



Valsts izglītības satura centrs

NACIONĀLAIS
ATTĪSTĪBAS
PLĀNS 2020



EIROPAS SAVIENĪBA
Eiropas Sociālais
fonds

I E G U L D Ī J U M S T A V Ā N Ā K O T N Ē

Projekta numurs: 8.3.2.1/16/I/002

**Nacionāla un starptautiska mēroga pasākumu īstenošana izglītojamo
talantu attīstībai**

12. klase

41. VALSTS BIOLOĢIJAS OLIMPIĀDE

NOVADA POSMS

2018. gada 29. novembrī.

UZDEVUMI

Vārds, uzvārds:

Skola:

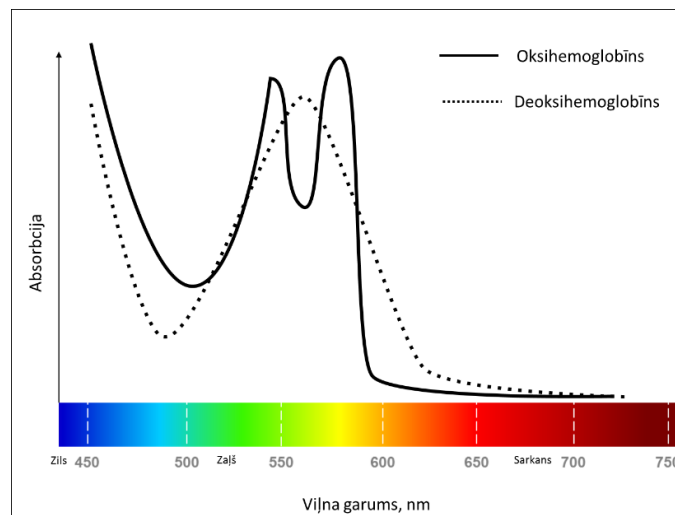
1. uzdevums

1.1. Hemoglobīns ir asiņu olbaltumviela, kas transportē skābekli un ogļskābo gāzi. Hemoglobīns sastāv no divām olbaltumvielām – alfa un beta subvienības, kas savā starpā saistītas ceturtnajā struktūrā. Hemoglobīnā atrodas hēma grupa, kuras sastāvā ir dzelzs atoms. Hemoglobīns spēj saistīt skābekli, kļūstot par oksihemoglobīnu vai atdot skābekli audiem kļūstot par deoksihemoglobīnu.

Salīdzini abu hemoglobīna veidu sastopamību asinīs un pabeidz teikumus, **no dotajiem variantiem izvēloties pareizos** (3 p)!

1. Venozaajās asinīs oksihemoglobīns ir [vairāk/ mazāk/ tikpat daudz] kā ateriālaajās asinīs.
2. Venozaajās asinīs deoksihemoglobīns ir [vairāk/ mazāk/ tikpat daudz] kā ateriālaajās asinīs.
3. Astmas lēkmes laikā asinīs deoksihemoglobīna saturs [palielinās/ samazinās/ nemainās].

Oksihemoglobīna un deoksihemoglobīna gaismas absorbcijas līknes atšķiras. 1. attēlā var redzēt abu hemoglobīna veidu absorbciju redzamajā gaismas spektrā.



1. attēls. Oksihemoglobīna un deoksihemoglobīna gaismas absorbcija.

Atbildi uz jautājumiem, kas saistīti ar hemoglobīna absorbcijas spektru, **izvēloties pareizās atbildes** (2 p)!

Ar ko var izskaidrot cianozi – bālu ādu un zilās lūpas skābekļa trūkuma gadījumā?

- a) To, ka oksihemoglobīns labāk absorbē sarkano gaismu;
- b) To, ka oksihemoglobīns labāk absorbē zaļo gaismu;
- c) To, ka deoksihemoglobīns sliktāk absorbē zilo gaismu;
- d) To, ka deoksihemoglobīns labāk absorbē zilo gaismu.

Lai mērītu skābekļa piesātinājumu asinīs, var izmantot neinvazīvu metodi, kurā uz pirksta uzliek nelielu iekārtu, kas mēra gaismas absorbciju. Kuru gaismas viļņa absorbciju būtu ieteicams izmantot šādā metodē?

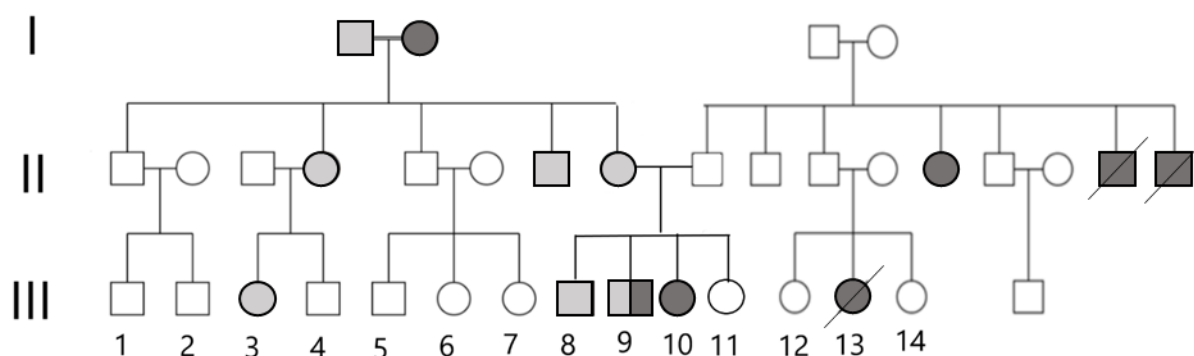
- a) 400 nm;

- b) 650 nm;
- c) 565 nm;
- d) 520 nm.

1.2. Ar ciltskokiem attēlotas divas ģimenes (2. attēls). Vairākiem no Ciānu ģimenes locekļiem ir zilgana ādas krāsa, ko rada izmainīta alfa apakšvienība hemoglobīna struktūrā, šiem cilvēkiem veidojas hemoglobīns M. Pietiek ar vienu hemoglobīnu M veidojošo alēli, izpaustos slimība methemoglobinēmija.

Nēmu ģimenē tiek pārmantota sirpjšūnu anēmija, ko rada izmaiņas hemoglobīna beta globīna ķēdē. Šiem cilvēkiem veidojas hemoglobīns S. Lai izpaustos sirpjšūnu anēmija, nepieciešamas divas alēles, kas veido hemoglobīnu S.

Ciltskokā ar gaiši pelēku krāsu atzīmēti tie cilvēki, kam ir methemoglobinēmija, savukārt ar tumši pelēku tie, kam ir sirpjšūnu anēmija.



2. attēls Nēmu un Ciānu ģimenes ciltskoki.

Atbildi uz jautājumiem, balstoties uz doto ciltskoku un izvēloties pareizās atbildes (2 p)!

Kāds iedzimšanas tips ir pārmantotajai methemoglobinēmijai Ciānu ģimenē?

- a) Autosomāli dominants;
- b) Autosomāli recesīvs;
- c) Ar X hromosomu saistītais recesīvais;
- d) Ar X hromosomu saistītais dominants.

Kāds iedzimšanas tips ir sirpjšūnu anēmijai Nēmu ģimenē?

- a) Autosomāli dominants;
- b) Autosomāli recesīvs;
- c) Ar X hromosomu saistītais recesīvais;
- d) Ar X hromosomu saistītais dominants.

Apraksti ciltskokā esošo indivīdu genotipus, aizpildi Penneta režģi un atbildi uz jautājumiem (11 p)! Šim nolūkam izmanto šos apzīmējumus:

A – alfa globīna dominantā alēle; a – alfa globīna recesīvā alēle;

B – beta globīna gēna dominantā alēle; b – beta globīna gēna recesīvā alēle.

Alēles raksti alfabētiskā secībā, lielo burtu pirms mazā burta bez atstarpēm!

1. Kāds ir trešās paaudzes 8.indivīda genotips?

Atbilde:

2. Kāds ir trešās paaudzes 9.indivīda genotips?

Atbilde:

3. Kāds ir trešās paaudzes 10.indivīda genotips?

Atbilde:

4. Kāds ir otrās paaudzes 8.indivīda genotips?

Atbilde:

5. Kāds ir otrās paaudzes 9.indivīda genotips?

Atbilde:

6. Kāda ir varbūtība piedzimt veselam bērnam (bez nevienas no hemoglobīnopātijām) laulībā starp II-8 un II-9? Atbildi izsaki kā daļskaitli.

Atbilde:

III-10 sieviete apprecējās ar fenotipiski normālu vīrieti, kura mātei bijusi sirpjšūnu anēmija.

7. Pabeidz aizpildīt Penneta režģi, lai paredzētu iespējamās pēcnācēju genotipus! Alēles raksti alfabētiskā secībā, lielo burtu pirms mazā burta bez atstarpēm.

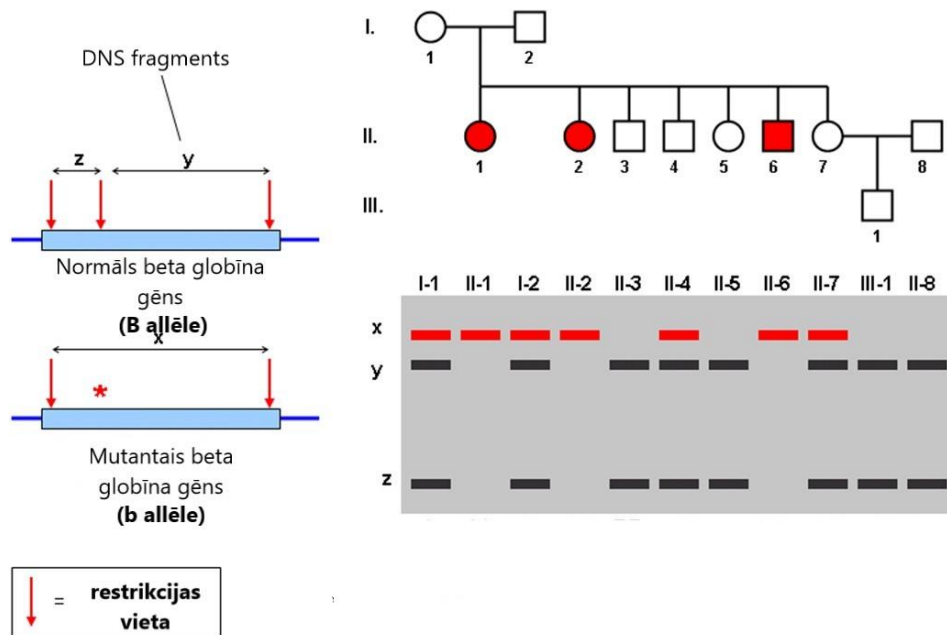
		ab

8. Kāda ir varbūtība, ka viņu bērnam būs sirpjšūnu anēmija? Atbildi izsaki kā daļskaitli.

Atbilde:

1.3. Meitene no Nēmu ģimenes (III paaudzes 11.indivīds ciltskokā) Hematoloģijas nodaļā iepazinās ar zēnu, kam ģimenē bija līdzīga slimība. Arī viņam bija brālis, kas bija slims ar sirpjšūnu anēmiju, bet viņš pats bija vesels. Tā kā viņi ļoti labi sapratās, viņi kļuva par labiem draugiem un pēc pāris gadiem izveidoja ģimeni. Viņiem piedzima 7 bērni, no kuriem trīs bija slimi ar sirpjšūnu anēmiju. Viņu ģimenes ciltskoks redzams zemāk.

