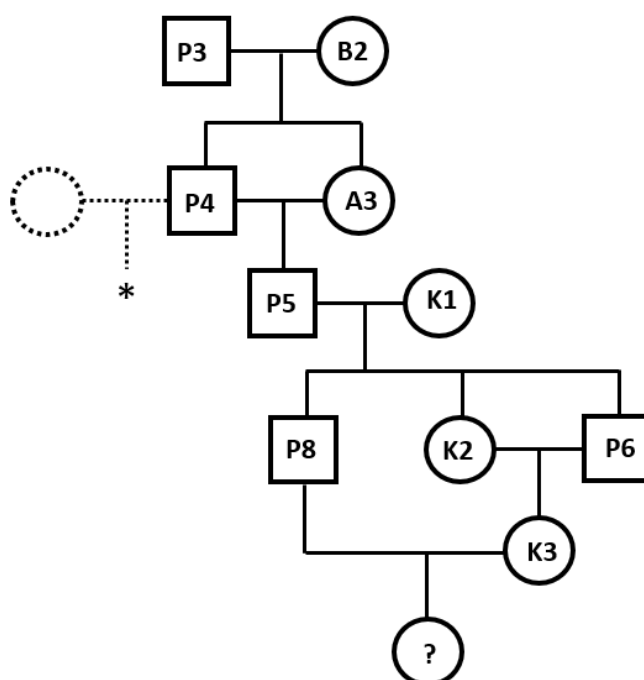
- A. Stabilizujú molekulu mRNA pred náhodnou deštrukciou.
- B. Kódujú proteíny schopné zabrániť infekciám baktériami.
- C. Zabraňujú mutáciám v ribozomálnych génoch.
- D. Inhibujú transláciu proteínov z niektorých génov.

30. 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 rezistencie nádoru na chemoterapiu.

- A. selekcia
- B. inbríding
- C. mutácie
- D. genetický drift
- E. medzidruhový prenos génov

31. Na obrázku vidíte časť rodokmeňa Egyptskej dynastie Ptolemaiovcov (príslušníci dynastie sú označení iniciálou mena: P = Ptolemaios, B = Berenika, A = Arsinoe, K = Kleopatra a poradovou číslovkou. Napr. P8 = Ptolemaios VIII.). V tejto kráľovskej rodine boli veľmi časté manželstvá aj medzi blízko príbuznými členmi.



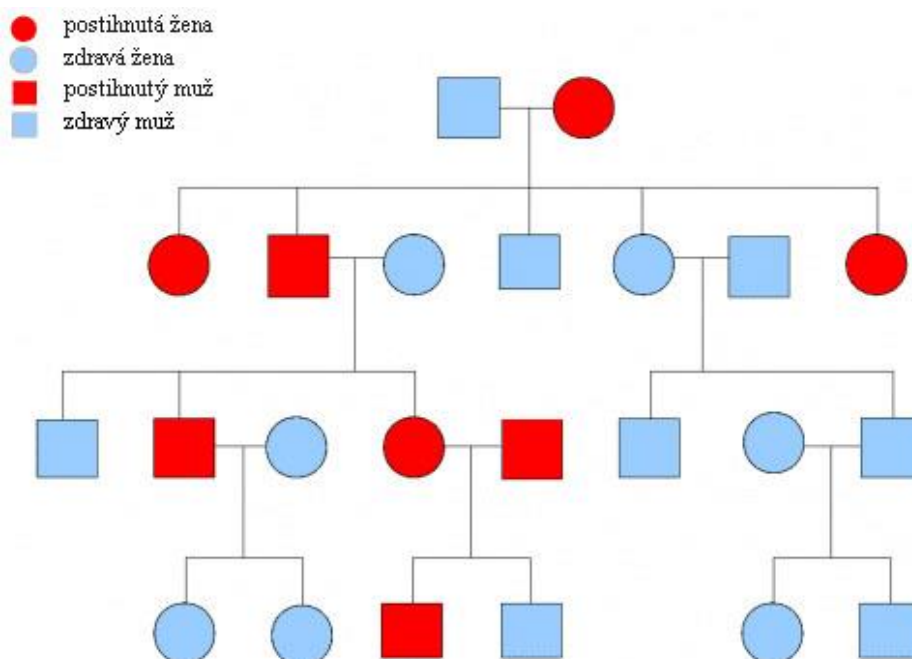
I. Predstavte si, že P3 trpí cystickou fibrózou, čo je monogénne podmienená a autozomálne recesívna choroba. Uvažujte, že cystická fibróza sa v štandardnej populácii vyskytuje s frekvenciou 1:2000 a tiež, že B2 je nositeľkou dvoch štandardných alel. Vypočítajte koľkokrát vyššie riziko má P5, že bude trpieť touto chorobou, v porovnaní s hypotetickým súrodencom (označený hviezdičkou), ktorého matka by bola náhodne vybraná zdravá žena zo štandardnej populácie. Výsledok uveďte zaokrúhlený na celé číslo

