

**Državno tekmovanje iz znanja biologije
za Proteusovo nagrado**

3. in 4. letnik srednje šole

Šolsko leto 2008/09, 21. marec 2009

Splošna navodila

V okvirček na oba lista ocenjevalne pole nalepi nalepko s šifro. Tretjo nalepko z imenom odnesi domov.

Na mizi razen pisal ne smeš imeti nobenih drugih pripomočkov.

Če naloge rešiš pred iztekom časa za reševanje, počakaj na svojem mestu do konca tekmovanja.

Ko nadzorna oseba oznani konec časa za reševanje nalog, takoj odloži pisalo, ocenjevalno polo položi na rob klopi in na svojem mestu tiho počakaj, da nadzorna oseba pobere vse pole.

Navodila za reševanje nalog

Čas za branje: 5 minut.

Čas reševanja: 90 minut.

Skupno število točk: 60.

Točkovanje nalog: Pravilni odgovor: 1 točka.

Nepravilni odgovor pri nalogah izbirnega tipa: - 0,25 točke.

Nepravilni odgovor pri nalogah odprtega tipa: 0 točk.

Izpolnjevanje ocenjevalne pole:

Svoje odgovore na vprašanja označi z obkroževanjem ustreznih črk na **ocenjevalni poli**. **Pri ocenjevanju se upoštevajo samo odgovori na ocenjevalni poli.**

Za pisalo lahko uporabljaš le **kemični svinčnik ali nalivno pero, ki ne piše rdeče**. Če se zmotiš, prečrtaj napačni odgovor in jasno označi, kateri odgovor je pravilen. Brisalca ni dovoljeno uporabljati. Če ocenjevalec ne bo mogel razbrati, kateri odgovor je na ocenjevalni poli označen kot pravilen, za odgovor ne boš dobil/-a nobene točke.

Po poli z vprašanji lahko poljubno pišeš in rišeš in jo po končanem tekmovanju odneseš domov.

VELIKO USPEHA PRI REŠEVANJU NALOG!

1. del: IZBIRNA VPRAŠANJA

Navodilo: Vsako vprašanje ima en pravilni odgovor, ki ustreza 1 točki. Za vsako vprašanje **na ocenjevalni poli obkroži** črko, ki ustreza pravilnemu odgovoru.

Pravilni odgovor: 1 točka. Nepravilni odgovor: -0,25 točke. Brez odgovora: 0 točk.

-
- 1** Katerega od naštetih elementov vsebujejo vse beljakovine in vse nukleinske kisline?
- Dušik.
 - Žveplo.
 - Železo.
 - Magnezij.
 - Fosfor.
-
- 2** Koncentracija neke pozitivno nabite snovi X je v levkocitu (beli krvni celici) mnogo višja kot koncentracija te snovi v krvni plazmi okoli levkocita. Vendar kljub temu koncentracija snovi X v levkocitu še narašča. Kako imenujemo proces, s katerim spojina X prehaja v levkocit?
- Osmoza.
 - Preprosta difuzija.
 - Pospešena difuzija.
 - Pasivni transport.
 - Aktivni transport.
 - Naključni transport.
-
- 3** Znanstveniki so preučevali genetske značilnosti avstralskega sesalca dolgonosega podganjega kenguruja (*Potorous tridactylus*). Iz krvi samice te vrste so izolirali limfocite (bele krvne celice) in jih nato gojili v kulturi. Preden so pripravili mikroskopske preparate za preučevanje kromosomov, so v gojišče za 30 minut dodali strup kolhicin, ki preprečuje nastanek delitvenega vretena in povzroči, da dobijo metafazni kromosomi izrazito obliko črke X. Nato so celice odvzeli iz kulture, jih fiksirali in s posebnim barvilom obarvali DNA (DNK). Pripravili so mikroskopske preparate in celice opazovali pod svetlobnim mikroskopom. Na spodnji sliki so prikazani kromosomi v eni izmed celic.
- Katera od spodnjih trditev pravilno opisuje število kromosomov v prikazani celici dolgonosega podganjega kenguruja?
- Haploidno število kromosomov je 12.
 - Haploidno število kromosomov je 24.
 - Diploidno število kromosomov je 12.
 - Diploidno število kromosomov je 24.
 - Triploidno število kromosomov je 24.



- 4 Pri celičnem dihanju se pri postopni razgradnji glukoze sprošča energija. Proces razgradnje glukoze obsega več pretvorb organskih snovi, ki jih katalizirajo encimi. Del zaporedja teh biokemijskih reakcij, ki poteka v mitohondriju, je:

piruvat $\rightarrow \rightarrow \rightarrow$ α -ketoglutarat \rightarrow sukcinat \rightarrow fumarat \rightarrow malat

Kaj bi se najverjetneje zgodilo *takoj potem*, ko bi encim, ki pretvarja sukcinat v fumarat, nenadoma postal neaktiven?

- O. Postopno povečanje koncentracije fumarata.
- P. Nespremenjena koncentracija fumarata.
- R. Postopno zmanjšanje koncentracije fumarata.
- S. Postopno povečanje koncentracije sukcinata.
- T. Nespremenjena koncentracija sukcinata.
- U. Postopno zmanjšanje koncentracije sukcinata.
- V. Takojšnja ustavitev pretvarjanja α -ketoglutarata v sukcinat.
- Z. Takojšnja ustavitev proizvodnje malata.

Obkroži črko pred pravilno kombinacijo odgovorov.

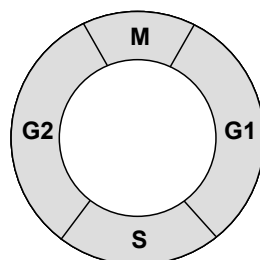
- a. O in S.
- b. R in S.
- c. R in T.
- d. V in Z.
- e. P, T, V in Z.
- f. R, U, V in Z.

- 5 Katera od spodnjih trditev o molekuli ATP **ni** pravilna?

- a. Molekulo ATP sestavljajo organska baza adenin, sladkor riboza in tri fosfatne skupine.
- b. Pri odcepi tv tretje fosfatne skupine s hidrolizo se sprosti energija.
- c. ATP nastaja pri tistem delu fotosinteze, ki poteka samo v prisotnosti svetlobe.
- d. Molekule ATP so potrebne za krčenje mišic pri živalih.
- e. Sinteza ATP poteka samo v prisotnosti kisika.

- 6 Shema prikazuje celični cikel. Biologinja preučuje kulturo živalskih celic, ki se hitro delijo. Oceniti želi delež celic, ki so v fazi S celičnega cikla. V ta namen bo v gojišče dodala spojino X, ki namesto navadnega vodika vsebuje radioaktivni vodikov izotop tritij. Spojina X se bo v celicah, v katerih poteka podvojevanje DNA (DNK), vgradila v novo sintetizirane verige DNA. Po pol ure bo biologinja odvzela vzorec celic iz kulture in s posebnim postopkom pripravila mikroskopski preparat, na katerem bodo radioaktivni deli celice obarvani črno. Razmerje med številom celic s črnimi deli in številom vseh celic na preparatu bo uporabila kot oceno deleža celic v fazi S. Katera od spodnjih spojin je najprimernejša spojina X?

- a. Adenin.
- b. Citozin.
- c. Gvanin.
- d. Timin.
- e. ATP.

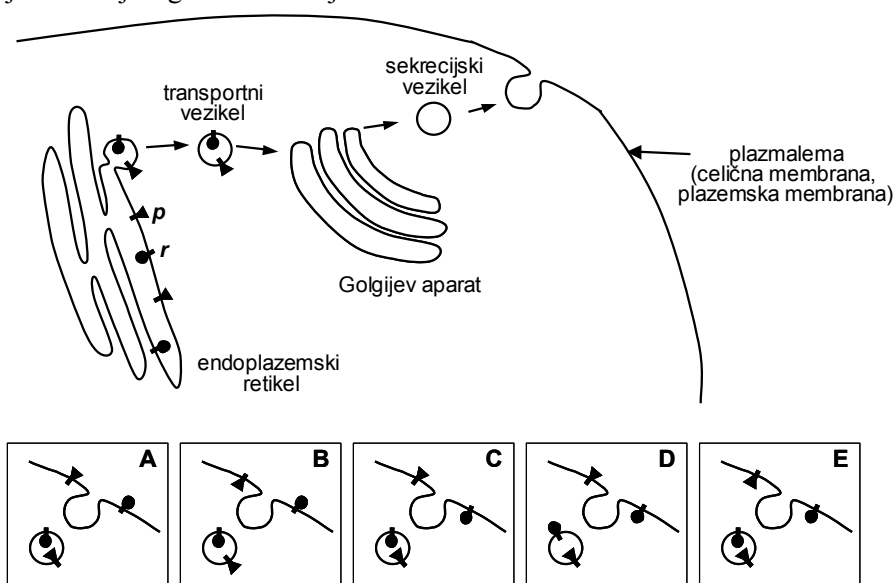


M – mitoza
 G1 – rast
 S – podvojevanje DNA
 G2 – rast in priprava na celično delitev

7 Spodnja slika prikazuje pot membranskih veziklov (mehurčkov, mešičkov) od endoplazemskega retikla (ER) preko Golgijevega aparata (diktiosoma) do zlivanja s plazmalemo (celično membrano, plazemsko membrano). Ob sintezi beljakovin *p* in *r* so ribosomi pripeti na membrano ER in beljakovini se že ob sintezi vstavita v membrano ER. To sta torej membranski beljakovini. Od ER se odcepljajo transportni vezikli, v membrano katerih sta vstavljeni tudi obe beljakovini (glej sliko). Transportni vezikli se zlijejo z membrano Golgijevega aparata. Od Golgijevega aparata se odcepljajo sekrečni vezikli, ki imajo v membrano vstavljeni beljakovini *p* in *r*. Sekrečni vezikli potujejo do plazmaleme in se z njo zlijejo. Beljakovini *p* in *r* sta zdaj membranski beljakovini v plazmali.

