



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

46. VALSTS BIOLOĢIJAS OLIMPIĀDE

NOVADA POSMS

2023. gada 30. novembrī.

UZDEVUMI

1. uzdevums (29 punkti).

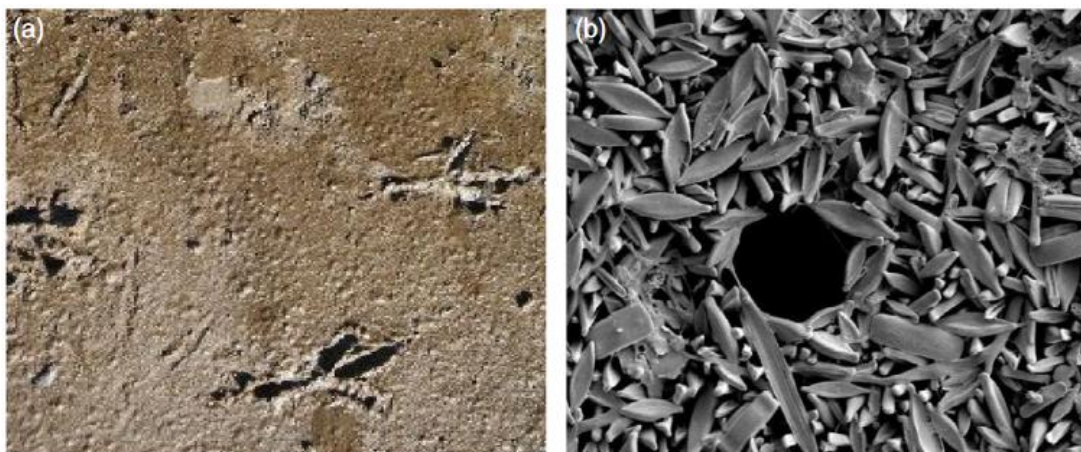
1.1. Rūpīgi iepazīsties ar doto tekstu par kramaļģēm un papildini to, izvēloties atbilstošos terminus (10 punkti)!

Kramaļģes ir mikroskopiski [eikariotiski/ proeikariotiski/ prokariotiski/ neitilpst šajā dalījumā] viensūnas organismi (1. attēls), kas sastopami visā pasaulē, kur vien atrodams ūdens, tai skaitā Antarktīdā. Kramaļģes spēj fotosintezēt, par ko liecina tajos esošais zaļais [fotoaktīvā šķiedrviela/ nukleīnskābe/ proteīns/ pigments/ vitamīns] - hlorofils. Kramaļģes satur arī karotinoīdus, kas piešķir tām raksturīgi dzeltenīgo nokrāsu. Kramaļģes savu nosaukumu ieguvušas, pateicoties silīcija dioksīdam (kvarcam), ko satur to mineralizētie šūnapvalki, kas piešķir tām īpašu izturību. Līdzīga šūnapvalku uzbūve ir [gram-negatīvām baktērijām/ graudzālēm/ sēnēm/ vēžveidīgajiem/ sārtāļģēm/ nevienam no šiem]. Kramaļģes var būt gan brīvi peldošas (planktoniskas), gan piesaistītas ūdens gultnei un citiem objektiem (bentiskas). Daļa bentisko kramaļģu ir spējīgas aktīvi pārvietoties, “velkot” sevi gar sedimentiem un citām virsmām, izmantojot gļotas, ko tās izvada caur garenisko centrālo rievu (*eng. raphe*), šī sistēma gan nav līdz galam izpētīta. Tā kā pieaugušas kramaļģes neizmanto [dendrītus/ fagocitozi/ miozīnu/ mitozī/ skropstiņas] vai [aktīnu/ eksocitozi/ mejozi/ vicas/ zobiņus], kas ir izplatīts pārvietošanās veids citos mikroorganismos, planktoniskās kramaļģes vispār nespēj aktīvi pārvietoties pat, ja tām ir šī rievā.



1. attēls. Dažādu dzīvu kramaļģu šūnu attēli ar dažādiem palielinājumiem (bez mēroga). Attēli no uzdevuma autora personīgā arhīva.

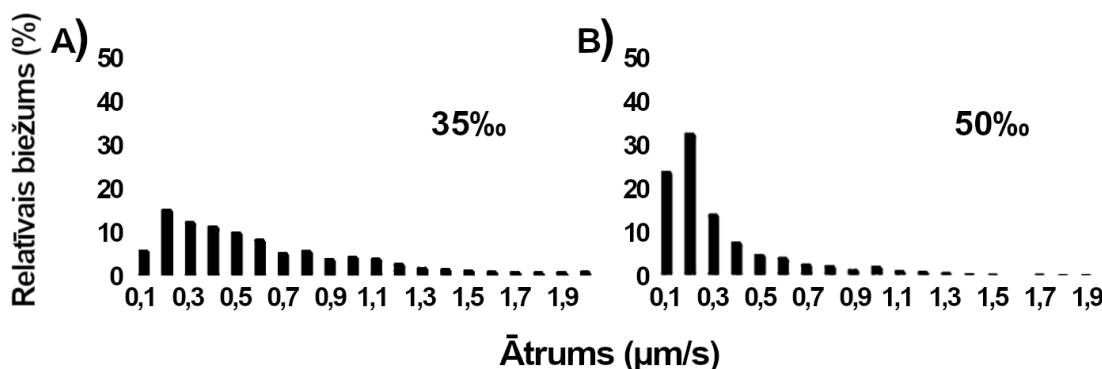
Kopā ar citiem mikroskopiskiem fotosintezētājiem, piemēram [ciānobaktērijām/ hidrām, mikroskopiskajām zaļāļģēm/ polipiem/ ūdens sporaugiem] jeb zilaļģēm, kramaļģes veido mikrofitobentosu. Šo organismu izdalītās gļotas (ārpusšūnas polimēri), tai skaitā kramaļģu pārvietošanās rezultātā, saista sedimentu virskārtu, veidojot noturīgas bioplēves (2. attēls). Tādā veidā tās būtiski samazina [apvelinga intensitāti/ krastu eroziju/ mikroplastmasas daudzumu smiltīs/ plūdmaiņu apjomu/ temperatūras svārstības/ zivju daudzveidību]. Vairākās plūdmaiņu ietekmētās grīvās mikrofitobentosa fotosintēzes aktivitāte var pārsniegt fitoplanktona aktivitāti, par spīti mazākajam izgaismoto sedimentu virsmas laukumam un ierobežotajam fotosintētiski aktīvajam periodam. Tāpēc var spriest, ka mikrofitobentoss ir nozīmīgs [binārais ražotājs/ ekoloģiskais augs/ fotosintētiskais konsuments/ hemoautotrofs/ primārais producents/ vielmaiņas iniciators] šajās ekosistēmās. Šajās bioplēvēs dzīvo arī heterotrofas baktērijas, kas patērē izdalītos ārpusšūnas polimērus, tās barošanās tīklos ieņem [primārā konsumenta/ sekundārā konsumenta/ reducenta/ zālējā/ plēsēja] lomu. Mikrofitobentosa kramaļģes kā atsevišķus organismus uzturā nereti iekļauj [Baltijas plakangliemene/ Eiropas asaris/ Mazais zīriņš/ Smilšu krupis].



2. attēls. (a) Kramaļģu dominēta bioplēve uz dubļainiem sedimentiem plūdmaiņu ietekmes zonā bēguma laikā. Lai arī individuālus mikroorganismus nevar saskatīt, redzams būtisks brūngans tonējums uz sedimentiem, (b) Dabiskas kramaļģu dominētas bioplēves virskārtas zemas temperatūras skenējošā elektronmikroskopa attēls. Attēls no Hope, J.A., Paterson, D.M. and Thrush, S.F. (2020) 'The role of microphytobenthos in soft-sediment ecological networks and their contribution to the delivery of multiple ecosystem services', *Journal of Ecology*, 108(3), pp. 815–830., <https://doi.org/10.1111/1365-2745.13322>.

1.2. Rūpīgi iepazīsties ar aprakstu pētījumam par kramaļģu pārvietošanās ātrumu un tā rezultātiem, **atbildi uz jautājumiem** (5 punkti)!

Kramaļģu ātrumu iespējams noteikt, tās novērojot ar mikroskopu. Lai noteiktu dažāda ūdens sāļuma ietekmi uz kramaļģu pārvietošanās ātrumu, zinātnieki veica pētījumu. Tika ievākti paraugi, no kuriem izolētas *Cylindrotheca closterium* kramaļģes. Tika iegūtas to tūrkultūras, tās pavairojot sterilā sālsūdens f/2 vidē ar visām nepieciešamajām barības vielām. Tika iegūtas dažādas sālsūdens koncentrācijas, pievienojot NaCl vai atšķaidot oriģinālo vidi, kuras sāls koncentrācija bija 35‰ jeb 35 g/kg. Pēc piecu dienu inkubācijas tika veikti kramaļģu pārvietošanās ātruma mērījumi. Kultūras tika apskatītas zem mikroskopa, un nejauši izvēlētas 20 kustīgas kramaļģes katrā. Izmantojot integrētu kameru, tika iegūti 60 sekunžu gari video fragmenti. Tie tika analizēti, izmantojot datorprogrammu un tika iegūta histogramma, kur attēlots pārvietošanās ātrumu sadalījums novērojumu laikā (3. attēls).

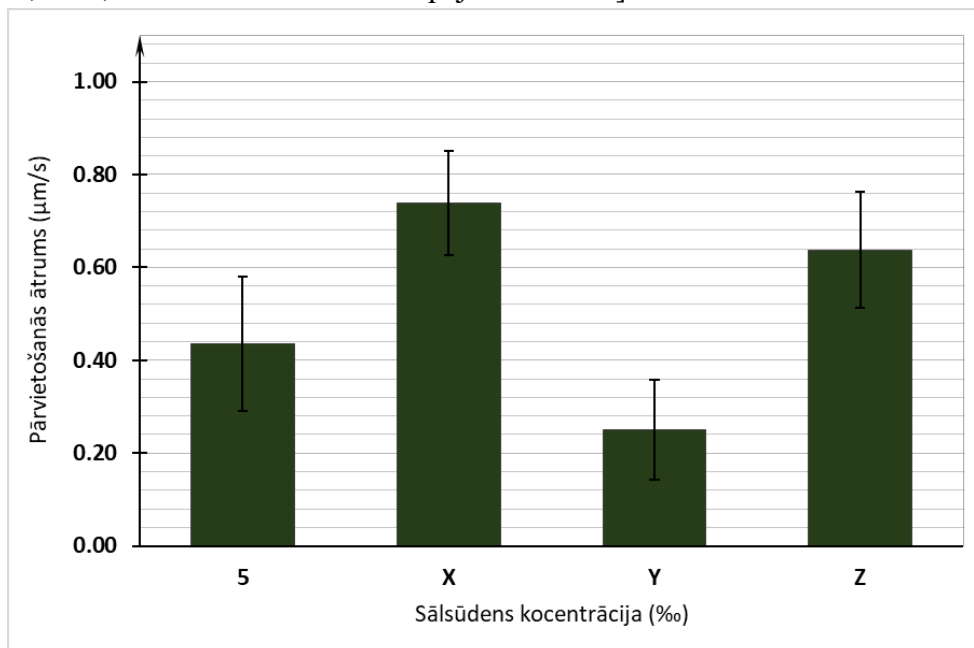


3. attēls. Histogrammas, kas attēlo relatīvo biežumu ar kādu novērots kramaļģu kustības ātrums 35‰ (A) un 50‰ (B) eksperimentālajās kultūrās. Pārveidots attēls no Apoya-Horton, M.D., Yin, L., Underwood, G.J.C. and Gretz, M.R. (2006) 'Movement Modalities and Responses to Environmental Changes of the Mudflat Diatom *Cylindrotheca Closterium* (bacillariophyceae)1', *Journal of Phycology*, 42(2), pp. 379–390. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1529-8817.2006.00194.x>.

Ar kādu ātrumu (μm/s) visbiežāk pārvietojās novērotās kramaļģes 35‰ kultūrā pēc 5 aklimatizācijas dienām? Atbilde: [0/ 0,1/ 0,2/ 0,25/ 0,75/ 0,8/ 2,0/ nav iespējams noteikt] μm/s.

Aptuveni cik kramaļģu 50‰ kultūrā tika novērotas pārvietojamies ar ātrumu 0,1 μm/s?

Atbilde: [0/ 0,5/ 0,25/ 0,75/ 5/ 25/ 50/ 75/ nav iespējams noteikt].



4. attēls. Vidējais kramaļģu pārvietošanās ātrums kramaļģu kultūrās ar atšķirīgām sāls koncentrācijām vidē. Kļūdu nogrieznis parāda standartkļūdu. *Grafiks atveidots no Apoya-Horton, M.D., Yin, L., Underwood, G.J.C. and Gretz, M.R. (2006) 'Movement Modalities and Responses to Environmental Changes of the Mudflat Diatom *Cylindrotheca closterium* (bacillariophyceae) I', Journal of Phycology, 42(2), pp. 379–390. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1529-8817.2006.00194.x>.*

Zināms, ka vidējais pārvietošanās ātrums kultūrās ar 35‰ un 50‰ sālsūdeni būtiski atšķirās. Spriežot pēc informācijas 3. attēlā, ko var spriest par 35‰ kultūras rezultātiem 4. attēlā?

Atbilde: 35‰, visticamāk, atbilst [X vai Z/ tikai Y/ tikai Z/ Y vai Z/ nav iespējams spriest].

