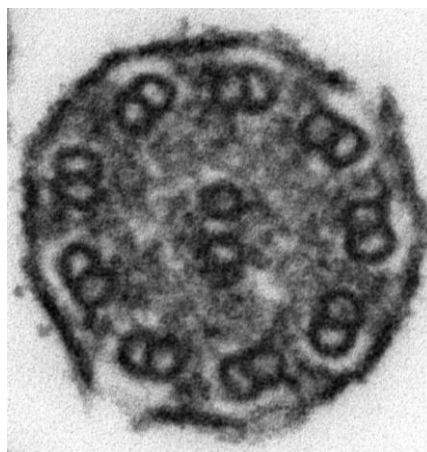


A. BUNKOVÁ BIOLÓGIA A MIKROBIOLÓGIA

1. Na obrázku vidíte snímku z elektrónového mikroskopu, na ktorej je prierez riasinky z bunky priedušnicového epitelu človeka. Ktoré z nasledujúcich organel majú rovnakú architektúru?

- A. brvy črievičky *Paramecium caudatum*
- B. bičík červenoočka *Euglena gracilis*
- C. bičík baktérie *Escherichia coli*
- D. centrioly v bunkách kvasinky *Saccharomyces cerevisiae*



2. Apoptóza, typ programovanej bunkovej smrti, je proces, pri ktorom bunka po zachytení vnútorných alebo vonkajších signálov odumiera. Ide o veľmi presne regulovaný proces, ktorý zabezpečuje nevyhnutné deje počas ontogenézy – napríklad odstránenie blán medzi prstami pri vývine ľudského plodu alebo odumretie chvosta žubrienky pri zmene na dospelú žabu. V apoptóze hrajú kľúčovú úlohu mnohé proteíny – u nematódy *Caenorhabditis elegans* sú to napríklad Ced-9, Ced-3 a Ced-4. V prípade absencie signálu, ktorý spúšťa apoptózu, je Ced-9 viazaný na vonkajšiu mitochondriálnu membránu a je aktívny – viaže proteín Ced-4 a tým ho inaktivuje. Po prijatí signálu spúšťajúceho apoptózu Ced-9 mení konformáciu, čo umožňuje uvoľnenie proteínu Ced-4, ktorý ďalej aktivuje kaspázu Ced-3. Ced-3 ďalej štiepi, a tým aktivuje ďalšie pro-apoptické proteíny, čím spúšťa apoptózu.

Ktoré z nasledujúcich tvrdení sú pravdivé?

- A. Mutácia v Ced-9, ktorá zabráni väzbe Ced-9 na Ced-4, spôsobí neschopnosť spustenia apoptózy v danej bunke.
- B. Mutácia v Ced-9, ktorá zabráni zmene jeho konformácie na inaktívnu, bude viesť k okamžitému spusteniu apoptózy v danej bunke.
- C. Zvýšené množstvo proteínu Ced-9 v bunke môže viesť k vyššej pravdepodobnosti spustenia apoptózy.
- D. Aktivácia proteínov Ced-3 a Ced-4 vedie k spusteniu programu apoptózy v bunke.
- E. Bunke, ktorej kompletne chýba proteín Ced-9, nedokáže spustiť program apoptózy.

3. Fagocytóza je jedným z obranných mechanizmov, ktorý slúži na pohltenie patogénnych baktérií bunkami imunitného systému. Fagocytóza je modifikovaná endocytóza, pri ktorej dochádza k obklopeniu patogénu a následnému spojeniu s lyzozómom, kde je patogénny obsah degradovaný. Vedecký tím sa snaží nájsť vhodnú liečbu proti bakteriálnemu kmeňu *Yersinia pestis*, ktorý je pôvodcom moru u ľudí. Pomocou liečiva X stimulujú fagocytárnu aktivitu makrofágov. Pár hodín po podaní liečiva X chorému pacientovi fluorescenčná mikroskopia

ukázala zvýšený výskyt baktérií *Yersinia pestis* vo fagolyzozónoch makrofágov, avšak progresia ochorenia sa u týchto pacientov zrýchlila. V čom môže byť neúspech daného liečiva?

- A. *Yersinia pestis* je intracelulárny patogén a vie prežiť aj po pohltení makrofágom.
- B. *Yersinia pestis* sa šíri v organizme pomocou fagocytózy makrofágmi.
- C. Liečivo X nie je schopné stimulovať fagocytárnu aktivitu makrofágov.
- D. Liečivo X stimuluje fagocytózu, avšak takáto modifikácia mení celý proces fagocytózy, v dôsledku čoho nie je baktéria uzavretá vo vnútri fagolyzozómu.

4. Mitochondria je organela eukaryotických organizmov typická svojou dvojitou fosfolipidovou membránou. Keďže vonkajšia membrána je vďaka porínom relatívne priepustná, do medzimembránového priestoru voľne difundujú menšie molekuly do 5 kDa. Väčšie molekuly sú prenášané pomocou proteínových transportérov. Vnútna membrána je nepriepustná a do vnútorného priestoru sú teda selektívne prenášané molekuly pomocou špecifických proteínových prenášačov. Označte správnu odpoveď/-e o mitochondriách.

- A. Koncentrácia malých molekúl v medzimembránovom priestore je rovnaká ako v cytosole
- B. Ak by enzýmy energetického metabolizmu neboli izolované vo vnútri mitochondrie, mohli by spôsobiť poškodenie bunky, prípadne apoptózu (bunkovú smrť)
- C. Vnútna membrána obsahuje proteíny umožňujúce elektrónový transport
- D. Väčšie zvrásnenie vnútornej membrány (tzv. kristy) je typické pre bunky s vyšším energetickým metabolizmom

5. Spárujte jednotlivé zložky bunkovej steny s jej funkciou (I.-IV. spárovať s A-D).

- A. Zložka zabraňujúca priepustnosti/pohybu vody
- B. Zložka zabezpečujúca štrukturálnu silu bunkovej steny
- C. Stabilizácia štruktúr v prostredí s vysokou koncentráciou Na^+
- D. Zložka umožňujúca spájanie buniek, zväčšovanie bunkovej steny ako aj rast samotnej rastliny

I. suberín (napr. v Casparyho pásikoch)

II. mureín

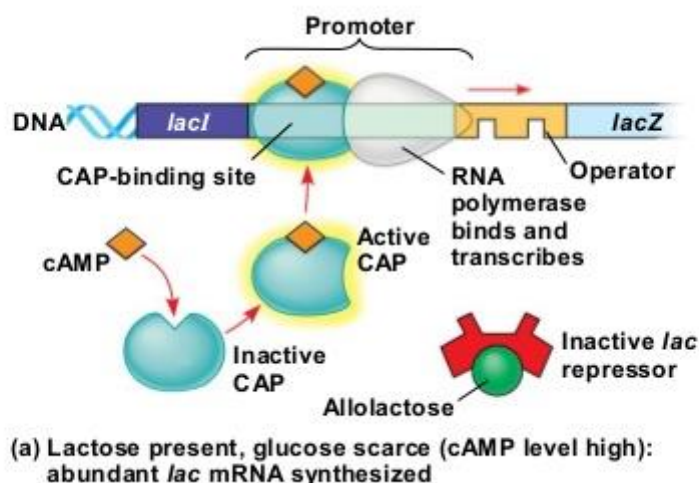
III. pektín

IV. kyslé aminokyseliny v bunkovej stene *Haloarcheónov*

6. Na schéme vidíte operón – jeden zo základných spôsobov regulácie exprese génov prokaryotickej bunky. Táto regulácia prebieha na úrovni transkripcie. Na sekvencii DNA tvoriacej operón nájdeme niekoľko miest nevyhnutných pre jeho funkciu: regulačný gén, ktorý je zodpovedný za tvorbu represoru, promótor – miesto na ktoré nasadá RNA polymeráza (a poprípadne induktor) a od ktorého sa začína translácia, operátor – miesto, kam sa viaže aktívny represor a samotné štrukturálne gény. Ako príklad sme vybrali lac operón (lac od anglického slova pre laktózu), ktorého schému vidíte na obrázku. Na základe uvedených informácií a vašich vedomostí určte, ktoré z nasledujúcich tvrdení sú správne:

- A. Lac operón je typický príklad negatívnej génovej regulácie, nakoľko represor v jeho aktívnej forme sa viaže na DNA v mieste operátora a bráni transkripcii.
- B. Lac operón je typický príklad pozitívnej génovej exprese, nakoľko tu nachádzame induktor, ktorý v jeho aktívnej forme napomáha väzbe RNA polymerázy na promótor.
- C. Lac operón je typický príklad negatívnej génovej regulácie, nakoľko tu nachádzame induktor, ktorý v jeho aktívnej forme napomáha väzbe RNA polymerázy na promótor.
- D. Lac operón je typický príklad pozitívnej génovej exprese, nakoľko represor v jeho aktívnej forme sa viaže na DNA v mieste operátora a bráni transkripcii.

E. V operóne sú jednotlivé gény kódujúce enzýmy určitej metabolickej dráhy radené za sebou a prepisujú sa na jednu molekulu mRNA.



7. Na obrázku vidíte malátaspartátový prenášač (shuttle) nachádzajúci sa v mitochondrii. Skladá sa z dvoch proteínových prenášačov. Prvý prenáša malát, ktorý sa mení na oxálacetát, následne na aspartát, ktorý sa prenáša cez druhý prenášač do cytosolu, opäť sa mení na oxálacetát a následne na malát. Prvý prenášač okrem malátu prenáša opačným smerom 2-oxoglutarát, ktorý sa mení na glutamát, prechádza 2. prenášačom do mitochondrie kde sa opäť mení na 2-oxoglutarát.

