



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**

11. klase

46. VALSTS BIOLOĢIJAS OLIMPIĀDE

NOVADA POSMS

2023. gada 30. novembrī.

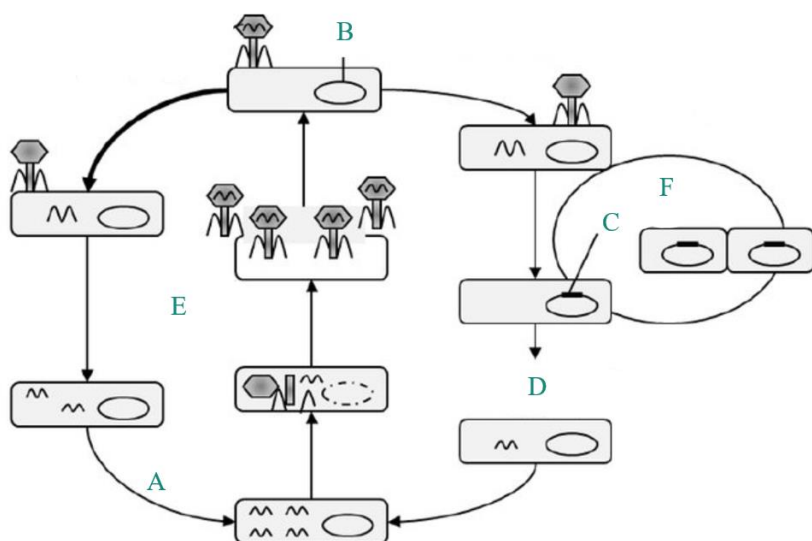
UZDEVUMI

## 1. uzdevums (30 punkti).

### 1.1. Iepazīsties ar doto tekstu par baktēriju vīrusiem!

Kā jau visiem organismiem uz planētas Zeme, arī baktērijām ir savi vīrusi – bakteriofāgi. Šie baktēriju “ēdāji” ir obligāti iekšsūnu parazīti, kuri vismaz kādā jaunu virionu proteīnu veidošanas brīdī izmanto baktērijas replikācijas mašīnēriju, lai pavairotos. Bakteriofāgu ģenētiskā informācija var būt gan RNS, gan DNS vienpavediena (ss – no angļu val. *single strand*) vai divpavediena (ds, no angļu val. – *double strand*) formā, kā arī to morfoloģija ir ļoti dažāda. Tomēr visbiežāk tiek atrasti vīrusi ar izteiktu “kapsīda – aste – astes šķiedras” uzbūves principu, kur galvu jeb kapsīdu piepilda dsDNS. Bakteriofāgs injicē savu ģenētisko materiālu baktērijā, tai piesaistoties pie atbilstoša receptora, tādēļ fāgu spēja inficēt dažādas baktēriju sugas ir ierobežota. Pēc ģenētiskā materiāla ievadīšanas dsDNS saturošiem astainajiem vīrusiem ir iespējama pavairošanās baktērijā un tās iznīcināšana (lizēšana), kas ir vēlamais efekts fāgu terapijai. Tomēr pastāv arī iespēja, ka vīrusa ģenētiskais materiāls paliek baktērijā un, īstenojot lizogēno infekcijas stratēģiju, var ietekmēt baktērijas virulenci. Bakteriofāgu augstais specifiskums norāda uz vajadzību gan pēc plašas baktēriju vīrusu kolekcijas izveidošanas, gan pēc vietējo bakteriālo infekciju aģentu noskaidrošanas un to inficējošo fāgu iegūšanas. Iegūtos vīrusus ir padziļināti jāizpēta, lai tie nesaturētu nevēlamus gēnus, kas ļautu ģenētiskajai informācijai palikt baktērijā un padarītu to pat vēl bīstamāku. Jāanalizē arī katra vīrusa inficēšanas īpatnības un to stabilitāte dažādos vides apstākļos. Veidojot šo vīrusu maisījumus (kokteiļus), var panākt dažādāku problemātisko baktēriju sugu inficēšanu un samazināt rezistences attīstību pret fāgiem.

Aplūko “astainā” bakteriofāga infekcijas cikla shēmu un **izvēlies attiecīgos burtus pie katra apgalvojuma** (6 punkti)!



Process/struktūra	Atbilstošais burts no shēmas
Baktērijas hromosoma	
Genoma transkripcija un replikācija	
Lizogēnais cikls	
Lītiskais cikls	
Profāga indukcija, lītiskā cikla iniciēšana	
Profāgs	

1. attēls. “Astainā” jeb *Caudovirales* kārtas bakteriofāga infekcijas cikla shēma. DOI:10.5772/3340

### 1.2. Izlasi jautājumus un **izvēlies pareizo atbilžu variantus** (10 punkti)!

Kurā baktēriju vīrusu infekcijas fāzē izveidojas un apvienojas jaunas virionu sastāvdaļas?

- adsorbcijas fāzē;
- deprotenizācijas fāzē;
- latentajā fāzē;
- lizēšanas fāzē.

Kurā baktēriju vīrusu infekcijas fāzē vīrusu daļiņas ir pilnībā izveidojušās un gatavas inficēt jaunas baktērijas, lai turpinātu pavairošanos?

- a) adsorbcijas fāzē;
- b) latentajā fāzē;
- c) lizēšanas fāzē;
- d) sintēzes fāzē.

Kura veida ģenētiskās informācijas saturoši bakteriofāgi ir iegūti un aprakstīti visvairāk?

- a) dsDNS;
- b) dsRNS;
- c) ssDNS;
- d) ssRNS.

Kur virionos glabājas ģenētiskā informācija?

- a) astes šķiedrās;
- b) astē;
- c) kapsīdā;
- d) plazmīdā.

Caur kādu struktūru baktērijā tiek injicēta vīrusa nukleīnskābe?

- a) ar pilu;
- b) caur astes šķiedrām;
- c) caur asti;
- d) kapsīdā.

Kā baktērijas vīruss var inficēt baktēriju?

- a) baktērija fagocitozē tuvumā esošo fāgu, kas uzsāk infekciju;
- b) fāgs ar astes šķiedrās esošajiem receptoru saistīšanas proteīniem piesaistās pie attiecīgā baktēriju virsmas receptora (virulences faktora);
- c) fāgs lizē baktērijas membrānu, šādi iekļūstot citoplazmā, kur uzsāk vairošanās procesu;
- d) vīrusa daļiņas iekļūst baktērijā endocitozes ceļā un uzsāk pavairošanos.

Kurš fāgs būtu piemērotākais fāgu terapijai?

- a) lambda fāgs, kas satur integrāzes gēnu un ļauj fāga nukleīnskābei integrēties baktērijas hromosomā;
- b) kāds pavedienveidīgais *Inoviridae* dzimtas fāgs (ssDNS), kas spēj pavairoties baktērijā to pat neiznīcinot;
- c) lambda fāgs, kas satur integrāzes un ļauj fāga ģenētiskajam materiālam integrēties cilvēka šūnās;
- d) T7 fāgs, kas uzrāda augstu baktēriju lizēšanu spēju, nesatur integrāzes vai transpozāzes gēnus un tam ir endolizīnu (mureīna hidrolāžu) aktivitāte.

Kāpēc baktērijām jāpiemeklē specifiski vīrusi?

- a) tie spēj tikai inficēt baktērijas ar atbilstošajiem receptoriem;
- b) ētisku apsvērumu dēļ;
- c) lai neizveidotos vīrusu rezistence;
- d) lai neizveidotos rezistence baktērijās.

Kādēļ nepieciešams veidot bakteriofāgu kokteiļus jeb maisījumus, lai tos lietotu fāgu terapijas mērķiem?

- a) pret dažādu receptoru izmantojošiem vīrusiem būs mazāka iespēja attīstīties rezistencei baktērijās;
- b) lai iegūtu augstāku fāgu koncentrāciju (titru);
- c) baktērijas inficēšanai nepieciešami dažādu sugu vīrusi;
- d) pret dažādu receptoru izmantojošiem bakteriofāgiem rezistencei vīrusos būs mazāka iespēja attīstīties.

Iedomājies, ka esi izolējis bakteriofāgu no augsnes. Kādi soļi jāīsteno, lai šo vīrusu varētu potenciāli izmantot baktēriju apkarošanai?

- nepieciešams to pavairot, attīrīt, uzņemt transmisijas elektronu mikroskopa attēlu, to analizēt;
- nepieciešams fāgu pavairot, attīrīt, uzņemt skenējošā elektronu mikroskopa attēlu un to analizēt;
- nepieciešams to pavairot, attīrīt, izdalīt DNS un veikt vīrusa daļiņu stabilitātes testus;
- nepieciešams to pavairot, attīrīt, izdalīt DNS, veikt pilna genoma sekvencēšanu un noskaidrot, kuras baktērijas un/vai to celmus inficē (sugu specifiskumu).