Kāds ir vidējais kramaļģu pārvietošanās ātrums 5‰ kultūrā (atbildi sniedz ar precizitāti līdz diviem cipariem aiz komata!)?

Atbilde:..... μm/s.

Pieņemot, ka kramaļģes spēj pārvietoties bez pārtraukumiem taisnā līnijā, vidēji, cik laika kramaļģēm no 5‰ kultūras vajadzētu, lai pārvietotos 5 mm? Aprēķinos izmanto vidējo ātrumu 0.57 μm/s (atbildi noapaļo līdz vienam ciparam aiz komata!).

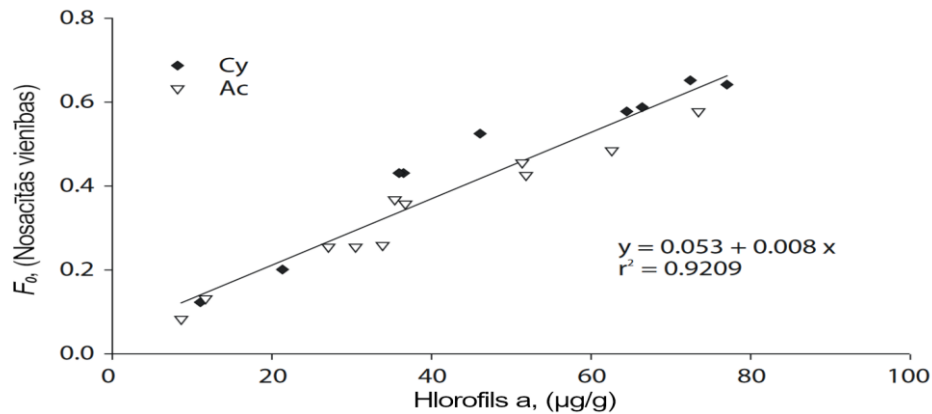
Atbilde:..... h

1.3. Rūpīgi iepazīsties ar sniegto informāciju par pētījumu, kurā aplūkota gaismas ietekme uz kramaļģu vertikālo migrāciju. **Atbildi uz jautājumiem (9 punkti)!**

Lai palīdzētu saprast, kāpēc kramaļģes pārvietojas, pētnieki veica eksperimentu, kurā pētīja gaismas intensitātes ietekmi uz divu kramaļģu sugu (*Amphora coffeaeformis* un *Cylindrotheca closterium*) vertikālo migrāciju sedimentos. Pētnieki nolēma novērot kramaļģu biomasas izmaiņas sedimentu virskārtā.

Kramaļģu biomasas salīdzināšanai nereti izmanto hlorofila a koncentrācijas mērījumus, taču tiešās metodes hlorofila a noteikšanai ir destruktīvas, un tāpēc neļauj veikt vairākus mērījumus pēc kārtas tajā pašā sistēmā. Tika izvēlēta impulsu amplitūdas modulācijas (PAM; no *angļu val. pulse-amplitude modulation*) fluorometrijas metode, kas izmanto hlorofila fluorescenci. PAM fluorometrijas minimālās fluorescences (F_0) rezultāti ir atkarīgi no dažādiem specifiskiem parametriem, ko nav iespējams precīzi izmērīt, tāpēc rezultātus izsaka nosacītās vienībās. Šajā pētījumā PAM mērījumi tika veikti ar kameru, kas vizuāli varēja novērtēt fluorescenci tikai pašā sedimentu virskārtā.

Lai varētu iegūtos rezultātus salīdzināt ar citiem pētījumiem, pētnieki no sākuma veica metodes kalibrāciju. Pētnieki uztaisīja dažādus kramaļģu kultūru atšķaidījumus abām sugām un 2 ml šī parauga sajauca ar vienādu tilpumu tīra sedimenta. Tika veikts šī parauga PAM fluorometrijas mērījums. Pēc tam hlorofils tika izolēts, izmantojot acetonu, un noteikta tā koncentrācija, izmantojot tradicionālas spektrometrijas metodes. Pēc kalibrācijas pētnieki secināja, ka F_0 nosacītās vienības ir savstarpēji salīdzināmas starp abām sugām (5. attēls).



5. attēls. Pēc kalibrācijas procesa iegūtās attiecības starp hlorofila a koncentrāciju (μg hlorofila a uz g sedimenta) un minimālo fluorescenci F_0 (nosacītās vienības). Cy - *Cylindrotheca closterium*, Ac - *Amphora coffeaeformis*. Attēls tulkots no Du, G.Y., Oak, J.H., Li, H. and Chung, I.K. (2010) 'Effect of light and sediment grain size on the vertical migration of benthic diatoms', *Algae*, 25(3), pp. 133–140. Available at: <https://doi.org/10.4490/ALGAE.2010.25.3.133>.

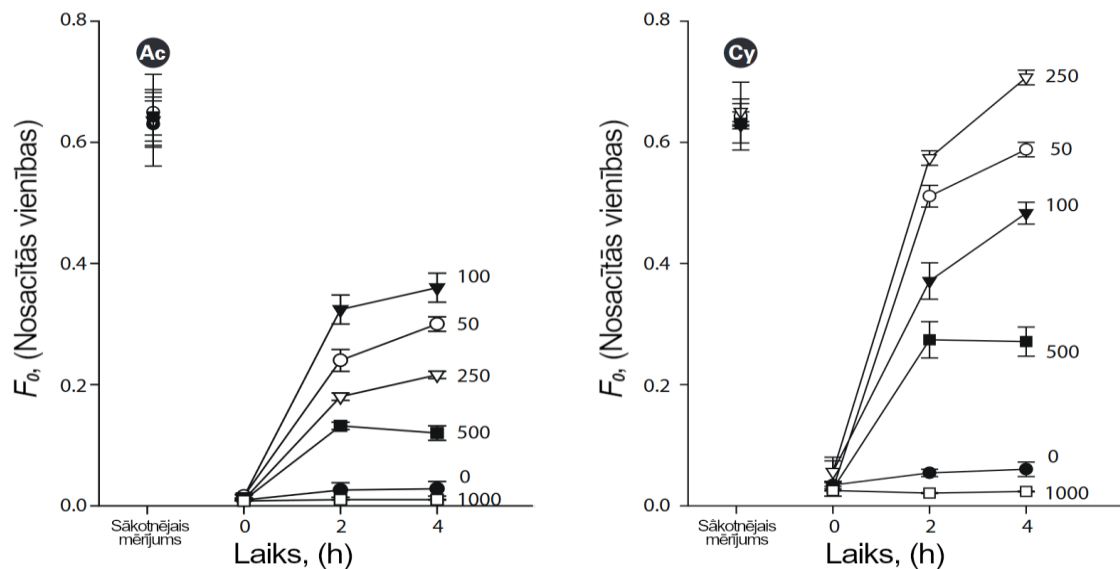
Kas bija neatkarīgais lielums augstākminētajos kalibrācijas eksperimentos?

Atbilde: [*Cylindrotheca closterium*/ F_0 / hlorofila a koncentrācija/ kultūras atšķaidījums/ PAM fluorometrija/ nav iespējams noteikt].

Kāda funkcija vislabāk raksturo F_0 un Hlorofila a savstarpējās attiecības?

Atbilde: [konstante/ kvadrātiska/ lineāra/ logaritmiska/ sinusiodāla/ nav iespējams noteikt].

Lai noteiktu vertikālās migrācijas izmaiņas pie dažādām apgaismojuma intensitātēm, līdzīgi kā kalibrācijas eksperimentos, tūrā sedimentā tika novietots filtpapīrs ar noteikta tilpuma kolonijas filtrātu un nekavējoties noteikts sākotnējais F_0 . Tad filtpapīrs noseģts ar 1 mm tīru sedimentu, un ieslēgts noteiktas intensitātes (μmol fotonu uz kvadrātmetru sekundē) eksperimentālais apgaismojums. F_0 tika atkārtoti mērīts uzreiz pēc apsegšanas un tad pēc divām un četrām stundām (6. attēls). Katrai sugai katrā apgaismojuma līmenī tika veikti trīs atkārtējumi.



6. attēls. Sedimentu virskārtas F_0 mērījumi eksperimenta laikā pie dažādām gaismas intensitātēm ($\mu\text{mol}_{\text{fotonu}}\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$). Cy - *Cylindrotheca closterium*, Ac - *Amphora coffeaeformis*. Attēls tulkots no Du, G.Y., Oak, J.H., Li, H. and Chung, I.K. (2010) 'Effect of light and sediment grain size on the vertical migration of benthic diatoms', *Algae*, 25(3), pp. 133–140. Available at: <https://doi.org/10.4490/ALGAE.2010.25.3.133>.

Eksperimentā tika izmantota [lielāka/ mazāka/ tāda pati/ nav iespējams noteikt] *Amphora coffeaeformis* biomasa, salīdzinot ar otru sugu.

Kāda sedimentu virskārtas F_0 vērtība vidēji tika novērota *C. closterium* $100 \mu\text{mol}_{\text{fotonu}}\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ eksperimentā četras stundas pēc apsegšanas? Atbildi sniedz ar precizitāti līdz diviem cipariem aiz komata.

Atbilde:.... nosacītās vienības

Aprēķini hlorofila a koncentrāciju ($\mu\text{g/g}$) sedimentu virskārtā *C. closterium* $100 \mu\text{mol}_{\text{fotonu}}\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ eksperimentā četras stundas pēc apsegšanas, izmantojot formulu 5. attēlā! Veicot aprēķinus, pieņem, ka $F_0=0,59$, atbildi noapaļo līdz veselam skaitlim.

Atbilde:..... $\mu\text{g/g}$

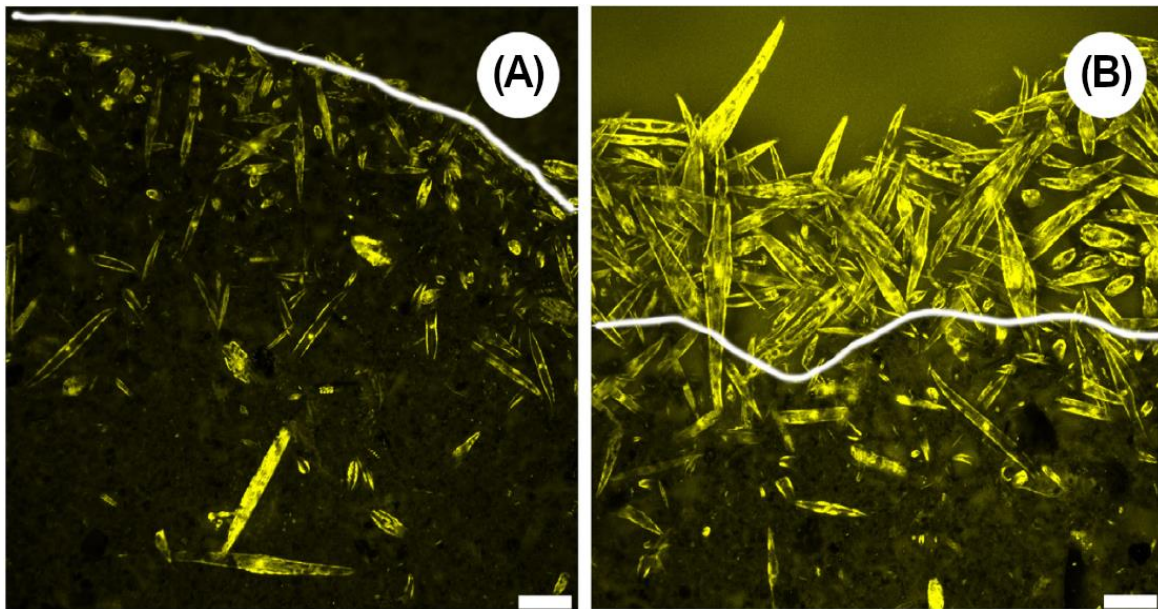
Visticamākais skaidrojums novērotajām F_0 vērtībām starp abām sugām ir [atšķirības F_0 ekvivalentajā vērtībā/ cita gaismas apguves stratēģija/ atšķirības mirstības līmenī/ vidējā pārvietošanās ātruma atšķirības/ atšķirības sākotnējā biomasā].

Sprīžot tikai pēc 6. attēla, kura kramaļģu suga ir pielāgojusies augstākam gaismas līmenim optimālai fotosintēzei?

Atbilde: [*Amphora coffeaeformis*/ *Cylindrotheca closterium*/ abas ir proporcionāli vienādas/ nav iespējams spriest].

Nesenā pētījumā, lai labāk saprastu kramaļģu novietojumu apgaismotā bioplēvē, zinātnieki fluorescenti iekrāsoja dzīvās kramaļģes, tad, izmantojot epoksīda sveķus, izveidoja sedimentu un kramaļģu serdi. Tā tika iegūts bioplēves šķērsgriezums divos dažādos apgaismojuma līmeņos. Izvēlies pareizo apgaismojuma līmeni ($\mu\text{mol}_{\text{fotonu}}\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$) abiem paraugiem 7. attēlā!

Atbilde: [A = 0 un B = 1000/ A = 50 un B = 100/ A = 1000 un B = 50/ A = 100 un B = 1000/ A = 250 un B = 50/ nevar noteikt].