Tā kā viņu ģimenē bija slimi bērni, viņiem tika veikta beta globīna gēna restrikcijas analīze. Ar polimerāzes ķēdes reakcijas palīdzību tika pavairots DNS fragments no beta globīna gēna, tad šo fragmentu apstrādāja ar restrikcijas enzīmu un fragmentus atdalīja ar gēla elektroforēzes palīdzību. Rezultāti ir redzami 3.attēlā.



Graphic©E.Schmid/2004

3. attēls. Beta globīna gēna analīzes shēma un rezultāti.

Balstoties uz savām zināšanām un doto informāciju, **atbildi uz jautājumiem, izvēloties pareizās atbildes vai ierakstot pareizos skaitļus (6 p)!**

Balstoties uz beta globīna gēna restrikcijas analīzes datiem, māte un tēvs no pirmās paaudzes ir:

- Homozigotiski recesīvi;
- Homozigotiski dominanti;
- Heterozigoti;
- Hemizigoti.

Vai II-7 un II-8 ir iespēja, ka piedzims bērns ar sirpjšūnu anēmiju?

- Jā;
- Nē;
- Nevar noteikt.

Kāda ir varbūtība, ka I-1 un I-2 piedzims bērns ar sirpjšūnu anēmiju?

- $\frac{1}{2}$;
- $\frac{1}{3}$;
- $\frac{1}{4}$;
- $\frac{1}{16}$.

Kāda ir varbūtība, ka I-1 un I-2 piedzims vesela meitene?

- $\frac{1}{4}$;
- $\frac{1}{16}$;
- $\frac{3}{16}$;
- $\frac{3}{8}$.

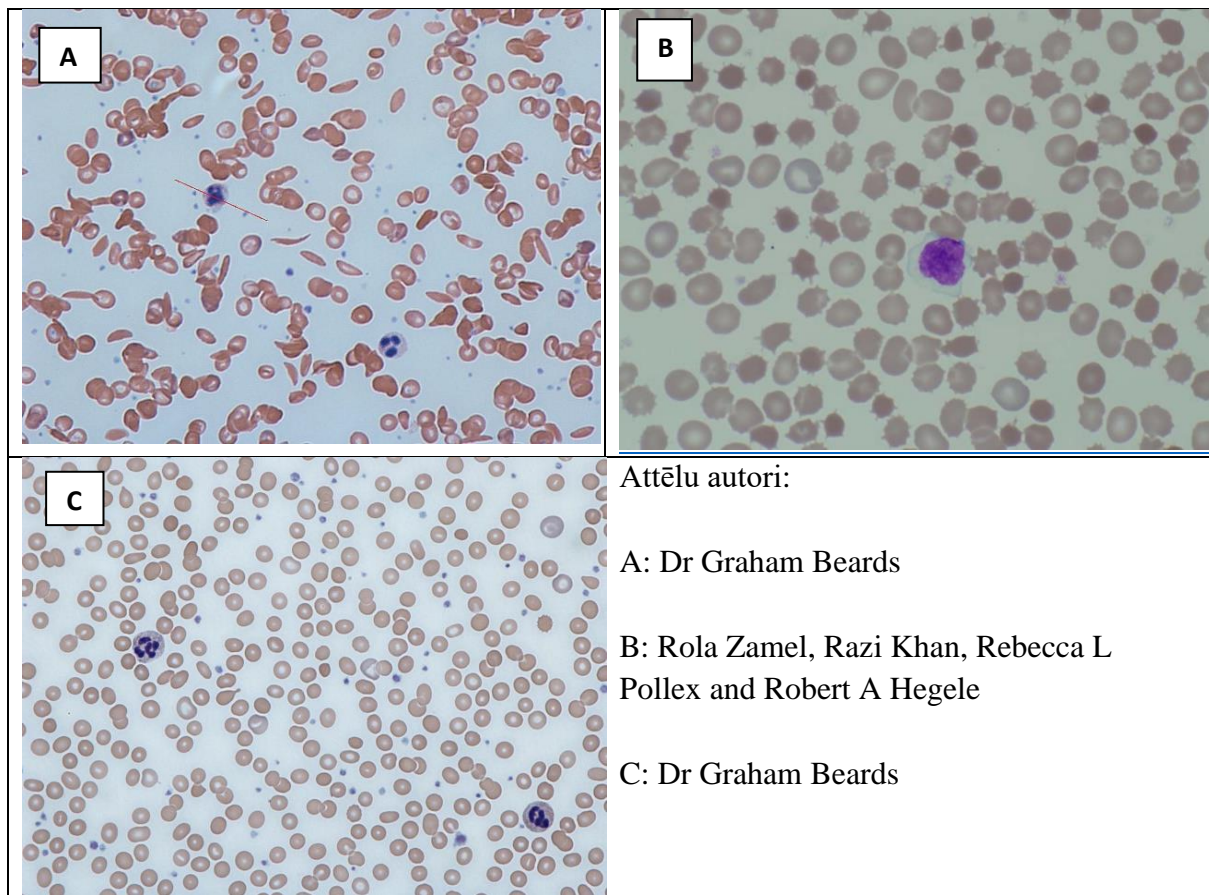
Cik indivīdu šajā ģimenē ir homozigoti recesīvi?

Atbilde:

Cik indivīdu ir sirpjšūnu anēmijas pazīmes nēsātāji?

Atbilde:

1.4. 4. attēlā ir redzami trīs mikroskopijas attēli ar asins paraugiem - A, B un C. Rūpīgi tos izpēti un **atbildi uz jautājumiem, izvēloties pareizās atbildes** (3 p)!



4. attēls. Asins paraugu mikroskopijas fotogrāfijas.

Kurš asins paraugs varētu būt iegūts no cilvēka, kas 3. attēla ciltskokā atzīmēts ar II-1?

Atbilde: [A/ B/ C].

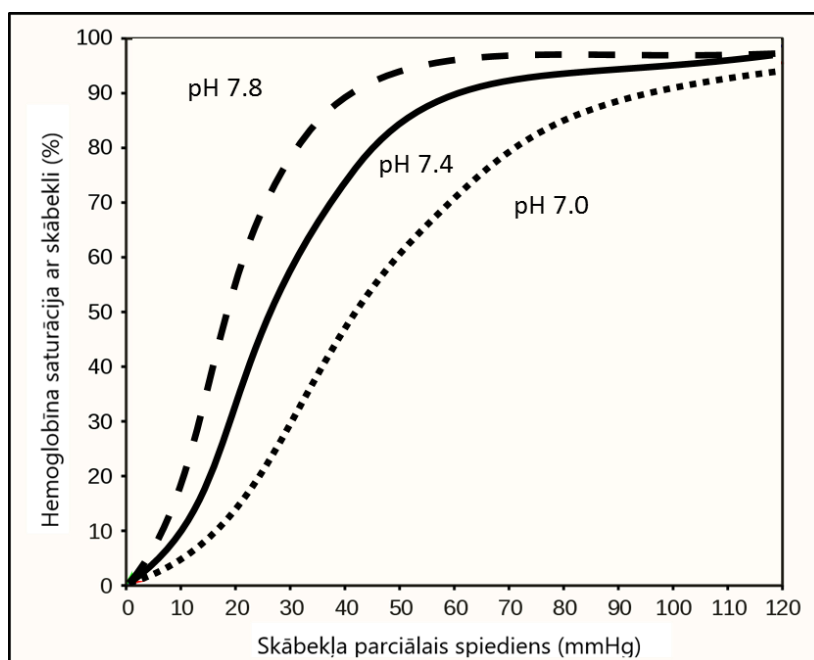
Kurš asins paraugs varētu piederēt cilvēkam, kas 3. attēla ciltskokā atzīmēts ar II-3?

Atbilde: [A/ B/ C].

Beta globīna normālā gēna alēle beta globīna mutanto alēli.

- a) nepilnīgi dominē pār;
- b) pilnīgi dominē pār;
- c) kodominē ar.

1.5. 5. attēlā redzama skābekļa disociācijas līkne. Veseliem cilvēkiem skābekļa disociāciju ietekmē asiņu pH. Skābekļa disociāciju spēj ietekmēt arī hemoglobīna struktūra.



5. attēls. Skābekļa disociācija atkarībā no vides pH. Autors, Peter Southwood.

Izlasi aprakstus un, balstoties uz 5. attēlu, izlem, kura līkne vislabāk atbilst aprakstītajai situācijai. **Atbildi uz jautājumiem, izvēloties pareizās atbildes (3 p)!**

Sirpjšūnu anēmijas gadījumā zūd eritrocītu elastīgums un tie zema skābekļa parciālā spiediena apstākļos maina savu formu, bet skābekļa parciālajam spiedienam pieaugot, tie atgūst savu normālo formu. Kura skābekļa disociācijas līkne atbilst cilvēkam ar sirpjšūnu anēmiju?

- Līkne ar raustīto līniju;
- Līkne ar nepārtrauktu līniju;
- Līkne ar punktoto līniju,

Methemoglobīns satur (Fe^{3+}) dzels jonu nevis tā (Fe^{2+}) reducēto formu, ko atrod hemoglobīnā. Methemoglobīns nesaista skābekli, kā arī izmaina blakus esošo hemoglobīna molekulu un skābekļa piesaisti, traucējot skābekļa atdevi audiem. Kura skābekļa disociācijas līkne atbilst cilvēkam ar methemoglobinēmiju?

- Līkne ar raustīto līniju;
- Līkne ar nepārtrauktu līniju;
- Līkne ar punktoto līniju.

Vīrietis (II-8 no ciltskoka) skrien maratonu. Kura skābekļa disociācijas līkne atbilst šim vīrietim maratona skriešanas laikā?

- Līkne ar raustīto līniju;
- Līkne ar nepārtrauktu līniju;
- Līkne ar punktoto līniju.

2. uzdevums

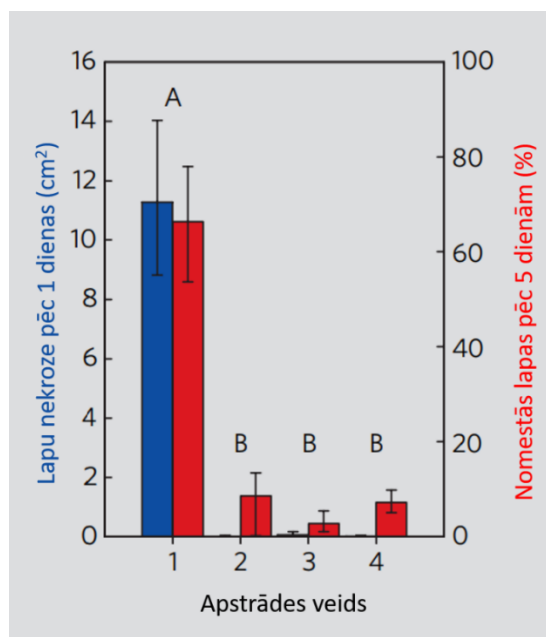
Tropiskajos mežos sastopami vairākus kvadrātmetrus lieli apgabali, kuros pārsvarā aug viena veida koki, turklāt zemi zem tiem klāj tikai lapas, nevis biezs pamežs, kā tas ir blakus esošos meža apgabalos. Vietējās valodās tos dēvē par *Velna dārziem* (eng. *Devil's gardens*) un leģendas vēsta, ka šajos kokos iemājojis ļauns meža dēmons. No bioloģiskā viedokļa šie dārzi interesanti ar savdabīgu koku *Duroia hirsuta* un skudru *Myrmelachista schumanni* kopdzīvi. Šīs skudras apdzīvo dobus koku stumbrus un uz tiem esošos veidojumus (1. attēls).



