



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

43. VALSTS BIOLOĢIJAS OLIMPIĀDE

NOVADA POSMS

2020. gada 26. novembrī.

UZDEVUMI

Vārds, uzvārds: .....

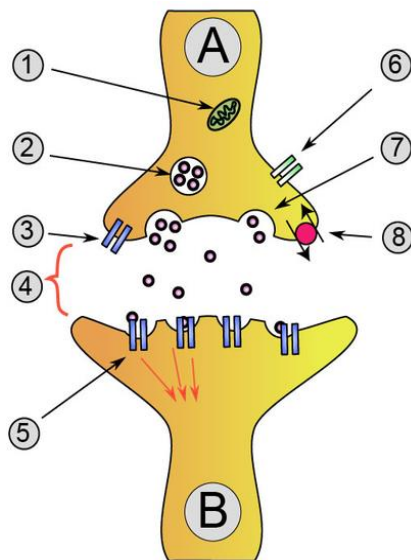
Skola: .....

## 1. uzdevums

### 1.1. Rūpīgi iepazīsties ar doto informāciju!

2018. gada 4. martā Lielbritānijā, Solsberi pilsētā pie kāda parka soliņa bez samaņas tika atrasti bijušais Krievijas slepenā dienesta agents Sergejs Skripals un viņa meita Jūlija. Pēc aptuveni mēneša slimnīcā kritiskā stāvoklī abi atguvās. 2020. gada 20. augustā lidojuma laikā no Tomskas uz Maskavu Krievijas politiķim Aleksandram Navaļņijam pēkšņi palika slikti. Pēc avārijas nolaišanās un hospitalizēšanas, tika ziņots, ka Navaļņijs atrodas komā. Abiem šiem gadījumiem kopīgs tas, ka upuri saindēti ar “Novičok” klases nervu aģentiem. Nervu aģenti pirmoreiz tika izstrādāti Otrā Pasaules kara laikā Vācijā, pēc tam, kad pētot organofosfātu iespējamo izmantošanu sintētiskos insekticīdos, atklājās to nervus paralizējošā iedarbība. Aukstā kara laikā un pēc tā nervu aģentus pētīja un izstrādāja arī citas valstis, tai skaitā ASV un Krievija.

Aplūko, kā darbojas nervu aģenti! Izmantojot 1. attēlu un lasot tekstu, papildini to, no dotajiem variantiem izvēloties atbilstošos (10 p.)!



Nervu sistēmā signāli starp nerviem vai nerviem un muskuļiem tiek nodoti ar ķīmisku vielu - neiromediatoru jeb [neiromodulatoru/ neurotransmisīvo vielu/ prionu] – palīdzību. Šīs vielas tiek izdalītas vietā, kur savienojas divi neironi vai neirons ar muskuļi – [sinapsē/ sinkopē/ aksonā] (skatīt attēlu). [Sinaptiskajā/ Starpneironu/ Transmisīvajā] spraugā (4) esošos mediatorus uztver mērķšūnas – [presinaptiskā neirona/ postsinaptiskā neirona/ mielinētā neirona] vai muskuļa – membrānā esošie [enzīmi/ receptori/ inhibitori] (5), kuri savukārt izraisa [uzbudinājumu/ depresiju/ homeostāzi] mērķšūnā. Lai mērķšūna netiktu stimulēta atkārtoti, neiromediatoru pēc uzdevuma veikšanas tiek, piemēram, difundēti projām vai

sašķelti ar [enzīmu/ receptoru/ prionu] palīdzību un uzņemti atpakaļ [presinaptiskajā/ postsinaptiskajā/ mielinētajā] neironā.

Viens no neiromediatoriem cilvēka ķermenī ir acetilholīns, kas spēlē galveno lomu signālu nodošanā starp neironiem un muskuļiem, bet tiek izmantots arī citās nervu sistēmas daļās. Lieko acetilholīnu noārda acetilholīnesterāze (AChE) un šīs reakcijas [izejvielas/ katalizatori/ produkti] tiek izmantoti/as, lai atjaunotu acetilholīna krājumus. Nervu aģenti piesaistās AChE un [aktivē/ inhibē/ inervē] to, neļaujot vairs sašķelt acetilholīnu, un pārliedas neiromediatora uzkrāšanās rezultātā mērķšūna tiek stimulēta atkal un atkal.

### 1.2. Rūpīgi iepazīsties ar doto informāciju!

Acetilholīns aktivē dažādu veidu holīnerģiskos receptorus. Vieni no tiem ir muskarīniskie holīnerģiskie receptori, kas dažādos orgānos saņem galējos signālus parasimpātiskās nervu

sistēmas aktivācijā. Izņēmums ir sviedru dziedzeri, kuros muskarīniskos holīnerģiskos receptorus kontrolē simpātiskā nervu sistēma. Zemāk doti dažādi simptomi, daļa no tiem novērojami pēc saindēšanās ar nervu aģentu, kamēr citi ir nesaistīti.

Ņemot vērā šajā un iepriekšējā uzdevumā doto informāciju, ieraksti tabulā tos simptomus, kas, saindējoties ar nervu aģentu, būtu novērojami un saistīti ar muskarīnisko holīnerģisko receptoru darbību veģetatīvajā nervu sistēmā (8 p.)!

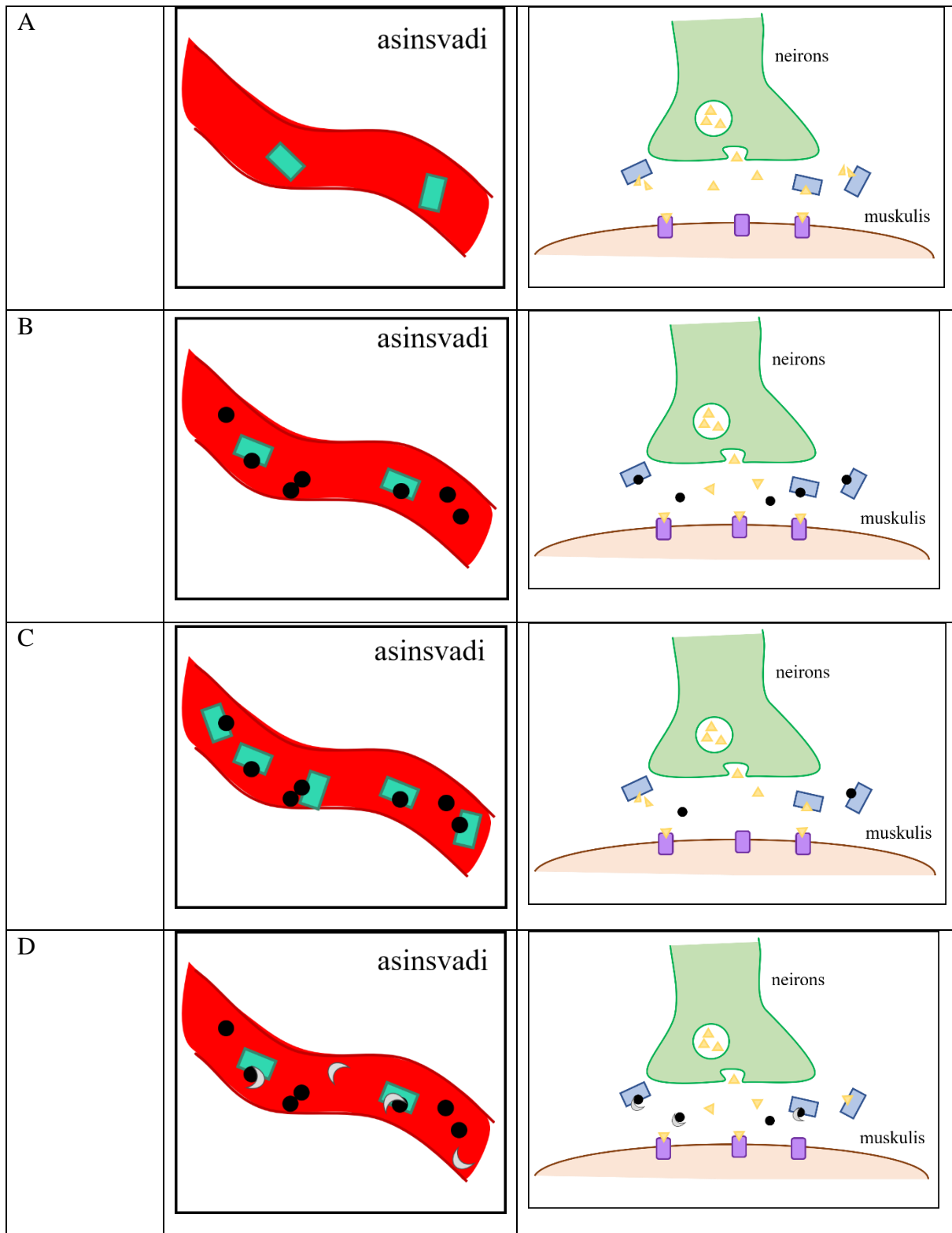
Simptomi, kas, saindējoties ar nervu aģentu, būtu saistīti ar muskarīnisko holīnerģisko receptoru darbību veģetatīvajā nervu sistēmā.

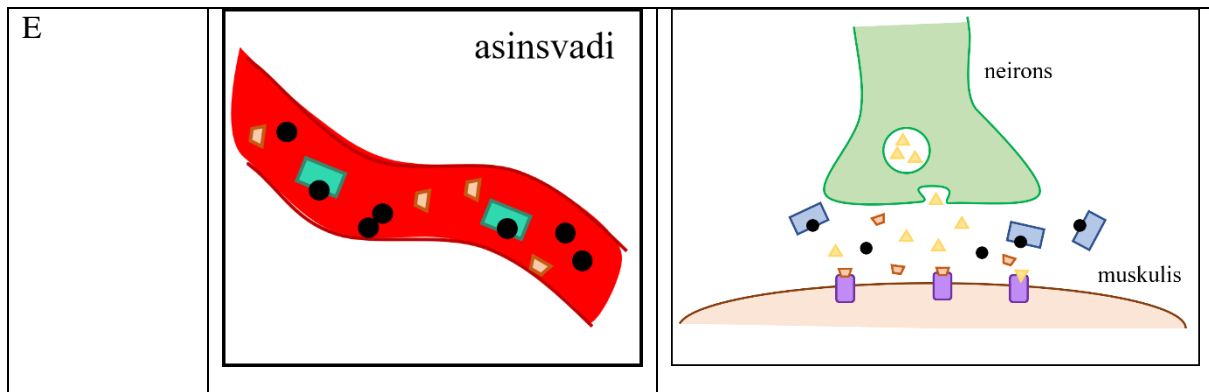
Simptomi: Acu zīlīšu paplašināšanās; Acu zīlīšu sasaurināšanās; Acu asarošana; Pastiprināta svīšana; Pastiprināta siekalu izdalīšanās; Samazināta svīšana; Gļotu izdalīšanās elpceļos; Pastiprināta kuņģa skābes izdalīšanās; Vemšana; Pastiprināta urinācija; Skeleta muskuļu spazmas; Samazināta siekalu izdalīšanās; Koma.