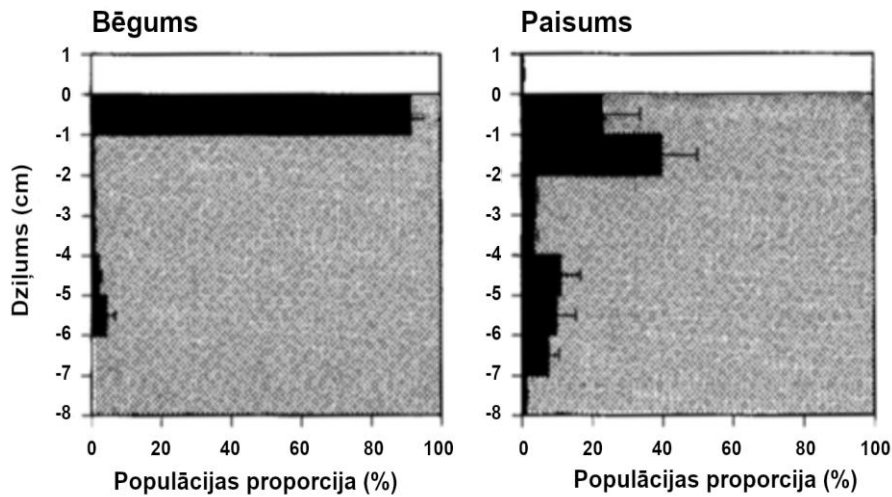
7. attēls. Fluorescenti iekrāsoti kramaļģu bioplēves paraugi, kas fiksēti epoksīda sveķos. Ar balto līniju iezīmēta sedimentu virsma. Paraugi tika fiksēti atšķirīgos gaismas intensitātes apstākļos. Nogriežņa garums – 50 μm. Attēls no Jesus, B., Jauffrais, T., Trampe, E., Méléder, V., Ribeiro, L., Bernhard, J.M., Geslin, E. and Kühl, M. (2023) 'Microscale imaging sheds light on species-specific strategies for photo-regulation and photo-acclimation of microphytobenthic diatoms', *Environmental Microbiology, Early View*, pp. 1–17. Available at: <https://doi.org/10.1111/1462-2920.16499>.

Balstoties uz šajā uzdevuma daļā apskatītajiem pētījumiem, ko var secināt par kramaļģu pārvietošanas attiecībā pret gaismu?

- Kramaļģes pārvietojas gaismas virzienā;
- Kramaļģes pārvietojas prom no gaismas;
- Kramaļģes pārvietojas neatkarīgi no gaismas;
- Visas dzīvās kramaļģes migrē gaismas ietekmē;
- Kramaļģu migrāciju ietekmē arī citi faktori;
- Neko nevar secināt.

1.4. Iepazīsties ar informāciju par kramaļģu migrācijas pētījumu dabiskās bioplēvēs un eksperimentālajos akvārijos. **Atbildi uz jautājumiem (5 punkti)!**

Lai izpētītu kramaļģu pārvietošanos dabiskās plūdmaiņu sistēmās, jūlija dienas gaišajā laikā tika ievāktas sedimentu serdes no pludmales ar izteiktu paisumu un bēgumu. Šīs serdes tika sadalītas 1 cm šķēlēs un katrā dziļumā izskaitītas veselas *Hantzschia virgata* kramaļģes ar redzamiem hloroplastiem un no tā izteikta serdes populācijas proporcija katrā šķēlē (8. attēls). Tika ievāktas trīs serdes paisumā un trīs serdes bēgumā.



8. attēls. Kramaļģes *Hantzschia virgata* vidējais populācijas dziļuma sadalījums paisuma un bēguma laikā dabiskā pludmalē. Attēls tulkots no Kingston, M.B. (1999) 'Wave effects on the vertical migration of two benthic microalgae: *Hantzschia virgata* var. *intermedia* and *Euglena proxima*', *Estuaries*, 22(1), pp. 81–91. Available at: <https://doi.org/10.2307/1352929>.

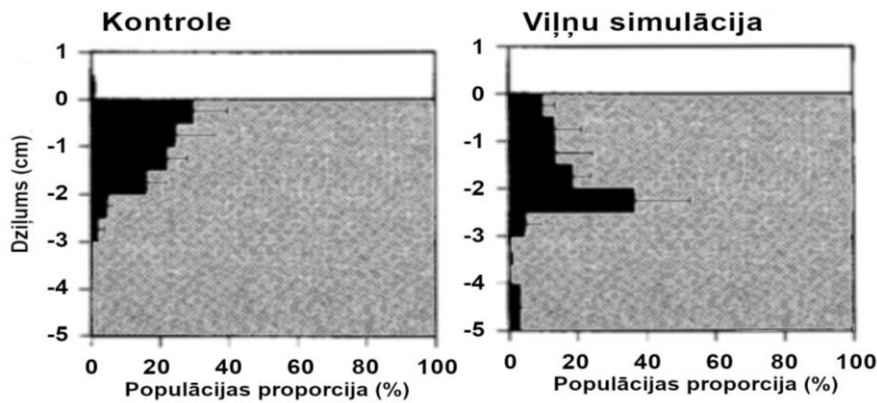
Ko pēc 8. attēla var secināt par kramaļģu migrāciju plūdmaiņu ietekmē dienas laikā?

- Visas *H.virgata* kramaļģes migrē dziļāk sedimentos paisuma laikā;
- Ir kramaļģu sugas, kas nemigrē plūdmaiņu ietekmē;
- Bēguma laikā *H.virgata* galvenokārt migrē uz sedimentu virskārtu;
- H.virgata* kramaļģes galvenokārt uzturās vienā dziļumā visu laiku;
- Kramaļģes *H.virgata* migrē neatkarīgi no gaismas intensitātes;
- No 8. attēla nevar neko secināt.

Kādas priekšrocības iegūst kramaļģes, kas paisuma laikā atrodas dziļākos sedimenta slāņos, salīdzinot ar bēgumu?

- Tās izvairās no intensīvas gaismas;
- Tās izvairās no izžūšanas;
- Tās izvairās no apēšanas;
- Tās barojās ar organiskajām vielām;
- Visi augstāk minētie.

Lai saprastu, kā viļņi varētu ietekmēt kramaļģu dziļuma sadalījumu, *H.virgata* kramaļģes tika ievietotas ārtelpās esošā akvārijā ar viļņu mašīnu un plūdmaiņu simulāciju. Akvārijā tika ievietotas smiltis, no kurām izņemti visi objekti, kas lielāki par centimetru, un nostādīnāts ūdens no kramaļģu ievākšanas vietas, un noturēti tur dienu, lai smiltis nostabilizētos. Kramaļģes tika nedēļu turētas akvārijos, kuros tika simulēts dabiskais plūdmaiņu cikls atbilstoši to ievākšanas vietai netālu no institūta. Trīs eksperimentālajos akvārijos tika simulēta viļņu ietekme. Trīs kontroles akvārijos tika simulētas tikai plūdmaiņas. Pēc nedēļas paraugi tika ievākti simulētā paisuma laikā un serdes sadalītas 0,5 cm slāņos, saskaitītas *H.virgata* un izteikts to populācijas dziļuma sadalījums procentos (9. attēls). Salīdzinot kontroles un eksperimentālajās serdēs novēroto šūnu skaitu, netika novērotas atšķirības.



9. attēls. Kramaļģes *Hantzschia virgata* vidējais populācijas dziļuma sadalījums trīs sedimentu serdēs viļņu un kontroles akvārijos simulēta paisuma laikā. Attēls tulkots no Kingston, M.B. (1999) 'Wave effects on the vertical migration of two benthic microalgae: *Hantzschia virgata* var. *intermedia* and *Euglena proxima*', *Estuaries*, 22(1), pp. 81–91. Available at: <https://doi.org/10.2307/1352929>.

Kurā sedimentu serdes slānī vidēji bija novērojams vislielākais kramaļģu skaits?

- 0 līdz -1 cm bez viļņiem;
- 0 līdz -1 cm ar viļņiem;
- 2 līdz -3 cm bez viļņiem;
- 2 līdz -3 cm ar viļņiem;
- 4 līdz -5 cm bez viļņiem;
- 4 līdz -5 cm ar viļņiem;
- Nav iespējams noteikt.

Kas ir visticamākais secinājums par viļņu ietekmi uz kramaļģu migrāciju?

- Viļņi neietekmēja kramaļģu migrāciju;
- Viļņu ietekmē tika aizskalota lielākā daļa kramaļģu, kas migrēja uz sedimentu virskārtu;
- Kramaļģes aktīvi izvairījās no viļņu ietekmētiem sedimentiem;
- Viļņu ietekme uz migrāciju bija mazāka nekā plūdmaiņas ietekme;
- Viļņu ietekmētās pludmalēs kramaļģu spēja fotosintezēt būs daudzreiz mazāka.

Pētnieki izvēlējās veikt šo eksperimentu akvārijā, nevis veikt mērījumus dabā. Kāds varētu būt lielākais trūkums šai metodei šajā gadījumā, kas varētu rezultātus izmainīt salīdzinājumā ar dabisku sistēmu?

- Izmantotajam ūdenim varētu būt cits sāļums;
- Apgaismojuma intensitāte varētu atšķirties;
- Plūdmaiņu laiki varētu atšķirties no kramaļģēm pierastā;
- Varētu atšķirties kramaļģēm nepieciešamais vides baktēriju sastāvs;
- Varētu atšķirties kramaļģu trofiskās attiecības, tai skaitā zālējūņu ietekme;
- Rezultātiem vajadzētu pilnībā atbilst dabiskā vidē novērojamajam.

2. uzdevums (26 punkti).

2.1. Ievieto pareizo vārdu tukšajās vietās, atbildi uz jautājumiem (13 punkti)!

Dzīvie organismi sastāv no ķīmiskiem elementiem. Atkarībā no šo elementu sastopamības, tos iedala grupās. Makroelementi organismiem nepieciešami salīdzinoši lielā daudzumā. Lai elementu iedalītu šajā grupā, tam jā sastāda vismaz [80%/ 10%/ 5%/ 0,1%-0,01%/ 0,001%] no kopējiem atomiem pēc masas šūnā.

Izvēlies, kurā uzskaitījumā visi nosauktie ir makroelementi:

- a) K, S, P, Cl, Mg, Na;
- b) S, Pt, Hg, Au, Fe;
- c) Zn, Ar, Ca, C, Xe;
- d) Cu, As, K, Na, P.

Mikroelementi, savukārt, organismam nepieciešami salīdzinoši maz, lai elementu ieskaitītu šajā grupā, tas audos ir mazāk nekā [80%/ 10%/ 5%/ 2%/ 1%/ 0,1%/ 0,01%/ 0,001%].

Izvēlies, kurā uzskaitījumā visi nosauktie ir mikroelementi:

- a) Hg, Ar, Cl, S, Pt;
- b) Cu, Fe, Mn, Zn;
- c) Mg, P, C, H, O;
- d) F, Fe, Ca, Na, N.

Dažas ķīmiskās vielas organismos parasti sastopamas vēl mazākos daudzumos nekā mikroelementi. Šīs vielas atrodamas organismos, jo aizstāj kādas citas vielas. Piemēram, sudrabs spēj aizstāt varu to līdzīgās uzbūves dēļ. Parasti, ja šie elementi organismā uzkrājas lielākos daudzumos, tie ir [īpaši veselīgi/ toksiski/ nekaitīgi].

No ķīmiskajiem savienojumiem visbiežāk sastopamais savienojums cilvēka organismā ir [.....] (*ieraksti savienojuma ķīmisko formulu!*). Bez šī savienojuma, cilvēka organismu pārsvarā veido [organiskās vielas/ neorganiskās vielas/ minerālelementi/ vitamīni], kuru sastāvā ir šādi ķīmiskie elementi - O, S, P, H, N un [.....] (*ieraksti elementa simbolu!*). Šos visus elementus cilvēki uzņem [elpojot/ ar pārtiku/ no neorganiskām vielām/ sintezē paši].

Analizējot organismu ķīmisko sastāvu, vielu grupas mēdz izšķirt arī pēc tā, kā tās reagē uz karsēšanu. Ja audos karsē temperatūrā, kas nedaudz pārsniedz 100°C, tad no audiem izdalās [CO₂/ ūdens/ organiskās vielas/ minerālvielas] un pēc karsēšanas iegūto masu mēdz saukt arī par [dzīvsvaru/ pelniem/ sausu/ oglēm]. Ja to karsē temperatūrā virs 200°C, tad par gāzēm pārvēršas [CO₂/ ūdens/ organiskās vielas/ minerālvielas] un atlikušās vielas dēvē par [minerālvielām/ organiskajām vielām/ nevajadzīgajām vielām/ vitamīniem].

2.2. Ķīmisko elementu trūkums var izraisīt dažādas slimības. Izvēlies atbilstošo slimību katram trūkstošajam elementam (3 punkti)!

Trūkstošais elements	Elementa trūkuma izraisītā slimība
Ca	[osteoporoze/ anēmija/ cinga/ hipotireoze/ rahīts]
Fe	[osteoporoze/ anēmija/ cinga/ hipotireoze/ rahīts]
I	[osteoporoze/ anēmija/ cinga/ hipotireoze/ rahīts]

Ķīmisko vielu trūkums organismā ietekmē fizioloģiskos procesus, balstoties uz zināšanām par tiem, **izspried, kurš elements trūkst un kāda ir šī elementa funkcija!** Identificē katrā gadījumā, kura elementa (iespējams, molekulas sastāvā) trūkums varētu radīt aprakstītās problēmas cilvēka fizioloģiskajos procesos, un kāda ir attiecīgā elementa funkcija. Ķīmiskie elementi organismā var darboties kā joni vai citu molekulu sastāvā (10 punkti).