II. Ak je K1 prenášačkou hemofílie, pričom P5 aj P6 sú zdraví, aká je šanca, že dcéra P8 a K3 označená otáznikom, bude hemofilička (tj. recesívne homozygotná)? Výsledok uveďte ako zlomok v základnom tvare.

32. Dedivosť alebo heritabilita označuje, voľne povedané, mieru, do akej genetické faktory určujú rôznorodosť vo fenotype určitého znaku. Konkrétne, heritabilita v užšom zmysle (h^2) je definovaná ako podiel variancie aditívnych genetických faktorov na celkovej variancii vo fenotype ($h^2 = V_A/V_P$). Jeden zo spôsobov merania heritability je prostredníctvom umelej selekcie. Predpokladáte, že odozva na selekciu je priamo úmerná sile selekcie, pričom heritabilita v užšom význame je koeficient tejto úmernosti: $R = h^2S$. Sila selekcie označuje rozdiel medzi priemernou hodnotou znaku (napr. výškou v centimetroch alebo hmotnosťou plodov v gramoch) medzi skupinou jedincov vybraných ako rodičov nasledujúcej generácie (M_{Vyb}) a jedincov v celej populácii (M_{Pop}). Odozva na selekciu zas označuje o koľko sa zmení priemer hodnoty znaku po selekcii; platí teda $R = M_{Pot} - M_{Pop}$ kde M_{Pot} je priemer hodnoty znaku potomkov.

Vaším cieľom je zvýšiť zastúpenie tukov v zrne pričom viete, že dedivosť v užšom zmysle tohto znaku je $h^2 = 0.65$. Vypočítajte aký musí byť priemerný podiel tukov v zrne vybranej skupinky rodičov, ak chcete aby ich potomkovia ho mali v priemere 71,0 $\mu\text{g/g}$ a priemer v populácii je 60,5 $\mu\text{g/g}$. Výsledok zaokrúhlite na jedno desatinné miesto.

