

Erudīcijas konkurss skolēniem

Neklāties kārta – Bioloģija

Pareizās atbildes un risinājumi

Testa uzdevums

Vērtēšana - Par katru pareizu atbildi 2 punkti! (20 punkti)

Nr.	Jautājums	Pareizā atbilde	Īss paskaidrojums
1.	Kāda molekula darbojas kā galīgais elektronu akceptors šūnu elpošanas procesā?	C	Skābeklis
2.	Kura organelle ir visvairāk sastopama muskuļu šūnās to augstā enerģijas patēriņa dēļ?	B	Mitohondriji
3.	Kura struktūra zīdītājos savieno augli ar placentu?	D	Nabassaite
4.	Kurš ir pareizais termins dzīvniekiem, kuri uztur nemainīgu ķermeņa iekšējo temperatūru?	A	Homeotermisks
5.	Kas ir fototropisms augos?	B	Augšana atkarībā no gaismas virziena
6.	Kuru biomu raksturo ļoti zemas temperatūras, mūžīgais sals un ierobežota veģetācija?	B	Tundra

Nr.	Jautājums	Pareizā atbilde	Īss paskaidrojums
7.	Kāds ir termins, kas apzīmē sugu, kura nonāk jaunā vidē un rada kaitējumu?	C	Invazīvā suga
8.	Kas ir „bioinformātika”?	C	Datoru sistēmu izmantošana bioloģisko datu analīzei
9.	Kāds process ietver tiešas manipulācijas ar organisma genomu, izmantojot biotehnoloģijas metodes?	D	Gēnu inženierija
10.	Kāds ir glikozes daudzums asinīs veselam cilvēkam tukšā dūšā (pēc vismaz 8 stundām kopš pēdējās ēdienreizes)?	A	3,3 - 5,5 mmol/l



1. Rēķināmais uzdevums

Uzdevumu atrisinājumi:

(1) **A:** Plūsmas ātrums noteikts, izmantojot formulu: $D = f/V$,

kur D – plūsmas ātrums (h^{-1});

f – barotnes pievadīšanas ātrums (mL/h);

V – bioreaktora darba tilpums (mL).

Aprēķināšanas gaita: $D = f/V = 150/0,75 \cdot 1000 = 0,2 \text{ h}^{-1}$

(2) **A:** Stacionāros apstākļos kultūras specifiskais augšanas ātrums atbilst plūsmas ātrumam, jo ir nepieciešams uzturēt stacionāru biomasas daudzumu, līdz ar to bioreaktorā laika vienībā jāveidojas tik pat daudz biomasas, cik tiek aizvadīts. Tātad: $\mu = D$ jeb $\mu = 0,2 \text{ h}^{-1}$.

(3) **A:** Dubultošanās laiks izteikts, izmantojot sakarību: $t_d = \ln 2/\mu$, par pareizu uzskatāma arī formula $t_d = 0,693/\mu$,

kur t_d - kultūras dubultošanās laiks (h);

μ - kultūras specifiskais augšanas ātrums (h^{-1}).

Aprēķināšanas gaita: $t_d = \ln 2/\mu = 0,693/0,2 = 3,47 \text{ h}$

(4) **A:** Biomasas iznākums aprēķināts, izmantojot sakarību $Y_{x/s} = X/S_0 - S$,

kur $Y_{x/s}$ - biomasas iznākums (g/g);

X – biomasas koncentrācija hemostatā (g/L);

S_0 – substrāta koncentrācija pievadē (g/L);

S – substrāta koncentrācija kultivēšanas beigās (g/L)

Aprēķināšanas gaita: $Y_{x/s} = X/S_0 - S = 5,4/12 - 1,2 = 0,5 \text{ g/g}$

(5) **A:** Glikozes uzņemšanas ātrums aprēķināms pēc formulas: $q_s = \mu/Y_{x/s}$,

kur q_s – specifiskais oglekļa substrāta uzņemšanas ātrums ($\text{mol}/(\text{g} \cdot \text{h})$);