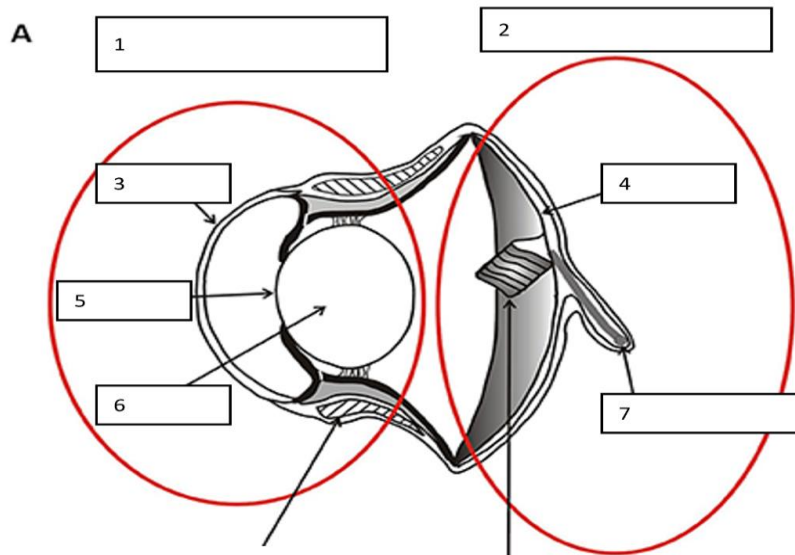
Problēmas apraksts	Trūkstošais elements	Elementa funkcija
Kuņģī netiek denaturēti proteīni, kā arī parādās kuņģa čūlas	[K/ S/ P/ Cl/ Mg/ Ar/ Hg/ Pt/ Na/ Ca/ Cu/ Fe/ Mn/ Zn/ S/ I]	<ul style="list-style-type: none"> a) elementa sekrēcija ārpus šūnas nepieciešama fizioloģiskai funkcijai b) elements veido kovalentu saikni, kas nostiprina fizioloģisko funkciju c) elements piedalās funkcionējošās vielas sintēzē vai arī viela satur šo elementu d) elementa difūzija šūnā nepieciešama fizioloģiskajai funkcijai e) izmanto kotransportā f) reaģē ar vielu X, nodrošinot tās transportu g) katalizē fizioloģiski aktīvas vielas sintēzi h) katalizē fizioloģiski aktīvas vielas degradāciju
Šūnā translētie proteīni nespēj funkcionēt, jo nav iespējams izveidot olbaltumvielu trešējo struktūru	[K/ S/ P/ Cl/ Mg/ Ar/ Hg/ Pt/ Na/ Ca/ Cu/ Fe/ Mn/ Zn/ S/ I]	<ul style="list-style-type: none"> a) elementa sekrēcija ārpus šūnas nepieciešama fizioloģiskai funkcijai b) elements veido kovalentu saikni, kas nostiprina fizioloģisko funkciju c) elements piedalās funkcionējošās vielas sintēzē vai arī viela satur šo elementu d) elementa difūzija šūnā nepieciešama fizioloģiskajai funkcijai e) izmanto kotransportā f) reaģē ar vielu X, nodrošinot tās transportu g) katalizē fizioloģiski aktīvas vielas sintēzi h) katalizē fizioloģiski aktīvas vielas degradāciju
Asinīs nepietiekams tiroksīna līmenis (T4) ir	[K/ S/ P/ Cl/ Mg/ Ar/ Hg/ Pt/ Na/ Ca/ Cu/ Fe/ Mn/ Zn/ S/ I]	<ul style="list-style-type: none"> a) elementa sekrēcija ārpus šūnas nepieciešama fizioloģiskai funkcijai b) elements veido kovalentu saikni, kas nostiprina fizioloģisko funkciju

		<ul style="list-style-type: none"> c) elements piedalās funkcionējošās vielas sintēzē vai arī viela satur šo elementu d) elementa difūzija šūnā nepieciešama fizioloģiskajai funkcijai e) izmanto kotransportā f) reaģē ar vielu X, nodrošinot tās transportu g) katalizē fizioloģiski aktīvas vielas sintēzi h) katalizē fizioloģiski aktīvas vielas degradāciju
<p>Veicot ierakstu neirona aksonā ar elektrodi un stimulējot neirona ķermeni ar strāvas pulsu, nenotiek izmaiņas membrāna potenciāla vērtība</p>	[K/ S/ P/ Cl/ Mg/ Ar/ Hg/ Pt/ Na/ Ca/ Cu/ Fe/ Mn/ Zn/ S/ I]	<ul style="list-style-type: none"> a) elementa sekrēcija ārpus šūnas nepieciešama fizioloģiskai funkcijai b) elements veido kovalentu saikni, kas nostiprina fizioloģisko funkciju c) elements piedalās funkcionējošās vielas sintēzē vai arī viela satur šo elementu d) elementa difūzija šūnā nepieciešama fizioloģiskajai funkcijai e) izmanto kotransportā f) reaģē ar vielu X, nodrošinot tās transportu g) katalizē fizioloģiski aktīvas vielas sintēzi h) katalizē fizioloģiski aktīvas vielas degradāciju
<p>Stimulējot funkcionējošu motornervu, kas inervē muskuļaudus, netiek novērota muskuļu saraušanās</p>	[K/ S/ P/ Cl/ Mg/ Ar/ Hg/ Pt/ Na/ Ca/ Cu/ Fe/ Mn/ Zn/ S/ I]	<ul style="list-style-type: none"> a) elementa sekrēcija ārpus šūnas nepieciešama fizioloģiskai funkcijai b) elements veido kovalentu saikni, kas nostiprina fizioloģisko funkciju c) elements piedalās funkcionējošās vielas sintēzē vai arī viela satur šo elementu d) elementa difūzija šūnā nepieciešama fizioloģiskajai funkcijai e) izmanto kotransportā f) reaģē ar vielu X, nodrošinot tās transportu g) katalizē fizioloģiski aktīvas vielas sintēzi h) katalizē fizioloģiski aktīvas vielas degradāciju

3. uzdevums (28 punkti).

Laika gaitā ir ievērojami augusi cilvēku izpratne par to, kā dažādu dzīvnieku pasaules uztvere atšķiras no tā, kā pasauli uztveram mēs, un kā tieši dažādas dzīvnieku maņas ir specializētas šo dzīvnieku dzīvesveidam. Šajā uzdevumā aplūkosim dažādus putnu redzes aspektus – ar ko, cik plaši un ko tieši redz dažādi putni.

3.1. Zemāk dotajā attēlā redzama putna acs uzbūve. **Ievieto pareizos jēdzienos atbilstošajos lodziņos, ņem vērā, ka divi jēdzieni ir lieki (7 punkti)!**



1. attēls. Acs uzbūve, no Martin GR (2017).

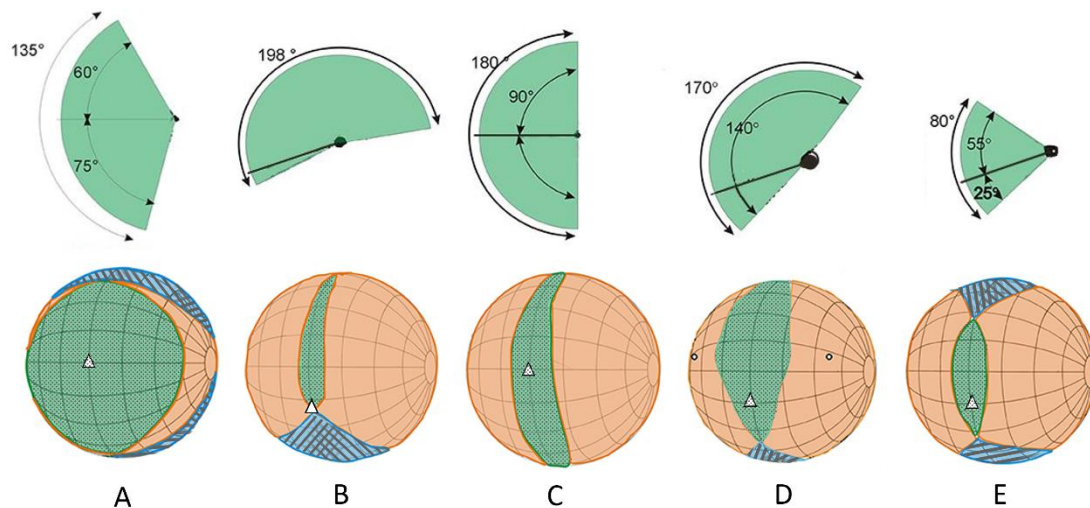
Numurs attēlā	Atbilstošā struktūra
1	[lēca/ tīklene/ radzene/ varavīksnene/ redzes nervs/ optiskā sistēma/ attēla analīze/ stiklveida ķermenis/ zīlīte]
2	[lēca/ tīklene/ radzene/ varavīksnene/ redzes nervs/ optiskā sistēma/ attēla analīze/ stiklveida ķermenis/ zīlīte]
3	[lēca/ tīklene/ radzene/ varavīksnene/ redzes nervs/ optiskā sistēma/ attēla analīze/ stiklveida ķermenis/ zīlīte]
4	[lēca/ tīklene/ radzene/ varavīksnene/ redzes nervs/ optiskā sistēma/ attēla analīze/ stiklveida ķermenis/ zīlīte]
5	[lēca/ tīklene/ radzene/ varavīksnene/ redzes nervs/ optiskā sistēma/ attēla analīze/ stiklveida ķermenis/ zīlīte]
6	[lēca/ tīklene/ radzene/ varavīksnene/ redzes nervs/ optiskā sistēma/ attēla analīze/ stiklveida ķermenis/ zīlīte]
7	[lēca/ tīklene/ radzene/ varavīksnene/ redzes nervs/ optiskā sistēma/ attēla analīze/ stiklveida ķermenis/ zīlīte]

3.2. Iepazīsties ar sniegto informāciju!

Tas, kā veidojas redzeslauks, ir atkarīgs no dažādiem aspektiem acu novietojumā un galvas uzbūvē. Zemāk redzamajos attēlos, kuros redzes lauks projicēts uz lodes virsmas, kas apņemu galvu, redzamas formas un lieluma atšķirības binokulārajam laukam (zaļā krāsā/ punktots), akļajai zonai aiz un virs galvas (zilā krāsā/ šķērsvītrots) un redzeslauka daļām, ko katra acs redz atsevišķi (oranžā krāsā). Ar trijstūri atzīmēta knābja projekcija. Virs lodveida projekcijām parādīts binokulārā redzeslauka sānskats attiecībā pret knābja vērsumu.

Viena no teorijām par putnu acu novietojuma funkcionālo interpretāciju apgalvo, ka redzes lauka uzbūvi nosaka galvenokārt divi pretēji darbojošies faktori – vajadzība precīzi kontrolēt knābi barības iegūšanā un nepieciešamība ievērot plēsējus. Pilnīgs 180° grādu redzeslauks ir novērojams tikai dažām putnu sugām, kam kopīga īpašība ir barības iegūšanās paļaušanās galvenokārt uz taktīliem orgāniem uz knābja, nevis redzi. Tāpat šīm sugām nav nepieciešama precīza knābja kontrole citu uzdevumu veikšanai – komplicētas ligzdas vīšanai vai mazuļu barošanai.

Rūpīgi izlasi aprakstus par četriem dažādiem putniem. **Pievieno doto redzeslauku projekciju burtus atbilstošajam aprakstam.** Viena no redzes lauka projekcijām atbilst cilvēkam. Norādi, kura! (5 punkti).



2. attēls. Redzeslauku projekcijas, no Martin GR (2017).

1) Ūdensputns, kas dzīvo seklos stāvošos sūdeņos. Pārtiek no planktona, kukaiņiem un moluskiem, barojas filtrējot ar plato knābi. Ligzdo seklās, pārplūstošās zemienēs, kur pēc ūdens līmeņa nokrišanās palicis organisks materiāls, kukaiņi un moluski.

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

2) Putns dzīvo piekrastē, daļu laika pavada uz sauszemes, daļu – ūdenī. Pārtiek no zivīm, ko zvejo nirstot. Esot jūrā mēdz pabāzt galvu zem ūdens, lai pārbaudītu plēsēju klātbūtni. Uz sauszemes ligzdo gan pašraktās, gan atrastās alās. Mazuļus baro individuāli ar zivīm. Par galvenajiem sauszemes draudiem uzskatāmi citi putni, kas uzbrūk pārlidojumā.

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

3) Garkājains bridējputns. Lai gan reizēm ķer arī ūdens kukaiņus, lielākoties mēdz pavadīt laiku liellopu vai lauksaimniecības tehnikas klātbūtnē, ķerot sauszemes kukaiņus. Ligzdo kolonijās, platformveida ligzdās. Lai gan šiem putniem nav daudz dabisko ienaidnieku, zīdītāji un citi putni mēdz uzbrukt ligzdām.

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

4) Maitēdājs putns, kas lielu daļu laika pavada planējot ēdiena meklējumos. Ligzdo klintīs, kas nav aizniedzamas citiem dzīvniekiem, bet ļauj pārredzēt plašu teritoriju barības meklējumiem. Šim putnam praktiski nav dabisko ienaidnieku, un tā galvenais drauds ir cilvēks.

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

5) Cilvēks.