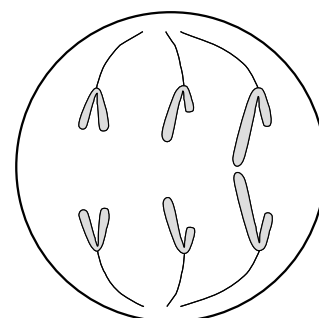
Katera od slik v okvirčkih pravilno prikazuje orientacijo membranskih beljakovin *p* in *r* v sekrečnem veziklu in v plazmali po zlitju sekrečnega vezikla z njo?

- Slika A.
- Slika B.
- Slika C.
- Slika D.
- Slika E.



8 Spodnja slika prikazuje celico v anafazi celične delitve, v kateri genetski material potuje na nasprotna pola celice. Vsaka »klobasica« na sliki prikazuje eno kromatido. Kaj od spodaj naštetega bi lahko prikazovala ta slika?

- Anafazo mitotske delitve diploidne celice.
- Anafazo mitotske delitve haploidne celice.
- Anafazo prve mejotske delitve diploidne celice.
- Anafazo prve mejotske delitve haploidne celice.
- Anafazo druge mejotske delitve diploidne celice.
- Anafazo druge mejotske delitve haploidne celice.



Obkroži črko pred pravilno kombinacijo odgovorov.

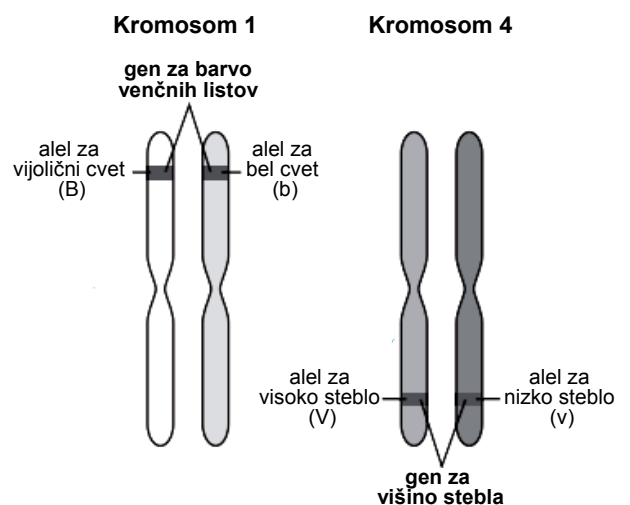
- Samo P in R.
- Samo S in T.
- Samo U in V.
- Samo P, S in U.
- Samo R, T in V.
- Samo P in T.
- Samo R in U.
- Samo R in V.

- 9 Calvinov cikel, »temotni del« vezave ogljika pri fotosintezi, ne more potekati ponoči. Katera od spodnjih trditev najboljše pojasnjuje zakaj?
- Listne reže se ponoči ne morejo odpreti, zato CO_2 ne more vstopiti v list.
 - Nekateri encimi, ki so potrebni v Calvinovem ciklu, se podnevi postopno razgradijo in jih mora rastlina ponoči ponovno sintetizirati, preden lahko naslednje jutro nadaljuje s fotosintezo.
 - Reakcije Calvinovega cikla so odvisne od sprotne oskrbe z visoko energijskimi spojinami, ki nastajajo med »svetlobnimi reakcijami« fotosinteze.
 - Za prenos vode, ki je potrebna za Calvinov cikel, rastlina potrebuje svetlobo.
 - Pri nižjih nočnih temperaturah se upočasnita delovanje encimov in hitrost difuzije substratov za Calvinov cikel.

- 10 Rastline (sporofiti) graha so diploidne in v celicah vsebujejo sedem parov kromosomov. Slika prikazuje položaj genov za barvo cveta (venčnih listov) in za dolžino stebela pri grahu.

Na sliki so označeni tudi aleli, ki se nahajajo v celici nekega osebk graha. Kromosomi, ki so prikazani na sliki, se bodo pred mejotsko delitvijo celice podvojili. Kolikšno je največje število možnih kombinacij alelov za ta dva gena, ki lahko nastanejo ob normalni tvorbi spolnih celic (gamet) pri opisanem osebku graha?

- 2.
- 4.
- 6.
- 8.
- 16.

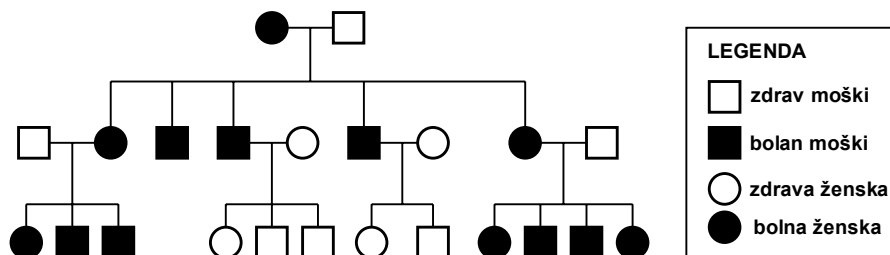


- 11 Tay-Sachsova bolezen je genetska bolezen človeka, ki se recesivno deduje na avtosomnih (nespolnih) kromosomih. Otroci s to genetsko boleznijo običajno umrejo, preden dopolnijo pet let.

V populaciji aškenazov, Judov srednje in vzhodne Evrope, je pogostost osebkov, ki so prenašalci te bolezni, približno 3%. Par aškenazov že ima enega otroka, ki ima Tay-Sachsovo bolezen. Zdaj pričakujeta drugega otroka. Kolikšna je verjetnost, da bo njun drugi otrok prenašalec te bolezni?

- 0,5.
- 0,25.
- 0,03.
- 1.
- 0,0009.
- Tega iz zgoraj navedenih podatkov ni mogoče ugotoviti.

12 Rodovnik na sliki prikazuje dedovanje redke oblike mišične distrofije pri človeku.



Kaj najverjetneje velja za mutacijo, ki je vzrok za to genetsko bolezen?

- Mutacija je povzročila nastanek recesivnega alela gena, ki se nahaja na avtosomu (nespolnem kromosomu).
- Mutacija je povzročila nastanek dominantnega alela gena, ki se nahaja na avtosomu.
- Mutacija je povzročila nastanek recesivnega alela gena, ki se nahaja na kromosomu X.
- Mutacija je nastala v genu, ki se nahaja na kromosomu Y.
- Mutacija je nastala v genu, ki se nahaja v mitohondriju.

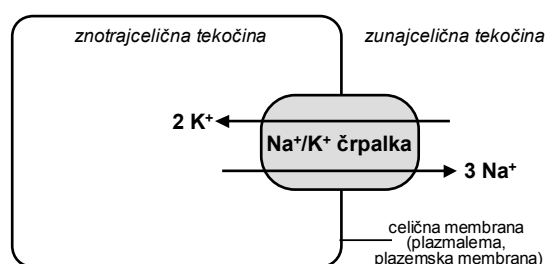
13 Natrij-kalijeva (Na^+/K^+) črpalka je pomembna sestavina vseh živalskih celic. To je membranska beljakovina, ki v vsakem ciklusu prečrpa 3 Na^+ iz celice in 2 K^+ v celico.

Kaj od naštetega se bo zgodilo, če postanejo Na^+/K^+ -črpalke v celični membrani hiperaktivne (bolj aktivne, kot je normalno)?

- Skozi fosfolipidni dvosloj v celični membrani bo z difuzijo iz celice prešlo več Na^+ kot K^+ .
- Znotrajcelična koncentracija K^+ se bo povečala.
- Znotrajcelična koncentracija K^+ se bo zmanjšala.
- Znotrajcelična stran celične membrane bo postala manj negativno nabita.
- Znotrajcelična stran celične membrane bo postala bolj negativno nabita.

Obkroži črko pred pravilno kombinacijo odgovorov.

- Samo P.
- Samo P in R.
- Samo R in U.
- Samo P, R in U.
- Samo S in U.
- Samo S in T.



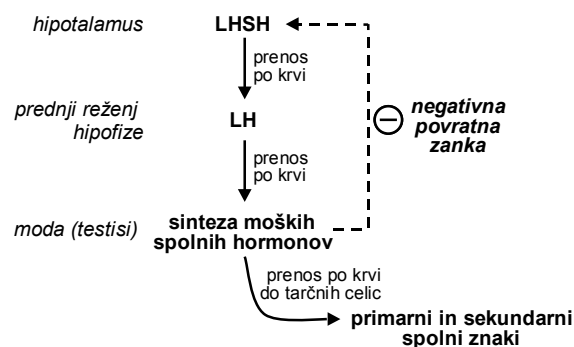
14 Pri organizmih z zaprtim krvožiljem tekočina izstopa iz krvi v arterijskem delu kapilarnega sistema in se vanjo vrača v venskem delu kapilarnega sistema. Zakaj?