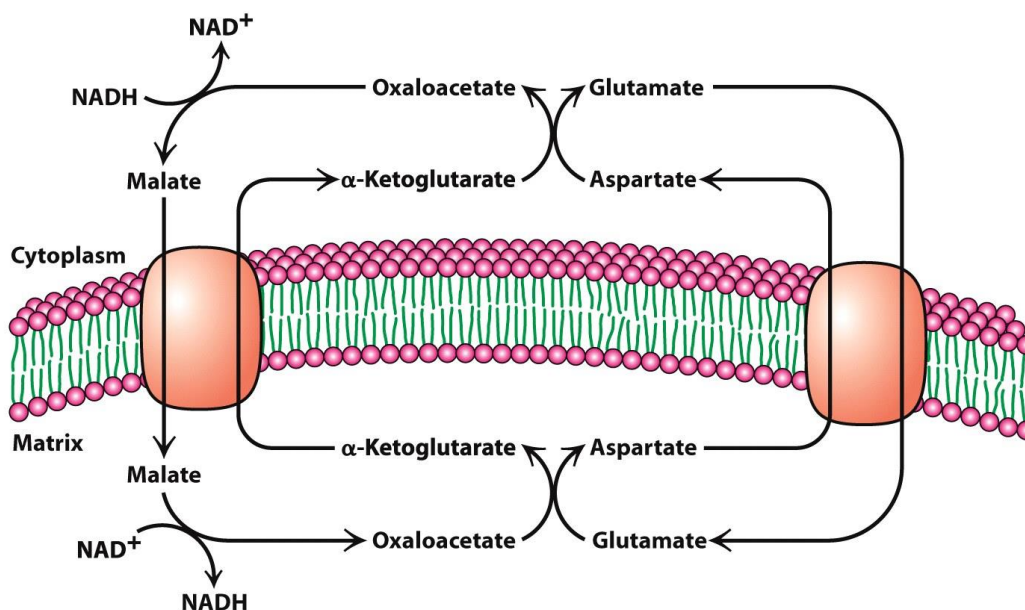


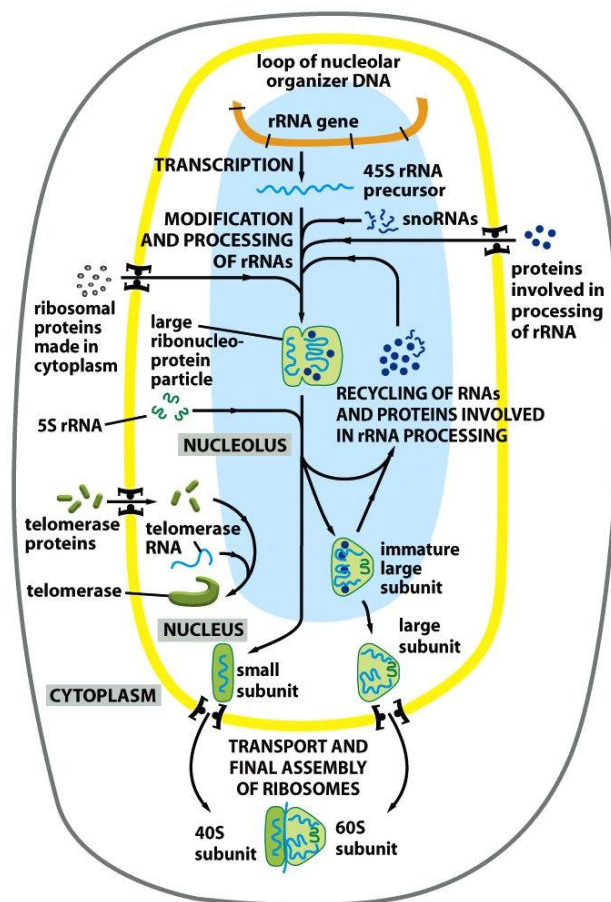
Figure 18.35
Biochemistry, Seventh Edition
© 2012 W. H. Freeman and Company

Vyberte správne tvrdenie/-ia:

- A. Tento prenášač slúži výhradne na prenos príslušných kyselín z a do mitochondrie.
- B. Tento prenášač pravdepodobne vznikol za účelom oxidácie cytosolového $\text{NADH} + \text{H}^+$ na NAD^+ , keďže vnútorná mitochondriálna membrána, ktorá je „bakteriálneho“ pôvodu, je pre $\text{NADH} + \text{H}^+$ nepriepustná.
- C. Oxálacetát a glutamát spolu nereagujú, ide len o ich symport (prenášanie látok tým istým smerom cez membránu po koncentračnom gradiente).
- D. Oxálacetát sa redukuje na malát, 2-oxoglutarát sa oxiduje na glutamát.
- E. Malát sa oxiduje na oxálacetát, ktorý sa transaminuje na aspartát reakciou s glutamátom.

8. Na obrázku vidíte dráhu, v ktorej sa tvoria určité častice hrajúce významnú rolu v genetike. V texte pod obrázkom je táto dráha popísaná. O výrokoch v nasledujúcom texte rozhodnite, či sú správne (1), alebo nesprávne (0); alebo vyberte jednu z ponúkaných možností (0)/(1).

Schéma znázorňuje **1)** syntézu ribozómov. Prvotným krokom je **2)** transkripcia(0)/translácia(1) génov pre **3)** mRNA (0)/rRNA(1). Tieto gény nájdeme na **4)** častiach chromozómov s názvom „organizátor jadierka“. Organizátory jadierka viacerých chromozómov **5)** tvoria zvyčajne jednu alebo dve štruktúry, ktoré nazývame jadierko. Následnými modifikáciami vytvorenej RNA vzniká veľká ribonukleoproteínová časť. **6)** Proteíny sú z tejto častice následnými úpravami odstránené, ribozóm je tvorený čisto len molekulami RNA. Pred transportom do cytosolu **7)** cez jadrové póry, **8)** sa ozštiepi táto časť na nám známu veľkú a malú podjednotku ribozómu a v týchto dvoch formách jadro opúšťa. **9)** v cytosole sa tieto podjednotky bezpodmienečne zaspoja. V prokaryotickej bunke prebieha tento proces **10)** rovnako, len sa netvoria 80S ale 70S ribozómy. 70S ribozómy **11)** nemajú malú podjednotku a **12)** skladajú sa z 3 typov RNA, zatiaľ čo 80S ribozómy zo 4.



Vyberte odpoveď, ktorá zodpovedá správnej kombinácii odpovedí pri jednotlivých výrokoch:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1
B	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0
C	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1
D	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1
E	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1

9. Rôzne druhy biologického pohybu sú závislé na bunkovom cytoskelete, ktorý tvoria mikrotubuly, mikrofilamenty a intermediárne filamenty. Ktorý z uvedených druhov pohybu nie je sprostredkovaný bunkovým cytoskeletom?

- A. Premiestňovanie mitochondrie z materskej bunky do dcérskej pri pučaní kvasiniek.
- B. Prechod sekretovaných proteínov endoplazmatickým retikulom v bunkách žliaz.
- C. Transport molekúl mRNA do rôznych častí bunky pri vytváraní bunkovej polarity.
- D. Pohyb bičíka u jednobunkovej riasy Červenoočka zeleného.

10. V súčasnosti sa stáva veľmi populárna molekulárna biológia za využitia technológie CRISPR-Cas9. Tá nám umožňuje „šiť DNA na mieru“, t.j. vystrihnúť alebo zmeniť špecifické časti DNA. Využíva sa pritom Cas9 nukleáza, ktorá je pomocou nami navrhutej *guide* RNA privolaná k cieľenej časti DNA a vystrihne ju. Týmto spôsobom sa môže realizovať úplne nový druh génovej terapie, pri ktorej sa môžeme vyhnúť nešpecifickým vedľajším efektom iných metód. Doteraz sa

väčšinou používala metóda RNA interferencie, pri ktorej ak sa chceme zbaviť škodlivého proteínu v bunke, bola cielene zničená jeho mRNA.