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

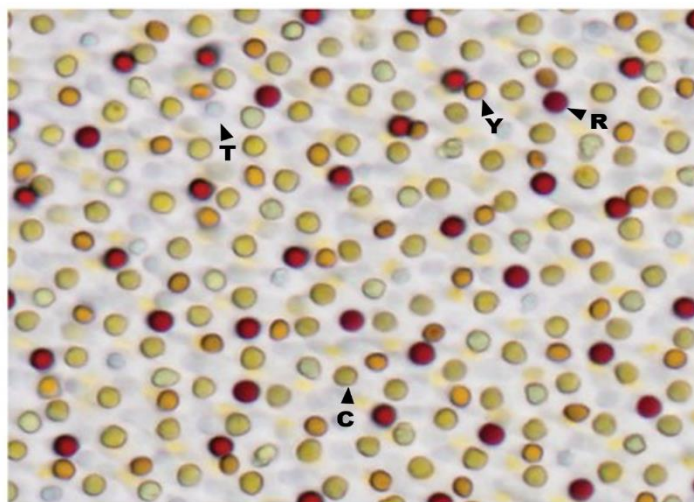
3.3. Iepazīsties ar sniegto informāciju!

Krāsu redzi nodrošina receptoru redzes pigmenti, kas, absorbējot gaismu, maina konformāciju un iesāk signālu kaskādi. Dažādi redzes pigmenti ar lielāku jutību uztver dažādas elektromagnētiskā spektra daļas, un krāsu redze rodas, salīdzinot šo atšķirīgo receptoru stimulācijas pakāpi. Diemžēl, tā kā redzes pigmenti uztver arī blakusesošās spektra daļas (ar zemāku jutību), dažādu pigmentu spektra uztveres pārklājas un tas limitē krāsu izšķirtspēju. Putni šai limitācijai ir pielāgojušies, izmantojot īpašu optisko veidojumu – pigmentētu eļļas pilienu vālītēs, kas filtrē tam cauri ejošos gaismu, tādējādi optimizējot vālītes jutību pret konkrētu spektra daļu un samazinot pārklāšanos starp dažādiem receptoriem, kas teorētiski ļauj putniem precīzāk izšķirt dažādas krāsas. Eļļas pilienu dažādās krāsas nodrošina karotenoīdu pigmenti, ko putni uzņem tikai ar barības palīdzību, un metabolizē par dažādiem eļļas pilieniem nepieciešamo pigmentu veidu.

Papildus šim pielāgojumam, atšķirībā no cilvēkiem, putniem ir nevis trīs, bet četru tipu vālītes, kas ļauj putniem redzēt arī UV gaismas viļņus, ko cilvēks nespēj saskatīt. Tomēr ne visi putni uztver zema garuma viļņus vienlīdz labi. Visus putnus var iedalīt divās galvenajās grupās: violeta-jutīgi putni (VS) un ultravioleta-jutīgi putni (UVS), atkarībā no tā, pret kādu viļņu garumu ir maksimāli jutīgas ir zemāko garuma viļņu uztverošās vālītes. VS sugām šo vālīšu maksimālā jutība $\lambda_{\max} > 400$ nm, savukārt UVS sugām $\lambda_{\max} < 380$ nm. Putnu evolūcijas gaitā pāreja no violetās gaismas jutības uz ultravioleto un otrādi ir notikusi vismaz 14 reizi. Nav skaidri zināms, kas ir galvenais selektīvais spiediens viena vai otra redzes tipa attīstībai, bet biežā pāreja, visticamāk, notiek salīdzinoši vienkāršā molekulārā mehānisma dēļ – šīs vālītes jutība pret dažādāda garuma viļņiem var tikt izmainīta pat ar vienas aminoskābes nomaiņu.

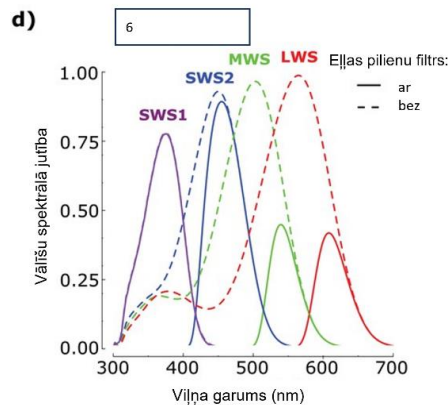
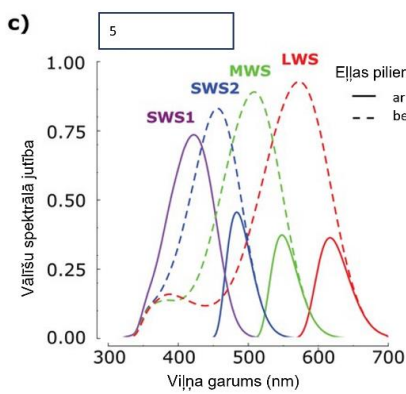
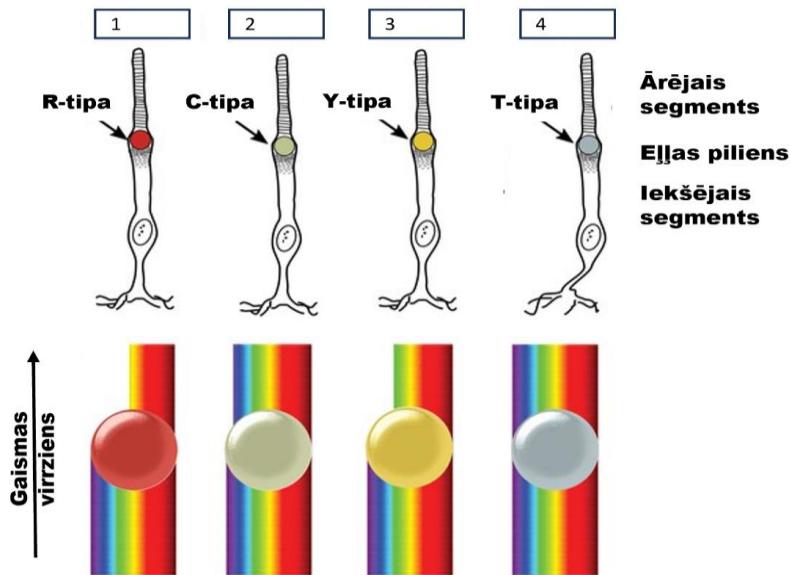
3. attēlā (a) redzama vistas tīklene spilgtā apgaismojumā, labi redzami dažādo vālīšu eļļas pilieni un to pigmentācija. Atkarībā no eļļas pilienu krāsas izdalāmi četri dažādi vālīšu apakštipi: R-tips, Y-tips, C-tips un T-tips.

a)



3. attēls. Vistas tīklene spilgtā apgaismojumā.

Zemāk dotajos attēlos parādīta vālīšu uzbūve, tiem atbilstošā eļļas pilienu tipa izmainītais gaismas spektrs, kā arī dažādo apakštipu vālīšu spektrālā jutība ar vai bez eļļas pilienu filtra. Izpēti grafikus un shēmu un **pievieno katram no dotajiem vālīšu apakštipiem atbilstošo apakštipa nosaukumu** (SWS1, SWS2, MWS, LWS). Grafikos (c) un (d) parādīta jutība diviem dažādiem putnu redzes tipiem, kas aprakstīti iepriekš. Pievieno katram grafikam atbilstošo putnu redzes tipu (6 punkti)!



4. attēls. Vālīšu uzbūve, tiem atbilstošā eļļas pilienu tipa izmainītais gaismas spektrs. Dažādo apakštīpu vālīšu spektrālā jutība ar vai bez eļļas pilienu filtra.

- 1 - [SWS1/ SWS2/ MWS/ LWS/ VS suga/ UVS suga]
- 2 – [SWS1/ SWS2/ MWS/ LWS/ VS suga/ UVS suga]
- 3 - [SWS1/ SWS2/ MWS/ LWS/ VS suga/ UVS suga]
- 4 - [SWS1/ SWS2/ MWS/ LWS/ VS suga/ UVS suga]
- 5 - [SWS1/ SWS2/ MWS/ LWS/ VS suga/ UVS suga]
- 6 - [SWS1/ SWS2/ MWS/ LWS/ VS suga/ UVS suga]

Izvēlies atbilstošās atbildes apgalvojumos par putnu UV redzi (3 punkti)!

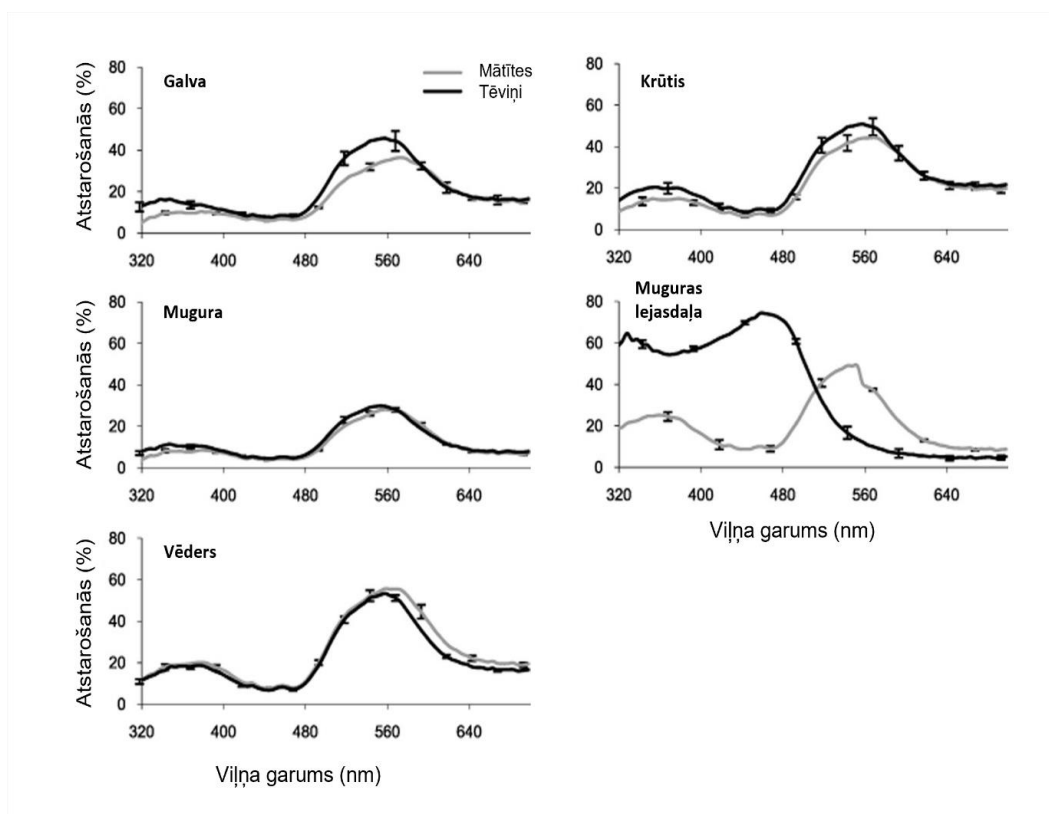
Ar cilvēka krāsu redzes spektru pārklājas putnu [LWS un MWS/ SWS1 un SWS2/ SWS1, MWS un LWS/ SWS1, SWS2, LWS un MWS/ SWS2, MWS un LWS/ MWS, SWS1 un SWS2] vālīšu jutība.

Maiņa no UVS uz VS sugu notiek pateicoties ievērojamām krāsu uztveres izmaiņām [tikai SWS1 vālītēs/ tikai SWS2 vālītēs/ tikai MWS vālītēs/ tikai LWS vālītēs/ SWS1 un SWS2 vālītēs/ SWS1 un LWS vālītēs/ SWS1, LWS un SWS2 vālītēs / visos vālīšu tipos], ko nodrošina [vālītes(-šu) proteīnu uzbūve/ eļļas pilienu filtra pielāgojums/ gan eļļas pilienu filtra pielāgojums, gan vālītes proteīnu uzbūve tai pašā vālītē/ eļļas pilienu filtra pielāgojums vienā vālīšu veidā un vālītes proteīnu uzbūve, citā vālītē].

3.4. Kā jau visi pielāgojumi, kas kādā dzīvniekā atšķiras no cilvēkiem, UV redzes nozīme putnos un tās pielietojumi ir izraisījuši ievērojamu interesi. Tālāk aplūkosim UV redzes potenciālo nozīmi partnera meklējumos!

Dzimumu dihromatisms ir dzimumu dimorfisma forma, kas bieži sastopama putnos. Tiek uzskatīts, ka tas evolucionāri attīstījies divu virzītāj spēku ietekmē – mātītēm dodot priekšroku tēviņiem ar izteiktāku un ekstravagantāku krāsojumu, kā arī tēviņiem dodot priekšroku mazāk krāsainām mātītēm, ņemot vērā lielāku plēsēju risku, perējot mazuļus. Attīstoties izpratnei par cilvēku un putnu krāsu redzes atšķirībām, tika secināts, ka pētījumi par putnu dzimumu dihromatismu būtu jāveic, izmantojot mērījumus, kas aptver pilnu putnu redzes spektru, nevis tikai cilvēku izdarītiem vizuāliem novērojumiem, lai varētu izdarīt bioloģiski nozīmīgus secinājumus. Balstoties uz šo, ar laiku tika atklāts, ka daudzas putnu sugas, ko cilvēki uzskatījuši par dzimumu monohromatiskām, patiesībā ir dihromatiskas.

Forpus xanthopterygius ir papagaiļu dzimtas putni, kas dzīvo Amazones lietusmežos, Dienvidamerikā. Dotajā attēlā parādīti atstarošanās mērījumi dažādām šī papagaiļa ķermeņa daļām.



5. attēls. Atstarošanās mērījumi dažādām *Forpus xanthopterygius* papagaiļa ķermeņa daļām, no Barreira et. al, 2012.