- Osmotski tlak se poveča pred izgubo tekočine.
- V arterijskem delu kapilare prevladuje razlika v osmotskem tlaku med krvjo in tkivom, v venskem delu pa razlika v hidrostatskem tlaku.
- V arterijskem delu kapilare prevladuje razlika v hidrostatskem tlaku med krvjo in tkivom, v venskem delu pa razlika v osmotskem tlaku.
- Hidrostatski tlak pade v času diastole (razširitve srca).
- Razlika v hidrostatskem tlaku med krvjo in tkivom prevladuje v arterijskem in v venskem delu kapilare.

15 Slika prikazuje uravnavanje proizvodnje moških spolnih hormonov. LSHH je hormon, ki stimulira izločanje luteinizirajočega hormona. LSHH se sintetizira v hipotalamusu in potuje po krvi do prednjega režnja hipofize. LSHH spodbuja prednji režanj hipofize, da v kri sprosti luteinizirajoči hormon LH. LH vpliva na moda (testise) in v njih spodbuja sintezo moških spolnih hormonov, na primer testosterona. Sproščanje LSHH je uravnavano prek negativne povratne zanke.

Kaj bi se zgodilo, če bi moški »bodybuilder« jemal steroidne moške hormone?

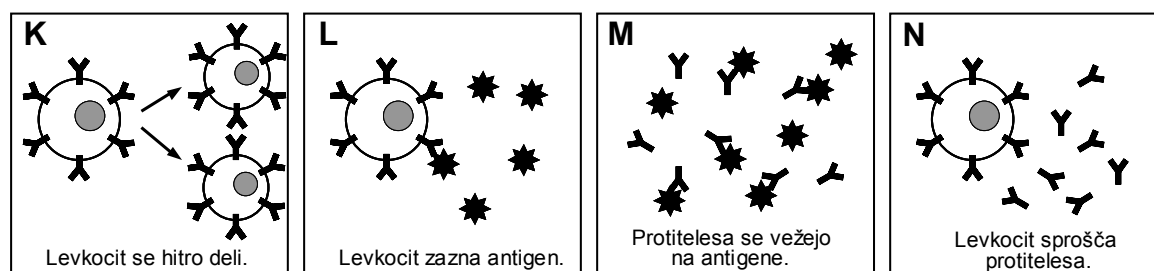
- Inhibicija sproščanja LH prek negativne povratne zanke bi več delovala.
- V krvi bi se povečala koncentracija LH.
- Povečalo bi se izražanje primarnih in sekundarnih spolnih znakov.
- Sinteza moških spolnih hormonov v telesu »bodybuilderja« bi se zmanjšala.
- Zmanjšala bi se količina LSHH, sproščenega iz prednjega režnja hipofize.



16 Kaj od naštetega spodbuja skrčitev (kontrakcijo) skeletne mišične celice?

- Sproščanje vode iz mišične celice.
- Povečanje koncentracije Ca^{2+} v citosolu (citoplazmi).
- Visoka koncentracija ATP v citosolu.
- Povečan transport H^+ iz citosola v endoplazemski retikel.
- Zmanjšanje koncentracije mlečne kisline v citosolu.

17 Levkociti (bele krvne celice) uničujejo mikroorganizme, ki vstopijo v človeško telo. Štiri faze tega procesa so v nepravilnem vrstnem redu prikazane na spodnjih slikah.



Kakšno je pravilno zaporedje faz tega procesa?

- L – K – N – M.
- L – N – M – K.
- K – L – N – M.
- N – M – L – K.

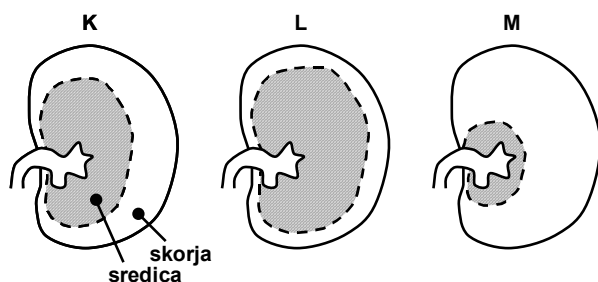
18 Spodnje slike prikazujejo vzdolžno prerezano ledvico treh vrst sesalcev. Na slikah je prikazana relativna velikost ledvične skorje in sredice.

Vrsta 1 živi ob celinskih vodah in ji nikoli ne primanjkuje vode za pitje.

Vrsta 2 lahko preživi nekaj dni brez vode.

Vrsta 3 lahko preživi v puščavi, ne da bi sploh pila.

Katera ledvica pripada kateri vrsti?



- | | K | L | M |
|----|----------|----------|----------|
| a. | Vrsta 1. | Vrsta 2. | Vrsta 3. |
| b. | Vrsta 2. | Vrsta 3. | Vrsta 1. |
| c. | Vrsta 2. | Vrsta 1. | Vrsta 3. |
| d. | Vrsta 3. | Vrsta 2. | Vrsta 1. |
| e. | Vrsta 3. | Vrsta 1. | Vrsta 2. |

19 Kaj povzroči hitro depolarizacijo aksona živčne celice v rastoči fazi akcijskega potenciala?

- Napetostni natrijevi kanalčki se odprejo, zato Na^+ vstopi v celico.
- Napetostni kalijevi kanalčki se odprejo, zato K^+ vstopi v celico.
- Natrij-kalijeva črpalka aktivno črpa Na^+ iz celice in K^+ v celico.
- Napetostni kalcijevi kanalčki se odprejo, zato Ca^{+} vstopi v celico.
- Napetostni kalijevi kanalčki se odprejo, zato K^+ izstopi iz celice.

20 Kopenske kritosemenke praviloma porabijo mnogo več vode kot enako velike kopenske živali. Kaj je glavni razlog za to, da kopenske rastline potrebujejo tako veliko vode?

- Rastline večino molekul vode, ki jih privzamejo s koreninami, porabijo v procesu fotosinteze - za razcep vode pri »svetlobnih reakcijah« (za fotolizo vode).
- Voda mora ves čas teči po transportnem sistemu rastlin, podobno kot kri po krvožilju sesalcev.
- Rastline odprejo listne reže, da lahko CO_2 , ki je glavna surovina za izdelavo organskih snovi med fotosintezo, vstopi iz zraka v list, pri tem pa iz lista z izhlapevanjem izgubijo veliko vode.
- Rastline odprejo listne reže, da voda s transpiracijo čim bolj izhlapeva iz listov, saj se s tem list segreva, pri višji temperaturi pa reakcije fotosinteze bolj učinkovito potekajo.
- Rastline potrebujejo vodo za vzdrževanje čvrstosti tkiv s tankimi celičnimi stenami na temelju turgorskega pritiska.
- Rastline imajo zelo globoke korenine, zato jim je voda ves čas dostopna in jim z vodo ni treba varčevati.
- Rastline nimajo izločal, zato morajo z izhlapevanjem skozi listne reže ves čas odstranjovati odpadne snovi.

21 Charles Darwin je skupaj s svojim sinom Francisom Darwinom izvedel veliko poskusov s področja fiziologije rastlin. Med drugim sta preučevala, kako se poganjki različnih vrst upogibajo v smeri vira svetlobe.

Predstavljalj si, da na okenski polici gojiš deset mladih rastlin fižola. Opaziš, da se stebila vseh rastlin začnejo upogibati proti oknu, v smeri svetlobe. Kaj je glavni vzrok za takšen način rasti stebila?

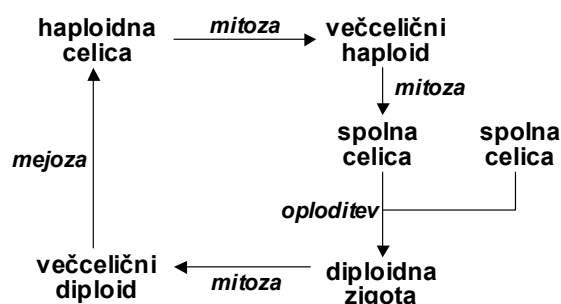
- Dvig turgorskega pritiska na osvetljeni strani stebila.
- Padec turgorskega pritiska na senčni strani stebila.
- Podaljševanje celic na osvetljeni strani stebila.
- Podaljševanje celic na senčni strani stebila.
- Zmanjšana hitrost celičnih delitev na senčni strani stebila.
- Povečana hitrost celičnih delitev na osvetljeni strani stebila.
- Stanjšanje celičnih sten na osvetljeni strani stebila.
- Povečanje fotosinteze na osvetljeni strani stebila povzroči kopičenje velikih škrobnih zrn, zaradi česar se stebilo upogne.

22 Neki enocelični evkariont vsebuje klorofil a (vendar ne klorofila b) in je eden od glavnih fotosintetskih avtotrofov v oceanih. Ima celično steno, ki vsebuje silicijev dioksid. Kaj od naštetega je ta organizem?

- Rdeča alga.
- Zelena alga.
- Luknjičarka (foraminifera).
- Evglena.
- Kremenasta alga (diatomeja).
- Kvasovka.
- Nič od naštetega.

23 Spolno razmnoževanje je povezano s prehajanjem med diploidnim in haploidnim stanjem. Kateri od naštetih organizmov imajo način prehajanja med diploidnim in haploidnim stanjem, ki je prikazan na sliki?