Prečo si myslíte že metóda CRISPR-Cas9 je omnoho lepšia ako RNA interferencia (RNAi):

- A. RNAi nám nepomôže zacieliť sa na proteíny s krátkym polčasom rozpadu
- B. RNAi nám nepomôže zacieliť sa na proteíny s dlhým polčasom rozpadu
- C. RNAi môže mať vedľajšie ciele (off-target effects)

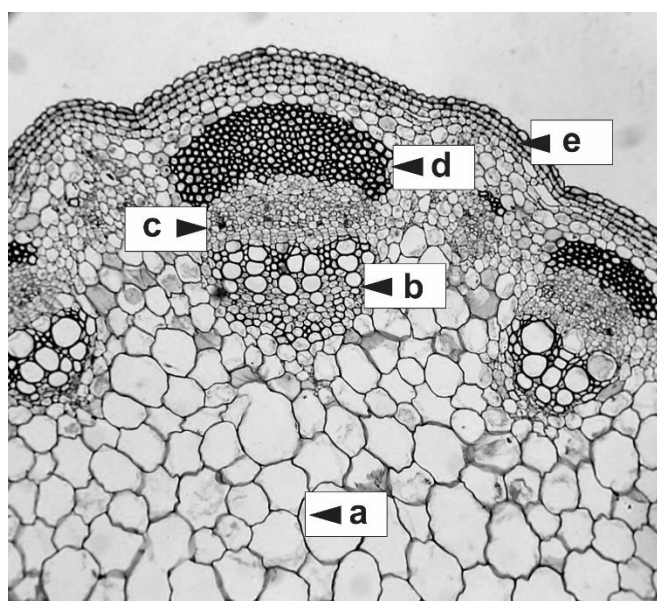
B. ANATÓMIA A FYZIOLOGIA RASTLÍN A HÚB

11. V nasledujúcej tabuľke sú uvedené koncentrácie rôznych látok v dvoch tekutinách získaných z ciev resp. sítkovíc lupiny (*Lupinus sp.*)

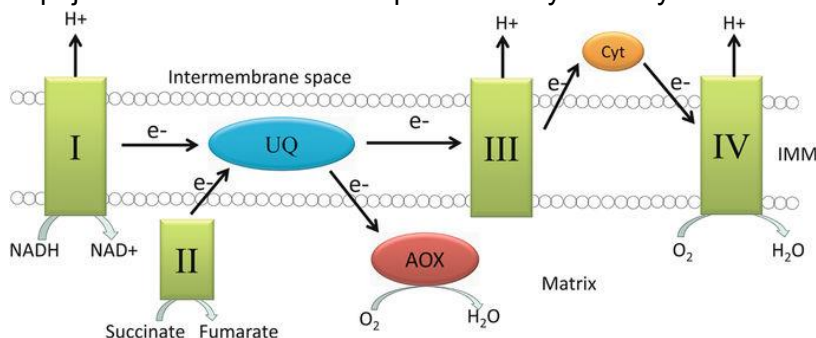
	Tekutina 1 (mM)	Tekutina 2 (mM)
sacharóza	0	652
celkové aminokyseliny	7.2	42
K ⁺	9	67
Mg ²⁺	0.7	3.4
Ca ²⁺	0.4	1.5

I. Označte, z ktorej štruktúry na obrázku bola získaná tekutina č.1

II. Označte štruktúru, z ktorej bola získaná tekutina č.2



12. Mitochondrie rastlín obsahujú tzv. alternatívne oxidázy (AOX), ktoré dokážu preniesť elektróny na kyslík priamo z ubiquinónu (UQ), pričom obe štandardnú cestu dýchacieho reťazca cez komplexy III a IV. Alternatívne oxidázy môžu byť využité napr. pri oxidačnom strese, keďže ich zapojením sa zníži množstvo produkovaných voľných radikálov.

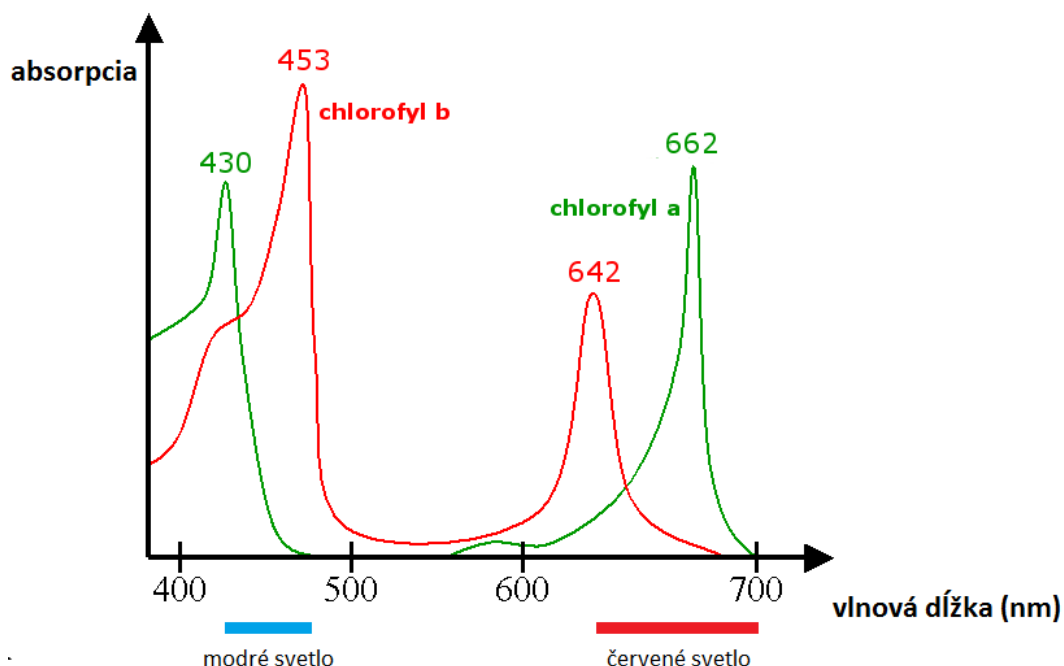


Doplňte v každej vete chýbajúci výraz (jedným slovom). Odpovede uveďte v odpovedovom hárku.

A. Zapojením alternatívnych oxidáz do dýchacieho reťazca sa v porovnaní so štandardnou cestou _____ množstvo produkovaného ATP.

B. Alternatívne oxidázy tiež využívajú rastliny, ktorých vegetatívne obdobie sa začína skoro na jar. Ich zapojením do dýchacieho reťazca totiž vzrastie produkcia _____.

13. U rastlín je primárnym zdrojom energie pre fotosyntézu svetlo absorbované molekulami zeleného farbiva chlorofylu, nachádzajúcimi sa v chloroplastoch. Maximálna možná miera absorpcie svetelného žiarenia je daná fyzikálnymi a chemickými vlastnosťami molekúl chlorofylu a tiež kvalitou (farbou) svetelného žiarenia, jeho intenzitou a časom pôsobenia. Na základe informácií o vzťahu medzi vlnovou dĺžkou svetla a mierou jeho absorpcie dvoma rôznymi typmi chlorofylov určte, ktoré z nasledujúcich tvrdení je/sú pravdivé.



A. Molekula chlorofylu B dokáže absorbovať viac svetla než molekula chlorofylu A, bez ohľadu na jeho kvalitu.

B. So zvyšujúcou sa vlnovou dĺžkou svetla dochádza k zväčšovaniu rozdielu medzi absorpčnými schopnosťami chlorofylu A a B.

C. Chlorofyl B absorbuje modré svetlo lepšie ako zelené.

D. Chlorofyl B je schopný absorbovať v podobnej miere modré aj červené svetlo, pričom v tomto ohľade je univerzálnejší než chlorofyl A.

14. Jedným z najznámejších a najnebezpečnejších rastlinných stresorov je oheň. Keďže rastliny nie sú schopné opustiť miesto, na ktorom rastú, jedinou možnosťou ako sa vysporiadať s hrozbou poškodenia ohňom sú špecifické evolučné adaptácie. U niektorých rastlín (voláme ich pyriscentné) je tento typ adaptácií taký rozvinutý, že ich semená nevyklíčia, pokiaľ nie sú aktivované ohňom alebo dymom. Ktoré z nasledujúcich tvrdení je možné považovať za hypotézu, vysvetľujúcu existenciu pyriscentných rastlín?

A. Keďže pri požiari sa telá rastlín, nachádzajúcich sa v danom prostredí premieňajú na jednoduché anorganické látky, oheň a dym sú signálom pre pyriscentné rastliny, že v okolí

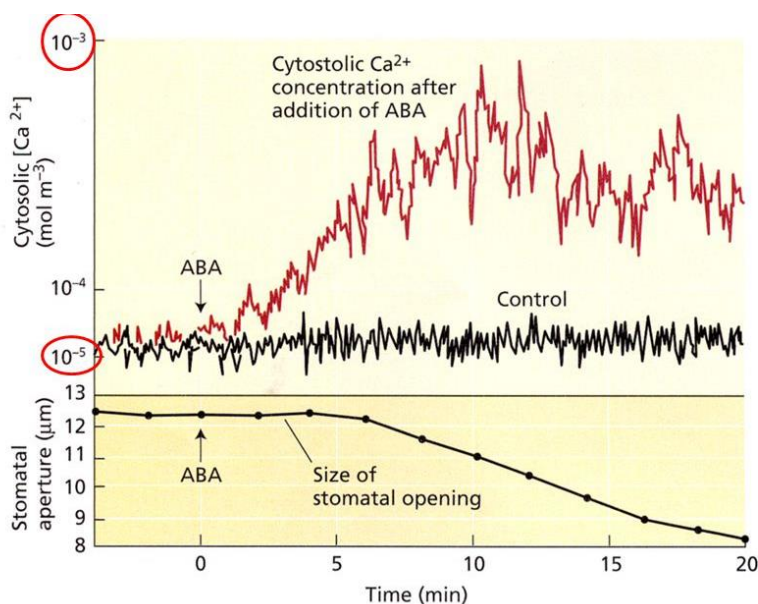
sa bude v najbližšej dobe nachádzať dostatok živín. Tieto rastliny potom spustia tvorbu semien, ktoré sú v pôde obohatenej o anorganické látky zvýhodnené v porovnaní so semenami nachádzajúcimi sa na iných miestach.

B. Pokiaľ v danom priestore vypukne požiar, všetky rastliny okrem pyriscentných sú zničené alebo poškodené, čo dáva tomuto typu rastlín väčší priestor a ľahší prístup k živinám, z čoho profitujú aj ich semená.

