

## **Metodiskais materiāls. Eksperimentālais pētnieciskais laboratorijas darbs bioloģijā**

### **Katalāzes enzīma reakciju efektivitāte dažādos reakcija vides apstākļos.**

**Mērķauditorija** – Skolotāji un skolēni, apgūstot Bioloģija I (pamata un optimālo līmeni 10. klasē), Bioloģija II (augstāko līmeni 11. klasē).

**Vieta mācību procesā** veidots kā komplekss eksperimentāls pētniecisks darbs bioloģijā. Skolēniem attālinātās mācīšanās laikā, var tikt pielāgots klātienē apmācībai, praktiski veicot pētījumu un darba lapas kopsavilkuma noformēšanu atbilstoši pētnieciskās darbības soļiem.

Metodiskais materiāls satur: Darba lapu skolotājam ar darba vērtēšanas kritērijiem un sagaidāmajām atbildēm,

Skolēna darba lapa ar darba posmu nosaukumiem, metodiskajiem ieteikumiem un atbilžu tukšajām vietām

Video materiāli pielikumos:

**1. Pielikums** <https://failiem.lv/f/mj3vrzjvp#> autors **Groza Raivo 10. kl**

**2. pielikums** [2021. gada 7. martā - YouTube](#) autors: **Kurpniece Gerda 10. kl**

Informāciju sagatavoja skolotāja Inita Kriškāne

## B\_10\_PLD\_AM

## Katalāzes enzīma reakciju efektivitāte dažādos reakcija vides apstākļos

**Situācijas apraksts** Visas bioķīmiskās reakcijas šūnās notiek ar biokatalizatoru – enzīmu līdzdalību. Enzīmi ir olbaltumvielas, kuru aktivitāte atkarīga no vairākiem reakcijas norises apstākļiem: temperatūras (vairumam optimālā ir 20-40°C), pH (katalāzei optimālā ir pH7-pH11), <https://sciencing.com/ph-levels-catalase-6826245.html>. Ja vides apstākļi ir neatbilstoši, tad enzīms denaturējas vai ir mazaktīvs.

Katalāzes enzīma darbības ātrums ir viens no vislielākajiem, jo gan augu, gan dzīvnieku šūnās kā vielmaiņas blakusprodukts rodas ūdeņraža peroksīds ( $H_2O_2$ ), kurš dzīvām šūnām ir kaitīgs.

Katalāze ir enzīms, kas pārveido kaitīgo vielmaiņas blakusproduktu ( $H_2O_2$ ), par ūdeni un skābekli:  $2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2\uparrow$ .

Jo šūnās ir vairāk katalāzes (attiecībā pret substrāta daudzumu), un, jo lielāka ir molekulu saskarsmes virsma, jo reakcijas notiek ātrāk.

Katalāzes reakciju aktivitāti var noteikt pēc izdalītā skābekļa daudzuma kas audu suspensijās veido putas.

**Darba uzdevumi:**

1. Izmērit katalāzes reakcijas aktivitāti augu šūnu suspensijās pēc skābekļa veidotā putu slāņa biezuma.
2. Izvērtēt (aprēķinot) reakciju aktivitātes atšķirības šūnu suspensijās, ja mainīta reakcijas vides temperatūra, pH, substrāta daudzumu attiecībā pret enzīma daudzumu šūnu suspensijā, un samaisot reakcijas vidi.
3. Izveidot vizuālu elektronisku failu kurā nosaukti pētījuma lielumi un var redzēt pētnieciskās darbības soļus

**Darba objekts: augu suspensija, kurās atrodas katalāzes enzīms**

## I. Pētāmās problēmas izvirzīšana.

Metodisks komentārs: skolēnu darba lapā ir datu reģistrēšanas tabula ar ailišu nosaukumiem, kas palīdz definēt pētījuma lielumus un datu apstrādi

**1. Pētāmā problēma, hipotēze un lielumi** Izvēlas un grupē eksperimentam atbilstošus lielumus un/vai pazīmes. Formulē pētāmo problēmu un/vai hipotēzi, ietverot lielumus vai pazīmes. Pamato izmantojot situācijas paraksta informāciju. 3p

Pētījuma problēma: *Kā dažādi reakcijas vides apstākļi ietekmē katalāzes reakciju aktivitāti?*

Hipotēze: *Katalāzes reakciju aktivitāti visvairāk veicina reakcijas vides samaisīšana, jo palielinās reaģējošo molekulu saskarsmes virsma,*

*bet visvairāk kavē reakcijas vides temperatūras pazemināšana, jo palēninās reaģējošo molekulu kustības ātrums.*