- | | |
|----------------------------|------------------|
| a. Samo P. | P. Človek. |
| b. Samo U. | R. Pravi mahovi. |
| c. Samo P in U. | S. Praproti. |
| d. Samo R. | T. Kritosemenke. |
| e. Samo R in S. | U. Žabe. |
| f. Samo R, S in T. | |
| g. Vsi naštetni organizmi. | |



24 Kako imenujemo povzročitelja bolezni, ki ne vsebuje nukleinske kisline?

- Bakterija.
- Bakteriofag.
- Glivica.
- Virus.
- Prion.

25 Kaj od naštetega je lahko heterotrofni organizem, katerega celična stena vsebuje hitin?

- P. Plesen.
- R. Zelena alga.
- S. Bakterija.
- T. Rak.
- U. Mikorizna gliva.

Obkroži črko pred pravilno kombinacijo odgovorov.

- a. Samo P in U.
- b. Samo P, T in U.
- c. Samo P, S, T in U.
- d. Samo S.
- e. Vsi naštetni organizmi.

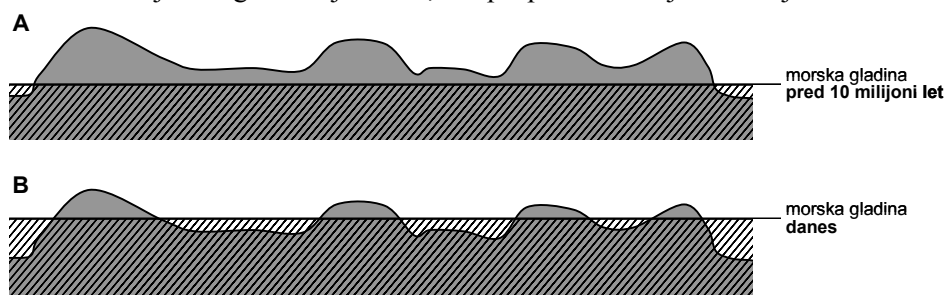
26 Pri utemeljitvi evolucijske teorije je Charles Darwin razpravljal o vseh spodaj naštetih pojavih razen o enem. katerem?

- a. Naravni izbor praviloma odstranjuje tiste organizme, ki so slabo prilagojeni na svoje okolje.
- b. Osebki znotraj populacije tekmujejo med seboj za omejeno količino naravnih virov.
- c. Mutacije genov so vir variacij med osebki znotraj populacije.
- d. Organizmi imajo praviloma več potomcev, kot jih lahko v vsaki generaciji preživi do spolne zrelosti.
- e. Osebki znotraj vrste se razlikujejo po zgradbi in delovanju.

27 Na sliki je prikazan nastanek verige otokov v oceanu. Pred 10 milijoni let je bi na tem mestu velik otok (slika A). V naslednjih 5 milijonih let se je otok postopno ugrezal, dokler niso pred 5 milijoni let iz njega nastali 4 ločeni otoki, kakršni obstajajo še danes (slika B). Otoki so danes med seboj oddaljeni po več deset kilometrov.

Na takšnih verigah otokov se lahko iz ene populacije živali, ki je na velikem otoku predstavljala eno vrsto, na majhnih otokih razvijejo ločene vrste. Kaj od naštetega najbolj razloži, zakaj so takšne razmere ugodne za nastajanje novih vrst?

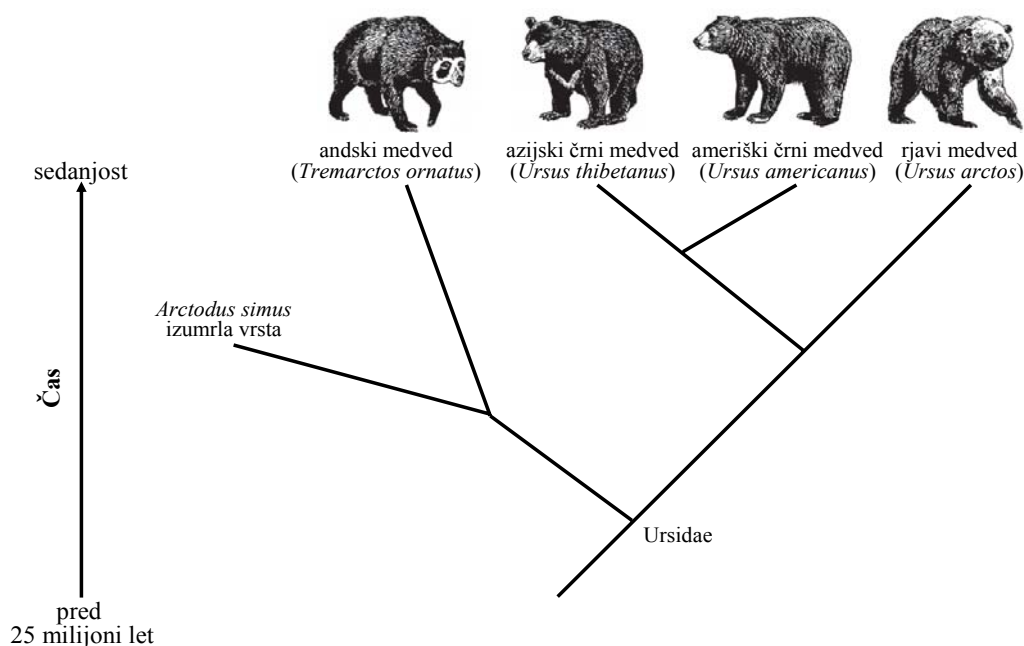
- a. Med postopnim pogrezanjem velikega otoka so preživele samo tiste živali, ki so bile prilagojene na življenje v visokih hribih. Na pogreznjenem otočju so hribi nižji, kar je omogočilo hitro evolucijsko prilagajanje visokogorskih živali na razmere na nizkih otokih in s tem nastanek novih vrst.
- b. Ker so na majhnih otokih populacije živali manjše kot na velikem otoku, je tudi pogostost bolezni manjša. Zato se lahko populacije živali neomejeno povečujejo, kar je temelj za hitro nastajanje novih vrst.
- c. Fizična ločenost otokov omejuje pretok genov in medsebojno razmnoževanje med populacijami.
- d. Podnebne razmere na takšnih skupinah otokov običajno dopuščajo, da se populacije razmnožujejo vse leto in tako ustvarijo več generacij na leto, kar pospeši evolucijski razvoj.



28 Pri nekaterih rastlinskih vrstah so se trni evolucijsko razvili iz listov, pri drugih pa iz stebel. Kakšne strukture predstavljata oba tipa trnov?

- Analogne strukture, ki so nastale zaradi konvergentne evolucije.
- Homologne strukture, ki so nastale zaradi konvergentne evolucije.
- Analogne strukture, ki so nastale zaradi divergentne evolucije.
- Homologne strukture, ki so nastale zaradi divergentne evolucije.
- Trni, ki so nastali iz stebel, so analogne strukture, trni, ki so nastali iz listov, pa homologne strukture. Oba tipa trnov sta nastala zaradi divergentne evolucije.

29 Dijakinja je pripravljala seminarsko nalogo o medvedih. V učbeniku je našla spodnjo sliko, ki prikazuje evolucijsko drevo za nekatere vrste medvedov.



Katero od spodnjih trditev najbolj podpirajo podatki, prikazani na sliki?

- Azijski črni medved in ameriški črni medved imata med vsemi prikazanimi medvedmi časovno najbližjega skupnega prednika.
- Medved *Arctodus simus* je bil prednik azijskega črnega medveda.
- Azijski črni medved je prednik rjavega medveda.
- Danes živeče vrste medvedov so med seboj evolucijsko bolj sorodne, kot so bili njihovi predniki.
- Pri naravnem izboru je bil rjavi medved uspešnejši kot ameriški črni medved.

30 Kmetje polja gnojijo z umetnimi gnojili, naravni ekosistemi pa gnojenja ne potrebujejo. Kaj od naštetega je najboljša razlaga za to?

- Ker na poljih vsako leto zraste bistveno več biomase kot na enaki površini v naravnih ekosistemih, se zemlja postopno izčrpa in osiromaši.
- Ker poljščine (gojene rastline) potrebujejo za rast nitrate, rastline v naravnih ekosistemih (divje rastline) pa ne.
- Ker umetno gnojilo poleg nitrata vsebuje tudi druge snovi, ki jih poljščine potrebujejo, rastline v naravnih ekosistemih pa ne.
- Ker kmetje s polj odnašajo pridelke, zato se dušik in druge mineralne snovi, ki jih vsebujejo rastline, ne reciklirajo nazaj v prst na polju.

31 Ekolog je preučeval združbe travniških rastlin. Za raziskavo je izbral štiri različne travnike. Vsak od travnikov je bil velik 500 m^2 in obdan z živo mejo. Ekolog je na štirih travnikih našel skupaj pet rastlinskih vrst (A, B, C, D in E). Na temelju podatkov, ki jih je zbral na terenu, je izdelal spodnjo preglednico. *Dominanca vrste* (D) je delež osebkov neke vrste med vsemi osebki v rastlinski združbi. *Gostota naselitve* (G) je število osebkov posamezne vrste na m^2 .