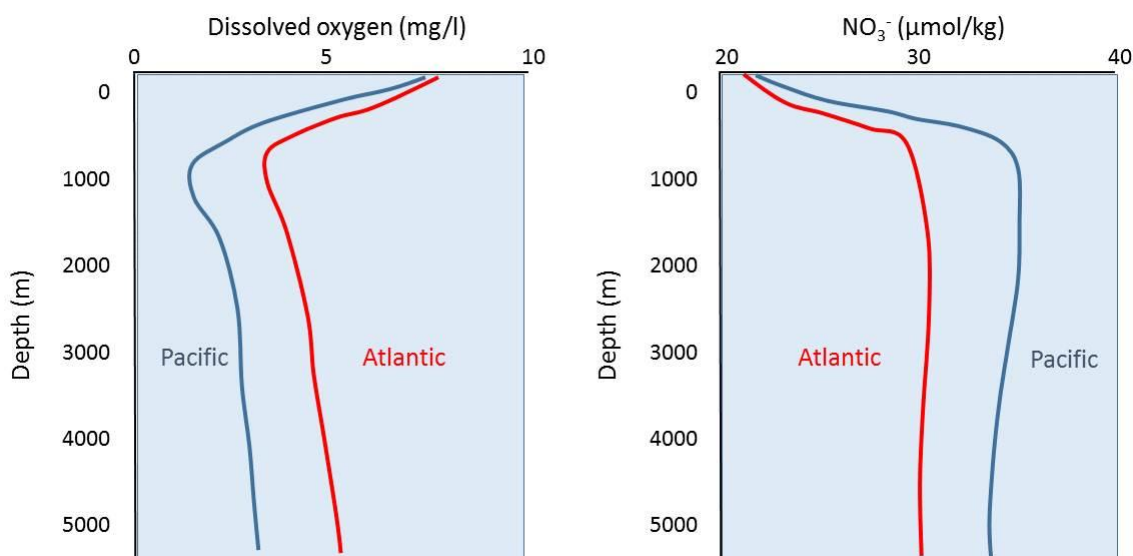
33. Hereditárna hemoragická teleangiectázia (HHT) je dedičná genetická porucha prejavujúca sa postihnutím ciev a intenzívnym krvácaním. Na obrázku máte rodokmeň rodiny postihnutej týmto ochorením. **Na základe rodokmeňa určte akým typom dedičnosti sa dedí HHT.**



- A. autozomálne dominantne
- B. autozomálne recesívne
- C. gonozomálne dominantne
- D. gonozomálne recesívne

E. EKOLÓGIA

34. Podľa schopnosti regulácie vlastnej telesnej teploty rozdeľujeme živočíchy na ektotermné a endotermné. Každá z týchto dvoch stratégií prináša výhody aj obmedzenia. Vyber správne tvrdenia:
- A. Endotermia umožňuje žiť dlhodobo aj v neproduktívnom prostredí.
 - B. Ektotermia je spojená s väčšou diverzitou tvaru tela a ekologických stratégií.
 - C. Endotermné živočíchy majú obmedzenú minimálnu veľkosť.
 - D. Ektotermné živočíchy sú schopné rýchlejšej reprodukcie a populačného rastu.
35. Na obrázku č. 1 vidíte znázornené množstvo rozpusteného kyslíka (vľavo) a dusičnanov (vpravo) v jednotlivých hĺbkach Atlantického (Atlantic) a Tichého (Pacific) oceánu. Na základe vašich vedomostí o rozpustnosti týchto látok vo vode a biologických procesoch, ktoré ich ovplyvňujú, vyberte správne tvrdenia:
- A. Voda v Atlantickom oceáne je všeobecne teplejšia ako v Tichom oceáne (Pacific).
 - B. Množstvo preniknutého slnečného žiarenia nemá vplyv na obsah kyslíka a živín v jednotlivých hĺbkach oceánu nemá vplyv.
 - C. Množstvo rozpustených vzdušných dusičnanov klesá so zvyšujúcou sa vzdialenosťou od hladiny.
 - D. Ani jedna možnosť nie je správna



Zdroj: https://rwu.pressbooks.pub/webboceanography/chapter/5-6-nitrogen-and-nutrients/?fbclid=IwAR1V8-S6Fw50QxKFoHXrIOUfB-Ty1ss7mEiDPLSYZANXjAvXOxTh70jf_wA

36. Pri živočíchoch, ktoré kolonizujú ostrov, často dôjde k výraznej zmene veľkosti tela. Môže pritom dôjsť jednak z zväčšeniu (ostrovný gigantizmus), ale aj k zmenšeniu veľkosti (ostrovný nanizmus). Za príčiny týchto fenoménov sa považuje napr. absencia predátorov, ale aj

obmedzené množstvo potravy, nedostatok pitnej vody či efektívnejšia termoregulácia. Z nasledujúcich možností vyberte skupiny organizmov, pri ktorých sa častejšie vyskytuje ostrovný gigantizmus.