Lielumi: *neatkarīgie: reakcijas vides apstākļi; pazemināta temperatūra (+4°C), katalāzes enzīma daudzuma palielināšana (auga suspensijas daudzums, 5 ml) skāba vide (2ml etiķa pH mazāks par 7) un reakcijas vides samaisīšana.*

*atkarīgais: reakcijā izdalītā skābekļa veidotā putu slāņa biezums, mm (mērvienība),*

*fiksētie: glāzes diametrs, mm (vērtības, mērvienība); reakcijas ilgums, 5min (vērtības, mērvienība); standarta suspensijas daudzums sākumā 5 ml, (vērtības, mērvienība); standarta  $H_2O_2$  1 ml, (vērtības, mērvienība); (5:1 attiecībā pret  $H_2O_2$  substrātu), standarta vides temperatūra, °C (vērtības, mērvienība)*

## SLA pētniecības vērtēšanā

Kritērijs /Limenis	Sācis apgūt	Turpina apgūt	Apguvis	Apguvis padziļināti
<b>Pētāma jautājuma izvirzīšana un formulēšana</b>	Vienkāršā dabaszinātniskā situācijā nosaka atkarīgo mainīgo un neatkarīgo mainīgo lielumu/pazīmes un formulē pētāmo jautājumu par vienkāršu kvalitatīvu un kvantitatīvu sakarību starp lielumiem/pazīmēm.	Pētīt dažādus informācijas avotus un dabaszinātniskus jautājumu skaidrojumus, nosaka atkarīgo mainīgo un neatkarīgo mainīgo lielumu un formulē pētāmo jautājumu par kvantitatīvu sakarību starp lielumiem. <i>Vai Kompleksā pētījumā formulē pētāmo jautājumu par kvantitatīvu sakarību starp lielumiem, izmantojot sniegto atbalstu, kurā ir dots atkarīgais mainīgais un neatkarīgais mainīgais lielums.</i>	Pētīt dažādus dabaszinātniskus modeļus un zinātniskus skaidrojumus, nosaka atkarīgo mainīgo un neatkarīgo mainīgo lielumu un formulē pētāmo jautājumu par kvantitatīvu sakarību starp lielumiem.	Pētīt dažādus dabaszinātniskus modeļus un zinātniskus skaidrojumus, formulē kompleksu starpdisciplināru pētāmo jautājumu par kvantitatīvu sakarību starp lielumiem.
<b>Hipotēzes formulēšana</b>	Formulē hipotēzi bez pamatojuma atbilstoši izvirzītajam kvalitatīvā rakstura pētāmajam jautājumam; <i>vai</i> neietver kvantitatīvu sakarību starp mainīgajiem lielumiem	Formulē hipotēzi par mācību procesā apskatītu, teorijā pamatotu, kvantitatīvu sakarību starp lielumiem; <i>vai</i> hipotēzes pamatojums ir nepilnīgs. <i>Vai jaunā situācijā izmanto atbalstu, kurā dots atkarīgais mainīgais un neatkarīgais mainīgais lielums.</i>	Formulē jaunā situācijā, teorijā pamatotu, hipotēzi ietverot kvantitatīvu sakarību starp lielumiem.	Formulē hipotēzi starpdisciplināram pētījumam ietverot kvantitatīvu sakarību starp lielumiem ar pamatojumu, kas iekļauj dažādu zinātnisku teoriju atziņas.

**2. Darba piederumi, vielas** Izvēlas atbilstošus piederumus, vielas, paskaidrojot to lietošanu lielumu vai pazīmju noteikšanai *Norāda ierīces mērapjomu, iedaļas vērtību*  
*3p darba piederumu izvēle*

**Ūdeņraža pārskābe (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), augu suspensija (kartupeļu bumbuļa/ bietes/ burkāna/ kāposta)**

Darba piederumi: neatkarīgā lieluma mērīšanai; *lineāls- suspensijas sākuma daudzuma mērīšanai* (izmantošanas mērķis), *200 mm*

mērapjoms, *1mm* iedaļas vērtība

atkarīgā lieluma mērīšanai: *lineāls- skābekļa veidotā putu slāņa mērīšanai* (izmantošanas mērķis)

fiksētā lieluma mērīšanai: *mēršīrce- standart daudzuma suspensijas un substrāta H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> un etiķa daudzuma mērīšanai* (izmantošanas mērķis), *60 ml* mērapjoms, *1ml* iedaļas vērtība