### 3.3. Rūpīgi iepazīsties ar doto informāciju!

Ja nervu aģentu izraisītie simptomi netiek laicīgi pamanīti un sniegta medicīniskā palīdzība, iestājas nāve, ko visbiežāk izraisa elpošanas muskuļu paralīze. Palīdzības sniegšana sākas ar dekontamināciju un tālāk tajā ietilpst gan farmakoloģiskas, gan nefarmakoloģiskas metodes, piemēram, skābekļa padeve. Starp farmakoloģiskajām metodēm ir antiholīnerģiski medikamenti, piemēram, muskarīno receptoru antagonisti, kā arī atsevišķu nervu aģentu gadījumā AChE reaktivatori, kas veido savienojumus ar jau piesaistījušos nervu aģentu un atbrīvo to no AChE. Viens no populārākajiem muskarīno receptoru antagonistiem ir atropīns. Tas darbojas kā konkurējošs inhibitors, kas bloķē iespēju acetilholīnam piesaistīties muskarīnajiem holīnerģiskajiem receptoriem bet neaktivē mērķšūnu. Simptomu mazināšanai var izmantot antikonvulsantus, piemēram diazepāmu, kas pastiprina neiromediatora GABA aktivitāti. Tāpat potenciāli izmantojami biosavācēji (*bioscavengers*) – AChE analogi enzīmi, kas saista nervu aģentu jau asinsritē, neļaujot tam nokļūt līdz AChE un iedarboties uz to.

Izpēti shematiskos attēlus, kuros parādīta dažādu vielu mijiedarbība normālā organisma darbībā un nervu aģentu darbības gadījumā, kā arī dažādās minētajās terapijās pret tiem. Viena un tā pati viela arī dažādos attēlos būs apzīmēta vienādi – ar to pašu krāsu un formu. Izmantojot doto aprakstu, zemāk dotajā tabulā katrai no shēmās izmantotajām formām pievieno pareizo vielas nosaukumu! Ņem vērā, ka vienā no lauciņiem jāieraksta divi nosaukumi. (9 p.).






Ierakstāmie varianti: [atropīns/ acetilholīns/ acetilholīnesterāze (AChE)/ nervu aģents/ antikonzulsants/ AChE reaktivators/ butirilholīnesterāze (BChE)/ acetāts/ holīnērgiskie receptori/ holīns]

Atbildi uz jautājumiem par shēmām, izvēloties pareizās atbildes (3 p.)!

Kurās no shēmām muskulis tiek stimulēts?

- A, B un E;
- B un E;
- A, C un E;
- Nevienā;
- Visās.

Spriežot pēc shēmām un dotās informācijas, kuras no terapijām jāuzsāk pēc iespējas ātrāk, jo tās strauji zaudē savu efektivitāti?

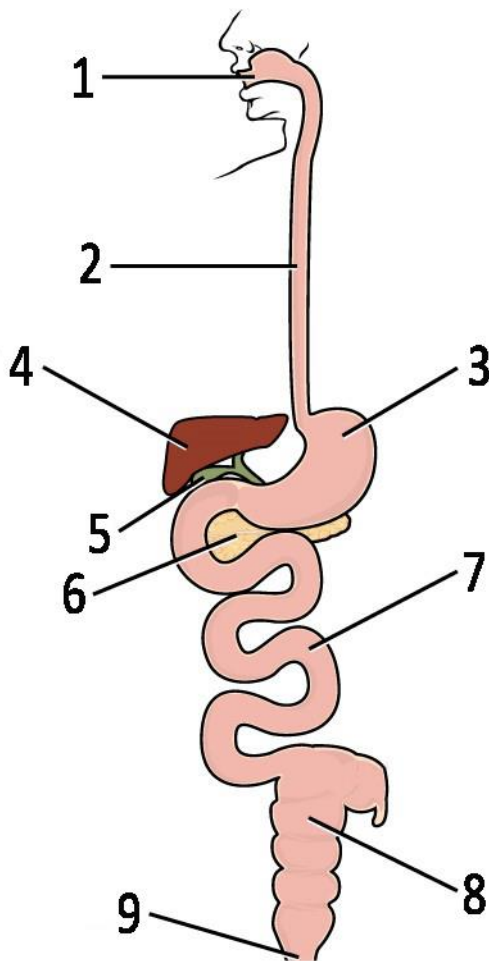
- C un D;
- C un E;
- D un E;
- C, D un E.

Kura/s no terapijām balstās uz organismā jau eksistējošas vielas daudzuma palielināšanu?

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

## 2. uzdevums

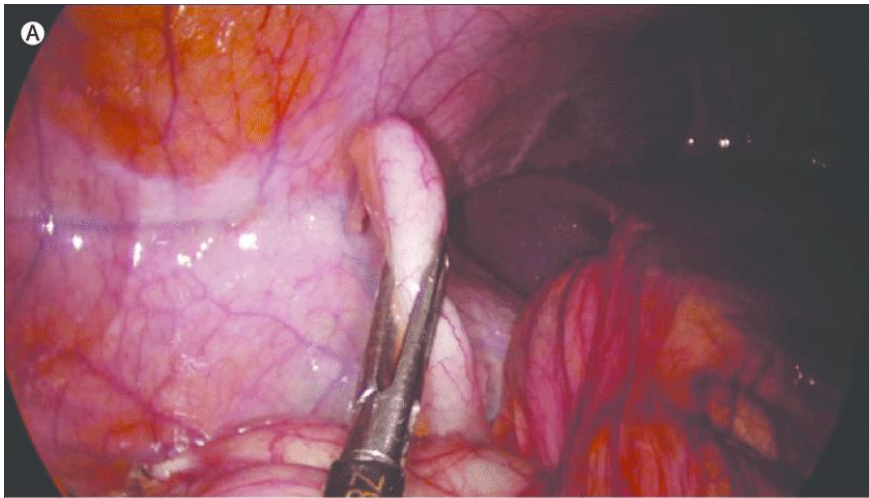
2.1. Aplūko cilvēka gremošanas orgānu sistēmas shēmu. Iepazīsties ar tabulā dotajiem apgalvojumiem un attēliem un izvēlies, kurai gremošanas sistēmas struktūrai tie atbilst, pierakstot atbilstošo numuru no dotās shēmas (10 p.)!



Apgalvojums vai attēls	Atbilde
Ķīmiskā gremošana galvenokārt notiek šajā gremošanas trakta daļā ...	[1/ 2/ 3/ 4/ 5/ 6/ 7/ 8/ 9]
Kuņģa-zarnu trakta daļa, kas satur skeleta muskuļaudus ir ...	[1/ 2/ 3/ 4/ 5/ 6/ 7/ 8/ 9]
Šai gremošanas sistēmas daļai raksturīgas kustības, kad sienuņu muskulatūra spiež uz struktūras saturu, to samaisot. Vienīgi sašķidrināts saturs nonāk nākamajā gremošanas trakta daļā.	[1/ 2/ 3/ 4/ 5/ 6/ 7/ 8/ 9]

Attēlos redzamā struktūra pieder pie ...

[1/ 2/ 3/ 4/ 5/ 6/ 7/ 8/ 9]

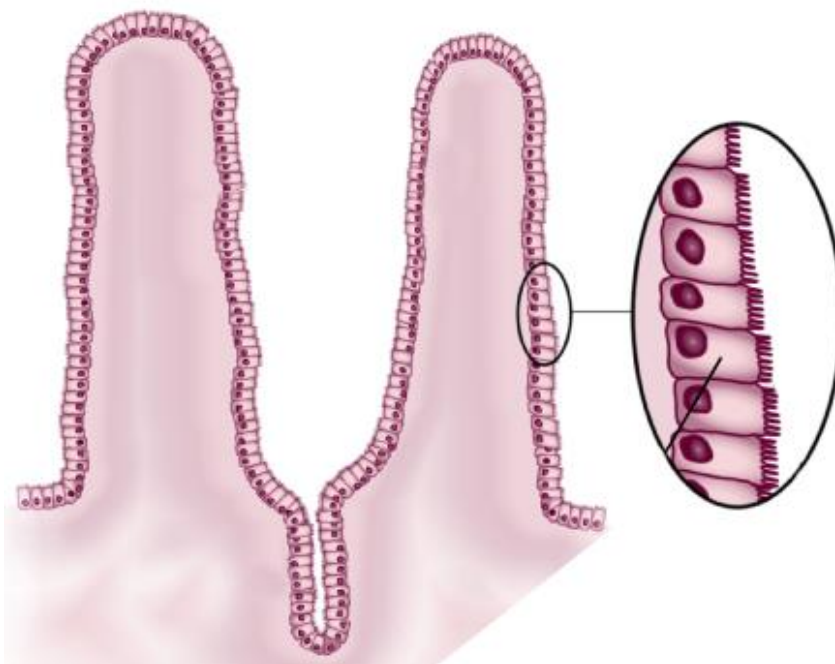


Pieaugušam cilvēkam tauku sagremošana galvenokārt norit šajā gremošanas trakta daļā ...

[1/ 2/ 3/ 4/ 5/ 6/ 7/ 8/ 9]

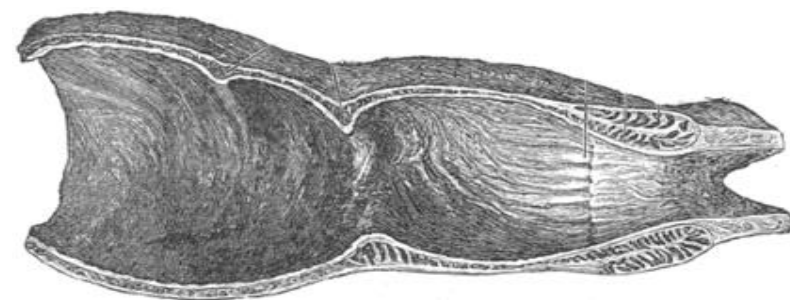
Attēlos redzamā struktūra atrodas ...

[1/ 2/ 3/ 4/ 5/ 6/ 7/ 8/ 9]



Attēlos redzamā struktūra atrodas ...