Rastlinska vrsta	Travnik 1		Travnik 2		Travnik 3		Travnik 4	
	D	G (os./ m^2)	D	G (os./ m^2)	D	G (os./ m^2)	D	G (os./ m^2)
A	10%	15	20%	15	10%	10	40%	12
B	30%	45	0%	0	50%	50	20%	6
C	20%	30	60%	45	25%	25	10%	3
D	10%	15	20%	15	5%	5	30%	9
E	30%	45	0%	0	10%	10	0%	0

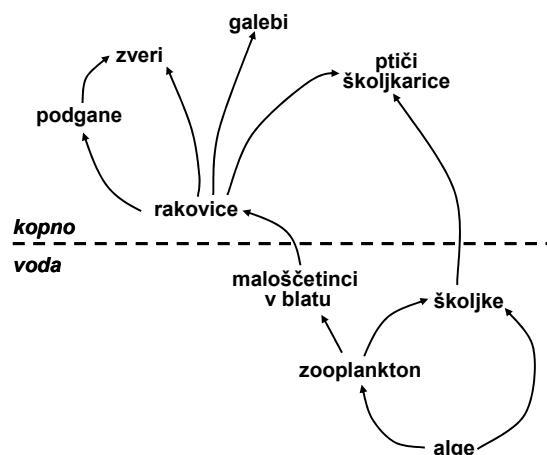
Vrsta D velja za izjemno ogroženo, zato je ekologu zanimalo, na katerem travniku živi največja populacija te vrste. Kaj je ugotovil na temelju zbranih podatkov?

- Največja populacija vrste D živi na travniku 1.
- Največja populacija vrste D živi na travniku 2.
- Največja populacija vrste D živi na travniku 3.
- Največja populacija vrste D živi na travniku 4.
- Največji populaciji vrste D, ki sta enako veliki, živita na travnikih 1 in 2.
- Največji populaciji vrste D, ki sta enako veliki, živita na travnikih 2 in 4.
- Največje populacije vrste D, ki so enako velike, živijo na travnikih 1, 2 in 4.
- Tega se iz zbranih podatkov ne da ugotoviti.

32 Shema prikazuje del prehranjevalnega spleta v slanem močvirju na morski obali.

Odstranitev katerega od naštetih organizmov bi **najbolj** zmanjšala pretok energije od vodnih organizmov do kopenskih organizmov? Pri odgovoru upoštevaj podatke na shemi.

- Podgan.
- Ptičev školjkaric.
- Rakovic.
- Školjk.

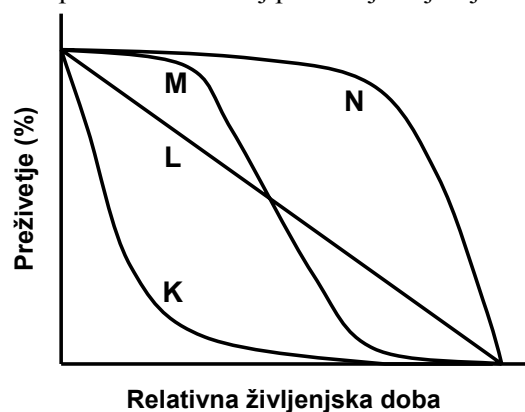


33 Ekologinja preučuje dve rastlinski vrsti, ki rasteta na suhih traviščih na Krasu. Ugotovi, da vrsta X vedno raste v bližini vrste Y. Vrsta Y pogosto raste tudi stran od vrste X in v tem primeru tvori več semen kot tedaj, ko raste v bližini vrste X. Kateri od naštetih medvrstnih odnosov bi lahko bil vzrok za opisano stanje?

- Tekmovanje, pri katerem je vrsta Y nadrejena vrsti X pri boju za mineralne snovi.
- Mutualizem, pri katerem imata obe vrsti X in Y korist od medsebojne izmenjave mineralnih snovi.
- Parazitizem, pri katerem ima vrsta X korist od produktov vrste Y in s tem zavira rast vrste Y.
- Komenzalizem, pri katerem ima vrsta X korist od produktov vrste Y, na rast vrste Y pa to nima nobenega vpliva.
- Amenzalizem, pri katerem vrsta X nima nobene koristi od vrste Y, vendar zavira rast vrste Y.

34 Neka vrsta ima veliko število potomcev (visok reprodukcijski potencial), vendar so potomci brez starševske oskrbe in so prepuščeni sami sebi. Katera od štirih prikazanih krivulj preživetja najbolj ustreza življenjski strategiji te vrste?

- Krivulja K.
- Krivulja L.
- Krivulja M.
- Krivulja N.
- Krivulji K in N.



2. del: TEMATSKE NALOGE

Navodilo: Pazljivo preberi besedilo pri vsaki nalogi.

Vsako **izbirno vprašanje** ima en pravilni odgovor, ki ustreza 1 točki. Za vsako izbirno vprašanje **na ocenjevalni poli** obkroži črko, ki ustreza pravilnemu odgovoru.

Pravilni odgovor: 1 točka. Nepravilni odgovor: -0,25 točke. Brez odgovora: 0 točk.

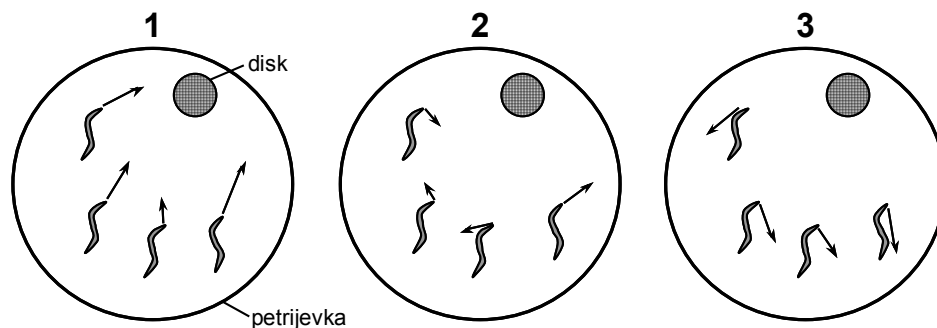
Pri nekaterih vprašanjih moraš **odgovor napisati**. Odgovore piši na ustrezna mesta **na ocenjevalni poli**. Pri vsakem od tovrstnih vprašanj je označeno število točk za pravilni odgovor. Za nepravilni odgovor se točke **ne** odbijejo.

Naloga 1 (4 točke)

V sodobni biologiji so eden od modelnih organizmov za preučevanje bioloških procesov majhne gliste vrste *Caenorhabditis elegans*, ki živijo v prsti v zmernem podnebnju. Hranijo se z bakterijami, ki živijo na razkrajajočem rastlinskem tkivu. Telo odraslega osebkca je dolgo približno 1 mm.

Te gliste lahko gojimo v petrijevkah (ploščatih prozornih plastičnih posodicah s pokrovom), v katere nalijemo tanko plast agarja (želatinaste snovi), ki jo premažemo s kulturo bakterij *Escherichia coli*. Gliste se prehranjujejo z bakterijami. V kulturi je dolžina življenja posameznih glist približno 10 dni.

Pomen posameznih snovi za gliste lahko preučujemo tako, da diske filtrirnega papirja prepojimo z določeno snovjo, nato pa disk položimo v petrijevko z glistami in opazujemo vedenje glist (glej slike). V petrijevke 1, 2 in 3 je biologinja nalila agar, vendar ga ni premazala z bakterijami. Nato je na agar položila diske, prepojene z različnimi snovmi. Puščice prikazujejo neto smer in dolžino poti, ki so jo posamezni osebki prepotovali v 10 minutah.



35 V kateri od treh petrijevki je disk najverjetneje prepojen s snovjo, ki jo v naravi izločajo bakterije, s katerimi se gliste hranijo?

- V petrijevki 1.
- V petrijevki 2.
- V petrijevki 3.
- V petrijevkah 1 in 2.
- V petrijevkah 2 in 3.

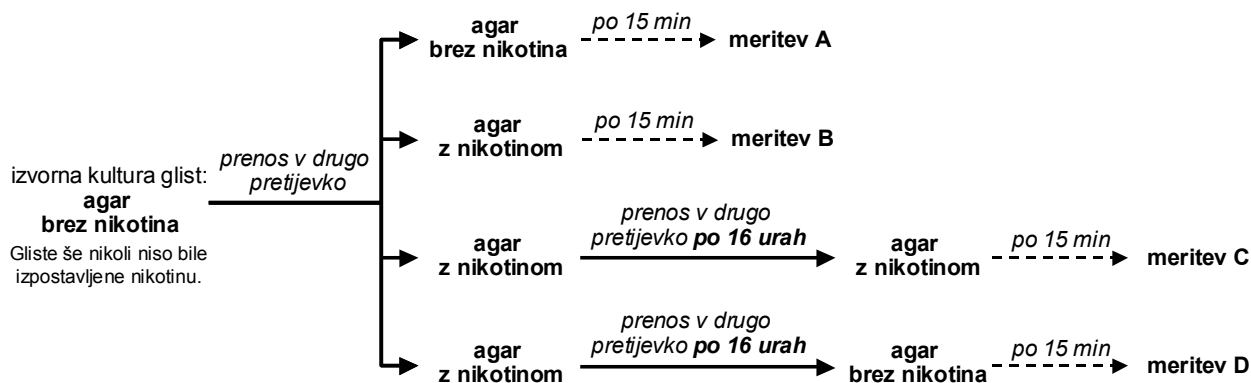
36 V kateri od treh petrijevki je disk najverjetneje prepojen samo z vodo?

- V petrijevki 1.
- V petrijevki 2.
- V petrijevki 3.
- V petrijevkah 2 in 3.