*termometrs- reakcijas vides temperatūras mērīšanai 80 °C* mērapjoms, *1 °C* iedaļas vērtība

*taimeris- reakcijas ilguma kontrolēšanai* (izmantošanas mērķis), *neierobežots* mērapjoms, *0,1s* iedaļas vērtība

*5 glāzes ar vienādu diametru- reakcijas vieta, etiķis-vides paskābināšanai, ledusskapis- reakcijas vides pazemināšanai, koka nūjiņa -samaisīšanai.*

**SLA pētniecības vērtēšana**

Kritērijs /Limenis	Sācis apgūt	Turpina apgūt	Apguvis	Apguvis padziļināti
<b>Vielu, laboratorijas trauku, piederumu, izpētes objektu un ierīču izvēle</b>	No dotā sarasta, ievērojot drošas darba metodes, izvēlas <b>vienkāršam eksperimentam</b> nepieciešamās vielas, laboratorijas traukus, piederumus un ierīces, kartes, izpētes objektus, organisma noteicējus, pamato savu izvēli.	Ievērojot drošas darba metodes, <b>izvēlas eksperimentam</b> nepieciešamās vielas, laboratorijas traukus, piederumus un ierīces, kartes, izpētes objektus, organisma noteicējus, <b>pamato savu izvēli.</b>	Kompleksa pētījuma metodei izvēlas nepieciešamās vielas, laboratorijas traukus, piederumus un ierīces, kartes, izpētes objektus, organisma noteicējus, <b>pamato savu izvēli</b> ar mērtrauku un mērierīču precizitāti, atbilstību zaļās ķīmijas principiem un drošām darba metodēm.	Kompleksa pētījuma metodei <b>racionāli</b> izvēlas nepieciešamās vielas, laboratorijas traukus, piederumus un ierīces, kartes, izpētes objektus, organisma noteicējus, <b>pamato savu izvēli</b> ar mērtrauku un mērierīču precizitāti, atbilstību zaļās ķīmijas un vides ilgtspējīgas attīstības principiem (resursu ekonomija, recirkulācija), un drošām darba metodēm.

**3. Darba gaita** Apraksta darbību secību lielumu: *neatkarīgā, atkarīgā mērīšanai vai noteikšanai, fiksēto lielumu reģistrēšana* izmantojot izvēlētos darba piederumus un vielas, lai iegūtu pietiekamus un ticamus datus. Paredz drošības noteikumu ievērošanu. *3p darba gaitas plānošana un ievērošana*

Solis drošības noteikumiem: *rīkoties uzmanīgi ar kodīgo ūdeņraža pārskābi, stikla traukiem, strāvu, rīvi suspensijas ieguvei.*

Solis fiksētā lieluma mērīšanai: *izmēra standarta vides temperatūru*

*Kontroles paraugā ir 5ml suspensijas, dabiska pH vide un reakcijas vides temperatūra*

Solis fiksētā lieluma mērīšanai: *piecās glāzēs iepilda 5ml kartupeļu suspensiju* (ne mazāk kā 5/1: suspensija /pārskābe)

Solis neatkarīgā lieluma mērīšanai: *veic izmaiņas reakcijas vidēs: vienai glāzei pievieno etiķi 2ml, vienu glāzi ievieto ledusskapī ar 4°C, vienai glāzei pievieno papildus 5ml suspensijas (2 reizes vairāk kā kontroles paraugā).*

Solis fiksētā lieluma mērīšanai: *izmēra sākuma suspensijas daudzumu glāzēs*

*Visām suspensijām pievieno 1ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> un glāzes saturu, (kurā ir standarta temperatūra, standarta pH un standarta suspensijas daudzums) samaisa.*

Solis atkarīgā lieluma mērīšanai: *Uzņem laiku 5 minūtes, izmēra kopējo suspensijas un putu slāņa augstumu mm.*

Datu apstrādes solis, kas skaitliski raksturo atkarīgā lieluma izmaiņas. *Aprēķina O<sub>2</sub> veidotā putu slāņa augstumu mm un aprēķina putu slāņa izmaiņas katrā eksperimenta paraugā salīdzinoši ar kontroli.*

**4. Eksperimentālā darbība, datu reģistrēšana un apstrāde** Patstāvīgi, korekti reģistrē lielumus! Precīzi apstrādā datus, izvēloties piemērotus aprēķinu veidus un mērvienības, parāda datu apstrādes piemēru. *+3p piederumu lietošana +3p tabulas izveide ar reģistrētiem lielumiem +3p datu apstrāde*