1. attēls *Duroia hirsuta* un skudras *Myrmelachista schumanni*, kas tajā dzīvo.

Frederickson, Greene, & Gordon 2005. gadā veica pētījumu, lai noskaidrotu, vai citu koku trūkums apkārtnē ir *D. hirsuta* izraisīta efekta (šo augu sakņu ekstraktos atrasti spēcīgi augu augšanas inhibitori – plumericīns un duroīns) vai *M. schumanni* darbības rezultāts. Viņu pirmais novērojums bija skudru uzvedība - dodoties klejojumos no pūžņa un uzejot kādu augu, kas nav to mītnes koks, *M. schumanni* skudras ar spēcīgajiem žokļiem izkoda caurumu tā lapas pamatnes audos, un pēc tam šai caurumā ievadīja kādu vielu no vēderā esošiem dziedzeriem. Veicot ķīmiskās analīzes noskaidrojās, ka šī viela ir skudrskābe. Tāpat tika novērots, ka skudras īpaši agresīvi izturas pret augēdājiem kukaiņiem, kas nolaižas uz *D. hirsuta* kokiem. Tāpēc pētnieki veica divus eksperimentus, lai noskaidrotu ekoloģiskās attiecības starp skudrām un kokiem. Eksperimentā viņi izmantoja tropiskā krūma *Chromolaena odorata* un *D. hirsuta* stādus.

Pirmajā eksperimentā *C. odorata* augi tika pakļauti četriem dažādiem apstākļiem: 1, iestādīti Velna dārzā, kurā mīt skudras; 2, iestādīti Velna dārzā, kurš atbrīvots no skudrām; 3, iestādīti ārpus Velna dārza, kopā ar skudrām; 4, iestādīti ārpus Velna dārza, atbrīvojoties no skudrām. 2. attēlā redzami pirmā eksperimenta rezultāti. Stabiņi, kas apzīmēti ar A būtiski atšķiras no stabiņiem, kas apzīmēti ar B ($P < 0.01$). Nekroze ir kādas ķermeņa daļas, audu vai šūnu strauja atmiršana. Nekrotiskām *C. odorata* raksturīgi lieli tumši plankumi.



2. attēls. Pirmā eksperimenta rezultāti.

Otrajā eksperimentā pētnieki Velna dārzā iestādīja *C. odorata* un *D. hirsuta* stādus ar un bez dobiem stumbra izaugumiem, lai noskaidrotu, vai skudru uzvedība pret kokiem ir atkarīga no koka iespējamās izmantošanas mājvietai. Pēc 24 stundām uz *C. odorata* ar stumbra izaugumiem nekroze bija novērojama vidēji 39.7 cm² vienam augam, uz *C. odorata* bez stumbra izaugumiem – 14.2 cm², savukārt uz *D. hirsuta* ne ar, ne bez izaugumiem nekroze netika novērota.



3. attēls. *M. schumani* apdzīvotā teritorijā augoša koka lapas.

2.1. Lasi doto tekstu un, balstoties uz Tev doto informāciju un savām zināšanām, **no dotajiem variantiem izvēlies atbilstošos** (10 p)!

Salīdzinot Velna dārzus ar apkārt esošo tropisko mežu, tajos novērojama [uzskatāmi lielāka/ uzskatāmi mazāka/ līdzīga] dzīvās dabas daudzveidība. Ekoloģiskās attiecības, kas pastāv starp *M. schumanni* un *D. hirsuta* sauc par [simbiozi/ anabiozi/ konkurenci/ plēsonību], savukārt starp *M. schumanni* un citām koku sugām novērojams [mutuālisms/ fitofāgisms/

parazītisms/ amensālisms], kur *M. schumanni* skudrskābi izmanto kā [pesticīdu/ insekticīdu/ fungicīdu/ herbicīdu]. *D. hirsuta* sakņu ekstraktu ietekme uz blakusesošiem augiem ir alelopātija – viens no [mutuālisma/ amensālisma/ komensālisma/ parazītisma] veidiem. Šī kopā pastāvēšanas stratēģija nodrošina ilgstošu pastāvīgu mājvietu skudru kolonijām – senākais atklātais Velna dārzs varētu būt pat ap 800 gadus vecs. To “apsaimnieko” viena kolonija, kas sastāv no aptuveni 3 miljoniem darba skudru un 15000 skudru mātīšu. Kolonijas ilgmūžībā, visticamāk, liela nozīme ir tieši [darba skudru/ vairāku mātīšu/ skudrskābes/ dobo stumbru veidojumu] klātbūtnei. Koloniju ilgmūžība, bet ierobežotie izmēri nozīmē, ka to tālāku izplešanos ierobežo noteikti [antropogēnie/ ekoloģiskie/ mutagēnie/ topoloģiskie] faktori. Viens no Velna dārzu izveidošanās iemesliem ir, ka mežos, kuros tie izveidojās, bija [paaugstināts/ samazināts/ novērsts/ introducēts] augēdāju spiediens uz *D. hirsuta*.

2. attēlā redzamas kāda koka lapas, kas sācis augt Velna dārza teritorijā. Ar X 3. attēlā atzīmētā krāsas izmaiņa liecina par [slāpekļa trūkumu/ audu atmiršanu/ skudru kāpuru darbību/ koka piederību *Duroia* dzimtai]. Šīs izmaiņas noved pie pazeminātas [alelopātijas/ augu daudzveidības/ fotosintēzes/ glikoģenēzes] intensitātes.

2.2. Aizpildi tabulu, katram secinājumam **pievienojot atbilstošā eksperimenta vai novērojuma burtu**, no kura rezultātiem šis secinājums izdarīts (10 p)!

- (A) Novērojumi par *M. schumanni* skudru uzvedību;
- (B) 1. eksperiments ar *C. odoratawera* stādu stādīšanu dažādās vietās;
- (C) 2. eksperiments ar dažādām augu sugām ar un bez dobām struktūrām;
- (D) Šādu secinājumu nav iespējams izdarīt, pamatojoties uz veiktajiem novērojumiem un eksperimentu rezultātiem (attiecas arī, ja iegūtie rezultāti noliedz šādu apgalvojumu).

Secinājums	A, B, C vai D
Velna dārzi izveidojas <i>M. schumanni</i> darbības ietekmē, nevis <i>D. hirsuta</i> alelopātiska efekta rezultātā	
<i>M. schumanni</i> skudras izvēlas <i>C. odoratawera</i> par mītnes augu, ja blakus nav atrodams <i>D. hirsuta</i>	
<i>M. schumanni</i> iznīcina konkurentus augus, izraisot nekrozi to lapās ar skudrskābes palīdzību.	
Koka stumbra uzbūve un piemēroti apstākļi kolonijas iemājošanai tajā nav noteicošais faktors, pēc kā <i>M. schumanni</i> izvēlas, kurus augus kultivēt Velna dārzā	
<i>C. odoratawera</i> nomet lapas arī citu faktoru, ne tikai nekrozes ietekmē	
<i>M. schumanni</i> radītā lapu atmiršana būs novērojama ap lapu dzīslām	
Ja Velna dārzos iznīcinās skudras, tajos tāpat neaugs citu sugu augi, jo <i>D. hirsuta</i> pastāv citi mehānismi konkurentu likvidēšanai	
<i>D. hirsuta</i> ir imūni pret skudrskābi	
<i>D. hirsuta</i> koku dobos izaugumus ārpus Velna dārziem var apdzīvot arī citas skudru sugas	
<i>M. schumanni</i> samazina augēdāju apdraudējumu <i>D. hirsuta</i> kokiem.	

2.3. *D. hirsuta* un *M. schumanni* kopdzīve nav vienīgās interesantās skudru ekoloģiskās attiecības ar kokiem. *Azteca* ģintī ir 84, pārsvarā kokus apdzīvojošas, skudru sugas. Arī šajā ģintī novērojama skudru kopdzīve ar kokiem. Jaunajiem *Cecropia* ģints koku dzinumiem, ko apdzīvo *Azteca* ģints skudras, ir dobi stumbri. Lapu žāklēs koki veido matiņu sakopojumus ar Millera ķermenīšiem, kas satur glikogēnu un pārļu ķermenīšus, kas satur taukus (4. attēlā pa labi).

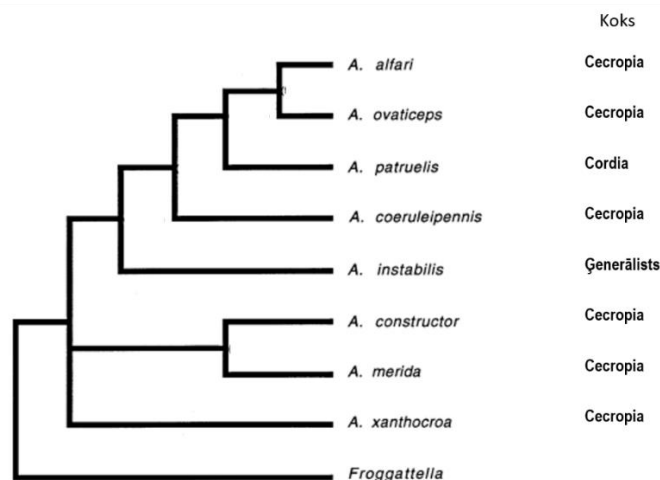


Image by J. Longino, 1997.

4. attēls. Pa kreisi skudru māte *Cecropia* koka dobumā, pa labi matiņu sakopojums ar Millera ķermenīšiem.

Jaunai mātei pārojoties un pametot koloniju, tā atrod neapdzīvotu *Cecropia* koku, kura stumbrā izgauž eju līdz dobajām koka daļām un sāk kolonijas veidošanu. Visbiežāk vienā jaunajā kokā šādi iemitinās līdz pat 5 mātēm, kas var izveidot koloniju ar vairākām mātītēm vai cīnīties par dominanci kokā. Mātu savstarpējās attiecības ir atkarīgas no kolonijas vecuma.

5. attēlā redzams *Azteca* sp. filoģenētiskais koks, kas veidots, izmantojot skudru ģenētiskos datus. Labajā pusē norādītas koku ģintis, ko apdzīvo attiecīgā suga.



5. attēls. *Azteca* sp. filoģenētiskais koks.

Atbildi uz jautājumiem, izvēloties pareizās atbildes (9 p)!

Spriežot pēc dotā filoģenētiskā koka, *Azteca* ģints sugu kopīgais sencis, visticamāk, dzīvoja:

- a) *Cecropia* ģints kokos;
- b) *Cordia* ģints kokos;
- c) Tas dzīvoja jebkurā kokā;
- d) Tas nedzīvoja kokos.

Azteca instabilis ir ģenētiski vistuvākā ar:

- a) *Frogattella sp.*
- b) *Azteca xanthocroa*
- c) *Azteca patruelis*
- d) *Azteca merida*

Azteca sp.:

- a) Apdzīvo tikai noteiktu sugu kokus;
- b) Var apdzīvot dažādus kokus;
- c) Apdzīvo tikai *Cecropia* kokus.