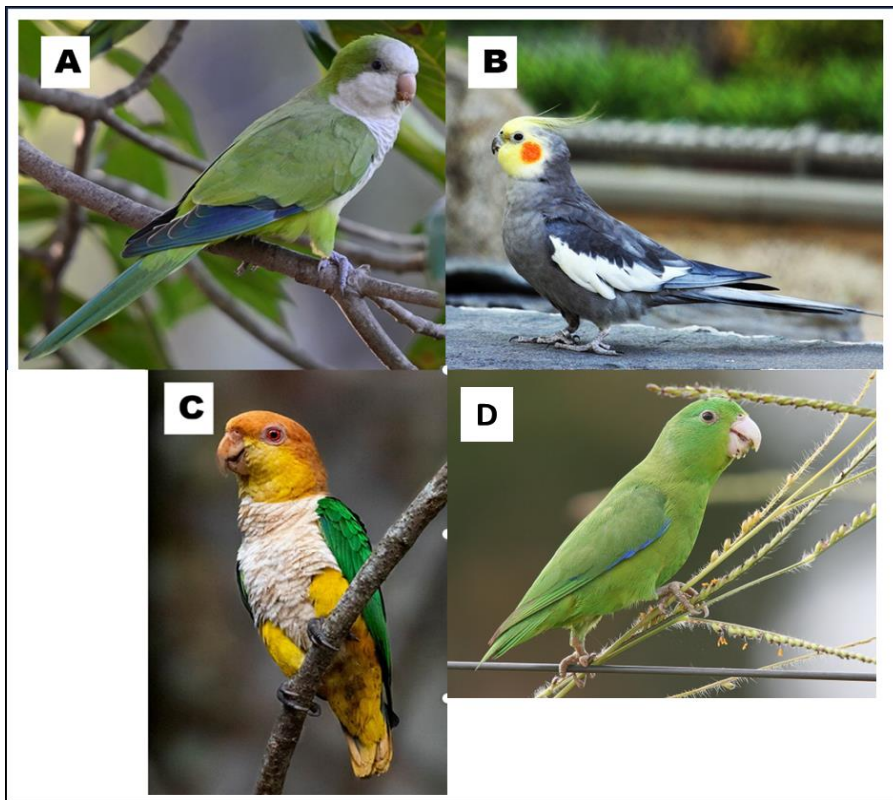
Izvēlies atbilstošos atbilžu variantus (4 punkti)!

F. xanthopterygius dzimumu dihromatismu [var redzēt tikai putni/ var redzēt tikai cilvēki/ var redzēt gan putni, gan cilvēki/var uztvert tikai ar specializētām mērījumu tehnikām].

Dihromatisms novērojams [visām ķermeņa daļām vienlīdzīgi/ tikai putnu vēderam un krūtīm/ muguras lejasdaļā izteiktāk nekā uz galvas/ uz vēdera izteiktāk nekā uz krūtīm/ tikai mugurai un vēderam].

Kurā no tālāk dotajiem attēliem redzams *F. xanthopterygius* īpatnis?

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



Attēlā redzamais *F. xanthopterygius* īpatnis/-tne [ir mātīte/ ir tēviņš/ dzimums nav nosakāms].

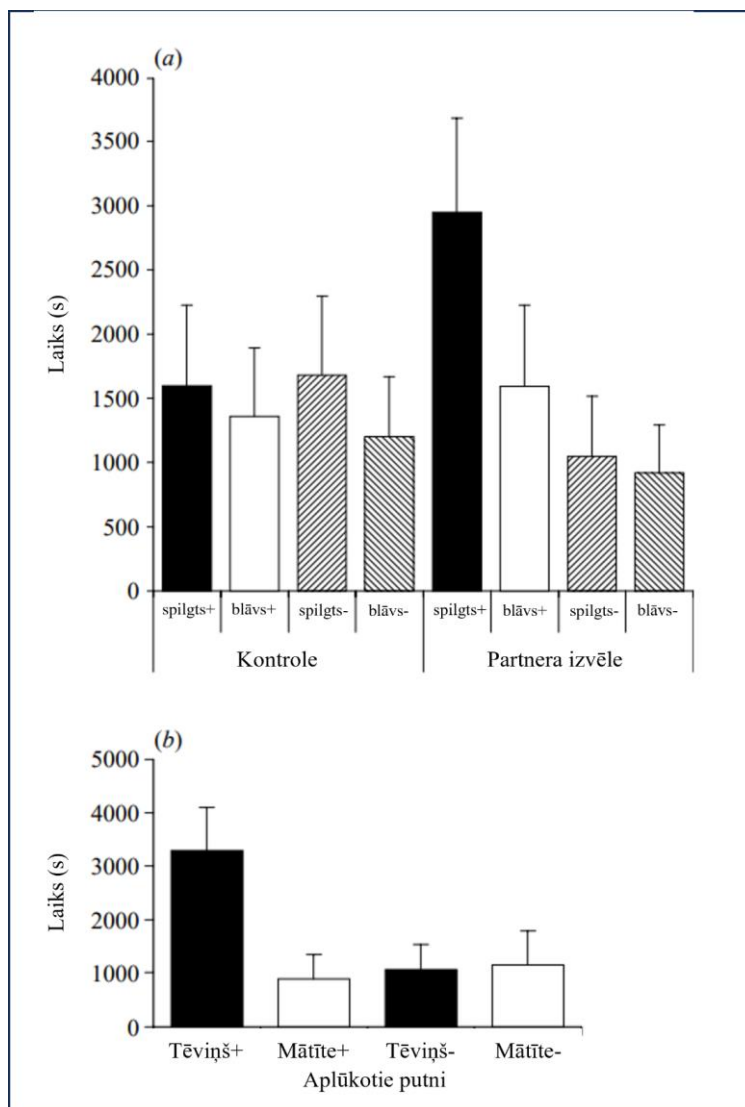
3.5. Lai noskaidrotu, vai UV krāsojums spēlē lomu partnera izvēlē, veikti dažādi pētījumi ar dažādām putnu sugām. Šeit aplūkosim rezultātus no pētījuma viļņpapagailīšiem *Melopsittacus undulatus*, redzami 6. attēlā.



6. attēls. Viļņpapagailīši *Melopsittacus undulatus*.

Pētījuma autori izmantoja partnera izvēles pētījumos bieži izmantotu uzstādījumu, kur telpas vidū atrodas mātīte, kam ir iespēja redzēt četrus dažādus tēviņus, ar ko fiziski nevar mijiedarboties. Tēviņi atrodas katrs savā pusē, attiecīgi, no augšas novērojot, kurā virzienā mātīte skatās un pārvietojas. Šādi iespējams noteikt, cik daudz uzmanības mātīte pievērš attiecīgajam tēviņam. Lai kontrolētu izvēli vokalizāciju dēļ, eksperimenta laikā tiek atskaņoti ieraksti ar putnu balsīm. Pētniekiem interesēja ne tikai, vai izvēli ietekmē UV krāsojums, bet arī kāda tā īpašība nosaka izvēli – krāsas intensitātes (spilgtuma) palielināšana vai tikai krāsas atšķirība. Attiecīgi, šai pētījumā katru tēviņu no mātītes atdalīja viens no trīs gaismas filtriem: UV un gaismas spilgtumu samazinošs (blāvs-), tikai gaismas spilgtumu samazinošs (blāvs+), tikai UV samazinošs (spilgts-) vai tikai fiziska barjera (spilgts+). Eksperiments notika divos etapos – vispirms, kontroles laikā mātītes novēroja šajos apstākļos bez tēviņu klātbūtnes un partnera izvēles etapā, novēroja mātītes ar tēviņiem. Tāpat, pētījuma autori atkārtoja eksperimentu, dodot citas četras izvēles: tēviņu bez UV filtra (tēviņš+), tēviņu ar UV filtru (tēviņš-), mātīti bez UV filtra (mātīte+), mātīti ar UV filtru (mātīte-).

Izpēti dotos grafikus un **atbildi uz jautājumiem, balstoties pieejamajā informācijā** (3 punkti)!



Balstoties uz iegūtajiem rezultātiem, viļņpapagaiļiem UV krāsojums [nav nozīmīgs partnera izvēlē/ ir nozīmīgs partnera izvēlē krāsas toņa atšķirības dēļ/ ir nozīmīgs partnera izvēlē, jo samazinās apspalvojuma krāsas intensitāte/ ir nozīmīgs partnera izvēlē, jo mainās gan apspalvojuma krāsas tonis, gan intensitāte].

Viļņpapagaiļi kopumā [dod priekšroku spilgtākam/ dod priekšroku blāvākam/ dod priekšroku UV gaismas/ nedod priekšroku konkrētam] apgaismojumam.

Otrais eksperimenta uzstādījums (b) paredzēts, lai noteiktu [UV krāsojuma lomu sociālajā izlasē/ viendzimuma pievilcības biežumu viļņpapagaiļšos/ gaismas spilgtuma lomu partnera izvēlē/ UV krāsojuma lomu partnera izvēlē no tēviņa puses].

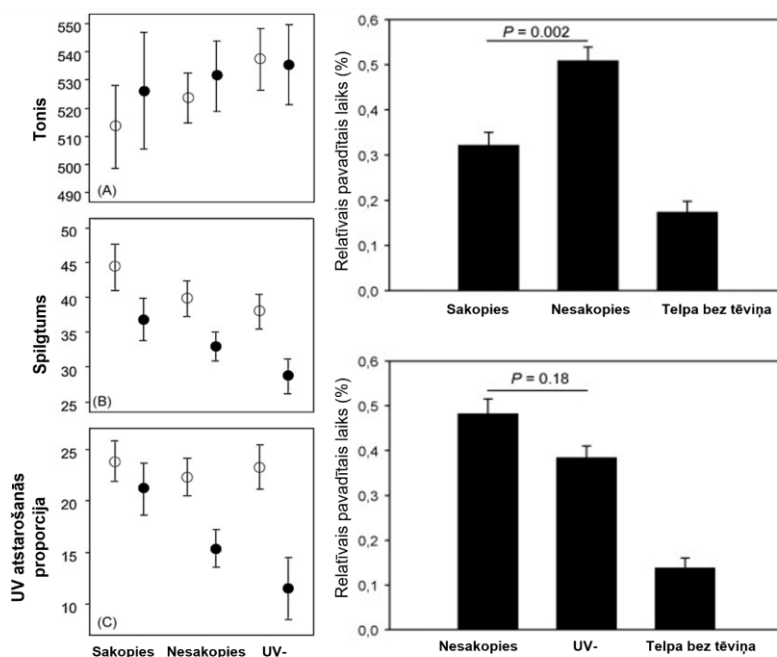
Citi pētījumi, papildus jautājumiem par to, vai UV krāsojums ietekmē partnera izvēli, izvirza hipotēzes arī par šādas ietekmes potenciālo nozīmi. Tiek uzskatīts, ka dažādas pazīmes, pēc kurām mātīte izvēlas tēviņu, liecina par tēviņa kvalitāti dažādos veidos – demonstrējot spēju izrādīt metaboliski “dārgas” pazīmes, parādot veselības stāvokli vai spēku aizstāvēt teritoriju utml. Putni pavada lielu daļu sava nomoda laika, kopjot spalvas, īpaši tas novērojams putnos ar krāšņu vai ornamentālu spalvojumu. Kopjot spalvas, tiek noņemti netīrumi, parazitāri, kā arī spalvu makstis pēc spalvu maiņas. Ilga spalvu kopšana nozīmē mazāku laiku un uzmanības ieguldījumu barības meklēšanai un plēsēju pamanīšanai.

Tālāk aprakstītā pētījuma autori nolēma noskaidrot, kā partnera izvēli ietekmē viļņpapagaiļa spalvu tīrība un vai tā ir saistīta ar atstaroto UV starojumu. Eksperimenta uzstādījums bija līdzīgs kā iepriekš aprakstītajā

partnera izvēles eksperimentā, bet šoreiz mātītei tika dota izvēle vienlaikus tikai starp diviem tēviņiem un telpu, kur tēviņu nebija.

Lai sagatavotu eksperimentam tēviņus, vispirms tika nomērīti dažādi apspalvojuma krāsas parametri (balti aplīši grafikā), tad tēviņi uz 36 stundām tika ievietoti individuālos būros, kur virsmas bija nosmērētas ar augļu mīkstumu, smiltīm un eļļu no dziedzeriem, kas padara putnu spalvas ūdensizturīgas. Daļai no tēviņiem tika uzliktas mīksta plastmasas apkakles, kas netraucēja citām aktivitātēm, izņemot spalvu kopšanu (nesakopies tēviņš). Pirms eksperimenta sākuma daļu no tēviņiem, kas bija varējuši kopt spalvas, nozieda ar UV starojumu bloķējošu vielu (UV-). Visiem tēviņiem atkārtoti nomērīja apspalvojuma krāsas parametrus (melni aplīši grafikā). Pirmajā eksperimenta daļā mātītei tika dota izvēle starp tēviņu ar sakoptām spalvām un nesakoptu tēviņu. Otrajā daļā tika dota izvēle starp tēviņu, kas ir nesakopies un UV- tēviņu. Tāpat tika novērota mātītes uzvedība, kad tai netika prezentēti tēviņi. Par statistiski nozīmīgu p-vērtību pieņemts $p < 0,05$.

Aplūko eksperimenta rezultātus un izdari secinājumus (2 punkti)!