37 Za zaznavanje snovi v okolju gliste potrebujejo funkcionalen gen *flp*. Kakšen vzorec gibanja bi pričakovali pri glistah, ki imajo nefunkcionalen (okvarjen) gen *flp*?

- Vzorec gibanja, ki je prikazan v petrijevki 1.
- Vzorec gibanja, ki je prikazan v petrijevki 2.
- Vzorec gibanja, ki je prikazan v petrijevki 3.
- Vzorec gibanja, ki je prikazan v petrijevkah 2 ali 3.
- Gliste se sploh ne bi gibale, saj ne bi mogle ugotoviti, v katero smer naj gredo.

Nikotin je snov rastlinskega izvora, ki pri sesalcih povzroča zasvojenost in spremembe vedenja. V nizkih dozah na sesalce deluje kot poživilo, v višjih dozah pa kot strup in lahko povzroči tudi smrt. Leta 2006 je skupina ameriških znanstvenikov želela ugotoviti, ali se gliste *C. elegans* odzovejo na nizke koncentracije nikotina podobno kot sesalci. Načrt njihovega poskusa je prikazan na spodnji shemi. Gliste so iz izvorne kulture prenesli v petrijevke z agarjem, ki ali ni vseboval nikotina ali pa je vseboval nizko koncentracijo nikotina (1,5 μ M).



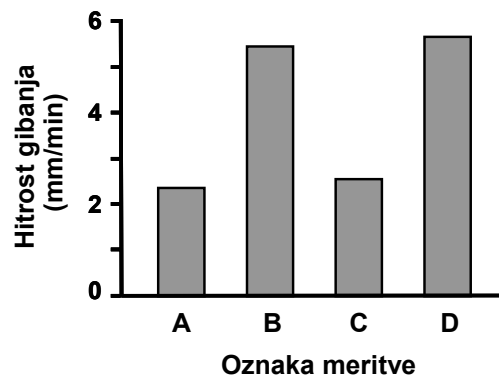
Vedenje glist v posameznih petrijevkah so ovrednotili z meritvijo hitrosti gibanja posameznih osebkov 15 minut po prenosu v drugo petrijevko. Vsako petrijevko so postavili pod stereolupo, na katero je bila nameščena kamera. Posnete filme so analizirali z računalniškim programom, ki omogoča avtomatsko sledenje gibanja posameznega osebkov. Rezultati njihovih meritev so prikazani na grafu, na katerem vsak stolpec predstavlja povprečno hitrost gibanja 10 osebkov.

38 Trije učinki, povezani z delovanjem nikotina na sesalce, so:

- močan odgovor ob prvi izpostavitvi nikotinu,
- prenehanje odzivanja na nikotin po daljši izpostavitvi nikotinu,
- aktivno iskanje nikotina ob odvzemu nikotina po predhodni daljši izpostavitvi.

Na temelju rezultatov opisanega poskusa ugotovi, kateri izmed teh treh učinkov se pojavlja tudi pri glisti.

- Samo K.
- Samo L.
- Samo M.
- Samo K in L.
- Samo K in M.
- Samo L in M.
- Vsi trije.
- Nobeden.



Naloga 2 (9 točk)

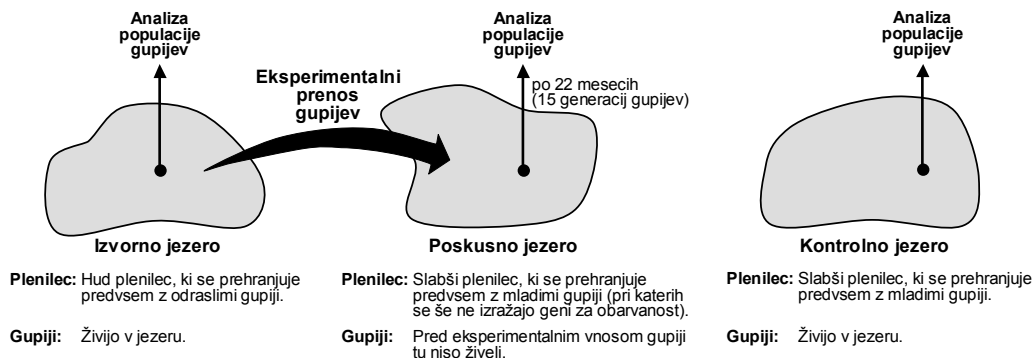
V 70. letih 20. stoletja je John Endler, evlucijski biolog z Univerze v Princetonu, več let preučeval naravne populacije majhnih rib gupijev (*Poecilia reticulata*) v porečju reke Aripo na karibskem otoku Trinidad. V porečju je veliko sladkovodnih jezer in tolmunov, ki so med seboj ločeni z visokimi slapovi.

Endler je ugotovil, da so odrasli samci gupijev v ločenih jezerih zelo različno obarvani. Lahko so bolj nevpadljivih barv ali pa imajo po telesu živobarvne lise. Živa obarvanost se izrazi samo pri odraslih samcih – mladi samci, mlade samice in odrasle samice so nevpadljivo obarvani. Odrasle samice živo obarvani samci bolj privlačijo kot nevpadljivo obarvani in živo obarvane samce pogosteje izberejo za partnerje pri spolnem razmnoževanju kot nevpadljivo obarvane samce. Vendar pa so živo obarvani samci tudi bolj opazni za plenilce kot nevpadljivo obarvani.

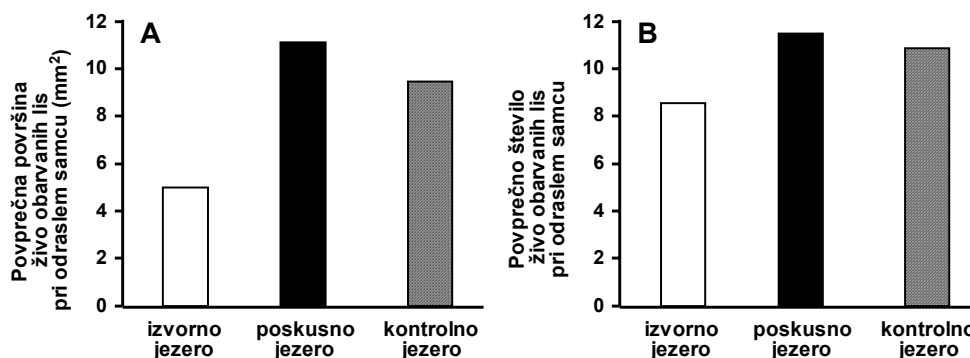
Endler je ugotovil, da v različnih ločenih jezerih živijo različne združbe ribjih vrst. V nekaterih jezerih živijo gupiji skupaj z več vrstami svojih plenilcev, v nekaterih jezerih živijo gupiji skupaj s samo enim plenilcem, v nekaterih jezerih pa gupijev sploh ni. Endler je tako našel jezera, v katerih so skupaj živeli gupiji in njihovi hudi plenilci ščukasti ostrižniki (*Crenicichla alta*), ki se prehranjujejo predvsem z odraslimi gupiji. V nekaterih jezerih so gupiji živeli skupaj z ribami vrste Hartov rivulus (*Rivulus hartii*). Hartovi rivulusi so vsejedi, so manjši od ščukastih ostrižnikov in so slabši plenilci gupijev. Hartovi rivulusi se prehranjujejo predvsem z mladimi gupiji, pri katerih se še ne izrazi živa obarvanost. Endler je odkril tudi jezera, v katerih so živeli Hartovi rivulusi, gupiji pa ne.

Endler je izvedel naslednji poskus (glej shemo). Julija leta 1976 je 200 gupijev (samcev in samic) prenesel iz jezera, v katerem so skupaj živeli gupiji in ščukasti ostrižniki, v jezero, v katerem so živeli samo Hartovi rivulusi, gupiji pa ne. Jezero, v katerem so po naravni poti gupiji živeli skupaj s Hartovimi rivulusi, je izbral za kontrolno jezero. Abiotski dejavniki (npr. temperatura vode, velikost in barva kamnov) in drugi biotski dejavniki (npr. poraščenost z rastlinami), razen prisotnosti ribjih vrst, so bili v vseh treh jezerih zelo podobni.

22 mesecev kasneje, maja leta 1978, je Endler iz vsakega od treh jezer izlovil določeno število odraslih samcev ter izmeril skupno površino in število živo obarvanih lis na njihovih telesih. Rezultati njegovih meritev so prikazani na grafih A in B. Obdobje 22 mesecev ustreza približno 15 generacijam gupijev.



Obarvanost odraslih samcev gupijev 22 mesecev po prenosu iz izvornega v poskusno jezero



39 Kaj lahko ugotovimo na podlagi podatkov, prikazanih v grafih A in B?

- a. V populaciji gupijev iz poskusnega jezera je povprečno število živo obarvanih lis pri odraslem samcu večje, povprečna površina živo obarvanih lis pa manjša kot v populaciji gupijev iz izvornega jezera.
- b. V populaciji gupijev iz poskusnega jezera je povprečno število živo obarvanih lis pri odraslem samcu manjše, povprečna površina živo obarvanih lis pa večja kot v populaciji gupijev iz izvornega jezera.
- c. V populaciji gupijev iz poskusnega jezera sta povprečno število živo obarvanih lis in povprečna površina živo obarvanih lis pri odraslem samcu večja kot v populaciji gupijev iz izvornega jezera.
- d. V populaciji gupijev iz poskusnega jezera sta povprečno število živo obarvanih lis in povprečna površina živo obarvanih lis pri odraslem samcu manjša kot v populaciji gupijev iz izvornega jezera.
- e. Odrasli samci gupijev so v izvornem in v poskusnem jezeru zelo podobno živo obarvani.