*Tabula. Katalāzes reakcijas vides apstākļi un izdalītā skābekļa putu slāņa biežums*

Nr.	Katalāzes reakcijas vides apstākļi				Augu suspensijas daudzums (ar ledu, skābi/sodu) sākumā traukā, mm	Reakcijas beigu slāņa biežums, mm		
	Vides temperatūra, °C	Vides pH, (neitrāla/skāba)	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> daudzums, ml	Reakcijas vides samaisīšana, (-/+)		Suspensijas un O <sub>2</sub> veidotā slāņa biežums	Aprēķinātais O <sub>2</sub> veidotā slāņa biežums	Aprēķinātā starpība salīdzinoši ar kontroli
1 kontrole	22	neitrāla	1	-	5	14	10	
2	22	skāba	1	-	5	15	5	-5
3	5	neitrāla	1	-	5	14	8	-2
4	22	neitrāla	1	+	5	14	6	-4
5	22	neitrāla	1	-	10	28	13	+3

**SLA pētniecības vērtēšana**

Kritērijs /Limenis	Sācis apgūt	Turpina apgūt	Apguvis	Apguvis padziļināti
<b>Eksperimentālā darbība un datu reģistrēšana</b>	Paraugi izpētei ir doti. Veic eksperimentu skolotāja vadībā vai veic atsevišķas eksperimentālās darbības soļus, ievērojot drošas darba metodes.  Izveidotā datu tabula neietver visus nepieciešamos lielumus/pazīmes; <b>vai reģistrē pētījumā iegūtos datus, izmantojot atbalstu, kurā ir dots datu reģistrācijas veids.</b>	<b>Ar skolotāja atbalstu</b> , sagatavo izpētes paraugus vai izveido eksperimentālo iekārtu. Veic eksperimentu, ievērojot darba gaitu un drošas darba metodes, bet piederumu lieto <b>nepilnīgi</b> (piem., lieto piederumus neatbilstoši to izmantošanas mērķim, izvēlas mērierīci nepareizo mērapjomu). <b>Vai nestandarta situācijā nepieciešama instrukcija ierīču lietošanai, iekārtas sastādīšanai.</b> <b>Nepilnīgi reģistrē pētījumā iegūtos kvantitatīvos un kvalitatīvos datus</b> (piem. tabulā, neietver lieluma mērvienības vai visus fiksētos lielumus).	<b>Patstāvīgi</b> sagatavo izpētes objektu. Veic eksperimentu, <b>jaunā situācijā, kas sastāv no vairākiem posmiem, lieto piederumus, un sastāda vienkāršas iekārtas.</b> Reģistrē iegūtos kvantitatīvos datus, izmantojot arī IT rīkus.	<b>Patstāvīgi</b> sagatavo izpētes objektu atbilstoši izvēlētajai pētījuma metodei. Veic <b>starpdisciplināru</b> eksperimentu, ievērojot darba gaitu un drošas darba metodes, pareizi lieto vielas, laboratorijas traukus un piederumus, izpētes objektus un sastāda <b>sarežģītas iekārtas.</b>
<b>Datu apstrāde</b>	Pētījuma datus apstrādā, pieļaujot kādā posmā būtiskas kļūdas, veic aprēķinus; attēlo datus grafikā; <b>vai pētījuma datus apstrādā, izmantojot atbalstu, kurā ir dots kā veikt datu apstrādi.</b>	<b>Nepilnīgi</b> apstrādā pētījuma datus, pieļaujot neprecizitātes vai nebūtiskas kļūdas (veicot aprēķinus, attēlojot datus grafikā), izmantojot arī IT rīkus. <b>Vai pētījuma datus apstrādā, izmantojot atbalstu, kurā ir dots kā veikt kādu datu apstrādes posmu.</b>	Apstrādā pētījuma datus: veic aprēķinus; iegūst matemātisku sakarību starp neatkarīgo un atkarīgo lielumu; attēlo datus grafikā, paredzot atbilstošu nosaukumu, fizikālo lielumu atbilstošas mērvienības, izmantojot IT rīkus.	Pētījuma datu apstrādē nosaka <b>korelāciju</b> starp mainīgajiem lielumiem

### III. Datu un rezultātu analīze un izvērtēšana

**5. Rezultātu analīze** Novērtē kopējo tendenci (vai starp lielumiem ir atkarība, kāda) Loģiski un pamatoti (ar skaitļiem) analizē apstrādātos datus (kas, kā izmainās, kādēļ), salīdzina ar informācijas avotiem (situācijas aprakstu un izvirzīto hipotēzi), sniedz personīgu novērtējumu par konstatētajām nepilnībām. 3p.  
Kopējā tendence, pamatota ar datu apstrādes skaitļiem. Iegūto datu skaidrojums un salīdzināšana atbilstoši situācijas aprakstam.