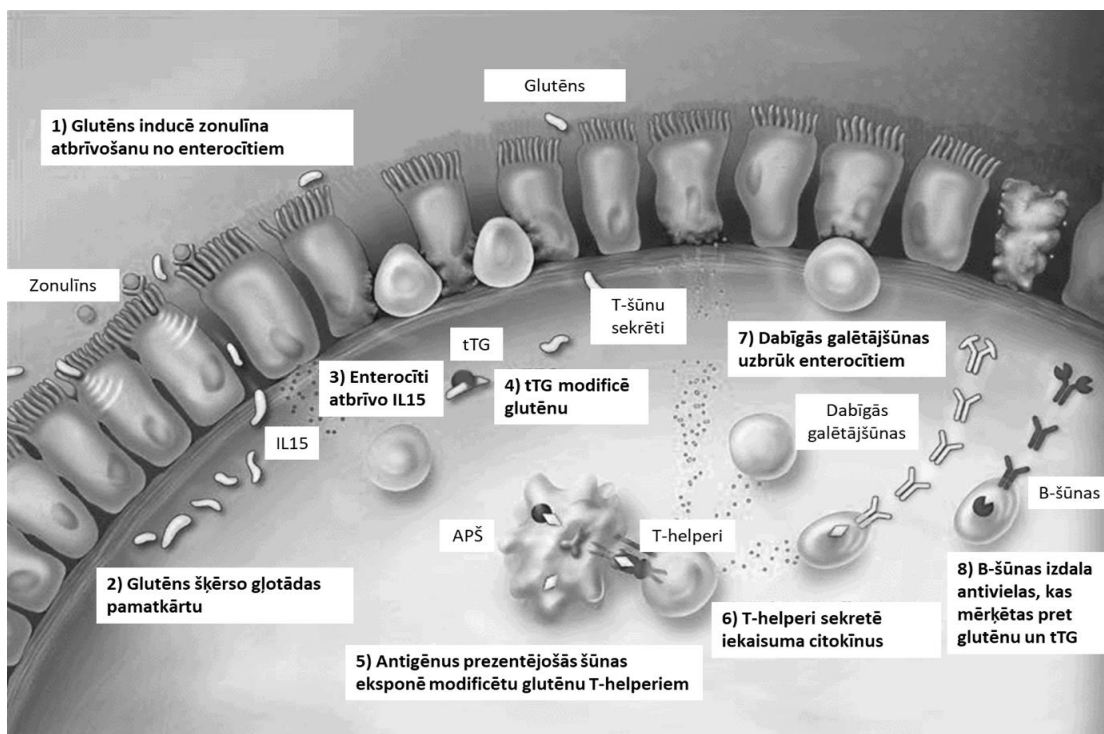
[1/ 2/ 3/ 4/ 5/ 6/ 7/ 8/ 9]





Pepsīns ir gremošanas proteāze, kuras prekursors tiek producēts ... orgāna gļotādā	[1/ 2/ 3/ 4/ 5/ 6/ 7/ 8/ 9]
Šis orgāns funkcionē gan kā gremošanas sistēmas daļa, kā endokrīnais dziedzeris, kas regulē glikozes līmeni asinīs.	[1/ 2/ 3/ 4/ 5/ 6/ 7/ 8/ 9]
Šis orgāns producē gremošanas sulu, kas nesatur gremošanas fermentus, bet kas ir iesaistīta tauku sagremošanā.	[1/ 2/ 3/ 4/ 5/ 6/ 7/ 8/ 9]

2.2. Aplūko Serena *et al.* 2015 shēmu par celiakijas mehānismu. Rūpīgi iepazīsties ar doto tekstu un papildini to, no dotajiem izvēloties pareizos apgalvojumus (10 p.)!



Celiakijas mehānisms. Apzīmējumi: APŠ – antigēnus prezentējošās šūnas; tTG – audu (angļu val. *tissue*) transglutamināze; IL-15 – interleikīns-15. Attēls pielāgots no Nutrients 2015, 7, 7143-7162; doi:10.3390/nu7095329.

Celiakija jeb glutēna nepanesamība ir autoimūna slimība. Autoimūnās slimības raksturo [pārmērīga imūnā atbilde pret savā organismā sastopamām vielām un audiem/ pasliktināta imūnsistēmas spēja reaģēt uz patogēniem/ imūnsistēma izraisīta nekontrolēta un pārmērīga iekaisuma signālmolekulu citokīnu izdalīšanās/ imūnsistēmas paaugstināta jutība pret vidē sastopamām parasti nekaitīgām vielām]. Glutēni ir [ogļhidrātu/ lipīdu/ proteīnu/ nukleīnskābju] molekulas, kas sastopamas [riekstos, sevišķi mandelēs/ dažādos graudaugos/ kartupeļu cietē/ visos uzskaitītajos]. Celiakijas cēlonis ir [pārmērīga glutēna lietošana uzturā/ apkārtējās vides iedarbība/ gan vides, gan ģenētiskie faktori/ visi uzskaitītie].

Celiakiju raksturo autoimūno antivielu klātbūtne, sistēmiskas klīniskās izpausmes un [kuņģa/ tievās zarnas/ resnās zarnas/ taisnās zarnas/ visas gremošanas orgānu sistēmas] enteropātija.

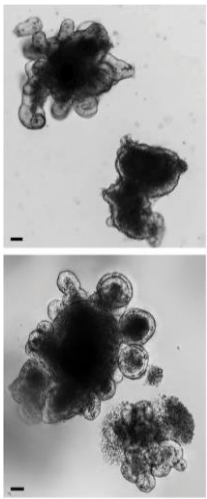
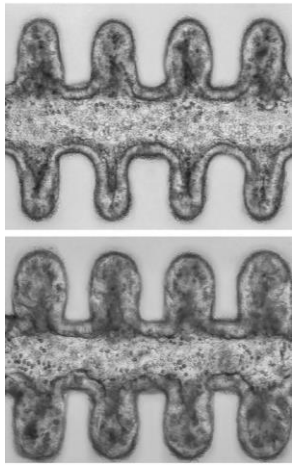
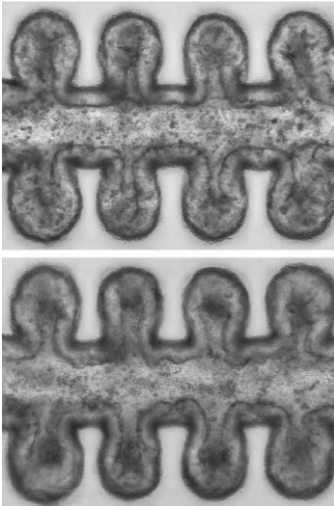
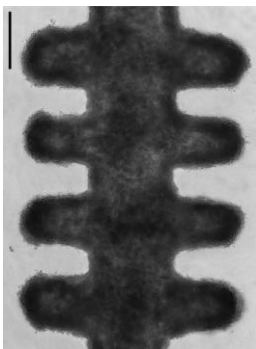
Celiakijas slimniekiem ar barību uzņemtais glutēns mijiedarbojas ar gremošanas trakta bārkstiņu epitēlijšūnām jeb enterocītiem. Glutēna ietekmē tiek atbrīvots zonulīns, kas [modulē enterocītu ciešo savienojumu caurlaidību/ veido proteīnu kanālu, pa kuru glutēns tiek pārnestis pār enterocītu slāni/ aktīvi pārnes glutēnu no zarnas lumena uz zemgļotādu caur enterocītu membrānu/ atver jonu kanālus, pa kuriem glutēns šķērso enterocītu slāni]. Rezultātā glutēns nonāk zarnas zemgļotādā, kur inducē IL-15 produkciju. Audu transglutamināzes modifīcē glutēnu par negatīvi lādētām gliadīna molekulām, kas tiek eksponētas (atrodas uz) uz APŠ virsmas un inducē adaptīvo imūno atbildi. Tā ir [nespecifiskā/ specifiskā pasīvā/ specifiskā aktīvā/ mākslīgā] imunitāte, kuras darbības rezultātā celiakijas slimniekiem tiek aktivēta intraepitēliālo limfocītu toksicitāte pret enterocītiem un veidojas audu bojājumi.

Dažādos pētījumos pierādīta saistība starp celiakiju un kuņģa-zarnu trakta disbiozi, kam raksturīga palielināta *Proteobacteria* un *Bacteroidetes* tipu klātbūtne, kā arī samazināts *Firmicutes* tipu daudzums zarnu mikrobiomā akūtā slimības fāzē. Citi apstākļi, kas var inducēt šīs slimības sākšanos, ir vīrusu un baktēriju infekcijas, traumas un operācijas, dzemdības u.c. Celiakijai raksturīgi kuņģa-zarnu trakta simptomi, kas saistīti ar nepilnīgu barības vielu absorbciju, piemēram, caureja, steatoreja (palielināts tauku daudzums izkārnījumos), aizcietējums, gāzu uzkrāšanās, svara zudums vai nespēja palielināt svaru. Tas nozīmē, ka celiakija var izraisīt arī [pubertātes aizkavēšanos/ samazinātu kaulu blīvumu/ audzēju attīstīšanos/ visus uzskaitītos]. Celiakiju iespējams precīzi diagnosticēt tikai ar [biopsiju/ magnētisko rezonansi/ ultrasonogrāfiju/ jebkuru no uzskaitītajiem]. Celiakijas skrīningu nepieciešams veikt arī visiem slimnieka pirmās pakāpes radniekiem, jo iespēja, ka viņiem attīstīsies celiakija, ir 1 : 10. Skrīningu jāveic arī otrās pakāpes radniekiem un tad, ja ģimenē ir vairāki celiakijas gadījumi. Celiakijas simptomus ārstē ar [antibiotikām/ striktu bezglutēna diētu/ dabīgo galētājšūnu inhibitoriem/ visiem uzskaitītajiem].

2.3. Rūpīgi iepazīsties ar doto informāciju no Nikolaev *et al.* 2020 pētījuma! Ņem vērā, ka šajā uzdevumā ar terminu “organoīdi” tiks apzīmētas cilmes šūnu atvasinātas 3D kultūras, kas kalpo kā cilvēka vai dzīvnieku orgānu modeļsistēmas attīstības un slimību pētījumiem un tādejādi var aizstāt vai samazināt dzīvnieku izmantošanu pētījumos.

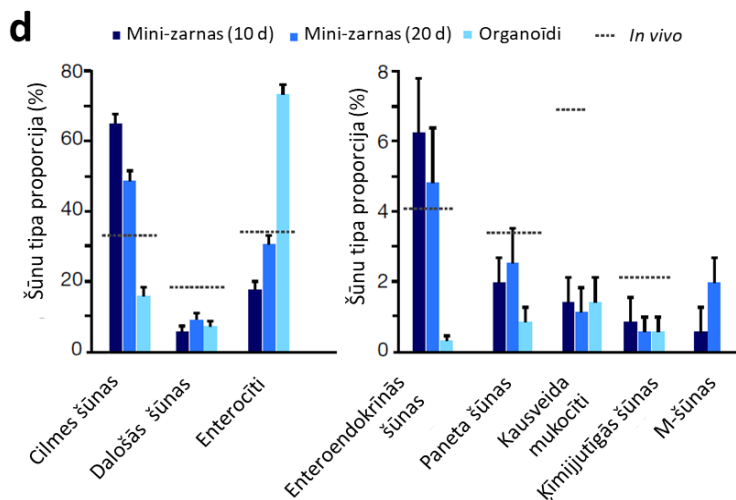
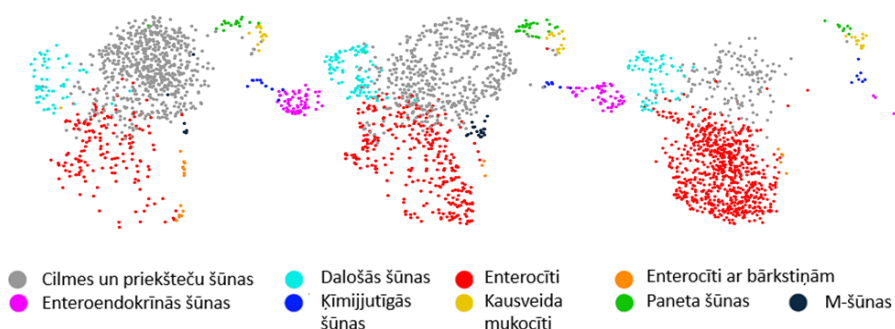
Parasti 3D organoīdi var tikt pavairoti gandrīz bezgalīgi, tomēr ilgtermiņa kultūrā ik pēc dažām dienām nepieciešama šūnu pārdalīšana un pārsēšana, kā rezultātā organoīdi tiek sašķelti fragmentos vai izkliedēti pa atsevišķām šūnām.