Azteca sp. pieder pie:

- a) Taisnspārņu kārtas;
- b) Divspārņu kārtas;
- c) Plēvspārņu kārtas;
- d) Vaboļu kārtas.

Millera ķermenīši palīdz augam:

- a) Piesaistīt skudras ar barības avotu;
- b) Piesaistīt skudras ar mājvietas veidošanas iespēju;
- c) Atbaidīt citus augēdājus;
- d) Atbaidīt nepiederošas skudru sugas.

Ja *Cecropia* koku neapdzīvo neviena *Azteca* skudru kolonija, tad ir sagaidāms, ka:

- a) Koks turpinās ražot Millera un pērļu ķermenīšus;
- b) Kokam samazināsies augēdāju nodarītie bojājumi;
- c) Koks mazāk slimos ar kaitēkļu pārnēsātām slimībām;
- d) Koka dobajos stumbros neiemājos citi kukaiņi.

Kolonijas ar daudzām ģenētiski atšķirīgām mātēm:

- a) Kļūst izdevīgākas vēlākās kolonizācijas stadijās;
- b) Palīdz sākotnējās kolonizācijas stadijās;
- c) Nodrošina katras mātes gēnu pārneši nākamajām paaudzēm;
- d) Ir izdevīgas tikai resursu trūkuma gadījumā.

Mātes kolonijas ietvaros sāks cīnīties savā starpā, jo

- a) Kolonijas sākuma stadijā ir dzīves vietas trūkums;
- b) Kolonijas sākuma stadijā ir barības vielu trūkums;
- c) Kolonijas sākuma stadijā mātes pārojas savā starpā, vēlākā stadijā tas vairs nav nepieciešams;
- d) Kolonijas vēlākā stadijā ir dzīves vietas trūkums.

Starp *Azteca sp* un *Cecropia* novērojams:

- a) Obligāts mutuālisms;
- b) Fakultatīvs mutuālisms;
- c) Obligāts komensiālisms;
- d) Fakultatīvs komensiālisms.

2.4. Zinātnieki nofotografēja četru *Cecropia* koku daļas ar skudrām. Izpēti tos un **atbildi uz jautājumiem, izvēloties pareizās atbildes (2 p)!**



A



B



C



D

Kurā no attēliem ir redzams koks bez *Azteca* skudrām?

Atbilde: [A/ B/ C/ D].

Balstoties uz dotajiem attēliem, pret kuru organismu skudras, visticamāk, neizpauž agresiju?

- a) Lapgraužu skudras;
- b) Liānas;
- c) Cita *Azteca sp.* suga;
- d) Neviens no minētajiem.

Uzdevums sagatavots, izmantojot:

- Molecular Phylogeny of Azteca Ants (Hymenoptera: Formicidae) and the Colonization of Cecropia Trees, José Ayala F Wetterer J Longino J Hartl D, 1996;
- Frederickson, M. E., Greene, M. J., & Gordon, D. M. (2005). "Devil's gardens" bedevilled by ants. *Nature*, 437(7058), 495–496;
 - <http://aztecacecropia.com/>.

3. uzdevums

3.1. Ģenētiskā informācija glabājas divu veidu nukleīnskābēs – DNS un RNS. **Atbildi uz jautājumiem, izvēloties pareizās atbildes (3 p)!**

Kas pēc ķīmiskās uzbūves ir dezoksiriboze?

- a) Olbaltumviela;
- b) Bāze;
- c) Ogļhidrāts;
- d) Lipīds.

Kurā no minētajiem organoīdiem netiek glabāta ģenētiskā informācija?

- a) Kodols;
- b) Mitohondriji;
- c) Hloroplasts;
- d) Endoplazmatiskais tīkls.

Kurš no nosauktajiem organismiem neglabā DNS šūnas kodolā?

- a) Maizes raugs;
- b) Kramaļģes;
- c) Tupelīte;
- d) Zarnu nūjiņa *Escherichia coli*.

Sakārto norādītos transkripcijas soļus pareizā secībā (5 p)!

1.: 2.: 3.: 4.:..... 5.:

A Izveidojas transkripcijas burbulis, DNS dubulspirāle tiek atritināta divās atsevišķās ķēdēs.

B Terminācija - polimerāze nonāk pie «stop» kodona, apstādinot RNS sintēzi

C Elongācija – notiek RNS ķēdes pagarināšana, RNS polimerāzei pievienojot RNS nukleotīdus, kuri ir komplementāri DNS ķēdei

D Veidojas RNS cukuru-fosfātu mugurkauls un tiek sarautas RNS – DNS ūdeņraža saites

E Iniciācija - enzīms RNS polimerāze kopā ar transkripcijas faktoru piesaistās pie promotera DNS.

Izveido dotajai DNS ķēdei komplementāras DNS un RNS ķēdes, raksti bez atstarpēm un izmantojot lielos burtus (2 p)!

DNS : ATC ACT TGT CAT CCC TTT

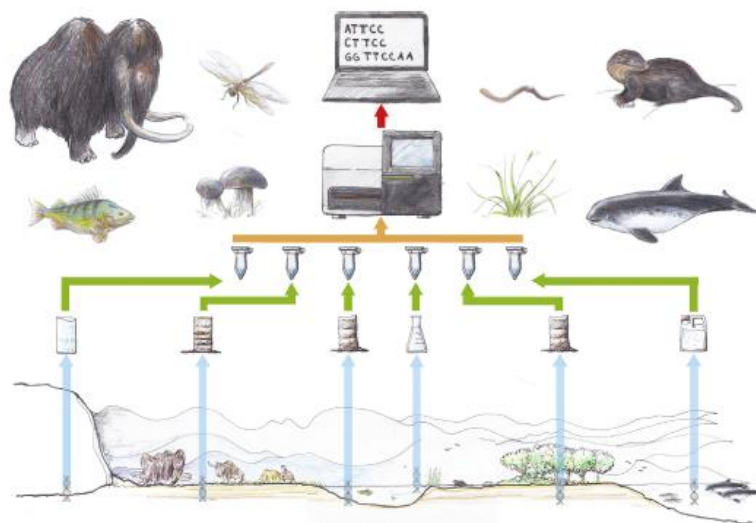
DNS:

RNS:

3.2. Rūpīgi iepazīsties ar doto tekstu par eDNS. Atbildi uz jautājumiem, izvēloties pareizās atbildes (3 p)!

Precīzas zināšanas par sugu izplatību ir viens no atslēgas punktiem apdraudētu sugu saglabāšanas un invazīvu sugu ierobežošanas stratēģijās. Tiesa, to konstatēšana dažādās vidēs var būt sarežģīta (piemēram, specifiskos attīstības posmos vai ļoti zema blīvuma populācijām) un, lai risinātu šo problēmu, aizvien plašāk tiek izmantota eDNS (no *environmental DNA – vides DNS*) jeb sugu noteikšana, izmantojot dabā ievāktus DNS paraugus. eDNS parauga saturs tiek analizēts, izdalot DNS no vides paraugiem, pavairojot to ar polimerāzes ķēdes reakciju (PĶR), un pavairotajā materiālā nosakot katrai sugai unikālo DNS molekulas nukleotīdu secību. Organismi tiek identificēti, iegūtos rezultātus salīdzinot ar datubāzēm.

Augstākie organismi savu DNS vidē var atstāt ar, piemēram, šūnām vai audiem, urīnu, ādu, fēcēm utml. Līdz ar to šī metode ļauj detektēt organismus bez tiešas to klātbūtnes, darba plūsma attēlota 1. attēlā. Jāatzīmē, eDNS izmantošana ir būtiska ne tikai detektējot šobrīd sastopamās sugas, bet arī jau izmirušās, piemēram, no tūkstošiem gadus seniem mūžīgā sasaluma paraugiem. Protams, metodes efektivitāte daudzējāda ziņā ir atkarīga no ievāktu paraugu kvalitātes.



1. attēls. Darba plūsma eDNS izmantošanā.

Izmantojot eDNS, pētnieki saskaras ar dažādiem problēmjasutājumiem. Kura no minētajām problēmām neattiecas uz eDNS izmantošanu?

- a) References DNS bibliotēku/datubāžu trūkums;
- b) DNS identificēšana līdz sugas līmenim;
- c) Reizē ar DNS izdalīto ķīmisko vielu inhibējoša (negatīva) iedarbība uz PĶR reakcijā izmantotajiem enzīmiem;
- d) Vienā paraugā sajaucas vairāku sugu DNS.

Kuru no šiem ievāktajiem paraugiem nav vērts pārbaudīt, izmantojot eDNS metodi (tas noteikti nesaturēs eikariotisku šūnu DNS)?

- a) 5 ml Lubāna ezera ūdens;
- b) Mūžīgā sasaluma zonas augsnes paraugs;
- c) 20 l tīras naftas;
- d) Kauli no mēra laika apbedījuma.

Ar eDNS metodi izanalizētā paraugā atrada cilvēka *Homo sapiens*, blusas *Pulex irritans*, egles *Picea abies* un sarkanās mušmires *Amanita muscaria* DNS. Kurš no piedāvātajiem paraugiem, visticamāk, bija analizēts?

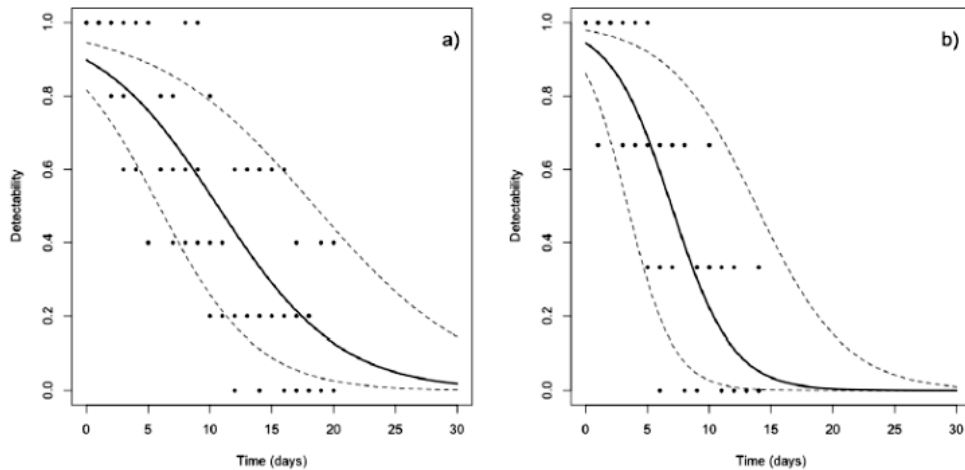
- a) Mežā atrasts asiņains kokvilnas krekls;
- b) Lāča zarnu saturs;
- c) Ledus paraugs no Antarktīdas;
- d) Ēģiptes piramīdu sarkofāga saturs.