C. Jedná sa o vnútroduhový súboj medzi rôznymi semenami. Ak požiar zničí ostatné semená pyriscentných rastlín, semeno nachádzajúce sa na danom mieste ostáva bez konkurencie v podobe ostatných pyriscentných rastlín a môže pre svoj rast využívať väčšie množstvo zdrojov, ako v prípade, že by v jeho okolí klíčili ďalšie semená.

D. Pri požiari sú semená pyriscentných rastlín vo svojom obale aspoň čiastočne chránené pred poškodením, zatiaľ čo podstatná časť všetkých rastlín je požiarom zničená. Odstránenie ostatných rastlín, využívajúcich pôdne zdroje a slnečné žiarenie z okolia, je signálom pre semená pyriscentných rastlín, že po vyklíčení budú mať vo svojom okolí dostatok zdrojov pre rast a vývin.

15. Prieduchy sú póry v epidermis – regulujú výmenu vody a oxidu uhličitého medzi vnútorným prostredím a atmosférou. Keď je prieduch otvorený, vstupuje do pletív CO_2 potrebný pre fotosyntézu, na druhej strane dochádza k strate vody v procese transpirácie. V podmienkach sucha je zásadné, aby rastlina nestratila všetku vodu transpiráciou. To je možné vďaka fytohormónu – kyseline abscisovej (ABA). V bunkovej membráne sa nachádzajú napäťovo-riadené K^+ kanály (zmena napätia spôsobí ich otvorenie).



Na základe Vašich vedomostí o prieduchoch, informácií v zadaní a grafu označte správne tvrdenia:

- A. ABA spôsobuje zatváranie prieduchov
- B. koncentrácia Ca^{2+} v cytosole po pôsobení ABA narastá
- C. po pôsobení ABA dôjde k hyperpolarizácii membrány – to spôsobí otvorenie K^+ kanálov a ich odliv z bunky
- D. po pôsobení ABA dôjde k depolarizácii membrány – to spôsobí otvorenie K^+ kanálov a ich prílev do bunky

16. Ak pôsobíme na klíčiace rastliny *Arabidopsis* eténom, môžeme pozorovať, že stonka zhrubne, spomalí sa jej rast a vodorovne sa ohne (obrázok vpravo). Táto reakcia je pre klíčiacu dôležitá, pretože umožňuje obchádzať prekážky v pôde. Ak rastový vrchol mladšej rastlinky narazí na

prekážku, vplyvom mechanického stresu sa produkuje etén, ktorý zmení smer rastu a tým umožní vyhnúť sa prekážke.

Ak by ste experimentálne pripravovali mutantné rastliny s poruchami v syntéze/odpovedi na etén, môžete získať rôzne fenotypy – rastliny necitlivé na etén, rastliny s nadprodukciou eténu a rastliny, ktoré majú spustenú odpoveď na etén aj bez jeho prítomnosti. Aby ste tieto mutanty od seba odlišili, vystavili ste klíčiace rastlinky buď pôsobeniu eténu, inhibítoru syntézy eténu, alebo ste ich pestovali v štandardných podmienkach ako kontrolu. Tabuľka na obrázku vľavo sumarizuje výsledky vašich pokusov.

	kontrola	etén	inhibitor syntézy eténu
1			
2			
3			
4			

Na základe výsledkov experimentu priradte fenotypy 1 – 4 k možnostiam A – D (čísla vpište do odpovedovej tabuľky k príslušným písmenám)

- A. štandardný fenotyp (rastlina nemá zmenenú odpoveď na etén)
- B. mutant necitlivý na pôsobenie eténu
- C. mutant, ktorý má spustenú odpoveď na etén aj bez jeho prítomnosti
- D. mutant, ktorý produkuje nadmerné množstvá eténu

C. ANATÓMIA A FYZIOLOGIA ŽIVOČÍCHOV A ČLOVEKA, ETOLÓGIA

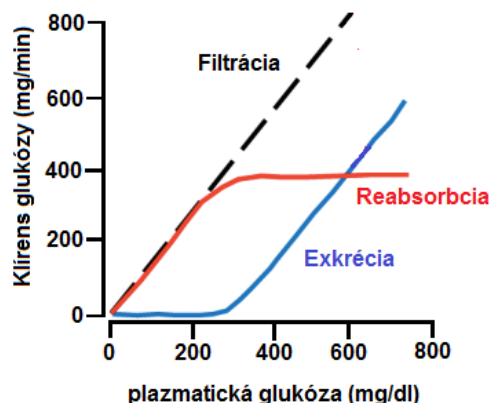
17. Ktoré z nasledujúcich dychových objemov nemožno odmerať spirometrom?

- A. respiračný objem
- B. mŕtvy priestor
- C. inspiračný rezervný objem
- D. expiračný rezervný objem
- E. reziduálny objem pľúc

18. Na obrázku nižšie je znázornený klírens glukózy v obličkách. Ktoré tvrdenie/tvrdenia o klírense glukózy je/sú nepravdivé?

- A. Glukóza je v glomerule spätne resorbovaná do hladiny približne 250 mg/dl v krvnej plazme, potom už resorbovaná nie je.

- B. Glukóza je v glomeruloch voľne filtrovaná bez ohľadu na jej koncentráciu v krvnej plazme.
 C. Glukóza sa v moči objaví ak je jej hladina vyššia ako 600 mg/dl.
 D. Glukóza sa v moči neobjavuje za žiadnych okolností.



19. Kyanid je veľmi účinný jed, ktorý podaný v dostatočnej dávke nalačno spôsobuje smrť v priebehu pár minút. Po požití sa kyanidový anión viaže na enzým cytochrómoxidázu c (označovaný aj ako aa₃) tak, že sa ireverzibilne viaže s atómom trojmocného železa. Ktoré z nasledujúcich dejov podľa vás nastanú? (Napíšte správne číslo I. /II. do odpovedového hárku.)

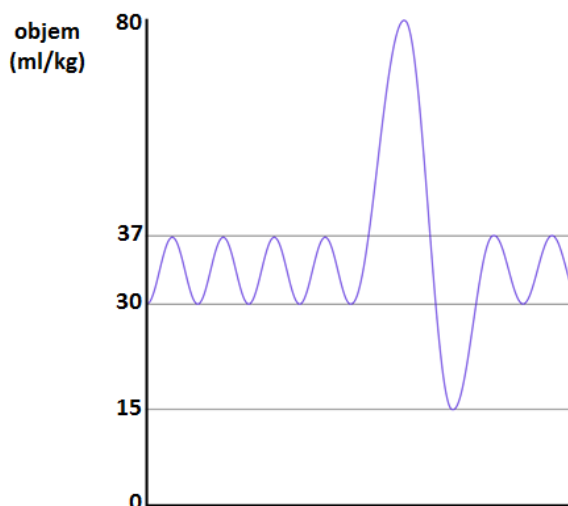
- A. I. Je blokovaný tok elektrónov z cytochrómu na kyslík.
 II. Je zrýchlený tok elektrónov z cytochrómu na kyslík.
 B. I. Rýchlo dochádza k bunkovej hypoxii.
 II. Rýchlo dochádza k bunkovej alkalóze.
 C. I. Rýchlo dochádza k paralýze dýchacích svalov.
 II. Najrýchlejšie sú postihnuté centrálna nervová sústava a srdce.

20. Ľudské oko je citlivé na svetlo vo vlnových dĺžkach od cca 400 nm-650 nm. Kratšie vlnové dĺžky (ultrafialové) alebo dlhšie (infračervené) nie sú pre ľudské oko viditeľné.

- A. Napíšte typ buniek v sietnici oka, ktoré sú zodpovedné za farebné vnímanie.
 B. Bunky citlivé na svetlo sa rozdeľujú do troch skupín, podľa toho na aký typ farby (resp. vlnovú dĺžku) sú citlivé. Vyberte správnu trojicu farieb, na ktoré sú svetlocitlivé bunky najvýmavnejšie.

1. fialová, biela, červená
2. hnedá, fialová, žltá
3. hnedá, fialová, zelená
4. fialová, zelená, červená
5. čierna, biela, žltá

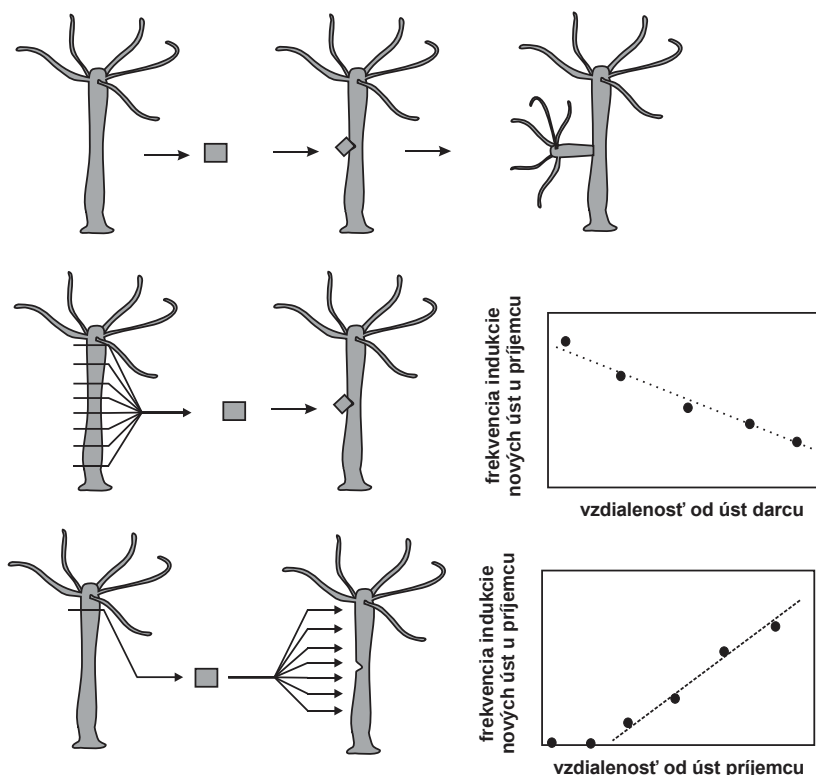
21. Priebeh dýchania človeka je možné zaznamenávať tzv. spirometrom. Spirometer je prístroj, ktorý meria objem vzduchu nachádzajúci sa v ľudských pľúcach v konkrétnom čase a jeho výstupom je graf, ktorý vidíte na obrázku. Na grafe vidíme výstup merania, pri ktorom sa testovaný jedinec najprv štyrikrát normálne nadýchol (po každom nádychu nasledoval normálny výdych), potom spravil jeden maximálny nádych nasledovaný maximálnym výdychom. Ďalej znovu dýchal normálne. Ktoré z nasledujúcich tvrdení vyplýva z uvedeného experimentu?