μ - kultūras specifiskais augšanas ātrums (h^{-1});

$Y_{x/s}$ – biomasas iznākums uz molu patērētā substrāta (g/mol)

Aprēķināšanas gaita:

1) Izsaka (4) punktā aprēķināto biomasas iznākumu g/mol :

$$Y_{x/s} = 0,5 \text{ g/g} \cdot 180,156 \text{ g/mol} = 90,1 \text{ g/mol}$$

2) Aprēķina specifisko oglekļa substrāta uzņemšanas ātrumu:

$$q_s = \mu/Y_{x/s} = 0,2/90,1 = 0,0022 \text{ mol/g} \cdot \text{h} = 2,2 \text{ mmol/g} \cdot \text{h}$$



(6) **A:** Stacionārā režīmā biomasas koncentrācija X nemainās. Tāpēc šūnu augšanas ātrumam jābūt vienādam ar to ātrumu, ar kādu biomasa izskalojas no reaktora. Tas nozīmē, ka plūsmas ātrums D nosaka sistēmas augšanas ātrumu μ .

(7) **A:** Izmanto tās pašas formulas, kuras (4) un (5).

Aprēķināšanas gaita biomasas iznākumam uz substrāta vienībām:

$$Y_{x/s} = X/S_0 - S = 5,4/3 - 0,3 = 2 \text{ g/g}$$

Aprēķināšanas gaita substrāta uzņemšanas ātrumam:

$$q_s = \mu/Y_{x/s} = 0,2 / 2 \cdot 180,156 = 0,00056 \text{ mol/g}\cdot\text{h} = 0,56 \text{ mmol/g}\cdot\text{h}$$

Vērtēšanas kritēriji (kopā 15 punkti):

(1) Maksimums: 2p

- 2p – pareiza formula, pareizs skaitliskais rezultāts, pareiza mērvienība
- 1.5p - pareiza formula, pareizs skaitliskais rezultāts, kļūda mērvienībā
- 1p - pareiza formula, nepareizs skaitliskais rezultāts, pareiza mērvienība
- 0.5p - pareiza formula, nepareizs skaitliskais rezultāts, nepareiza mērvienība
- 0p – nepareiza formula, nepareizs skaitliskais rezultāts

(2) Maksimums: 1p

- 1p – pareiza formula, pareizs skaitliskais rezultāts, pareiza mērvienība
- 0.5p - pareiza formula, nepareizs skaitliskais rezultāts
- 0p – nepareiza formula, nepareizs skaitliskais rezultāts

(3) Maksimums: 2p

- 2p – pareiza formula, pareizs skaitliskais rezultāts, pareiza mērvienība
- 1.5p - pareiza formula, pareizs skaitliskais rezultāts, kļūda mērvienībā
- 1p - pareiza formula, nepareizs skaitliskais rezultāts, pareiza mērvienība
- 0.5p - pareiza formula, nepareizs skaitliskais rezultāts, nepareiza mērvienība
- 0p – nepareiza formula, nepareizs skaitliskais rezultāts

(4) Maksimums: 3p

- 3p – pareiza formula, pareizs skaitliskais rezultāts, pareiza mērvienība
- 2.5p - pareiza formula, pareizs skaitliskais rezultāts, kļūda mērvienībā
- 1.5p - pareiza formula, nepareizs skaitliskais rezultāts, pareiza mērvienība
- 1p - pareiza formula, nepareizs skaitliskais rezultāts, nepareiza mērvienība
- 0p – nepareiza formula, nepareizs skaitliskais rezultāts

(5) Maksimums: 3p

- 3p – pareiza formula, pareizs skaitliskais rezultāts, pareiza mērvienība
- 2.5p - pareiza formula, pareizs skaitliskais rezultāts, kļūda mērvienībā
- 1.5p - pareiza formula, nepareizs skaitliskais rezultāts, pareiza mērvienība
- 1p - pareiza formula, nepareizs skaitliskais rezultāts, nepareiza mērvienība
- 0p – nepareiza formula, nepareizs skaitliskais rezultāts