3.3. Papildini zināšanas par eDNS, iepazīstoties ar Dejean *et al.* 2011 veiktajiem eksperimentiem!

Tiklīdz DNS ir atstāta vidē, tās saglabāšanās ir atkarīga no dažādiem apstākļiem. Dejean un kolēģi 2011. gadā savā pētījumā nolēma pārbaudīt spēju detektēt DNS atkarībā no laika, ko tā pavadījusi vidē, ņemot vērā vides apstākļus un DNS koncentrāciju ūdenī. Eksperimenti tika veikti, izmantojot divas dažādas sugas – Amerikas vērsšvardi *Rana catesbeiana* = *Lithobates catesbeianus* un Sibīrijas stori *Acipenser baerii*. Vērsšvardes kurkuļi trīs atšķirīgos blīvumos tika izmantoti kontroles eksperimentā. 900 ml stikla vārglāzēs ar ūdeni piecas dienas audzēja kurkuļus. Kā negatīvā kontrole izmantota 900 ml glāze ar ūdeni bez kurkuļiem. Kurkuļus glāzēs audzēja trīs dažādās koncentrācijās – katrā glāzē bija viens, pieci vai desmit kurkuļi. Katrai kurkuļu koncentrācijai izmantoja piecus atkārtojumus – piecas glāzes. Pēc audzēšanas beigām no glāzēm izņēma kurkuļus un paņēma ūdens paraugus. Ūdens paraugus turpināja ņemt ik pēc 24 stundām 20 dienas. Ja pētnieki ūdens paraugā varēja konstatēt vērsšvardes DNS, tad šis paraugs tika uzskatīts par pozitīvu. Lai novērtētu DNS saglabāšanos vidē izmantoja lielumu – detektējamība – kas tika definēta kā pozitīvo DNS paraugu procentuālais daudzums starp 5 vienā dienā ievāktajiem vienas koncentrācijas paraugiem.

Stores tika audzētas trīs (3m x 4m x 0,4m) dīķos ar vienādiem ūdens parametriem. Katrā dīķī 10 dienas tika audzēta viena apmēram 20 cm gara store. Desmitajā dienā stores tika pārvietotas ārā no dīķiem un no katra dīķa ievākti trīs 15 ml ūdens paraugi. Paraugus turpināja

ievākt ik pēc 24 stundām 14 dienas. Kā detektējamība tika definēts pozitīvo paraugu skaits starp trīs paraugiem. Iegūtie dati attēloti 2. attēlā. 2 a attēlā ar punktiem apzīmēta vārdes DNS detektējamība paraugiem ar atšķirīgu kurkuļu koncentrāciju 21 dienas laikā, 2 b attēlā ar punktiem atzīmēta stores DNS detektējamība katrā diņā 15 dienu laikā. Ja punkti sakrīt, tie redzami kā viens punkts. No iegūtajiem datiem autori aprēķināja arī DNS saglabāšanās matemātisko modeli, tas attēlā redzams ar līknēm. Ar nepārtrauktu līniju atzīmēta vidējā DNS parauga detektējamības līkne laikā, ar raustītām minimālā un maksimālā detektējamības robeža.



2. attēls. DNS detektējamība ūdenī atkarībā no laika. Laika sākuma punkts – laiks, kad no vides izvākts DNS avots. Uz x ass – laiks (dienās), uz y ass – detektējamība. a) DNS detektējamība kontroles apstākļos, b) dabiskos apstākļos.

Balstoties uz iegūtajiem datiem, **atzīmē ar X, kādus secinājumus Tu vari veikt par šī eksperimenta rezultātiem**, ja Tev ir zināma tikai uzdevumā sniegtā informācija.

Apsvērumos neņem vērā matemātisko modeli (6 p)!

Apgalvojums	Secinājums patiens kontroles apstākļos (kurkuļu eksperimentā)	Secinājums patiens dabiskos apstākļos (eksperimentā ar storēm)	Secinājums patiens neatkarīgi no vides apstākļiem (abos eksperimentos)	Apgalvojums neatspoguļo eksperimenta rezultātus (neviens no eksperimentiem nav iegūti dati, kas atbalsta šo secinājumu)
Detektējamība negatīvi korelē ar laiku				
Pēc 20. dienas DNS nav iespējams detektēt.				

Pirmajā paraugu iegūšanas reizē visi paraugi bija pozitīvi				
Laikapstākļi ietekmē DNS detektējamību				
Ūdens temperatūra negatīvi ietekmē DNS detektējamību				
DNS detektējamību ietekmē tikai laiks, ko DNS pavada vidē				

Atbildi uz jautājumiem, izvēloties pareizās atbildes (2 p)!

Pētnieku izveidotais matemātiskais modelis atšķiras kontroles un dabisko apstākļu eksperimentos. To varēja ietekmēt dažādi apstākļi, tomēr ir secinājumi par matemātisko modeli, kurus var veikt arī neņemot vērā šīs atšķirības. Kurš tas ir?

- Divus mēnešus pēc organisma atrašanās ūdens vidē, tā DNS nebūs iespējams konstatēt;
- Zivis nomet vairāk ādas šūnu nekā abinieki;
- Organismu skaits vidē neietekmē detektējamību;
- Ja ūdenstilpē atrodas dzīvs organisms to var droši konstatēt ar eDNS metodi.

Kā būtu iespējams uzlabot veiktā eksperimenta dizainu, lai iegūtie dati būtu reprezentatīvāki?

- Palielināt kurkuļu un storu skaitu;
- Pagarināt eksperimenta ilgumu;
- Izmantot tikai vienas sugas dzīvniekus un to dzīvesveidam atbilstoša tilpuma ūdenskrātuves;
- Dubultot vienā dienā ievākto paraugu skaitu un palielināt ūdenstilpju tilpumu.

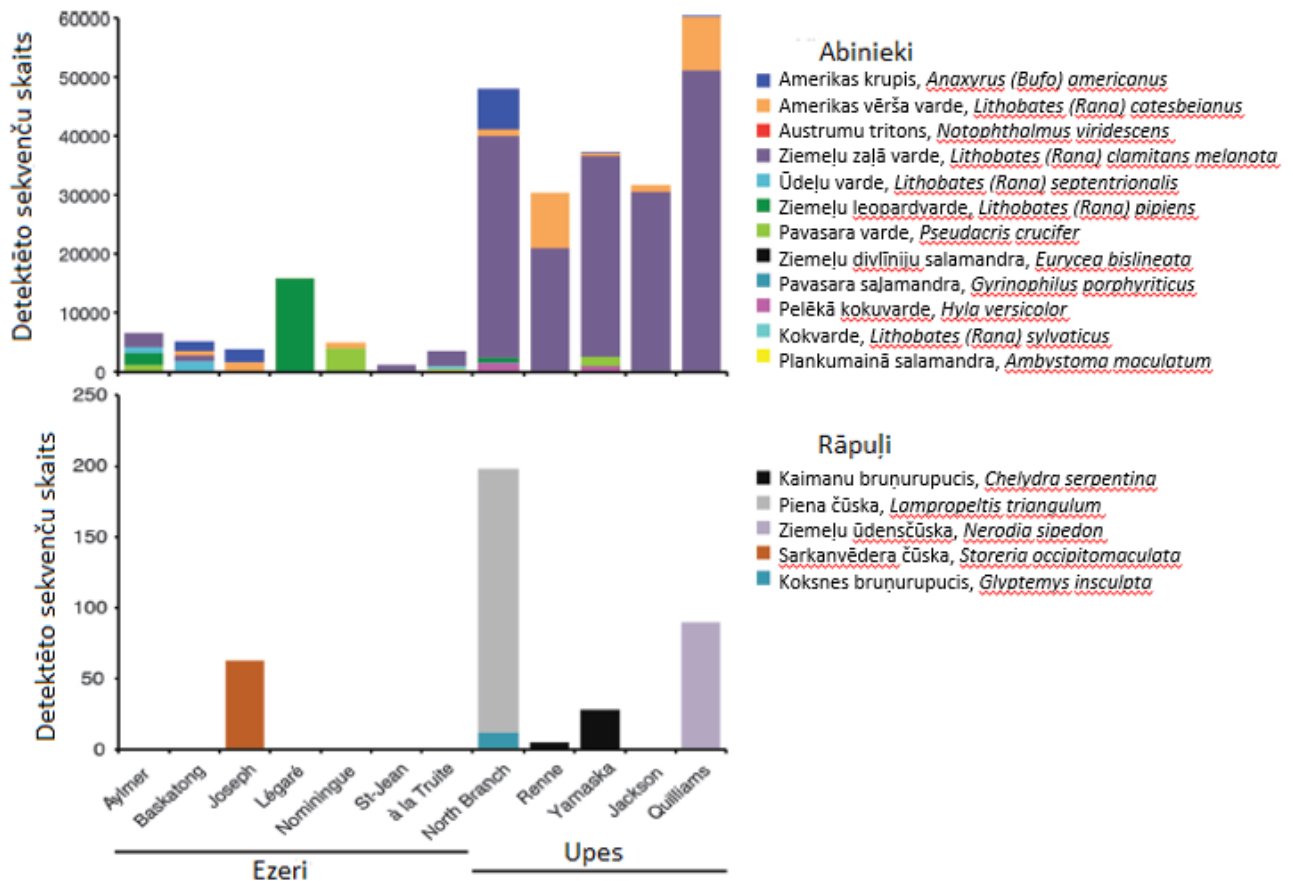
1.6. Iepazīsties ar sniegto informāciju!

Šobrīd vairāki pētījumi norāda, ka sugu skaitam visā pasaulē ir tendence samazināties. Mugurkaulnieku vidū novērojams, ka visstraujāk samazinās abinieku un rāpuļu īpatsvars. eDNS ir daudzsološa metode, kuru izmanto arī abinieku un rāpuļu noteikšanai, Lacoursière-Roussel *et al.* 2016 pirmo reizi to izmantoja, specifiski nosakot koksnes bruņurupuča *Glyptemys insculpta* DNS sastopamību, kurš Kanādā pakļauts apdraudējumam.

Pētnieki vēlējas pārbaudīt eDNA metodes izmantojamību apdraudētu abinieku un rāpuļu pētījumos. Paraugi tika ievākti deviņās upēs



Kvebekas provincē Kanādā, kurās bruņurupučiem būtu jābūt sastopamiem (balstoties uz vizuāliem novērojumiem). Pētījuma ietvaros, izmantojot eDNS, tika noteiktas arī citas Ziemeļamerikas abinieku un rāpuļu sugas. Viena litra ūdens paraugi no ezeriem, bet divu litru paraugi (pēc Cannon *et al.* 2015 upēs ir augstāka DNS degradācijas pakāpe) – no upēm tika ievākti agrā pavasarī, ievērojot vienādus ievākšanas un uzglabāšanas apstākļus visās ģeogrāfiskajās vietās. Paraugus ievāca secīgi vairāku dienu garumā, ja laikapstākļi bija saulaini un gaisa temperatūra pārsniedza 15 °C. Gaisa temperatūra paraugu ievākšanas laikā šo dienu gaitā mainījās 5°C ietvaros. Paraugi tikai ievākti aptuveni ūdenstilpju vidū tā, lai visi to krasti būtu aptuveni vienādā attālumā. Iegūtie rezultāti par sugu daudzveidību apkopoti 3. attēlā.



3. attēls. Detektēto sekvenču skaits katrai konstatētajai sugai konkrētajās ģeogrāfiskajās lokācijās.

Balstoties uz pieejamajiem datiem un savām zināšanām, **pabeidz teikumus, no dotajiem variantiem izvēloties pareizos** (8 p)!

1. Visbiežāk sastopamais abinieks Kvebekas provinces ūdenstilpnēs ir [ziemeļu zaļā varde/ piena čūska/ ziemeļu leopardvarde/ punktainā salamandra].
2. Koksnes bruņurupucis ir sastopams [visās ūdenstilpnēs, no kurām ņemti paraugi/ tikai upēs/ tikai ezeros/ netika konstatēts].
3. Konstatētā sugu daudzveidība korelē ar [ievākto paraugu skaitu/nosakāmo sugu klasi/ ievākto paraugu tilpumu/ ūdenstilpnes veidu].