Nikolaev *et al.* 2020 pētījumā zinātnieki apraksta uz gāzēm, barības vielām un makromolekulām caurlaidīgas hidrogela platformas izveidotu zarnu modeli - epitēlija organoīdu (turpmāk tekstā – mini-zarnas). Izmantojot audu inženieriju un šūnu pašorganizācijas īpašības, pētniekiem izdevās no zarnu cilmes šūnām izveidot tubulāras formas diferencētu zarnu epitēlija slāni, kam raksturīgas galvenās zarnu anatomijas un fizioloģijas pazīmes, tajā skaitā krokas, bārkstiņas un lumens. Mini-zarnas ilgtermiņa kultivēšana ļauj tās epitēlija sienas kolonizēt mikroorganismiem, tādā veidā modelējot mikroorganismu-saimnieka mijiedarbības.

Ar caurskalošanu			Bez caurskalošanas
Organoīds	Mini-zarna	Mini-zarna	Mini-zarna
<p>10. diena</p> 	<p>7. diena</p> 	<p>30. diena</p> 	<p>20. diena</p> 

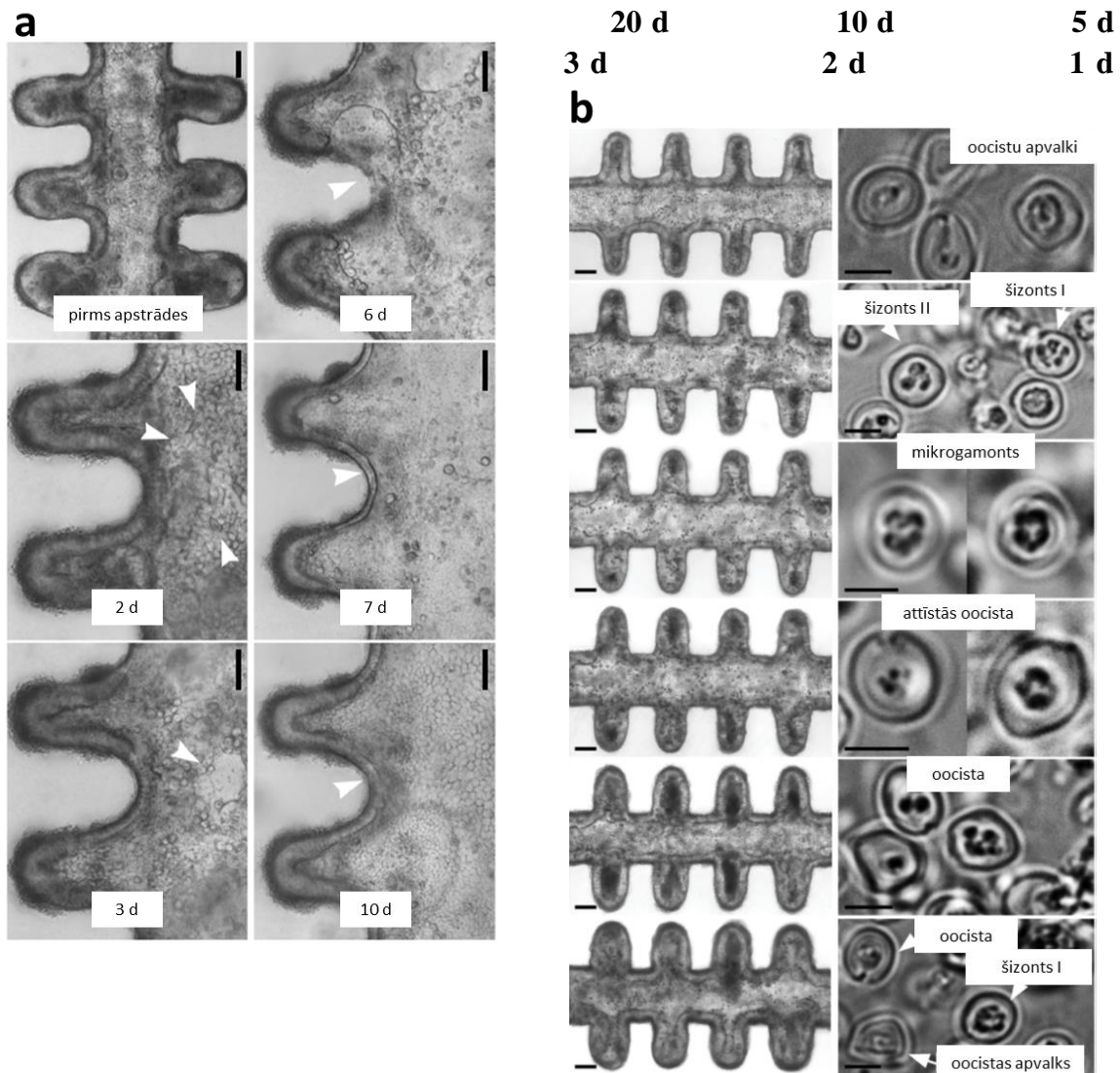
Ilgtermiņa šūnu kultūras iedibināšana. Pa kreisi – caurskalošana ar barotni ik pēc 12 stundām ar ārējās sūkņēšanas sistēmu; pa labi – bez caurskalošanas.

**a** Mini-zarnas (10 d)      **b** Mini-zarnas (20 d)      **c** Organoīdi



Šūnu daudzveidība mini-zarnās pēc 10 un 20 dienām, kā arī konvencionālajos 3D zarnas organoīdos. (a-c) Galveno zarnu epitēlija šūnu veidi; (d) zarnu epitēlija šūnu proporcijas

(cilmes šūnas; enteroendokrīnās šūnas – sekretē signālmolekulas; šūnas dalīšanās procesā; ķīmijjutīgās šūnas – nozīme gremošanas trakta ķīmijjutībā un iekaisuma reakcijās; enterocīti; kausveida mukocīti – gļotu dziedzeri; enterocīti ar bārktstiņām; Paneta šūnas - izdala lizocīmu, sekretoro fosfolipāzi A2, α-defenzīnus; M-šūnas – antigēnu transports cauri epitēlija barjerai līdz imūnajām šūnām.



Zarnu bioloģijas un slimību modelēšanas perspektīvas. (a) Ar ultravioletās gaismas lāzera bojāta mini-zarnu epitēlija atjaunošanās; (b) *Cryptosporidium parvum* infekcijas modelēšana mini-zarnas organoīdā ar galvenajām patogēna stadijām; *C. parvum* ir obligāts parazīts, kas izraisa veselībai un dzīvībai bīstamu caureju zīdaiņiem un pieaugušajiem ar imūnsistēmas traucējumiem.

Atbildi uz jautājumiem, izvēloties pareizās atbildes (4 p.)!

Kāda ir ārējas sūknēšanas sistēmas nozīme ilgtermiņa mini-zarnas organoīda kultūras uzturēšanā?

- a) Mini-zarnu ilgtermiņā var kolonizēt patogēni mikroorganismi;
- b) Notiek mirušo šūnu akumulācija gļotādas epitēlija krokās;

- c) Notiek mirušo šūnu aizvākšana;
- d) A un C.

Kāda ir cilmes šūnu loma cilvēka ķermenī?

- a) Tās veic specializētas funkcijas atkarībā no lokācijas;
- b) Tās nekontrolēti aug un dalās, tādējādi aizkavējot novecošanos;
- c) No tām var veidoties dažādi šūnu tipi un tās var aizvietot bojātās vai mirušās šūnas;
- d) Visas minētās funkcijas.

Kādas funkcijas piemīt zarnu gļotādai?

- a) Sekretorā;
- b) Absorbcijas;
- c) Endokrīnā;
- d) Visas minētās funkcijas.

*Cryptosporidium parvum* ir:

- a) baktērija;
- b) sēne;
- c) viensūnis;
- d) vīruss.

Pabeidz teikumus, izvēloties pareizos terminus (7 p.)!

Dalošos šūnu proporcija ir tāda pati kā *in vivo* zarnu traktā: [mini-zarnās/ organoīdos / ne mini-zarnās, ne organoīdos/ gan mini-zarnās, gan organoīdos].

Augstākā spēja strauji reaģēt uz patogēnu mikroorganismu klātbūtni, šķeļot to šūnapvalkus piemīt [mini-zarnām/ organoīdi/ ne mini-zarnām, ne organoīdiem/ gan mini-zarnām, gan organoīdiem].

Augstākais epitēlija šūnu reģenerācijas potenciāls ir: [mini-zarnām/ organoīdiem/ mini-zarnām un organoīdiem tas ir līdzīgs].

Samazināta gļotādas sienušas lubricējošā aizsardzība pret kontaktu ar mikroorganismiem, salīdzinot ar *in vivo* zarnu traktu: [mini-zarnām/ organoīdiem/ ne mini-zarnām, ne organoīdiem/ gan mini-zarnām, gan organoīdiem].

Satur vismazāk šūnu, kas *in vivo* atbild par barības sagremošanas un absorbcijas koordināciju: [mini-zarnas/ organoīdi/ neviens/ visi].

Zarnu modelis, kura audu anatomija un fizioloģija ir visatšķirīgākā no *in vivo* zarnu trakta: [mini-zarnas/ organoīdi/ neviens / visi ].

Zarnu modelis, kurā iespējams novērot *C. parvum* dzīves ciklu, neizjaucot audu integritāti: [mini-zarnas/ organoīdi/ neviens/ visi].

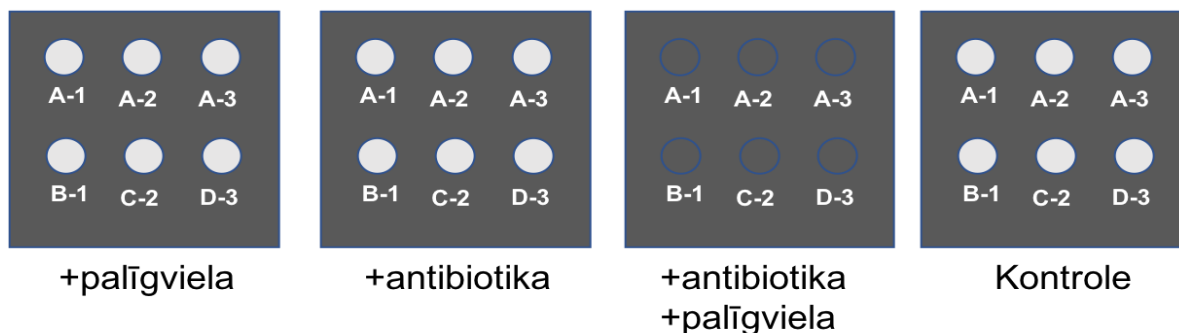
### 3. uzdevums

3.1. Rūpīgi iepazīsties ar doto tekstu par antibiotikām un papildini to, no dotajiem variantiem izvēloties atbilstošos (5 p.)!

Baktērijas ir [prokariotiski/ eikariotiski/ akariotiski] organismi, kas pieder [protistu/ dzīvnieku/ monēru/ sēņu] valstij. Vesela cilvēka organismā [obligāti atrodas/ var atrasties/ neatrodas] baktērijas. Daļa baktēriju ir patogēnas un var izraisīt cilvēku dzīvībai bīstamas infekcijas. Visefektīvākās zāles cīņā ar baktēriju izraisītām saslimšanām ir bijušas antibiotikas, taču arvien vairāk patogēno baktēriju ir pret tām irieguvušas rezistenci. Viena no slimībām, ko arvien biežāk izraisa rezistentas baktērijas ir [gripa/ Dauna sindroms/ malārija/ tuberkuloze/ trakumsērga]. Temps, ar kādu tiek atklātas jaunas antibiotikas, diemžēl nav pietiekams, lai spētu cīnīties ar jaunu rezistentu baktēriju celmu izcelšanos, tāpēc antibiotiku rezistence uzskatāma par globāla mēroga krīzi, kas izraisa neskaitāmas nāves un arī būtiskus ekonomiskus zaudējumus katru gadu.