*Katalāzes reakciju aktivitāti visvairāk samazina skābe vide, samazinot izdalītā O<sub>2</sub> daudzumu divas reizes, kas atbilst teorētiskajiem informācijas avotiem, ka katalāze ir aktīva sārmainā vidē. Pazeminot reakcijas vides temperatūru no 20°C līdz 5°C izdalītā O<sub>2</sub> daudzums samazinās par 20%, kas atbilst fizikāli ķīmiskām likumsakarībām par temperatūras ietekmi uz molekulu kustību ķīmisko reakciju laikā.*

*Samaisot reakcijas vidi reģistrēts par 40% mazāks izdalītā skābekļa daudzums, kas neatbilst situācijas aprakstā minētajam par molekulu saskarsmes virsmas palielināšanas nozīmi reakciju norisē. Iespējams neatbilstības cēlonis ir pārāk liela maisīšana, kuras rezultātā skābeklis izdalījās no putu slāņa.*

*Visvairāk izdalītā skābekļa reģistrēts paraugā ar divas reizes palielinātu enzīma daudzumu, tas pieauga par 30% salīdzinoši ar kontroles paraugu. Rezultāts liecina, ka 1ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> substrāta neitralizēšanai nepieciešama vairāk kā desmitkārtīga katalāzi saturoša auga suspensija.*

*Pētījumā reģistrētie putu slāņa pieauguma mērījumi skābes vides un maisīšanas ietekmes paraugos atšķiras par 1mm, kas atbilst mērierīces iedaļas vērtībai, tādēļ nav precīzi.*

#### SLA pētniecības vērtēšanā

Kritērijs /Līmenis	Sācis apgūt	Turpina apgūt	Apguvis	Apguvis padziļināti
Datu analīze	Analizē pētījuma datus, pieļaujot būtisku kļūdu (piem., kļūdaini noformulē likumsakarību), rezultātus nesalīdzina ar informācijas avotiem, lieto nekorekti dabaszinātņu terminoloģiju, fizikālo lielumu apzīmējumus un atbilstošas mērvienības. <b>Vai</b> analizē pētījuma datus pēc dotā parauga un izmantojot piedāvātos informācijas avotus.	<b>Nepilnīgi</b> analizē pētījuma, pieļaujot neprecizitātes, aprakstot pētījuma datus un atklātas likumsakarības, salīdzinot rezultātus ar informācijas avotiem, <b>lietojot dabaszinātņu terminoloģiju</b> , fizikālo lielumu apzīmējumus un atbilstošas mērvienības. <b>Vai</b> analizē pētījuma datus, atbildot uz atbalsta materiālā sniegtajiem jautājumiem un izmantojot piedāvātos informācijas avotus.	Analizē pētījuma datus, identificējot kļūdainus datus, aprakstot un <b>skaidrojot</b> atklātas likumsakarības, salīdzinot <b>apstrādātos datus</b> ar izziņas avotiem <b>korekti</b> izmantojot <b>dabaszinātņu terminoloģiju</b> , fizikālo lielumu atbilstošas mērvienības.	Analizē pētījuma datus, identificējot kļūdainus datus, aprakstot un skaidrojot atklātas likumsakarības, salīdzinot rezultātus ar <b>primāriem</b> informācijas avotiem, izmantojot <b>datu bāzes</b> . Veic datu analīzi, izmantojot <b>zinātņu valodu</b> .

**6. Eksperimenta izvērtēšana** Izvērtē eksperimenta trūkumus un ierobežojumus. Ierosina reālus uzlabojumus attiecībā uz identificētajiem trūkumiem un ierobežojumiem. 3p.  
*Kādi precīzāki instrumenti, kāds pētījuma apjoms, ticamībai-atkārtojumu skaits, ja mainās fiksētie lielumi- kā to novērst!*

Priekšlikumi ticamības (cik reizes) palielināšanai: *Lai palielinātu ticamību katrā paraugā mērījumi jāveic vismaz 3 atkārtojumos*

Mērījumu (mērierīces) precizitātes palielināšanai *Jāpalielina reaģējošo vielu daudzumi divas reizes vai jāveic ķīmiskā reakcija traukā ar mazāku diametru vai reaģējošo vielu daudzumu jāmēra lietojot pipeti ar mazāku iedaļas vērtību 0,1ml. Vai jāizmanto skābekļa sensors, kas reģistrēs izdalītā skābekļa molekulu skaitu tilpuma vienībā, ppm. Reakcijas vides skābumu mērit izmantojot pH indikatoru.*