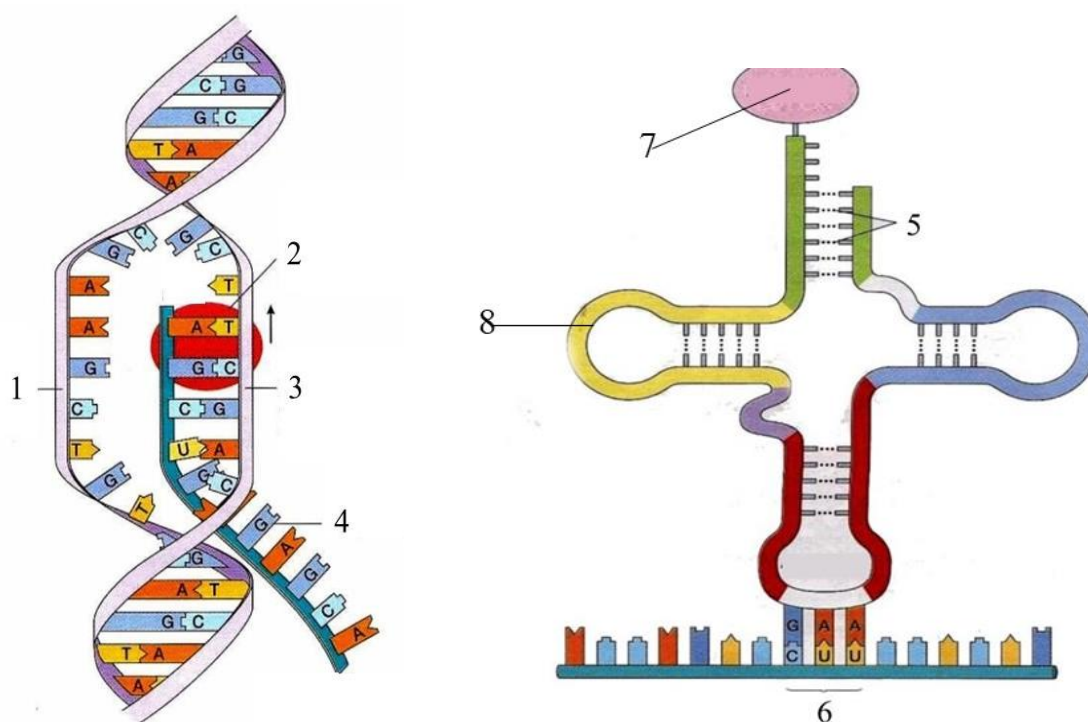


Spēja sakopt spalvas ietekmē [apspalvojuma toni/ apspalvojuma spilgtumu/ UV proporciju, ko atstaro apspalvojums/ visus trīs nomērītos apspalvojuma krāsas parametrus].

Pētījuma rezultāti [parāda, ka UV krāsojums ietekmē partnera izvēli tāpēc, ka tas liecina par partnera sakoptību un veselības stāvokli/ parāda saistību starp apspalvojuma tīrību un mātītēm uztveramo UV krāsojumu/ parāda, ka mātītes diskriminē tēviņus, kam ir manāma ķīmisku vielu klātbūtne apspalvojumā/ parāda, ka partnera izvēli ietekmē galvenokārt apspalvojuma tonis un spilgtums, kas parāda tēviņa atvēlēto laiku sevis kopšanai].

4. uzdevums (37 punkti).

4.1. Rūpīgi iepazīsties ar dotajiem attēliem, kas attēlo eikariotu šūnās notiekošos procesus. **Izvēlies pareizos struktūru nosaukumus**, bet esi uzmanīgs – daži nosaukumi ir lieki (8 punkti)!



Atbilžu varianti: [kodons/ matricas RNS/ DNS polimerāze/ RNS polimerāze/ DNS matricas ķēde/ neaktīvā DNS ķēde/ ūdeņraža saites/ antikodons/ transporta RNS/ peptīdsaites/ aminoskābe/ ribosoma/ transporta RNS].

Struktūra attēlā	Nosaukums
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	

Papildini doto tekstu, izvēloties pareizās atbildes no piedāvātajām (8 punkti)!

Attēlā redzamais process, kurā veidojas molekula 4, norit no molekulas 4 [5' gala uz 3' galu/ 3' gala uz 5' galu/ kodola gala uz citoplazmas galu]. Tā laikā struktūra 1 attīnas no struktūras 3 ar [replikāzes/ helikāzes/ polimerāzes] enzīma palīdzību. Struktūras 2 funkcija ir [nukleotīdu savienošana kopā/ nukleotīdu pavairošana/ nukleotīdu atdalīšana]. Nukleotīdi tiek savienoti pēc [nejaušības/ komplementaritātes/ alfabēta secības] principa. Izveidotajā struktūrā 4 bāzu secība atbilst vienam DNS ķēdes fragmentam – [genomam/ intronam/ gēnam]. Pēc procesa beigām jaunizveidotā struktūra 4 nonāk [citoplazmā/ kodolā/ Goldži aparātā], kur ar [lizosomu/ proteīnosomu/ ribosomu] palīdzību notiek olbaltumvielu sintēze. Tā sākas no struktūras 4 [molekulas 3' gala/ start kodona/ stop kodona].

4.2. Rūpīgi iepazīsties ar sniegto informāciju!

Molekulārās bioloģijas straujā attīstība 20. gadsimtā lika pamatus jaunās medicīnas nozarei – personalizētajai medicīnai. Katra cilvēka organisms ir unikāls, tāpēc slimību ārstēšanai var būt nepieciešamas dažādas pieejas, kas ņem vērā pacienta medicīnisko vēsturi un individuālās īpatnības. Šī pieeja ļauj samazināt nevēlamas blakusparādības, sasniegt visefektīvāko ārstēšanas rezultātu, kā arī veikt preventīvus pasākumus potenciālo veselības risku novēršanai.

Lai sasniegtu šādu personalizācijas līmeni, ir nepieciešami daudzveidīgi izmeklējumi. Molekulārās bioloģijas attīstība ir ļāvusi izstrādāt metodes, kas ļauj noskaidrot visas sastopamās viena veida molekulas organismā vai tā daļā. Šīs metodes sauc par "omikas" pieejām, un tās ietver vairākas svarīgas disciplīnas, kas palīdz zinātniekiem un medicīnas personālam pielāgot ārstēšanu katra pacienta vajadzībām. Omikas pieeju nosaukumi tiek veidoti, kā pirmo vārda daļu izmantojot molekulu, uz kuras tiek balstīta konkrēta pieeja, un galotnes -omika. Dažas no tām ir genomika, transkriptomika un proteomika, taču eksistē arī citas.

Izlasi situācijas aprakstus un izvēlies, kura no omikas pieejām ir piemērotākā katrā no gadījumiem (8 punkti)!

1. Sākot ar 2021. gadu, Latvijā tiek veikts notekūdeņu monitorings SARS-CoV-2 vīrusa identifikācijai. Analīzes ļauj novērtēt vīrusa izplatības dinamiku, kā arī konstatēt jauno variantu uzliesmojumus.

Atbilde: [genomika/ transkriptomika/ epigenomika/ metabolomika/ proteomika].

2. Urīnvielas cikla traucējumi bieži izpaužas jau agrā vecumā, arī jaundzimušajiem, kad asinīs paaugstinās amonija daudzums. Lai noteiktu precīzu traucējuma vietu, vielmaiņas ciklā veic asins plazmas aminoskābju analīzi. Glutamīna līmenis parasti ir paaugstināts visās hiperamonēmijas formās, jo no glutamāta palielinās glutamīna ražošana. Bieži vien ir paaugstināts arī alanīna un asparagīna līmenis, jo tie kalpo kā atkritumu slāpekļa rezervuāri. Hiperamonēmijas diagnostiskie aminoskābju biomarkēri ir ornitīns, citrulīns, ASA, arginīns, homocitrulīns, lizīns.

Atbilde: [genomika/ transkriptomika/ epigenomika/ metabolomika/ proteomika].

3. Alzheimerera slimība ir centrālās nervu sistēmas deģeneratīva slimība. Kaut gan tā skar ievērojamu skaitu cilvēku, joprojām līdz galam nav skaidri slimības attīstības mehānismi. Šobrīd viena no vadošajām hipotēzēm ir, ka smadzņu šūnās veidojas nešķīstoši olbaltumvielu savienojumi, kas traucē šūnu funkcijas. Zinātnieki uzskata, ka olbaltumvielu "sastāva" izmaiņas pētījumi galvas smadzenēs var palīdzēt izstrādāt zāles pret šo slimību.

Atbilde: [genomika/ transkriptomika/ epigenomika/ metabolomika/ proteomika].

4. DNS metilēšana ir DNS struktūras izmaiņa, kad pie DNS pamatelementa pievienojas metilgrupa, neizmainot tajā iekodēto ģenētisko informāciju. Metilēšana ir viens no gēnu ekspresijas regulācijas veidiem, un tā tiek bieži saistīta ar dažādām slimībām. Viens no kolorektālā vēža diagnostikas veidiem ietver *BMP3* un *NDRG4* gēnu metilēšanas pakāpes noteikšanu.

Atbilde: [genomika/ transkriptomika/ epigenomika/ metabolomika/ proteomika]

5. Dažos krūts vēža gadījumos audzēja šūnās var būt vairākas HER2 gēna kopijas. Šis gēns ir atbildīgs par normālu šūnu augšanu, taču šī gēna vairākas kopijas ļauj audzējam ātri izplatīties. Ir izstrādātas mērķterapijas, kas iedarbojas tieši uz HER2 pozitīviem audzējiem, taču ir neefektīvi citos gadījumos. Gadījumā, ja audzējs aizdomīgi ātri aug vai metastazē uz citiem audiem, tiek pārbaudīts, vai tas nav HER2 pozitīvs.

Atbilde: [genomika/ transkriptomika/ epigenomika/ metabolomika/ proteomika].

6. Kodeīns ir opiātu grupas zāļviela, kura ir iekļauta Pasaules veselības organizācijas pamatmedikamentu sarakstā. To plaši pielieto sāpju mazināšanai un klepus un saaukstēšanas simptomu ārstēšanai. Organismā tas tiek pārvērsts par morfinu ar enzīma CYP2D6 palīdzību, kas piedalās arī citu medikamentu metabolismā. CYP2D6 gēnam ir raksturīgs augsts polimorfisma līmenis, kas savukārt ietekmē enzīma daudzumu un aktivitātes līmeni. Vairākas laboratorijas piedāvā noteikt savu CYP2D6 gēna alēli, kas var turpmāk palīdzēt pareizo medikamentu izvēlē.

Atbilde: [genomika/ transkriptomika/ epigenomika/ metabolomika/ proteomika].

7. Antibiotiku rezistence ir viens no galvenajiem izaicinājumiem modernajā medicīnā. Antibiotikas rezistences izveidošanās mehānismu izprašana ir viens no svarīgākajiem priekšnosacījumiem tās apkarošanai. Viena no pieejām, ko izmanto zinātnieki, ir gēnu ekspresijas izmaiņas noteikšana konkrētu antibiotiku klātbūtnē.

Atbilde: [genomika/ transkriptomika/ epigenomika/ metabolomika/ proteomika].

8. Imūnsistēma ir viena no sarežģītākajām sistēmām cilvēka organismā. Saskaroties ar patogēniem, tiek aktivēti dažādi imūnsistēmas mehānismi. Izpratne, kuri gēni tiek ekspresēti atbildē uz konkrētu patogēnu, var palīdzēt izstrādāt jaunus medikamentus un terapijas veidus.

Atbilde: [genomika/ transkriptomika/ epigenomika/ metabolomika/ proteomika].

4.3. Rūpīgi iepazīsties ar sniegto informāciju!

Cilvēka genoms satur aptuveni 64 tūkstošu gēnu, taču tikai 20 tūkstoši ir olbaltumvielas kodējoši, kas sastāda tikai 1,5% no visa genoma. Pārējie gēni ir tā saucamie olbaltumvielu nekodējošie gēni. Daudzi no tiem tiek transkribēti kā RNS, taču šis RNS nepilda matricas funkciju tālāk sekojošai translācijai. Šādas molekulas tiek sauktas par nekodējošām RNS.

Kaut gan nekodējošās RNS nenes informāciju, kas ir nepieciešamā olbaltumvielu ražošanai, tām ir daudz svarīgu funkciju. Pastāv vairāki nekodējošo RNS veidi – piemēram, transporta RNS un ribosomālā RNS ir svarīgas olbaltumvielu ražošanā, bet mikroRNS (miRNS) un garās nekodējošās RNS (lncRNS) piedalās gēnu ekspresijas regulācijā.

MikroRNS jeb miRNS ir mazas nekodējošās RNS molekulas, kuru izmērs parasti ir 20-22 bāzu pāri. Tās piedalās gēnu ekspresijas regulācijā -miRNS sekvences specifiski saistās ar mRNS, kas izraisa šādu hibrīdu mRNS degradāciju.

Garās nekodējošās RNS ir nekodējošās RNS molekulas, kuru izmērs pārsniedz 200 bāzu pārus. Tās piedalās gēnu ekspresijas regulācijā caur dažādiem mehānismiem, darbojoties gan kā transkripcijas aktivatori, gan kā represori. Mijiedarbojoties ar dažādām molekulām, lncRNS var ietekmēt gan tuvumā esošos, gan tālākos gēnus.

Savieno dotus RNS veidus ar to raksturojumiem, bet esi uzmanīgs – dažām no RNS ir atbilstoši vairāki raksturojumi (8 punkti)!