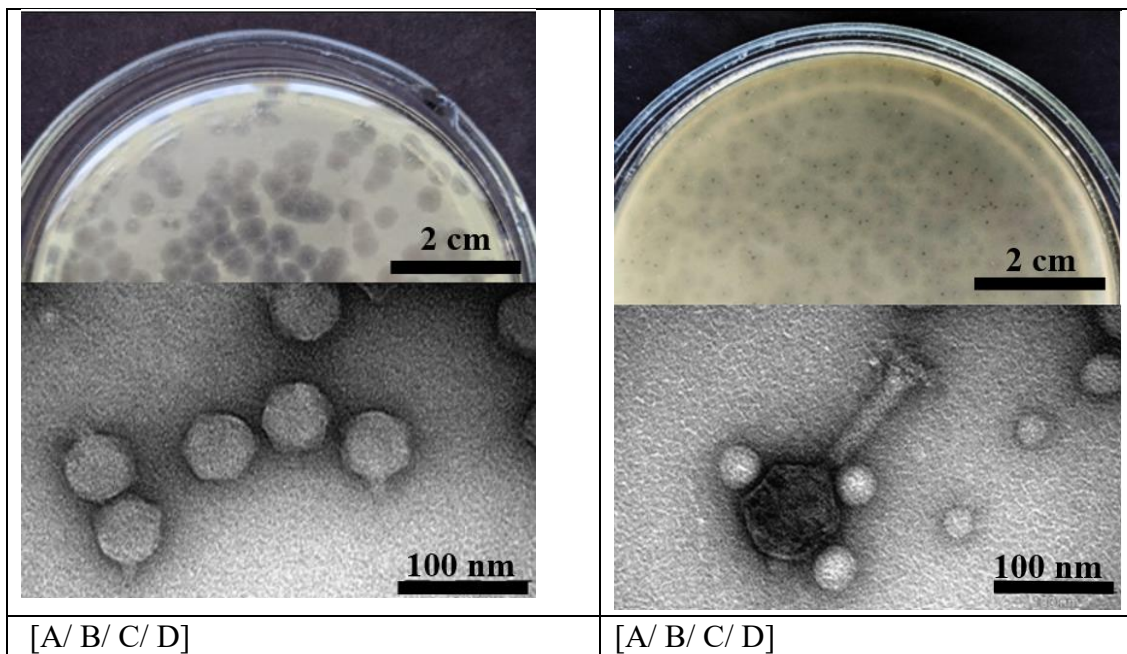
1.3. Atrodi attēlos redzamajiem fāgu plakiem un to veidojošo vīrusu elektronmikroskopijas attēliem atbilstošo fāgu dzimtu. **Pie attēliem ieraksti atbilstošos burtus (4 punkti)!**

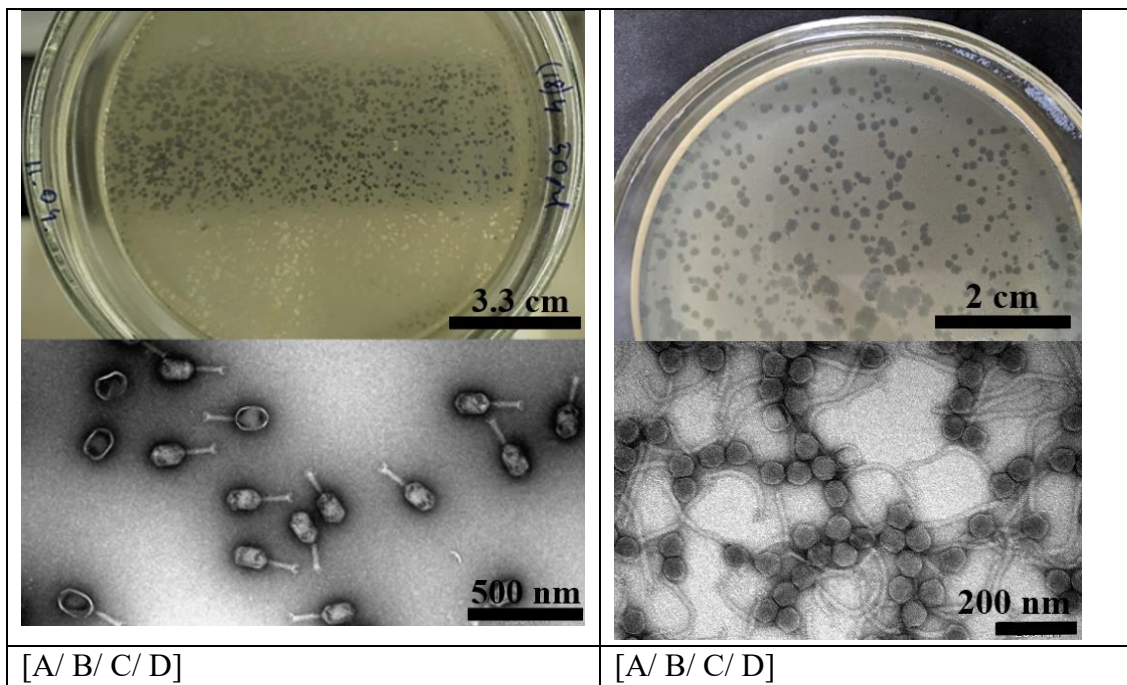
A – *Casjensviridae* dzimtas pārstāvjiem raksturīga ikosaedriska kapsīda ~ 60 nm diametrā. Astes garums spēj sasniegt pat 230 nm, tā ir elastīga un nav spējīga kontrahēties. Konkrētos apstākļos vienam no fāgu pārstāvjiem plaki ir dzidri, pārsvarā mazi (~1-3 mm), taču nevienmērīga izmēra. Genoms ir 59 kb garš, satur aptuveni 75 gēnus.

B – *Ackermannviridae* dzimtas pārstāvjiem raksturīga ikosaedriska galva ~90 nm diametrā un līdz pat 140 nm gara, kontraktīla aste. ~ 155 kb garš dsDNS genoms, kas kodē līdz pat 216 proteīniem. Plakiem novērojams ~ 1 mm dm dzidrs centrs un nedzidra perifērā zona, kas radusies iespējamu baktēriju sieniņas degradējošu enzīmu rezultātā.

C – *Straboviridae* fāgu dzimtai raksturīgi virioni ar pagarinātu ikosaedrisku kapsīdu. Kopējais astes un kapsīdas garums sasniedz pat ~330 nm. Aste ir kontraktīla ar izteiktu pamata plātņi, kur piestiprinās 6 īsi astes pīķi un 6 garas, smalkas astes šķiedras. Konkrētos apstākļos vienam no fāgu pārstāvjiem virionu veidotie plaki ir dzidri, ~ 1 mm diametrā. Genoms šīs dzimtas pārstāvjiem ir ~169 kb garš un kodē ~ 300 proteīnus.

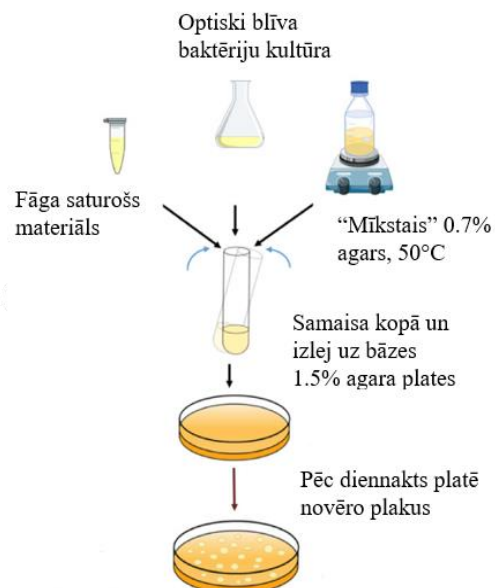
D – *Autographiviridae* fāgu dzimtas pārstāvjiem raksturīga ļoti īsa, nekontraktīla aste ar 6 īsām astes šķiedrām. Kapsīdas izmērs ~60 nm diametrā. Konkrētos apstākļos vienam no fāgu pārstāvjiem platē novērojami lieli plaki (~3-5 mm) ar nedzidrām robežām, kas var liecināt par baktēriju sieniņas degradējošu enzīmu aktivitāti.



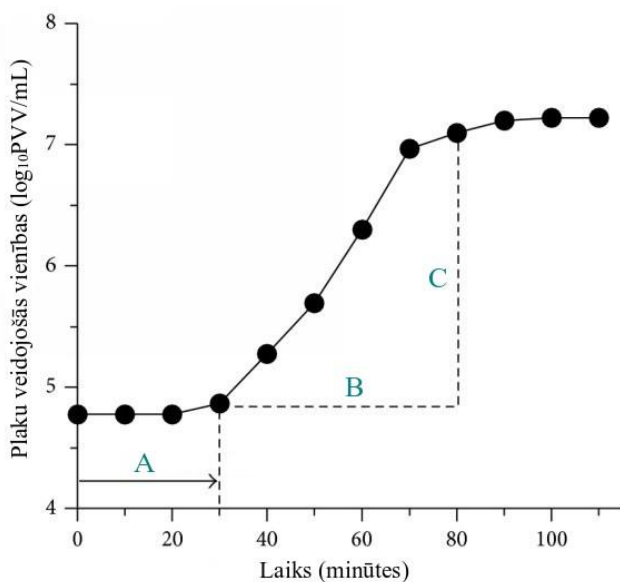


1.4. Iepazīsties ar informāciju un **atbildi uz jautājumiem** (10 punkti)!

Lai vizualizētu šos vīrusus un izpētītu infekcijas cikla īpašības laboratorijā, tiek izmantota divslāņa agara metode (2. attēls). Vienu agarizētā platē redzamu plaku ir sākotnēji izveidojusi viena vīrusa daļiņa - plaku veidojošā vienība (PVV). Skaitot plakus noteiktā atšķaidījumā un tilpumā, var noskaidrot, cik vīrusu vienību ir paņemtā parauga mililitrā (PVV/mL). Līkne 3. attēlā ataino PVV skaita izmaiņas laika gaitā no inficētspējīgu vīrusu saturoša lizāta pievienošanas baktērijas kultūrai. Punkti līknē apzīmē paraugu paņemšanas laikus.