Uzlabojumi iegūto/ neiegūto datu pilnveidei *Lai noskaidrotu reakcijas vides ietekmi reaģējošās vielas samaisīt vienu reizi maksimāli ātri pēc H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> pievienošanas. Iespējams, ka reakcijas ilguma palielināšana līdz 10 minūtēm palielinātu skābekļa izdalītā putu slāņa biezuma mērījumu atšķirības.*

*Skābekļa sensora izmantošana ļauj iegūt atbilstošu lielumu reakcijā izdalītā skābekļa daudzuma mērīšanai kā putu slāņa augstuma mērīšana.*

#### SLA pētniecības vērtēšanā

Kritērijs /Līmenis	Sācis apgūt	Turpina apgūt	Apguvis	Apguvis padziļināti
Pētījuma izvērtēšana un uzlabojumi	Norāda <b>nebūtiskus</b> vai konstatē <b>atsevišķus</b> eksperimenta trūkumus vai ierobežojumus. Ierosina <b>neralizējamus</b> uzlabojumus. <b>Vai</b> izvērtē pētījuma darba gaitu pēc dotā parauga un kritērijiem un piedāvā pētījuma uzlabojumus.	<b>Nepilnīgi</b> izvērtē pētījumu, pieļaujot neprecizitātes, aprakstot eksperimenta trūkumus un ierobežojumus, ierosina <b>nebūtiskus</b> uzlabojumus, kas neietekmē iegūto datu ticamību un precizitāti. <b>Vai</b> izvērtē pētījuma darba gaitu un piedāvā pētījuma uzlabojumus, atbildot uz <b>atbalsta materiālā</b> sniegtajiem jautājumiem.	Izvērtē pētījuma darba gaitu (izvēlēto mērierīču un izvēlētos eksperimentālās metodes ierobežojumus), datu ticamību un precizitāti, iespējamos kļūdu avotus un piedāvā pētījuma <b>reālus, konkrētus</b> uzlabojumus attiecībā uz identificētajiem trūkumiem un ierobežojumiem.	Izvērtē <b>kompleksa starpdisciplināra</b> pētījuma darba gaitu, mērījumu ticamību, iespējamos kļūdu avotus un nosaka datu analīzes ierobežojumus (mērījuma kļūda, paraugu izlases veidošanas neprecizitātes), piedāvā uzlabojumus vai citus reālus, konkrētus risinājuma veidus (piem., cita metode, citas ierīces).

**7. Secinājumi un argumentācija** Secinājumus precīzi formulē atbilstoši pētāmajai problēmai un/vai hipotēzei un iegūtajiem rezultātiem! 3p.

1. *Hipotēze: Ka katalāzes reakciju aktivitāti visvairāk veicina reakcijas vides samaisīšana, jo palielinās reaģējošo molekulu saskarsmes virsma, bet visvairāk kavē reakcijas vides temperatūras pazemināšana, jo palēninās reaģējošo molekulu kustības ātrums neapstiprinās.* (apstiprinās/neapstiprinās)

2. *Visvairāk, par 30%, reakcijas norisi kartupeļu suspensijā veicina enzīma daudzuma palielināšana 2 reizes.*

3. *Pētījumā konstatēts, ka skābe reakcijas vide samazina izdalītā skābekļa daudzumu par 50%.* (pamatot ar aprēķinātajām vērtībām)

#### SLA pētniecības vērtēšanā

Kritērijs /Līmenis	Sācis apgūt	Turpina apgūt	Apguvis	Apguvis padziļināti
Secinājumi un argumentācija	<b>Nepilnīgi</b> saista pētāmo jautājumu un/vai hipotēzi ar iegūtajiem rezultātiem, formulējot secinājumus par saskatītajām likumsakarībām.	Formulē secinājumus atbilstoši pētāmajam jautājumam un/vai hipotēzei un iegūtajiem rezultātiem.	Formulē secinājumus, veidojot pierādījumus balstītus zinātniskus argumentus atbilstoši pētāmajam jautājumam un/vai hipotēzei un iegūtajiem rezultātiem un/vai formulē <b>vispārīgus</b> secinājumus pētījumā.	Formulē secinājumus, veidojot pierādījumus balstītus zinātniskus argumentus atbilstoši pētāmajam jautājumam un/vai hipotēzei un iegūtajiem rezultātiem un/vai <b>vispārīgus</b> secinājumus pētījumā. Apraksta <b>secinājumu ierobežojumus</b> , atsaucoties uz pierādījumu trūkumu