Antibiotiku rezistenci izraisošos mehānismus var iedalīt četrās grupās: mērķa mutācija, antibiotiku šķeļošu enzīmu sintēze, membrānas caurlaidības samazināšana vai transmembrānas sūkņi, kas neļauj antibiotikām uzkrāties šūnā pietiekamā koncentrācijā. Šie sūkņi pieskaitāmi [atvieglotajai difūzijai/ toksīnu difūzijai/ aktīvajam transportam/ osmozei]

3.2. Viena no stratēģijām cīņā ar baktēriju rezistenci ir antibiotiku palīgvielas. Viena no tipiskajām eksperimenta shēmām, lai pētītu palīgvielu efektus uz antibiotiku rezistenci ir aplūkojama attēlā:

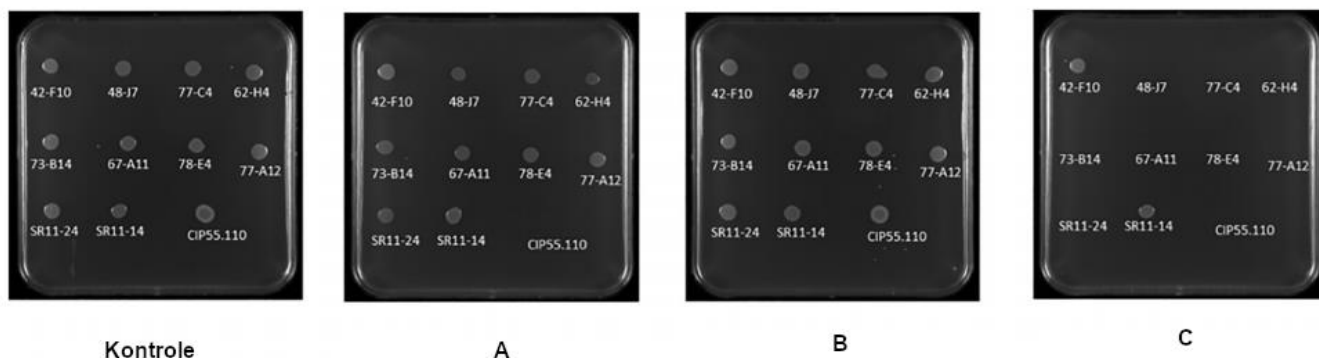


Attēlā redzamas četras barotnes ar atšķirīgām piedevām un dažādu baktēriju celmu augšana uz tām. Ar burtu un ciparu kombinācijām apzīmēti dažādi celmi. Kontrole ir barotne bez papildus piedevām.

Papildini doto tekstu, no dotajiem variantiem izvēloties atbilstošos (3 p.)!

Palīgvielu eksperimentā vienmēr pievieno kontroles barotni bez piedevām, lai pārlicinātos, ka visi izmantojamie celmi [spēj augt/ nespēj augt/ tiek inhibēti/ neizdala toksīnus] uz izvēlētās barotnes. Antibiotiku palīgvielām pašām [ir/ nav] antibakteriālas iedarbības, taču tās iedarbojas uz baktēriju rezistences mehānismiem, tādejādi paaugstinot antibiotiku efektivitāti pret [jutīgajiem/ rezistentajiem/ gan jutīgajiem gan rezistentajiem] baktēriju celmiem.

Borselli u.c. 2019. gadā aprakstīja potenciālu antibiotiku palīgvielu *compound 1* (cpd1), kas iedarbojas uz baktēriju membrānām, palielinot antibiotikas florfenikola (FF) spēju šķērsot baktēriju membrānas. Eksperimenta rezultāti redzami attēlā. Zinātnieki audzēja dažādus baktēriju celmus (attēlos apzīmēti ar numuru un burtu kodiem) ar atšķirīgu jutību pret florfenikolu dažādās vidēs: kontrole, A (FF 2 µg/ml), B (Cpd1 10 µM) un C (FF 2 µg/ml + Cpd1 10 µM).



Spriežot pēc eksperimenta rezultātiem, ko iespējams pateikt par dažādu celmu jutību pret FF? Papildini dotos apgalvojumus, no dotajiem variantiem izvēloties atbilstošos! Ja nepieciešams, veic aprēķinus un izvēlies visprecīzāko variantu (8 p.)!

Savienojums Cpd1 viens pats [ir/ nav/ dažreiz ir] toksisks baktērijām, to pierāda [100/ 80/ 60/ 40/ 20/ 10] % celmu izdzīvotība tā klātbūtnē.

[90/ 60/ 30/ 18/ 9] % no eksperimentā izmantotajiem baktēriju celmiem bija FF rezistenti.

Cpd1 klātbūtnē rezistence pret FF [nemainās/ krīt/ pieaug].

Cpd1 un FF kombinācija dod [90/ 60/ 30/ 18/ 9]% rezistenci.

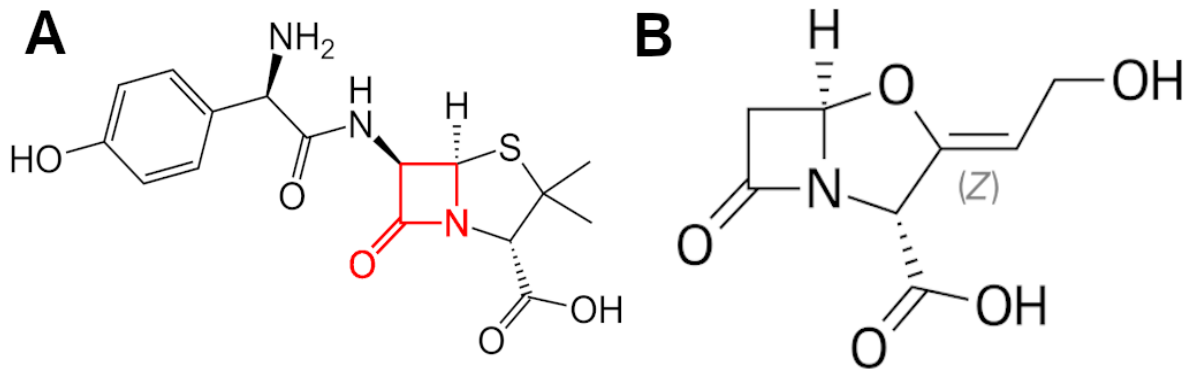
[SR11-14/ 42-F10/ 78-E4/ CIP55.110/ SR11-14 un 42-F10/ SR11-14, 42-F10 un 78-E4] celms/i ir jutīgs/i pret FF.

[SR11-14/ 42-F10/ 78-E4/ CIP55.110/ SR11-14 un 42-F10/ SR11-14, 42-F10 un 78-E4] celms/i ir īpaši rezistents/i pret FF.

Lai FF būtu efektīvs pret [SR11-14/ 42-F10/ 78-E4/ CIP55.110/ SR11-14 un 42-F10/ SR11-14, 42-F10 un 78-E4], tas ir jālieto kombinācijā ar cpd1.

### 3.3. Rūpīgi iepazīsties ar doto informāciju!

Vienīgie pašreiz pacientiem pieejamie medikamenti, kas darbojas kā antibiotiku palīgvielas cīņai ar rezistentām baktērijām ir savienojumi, kas samazina rezistenci izraisošo enzīmu β-laktamāžu efektivitāti. Viens no tādiem medikamentiem ir amoksicilīna un klavulānskābes kombinētās kapsulas. Klavulānskābe ierobežo baktēriju β-laktamāžu darbību, neļaujot šķelt β-laktāma gredzenu, tādējādi uzlabojot amoksicilīna darbību.



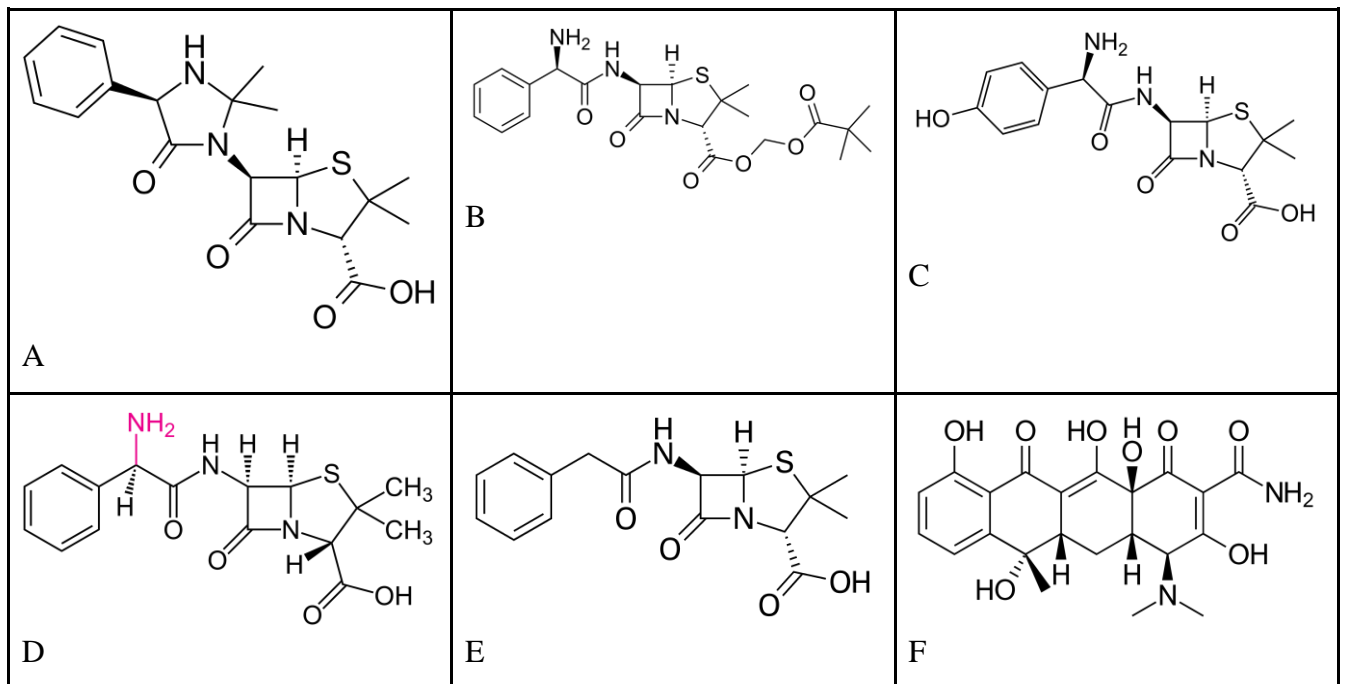
A - amoksicilīns, penicilīnu klases antibiotika,  $\beta$ -laktāma gredzens iekrāsots sarkans. B - klavulānskābe, antibiotiku palīgviela.

Balstoties uz informāciju par beta-laktamāzi un klavulānskābi, papildini tekstu, izvēlies pareizos atbilžu variantus (4 p.)!