2. attēls. Divslāņa agara metode. Attēls no <https://doi.org/10.3390/antibiotics10111306>



3. attēls. *Klebsiella pneumoniae* fāga 1513 vienas infekcijas cikls. Attēls no DOI: 10.1155/2015/752930

## Ieraksti atbilstoši aprakstu katram līknes posmam!

[A/ B/ C] – PVV skaits jeb infekcijas iznākums, kas izveidojies no pievienotajām fāga vienībām.

[A/ B/ C] – Latentais periods - laiks no fāga adsorbcijas uz baktēriju virsmas līdz baktēriju līzes sākuma stadijai, kad apkārtējā vidē jau ir novērojamas pirmās PVV.

[A/ B/ C] – Laiks, kas nepieciešams, lai izveidotos jauni vīrusi kopš baktēriju līzes sākuma.

Kāds ir 3. attēlā redzamā fāga latentā perioda ilgums?

- a) 30 minūtes;
- b) 60 minūtes;
- c) 80 minūtes;
- d) 110 minūtes.

Cik ilgs laiks nepieciešams no pirmo baktēriju lizēšanas līdz šūnu līze vairs nenotiek?

- a) 30 minūtes;
- b) 50 minūtes;
- c) 80 minūtes;
- d) 110 minūtes.

Cik ilgā laikā kopš fāga lizāta pievienošanas baktērijas kultūrai vairs netiek veidoti jauni vīrusi, un aktīva baktēriju līze nenotiek?

- a) 30 minūtes;
- b) 50 minūtes;
- c) 80 minūtes;
- d) 110 minūtes.

No 0. līdz 30. minūtei ņemtie paraugi tika atšķaidīti 100 reizes (līdz  $10^{-2}$  pakāpei), un uz platēm katrai laika atzīmei izlieti 50 mikrolitri. Vidējais plaku skaits platēs katrā laika punktā pēc diennakts inkubācijas bija 40 plaki. Aprēķini, kāds ir vidējais fāgu titrs jeb PVV skaits vienā mililitrā parauga no 0. līdz 30. minūtei:

Atbilde: [.....]

50. minūtē tika paņemti 100 mikrolitri no eksperimenta kolbas, atšķaidīti līdz  $10^{-3}$  pakāpei, un izlieti 50 mikrolitri uz plates pēc 1. attēlā redzamā protokola. Kāds bija novērotais plaku skaits platē pēc diennakts inkubācijas, ja noteiktais fāgu titrs 50. minūtē bija  $5,8 \times 10^5$  PVV/mL?

Atbilde: [.....]

No 80. līdz 110. minūtei ņemtie paraugi tika atšķaidīti līdz  $10^{-5}$  pakāpei, un uz platēm katrai laika atzīmei izlieti 50 mikrolitri. Vidējais plaku skaits platēs pēc diennakts inkubācijas bija 10 plaki. Aprēķini kāds ir vidējais fāgu titrs jeb PVV skaits mililitrā parauga no 80. līdz 110. minūtei:

Atbilde: [.....]

Aprēķini vienas infekcijas iznākumu – iegūto PVV skaitu no vienas inficētas baktērijas, ja infekcijas iznākumu rēķina iegūto PVV/mL (kad baktēriju līze vairs nenotiek) izdalot ar sākotnējo PVV/mL!

Atbilde: [.....]

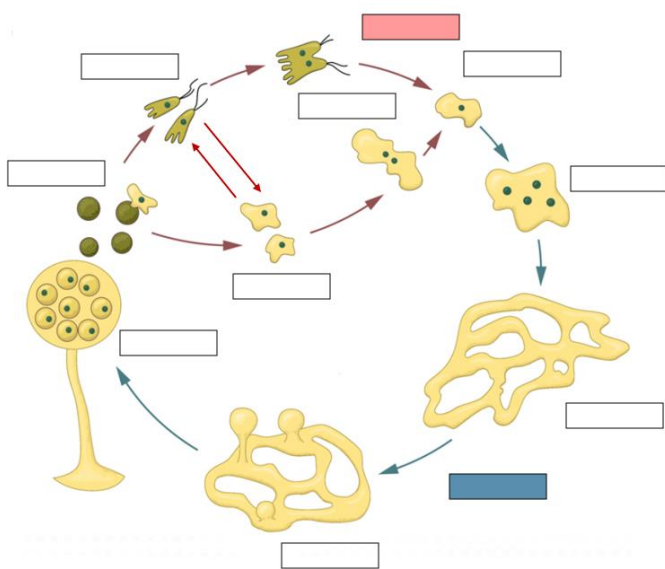
## 2. uzdevums (40 punkti).

### 2.1. Iepazīsties ar doto tekstu un papildini to ar atbilstošajiem jēdzieniem (8 punkti)!

Par godu Latvijas Mikologu biedrības 20 gadu jubilejai kā viens no šī gada dabas simboliem tika izvēlēta gada gļotsēne, par ko tika pasludināta [sardelišu sprodzīte/ kazeņu daudzpilīte/ pušķainā šokolādes gļotsēne/ zemesriekstu pumpurīte]. Gļotsēnes ir ļoti daudzveidīgi un mazizpētīti organismi, kas pieder pie [sēņu/ monēru/ protistu/ dzīvnieku] valsts. Gļotsēnēm ir raksturīgas vairākas dzīves formas - to attīstība sākas, nobriedušam plazmodijam izveidojot vairākus augļķermeņus jeb sporangijus – sporas veidojošo (sporangēno) šūnu sakopojumus, kas ir raksturīgi ne tikai gļotsēnēm, bet arī [asku sēnēm/ sporaugiem/ sēklaugiem/ visiem iepriekšējiem variantiem]. Gļotsēņu sporangiji balstās uz kātiņiem, ko sauc par stīpām - stīpas aizsākas no plazmodija pavediena, ko dēvē par hipotallu. Stīpas daļu, ap kuru izvietojas sporas nesošā daļa (sporoģēna), sauc par kolumellu. Apkārt kolumellai izvietojas kapilīcijs - bezšūnu pavedieni, kurus pamatā veido [strukturālie proteīni/ transportproteīni / kontraktīlie proteīni/ enzīmi], tie nodrošina šūnu nesalīšanu un tādējādi veicina to izsēšanos.

Sporas no sporogēnajām šūnām veidojas mejozes rezultātā, tāpēc tās ir [aneiploīdas/ haploīdas/ diploīdas/ poliploīdas]. No sporām pēc miera perioda, kas, atkarībā no vides apstākļiem sporas dīgstāšanas vietā, var ilgt pat vairākus gadus, attīstās divu veidu šūnas – amēbveida šūnas un vicainās šūnas, kas, ārējiem vides apstākļiem mainoties, var mainīt formu uz pretējo. Galvenais vides faktors, kas nosaka šūnas formu, ir substrāta mitrums, kas pieder pie [abiotisko/ biotisko/ antropogēno/ probiotisko] faktoru grupas. Vienādas formas šūnas sastopoties saplūst un veido zigotu, kas tālāk, mitotiski daloties, veido plazmodiju, kas ir daudzkodolains, jo pēc kodolu dalīšanās nenorisinās iežmaugas veidošanās, kas atdalītu meitšūnas vienu no otras, jeb nenorisinās [kariokinēze/ citokinēze/ hemokinēze/ statmokinēze]. Barības vielu trūkuma gadījumā amēbveida šūnas spēj izveidot starpšūnu savienojumus un radīt pseidoplazmodiju, kas, tāpat kā īstais plazmodijs, spēj veidot augļķermeņus, kuri, kaut arī būs haploīdi, [mitozes/ mejozes/ binārās dalīšanās/ pumpurošanās] rezultātā var radīt jaunas sporas.

2.2. Iepazīsties ar gļotsēņu dzīves cikla shēmu un, balstoties uz tekstā sniegto informāciju, kā arī uz savām zināšanām, **papildini to ar dotajiem jēdzieniem!** Iekrāsotajos lodziņos norādi vairošanās veidus attiecīgajā cikla daļā (11 punkti).



Bezdzimumvairošanās	Vicainās šūnas
Sporas	Zigota
Amēbveida šūnas	Nobriedis plazmodijs
Augļķermeņu veidošanās	Kopulācija
Augļķermenis ar sporogēnajām šūnām	Jaunizveidojies plazmodijs
Dzimumvairošanās	

2.3. Gļotsēnēm ir novērojama liela morfoloģiskā daudzveidība. Izpēti sastopamāko gļotsēņu kārtu morfoloģiskos aprakstus, un **pie katra attēla atzīmē, pie kuras no kārtām konkrētā gļotsēne pieder (7 punkti)!**

**1. *Stemonitales*:** Sporotēkai piemīt lineāra, lancetiska vai iegareni ovāla forma, tās garums ir vai nu vienāds ar brīvās stīpas daļas garumu, vai ir mazāks par to, augļķermeņi parasti izvietojas cieši grupā, taču kopā nesaaug un ir viens no otra viegli atdalāmi, var sasniegt pat vairāku centimetru garumu.

**2. *Protosteliales*:** Augļķermeņi sīki, garumā no dažiem desmitiem līdz simts mikrometriem, sporotēka sastāv no vienas vai pāris sporogēnajām šūnām, kas izvietojas uz tievas stīpas, taču ir stingrs, izteikti un vairākkārtīgi zarots, pēc izskata dažreiz pat porains plazmodijs. Augļķermeņi gaišajam vai, ja tas ir vecāks, dzeltenīgajam plazmodijam piešķir matētu izskatu.