- A. hlodavce
- B. holuby
- C. hrochy
- D. slony
- E. sovy

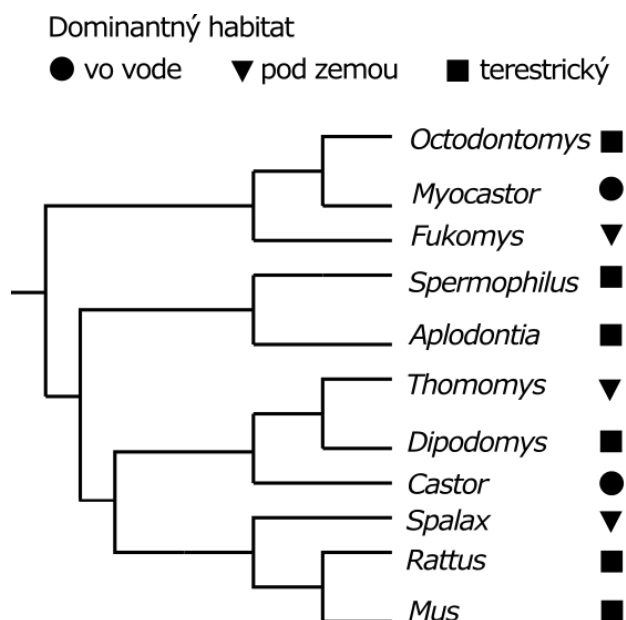
37. Alfa diverzita určitého územia môže byť zvyšovaná vplyvom:

- A. medzidruhovej konkurencie
- B. predácie
- C. disturbancie
- D. ani jednou z uvedených možností

F. EVOLÚCIA A SYSTEMATIKA

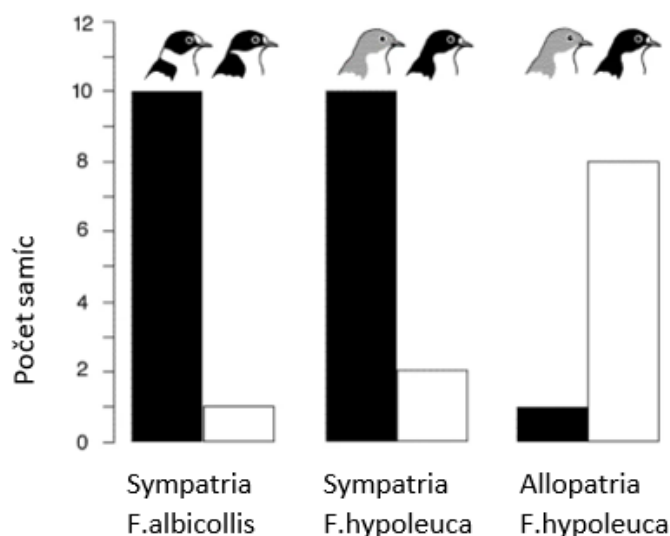
38. Nasledujúci fylogenetický strom zobrazuje príbuzenské vzťahy medzi vybranými rodmi hlodavcov. Pri jednotlivých taxónoch je zároveň vyznačený dominantný habitat ktorý osídľujú. Na základe princípu maximálnej parsimónie rozhodnite, ktoré z nasledujúcich tvrdení je/sú pravdivé.

- A. Spoločný predok rodov *Castor*, *Dipodomys* a *Thomomys* zrejme žil primárne pod zemou.
- B. Spoločný predok rodov *Castor*, *Dipodomys* a *Thomomys* zrejme osídľoval vodné prostredie.
- C. Hlodavce sa adaptovali na život vo vodnom prostredí minimálne 2x nezávisle od seba.
- D. Spoločný predok zobrazených rodov bol zrejme terestrický hlodavec.
- E. Hlodavce sa adaptovali na život v terestrickom prostredí minimálne 4x nezávisle od seba.