4. Visās ūdenstilpnēs tika konstatēti [abinieki/ rāpuļi/ ziemeļu zaļā varde/ baktērijas].
5. Astainie abinieki tika konstatēti [tikai upēs/ tikai ezeros/ tikai North Branch upē/ netika konstatēti].
6. Lielāku detektēto abinieku sugu skaitu upēs daļēji var skaidrot ar [to, ka upju ūdeņos ir augstāks skābekļa saturs/ straumi/ lielāku parauga tilpumu/ zemāku ūdens temperatūru].
7. Lacoursière-Roussel *et al.* 2016 pētījumā iegūtos rezultātus un to attiecināmību uz detektēto sugu izplatību kopumā neietekmēja [parauga ievākšanas vietas attālums no ūdenstilpnes krasta/ laikapstākļi paraugu ievākšanas laikā/ gadalaiks paraugu ievākšanas laikā].
8. Šo metodi būtu iespējams izmantot arī Latvijā, lai līdzīgā veidā monitorētu reti sastopamo un aizsargājamo [Eirāzijas bruņurupuci/ zalkti/ sarkanausu bruņurupuci/ purva bruņurupuci].

Uzdevums sagatavots, izmantojot:

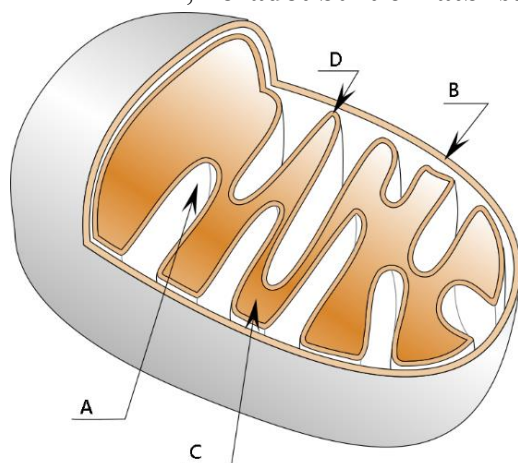
- <https://commons.wikimedia.org;>
- Thomsen, P. F., & Willerslev, E. (2015). Environmental DNA—An emerging tool in conservation for monitoring past and present biodiversity. *Biological Conservation*, 183, 4-18.;
- Dejean, T., Valentini, A., Duparc, A., Pellier-Cuit, S., Pompanon, F., Taberlet, P., & Miaud, C. (2011). Persistence of environmental DNA in freshwater ecosystems. *PloS one*, 6(8), e23398.
 - Lacoursière-Roussel, A., Dubois, Y., Normandeau, E., & Bernatchez, L. (2016). Improving herpetological surveys in eastern North America using the environmental DNA method. *Genome*, 59(11), 991-1007.

4. uzdevums

4.1. Lasi doto tekstu par mitohondrijiem un no **dotajiem variantiem izvēlies atbilstošos** (3 p)!

Mitohondrijs ir organoīds, kas atrodas gandrīz visās [eikariotu/ prokariotu/ arhebaktēriju] šūnās. Mitohondrija funkcijas ir nozīmīgas organismam, jo tas nodrošina to ar enerģētiskām molekulām, kas nodrošina citu bioloģisku procesu norisi. Tas nodrošina [oksidatīvās fosforilācijas/ fotosintēzes/ glikolīzes] funkcijas, kuras rezultātā rodas [adenozīntrifosfāts/ saharoze/ skābeklis].

Dots attēls, kurā redzama mitohondrija shematiska uzbūve. Izvēlies, kā sauc attiecīgos struktūras elementus, **norādot burtiem atbilstošos terminus** (4 p)!



1. attēls. Mitohondrija shematisks attēls.

A: [krista/ tilakoīds/ matrikss];

B: [proteīnu apvalks/ šūnapvalks/ ārējā membrāna];

C: [citoplazma/ matrikss/ vakuola];

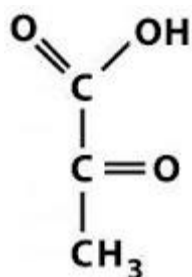
D: [iekšējā membrāna/ starpmembrāna/ šūnapvalks].

4.2. Mitohondriju ārējā membrānā atrodas transporta proteīni – porīni. Šie proteīni veido kanālus mitohondrija membrānā, kas ļauj pārvietoties cauri mazām molekulām, kuru izmērs ir līdz 10 kilodaltoniem (1Da=1g/mol).

Atšķirībā no ārējās membrānas, mitohondrija iekšējā membrāna brīvi laiž cauri tikai skābekļa, ogļskābās gāzes un ūdens molekulas. Joni, proteīni vai citas vielas, kas svarīgas metaboliskiem procesiem, piemēram, neorganiskie fosfāta joni vai adenozīndifosfāts (ADF), var nokļūt mitohondrija matriksā tikai ar specifisku pārnēsējproteīnu palīdzību.

Aprēķini dotās vielas izmēru daltonos un pabeidz teikumu, no dotajiem variantiem izvēloties pareizo! Izmanto dotās molmasas: C=12g/mol; H=1g/mol; O=16 g/mol; N=14g/mol (2 p).

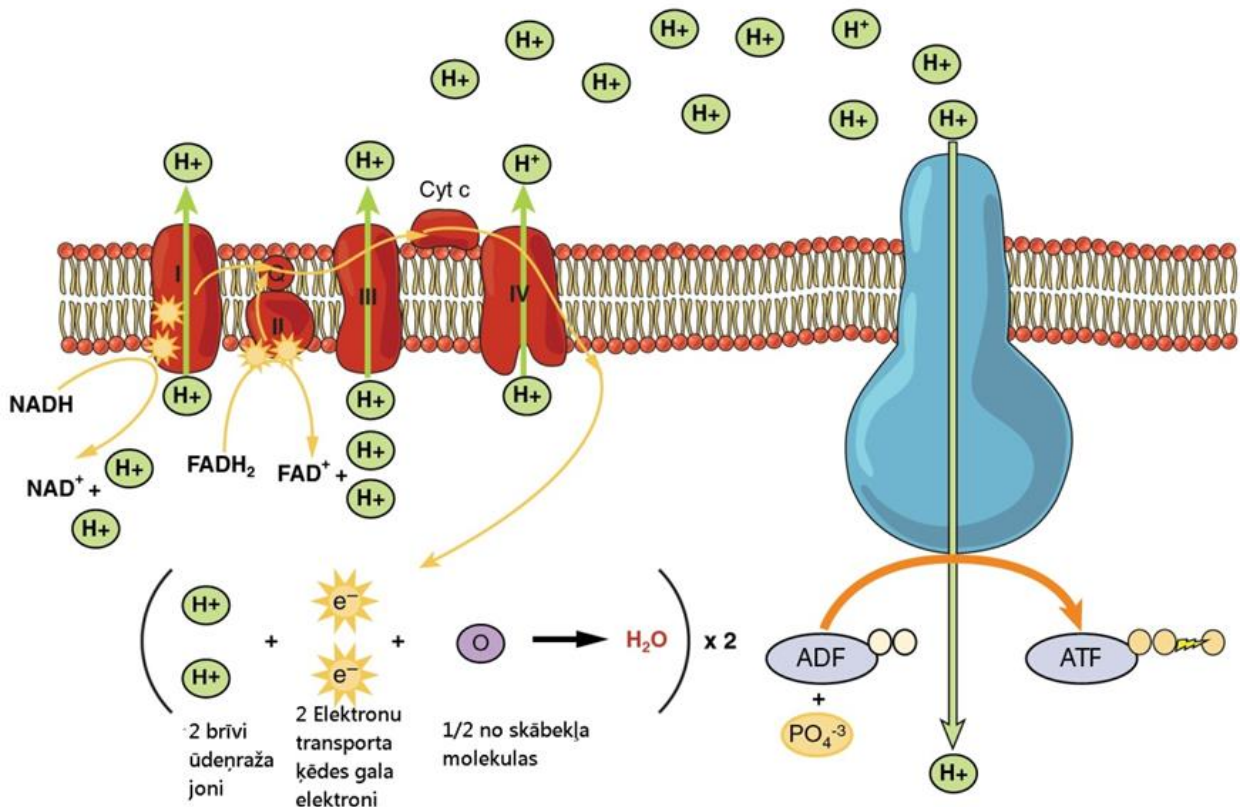
1 Pirovīnogskābe



Atbilde: Da

2. Pirovīnogskābes molekula difundēs cauri [abām mitohondrija membrānām/ vienīgi iekšējai membrānai/ vienīgi ārējai membrānai/ nevienai no membrānām].

4.2. Mitochondrija iekšējā membrānā atrodas elektronu transporta ķēde, kas nodrošina ATF veidošanu. ATF tiek ražots pateicoties H^+ jonu koncentrāciju atšķirībai abpus membrānai. H^+ jonus transportē īpaši transportolbaltumvielas. H^+ jonu transports notiek kad cauri transportolbaltumvielai virzās elektrons. Elektronus elektronu transporta ķēdei piegādā kofaktori NADH un $FADH_2$. Elektronu transporta ķēdes beigās uztver skābeklis.



2. attēls. Elektronu transporta ķēdes shematisks attēls.

Pabeidz teikumus par mitochondriju matrkisa un starpmembrānu telpas pH, no dotajiem variantiem izvēloties pareizos, pieņemot, ka šūnas citosolā pH ir 7 (2 p)!

1. Mitochondrija matrkisa pH būs [mazāks par/ vienāds ar/ lielāks par] 7.
2. Mitochondrija starpmembrānu telpas pH būs [mazāks par/ vienāds ar/ lielāks par] 7.

4.3. P/O ir attiecība starp sintezēto ATF daudzumu [molos] pret patērēto atomārā skābekļa daudzumu [molos]. Ir zināms, ka divi elektroni veicot “ceļu” no I līdz IV kompleksam ierosina tik daudz H^+ pārvietošanu, ka ķēdes P/O ir 3.