**3. *Liceales*:** Augļķermeņi ir neregulāras lodveida formas, salīdzinoši lieli, var sasniegt pat vairāku centimetru diametru. Tiem nav raksturīga stīpa, sporotēkai tieši pieguļot pie substrāta. Augļķermeņus klāj biezs perīdijs - membrānveida apvalks. Uz perīdija ir bieži saskatāmi gaiši, spīdīgi kaļķu kristāli, taču to var arī nebūt, kā arī var būt novērojamas plīsuma vietas, kurās ir redzama jaunākiem augļķermeņiem bezformīgs, vecākiem blīvāks kapilīcija un sporogēno šūnu vai vēlāk sporu sakopojums.

**4. *Trichiales*:** Augļķermeņi garumā līdz vairākiem milimetriem, jauniem augļķermeņiem ir raksturīgas apaļas vai ieapaļas sporotēkas ar gludu virsmu, kuras no apakšpuses apņem diezgan resnas stīpas delnveida paplašinājums – kalikuls, kurā sporotēka iegulst. Augļķermeņiem novecojot, perīdijs sākotnēji ieplok, bet pēc tam virs ieplakušās sporotēkas sāk veidoties īpašs kapilīcija paveids - elotēru – pavedienu, kuru galos izvietojas sporogēnās šūnas, tīkliņš.

**5. *Physarales*:** Augļķermeņi var sasniegt pat centimetra garumu, parasti ar izteiktām un labi saskatāmām stīpām, taču dažām sugām to var arī nebūt. Sporotēkai ir lodveida vai ovāla forma, tās diametrs var būt daudz mazāks par stīpas garumu, parasti ne lielāks par dažiem milimetriem. Sporotēku klāj biezs perīdijs ar baltiem, spīdīgiem kaļķu kristāliem, kas piešķir tai pelēcīgu nokrāsu. Augļķermenim novecojot, perīdijs plīst, atklājoties kapilīcija pavedieniem ar sporangijiem vai jau nobriedušām sporām.

**6. *Cribrariales*:** Augļķermeņi mazi, ne garāki par 2 milimetriem, tiem raksturīgas lodveida sporotēkas, un par sporotēkas diametru apmēram trīs reizes garāka stīpa, kas parasti ir tumšākā tonī par sporotēku. Jaunākiem augļķermeņiem raksturīgs perīdijs, taču, augļķermeņiem novecojot, tas pilnībā izzūd, atklājot kapilīciju, kurā ir labi saskatāmi “meridiānu” malējie pavedieni, kas sākas pie stīpas pārejas kolumellā, kur tie veido sabiezinājumu, un lokveidā gar sporotēkas virsmu turpinās līdz tās augšējai virsmai.



1. attēls. Izlocītā ērkulīte.

Atbilde: [*Stemonitales*/ *Protosteliales*/ *Liceales*/ *Trichiales*/ *Physarales*/ *Cribrariales*]





2. attēls. Maldinošā pilienīte.

Atbilde: [*Stemonitales/ Protosteliales/ Liceales/ Trichiales/ Physarales/ Cribrariales*]



3. attēls. Vīnogķekaru dzelksnīte.

Atbilde: [*Stemonitales/ Protosteliales/ Liceales/ Trichiales/ Physarales/ Cribrariales*]



4. attēls. Zarainā ragainīte.

Atbilde: [*Stemonitales/ Protosteliales/ Liceales/ Trichiales/ Physarales/ Cribrariales*]



5. attēls. Tīklotā lākturīte.

Atbilde: [*Stemonitales/ Protosteliales/ Liceales/ Trichiales/ Physarales/ Cribrariales*]



6. attēls. Košā vilkpienaine.

Atbilde: [*Stemonitales/ Protosteliales/ Liceales/ Trichiales/ Physarales/ Cribrariales*]



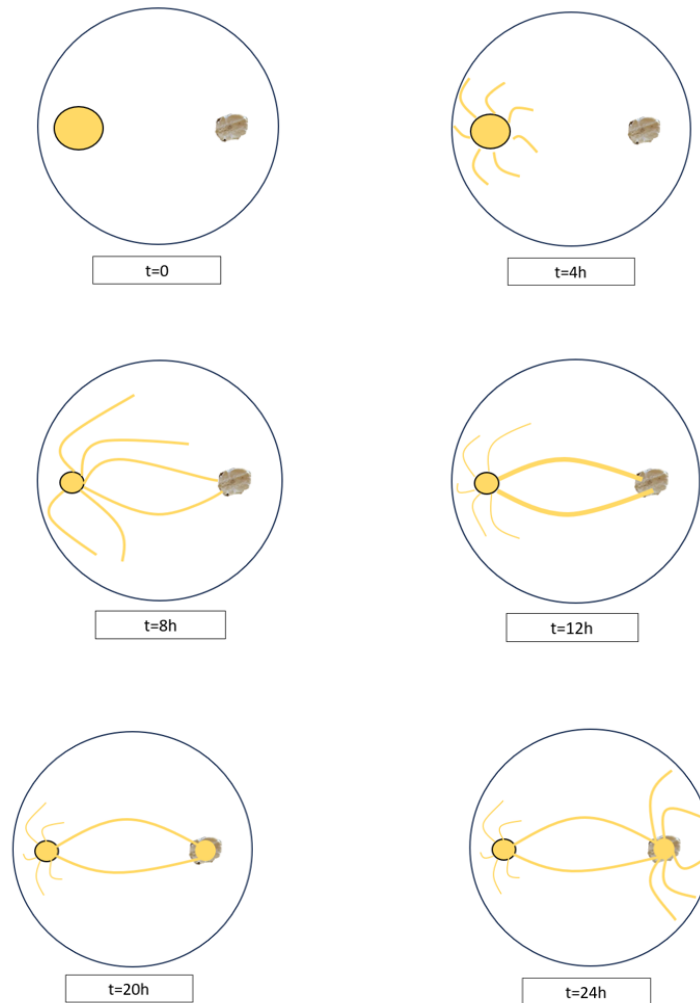
7. attēls. Spīganā šokolādes gļotsēne.

Atbilde: [*Stemonitales/ Protosteliales/ Liceales/ Trichiales/ Physarales/ Cribrariales*]

## 2.4. Iepazīsties ar sniegto informāciju, **izvēlies pareizās atbildes** (10 punkti)!

Ģļotsēņu plazmodijam nav šūnapvalka, tādēļ tas spēj brīvi mainīt savu formu, veidojot pavedienus jeb pseidopodijas, un ar konstantu kontrakciju palīdzību nodrošina citoplazmas pārvietošanu pa šiem pavedieniem. Tas notiek vai nu ar mērķi izvairīties no kāda nelabvēlīga kairinātāja, piemēram, kodīgas ķīmiskas vielas, vai arī ar mērķi pārvietoties kāda labvēlīga kairinātāja, piemēram, barības virzienā.

Tika veikts eksperiments, kurā uz Petri plates ar agara gēlu vienā plates galā tika inokulēts jeb izvietots daudzgalvainās pumpurītes *Physarum polycephalum* plazmodijs (dzeltenais aplis), savukārt pretējā Petri plates malā tika novietota auzu pārsla – plazmodija barības avots, pēc tam 24 stundu garumā tika novērots, kā plazmodijs sasniedz barības avotu. Zem katras shēmas ir norādīts laiks, kas ir pagājis kopš plazmodija inokulācijas.



8. attēls. Petri plates ar ģļotsēnes plazmodiju un auzu pārsla, eksperimenta laika līnija.

Pirms plazmodijs ir uztvēris barības avota klātbūtni, pseidopodijas veidojas un izplatās [bilaterāli/ asimetriski / radiāli/ vienā virzienā].

Šajā periodā, ja attālums starp plazmodija inokulācijas vietu un uz Petri plates izvietoto auzu pārslu ir 6 centimetri, tad vidējais pseidopodijas pagarināšanās ātrums ir [2,1  $\mu\text{m/s}$  / 0,7 cm/h / 0,00011m/min / 0,75 cm/s].

Receptori, kas uztvers barības klātbūtni un veicinās eksperimentā redzamo atbildes reakciju, visdrīzāk būs [baroreceptori/ proprioreceptori/ hemoreceptori/ fotoreceptori/ nocireceptori].

Šo receptoru aktivācija samazinās lādiņatkarīgo divvārtu  $\text{Na}^+$  jonu kanālu aktivācijas potenciālu, kas, rezultātā palielinot darbības potenciāla veidošanas biežumu, samazinās šūnas [depolarizācijas ilgumu/ repolarizācijas ilgumu/ relatīvā refraktārā perioda ilgumu/ hiperpolarizācijas ilgumu].

$\text{Na}^+$  jonu ieplūšana šūnā veicina lādiņatkarīgo dihidroksopiridīna receptoru un ar tiem saistīto  $\text{Ca}^{2+}$  jonu kanālu atvēršanu,  $\text{Ca}^{2+}$  joni veicina kontrakciju, miofibrillās saistoties pie [miozīna/ tropomiozīna/ troponīna/ aktīna].

Pēc pseidopodiju retrakcijas pie inokulācijas vietas tās pārstāj tālāk aktīvi palielināties garumā, jo bijušo pavedienu atrašanās vietās parasti atrodas plazmodija pastāvīgi un normāli sekretēto ekstracelulāro gļotu paliekas. Vieglas gļotu sastāvā, kas inhibē tālāku pavedienu augšanu šajā vietā, ir [ūdens/ sāļi/ plazmodija antigēni/ glikoze].

Periodā no 8. līdz 12. stundai plazmodija pavedienos, kas nav savienojušies ar auzu pārslu [pieaug vidējais lineārais citoplazmas ātrums/ pieaug vidējais citoplazmas plūsmas ātrums/ samazinās turbulence citosolā/ pieaug vidējais hidrostatiskais spiediens], bet kontrakcijas visaktīvāk norisinās [pavediena pamatnē/ pavediena vidusdaļā/ pavediena apikālajā daļā/ pie pavediena pamatnes un pavediena apikālajā galā].