39. Muchárík čiernohlavý (*Ficedula hypoleuca*) sa svojim vzhľadom a sfarbením veľmi podobá na muchárika bieločrkého (*Ficedula albicollis*). Tieto dva druhy sa môžu medzi sebou krížiť, avšak ich heterogametické potomstvo je sterilné. V dôsledku toho sa začalo pri samcoch muchárika čiernohlavého objavovať v strednej Európe mdlé sfarbenie. Na obrázku je znázornené, aký typ samcov preferujú samice daného druhu v prípade prekrývania alebo neprekrývania areálov

oboch druhov. Označ správne tvrdenia, ktoré z tohto pozorovania vyplývajú.

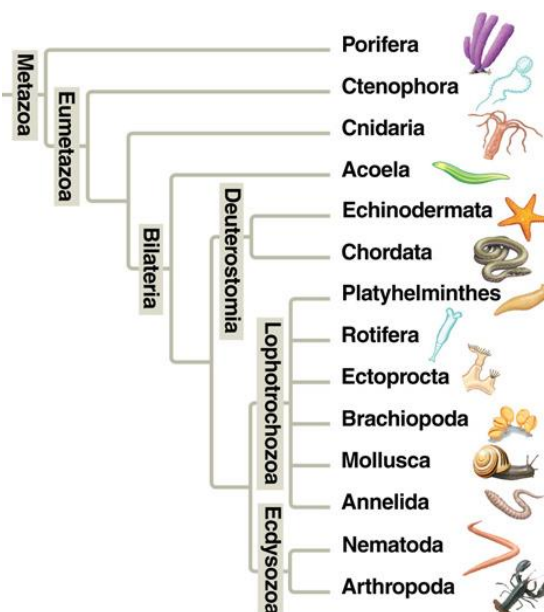


Zdroj: <https://www.nature.com/articles/42451>

- A. Mdlé sfarbenie samcov je výsledkom prírodného výberu.
- B. Pri muchárikoch došlo k posilneniu izolačných mechanizmov tým, že prezygotické mechanizmy viedli k selekcii vzniku postzygotických mechanizmov.
- C. V mieste prekryvu areálov oboch druhov samice muchárika bieločrkého preferujú mdlo sfarbené samce.
- D. Na území, kde nedochádza ku prekryvu areálov oboch druhov, samice muchárika bieločrkého preferujú čo najtmavšie sfarbené samce.

40. Na základe zobrazeného dendrogramu a vašich vedomostí, označte pri každom výroku, či je pravdivý (P) alebo nepravdivý (N):

- A. *Hydra* je príbuznejšia holotúriám než švehlám.
- B. Taxonomická skupina pozostávajúca z *Lophotrochozoa* okrem triedy *Gastropoda* by bola monofyletický taxón.
- C. Priechodná tráviaca sústava je výsada výhradne živočíchov s mezodermom.
- D. Strata totipotencie buniek v priebehu vývinu *C. elegans* nastáva neskôr, ako v prípade *Canis lupus*.
- E. *Porifera* nemôže byť použitá ako outgroup pri určovaní vzťahov v rámci *Bilateria*.



Odpověďová tabulka

Kód

	A	B	C	D	E	Body
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						
9.						
10.						
11.						
12.						
13.						
14.						
15.						
16.						
17.						
18.						
19.						
20.						
21.						
22.						
23.						
24.						
25.						
26.						
27.						
28.						
29.						
30.						
31.						
32.						
33.						
34.						
35.						
36.						
37.						
38.						
39.						
40.						
Spolu						

Autori: doc. Mgr. Miroslava Slaninová, PhD., Mgr. Zuzana Dzirbíková, PhD., Mgr. Tomáš Augustín, PhD., Mgr. Katarína Juríková, PhD., Mgr. Jaroslav Ferenc, PhD., Mgr. Lukáš Janošík, Ján Hunák, Dominik Kopčak, Bc. Veronika Kučminová, Tomáš Kompiš, Matúš Grieš

Recenzia: Mgr. Zuzana Dzirbíková, PhD.

Test zostavil: doc. Mgr. Miroslava Slaninová, PhD.

Redakčná úprava: doc. Mgr. Miroslava Slaninová, PhD.

Slovenská komisia Biologickej olympiády

Vydal: NIVAM Národný inštitút vzdelávania a mládeže, Bratislava 2023