- A. Pri maximálnom nádychu je žena s hmotnosťou 50 kg schopná zväčšiť objem vzduchu vo svojich pľúcach o 4000 ml.
- B. Pri normálnom vydýchnutí ostane v ľudských pľúcach 15 ml vzduchu za každý kilogram hmotnosti človeka.
- C. V prípade muža s hmotnosťou 80 kg sa pri bežnom nádychu do jeho pľúc dostane 560 ml vzduchu.
- D. Človek, ktorý sa normálne nadýchne je schopný vydýchnuť 37 ml vzduchu za každý kilogram svojej hmotnosti.

22. Nezmar (*Hydra sp.*) je známy svojou vysokou schopnosťou regenerovať, čo okrem iného umožnilo biológom použiť ho ako model pre štúdium regulácie tzv. patterningu tj. rozmiestnenia rôznych štruktúr v telách organizmov. Okolo úst nezmaru je malá populácia buniek, ktoré fungujú ako tzv. organizátor, teda produkujú chemické signály, ktoré difúziou prechádzajú do tela a „informujú“ ostatné bunky. Jednou z takýchto látok je tzv. aktivátor, umožňujúci prijímajúcej bunke stať sa bunkou organizátora. Tento signál zároveň udržuje samotné bunky organizátora v tomto stave. Druhou látkou je inhibítor, ktorý zabraňuje zmene buniek na bunky organizátora. Inhibítor je veľmi dôležitý, aby sa zabránilo zmene príliš buniek na bunky organizátora. Je známe, že tkanivo jedného nezmaru transplantované druhému môže vyvolať vznik nových úst v tele darcu (viď obrázok hore), ak obsahuje viac aktivátora ako okolité darcovské tkanivo inhibítora. Zaujímalo vás s akou pravdepodobnosťou je možné vyvolať vznik nových úst v závislosti na obsahu týchto dvoch látok v tele nezmaru a preto ste urobili dva experimenty. V prvom z nich boli transplantované kúsky darcovského tkaniva z rôznej vzdialenosti od úst vždy do stredu tela darcu (obrázok v strede). V druhom experimente ste transplantovali vždy tkanivo z tesnej blízkosti úst do rôznych častí tela darcu (obrázok dole). V oboch prípadoch ste zistili u akej časti príjemcov vznikla nová hlava na mieste transplantátu – výsledky vidíte pri príslušných obrázkoch. Ktoré z nasledujúcich možností môžete na základe výsledkov týchto experimentov označiť za nepravdivé.

- A. Najviac aktivátora sa nachádza v blízkosti úst nezmaru.
- B. Najmenšia koncentrácia inhibítora je v blízkosti úst nezmaru.
- C. Najviac inhibítora sa nachádza v blízkosti úst nezmaru.
- D. Najmenšia koncentrácia aktivátora je v blízkosti úst nezmaru.
- E. Množstvo inhibítora sa pozdĺž tela nezmaru nemení



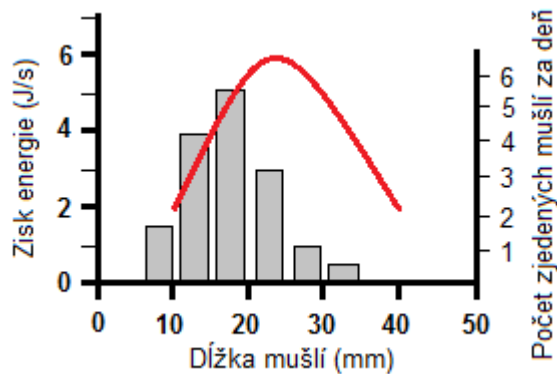
23. Existujú rôzne etologické testy na určenie rôznych typov správania. Laboratórne etologické testy zvyčajne prebiehajú v umelo vytvorenom prostredí za prísnetanovených podmieok. K popisu etologických testov priradte vlastnosť, ktorá sa podľa Vás pomocou nich skúma.

- A. Test núteného plávania (Porsoltov test) – je test prevádzaný vo vysokej nádobe cylindrického tvaru. Vnútri nádoby je toľko vody, aby potkan nedočiahol na dno. Do nádoby sa vloží potkan a sleduje sa ako dlho mu trvá kým prestane plávať.
- B. Test sacharózovej preferencie – potkan má na výber medzi nápojmi – fľaša s čistou vodou a fľaša v ktorej je sladká voda ochutená sacharózou. Sleduje sa, aké množstvo sladkej a neochutenej vody potkan vypije.
- C. Test vo vyvýšenom bludisku tvaru plus. Potkan je postavený na vyvýšenú konštrukciu v tvare plus (do jej centrálnej časti), ktorá má dve protiahle ramená kryté a dve ramená otvorené. Sleduje sa ako dlho sa potkan zdržiava v otvorených a zatvorených ramenách, prípadne v centrálnej časti.
- D. Morrisove vodné bludisko. Ide o veľkú kruhovú nádobu naplnenú vodou. Na okraji bludiska sú umiestnené značky tak aby ich potkan videl. Pod vodou (tak aby potkan nevidel) je ukrytý ostrovček na ktorom si môže oddýchnuť. V opakovanom teste sa sleduje ako rýchlo je zviera schopné tento ostrovček nájsť.

- I. Anxieta (úzkosť)
- II. Pamäť a priestorová orientácia
- III. Anhedonizmus – neschopnosť prežívať radostné pocity/depresii podobné správanie
- IV. Depresii podobné správanie

24. Pri skúmaní toho, aké mušle preferujú kraby pri konzumovaní potravy vedci zistili že kraby preferujú mušle, ktorých veľkosť je tesne pod najvyšším možným očakávaným energetickým ziskom. Zároveň zistili, že veľkosť preferovaných mušlí sa priamo úmerne menila s veľkosťou

kraba. Aké je vysvetlenie/vysvetlenia tohto správania? (červená čiara v grafe predstavuje krivku očakávaného energetického zisku)



- A. Kraby nedokážu rozlúsknuť väčšie mušle.
- B. Kraby na rozlúsknutie väčších mušlí musia použiť väčšiu silu, čím sa znižuje energetický zisk z väčšej mušle.
- C. Pri lúskaní väčšej mušle sa krabovi môžu nadmerne opotrebovať klepetá, čo by mohlo mať vplyv jeho životaschopnosť a tým aj dĺžku života.
- D. Kraby nie sú schopné uloviť väčšie mušle.
- E. Väčšie mušle žijú vo väčších hĺbkach v mori, kde sa už krabi prakticky nepotápajú.

25. Výrobcovia hračiek pre deti ich často dizajnujú tak, že hračky majú niekoľko črt: proporcionálne veľká hlava v porovnaní s telom, proporcionálne veľké čelo v porovnaní s ostatkom tváre, ktoré je zároveň vypuklé, veľké oči pod strednou líniou hlavy, krátke končatiny, zaoblené telo, okrúhle vystupujúce líca, mäkký povrch tela. Ktoej schéme navrhnutej Lorenzom zodpovedajú tieto črty? Aké pocity majú tieto črty vyvolávať? Odpoveď napíšte do odpovedového hárku.

- A. Ide o príklad imprintingu, kde črty majú vyvolávať ľahké zapamätanie mláďat matkami.
- B. Ide o schému, ktorá sa osvedčila pri učení mláďat a ich vzájomnom rozpoznávaní v sociálnej skupine.
- C. Ide o detskú schému (schému mláďat), ktorá má vyvolávať pozitívne a ochranárske reakcie.
- D. Ide o náhodu, jednoducho takto robené hračky sa dobre predávajú.