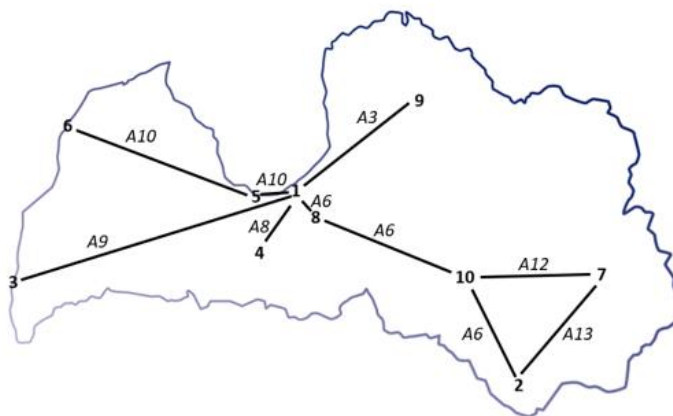
Mitoze dotajā eksperimentā galvenokārt notiek periodā no [ 0. - 4. stundai / 4. - 8. stundai/ 8. - 12. stundai/ 12. – 20. stundai/ 20. – 24. stundai].

Līdzīgi gļotsēnes plazmodijām, dzīvnieku organismos spēja veidot pseidopodijas piemīt [leikocītiem/ eritrocītiem/ hondrocītiem/ zarnu bārkstiņu šūnām].

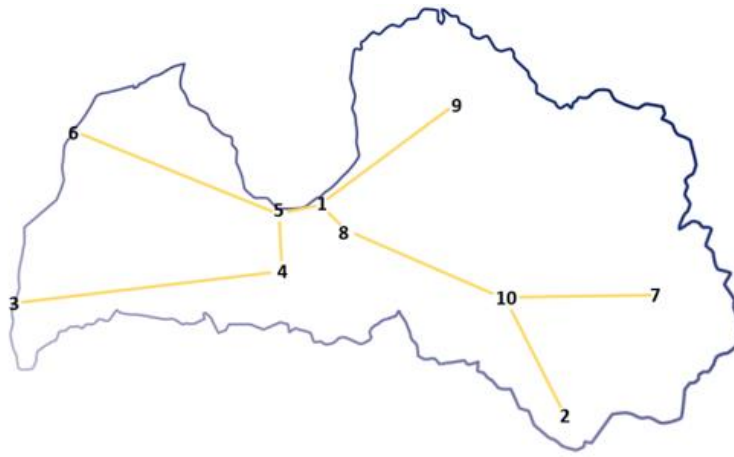
## 2.5. Iepazīsties ar sniegto informāciju un **izvēlies pareizās atbildes** (4 punkti)!

Pateicoties plazmodija spējai konstanti mainīt pseidopodiju izvietojumu, reaģējot uz kairinātāju klātbūtni vai to iztrūkumu, to var izmantot dažādos eksperimentos ar mērķi izveidot kādu algoritmu vai arī sakārtotu sistēmu. Tika veikts pētījums, kurā tika salīdzināts Latvijas valsts nozīmes ceļu izkārtojums starp 10 lielākajām Latvijas pilsētām pēc apdzīvotības ar daudzgalvainās pūmpurītes simulētu ceļu izkārtojumu starp šīm pilsētām.

Lai to paveiktu, tika izgriezta agara plāksne atbilstoši Latvijas robežām, kas tika ievietota Petri platē, pēc tam uz tās, vietās, kurās atbilstoši plāksnes izmēram, būtu jāatrodas 10 lielākajām Latvijas pilsētām, tika izvietotas auzu pārslas. Sākot eksperimentu, auzu pārslu kaudzīte, kas tika izvietota Rīgai atbilstošajā atrašanās vietā, tika inokulēta ar gļotsēnes plazmodiju. Pēc 48 stundām tika novēroti rezultāti.



9. attēls. Latvijas karte ar valsts nozīmes ceļiem un to posmiem, kas savieno 10 lielākās Latvijas pilsētas pēc apdzīvotības. Pilsētas: 1. Rīga; 2. Daugavpils; 3. Liepāja; 4. Jelgava; 5. Jūrmala; 6. Ventspils; 7. Rēzekne; 8. Ogre; 9. Valmiera; 10. Jēkabpils.



10. attēls. Latvijas karte ar plazmodija simulētu valsts ceļu, kas savieno 10 lielākās Latvijas pilsētas, sistēmu.

Plazmodijs eksperimentā starp pilsētām veido:

- cirkulāru ceļu sistēmu;
- radiālu ceļu sistēmu ar zaru tālāku dihotomu zarojumu sīkākos zaros;
- radiālu ceļu sistēmu ar zaru tālāku trihotomu zarojumu sīkākos zaros;
- radiālu ceļu sistēmu bez zaru sīkāka zarojuma.

Pastāvošie autoceļi savieno lielākās pilsētas, plazmodija veidotajos savienojumos bieži, lai nokļūtu pie tālākiem punktiem, bija jāšķērso citi, tuvāki. Izvēlies garāko autoceļu, kurš mainījis konfigurāciju plazmodija veidotajos savienojumos!

- A10;
- A13;
- A8;
- A9.

Dotajā pētījumā iegūtā karte tika iegūta, iekļaujot tikai tos plazmodija veidotos pavedienus starp pilsētām, kas bija izveidojušies 40% visu eksperimenta atkārtojumu. Ja šis skaitlis palielinātos, tad visdrīzāk:

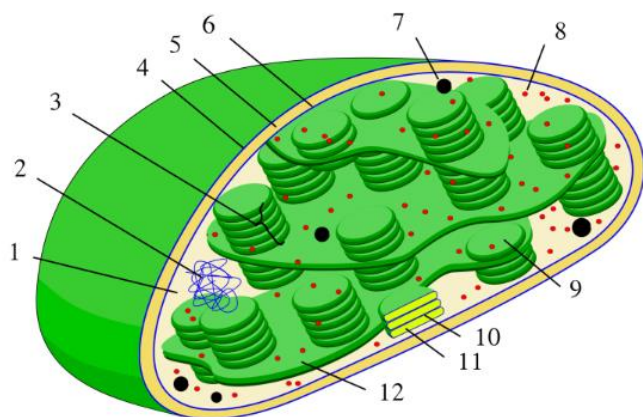
- Rēzekne pētījuma kartē kļūtu izolēta;
- kartē parādītos ceļš starp Ogrī un Valmieru;
- tiktu attēloti plazmodija pavedieni, kas ir izgājuši ārpus agara plāksnes;
- izveidotos "Rīgas apvedceļš" - plazmodija pavediens cirkulāri apņems Rīgu.

Lai Latvijas eksperimentālajā kartē tiktu pilnībā attēloti Eiropas nozīmes ceļi,

- agara plāksne būtu jāveido nevis Latvijas, bet visas Eiropas formā;
- uz agara plāksnes būtu jāatveido 20 lielāko Latvijas pilsētu atrašanās vietas;
- uz agara plāksnes būtu jāatveido robežpunktu atrašanās vietas;
- inokulācijas punktā būtu jāpalielina izvietotā barības avota daudzums.

### 3. uzdevums (35 punkti).

3.1. Ar parastu gaismas mikroskopu noteiktās augu šūnās jau varam aplūkot struktūras, kas, atšķirībā no pārējās caurspīdīgās vai viegli pelēkās vides, ir zaļas; šīs struktūras dēvē par hloroplastiem. Aplūko shematisku hloroplasta attēlu, **izvēlies atbilstošo terminu no dotās terminu bankas ar skaitli apzīmētajām struktūrām** (6 punkti)!



1: [.....]	5: [.....]
2: [.....]	10: [.....]
3: [.....]	11: [.....]

#### Terminu banka:

- |                          |                        |                                      |                         |
|--------------------------|------------------------|--------------------------------------|-------------------------|
| (A) Grana                | (G) Hloroplasts        | (M) Karioplazma                      | (S) Starpmembrānu telpa |
| (B) Plazmatiskā membrāna | (H) Lūmens             | (N) Ribosoma                         | (T) Akvaporīni          |
| (C) Citosols             | (I) Gredzenveida DNS   | (O) Stroma                           |                         |
| (D) Tilakoīds            | (J) Tilakoīda membrāna | (P) Lamella                          |                         |
| (E) Aploksne             | (K) Iekšējā membrāna   | (Q) Plastoglobula (lipīdu ieslēgums) |                         |
| (F) Ārējā membrāna       | (L) Lineārs DNS        | (R) Ūdens                            |                         |

**Izvēlies organoīda sastāvdaļu no iepriekšējās terminu bankas, kuru vislabāk raksturo katra no sekojošajām funkcijām vai aprakstiem šūnā, ņem vērā, ka sastāvdaļas neatkārtojas (5 punkti).**

Funkcijas un apraksti:

A. Gaismas absorbcijas procesi notiek uz šīs sastāvdaļas membrānas: [.....].

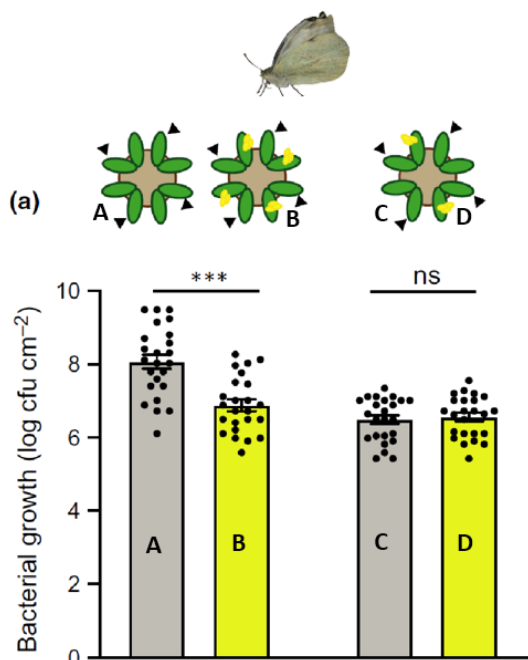
B. Savieno granas un mazina membrānu spraigumu locījumu dēļ: [.....].