Pētījuma darba daļa:	1. Pētāmā problēma, hipotēze un lielumi	2. Darba piederumi, vielas	3. Darba gaita	4. Eksperimentālā darbība, iegūto datu reģistrēšana un apstrāde	5. Rezultātu analīze	6. Eksperimenta izvērtēšana	7. Secinājumi un argumentācija	8. Prezentācija	Kopā
Punkti	3	3	3	9	3	3	3	3	24

## B\_10\_PLD\_AM

## Katalāzes enzīma reakciju efektivitāte dažādos reakcija vides apstākļos

**Situācijas apraksts** Visas bioķīmiskās reakcijas šūnās notiek ar biokatalizatoru – enzīmu līdzdalību. Enzīmi ir olbaltumvielas, kuru aktivitāte atkarīga no vairākiem reakcijas norises apstākļiem: temperatūras (vairumam optimālā ir 20-40°C), pH (katalāzei optimālā ir pH7-pH11), <https://sciencing.com/ph-levels-catalase-6826245.html>. Ja vides apstākļi ir neatbilstoši, tad enzīms denaturējas vai ir mazaktīvs.

Katalāzes enzīma darbības ātrums ir viens no vislielākajiem, jo gan augu, gan dzīvnieku šūnās kā vielmaiņas blakusprodukts rodas ūdeņraža peroksīds ( $H_2O_2$ ), kurš dzīvām šūnām ir kaitīgs.

Katalāze ir enzīms, kas pārveido kaitīgo vielmaiņas blakusproduktu ( $H_2O_2$ ), par ūdeni un skābekli:  $2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2\uparrow$ .

Jo šūnās ir vairāk katalāzes (attiecībā pret substrāta daudzumu), un, jo lielāka ir molekulu saskarsmes virsma, jo reakcijas notiek ātrāk.

Katalāzes reakciju aktivitāti var noteikt pēc izdalītā skābekļa daudzuma kas audu suspensijās veido putas.

**Darba uzdevumi:**

1. Izmērit katalāzes reakcijas aktivitāti augu šūnu suspensijās pēc skābekļa veidotā putu slāņa biezuma.
2. Izvērtēt (aprēķinot) reakciju aktivitātes atšķirības šūnu suspensijās, ja mainīta reakcijas vides temperatūra, pH, substrāta daudzumu attiecībā pret enzīma daudzumu šūnu suspensijā, un samaisot reakcijas vidi.
3. Izveidot vizuālu elektronisku failu kurā nosaukti pētījuma lielumi un var redzēt pētnieciskās darbības soļus

**Darba objekts: augu suspensija, kurās atrodas katalāzes enzīms**

## I. Pētāmās problēmas izvirzīšana.

**1. Pētāmā problēma, hipotēze un lielumi** Izvēlas un grupē eksperimentam atbilstošus lielumus un/vai pazīmes. Formulē pētāmo problēmu un/vai hipotēzi, ietverot lielumus vai pazīmes. Pamato izmantojot situācijas paraksta informāciju. 3p

Pētījuma problēma: ..... ?

Hipotēze: ..... visvairāk veicina .....,

bet visvairāk kavē .....

Lielumi: neatkarīgie: .....; .....; .....

.....

atkarīgais: ....., ..... (mērvienība),

fiksētie: ....., ..... (vērtības, mērvienība); ....., ..... (vērtības, mērvienība);

..... (vērtības, mērvienība); ....., ..... (vērtības, mērvienība); (5:1 attiecībā pret  $H_2O_2$

substrātu), ..... (vērtības, mērvienība)

## II Darba plānošana Eksperimentālo prasmju izvērtējums Datu reģistrēšanas veida izvēle un datu reģistrēšana

**2. Darba piederumi, vielas** Izvēlas atbilstošus piederumus, vielas, paskaidrojot to lietošanu lielumu vai pazīmju noteikšanai *Norāda ierīces mērapjomu, iedaļas vērtību* 3p darba piederumu izvēle

**Ūdeņraža pārskābe ( $H_2O_2$ ), augu suspensija (kartupeļu bumbuļa/ bietes/ burkāna/ kāposta)**

Darba piederumi: neatkarīgā lieluma mērīšanai; ..... - ..... (izmantošanas mērķis), ..... mērapjoms, ..... iedaļas vērtība

atkarīgā lieluma mērīšanai: ..... - ..... (izmantošanas mērķis)

fiksētā lieluma mērīšanai: ..... - ..... (izmantošanas mērķis), ..... mērapjoms, ..... iedaļas vērtība

..... mērapjoms, ..... iedaļas vērtība

..... (izmantošanas mērķis), ..... mērapjoms, ..... iedaļas vērtība

....., ....., ....., .....