40 Katerega od naštetih zaključkov najbolj podpirajo rezultati opisanega poskusa?

- a. Sprememba plenilca je povzročila, da so se v poskusnem jezeru lahko živo obarvani samci gupijev bolj uspešno razmnoževali kot v izvornem jezeru. Zaradi spremembe plenilca in spolnega izbora je v tej populaciji gupijev v razmeroma kratkem času prišlo do opazne evolucijske spremembe.
- b. V poskusnem jezeru so bili abiotski dejavniki bistveno drugačni kot v izvornem jezeru, zato je naravni izbor drugače deloval in se je v populaciji gupijev povečala pogostost živo obarvanih samcev.
- c. Poskusno jezero je bilo bolj gosto poraščeno z vodnimi rastlinami kot izvorno jezero, zato so se tudi bolj živo obarvani samci lahko uspešno skrivali pred plenilci in zato uspešno razmnoževali.
- d. Ker je v poskusnem jezeru plenilec požrl veliko mladih gupijev, je bilo zaradi manjšega števila odraslih samcev znotrajvrstno tekmovanje med samci za samice manjše kot v izvornem jezeru. Zato so se tako nevpadljivo obarvani odrasli samci kot živo obarvani odrasli samci gupijev lahko zelo uspešno razmnoževali.

41 V času, ko je Endler izvedel svoj poskus, metode za analizo genov še niso bile dobro razvite. Danes bi poleg opazovanja živo obarvanih lis pri posameznih samcih lahko analizirali tudi pogostost alelov za obarvanost v populacijah gupijev iz izvornega in iz poskusnega jezera. Kaj bi najverjetneje ugotovili, če bi poskus ponovili in po 22 mesecih izvedli tudi analizo genov v obeh populacijah?

- a. V genskem skladu populacije gupijev iz poskusnega jezera je pogostost alelov za živo obarvanost manjša kot v genskem skladu populacije gupijev iz izvornega jezera.
- b. V genskem skladu populacije gupijev iz poskusnega jezera je pogostost alelov za živo obarvanost večja kot v genskem skladu populacije gupijev iz izvornega jezera.
- c. V obeh populacijah je pogostost alelov za živo obarvanost v genskem skladu enaka, saj smo gupije, ki smo jih preselili v poskusno jezero, nabrali v izvornem jezeru.
- d. Obarvanost gupijev ni povezana z njihovimi aleli. Če bi bila obarvanost povezana z aleli, bi bili gupiji v izvornem in v poskusnem jezeru zelo podobno obarvani.

- 42** Kaj od naštetega je najboljša razlaga za to, da je Endler v opisano raziskavo poleg izvornega in poskusnega jezera vključil tudi kontrolno jezero?
- Pri vsakem znanstvenem poskusu moramo neki vzorec določiti kot kontrolo, drugače poskus ni veljaven.
 - Z vključitvijo kontrolnega jezera je namesto dveh populacij gupijev preučeval tri populacije. To je povečalo zanesljivost rezultatov njegove raziskave, saj se z večanjem števila vzorcev povečuje tudi natančnost dobljenih rezultatov.
 - To mu je omogočilo, da je lahko primerjal populacijo gupijev iz poskusnega jezera z naravno populacijo gupijev, ki je živela v podobnih razmerah kot populacija gupijev v poskusnem jezeru.
 - Z analizo populacije gupijev iz kontrolnega jezera je lahko ugotovil, ali se pri gupijih v naravnih jezerih, v katera človek ne posega, obarvanost odraslih samcev spreminja enako hitro kot v poskusnem jezeru.
- 43** Kaj bi se verjetno zgodilo, če bi po 22 mesecih 100 odraslih samcev gupijev iz poskusnega jezera prenesli nazaj v izvorno jezero? Utemelji svoj odgovor. *Odgovor napiši na ocenjevalno polo. (3 točke)*
- 44** Predstavljaš si, da delaš na uradu za varstvo narave na Trinidadu. Na urad pride prošnja znanstvenika, da bi izvedel podoben poskus, kot je opisan zgoraj – iz enega jezera bi prenesel vrsto rib v drugo jezero, kjer ta vrsta rib prej ni živela. Odločiti moraš, ali boš izdal/-a dovoljenje za izvedbo poskusa. Ugotoviš, da lokalna zakonodaja o takšnih primerih ne govori, zato je odločitev popolnoma v tvojih rokah. Ali bi izvedbo poskusa dovolil/-a ali ne? *Prekrižaj kvadrateg pred svojo odločitvijo (na ocenjevalni poli).*
- Da.
- Ne.

Utemelji svojo odločitev. Odgovor napiši na ocenjevalno polo. (2 točki)

Opomba: Preden je Endler izvedel opisani poskus v naravi, je ta poskus simuliral v umetnih ribnikih, ki jih je zgradil v rastlinjaku. V teh ribnikih je gojil gupije skupaj z različnimi plenilci. Rezultati poskusa v umetnih ribnikih so bili zelo podobni rezultatom poskusa, ki ga je kasneje izvedel v naravi.

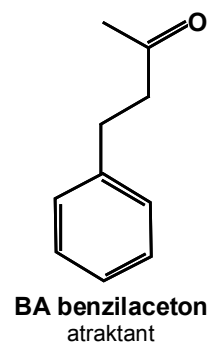
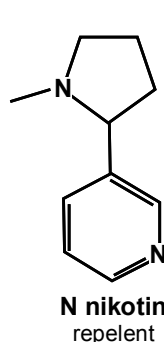
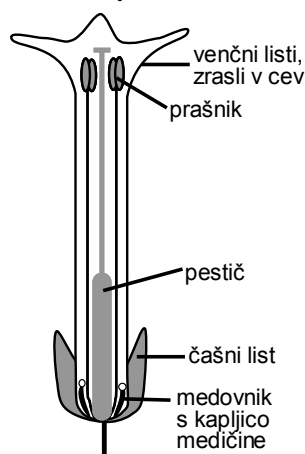
Naloga 3 (8 točk)

Skupina znanstvenikov z Instituta Max Planck za kemijsko ekologijo v Nemčiji je več let preučevala privabljanje oprasovalcev pri kojotskem tobaku (*Nicotiana attenuata*), divjemu sorodniku gojenega tobaka. Kojotski tobak je domoroden (avtohton) v zahodnem delu ZDA. Njegovi glavni oprasovalci so ptiči (kolibriji) in metulji (veščci). Po uspešni oprasitvi in oploditvi se v vsakem cvetu razvije en plod, ki lahko vsebuje več deset semen.

Znanstveniki so ugotovili, da kojotski tobak privablja oprasovalce z belo barvo venčnih listov, z dišečimi spojinami in z medicino (nektarjem), s katero se oprasovalci prehranjujejo. Glavna dišeča spojina, ki privablja oprasovalce (atraktant), je benzilaceton (BA), ki se izloča z roba venčnih listov. Medicina se izloča iz medovnikov (nektarijev) na dnu venčne cevi in poleg vode vsebuje veliko sladkorjev.

Znanstveniki so bili presenečeni, ko so ugotovili, da medicina kojotskega tobaka vsebuje tudi snovi, ki odganjajo živali (repelente). Glavni repelent je nikotin (N), ki je za živali, tudi za oprasovalce, strupen.

Vzdolžni prerez cveta

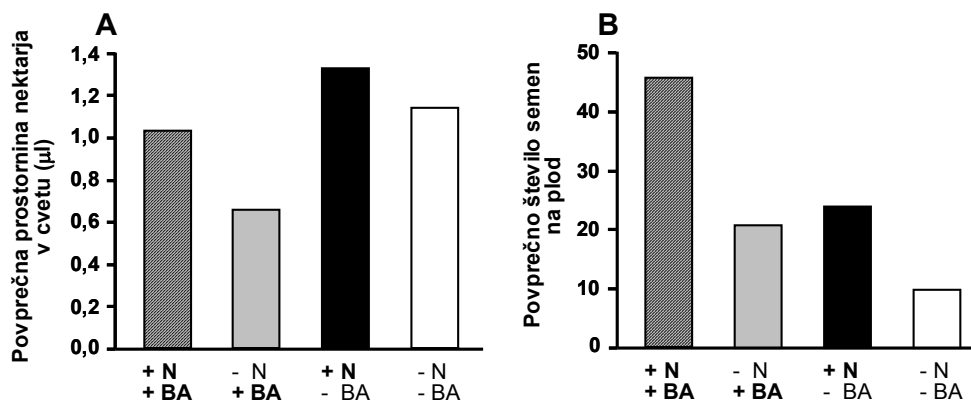


Znanstveniki so želeli raziskati vpliv atraktantov in repelentov v cvetu na uspešnost spolnega razmnoževanja kojotskega tobaka. Najprej so opravili serijo poskusov v rastlinjaku in v naravi. Tako so med drugim v medicino v nekaterih cvetovih kojotskega tobaka dodajali majhne količine nikotina in opazovali pogostost obiskov oprasovalcev. Opazovali so tudi pogostost obiskov oprasovalcev na umetnih cvetovih, v katere so dodajali ali atraktant ali repelent ali oba ali pa nobenega.