C. Plastocianīns ir ūdenī šķīstošs proteīns, kas nogādā elektronus (reducētas molekulas, saistītas ar plastocianīnu) starp fotosistēmām. Plastocianīns ir izšķīdis hloroplasta šķīdumā: [.....].

D. Pašreiz pieņemtajā skaidrojumā hloroplasti radušies, šūnai fagocitējot fotosintezējošu baktēriju. Tātad šūnas membrāna atbilst membrānai [.....] hloroplastā, bet baktērijas — [.....]

### 3.2. Rūpīgi iepazīsties ar sniegto informāciju un pēc tam **atbildi uz jautājumiem** (13 punkti)!

Vienā podiņā aug četri augi, kuri shematiski attēloti skatā no augšas. Viens augs ir apzīmēts ar diviem zaļiem ovāliem. Attēlā redzama kāpostu balteņa *Pieris brassicae* dēto olu (iekrāsots dzeltenā) ietekme uz baktēriju augšanu (no angļu val. - *bacterial growth*), ko mēra, izdalot no lapas baktērijas un uzsējot uz barotnes, lai saskaitītu  $\log_{10}$  koloniju veidojošās vienības (no angļu val. – *colony forming units, cfu*) uz auga lapas  $\text{cm}^{-2}$ . Par auga sistēmiski iegūto rezistenci (no angļu val. - *Systemic Acquired Resistance*) sauc fenomenu, kur baktēriju augšanas temps ir būtiski samazinājies. Melnie trīsstūrīši apzīmē tās lapas, kuru paraugi ņemti baktēriju augšanas novērtēšanai. Stabiņu augstums apzīmē vidējo vērtību no analizētajiem paraugiem (melnie punktiņi). No viena auga ņemts viens paraugs. Intervāli apzīmē vidējās vērtības standartklūdu. \*\*\* apzīmē statistiski būtiskas atšķirības pie  $p < 0,001$ , ns – nav statistiski būtisku atšķirību. Stabiņi, kuri savstarpēji salīdzināti statistiski, norādīti ar melnu svītru zem zvaigznītēm.



1. attēls. Avots: Orlovskis Z, Reymond P. 2020. *New Phytologist* 228: 1652–1661.

Kurš(-i) no stabiņiem (A, B, C vai D) kalpo kā eksperimenta kontrole?

Atbilde: [A/ B/ C/ D]

Kurā(-os) stabiņos novērojama auga iegūtā rezistence pret baktēriju?

- a) C un D;
- b) A un B;
- c) B un C;
- d) B, C, D.

Kurā(-os) stabiņos auga iegūto rezistenci pret baktēriju tiešā veidā ierosina kukaiņu olas?

- a) C un D;
- b) A un B;
- c) B un C;
- d) B un D.

Kurā(-os) stabiņos auga iegūto rezistenci pret baktēriju ierosina signāls no kaimiņauga?

Atbilde: [A/ B/ C/ D]

Cik bioloģisko replikātu jeb atkārtojumu izmantoti eksperimentā?

Atbilde: [.....]

Kuros divos stabiņos novērojama vislielākā mērījumu dispersija?

- a) C un D;
- b) A un B;
- c) B un C;
- d) B un D.

Kuros divos stabiņos novērojama vismazākā mērījumu standartnovirze no vidējās vērtības?

- a) C un D;
- b) A un B;
- c) B un C;
- d) B un D.

Pieņemot, ka vienas augu lapas virsmas laukums ir  $6 \text{ cm}^2$  un viena koloniju veidojošā vienība atbilst vienai baktērijai augu lapā, cik baktēriju vidēji ir vienā eksperimentālās kontroles auga lapā?

Atbilde:  $6 \times 10^6$  kāpināts pakāpē [.....]

Aptuveni cik reižu mazāks baktēriju daudzums ir augos ar iegūto rezistenci salīdzinājumā ar kontroles augiem? Atbilde: vismaz [.....] reižu.

Hipotēze apgalvo, ka kukaiņu olām nav būtiskas ietekmes uz baktēriju augšanu tā paša auga lapās. Vai attēlā redzamajos mērījumos hipotēze apstiprinās? Kuru divu stabiņu salīdzinājums to parāda? Izvēlies pareizo atbildi no dotajām!

- a) Nulles hipotēze tiek noraidīta, pastāv būtiska olu ietekme uz baktēriju augšanu, to parāda B salīdzinājums ar A;
- b) Nulles hipotēze tiek apstiprināta, pastāv nebūtiska olu ietekme uz baktēriju augšanu, to parāda B salīdzinājums ar A;
- c) Nulles hipotēze tiek noraidīta, pastāv būtiska olu ietekme uz baktēriju augšanu, to parāda A salīdzinājums ar D;
- d) Nulles hipotēze tiek apstiprināta, pastāv nebūtiska olu ietekme uz baktēriju augšanu, to parāda A salīdzinājums ar D.

Hipotēze apgalvo, ka kukaiņu olām nav būtiskas ietekmes uz baktēriju augšanu tā kaimiņ-auga lapās, kuru pašu nav skārušas kukaiņa olas, bet kurš audzis blakus augam ar olām. Vai attēlā redzamajos mērījumos hipotēze apstiprinās pie būtiskuma līmeņa 0,05? Kuru divu stabiņu salīdzinājums to parāda?

- a) Hipotēze neapstiprinās, jāsalīdzina A un B;
- b) Hipotēze neapstiprinās, jāsalīdzina B un C;
- c) Hipotēze neapstiprinās, jāsalīdzina C un D;
- d) Hipotēze apstiprinās, jāsalīdzina A un B;
- e) Hipotēze apstiprinās, jāsalīdzina B un C;
- f) Hipotēze apstiprinās, jāsalīdzina C un D.

Kādā veidā viens augs varētu nodot informāciju otram augam, ja neapstiprinātos jautājumā minētā hipotēze, ka kukaiņu olām nav būtiskas ietekmes uz baktēriju augšanu tā paša auga lapās?

- a) Gaistošo savienojumu veidā;
- b) Sakņu izdalījumu veidā;
- c) Ar augsnē dzīvojošo mikroorganismu tiešu vai netiešu starpniecību;
- d) Iespējamu fizisku sakņu kontaktu (vienu sakni utml.)
- e) Visi minētie.



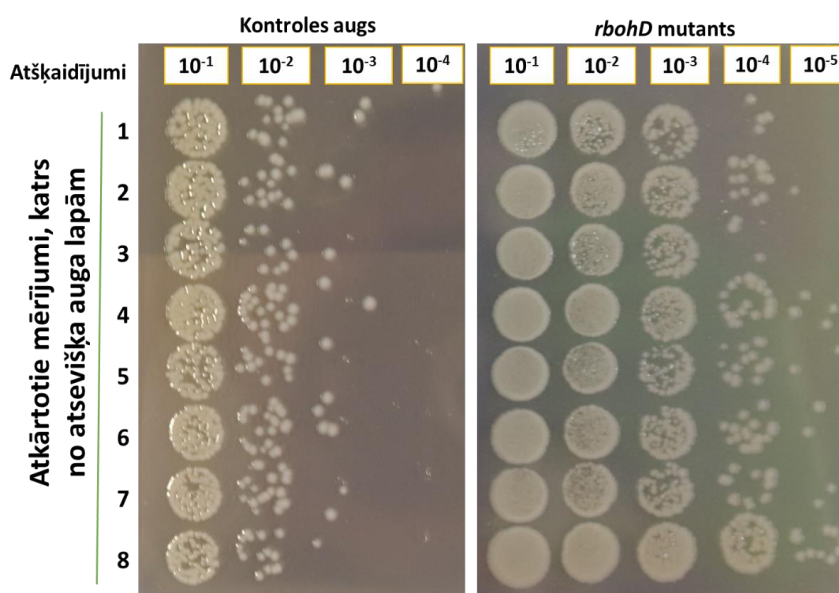
Kuros eksperimenta shēmas augos (A, B, C, D) novērota intra-augu sistēmiskā rezistence un kuros - inter-augu sistēmiskā rezistence?

- B un D - intra-augu sistēmiskā rezistence; C - inter-augu sistēmiskā rezistence;
- A un B - intra-augu sistēmiskā rezistence; C un D inter-augu sistēmiskā rezistence;
- C - intra-augu sistēmiskā rezistence; B un D - inter-augu sistēmiskā rezistence;
- B un C - intra-augu sistēmiskā rezistence; D - inter-augu sistēmiskā rezistence.

3.3. Iepazīsties ar eksperimenta aprakstu un attēlotajiem rezultātiem 2.attēlā, pēc tam atbildi uz jautājumiem (11 punkti)!