D. GENETIKA

26. Chovateľ pracuje s novým druhom juhoamerického papagája. Štandardne je perie papagája sfarbené na zeleno, čo je podmienené dominantnou alelou **A** génu kódujúceho enzým produkujúci zelený pigment. Jeho menej častá recesívna alela **a** podmieňuje žlté sfarbenie tohto pigmentu. Po viacerých líniiach kríženia sa mu podarilo získať papagája, ktorý má žlté zafarbenie avšak v rôznych odtieňoch po celom tele. Molekulárnou analýzou sa zistilo, že je tento papagáj heterozygotný pre gén **B**, pričom jedna z jeho alieli je mutovaná, čo spôsobilo tieňovanie pigmentu (alela **b**). Gén **B** kóduje enzým, ktorý produkuje medziprodukt pre žltý alebo zelený pigment. Jeho mutovaná (defektná) verzia ovplyvňuje produkciu pigmentu zastavením tvorby medziproduktu. Tieňovaný žltý papagáj má teda genotyp **aaBb**, kým netieňovaný **aaBB**. Na základe týchto zistení odpovedzte na nasledujúcu otázku. Chovateľ sa pokúšal získať žltého papagája, ktorý by mal obidve mutované alely pre gén **B** (**bb**) a bude úplne bez pigmentu. Za

týmto účelom krížil žltých tieňovaných papagájov (*aaBb*), avšak v F1 generácií nezískal ani jedného bez pigmentu, ktorý by mal genotyp *aabb*. Fenotypové štiepne pomery F1 generácie boli nasledovné : 12 žltých, 25 žltých tieňovaných. Ako si vysvetľujete fakt, že v F1 generácii nezískal ani jedného mutovaného homozygota *bb*?

27. Sledujete frekvenciu mutácií u baktérie *Escherichia coli*. Gén **X** zabezpečuje rezistenciu baktérie na antibiotikum, avšak baktérie s funkčným génom **X** nie sú schopné rásť v prostredí s laktózou. Naopak baktérie s mutantným génom **X** sú citlivé na antibiotikum, ale schopné rásť na médiu s laktózou. Sledujete frekvenciu spontánnych mutácií na tomto gène. Spontánne mutácie sú výsledkom chýb pri prepise DNA počas mitotického delenia. Pripravili ste si dva experimenty. (štandardné médium, je také na ktorom rastú divé aj mutantné kmene)

Experiment 1: Baktérie s funkčným génom **X** naočkujete do štandardného média s antibiotikom. Necháte rásť do vysokej optickej denzity. Potom preočkujete na agarózové platne s laktózovým médiom (bez antibiotika). Po narastení spočítate mutantné kolónie.

Experiment 2: Baktérie s funkčným génom **X** naočkujete do štandardného média bez antibiotika. Necháte rásť do vysokej optickej denzity (rovnaká ako v experimente 1). Potom preočkujete na agarózové platne s laktózovým médiom (bez antibiotika). Po narastení spočítate mutantné kolónie.

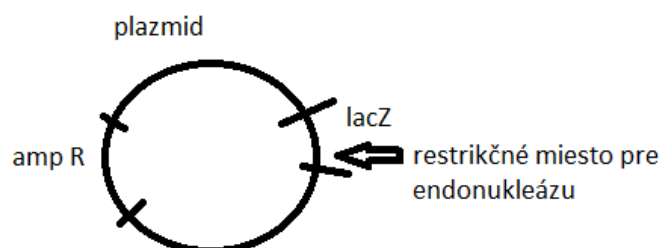
Pri ktorom experimente by ste očakávali približne rovnaký počet mutantov na platniach a v ktorom bude počet variabilný? Vysvetlite.

28. Regulácia génovej expresie zahŕňa viacero mechanizmov, pomocou ktorých bunka reguluje množstvo vznikajúcich génových produktov. Označte mechanizmy, ktorými bunka ovplyvňuje génovú expresiu.

- A. metylácia DNA
- B. regulácia aktivity DNA polymerázy
- C. Cieľené poškodenie DNA a následná zámena nukleotidov, ktoré vyústi do zmeny kondenzácie chromatinu.
- D. zmena kondenzácie chromatinu

29. TATA box je označenie evolučne konzervovanej sekvencie u väčšiny eukaryotov, ktorá slúži ako začiatok procesu transkripcie. Práve v mieste TATA boxu dochádza k rozpletienu dvojzávitnice DNA a následnému naviazaniu RNA polymerázy. Názov TATA boxu je odvodený od vysokého výskytu tymínu a adenínu v tejto sekvencii. Aký je dôvod vysokého výskytu AT párov namiesto GC párov v TATA boxe?

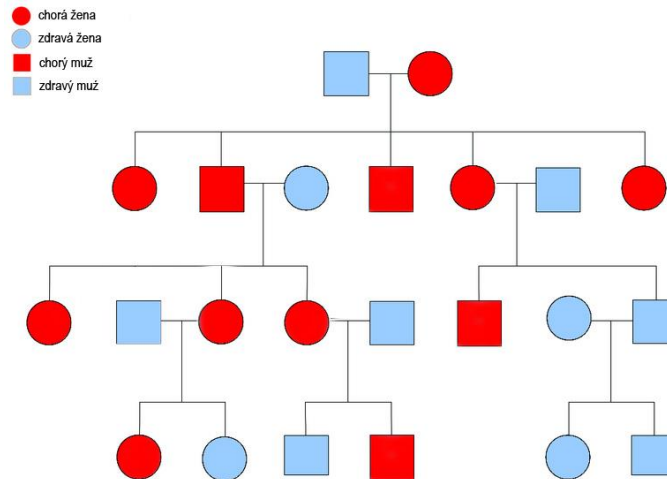
30. Predstavte si, že vedci objavili nový gén zodpovedný za vznik rakoviny. Za predpokladu, že tento gén chceme ďalej študovať, využijeme klonovanie do rekombinantného DNA vektoru v *E. coli*. DNA so sledovaným génom poštiepime restriktčnou endonukleázou a tou istou endonukleázou štiepime plazmid. Fragmenty DNA zmiešame s plazmidom. Po aplikácii ligázy tento plazmid transformujeme do lacZ- baktérií.



Aké médium by sme použili na **rozpoznanie** transformovaných baktérií?

- A. LB + agar
- B. LB + agar + ampicilín
- C. LB + agar + Xgal
- D. LB + agar + ampicilín + Xgal

31. Aký typ dedičnosti je zobrazený v rodokmeni (autozomálna/gonozomálna, dominantná/recesívna)?

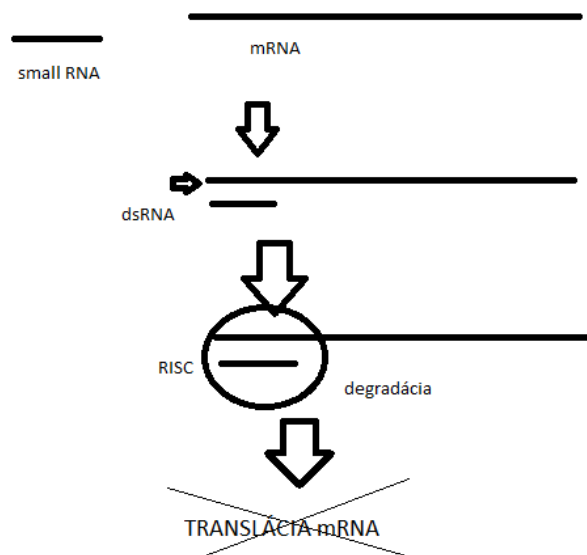


32. Krvná skupina Rh negatív (Rh⁻) je recesívne podmienený znak. Podiel Rh⁻ ľudí v slovenskej populácii je približne 16 %, pričom Rh pozitívnych ľudí s heterozygotným genotypom na Rh lokuse je 48 %. Je slovenská populácia v Hardy-Weinbergovej rovnováhe vzhľadom na Rh lokus?

- A. áno, pretože frekvencie jednotlivých genotypov je možné vypočítať z Hardy-Weinbergovho vzorca na základe frekvencie zastúpenia aliel
- B. áno, pretože frekvencia recesívnych homozygotov je priamoúmerná frekvencii heterozygotov
- C. nie, pretože frekvencie jednotlivých genotypov nie je možné vypočítať z Hardy-Weinbergovho vzorca na základe frekvencie zastúpenia aliel
- D. nie, pretože frekvenciu heterozygotov nie je možné určiť z frekvencie recesívnych homozygotov
- E. nie je to možné určiť, pretože nepoznáme vplyvy pôsobiace na populáciu, ktoré môžu Hardy-Weinbergovu rovnováhu narúšať

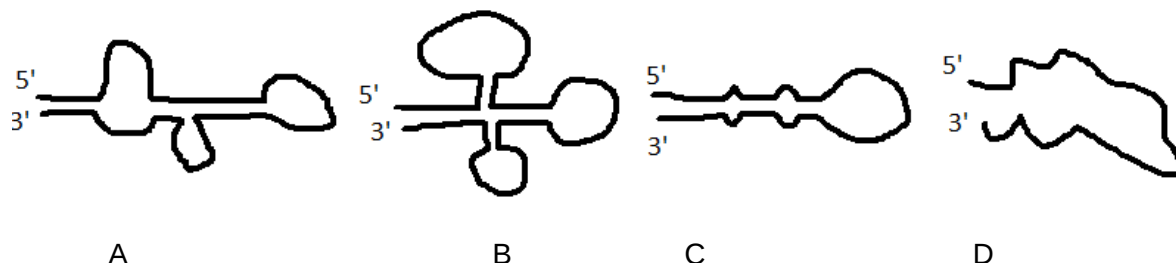
33. RNA silencing je významný mechanizmus, pomocou ktorého sa reguluje expresia génov. Využíva krátke, tzv. small RNA molekuly komplementárne k RNA niektorých dôležitých génov. Komplementaritou týchto dvoch RNA molekúl vznikne dsRNA, ktorá je rozpoznaná RISC komplexom a ten danú RNA degraduje. Tým pádom sa zamedzí translácii prepísanej DNA a dochádza k regulácii génovej expresie na úrovni RNA.