**3. Darba gaita** Apraksta darbību secību lielumu: *neatkarīgā, atkarīgā mērīšanai vai noteikšanai, fiksēto lielumu reģistrēšana* izmantojot izvēlētos darba piederumus un vielas, lai iegūtu pietiekamus un ticamus datus. Paredz drošības noteikumu ievērošanu. 3p darba gaitas plānošana un ievērošana

Solis drošības noteikumiem: .....

Solis fiksētā lieluma mērīšanai: .....

.....

Solis fiksētā lieluma mērīšanai: .....

(ne mazāk kā 5/1: suspensija /pārskābe)

Solis neatkarīgā lieluma mērīšanai: .....

.....

.....

Solis fiksētā lieluma mērīšanai: .....

.....

Solis atkarīgā lieluma mērīšanai: .....

.....

Datu apstrādes solis, kas skaitliski raksturo atkarīgā lieluma izmaiņas. ....

.....

**4. Eksperimentālā darbība, datu reģistrēšana un apstrāde** Patstāvīgi, korekti reģistrē lielumus! Precīzi apstrādā datus, izvēloties piemērotus aprēķinu veidus un mērvienības, parāda datu apstrādes piemēru. +3p piederumu lietošana +3p tabulas izveide ar reģistrētiem lielumiem +3p datu apstrāde

Tabula. Katalāzes reakcijas vides apstākļi un izdalītā skābekļa putu slāņa biezums

Nr.	Katalāzes reakcijas vides apstākļi				Augu suspensijas daudzums (ar ledu, skābi/sodu) sākumā traukā, mm	Reakcijas beigu slāņa biezums, mm		
	Vides temperatūra, °C	Vides pH, (neitrāla/skāba)	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> daudzums, ml	Reakcijas vides samaisīšana, (-/+)		Suspensijas un O <sub>2</sub> veidotā slāņa biezums	Aprēķinātais O <sub>2</sub> veidotā slāņa biezums	Aprēķinātā starpība salīdzinoši ar kontroli
1 kontrole								<del>XXXX</del>
2								
3								
4								
5								

**III. Datu un rezultātu analīze un izvērtēšana**

**5. Rezultātu analīze** Novērtē kopējo tendenci (vai starp lielumiem ir atkarība, kāda) Loģiski un pamatoti (ar skaitļiem) analizē apstrādātos datus (kas, kā izmainās, kādēļ), salīdzina ar informācijas avotiem (situācijas aprakstu un izvirzīto hipotēzi), sniedz personīgu novērtējumu par konstatētajām nepilnībām. 3p.

Kopējā tendence, pamatota ar datu apstrādes skaitļiem. Iegūto datu skaidrojums un salīdzināšana atbilstoši situācijas aprakstam.

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

**6. Eksperimenta izvērtēšana** Izvērtē eksperimenta trūkumus un ierobežojumus. Ierosina reālus uzlabojumus attiecībā uz identificētajiem trūkumiem un ierobežojumiem. 3p

Kādi precīzāki instrumenti, kāds pētījuma apjoms, ticamībai-atkārtojumu skaits, ja mainās fiksētie lielumi- kā to novērst

Priekšlikumi ticamības (cik reizes) palielināšanai: .....

.....

Mērījumu (mērierīces) precizitātes palielināšanai .....

.....  
 .....

Uzlabojumi iegūto/ neiegūto datu pilnveidei .....

.....  
 .....  
 .....  
 .....

**7. Secinājumi un argumentācija** Secinājumus precīzi formulē atbilstoši pētāmajai problēmai un/vai hipotēzei un iegūtajiem rezultātiem!

3p.

1. Hipotēze: .....

. (apstiprinās/neapstiprinās)

2. ....

3. ....

(pamatot ar aprēķinātajām vērtībām)

Pētījuma darba daļa:	1. Pētāmā problēma, hipotēze un lielumi	2. Darba piederumi, vielas	3. Darba gaita	4. Eksperimentālā darbība, iegūto datu reģistrēšana un apstrāde	5. Rezultātu analīze	6. Eksperimenta izvērtēšana	7. Secinājumi un argumentācija	8. Prezentācija	Kopā
Punkti	3	3	3	9	3	3	3	3	24