$\beta$ -laktamāzes ir [lipīdi/ nukleīnskābes/ olbaltumvielas/ ogļhidrāti/ vitamīni]. Tās [šķel/ sintezē/ polimerizē] beta laktāma gredzenu. Klavulānskābe maisījumā ar beta laktāma antibiotikām darbojas kā [substrāta analogs/ kā allostēriskais regulators/ kā būtisks vides paskābinātājs], tāpēc var [pagarināt/ saīsināt/ nemainīt] antibiotikas devas iedarbības laiku.

*$\beta$ -laktamāzes ir enzīmi, tātad pieder olbaltumvielām jeb proteīniem.*

Aplūko dažādu antibiotiku struktūrformulas un atbildi uz jautājumiem, izvēloties pareizos atbilžu variantus (4 p.)!





Kuru/as no antibiotikām neietekmēs beta-laktamāze?

Atbilde: [A/ B/ C/ D/ E/ F/ A un C/ D un F]

Amoksicilīns ir attēlots [A/ B/ C/ D/ E/ F] attēlā, cita bieži izmantota antibiotika – ampicilīns - pēc struktūras atšķiras tikai ar vienas hidroksilgrupas trūkumu un ir redzama attēlā [A/ B/ C/ D/ E/ F].

E antibiotiku ievada asinīs, bet C uzņem perorāli. Kādas struktūras īpašības to nodrošina?

- Gan C gan E ir hidrofilas, bet C ir lielāka un pasargāta gremošanas traktā;
- Gan C gan E ir hidrofobas, bet C ir lielāka un pasargāta gremošanas traktā;
- C ir hidrofilāka, tādēļ spēj šķērsot gremošanas trakta šūnas;
- E ir hidrofilāka, tādēļ spēj šķērsot gremošanas trakta šūnas.

### 3.4. Rūpīgi iepazīsties ar doto informāciju!

Antibiotiku palīgvielu stratēģija cīņā ar multirezistentām baktērijām uzmanību ieguvusi salīdzinoši nesen, tāpēc šobrīd aktīvi notiek jaunu palīgvielu meklēšana un pētīšana. Skotijas zinātnieki 2015. un 2016. gadā veica eksperimentus, lai pārbaudītu potenciālu antibiotiku palīgvielu efektivitāti *Pseudomonas aeruginosa* baktērijās. *P. aeruginosa* ir otrais biežākais ar hospitalizāciju vai ventilāciju saistīts pneimonijas izraisītājs. Arvien biežāk infekcijas izraisa multirezistenti celmi, tāpēc efektīvu palīgvielu atklāšana varētu būt nozīmīga medicīnas attīstībai. Tika pētīti divi *P. aeruginosa* celmi – PAM1020 un PAM1032. PAM1032 ir PAM1020 pēctecis, kam radusies mutācija, kas izraisa antibiotiku pumpju pārekspresiju, tāpēc PAM1032 ir rezistents pret vairāku antibiotiku standarta koncentrācijām.

Pirmajā eksperimentā zinātnieki *in vitro* pētīja fenilalanīna-arginīna beta-naftilamīdu (PAβN) kā palīgvielu levofloksacīnam (LVX) un piperacilīnam (PIP). Lai pārbaudītu to sinerģiju, pētnieki noteica šo vielu individuālās un kopīgās minimālās inhibitorās koncentrācijas (MIK) – mazāko vielas koncentrāciju pie kuras tiek inhibēta baktēriju augšana. Lai varētu kvantificēt antibiotikas un palīgvielas sinerģiju, pētnieki aprēķināja daļveida inhibitorās koncentrācijas indeksu (DIKI).

$$DIKI = \frac{MIK_{kombinācija}}{MIK_{antibiotika}} + \frac{MIK_{kombinācija}}{MIK_{palīgviela}}$$

Attiecības par sinerģiskām pētnieki uzskatīja tādas, kur DIKI bija līdz 0,5, bez īpašas sinerģijas, ja DIKI ir lielāks par 0,5, bet ne lielāks par 4,0. Ja DIKI bija lielāks par 4,0, attiecības uzskatāmas par antagoniskām.

<i>P. aeruginosa</i> celms	Antibiotika	MIK (mg/l)			DIKI
		Tikai Antibiotika	Antibiotika + PAβN	Tikai PAβN	
PAM1020	LVX	0,5	0,156	100	0,31
	PIP	8	2	100	0,26

PAM1032	LVX	2	0,310	100	<b>A</b>
	PIP	32	4	100	<b>B</b>

MIK un DIKI atkarībā no *P. aeruginosa* celma un antibiotikas.

Aprēķini PAβN DIK indeksus ar LVX un PIP antibiotikām PAM1032 celmam! Atbildi noapaļo līdz 2 cipariem aiz komata (2 p.)!

A = .....

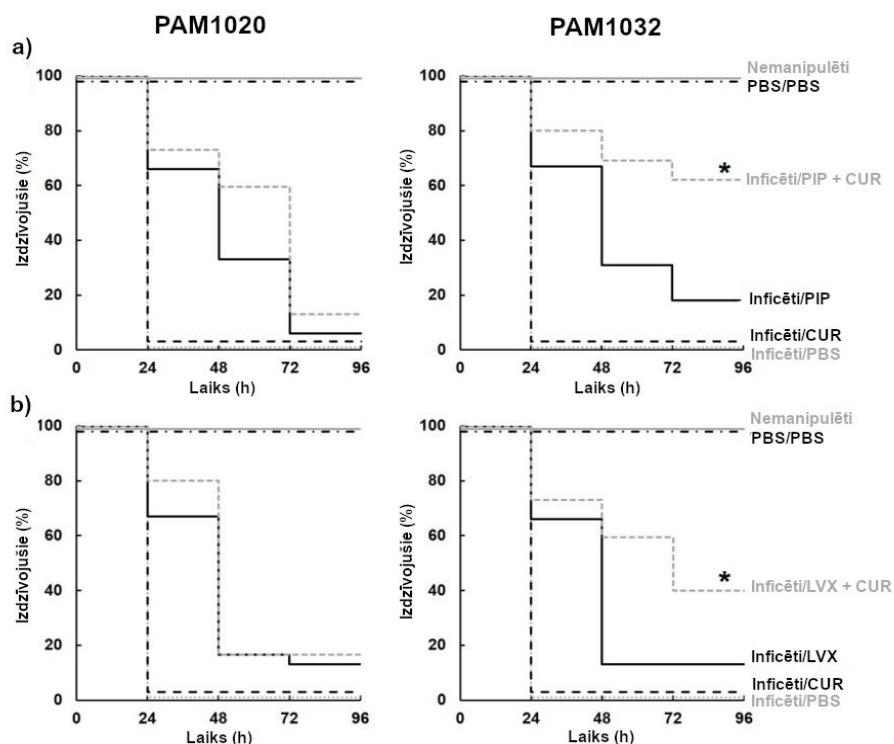
B = .....

Balstoties uz pieejamo informāciju un iegūtajiem rezultātiem, pabeidz apgalvojumus, izvēloties pareizos atbilžu variantus (2 p.)!

PAβN pievienošana *in vitro* [paaugstina/ samazina/ nemaina] rezistenci pret LVX un PIP.

PAβN vistīcamāk ir [β-laktamāzes inhibitors/ antibiotiku pumpja inhibitors/ baktēriju membrānas caurlaidības palielinātājs/ nav iespējams pateikt].

Otrajā eksperimentā zinātnieki *in vivo* pētīja pārtikas piedevā kurkumā sastopamās vielas kurkumīna (CUR) spējas kā antibiotiku palīgvielai. Ar iepriekš pētīto baktēriju celmiem PAM1020 vai PAM1032 tika inficēti lielā vaska sviļņa *Galleria mellonella* kāpuri, tad grupās pa 30 (n=30) pēc divām stundām tika injicēti antibiotiku PIP vai LVX un/vai kurkumīna (CUR) šķīdums, vai arī sterils buferšķīdums (PBS), kurā tika šķīdinātas antibiotikas, kurkumīns un baktērijas. Ik pēc 24 h 4 dienu garumā tika saskaitīti izdzīvojušie kāpuri un izveidoti grafiki.



Dažādu vielu ietekme uz *G. mellonella* kāpuru izdzīvošanu pēc inficēšanās ar PAM1020 vai PAM1032 *P. aeruginosa* baktērijām. Kāpuri viena kāpuru grupa netika aiztikta, vēl viena grupa

baktēriju vietā saņēma sterilu buferšķīduma (PBS) devu, bet pārējie kāpuri tika inficēti ar vienādu daudzumu baktēriju. Pēc divām stundām kāpuros tika injicēts tīrs PBS, PIP, LVX vai CUR šķīdums vai CUR+PIP, vai CUR+LVX šķīdums. Kāpuri tika inkubēti 96 stundas 37° C un izdzīvojušo skaits saskaitīts ik pēc 24h. \* - norāda uz statistiski nozīmīgu izdzīvojušo skaita atšķirībām vielu kombinācijas injekcijai salīdzinot ar monošķīdumu pēc 96 stundām (Ballard & Coote, 2016).

Balstoties uz dotajiem datiem, aprēķini, cik kāpuru izdzīvoja pēc 96 stundām ar PAM1032 infekciju, ja tiem tika injicētas norādītās vielas (2 p.)!

PBS: .....

LVX+CUR: .....

Atzīmē, kura no grupām pēc eksperimenta dizaina uzskatāma par pozitīvo kontroles, negatīvo kontroles vai eksperimentālo grupu (4 p.)!

Nemanipulētie kāpuri : [eksperimentālā grupa/ pozitīvā kontrole/ negatīvā kontrole];

Inficēti/CUR : [eksperimentālā grupa/ pozitīvā kontrole/ negatīvā kontrole];

Inficēti/PBS : [eksperimentālā grupa/ pozitīvā kontrole/ negatīvā kontrole];

PBS/PBS : [eksperimentālā grupa/ pozitīvā kontrole/ negatīvā kontrole].

Balstoties uz pieejamo informāciju, pabeidz apgalvojumus, izvēloties pareizos atbilžu variantus (3 p.)!

Kurkumīns kombinācijā ar LVX un PIP visticamāk [ir efektīvs/ nav efektīvs/ nevar pateikt] rezistences inhibitoris visos *P. aeruginosa* celmos.

Kurkumīns PAM1032 celmā [palielina/ samazina/ nemaina] LVX minimālo inhibitoro koncentrāciju.

Kurkumīnam ar PIP PAM1020 celmā daļveida inhibitorās koncentrācijas indekss (DIKI), visticamāk, ir [mazāks par 0,5/ lielāks par 0,5, bet mazāks par 4,0/ lielāks par 4,0].

Lai arī antibiotiku palīgvielas spēj atgriezt jutīgumu pret antibiotikām, ierobežojot rezistences mehānismu efektivitāti baktērijās, to lietošana būtu stingri jāregulē un jāizmanto tikai vajadzības gadījumā. Atzīmē galveno iemeslu, kāpēc (1 p.)!

- a) Kombinētie medikamenti saasināti ietekmē zarnu traktu;
- b) Pret antibiotiku palīgvielām varētu rasties rezistence;
- c) Lielās farmācijas kompānijas mazāk nopelna ar efektīvākiem medikamentiem;
- d) Antibiotiku palīgvielas saasina infekciju simptomus.