Končno so s pomočjo genskega inženirstva izdelali gensko spremenjene rastline kojotskega tobaka. Pri nekaterih rastlinah so z vnosom novih genov inhibirali (ustavili oz. preprečili) sintezo benzilacetona, pri nekaterih sintezo nikotina, pri nekaterih pa sintezo obeh. Ugotovili so, da so gensko spremenjene rastline po vseh fenotipskih znakih (»vidnih« in biokemijskih), razen po količini atraktantov in repelentov, zelo podobne naravnim (divjim) rastlinam. Proizvajajo tudi podobno količino medicine kot naravne rastline. Za poskus v naravi so znanstveniki pripravili štiri tipe kojotskega tobaka:

- normalne rastline (gensko nespremenjene – divji tip), katerih cvetovi so izločali BA in N (oznaka BA+, N+),
- gensko spremenjene rastline, katerih cvetovi so izločali BA, N pa ne (oznaka BA+, N-),
- gensko spremenjene rastline, katerih cvetovi so izločali N, BA pa ne (oznaka BA-, N+),
- gensko spremenjene rastline, katerih cvetovi niso izločali ne BA ne N (oznaka BA-, N-).

V obdobju od konca maja do začetka julija leta 2007 so normalne in gensko spremenjene rastline posadili na poskusnem območju v zvezni državi Utah v ZDA. Cvetove so obiskovali opraševalci iz okoliške narave. Znanstveniki so merili količino medicine v cvetovih poskusnih rastlin dan po tem, ko so se cvetovi odprli in so jih začeli obiskovati opraševalci. Znanstveniki so tudi prešteli število semen v plodovih rastlin, do cvetov katerih so imeli opraševalci dostop. Rezultati njihovega poskusa so prikazani na grafih A in B.



45 Kaj od naštetega je najboljši zaključek na podlagi rezultatov, prikazanih na grafu A?

- Opraševalci požrejo razmeroma *veliko* medicine, ki vsebuje repelent, in razmeroma *malo* medicine, ki repelenta ne vsebuje. Opraševalci požrejo razmeroma *malo* medicine pri cvetovih, ki ne izločajo atraktanta.
- Opraševalci požrejo razmeroma *veliko* medicine pri cvetovih, ki izločajo atraktant, v njihovi medicini pa ni repelenta. Opraševalci požrejo razmeroma *malo* medicine pri cvetovih, ki imajo v medicini repelent.
- Opraševalci požrejo razmeroma *veliko* medicine, ki vsebuje atraktant, in razmeroma *malo* medicine, ki atraktanta ne vsebuje. Opraševalci požrejo razmeroma *malo* medicine pri cvetovih, ki ne izločajo repelenta.
- Opraševalci požrejo razmeroma *malo* medicine, ki vsebuje atraktant, in razmeroma *veliko* medicine, ki atraktanta ne vsebuje. Opraševalci požrejo razmeroma *malo* medicine pri cvetovih, ki ne izločajo repelenta.
- Količina medicine, ki jo požrejo opraševalci, *ni povezana* s prisotnostjo repelentov ali atraktantov v cvetovih.

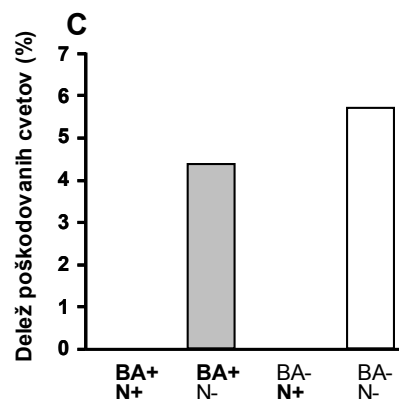
46 Kaj od naštetega je najboljši zaključek na podlagi rezultatov, prikazanih v grafu B?

- Največ semen se razvije v plodnici cvetov, ki izločajo tako atraktant kot tudi repelent.
- Največ semen se razvije v plodnici cvetov, ki izločajo atraktant, repelenta pa ne.
- Največ semen se razvije v plodnici cvetov, ki izločajo repelent, atraktanta pa ne.
- Število semen, ki se razvije v plodnici cvetov, ni povezano s tem, ali cvetovi izločajo atraktant in/ali repelent.

47 Kaj od naštetega je najboljši zaključek na podlagi rezultatov opisanega poskusa, prikazanih na grafih A in B?

- Čeprav v naravi cvetovi kojotskega tobaka izločajo tako atraktant kot tudi repelent, na podlagi opisanega poskusa ni mogoče zaključiti, ali sta ta dva tipa spojin pomembna za uspešnost spolnega razmnoževanja. Znanstveniki morajo opraviti dodatne poskuse, pri katerih bodo sami s pomočjo čopiča prenašali pelod z ene rastline na drugo in tako cvetove opráševali, podobno kot Gregor Mendel pri poskusih z rastlinami graha.
- Pri spolnem razmnoževanju so najbolj uspešne rastline, katerih cvetovi izločajo samo atraktant, ne pa tudi repelenta. Atraktant je pomemben za privabljanje opráševalcev in zato poveča uspešnost oprášitve. Če v cvetu ni repelenta, opráševalec iz njega dolgo pije medicino, pri tem pa veliko beza po cvetu in ga zato uspešno opráši.
- Pri spolnem razmnoževanju so najbolj uspešne rastline, katerih cvetovi izločajo tako atraktant kot tudi repelent. Atraktant je pomemben za privabljanje opráševalcev. Repelent pa verjetno omogoča, da ob vsakem obisku posamezni opráševalec odvzame le del medicine, zato vsak opráševalec obiše več cvetov in isti cvet ponovno obišejo še drugi opráševalci. S povečanjem pogostosti obiskov opráševalcev se poveča uspešnost oprášitve in oploditve.
- Pri spolnem razmnoževanju so takšne rastline, ki obstajajo tudi v naravi, bolj uspešne od gensko spremenjenih rastlin. Vnos tujega gena v genom nekega organizma namreč vedno povzroči, da poleg izražanja zelene lastnosti pride tudi do neželenih stranskih učinkov. Ti stranski učinki pri gensko spremenjenem kojotskem tobaku povzročijo, da so cvetovi za opráševalce manj zanimivi, s čimer se zmanjšuje možnost oploditve s pelodom, ki ga na brazde pestičev prinesejo opráševalci.

Eden od problemov, s katerim se soočajo rastline, je rastlinojedstvo (herbivorija). Nikotin je snov za obrambo pred rastlinojedi in se v rastlini kopiči predvsem v listih. Problem pa je tudi obžiranje cvetov. Zato je znanstvenike zanimalo, ali prisotnost repelenta (strup) nikotina v cvetu odganja živali, ki se sicer prehranjujejo s cvetovi kojotskega tobaka. Pri izvedbi zgoraj opisanega poskusa z gensko spremenjenimi rastlinami so zato opazovali tudi poškodbe na cvetovih, ki so jih povzročile ličinke (gosenice) metuljev rodu *Heliothis*, ki se v naravi prehranjujejo s cvetovi kojotskega tobaka. Rezultati njihovih opazovanj so prikazani na grafu C. (Opomba: Pri rezultatih, prikazanih na grafih A in B, so upoštevani samo cvetovi, ki jih rastlinojedi niso poškodovali.)



48 Kaj od naštetega je najboljši zaključek na podlagi rezultatov, prikazanih na grafu C?

- Prisotnost repelenta v cvetovih je povezana z zmanjšanjem objedanja cvetov.
- Prisotnost atraktanta v cvetovih je povezana z zmanjšanjem objedanja cvetov.
- Prisotnost atraktanta v cvetovih je povezana s povečanjem objedanja cvetov.
- Atraktanti in repelenti, ki jih izločajo cvetovi, so namenjeni opráševalcem in nimajo bistvenega vpliva na škodo na cvetovih zaradi rastlinojedov.

Znanstveniki so morali pred izvedbo opisanega poskusa, ki je vključeval vnos gensko spremenjenih rastlin v naravo, v skladu z zakonodajo v ZDA pridobiti ustrezna dovoljenja za izvedbo poskusa. Podobna zakonodaja obstaja tudi v mnogih drugih državah in je predvsem namenjena preprečevanju razširjanja genov, ki so bili v neko vrsto vneseni z genskim inženirstvom, v naravnih populacijah te vrste.

49 Spodaj sta navedena dva varnostna ukrepa, ki so jih pristojni organi oblasti v ZDA znanstvenikom predpisali pri izvedbi zgoraj opisanega poskusa v naravi.

- I. Iz cvetov gensko spremenjenih rastlin so morali odstraniti prašnike, še preden je pelod dozorel. Iz cvetov normalnih rastlin jim prašnikov ni bilo treba odstranjevati.
- II. Zrele plodove gensko spremenjenih rastlin so morali pobrati, preden so se plodovi odprli in sprostili semena.

Razloži, na kakšen način opisana varnostna ukrepa preprečujeta razširjanje tujih genov v naravnih populacijah kojotskega tobaka. *Odgovora napiši na ocenjevalno polo. (Vsak odgovor: 2 točki)*

Opomba: Poleg zgoraj navedenih varnostnih ukrepov so morali znanstveniki pri izvedbi poskusa upoštevati še dodatne ukrepe, ki tu niso opisani. O izvedbi poskusa in ukrepov morajo pristojnim organom oblasti oddajati izčrpna poročila.

KONEC