Lai izmērītu baktēriju augšanu augu lapās, noteiktu ievāktās lapas virsmas laukumu homogenizē un suspendē vienā mililitrā bufera. Tā kā tas satur ievērojamu baktēriju skaitu, ko grūti saskaitīt, baktērijas vairākkārtīgi atšķaida 1:10, iegūstot  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$  utt. atšķaidījumus. Tad 10  $\mu$ L no katra atšķaidījuma pārnes uz barotnes un saskaita koloniju veidojošās vienības (*kvv*). Attēlā parādīts *kvv* skaits no astoņiem dažādiem eksperimentā izmantotiem kontroles augiem, kā arī astoņiem *rbhoD* mutanta augiem, kuri nespēj veidot reaktīvos skābekļa savienojumus (RSS). RSS ir mazmolekulāras vielas, kas satur skābekli un viegli reaģē ar dažādām bioloģiski aktīvām molekulām. Paaugstināts daudzums RSS var traucēt dzīvības procesus gan saimniekorganismam, gan to invadējošam organismam.

Salīdzinot kontroli ar mutantu, ņem vērā zemāko atšķaidījumu, kurā redzamas *kvv*!



Vai gēna *RBOHD* mutācija būtiski samazina baktēriju augšanu auga lapās?

- Jā, jo tas būtiski samazina baktēriju augšanu, jo vairāk *kvv* novērojamas lielākā atšķaidījumā;
- Jā, jo tas būtiski palielina baktēriju augšanu, jo vairāk *kvv* novērojamas lielākā atšķaidījumā;
- Nē, tas būtiski palielina baktēriju augšanu, jo vairāk *kvv* novērojamas lielākā atšķaidījumā;
- Nē, tas būtiski samazina baktēriju augšanu, jo tāds pats skaits *kvv* novērojams mazākā atšķaidījumā.

Kurā no eksperimenta augiem (kontrolē vai mutantā) ir novērojama lielāka rezultātu izkliede un novirze no vidējā?

- Kontrolē, jo augstākais detektējama *kvv* skaits visiem ir  $10^{-1}$  atšķaidījumā;
- Kontrolē, jo mutantiem  $10^{-2}$  atšķaidījums ir nevienmērīgs;
- Mutantā, jo zemākais detektējama *kvv* skaits ir gan  $10^{-3}$ , gan  $10^{-4}$  atšķaidījumā, bet kontroles augā tikai  $10^{-2}$ ;
- Mutantā, jo zemākais detektējama *kvv* skaits ir gan  $10^{-4}$ , gan  $10^{-5}$  atšķaidījumā, bet kontroles augā tikai  $10^{-3}$ .

Kurš šiem augiem no tiem ir noturīgāks pret baktēriju augšanu?

- a) Kontroles augs nr. 1;
- b) Kontroles augs nr. 4;
- c) Mutantais augs nr. 4;
- d) Mutantais augs nr. 6.

Cik reižu vairāk vai mazāk baktēriju ir kontroles augā nr. 2, salīdzinot ar mutanta augu nr. 2? Izvēlies attēlam vistuvāk atbilstošo variantu!

- a) 400x vairāk;
- b) 2x mazāk;
- c) 100x vairāk;
- d) 60x mazāk;
- e) 80x vairāk;
- f) 20x mazāk.

Cik kvv varētu būt mutanta augā nr 1. atšķaidījumā  $10^{-1}$ , spriežot pēc zemākā atšķaidījuma?

Atbilde: [.....]

Pieņemot, ka uz barotnes katrā atšķaidījumā uzpilināti  $10\mu\text{L}$ , cik baktēriju varētu būt  $1\text{mL}$  neatšķaidītā homogenizētās lapas parauga kontroles augā nr. 6?

Atbilde:[.....]

Kāds ir vidējais baktēriju skaits  $1\text{mL}$  kontroles augu lapu homogenāta?

- a) 1875;
- b) 2025;
- c) 195.5;
- d) 500;
- e) 3450;
- f) 17.

Kurā no eksperimenta augu pāriem (1,2...7,8) novērojama lielākā atšķirība baktēriju augšanā starp kontroli un mutantu?

Atbilde: nr.[.....]

Kurš vai kuri no apgalvojumiem ir patiess? Izvēlies pareizo burtu vai burtu kombināciju!

- A. ROS veidošanās ievērojami palielina auga noturību pret baktērijām.
- B. Gēns RBOHD varētu būt iesaistīts auga aizsargreakcijās pret mikrobiem.
- C. Atšķaidījumu veidošana pēc lapu ievākšanas samazina baktēriju augšanu lapās.
- D. Nevar pateikt, vai *rbhod* mutanta un kontroles lapās sākotnēji ir atšķirīgs baktēriju daudzums, jo tiek veidoti atšķaidījumi.
- E. Nav būtisku atšķirību baktērijas augšanā starp kontroles augu nr. 1 un mutanta augu nr. 5.

- a) tikai C;
- b) tikai D;
- c) A un B;
- d) D un E;
- e) A un E.

Kuru zinātnisko hipotēzi pārbauda 2. attēlā redzamais eksperiments? Izvēlies vienu visatbilstošāko!

- a) Starpaugu savienojumos ir iespējams iesaistīti auga reaktīvie skābekļa savienojumi;
- b) *RBOHD* gēna funkcija ir atkarīga no auga salicilskābes ražošanas un kukaiņu olu klātbūtnes;
- c) Augu lapu ekstraktu atšķaidījumiem ir būtiska ietekme uz baktēriju augšanu;
- d) Vienā podiņā augošu augi producē reaktīvos skābekļa savienojumus, kuru veidošanās atkarīga no gēna *RBOHD* funkcijām;
- e) Auga noturību pret baktēriju augšanu ietekmē RSS.

Aplūko vēlreiz 1. attēlu un 2. attēlu! Pieņemsim, ka 1. attēlā redzamā stabiņa B augi atbilst 2. attēlā redzamajiem kontroles augiem nr. 1.-4., bet 1. attēla redzamā stabiņa D augi atbilst 2. attēlā redzamajiem kontroles augiem nr. 5-8. Pētnieks papildus veicis arī identiskus eksperimentus ar *rbohD* mutantu augiem, kur nr. 1-4 jāsalīdzina ar 1. attēla stabiņa B kontroles augiem nr. 1-4, bet nr. 5-8 ar stabiņa D kontroles augiem 5-8. Novērtē dotos apgalvojumus un atzīmē divus patiesus apgalvojumus no dotajiem!

- A. Tikai starp-augu, bet ne viena auga iekšējā sistēmiskā rezistence pret baktērijām ir atkarīga no *RBOHD* gēna funkcijām.
- B. Tikai viena auga iekšēja, bet ne starp-augu sistēmiskā rezistence pret baktērijām ir atkarīga no *RBOHD* gēna funkcijām.
- C. Gan starp-augu, gan viena auga iekšējā sistēmiskā rezistence pret baktērijām ir atkarīga no *RBOHD* gēna funkcijām.
- D. *RBOHD* ietekme uz starp-augu sistēmisko rezistenci varētu būt pat lielāka kā uz viena auga iekšējo sistēmisko rezistenci pret baktērijām.
- E. *RBOHD* ietekme uz viena auga iekšējo sistēmisko rezistenci varētu būt pat lielāka kā uz starp-augu sistēmisko rezistenci pret baktērijām.

- a) C un D;
- b) A un B;
- c) D un E;
- d) A un E;
- e) B un E.

#### 4. uzdevums (16 punkti).

##### 4.1. Identificē, vai dotais apgalvojums ir par dienas ritmu raksturīgs mugurkaulniekiem, augiem, abiem vai nevienam (6 punkti)!

Organismā diennakts ritmu sinhronizē “galvenais” (no angļu val. - *master*) pulkstenis: [mugurkaulnieki/ augi/ abi/ neviens].

Organismā diennakts ritmu var ietekmēt arī informācija no sociālajām mijiedarbībām: [mugurkaulnieki/ augi/ abi/ neviens].

Ja organisms tiek pārvests uz citu laika joslu, tas piedzīvos diennakts ritma nobīdi (“jet lag”): [mugurkaulnieki/ augi/ abi/ neviens].

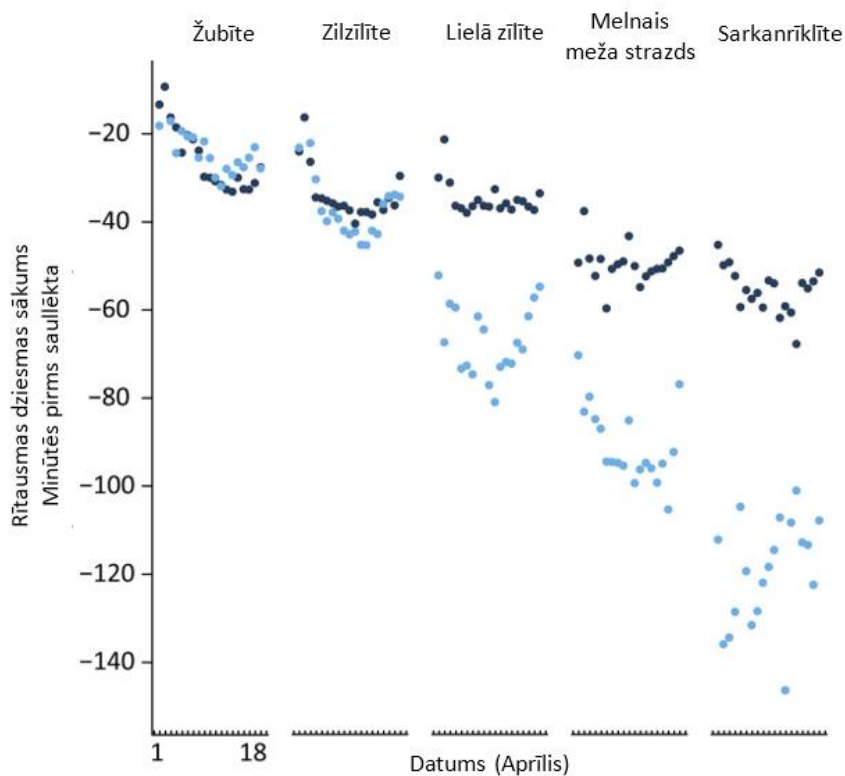
Organismā var novērot temperatūras kompensāciju – izmaiņas temperatūrā neietekmē metabolisko darbību diennakts ritma periodu: [mugurkaulnieki/ augi/ abi/ neviens].