(6) Maksimums: 1p

- 1p – pamatots ar stacionāro režīmu un skaidrots, ka biomasas koncentrācija
- nemainās
- 0.5p - pamatots ar stacionāro režīmu
- 0p – nav sniegts pamatojums vai pamatojums sniegt nesaistīti ar jautājumu

(7) Maksimums: 3p

- 3p – pareiza formula, pareizs skaitliskais rezultāts, pareiza mērvienība, pamatojums biomasas iznākamam uz substrāta vienību izmaiņām balstās uz matemātisku sakarību - pēc formulas $Y_{x/s}$ ir tieši atkarīgs no $X/(S_0-S)$. Kā arī skaidrots, ka izmaiņa notikusi tikai šajos teorētiskajos apstākļos, reālajā vidē izmaiņa nav viennozīmīga, jo mainoties glikozes koncentrācijai, mainītos arī biomasas koncentrācija X.
- 2p - pareiza formula, pareizs skaitliskais rezultāts, pareiza mērvienība, pamatojums biomasas iznākamam uz substrāta vienību izmaiņām balstās uz matemātisku sakarību - pēc formulas $Y_{x/s}$ ir tieši atkarīgs no $X/(S_0-S)$
- 1p - pareiza formula, pareizs skaitliskais rezultāts, pareiza mērvienība, nav sniegts

2. Uzdevums “ SEM noslēpumi”

Pareizās atbildes

Nr. p. k.	SEM attēlam atbilstošais burts	Objekts vai tā daļa
1.	A	Čia sēkla
2.	B	Mats
3.	C	Diegs/dzija
4.	D	Koka miza
5.	E	Koksne
6.	F	Papīrs
X.	G	Neatbilst neviens objekts attēlā
7.	H	Ziemassvētku kaktusa ziedputekšņi
8.	I	Magoņu sēkla
9.	J	Ziemassvētku kaktusa auglenīca/drīksna
10.	K	Ziemassvētku kaktusa ziedlapa/vainaglapa

Vērtēšanas kritēriji (10 punkti)

- Par SEM attēlam pareizi piemeklētu atbilstošu objektu tiek piešķirts **1 punkts**.
- Papildus tiek vērtēta objekta nosaukuma precizitāte: ja norādīts pareizais objekts, bet nav konkretizēta SEM attēlā redzamā objekta daļa, tiek piešķirti **0,5 punkti**.



3. Uzdevums “Auksta omlete”

Vērtēšanas kritēriji (25 punkti):