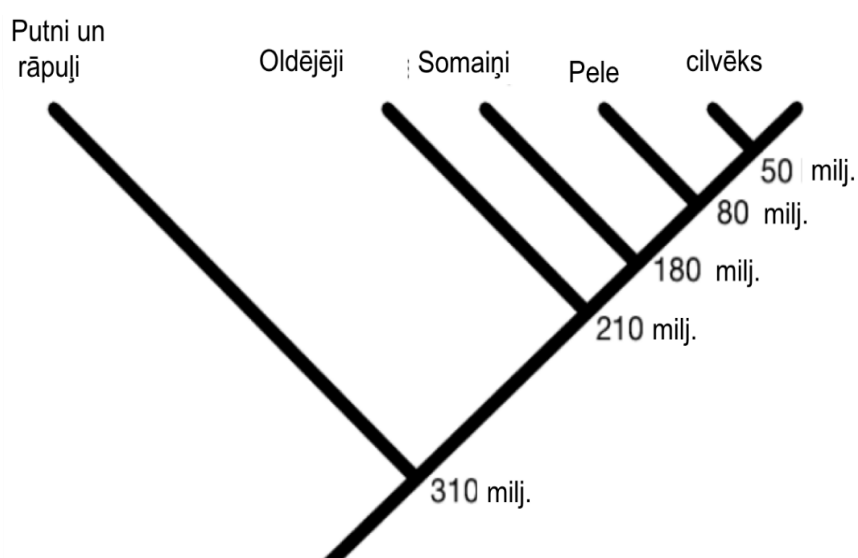
## 4. uzdevums

4.1. Papildini toto tekstu, no dotajiem variantiem izvēloties atbilstošos (4 p.)!

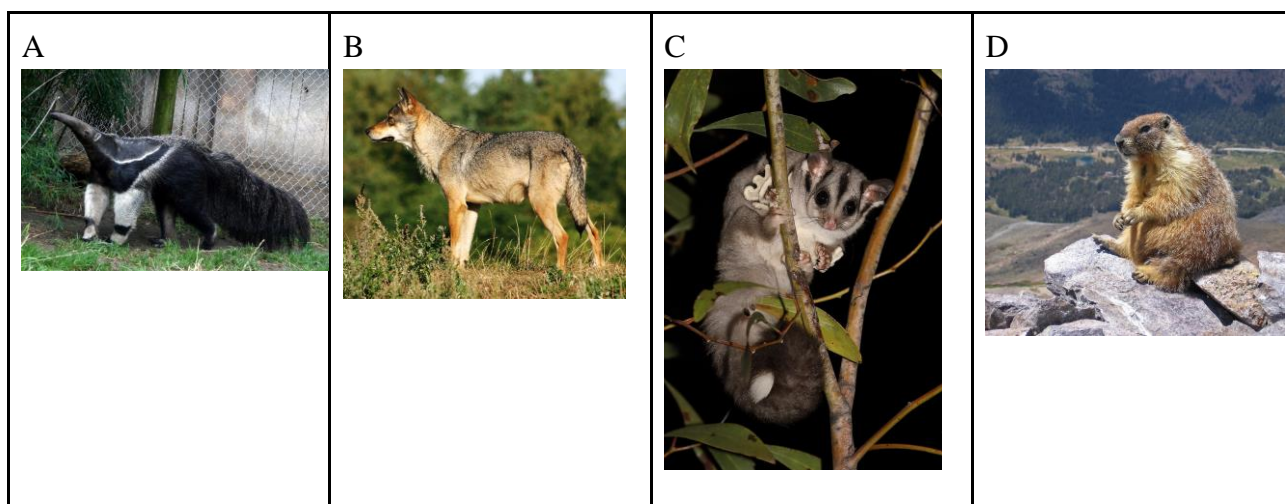
Evolūcija ir process, kā organismi izdzīvo, nemitīgi pielāgojoties apkārtējai videi. Evolūciju iespējams novērot gan ar “neapbruņotu aci” - pētot dažādas līdz mūsdienām izdzīvojušas organismu grupas dažādās vidēs, gan arī veidojot eksperimentus un pārbaudot, pēc kādiem principiem notiek pielāgošanās.

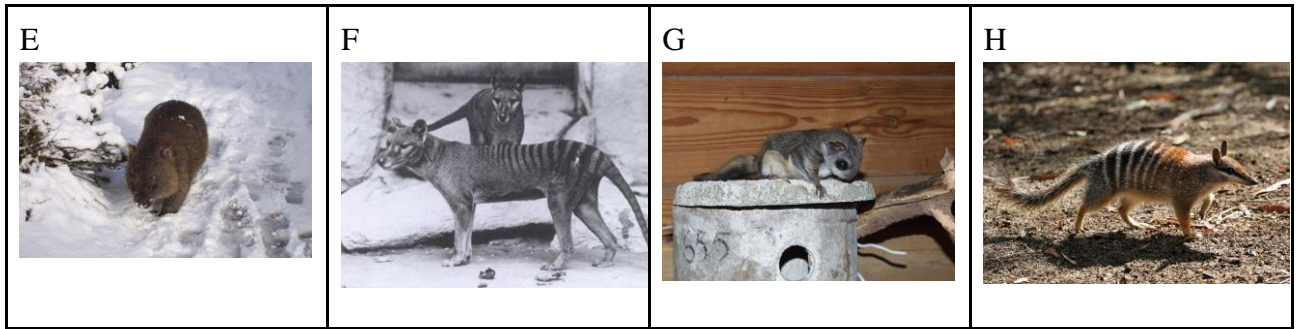
Austrālijas dabā iespējams novērot vairākus evolūcijas principus. Salīdzinot ar citiem kontinentiem, tieši tur ir saglabājusies salīdzinoši plaša somaiņu fauna. Tā ir sena dzīvnieku grupa, kam tuvākie mūsdienās dzīvojošie radinieki ir [zīdītāji/ rāpuļi un putni/ pele/ cilvēks/ oldējēji] (skati attēlu!).

Atšķirībā no daudziem zīdītāju embrijiem, somaiņiem trūkst [olas/ placentas/ dzemdes/ piena dziedzeru]. Austrālijā sastopami vairāki dzīvnieku “somainie analogi”. Tie ir dzīvnieki, kuriem ir sastopami līdzīgi pielāgojumi. Tas nozīmē, ka sugām evolucionējot līdzīgos [klimata/ vides/ ģenētiskos] apstākļos, tiem attīstās līdzīgi [genotipi/ fenotipi/ radniecības koki].



4.2. Sakārto zīdītājus un somaiņus analogos pāros un izvēlies, kādam dzīvesstilam piemēroti ir to pielāgojumi, kuri raksturīgi abiem pāri saliktajiem dzīvniekiem (8 p.)!



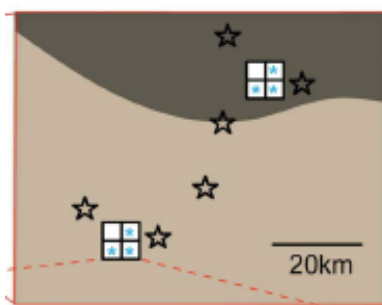


Zīdītājs	Somainis	Dzīvesstils
[A/ B/ C/ D/ E/ F/ G/ H]	H	Plēsējs, upurus panāk dzenoties pakaļ/ asinssūcējs/ pamatā maitēdājs/ visēdājs/ skudrēdājs/ pārsvarā zālēdājs
[A/ B/ C/ D/ E/ F/ G/ H]	[A/ B/ C/ D/ E/ F/ G/ H]	Dzīvo alās
[A/ B/ C/ D/ E/ F/ G/ H]	F	Plēsējs, upurus panāk dzenoties pakaļ/ asinssūcējs/ pamatā maitēdājs/ visēdājs/ skudrēdājs/ pārsvarā zālēdājs
[A/ B/ C/ D/ E/ F/ G/ H]	[A/ B/ C/ D/ E/ F/ G/ H]	Pārvietojas planējot

#### 4.3. Rūpīgi iepazīsties ar doto informāciju!

Lai novērtētu, kā organisma fenotips ietekmē pielāgotību, iespējams veikt eksperimentu.

ASV Zinātnieki vēlējās noskaidrot, kā dzīvnieka apmatojuma krāsa ietekmē tā pielāgotību konkrētai videi. Viņi izvēlējās laukumus ar atšķirīgu augsnes krāsu (tumšu un gaišu) un iekārtoja tajos testa “poligonus” - laukumus, kur ielaida dažādu krāsu briežu peles *Peromyscus maniculatus* (tumšas un gaišas), kas bija saķertas citur (tumšās sākotnēji dzīvoja vidē ar tumšu augsni, bet gaišās – uz gaišas augsnes).

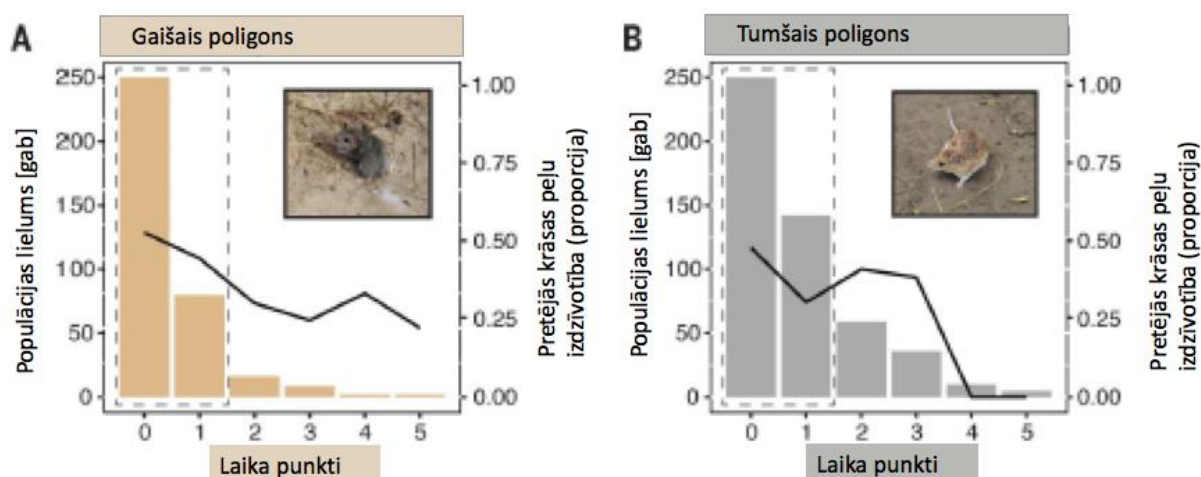


Eksperimenta laukuma shēma redzama attēlā - ar melnajam zvaigznītēm apzīmētas tumšo un gaišo peļu ķeršanas vietas, kā arī iezīmēti testu poligoni uz tumšās vai gaišās augsnes. Katrā poligonā bija četras daļas. Dzīvnieki nevarēja pāriet no vienas daļas uz otru, tāpat tie nevarēja ne izrakties ārā, ne pārkāpt pāri

iežogojumam.

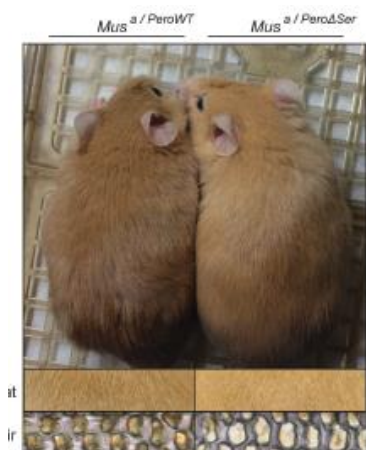
Sākotnēji katrā poligonā ielaida vienādu skaitu “tumšo” un “gaišo” peļu. Katru peli zinātnieki iezīmēja ar raidītāju un tāpēc varēja sekot līdz peļu skaita izmaiņām poligonā. Vienīgie, kas barojās ar pelēm poligonos, bija putni.