Organisms saņem informāciju par gaismu, izmantojot fotoreceptorus (specifisks proteīns, kas var uztvert redzamos elektromagnētiskos viļņus): [mugurkaulnieki/ augi/ abi/ neviens].

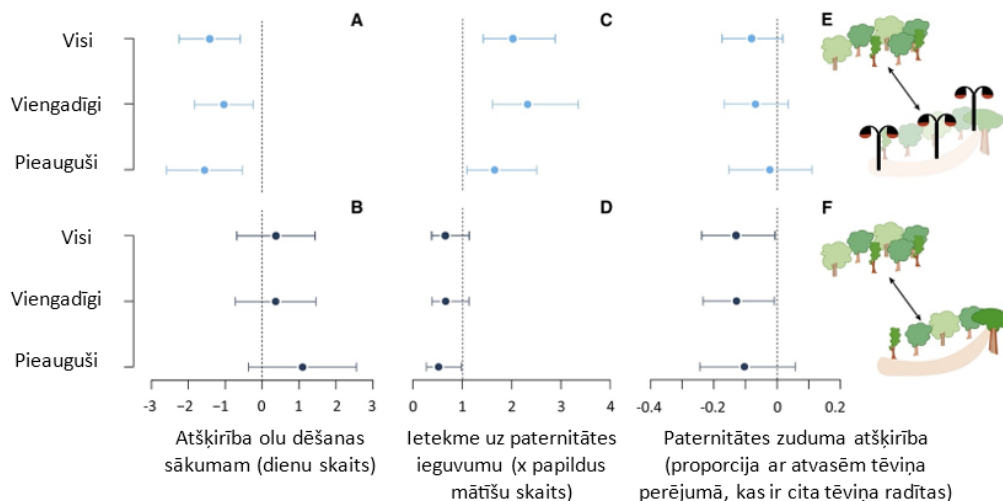
Organisma diennakts ritmu var ietekmēt organisko vielu pieejamība: [mugurkaulnieki/ augi/ abi/ neviens].

##### 4.2. Rūpīgi iepazīsties ar sniegto informāciju!

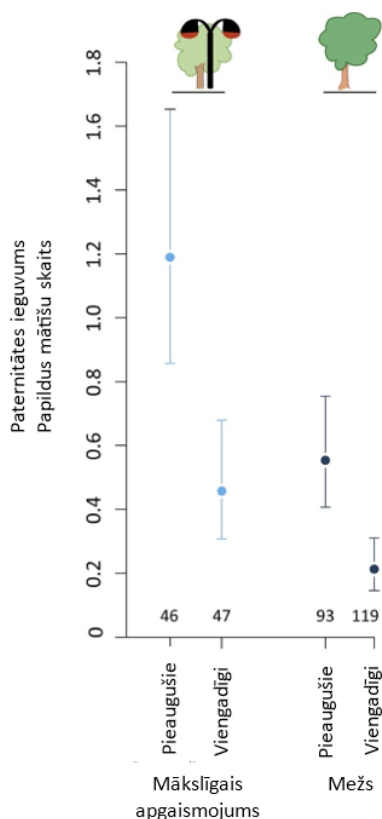
Cilvēku radīts gaismas piesārņojums ir viens no veidiem, kā var tikt ietekmētas cilvēkiem tuvumā esošas ekosistēmas. Lai izpētītu gaismas piesārņojuma ietekmi, tika novērots putnu rītausmas dziesmas sākšanās laiks un zilzīlīšu reproduktīvā uzvedība. Rezultāti ir apkopoti sekojošajās diagrammās:



1. attēls. Cilvēku radīta gaismas ietekme uz rītausmas dziesmas sākumu. Parādīts vidējais rītausmas dziesmas sākuma laiks no 31. marta līdz 18. aprīlim (2009. gads) teritorijās ar gaismas piesārņojumu (gaiši zils, n=6) un bez (tumši zils, n=6). Atšķirība starp dziesmas sākumu teritorijās ar gaismas piesārņojumu un bez ir statistiski nozīmīga visām putnu sugām, izņemot žubīti.



2. attēls. Robežas teritorijas ietekmes lielums salīdzinot ar blakus teritorijām uz olu dēšanas sākumu, paternitātes ieguvumu un paternitātes zudumu zilzīlītēm. A, C un E ir atšķirība starp robežas teritorijām ar mākslīgo apgaismojumu un blakus teritorijām. B, D un F ir atšķirība starp robežas teritorijām bez mākslīgā apgaismojuma un blakus teritorijām. Rezultāti parādīti divām vecuma grupām, kā arī visiem putniem kopā (apvienotas vec. grupas). Ietekmes lielums aprēķināts atņemot vidējos lielumus robežas teritorijā no vidējiem lielumiem blakus teritorijām. Vidējie lielumi aprēķināti izmantojot metodi, kas ņem vērā atšķirības starp indivīdiem un sezonām. Parādīti arī 95% uzticamības intervāli, kas norāda vidējo lielumu novērtējumu nenoteiktību. Vertikāla punktota līnija parāda, to ka atšķirība starp teritorijām neeksistē – ja uzticamības intervāls nešķērso šo līniju, rezultāts ir nozīmīgs.



3. attēls. Mākslīgā apgaismojuma ietekme uz paternitātes ieguvumu. Paternitātes ieguvums ir papildus mātīšu skaits, ar ko zilzīlītes tēviņš veiksmīgi pārojās (bija vismaz 1 pēcnācējs). Parādīti dati viengadīgiem un pieaugušiem tēviņiem robežas teritorijās ar vai bez mākslīgās gaismas naktī. Datu punkti ir ietekmes lielums robežas teritorijai salīdzinot ar teritoriju meža vidū. Lielumi aprēķināti izmantojot metodi, kas ņem vērā atšķirības tēviņu identitātē un sezonā. Parādīts arī 95% uzticamības intervāls lielumu vērtības novērtējumam.

**Papildini dotos apgalvojumus, izvēloties pareizos vārdus *locījums* var *nesakrist* (10 punkti)!**

Teritorijā ar mākslīgo apgaismojumu rīta dziesma sākās [agrāk/ vēlāk/ tajā pašā laikā/ pēc šiem eksperimenta datiem nevar noteikt] salīdzinot ar putniem, kuru rīta dziesma teritorijā bez mākslīgā apgaismojuma sākās [tuvu saullēktam/ agrāk par saullēktu/ vēlāk par saullēktu].

Cits pētījums apgalvo, ka putnu dziesmas sākums korelē ar sākumu cilvēku dienas aktivitātēm un, iespējams, ir cilvēku radītas skaņas dēļ. Ja zināms, ka skaņa līmenis, kas rodas cilvēku darbības dēļ, pieaug pēc saullēkta, aprakstītā pētījuma rezultāti (apliecina/ noliedz/ ne apliecina, ne noliedz)

iepriekšējā pētījuma rezultātus.

Zilzīlītes mātītes, kas atrodas robežas teritorijās, sāk dēt olas [agrāk/ vēlāk/ tajā pašā laikā/ nav iespējams noteikt], salīdzinot ar mātītēm, kas mitinās blakus teritorijās meža vidū.

Tēviņi zaudēja paternitāti [mazāk/ vairāk/ tādā pašā apjomā/ pēc šiem eksperimenta datiem nevar noteikt] robežas teritorijās, salīdzinot ar blakus teritorijām. Tam iemesls varētu būt [mākslīgais apgaismojums/ mazāks tēviņu blīvums/ vienāds tēviņu blīvums/ olu dēšanas sākuma laiks/ mazāks mātišu skaits/ vienāds mātišu skaits/ skaļāka rītausmas dziesma/ klusāka rītausmas dziesma/ agrāka rītausmas dziesma/ vēlāka rītausmas dziesma].

Ja zināms, ka zilzīlīšu tēviņi sāk dziedāt agrāk, kad tuvojas mātišu dēšanas periods, šie dati [apliecina/ noliedz/ ne apliecina, ne noliedz] to, ka tēviņu rītausmas dziesmas sākuma laiks var mainīties, jo mākslīgais apgaismojums ietekmē mātišu dzimumšūnu nobriešanu.

Ja eksperimentā ir novērotas atšķirības rītausmas dziesmas sākumā un olu dēšanas laikā teritorijā ar mākslīgo apgaismojumu, lai pārbaudītu, vai izmaiņas tēviņu rītausmas dziesmas sākumā ir cēlonis izmaiņām olu dēšanā, var [abus putnus pakļaut ilgākam fotoperiodam gūstā/ tikai tēviņus pakļaut ilgākam fotoperiodam gūstā/ tikai mātišes pakļaut ilgākam fotoperiodam gūstā/ tikai tēviņus pakļaut īsākam fotoperiodam gūstā/ tikai mātišes pakļaut īsākam fotoperiodam gūstā/ abus putnus pakļaut īsākam fotoperiodam gūstā].

Teritorijā ar mākslīgo apgaismojumu [ir/ nav/ nevar noteikt] mainījušies zilzīlīšu [diennakts ritmi/ sezonālie ritmi/ gan diennakts, gan sezonālie ritmi].