Tento efekt sa dá doceliť umelo, pomocou tzv. microRNA z DNA vnesenej do bunky. V nasledujúcom experimente sa do bunky



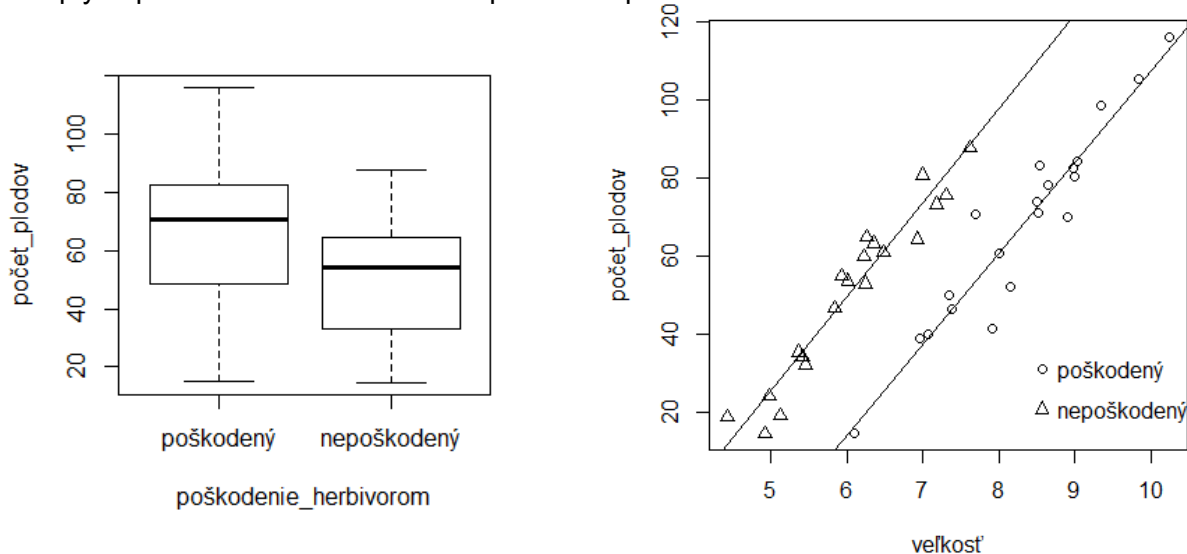
vniesla nasledujúca sekvencia DNA (ďalej konštrukt):

5' ATTCACCCTGGATGTTCTCTTCACTGTGGGATGAGGTAGTAGGTTGTATAGTTTTAGGGTCA
CACCCACCACTGGGAGATAACTATACAATCTACTGTCTTTTCCTAACGTGATAGAAAAG 3'
Ktorú z nasledujúcich sekundárnych štruktúr vytvorila **RNA** z vneseného DNA konštraktu?



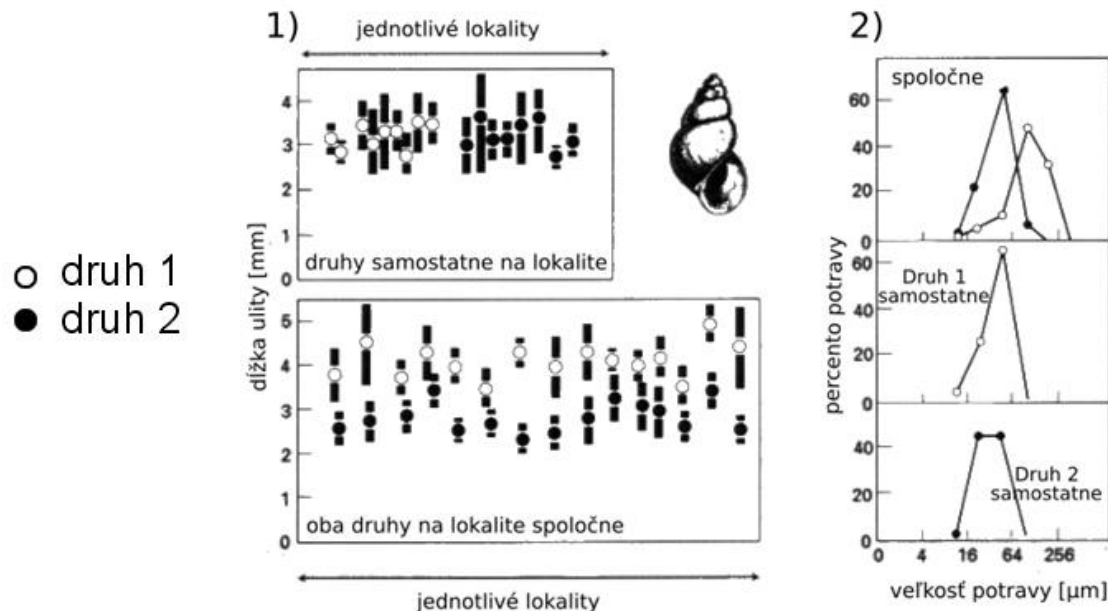
E. EKOLOGIA

34. U niektorých rastlín bol dokázaný pozitívny vplyv poškodenia herbivorom na produkciu plodov. Príčinou môže byť napríklad to, že po odstránení hlavného rastového vrcholu sa rastlina viac rozvetví a následne vyprodukuje viac kvetov a následne aj plodov. Dva grafy, ktoré vidíte nižšie zobrazujú vplyv poškodenia na druh *Ipomopsis aggregata*. V druhom grafe je pritom zobrazený aj vzťah veľkosti rastliny s predchádzajúcimi dvoma premennými. Čo môžeme tvrdiť o vplyve poškodenia herbivorom na produkciu plodov u tohto konkrétneho druhu?



- A. Poškodené rastliny produkujú vždy priemerne vyšší počet plodov, než rastliny nepoškodené. Pastva má teda aj u tohto druhu pozitívny efekt na produkciu semien.
- B. Vyšší počet plodov u poškodených rastlín je len dôsledok toho, že si herbivor preferenčne vyberal väčšie rastliny. V skutočnosti mohlo mať poškodenie negatívny vplyv na produkciu plodov.
- C. Rovnako veľká poškodená rastlina vyprodukuje taký istý počet plodov, ako rastlina ktorá nebola poškodená pastvou. U tohto druhu nie je pozorovateľný žiadny efekt pastvy na počet plodov.
- D. *Ipomopsis aggregata* láka herbivorov väčším počtom plodov. Herbivory totiž fungujú aj ako disperzory semien a tento druh sa ich takto snaží prilákať.
- E. Z prvého grafu vyplýva, že poškodené rastliny produkujú menší počet plodov. Poškodenie pastvou má teda u tohto druhu negatívny vplyv na produkciu semien.

35. Ekologická nika vyjadruje pozíciu a postavenie organizmu v ekologickom systéme. V porovnaní s teoretickou (potenciálnou) nikou je skutočná (realizovaná) nika, ktorú daný druh reálne osídľuje, často oveľa užšie limitovaná, čo súvisí s mnohými faktormi v prostredí, napr. s konkurenciou. Na grafoch nižšie je znázornené, ako sa mení veľkosť ulít a potravných častíc u dvoch druhov vodných slimákov v závislosti na tom či sa na lokalite vyskytujú spoločne alebo samostatne. Rozhodnite, ktoré z nasledujúcich tvrdení je/sú pravdivé.



- A. Pri spoločnom výskyte slimákov na jednej lokalite sa oba druhy rozrôznia vo veľkosti. Veľkosť potravy ktorú konzumujú sa ale nezmení.
- B. Druh 2 pri spoločnom výskyte začne preferovať väčšiu potravu a aj jeho ulita dosahuje väčšie rozmery.
- C. Druh 1 pri spoločnom výskyte začne preferovať väčšiu potravu a aj jeho ulita dosahuje väčšie rozmery.
- D. Druh 2 pri spoločnom výskyte začne preferovať menšiu potravu a aj jeho ulita dosahuje menšie rozmery.
- E. Na lokalitách kde sa druhy nevyskytujú spoločne dosahujú oba druhy takmer rovnakú veľkosť a aj preferujú podobne veľkú potravu.

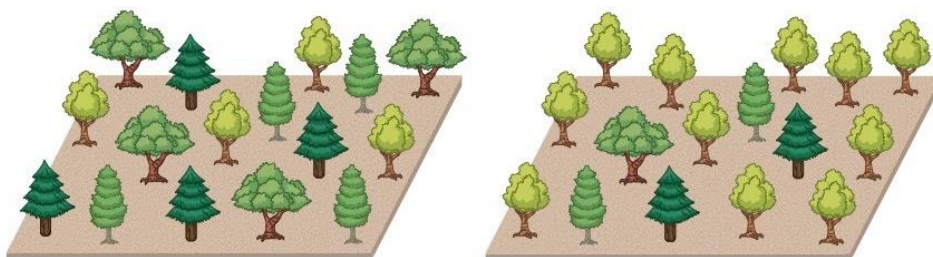
36. Druhovú bohatstvo je počet druhov v určitom spoločenstve. Ak však spočítame iba počet druhov v spoločenstve, neberieme do úvahy dôležitý aspekt štruktúry spoločenstva – niektoré druhy sú hojné a iné vzácne. Informáciu o druhovom bohatstve a vyrovnanosti v počte jedincov pripadajúcich na každý druh v sebe kombinujú indexy diverzity. V tejto úlohe máte možnosť si spočítať Shannonov index diverzity a porovnať dve spoločenstvá (A, B).