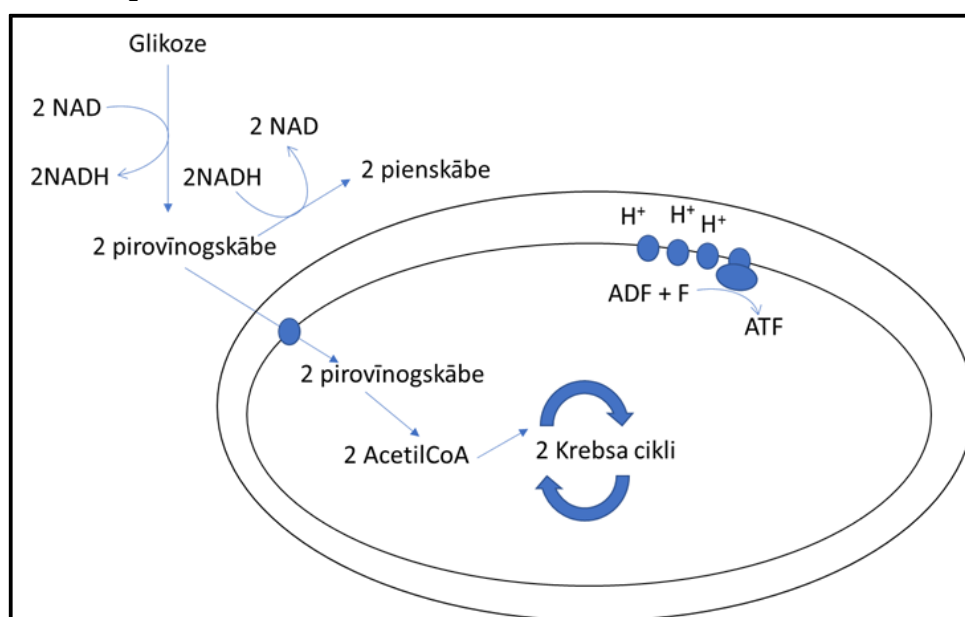
Elektronu transporta ķēdes pētīšanai mēdz izmantot dažādus inhibitorus. Eksperimentā izmantoja trīs dažādus elektronu donorus: NADH, $FADH_2$ un molekulu, kas donē elektronus tikai citohromam C (attēlā CytC). Pēc novērotajām P/O vērtībām iespējams spriest par elektronu transporta ķēdes aktivitāti. **Izvēlies, kuru kompleksu inhibē katrs no dotajiem inhibitoriem(A-D), norādot kompleksa numuru!** Ja inhibitors darbojas citādi un specifisku kompleksa inhibīciju nenovēro, izvēlies 0 (4 p)!

Inhibitors	P/O NADH	P/O FADH ₂	P/O cytC	Inhibētais komplekss
Bez inhibitora	3	2	1	
A	0	0	1	I/ II/ III/ IV/ 0
B	0	2	1	I/ II/ III/ IV/ 0
C	2	1,75	0,8	I/ II/ III/ IV/ 0
D	0	0	0	I/ II/ III/ IV/ 0

Lasi doto tekstu un no **dotajiem variantiem izvēlies atbilstošos** (3 p)!

Zinātnieki no šūnas izdalīja mitohondrijus un ievietoja destilētā ūdenī. Mitohondrijs būs nonācis [hipertoniskā/ izotoniskā/ hipotoniskā] vidē. Mitohondriju tilpums [būtiski pieaugs/ nemainīsies/ būtiski samazināsies]. Ja mitohondriju ievietotu vidē, kur osmotisko spēku ietekmē tas pārplīstu, tad [pirmā pārplīsīs ārējā membrāna/ pirmā pārplīsīs iekšējā membrāna/ abas membrānas pārplīsīs vienlaicīgi].

4.4. Shēmā vari aplūkot vienkāršotu enerģētiskās vielmaiņas ceļu cilvēka šūnās. Glikozes molekulu glikolīzes ceļā sašķeļ līdz divām pirovīnogskābes molekulām. Šajā procesā tiek saražotas 2 ATF molekulas un 2 NADH molekulas. Pēc tam pirovīnogskābe var vai nu doties uz mitohondriju, vai arī tikt pārveidota par pienskābi. Ja pirovīnogskābe nonāk mitohondrijā, tad no katras tās molekulas iegūst vienu acetilCoA molekulu, šajā procesā atbrīvojot vienu CO₂ molekulu un 1 NADH. AcetilCoA var noārdīt Krebsa ciklā. Katrs Krebsa cikls sākas ar AcetilCoA molekulu un to noārdot atbrīvo 1 FADH₂ molekulu, 3 NADH molekulas, 1 ATF molekulu un 2 CO₂.



3. attēls. Vienkāršots enerģētiskās vielmaiņas ceļš cilvēka šūnās.

Balstoties uz doto tekstu un attēlu, **veic aprēķinus un atbildi uz jautājumiem, izvēloties pareizās atbildes** par enerģētisko vielmaiņu (7 p)!

1. Aprēķini, cik molekulas ATF tiek iegūtas bez elektronu transporta ķēdes, pilnībā noārdot glikozi?

Atbilde:

2. Pieņemsim, ka no 1 NADH molekulas ar elektrona transporta ķēdes palīdzību ir iespējams iegūt 3 ATF, bet no 1 FADH₂ molekulas var iegūt 2 ATF molekulas.

Aprēķini, cik molekulas ATF tiek iegūtas ar elektronu transporta ķēdes palīdzību, pilnībā noārdot glikozi? Pieņem, ka glikolīzes laikā radītais NADH tiek transportēts iekšā mitohondrijā bez enerģija zuduma.

Atbilde:

3. Salīdzinot ATF molekulu skaitu, kas tiek iegūts noārdot glikozi citoplazmā un mitohondrijā, tad no vienas glikozes molekulas citoplazmā iegūst [vairāk/ mazāk/ tikpat] ATF molekulas.

4. Lielākās daļas ATF molekulu sintēzei mitohondrijā ir nepieciešams skābeklis, jo tas piedalās [Krebsa ciklā/ elektronu transporta ķēdē/ ATF sintēzes darbībā/ pirovīnogskābes transportā mitohondrijā].

5. Ja cilvēka šūnā trūkst skābeklis, tajā sāk veidoties pienskābe. Tas notiek, jo

- a) Reakcijā pirovīnogskābe -> pienskābe izdalās 2 ATF;
- b) Reakcijā pirovīnogskābe -> pienskābe tiek iegūts NAD, ko var atkārtoti izmantot glikolīzē;
- c) Reakcijā pirovīnogskābe -> pienskābe tiek iegūts NAD, ko var izmantot elektrona transporta ķēdē;
- d) Pienskābe ir vielmaiņu veicinoša viela.

6. Cilvēka organismā ir šūnas, kuras ražo pienskābi visu laiku, tās ir:

- a) Zarnu epitēlija šūnas;
- b) Plaušu epitēlija šūnas;
- c) Sarkanās asinšūnas;
- d) Šķērsvītrotās muskulatūras šūnas.

7. Netrenētiem cilvēkiem pie straujas fiziskās slodzes muskuļos rodas pienskābe, kas rada muskuļu nogurumu. Kāpēc muskuļos rodas nogurums?

- a) Uzkrātā pienskābe izmaina šūnas citoplazmas pH un līdz ar to glikolīzes enzīmu darbību;
- b) Uzkrātā pienskābe izmaina šūnas mitohondrija pH un līdz ar to Krebsa cikla enzīmu darbību;

- c) Uzkrātā pienskābe izmaina šūnas citoplazmas pH un līdz ar samazina elektronu transporta ķēdes darbību;
- d) Veidojot pienskābi tiek iztērēta visa organismā pieejamā glikoze.

4.5. Pienskābe ir organiskā skābe, kurai piemīt dažādas īpašības, kas nodrošina tās dažādās lomas organismā. Pienskābei disociējot rodas protons un pienskābes anjons. Audi pienskābi spēj pārveidot par pirovīnogskābi un noārdīt tālāk Krebsa ciklā aerobos apstākļos, bet aknās no pirovīnogskābes anaboliskā ceļā veidojas glikoze. Pienskābes veidošanās ir arī angioģenēzes (kapilāru veidošanās) signāls. Izlasi dažādās organisma reakcijas uz pienskābes veidošanos un **norādi, kura no pienskābes īpašībām to ir radījusi, izvēloties pareizo variantu (5 p)!**

1. Fiziskās slodzes laikā muskuļos uzkrājas osmotiski aktīvas vielas, tie piebriest un sāp.

Atbilde: [pienskābes disociācija/ audi noārda pirovīnogskābi Krebsa ciklā/ aknās notiek glikozes veidošana no pienskābes/ pienskābei ir angioģenētiskas īpašības].

2. Paaugstināta pienskābes koncentrācija asinīs ir bīstama, jo var izmainīt asiņu pH.

Atbilde: [pienskābes disociācija/ audi noārda pirovīnogskābi Krebsa ciklā/ aknās notiek glikozes veidošana no pienskābes/ pienskābei ir angioģenētiskas īpašības].

3. Atgūstoties pēc fiziskās slodzes tiek pastiprināti tērēta enerģija.

Atbilde: [pienskābes disociācija/ audi noārda pirovīnogskābi Krebsa ciklā/ aknās notiek glikozes veidošana no pienskābes/ pienskābei ir angioģenētiskas īpašības].

4. Pēc fiziskās slodzes muskuļos rodas jauni asinsvadi, lai atvieglotu to apgādi ar skābekli.

Atbilde: [pienskābes disociācija/ audi noārda pirovīnogskābi Krebsa ciklā/ aknās notiek glikozes veidošana no pienskābes/ pienskābei ir angioģenētiskas īpašības].

5. Audzēji, kas pastiprināti izstrādā pienskābi, ir daudz invazīvāki.

Atbilde: : [pienskābes disociācija/ audi noārda pirovīnogskābi Krebsa ciklā/ aknās notiek glikozes veidošana no pienskābes/ pienskābei ir angioģenētiskas īpašības].

Uzdevums sagatavots, izmantojot:

- <https://commons.wikimedia.org>

5. uzdevums

5.1. Lasi doto tekstu un **no dotajiem variantiem izvēlies atbilstošos** (6 p)!

Vides temperatūra ietekmē gan mikroorganismu augšanu, gan dzīvotspēju. Vairumam organismu eksistencei piemēroti apstākļi ir tad, ja vides temperatūra ir 0-50 °C, bet optimālā vides temperatūra ir 15-30°C. Šādu mikroorganismus sauc par [mezofiliem/ mezotermiem/ heterotermiem/ poikilotermiem]. Ja vides temperatūra pazeminās aptuveni līdz [+4/ 0/ -4/ -30] °C, organismu šūnās sāk veidoties [ledus/ sāls/ kristāli/ burbuļi], kas bojā šūnas struktūras. Ja vides temperatūra paaugstinās virs 45 °C, organismiem sākas olbaltumvielu struktūras izmaiņas -[denaturācija/ katalīze/ inhibīcija/ sintēze], kā arī darbības traucējumi. Taču ir zināmi arī tādi organismi, kuru dzīvība saglabājas temperatūrā, kas ir zemāka par 0 °C un augstāka par 50 °C. Atsevišķi mikroorganismi un aļģes dzīvo karstajos avotos, kur ūdens temperatūra sasniedz 80 °C. Organismus, kas pielāgojušies paaugstinātai vides temperatūrai, sauc par [termofiliem/ heterotermiem/ poikilotermiem/ mezofiliem], bet organismus, kas pielāgojušies pazeminātai vides temperatūrai, - par [psihrofiliem/ psihrotermi/ homotermiem/ poikiotermiem].

5.2. Mikroorganismi plaši tiek izmantoti dažādās biotehnoloģijas nozarēs: pārtikas tehnoloģijās, medicīnā, bioloģiskajā notekūdeņu attīrīšanā, ķīmisku vielu ražošanā, minerālu pārveidošanā. Šajos procesos tiek izmantotas mikroorganismu vielmaiņas īpatnības – mikroorganismi pārstrādā vidē esošās vielas, radot specifiskus vielmaiņas produktus vai samazinot vidē nevēlamo vielu koncentrāciju. Termofilu mikroorganismu sintezētie proteīni dažādos veidos tiek modificēti, kā rezultātā tie ir izturīgi augstās temperatūras. Šis ir iemesls, kādēļ šāda veida mikroorganismi tiek audzēti komerciāli.

Tev ir doti 6 enzīmi, kuri komerciālām vajadzībām tiek iegūti no termotolerantiem mikroorganismiem. **Izvēlies nozari, kurā šie enzīmi tiek izmantoti** (6 p)!