Apgalvojums	Atbilde
Pilda primāru funkciju kodolā	[matricas RNS (mRNS)/ transporta RNS (tRNS)/ ribosomālās RNS (rRNS)/ garās nekodējošās RNS (lncRNS)/ mikroRNS (miRNS)]
Ir izmantota vakcīnu izstrādē	[matricas RNS (mRNS)/ transporta RNS (tRNS)/ ribosomālās RNS (rRNS)/ garās nekodējošās RNS (lncRNS)/ mikroRNS (miRNS)]
Vislielākais daudzums šūnā	[matricas RNS (mRNS)/ transporta RNS (tRNS)/ ribosomālās RNS (rRNS)/ garās nekodējošās RNS (lncRNS)/ mikroRNS (miRNS)]
Ir 80-100 nukleotīdu gara	[matricas RNS (mRNS)/ transporta RNS (tRNS)/ ribosomālās RNS (rRNS)/ garās nekodējošās RNS (lncRNS)/ mikroRNS (miRNS)]

Tiek transkribētas no kodoliņā esošiem gēniem	[matricas RNS (mRNS)/ transporta RNS (tRNS)/ ribosomālās RNS (rRNS)/ garās nekodējošās RNS (lncRNS)/ mikroRNS (miRNS)]
Veido tā saucamo “āboliņa lapas” struktūru	[matricas RNS (mRNS)/ transporta RNS (tRNS)/ ribosomālās RNS (rRNS)/ garās nekodējošās RNS (lncRNS)/ mikroRNS (miRNS)]
Ir sastopamas tikai eikariotiem	[matricas RNS (mRNS)/ transporta RNS (tRNS)/ ribosomālās RNS (rRNS)/ garās nekodējošās RNS (lncRNS)/ mikroRNS (miRNS)]
Visstabilākās no minētajiem RNS veidiem	[matricas RNS (mRNS)/ transporta RNS (tRNS)/ ribosomālās RNS (rRNS)/ garās nekodējošās RNS (lncRNS)/ mikroRNS (miRNS)]

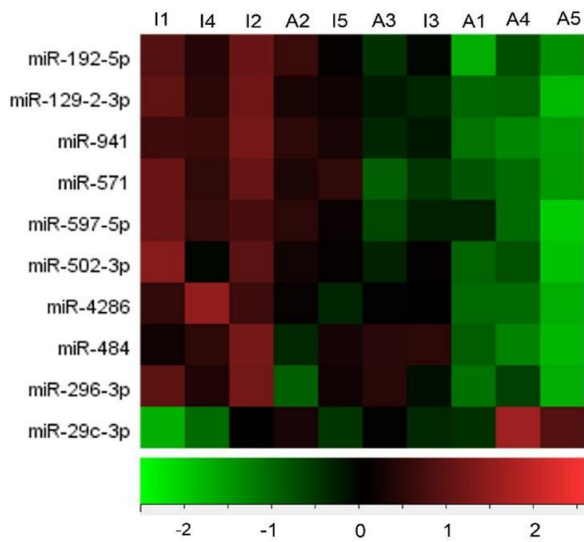
4.4. Rūpīgi iepazīsties ar sniegto informāciju!

Daudzi pēdējo gadu pētījumi fokusējās uz nekodējošo RNS lomu slimību attīstībā. Nepareiza nekodējošo RNS funkcionēšana var novest pie traucētas mRNS regulācijas un kļūst par dažādu patoloģiju cēloņiem. Ir pierādītas likumsakarības starp dažādām miRNS un tādām slimībām kā vēzis, diabēts, Alcheimera slimība, kā arī ar dažādām autoimūnām saslimšanām. Dažādu šūnu veidi sekretē miRNS molekulas ārpusšūnu telpā, no kuras tās nonāk asinsritē. miRNS ir salīdzinoši stabils ķermeņa šķidrums, tāpēc tās var kalpot par labiem biomarķieriem – noteiktu miRNS ekspresijas palielinājums vai samazinājums salīdzinājumā ar veselu organismu var liecināt par patoloģiju esamību.

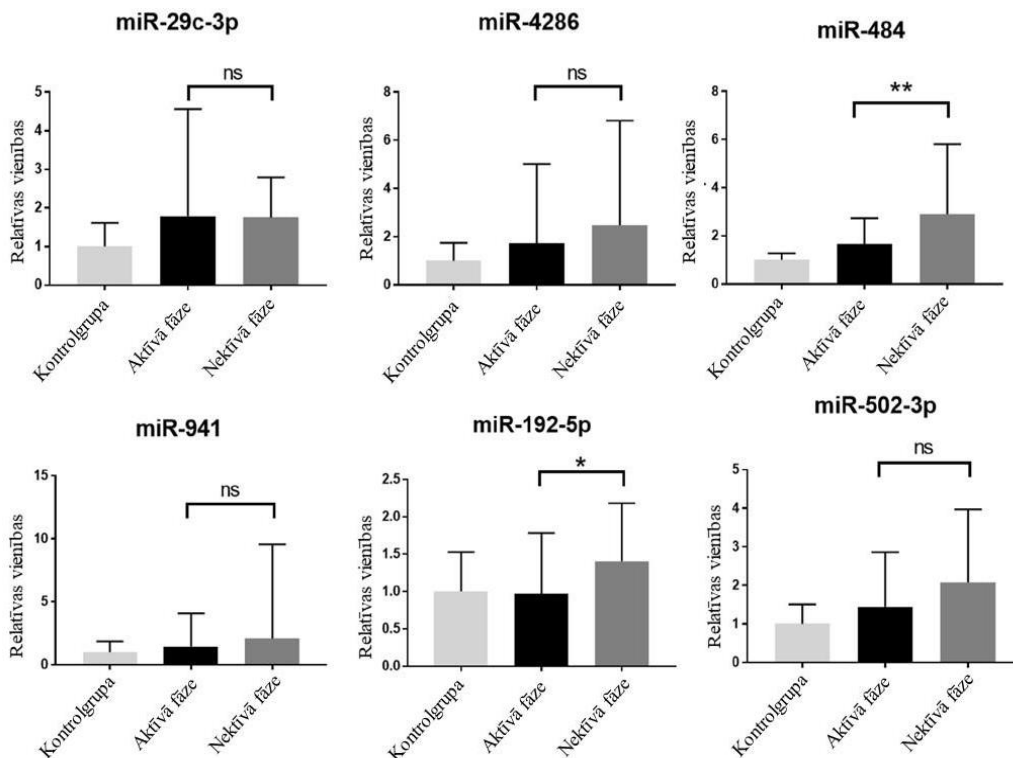
Autoimūnā orbitopātija ir acs patoloģija, kuras simptomi ir acu ābolu izvirzīšanās uz āru, acu sausums, apsārtums, asarošana un redzes traucējumi. Atkarībā no simptomu smaguma izšķir divas slimības fāzes – aktīvo, kuras laikā pacienta stāvoklis pasliktinās, un neaktīvo, kuras laikā pacienta simptomi ir stabili un nav tik izteikti kā aktīvā fāzē. Parasti šī slimība parādās uz vairogdziedzera autoimūnu patoloģiju fona, taču retos gadījumos slimību sastop arī cilvēkiem ar normāli funkcionējošu vairogdziedzeri. Slimības fāžu nošķiršana ir svarīgs solis ārstēšanas izvēlē, taču pašlaik pieejamās metodes ne vienmēr ir gana precīzas.

Zinātnieki veica pētījumu par miRNS biomarķieriem, kas varētu palīdzēt atšķirt pacientus ar aktīvu un neaktīvu autoimūnās orbitopātijas fāzi. Pētījuma piedalījās pieci cilvēki ar slimību aktīvā fāzē, pieci cilvēki ar slimību neaktīvā fāzē, kā arī pieci veseli cilvēki. Sākotnēji, salīdzinot pacientus ar veseliem cilvēkiem identificēja miRNS, kas pacientiem bija būtiski palielinātos vai samazinātos daudzumos, tādās bija 179 dažādas miRNS. Pēc tam salīdzināja pacientus slimības aktīvajā un pasīvajā fāzē, lai identificētu miRNS, kas raksturīgi katrai slimības fāzei.

Zemāk ir pieejami attēli ar pētījuma rezultātiem. 1. attēls parāda 10 miRNS relatīvo koncentrāciju katra pacienta asins serumā. miRNS grafikos attēloti logaritmiskajā skalā, relatīvi pret vidējo pacienta asins miRNS daudzumu. Proti, $(\log_2(\text{konkrētā miRNS koncentrācija}/\text{miRNS vidējā koncentrācija}))$. Zaļā krāsā, ja attiecīgās miRNS daudzums bija samazināts, bet sarkanie toņi - ja palielināts. Ar I burtu ir apzīmēti pacienti pasīvā slimības fāzē, ar A – aktīvā fāzē. 2. attēls parāda dažu no miRNS koncentrāciju asins serumā katrai no pētītām grupām. Paraugiem veikta statistiskā analīze - ns norāda uz to, ka stabiņos attēlotie dati nav statistiski būtiski atšķirīgi, * vai **, ka ir statistiski būtiskas atšķirības starp datu kopām.



1. attēls.



2. attēls.

Atbildi uz jautājumiem, izvēloties pareizās atbildes (5 punkti)!

Kādus secinājumus var izdarīt, balstoties uz pētījumu rezultātiem?

- tā kā pētnieki atrada vairākus miRNS, kas autoimūnās orbitopātijas pacientiem ir atšķirīgi sastopami kā veseliem pacientiem, slimības gaita varētu būt saistīta ar šo miRNS regulēto bioloģisko procesu izmaiņām;
- lai izvēlētos slimības fāzes biomarkierus, pietiek ar to relatīvās sastopamības salīdzinājumu, kas attēlots 1. attēlā;
- miR-192-5p ir sastopama aktīvās fāzes pacientu asins serumā mazākā koncentrācijā nekā miR-502-3p;
- miRNS koncentrācijas atšķirības ir atkarīgas no pacientu dzimuma.

Pēc rezultātu iegūšanas zinātniekiem bija nepieciešams izvēlēties vienu vai vairākas miRNS, kas varētu tikt izmantotas kā potenciāli biomarkieri lai identificētu, kurā slimības fāzē atrodas pacients. Kuru no variantiem Tu izvēlētos pētīt tālāk?

- miR-29c-3p, jo tā ir vienīgā miRNS no apskatītajām, kas ir sastopama lielākā koncentrācijā pacientiem ar neaktīvo slimības fāzi;
- miR-484 un miR-192-5p, jo abas no šīm miRNS uzrāda koncentrācijas atšķirības starp slimnieku grupām;
- miR-4286, jo tā uzrāda vislielākās koncentrācijas atšķirības starp kontroles grupu un slimnieku grupām;
- neviens no miRNS nevarētu kļūt par labu biomarkieri.

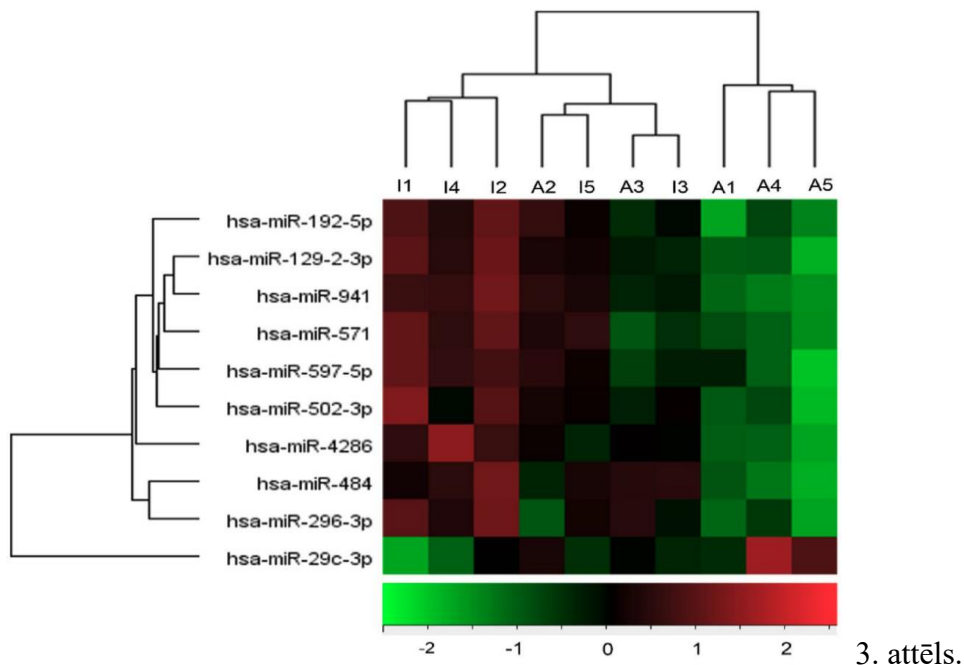
Kādus pacientus nevajadzētu iekļaut šajā pētījumā?

- cilvēkus, vecākus par 50 gadiem;
- pacientus ar citām acs patoloģijām;
- cilvēkus, kas uzturā uzņem daudz tauku;
- cilvēkus ar aptaukošanos.

Kuri pacienti pētījumā uzrādīja savai grupai netipisku miRNS ekspresijas modeli?

- I1 un I4;
- A2 un A3;
- I3;
- I4.

Balstoties uz miRNS ekspresijas modeli dažādos pacientos, tika novērtēta pacientu savstarpējā līdzība un uzkonstruēts "līdzības koks" (3. attēls). Tāpat tika arī uzkonstruēts miRNS ekspresijas līdzības koks. Izpēti šos kokus un izvēlies pareizo atbildi!



- balstoties uz šīs analīzes rezultātiem, A pacienti nav vienmēr skaidri nošķirami no I pacientiem;
- I1 un I4 ir savstarpēji līdzīgāki nekā A3 un I3;
- melna krāsa šajā analīzē netiek ņemta vērā;
- miRNS klasteru analīze demonstrē, ka hsa-mir29c-3p ir ekspresēts vienādi visu pacientu paraugos.