Pēc vairākiem mēnešiem zinātnieki ieguva rezultātus.



Peles tika izlaistas poligonos laika punktā 2011. gada jūnijā, bet pārskaitītas - 2011.gada augustā, oktobrī, decembrī, 2012. gada aprīlī un augustā); stabīni parāda kopējo peļu skaitu poligonā A – uz gaišas augsnes, B – uz tumšās augsnes.

Melnā līnija norāda augsnei pretējās krāsas dzīvnieku proporcijas no visas attiecīgā poligona dzīvajiem dzīvniekiem dinamiku laikā.



Izpētot savvaļas briežu peļu ģenētiku, zinātnieki identificēja vienu mutāciju, kas atšķirās pelēm ar “tumšo” vai “gaišo” apmatojumu.. Proteīnā, kas nosaka peles apmatojuma krāsu bija notikusi 55. aminoskābes, serīna, delēcija. Citas aminoskābes izejas formas (WT) proteīnam nebija izmainītas.

Zinātnieki ekspresēja (“restaurēja”) savvaļas peles apmatojuma krāsojumu laboratorijas pelēs (skati attēlu!).

Papildini apgalvojumus par iepriekš aprakstīto pētījumu, izvēloties pareizās atbildes (5 p.)!

Aminoskābes serīna trūkums 55. pozīcijā nozīmē, ka gēnā ir notikusi [viena nukleotīda nomaiņa/ trīs nukleotīdu delēcija/ viena nukleotīda delēcija/ divu nukleotīdu delēcija].

Pēc 2 mēnešiem no eksperimenta sākuma, putni bija [visvairāk barojušies gaišajos poligonos/ visvairāk barojušies tumšajos poligonos/ barojušies tumšajos un gaišajos poligonos vienādi/ likuši poligonos mierā un barojušies citur].

Iegūtie dati liecina, ka augsnei pretējas krāsas peles [visvairāk tika izķertas gaišajos poligonos/ visvairāk tika izķertas tumšajos poligonos/ tumšajos un gaišajos poligonos tika izķertas vienādi/ netika izķertas vispār].

Visticamāk, ka sākotnēji briežu pele ir apdzīvojusi vidi ar [tumšu / gaišu/ sarkanu] augsni, un apmatojuma mutācija tai [palīdz maskēties no putniem savā tradicionāli apdzīvotajā teritorijā/ palīdz apgūt jaunas teritorijas/ palīdz atrast pretējo dzimumu].

#### 4.4. Rūpīgi iepazīsties ar doto informāciju!

Pastāv divas hipotēzes par to, kā mutācijas ietekmē organisma evolūciju. Viena norāda, ka mutācijas rodas kā atbilde uz apkārtējās vides izmaiņām, bet otra - ka mutācijas ir nejauši notikumi, kuri organismā nemitīgi rodas neatkarīgi no konkrētiem vides apstākļiem, kad attiecīgā mutācija varētu dot izdzīvošanas priekšrocības.

Lai noskaidrotu, kura no hipotēzēm precīzāk apraksta mutāciju rašanos, zinātnieki veica eksperimentu ar zarnu nūjiņām *Escherichia coli* un bakteriofāgiem alfa. Eksperimentam viņi izmantoja *E. coli* celmu, kura šūnas dalās reizi 30 minūtēs un ir uzņēmīgas pret alfa bakteriofāgu, tāpēc pēc fāga infekcijas neveido kolonijas. Taču reizēm novēro, ka dotais celms pat alfa bakteriofāga klātbūtnē tomēr veido kolonijas un šo parādību skaidro ar atsevišķu mutāciju rašanos. Uzskata, ka, ja kāda mutācija *E. coli* ir radusies, tā tiek nodota meitšūnai.

Uz agara barotnēm zinātnieki vienmērīgi uzsēja inficēt spējīgus (virulentus) alfa bakteriofāgus, nožāvēja plates un tad uzsēja *E. coli* kultūras. Pēc 24 h inkubācijas viņi saskaitīja uz katras plates izaugušās kolonijas.

Zinātnieki veica divus eksperimentus.

**Eksperiments I** – nelielu skaitu (ap 50 šūnas/ mL) *E. coli* iesēja mēģenēs A-C ar bagātīgā barotnē (kur piejamas visas *E.coli* augšanai nepieciešamās barības vielas) un izaudzēja piesātinātu *E. coli* kultūru (ap  $10^9$  šūnu/ mL). No katras mēģenes (A-C) paņēma 10 paraugus, katru 50 mikrolitru tilpumā un uzsēja šūnas uz 10 fāgu saturošām platēm; inkubēja 24 h un saskaitīja kolonijas.

**Eksperiments II** – nelielu skaitu (ap 50 šūnas/ mL) *E. coli* iesēja bagātīgā barotnē (kur piejamas visas *E.coli* augšanai nepieciešamās izejvielas) paralēli 10 mēģenēs un izaudzēja piesātinātas *E. coli* kultūras ( $10^9$  šūnu/ mL) un no katras no šīm desmit mēģenēm uzsēja šūnas uz fāgu saturošām platēm; inkubēja 24 h un saskaitīja kolonijas. Šādā veidā atkārtoja eksperimentu trīs reizes (sērijas 1-3).

Pēc I un II eksperimenta ieguva sekojošus rezultātus (skatīt attiecīgi tabulu I un II):

Atkārtojums Parauga tilpums	EXPI			mēģenes nr.	EXPII		
	A	B	C		1. sērija	2. sērija	3. sērija
	0,05	0,05	0,01		0,08		
1	14	46	4	1	10	29	1
2	15	56	2	2	18	41	3
3	13	52	2	3	125	17	5
4	12	48	3	4	10	20	6
5	15	40	5	5	14	31	0
6	12	44	2	6	27	30	44
7	15	49	4	7	3	7	12
8	16	51	2	8	17	17	15
9	20	50	4	9	17	1	0
10	13	47	7	10	1	0	0

Veic aprēķinus un atbildi uz jautājumiem, izvēloties pareizo atbilžu variantu!

Katrai no I eksperimenta mēģenēm aprēķini vidējo mutāciju skaitu, izsaki to kā mutāciju skaitu uz 0,05 uL šūnu suspensijas un noapaļo līdz veseram skaitlim (3 p.)!

Atbilde: A = .....

B = .....

C = .....

I un II eksperimentam novēroja atšķirīgus rezultātu izkliedes rādītājus. Viens no izkliedes rādītājiem ir variācija, kuru aprēķina šādi:  $s = (\text{sum}(x_{\text{vid}} - x_i)) / (n - 1)$ , kur  $n$  – novērojumu skaits,  $x_{\text{vid}}$  – vidējā vērtība,  $x_i$  –  $i$ -tā mērījuma vērtība.

Aprēķini variācijas rādītājus koloniju skaitam uz plates I eksperimenta B mēģenei un II eksperimenta 1. sērijai! Aprēķiniem izmanto šādus skaitļus: B vidējais ir 45, bet II eksperimenta 1. sērijas vidējais 24. Rezultātu noapaļo līdz veseram skaitlim (2 p.)!

Atbildes : I eksperimenta B mēģenes variācija: .....

II eksperimenta 1. sērijas variācija: .....

Zinātnieki turpināja pētījumus ar citiem organismiem un šūnu līnijām, Tavs uzdevums ir novērtēt, kā mainīsies sagaidāmais koloniju skaits uz plates, ja mainītu testa mikroorganismu vai fāga īpašības.



Britu zinātnieki atkārtoja I eksperimentu, izmantojot *E. coli* un alfa bakteriofāgu un ieguva sekojošus vidējos un izkliedes rādītājus:

	A	B	C	1	2	3
Vidējais mutāciju skaits uz $10^6$ šūnu	3	8	8	6	7	2
Variācija	6	5	4	500	80	25

Tad zinātnieki veica izmaiņas I eksperimentā - izvēlējās citu baktēriju daudzumu, citus mikroorganismus un/vai dažādus bakteriofāgus (apstākļus skatīt tabulā). Prognozē, kāds būs paredzamais koloniju skaits katrā no gadījumiem (4 p.)!

Mikroorganisma kultūra pirms uzsēšanas (šūnu skaits . mL un mL apjoms, ko uzsēja)	Uz barotnes uzklāts:	Sagaidāmais koloniju skaits uz plates
zarnu nūjiņa, $10^7$ , 0,1 ml	virulents alfa fāgs	[1-15/ koloniju nebūs/ 16 - 99/ 100 un vairāk]
Maizes raugs $10^7$ , 0,01 ml	virulents alfa fāgs	[1-15/ koloniju nebūs/ 16 - 99/ 100 un vairāk]
Maizes raugs $10^3$ , 0,01 ml	virulents alfa fāgs	[1-15/ koloniju nebūs/ 16 - 99/ 100 un vairāk]
Zarnu nūjiņa $10^7$ , 0,1 ml	ne-virulents alfa fāgs	[1-15/ koloniju nebūs/ 16 - 99/ 100 un vairāk]

Novērtē ASV un britu zinātnieku iegūtos rezultātus un balstoties uz savām zināšanām, papildini tekstu, izvēloties pareizos atbilžu variantus (9 p.)!

Ļoti ticami, ka eksperimentā(os) [I/ II/ gan I, gan II] novērotās kolonijas veidojās pateicoties mutācijām [fāga kapsulas proteīna/ piruvāta kināzes/ šūnas receptora proteīna, pie kā pieķeras

fāgs,/ šūnas ciklu regulējošā proteīna] gēnā. Ja pieņem, ka mutācijas notiek tikai kā reakcija uz fāgu klātbūtni, tad koloniju skaitam uz ikvienas fāgu saturošas plates, kur uzņests viens un tas pats baktēriju daudzums [jābūt vienādam/ jābūt atšķirīgam/ jābūt nejaušam].

Eksperimentā(os) [I/ II/ gan I, gan II] rezultāti liecina, ka izvēlētais *E. coli* celms ir uzņēmīgs pret alfa fāgu. Eksperimentā(os) [I/ II/ gan I, gan II] iegūtie dati liecina, ka veicot paralēlus baktēriju uzsējumus uz fāgu saturošām platēm no viena parauga, novērojamais koloniju skaits variē salīdzinoši nedaudz. [I/ II/ gan I, gan II] eksperimenta variācijas, kas daudzkārt pārsniedz vidējās vērtības, liecina, ka mutācijas katrā mēģenē [notiek neatkarīgi/ ir savstarpēji saistītas/ nenotiek]. Iegūtie [I/ II/ I un II] eksperimenta(u) dati liecina, ka mutācijas *E. coli* rodas [visā kultivēšanas laikā/ tikai pēdējās divās kultivēšanas stundās/ tikai kultivēšanas sākumā].

Vispārinot, dotā eksperimenta rezultāti norāda uz to, ka organismos mutācijas notiek [visu laiku/ tikai, ja uz organismiem darbojas izlases spiediens/ tikai, ja radikāli mainās vides apstākļi (piemēram, notiek katastrofa)/ tikai fāga klātbūtnē].