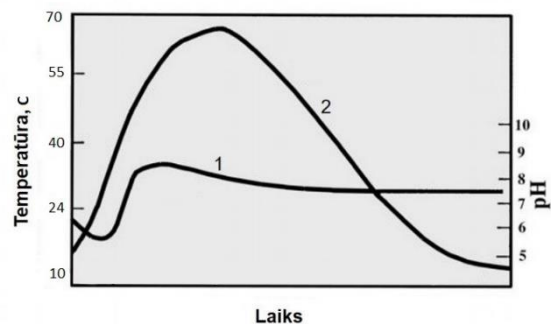
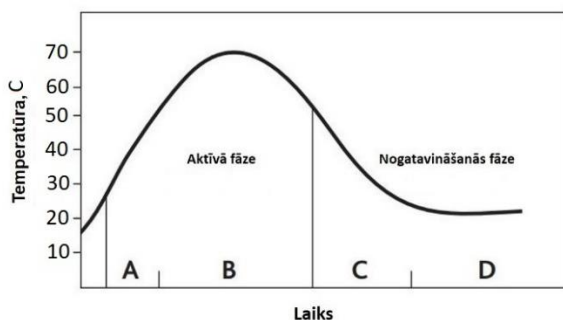
Amilāze	Cietes biokonversija/ Lauksaimniecības lignocelulozes atritumproduktu pārstrāde/ Lauksaimniecības celulozes atritumproduktu pārstrāde/ Putnkopības atritumproduktu pārstrāde/ Deterģenti, vājpiena produktu ieguve/ Veļas pulveri, deterģenti, ādas apstrāde
Celulāzes	Cietes biokonversija/ Lauksaimniecības lignocelulozes atritumproduktu pārstrāde/ Lauksaimniecības celulozes atritumproduktu pārstrāde/ Putnkopības atritumproduktu pārstrāde/ Deterģenti, vājpiena produktu ieguve/ Veļas pulveri, deterģenti, ādas apstrāde
Keratināzes	Cietes biokonversija/ Lauksaimniecības lignocelulozes atritumproduktu pārstrāde/ Lauksaimniecības celulozes atritumproduktu pārstrāde/ Putnkopības atritumproduktu pārstrāde/ Deterģenti, vājpiena produktu ieguve/ Veļas pulveri, deterģenti, ādas apstrāde
Lignināzes	Cietes biokonversija/ Lauksaimniecības lignocelulozes atritumproduktu pārstrāde/ Lauksaimniecības celulozes atritumproduktu pārstrāde/ Putnkopības atritumproduktu pārstrāde/ Deterģenti, vājpiena produktu ieguve/ Veļas pulveri, deterģenti, ādas apstrāde

Lipāzes	Cietes biokonversija/ Lauksaimniecības lignocelulozes atritumproduktu pārstrāde/ Lauksaimniecības celulozes atritumproduktu pārstrāde/ Putnkopības atritumproduktu pārstrāde/ Deterģenti, vājpiena produktu ieguve/ Veļas pulveri, deterģenti, ādas apstrāde
Proteāzes	Cietes biokonversija/ Lauksaimniecības lignocelulozes atritumproduktu pārstrāde/ Lauksaimniecības celulozes atritumproduktu pārstrāde/ Putnkopības atritumproduktu pārstrāde/ Deterģenti, vājpiena produktu ieguve/ Veļas pulveri, deterģenti, ādas apstrāde

5.3. Izvēlies mikroorganismu grupas, kas atbilst dotajiem apgalvojumiem (5 p)!

Liels nepiesātināto taukskābju daudzums plazmatiskajās membrānās.	Psihofili/ Mezofili/ Termofili
Ģenētisko materiāli bieži veido DNS ar palielinātu G+C saturu (G/C nukleotīdu pāris turas kopā ar 3 ūdeņraža saišu palīdzību).	Psihofili/ Mezofili/ Termofili
Lielākā daļa cilvēkam patogēno mikroorganismu.	Psihofili/ Mezofili/ Termofili
Liels piesātināto taukskābju daudzums plazmatiskajās membrānās.	Psihofili/ Mezofili/ Termofili
Mikroorganismi koncentrētajās vietās, kur notiek enerģiska organisko vielu noārdīšana.	Psihofili/ Mezofili/ Termofili

5.4. Kompostēšana ir dažādu dabiskas izcelsmes atkritumu mikrobioloģiskā pārstrāde anaerobos un aerobos apstākļos, kā rezultātā veidojas komposts. Kompostēšanu ietekmējošie faktori ir organisko atkritumu mitrums, blīvums, atkritumu pH, kā arī sausnas saturs, kuru raksturo C, N, K un P daudzums. Kompostēšanas process ir eksotermisks – tas paātrina celulozes, hemicelulozes, proteīnu, biopolimēru, kā arī atsevišķu pesticīdu sadalīšanos. Tev ir doti divi grafiki, kas attēlo kompostēšanas procesu. Izmantojot dotos grafikus un savas zināšanas, **atbildi uz jautājumiem, izvēloties pareizās atbildes (9 p)!**



1. attēls. Kompostēšanās process, attēlā pa labi 1. līkne ataino pH, 2. līkne - temperatūru.

1. Kurā kompostēšanas posmā iznīkst patogēnie mikroorganismi?

Atbilde: A/ B/ C/ D.

2. Kāda ir komposta temperatūra aktīvās fāzes beigās?

Atbilde: + 40 °C/ + 50 °C/ + 55 °C/ + 65 °C.

3. Kādi mikroorganismi darbojas posmā C?

Atbilde: mezofili/ psihrofili/ termofili/ psihrofili un mezofili.

4. Kurā posmā būs visintensīvākā smaržvielu izdalīšanās?

Atbilde: A/ B/ C/ D.

5. Kurā fāzē, aktīvi darbosies mikroorganismi, kuri enerģiju ražo ar rūgšanu?

Atbilde: A/ B/ C/ D.

6. Organisko vielu pārstrādei var tikt izmantotas arī sliekas, to sauc par vermikompostēšanu. Salīdzinot ar citiem kompostēšanas veidiem, vermikompostu raksturo augsts humusa saturs, sīki graudaina struktūra ar augstu slāpekļa koncentrāciju. Kādu funkciju sliekas veic kompostēšanas procesā?

Atbilde: pazemina temperatūru/ izdala skābekli/ veic rūgšanas procesus/ veicina skābekļa apriti (aerāciju).

7. Veidojot kompostu parkā, kāpēc to ir svarīgi pārklāt ar mitrumu absorbējošiem materiāliem?

Atbilde: kompostējamā masa jāpasargā no gaisa piekļuves palielināšanās/ kompostējamā masa jāpasargā no sablīvēšanās un gaisa piekļuves samazināšanās/ kompostējamā masa jāpasargā no dzīvniekiem – visēdājiem/ kompostējamā masa jānorobežo no patogēniem.

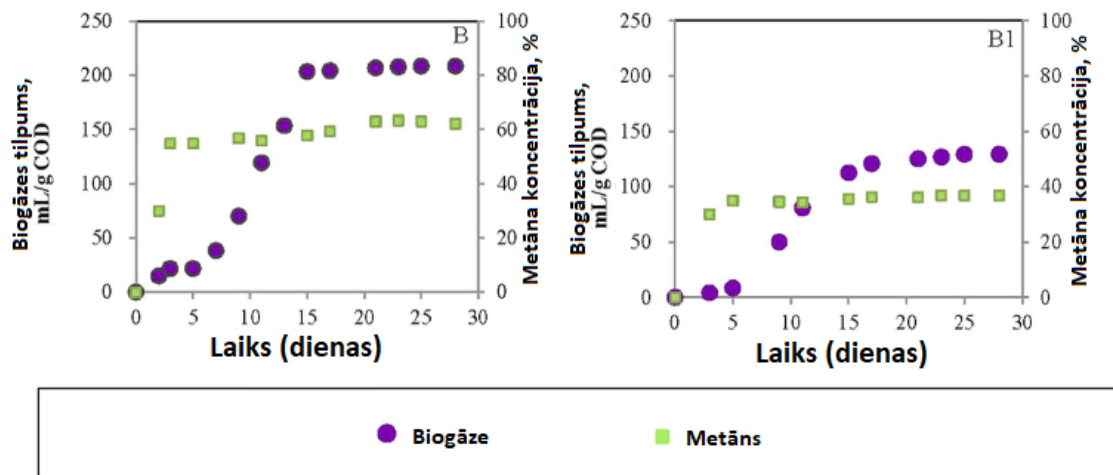
8. Kas notiks, ja, veidojot kompostu, tas sablīvēsies un sāks dominēt anaerobie mikroorganismi?

Atbilde: parādīsies nepatīkama smaka/ pieaugs izdalītā skābekļa daudzums/ komposta aktīvā fāze iestāsies vairākas dienas agrāk/ kompostēšanas procesi nemainīsies.

9. Kuru no nosauktajām atkritumvielām labāk nepievienot kompostam?

Atbilde: tējas biezumus/ sapelējušu maizi/ vecus grieztos ziedus/ ābolu sēkliņas.

1.5. Dūņas, kas radušās naftas pārstrādes rūpnīcās notekūdeņu bioloģiskās apstrādes laikā, ir industriāli vienas no visplašāk sastopamajām. Tās satur patogēnus, toksiskus neorganiskos un organiskos piesārņotājus. Wang *et al.* 2016 pētīja naftas pārstrādes aktivēto dūņu divfāžu anaerobo fermentāciju, kas ir viena no ekonomiskākajām un efektīvākajām metodēm dūņu otreizējai izmantošanai un pārstrādei, kuras rezultātā rodas metānu saturoša biogāze.



2. attēls. Divu dažādu fermentācijas procesu efektivitātes salīdzinājums (divfāzu fermentācija pa kreisi, vienfāzes pa labi)

1. Divfāzu fermentācija kļūs efektīvāka biogāzes ražošanā pēc dienas.

2. Metāna koncentrācija [abos fermentācijas veidos ir identiskās koncentrācijās/ abos fermentācijas veidos saglabā līdzīgu koncentrāciju principā visu fermentācijas laiku/ abos fermentācijas veidos būtiski pieaug pēc 10. dienas/ samazinās, izmantojot divfāzu fermentāciju].

3. Šādu, dūņu otrreizējas apstrādes laikā radušos metānu saturošu biogāzi iespējams izmantot [siltumnīcu apsildīšanai/ kā papildus mēslojumu dāržu audzēšanā/ baktēriju audzēšanai/ pievienojot, mehāniskas komposta apmaisīšanas laikā].

Uzdevums sagatavots, izmantojot:

- Līga Sausiņa “Bioloģija vidusskolai 2. – Organismu mijiedarbība ar vidi” 4.2. nodaļa Ekoloģiskie faktori (40. – 44. lpp);
- Līga Sausiņa “Bioloģija vidusskolai 3. – Šūnu uzbūve un vielmaiņa; Šūnu dalīšanās un iedzimtība” 3.5. nodaļa Olbaltumvielas (79. – 85. lpp);
 - Nigam P.S. 2013. Microbial Enzymes with Special Characteristics for Biotechnological Applications. 3(3): 597-611.;
- Wang, Q., Liang, Y., Zhao, P., Li, Q. X., Guo, S., & Chen, C. (2016). Potential and optimization of two-phase anaerobic digestion of oil refinery waste activated sludge and microbial community study. *Scientific reports*, 6, 38245.