Shannonov index vypočítate ako: $H = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$

P je relatívna početnosť druhu (dominancia v intervale 0 - 1) v spoločenstve, násobok $P \cdot \ln P$ je potrebné spočítať pre každý druh osobitne a tieto hodnoty následne sčítať. S je počet druhov v súbore. Čím je Shannonov index vyšší, tým väčšiu diverzitu má spoločenstvo.

A

B

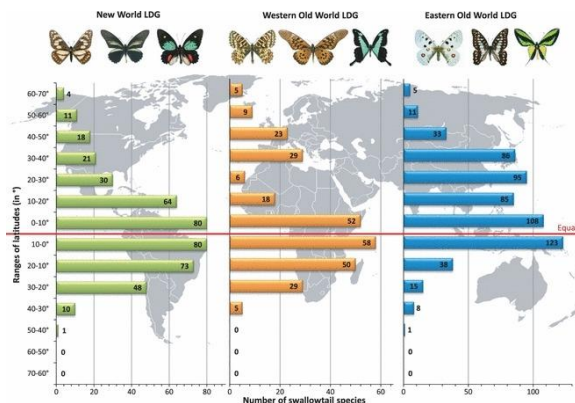
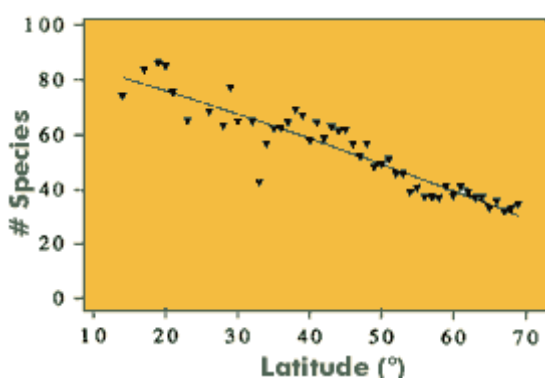


I. Vypočítajte Shannonov index diverzity pre spoločenstvo A a pre spoločenstvo B. Výsledok zaokrúhlite na 2 desatinné miesta.

II. Označte správne tvrdenia:

- A. druhové bohatstvo spoločenstva A a B je rovnaké
- B. spoločenstvo B je rozmanitejšie (má väčšiu diverzitu) ako A
- C. Shannonov index môže nadobúdať aj nulovú hodnotu
- D. ani jedno z tvrdení nie je pravdivé

37. Na Zemi pozorujeme gradient diverzity po zemepisnej šírke (v ekvivalentných ekosystémoch). Na grafe vľavo vidíme závislosť počtu druhov cicavcov (species) na zemepisnej šírke (latitude) a na pravom obrázku vidíme závislosť počtu druhov motýľov na zemepisnej šírke vyjadrenú na mape.



I. Označte správne tvrdenia:

- A. latitudinálny gradient diverzity nie je univerzálny – pozorovania u cicavcov odporujú pozorovaniám u motýľov
- B. počet druhov sa so zvyšujúcou sa zemepisnou šírkou zvyšuje
- C. druhovo najbohatšie sú oblasti okolo rovníka
- D. výsledky naznačujú, že počet druhov nie je závislý na zemepisnej šírke

II. Označte formulácie, ktoré by mohli sledovaný jav vysvetľovať:

- A. vyššia intenzita predácie a vyššia špecializovanosť predátorov v tródoch
- B. vyššia produktivita v tródoch
- C. tropické oblasti sú menej sezónne – môžu vzniknúť druhy so širšími nikami
- D. ani jedna z uvedených

F. EVOLÚCIA A SYSTEMATIKA

38. Metódy biosystematiky môžu využiť aj kriminalisti. Na chvíľu sa zahráte na detektíva. Vyšetrujete znásilnenie, pri ktorom došlo k prenosu vírusu HIV. Odoberiete krvné vzorky obeť, dvoch podozrivých a krv pacienta s AIDS, ktorý s prípadom nemal nič spoločné. Izolujete RNA genóm vírusu HIV, vytvoríte DNA kópiu, ktorú osekvenujete.

Sekvence sú:

	1	2	6	11	16	21	26	
Pacient		A	AGCT	TCATA	GGAGC		AACCA	TTCTAATAAT
Podozrivý 1	A	AGCT	TCACC		GGCGC		AGTTATCCTC	ATAAT
Podozrivý 2	G	TGCT	TCACC		GACGC		AGTTG	TCCTT ATAAT
Obet'	G	TGCT	TCACC		GACGC		AGTTG	CCCTC ATGAT

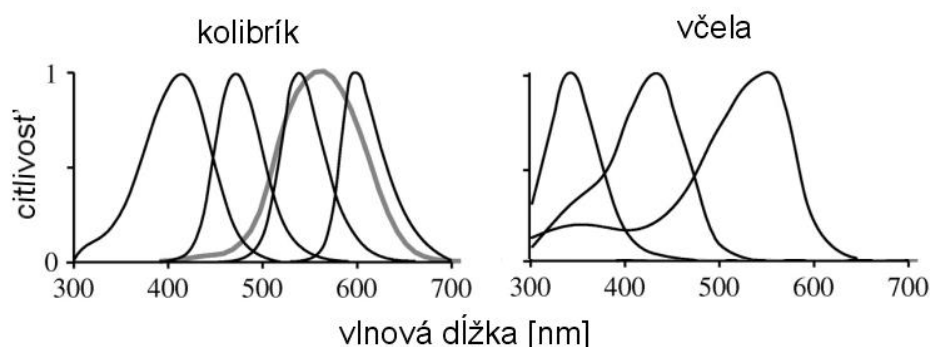
Označte správne tvrdenie/a:

- A. Sekvencia u obete sa nezhoduje ani so sekvenciou u podozrivého 1 ani so sekvenciou u podozrivého 2 – to značí, že z tohto činu podozrievame nesprávnych – obaja sú pravdepodobne nevinní
- B. Pacient nakazený vírusom HIV v našom experimente je outgroup
- C. Sekvencia u obete sa nezhoduje so sekvenciou u páchatel'a, lebo evolúcia u HIV vírusu prebieha rapídne – od prenosu došlo k zmenám v sekvencii páchatel'a aj obete
- D. Páchatel'om je s veľkou pravdepodobnosťou podozrivý 2
- E. Páchatel'om je s veľkou pravdepodobnosťou podozrivý 1

39. Veľké množstvo húb sa množí prevažne nepohlavne a meióza u nich skoro úplne chýba. Istou náhradou sexuálneho cyklu je parasexuálny proces, pri ktorom dochádza k splynutiu dvoch rôznych haploidných hýf. Vznikne pritom diploidná hýfa v ktorej dochádza pri delení k mitotickej rekombinácii. Zároveň však postupne dochádza k strate chromozómov a haplodizácii. Ktoré z nasledujúcich tvrdení o tomto mechanizme je/sú pravdivé?

- A. Parasexuálny proces sa môže vyskytovať iba u druhov so spermáciami, t.j. špecializovanými jednobunkovými útvarmi na to určenými.
- B. Dôsledkom postupnej straty chromozómov môže byť aj relatívne veľký rozptyl vo veľkosti jadier známy u niektorých druhov húb.
- C. Parasexuálny proces do istej miery umožňuje tok genetickej informácie aj u druhov s vzácnou meiózou.
- D. K parasexuálnemu procesu nedochádza u vreckovýtrusných húb, ktoré nemajú haploidné mycélium.

40. Jednotlivé skupiny živočíchov sa od seba často výrazne odlišujú v spektre svetla, na ktoré sú ich oči citlivé. Na základe priložených grafov vyberte z nasledujúcich možností pravdivé tvrdenie/a.



- A. Kolibrík má podobne ako väčšina vtákov aj fotoreceptor citlivý v UV oblasti spektra. Umožňuje mu to lepšie sa orientovať v hustom lesnom poraste.
- B. Včela má aj receptor citlivý v UV oblasti. Je tak schopná na kvetoch rozlíšiť navádzacie škvrny, ktoré sú napríklad pre človeka neviditeľné.

- C. Kolibrík je schopný vnímať červenú farbu. Kvetý ktoré obvykle opelňuje sú tak na rozdiel od entomogamných kvetov často červené.
- D. Rastliny nedokážu syntetizovať intenzívne červené pigmenty, včela preto zrejme stratila receptor citlivý na túto časť spektra.
- E. Včela nie je schopná vnímať modrú farbu, opelňuje tak predovšetkým bielo a žlté sfarbené kvety. Jedná sa zrejme o dôsledok špecializácie modrých kvetov na nočné motýle.

Autori: doc. Mgr. Miroslava Slaninová, PhD., Mgr. Zuzana Dzirbíková, PhD., Mgr. Tomáš Augustín, PhD., Mgr. Katarína Juríková, Mgr. Jaroslav Ferenc, Lukáš Janošík, Ján Hunák, Oliver Pitoňák
Recenzia: Mgr. Zuzana Dzirbíková, PhD., prof. RNDr. Peter Fedor, PhD. Mgr. Eliška Mašírová
Test zostavil: doc. Mgr. Miroslava Slaninová, PhD.
Redakčná úprava: doc. Mgr. Miroslava Slaninová, PhD.
Slovenská komisia Biologickej olympiády
Vydal: IUVENTA Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2018

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						