- ❖ Eksperimenta uzstādīšanas un drošības ievērošanas demonstrēšana videomateriālā **1 punkts**
- ❖ Rezultātu demonstrēšana videomateriālā **2 punkti**
 - *Timelapse* uzņemšana 1 punkts
 - Olas baltuma un dzeltenuma fizikālo īpašību izmaiņu demonstrēšana 0.5 punkti par katru
- ❖ Notiekošo procesu atpazīšana un aprakstīšana videomateriālā **8 punkti**
 - Veiksmīga notiekošo procesu identificēšana molekulārā līmenī 3 punkti
 - Atslēgas vārdi – denaturācija, albumīns, ūdeņraža saites, hidroforas grupas, koagulācija, tauki, fosfolipīdi, polāri šķīdinātāji/polaritāte.
 - ♦ Piemērs: “Notiekošais process ir proteīnu **denaturācija**. Olas baltums sastāv no **proteīniem** (piem., **albumīns**) un ūdens. Šo proteīnu formu nodrošina vājas **ūdeņraža saites**, kuras ir viegli saraut organiskiem šķīdinātājiem. Proteīniem zaudējot savu formu, tiek atklātas **hidroforas grupas**, kuras sāk savstarpēji savienoties, veicinot **koagulāciju**. Olas dzeltenums sastāv no **taukiem/triglicerīdiem** un ūdens, nedaudz **fosfolipīdiem** un tam ir zems proteīnu saturs. **Polāri** šķīdinātāji nepilnīgi šķīdina olas dzeltenumu veidojošos taukus, respektīvi, olas dzeltenums netiek degradēts analogi baltumam.”
 - Minētas sekas šādu procesu norisei dzīvos organismos - minēti 3 piemēri - 3 punkti
 - Atslēgas vārdi – traucēta vielmaiņa, audu bojājumi, šūnu apoptoze, imūnsistēmas traucējumi, traucēts vielu transports, slimības
 - Minēti iemesli, kādēļ novērojamas atšķirības starp olas baltumu un dzeltenumu 2 punkti
 - Olas baltumā ir lielāka **olbaltumvielu** un **ūdens** koncentrācija nekā olas dzeltenumā, savukārt, olas dzeltenumā ir vairāk **tauki/lipīdi**.
- ❖ Iekļaušanās laikā **4 punkti**
- ❖ Papildus informācijas vērtēšana **10 punkti**
 - Izmantoto literatūras atsauču norādīšana un korekta noformēšana 1 punkts
 - Pilnīgi sagatavots protokols 9 punkti
 - ♦ Aprakstīta eksperimenta sagatavošana un norise 3 punkti
 - ♦ Fiksēti novērojumi 3 punkti
 - ♦ Izdarīti secinājumi par novērojumiem 3 punkti

Papildus 5 punktus var iegūt, ja izveidotais video fails, pēc tā ievietošanas BBCE sociālajos tīklos ieguvis vismaz 100 “Patīk”/”Like”.



4. Uzdevums “Video uzdevums”

Jautājumi un atbildes

(1) Uzdevums par hlorofila fluorescenci (12 punkti)

1. jautājums: Kā sauc šo parādību, ko redzēji video? Izskaidro, kāpēc tas tā notiek! (3 punkti)

Video redzamo parādību sauc par hlorofila a fluorescenci.

Skaidrojums: Kad hlorofila molekulas absorbē gaismas enerģiju, lielākā daļa tiek izmantota fotosintēzei, bet neliela daļa tiek izstarota kā sarkanā fluorescējošā gaisma. Šajā eksperimentā hlorofils etanola šķīdumā tika ierosināts ar UV gaismu; tā kā šķīdumā fotosintēze nenotiek (jo nav elektronu transporta), liekā enerģija tiek izstarota kā sarkanās gaismas fluorescence.

2. jautājums: Kāpēc dažādu krāsu lapu ekstrakti, apstarojot ar UV gaismu, uzrādīja atšķirīgu vizuāli novērojamu efektu? (3 punkti)

Atšķirības fluorescences intensitātē atspoguļo hlorofila a koncentrāciju iegūtajos ekstraktos, jo:

- Zaļajās lapās ir augsts hlorofila a daudzums, līdz ar ko ir lielāka hlorofila a koncentrācija iegūtajā ekstraktā, kas nozīmē intensīvu fluorescenci;
- Dzeltenajās lapās ir samazināts hlorofila a daudzums (jo dominē karotinoīdi), līdz ar ko bija novērojama vāja fluorescence;
- Sarkanbrūnajās lapās ir klātesoši antociāni/tanīni absorbē UV un sarkano gaismu, līdz ar ko hlorofila a fluorescence praktiski nebija novērojama.

3. jautājums: Kāpēc izstarotā gaisma (UV klātbūtnē) bija sarkana? Kādu funkciju šajā eksperimentā pilda UV gaisma? (3 punkti)

Hlorofila a emisijas spektrs etanola šķīdumā ir aptuveni 670–680 nm, kad hlorofila a molekula pāriet (relaksējas) no ierosināta (enerģētiski augstāka) stāvokļa (S_1) uz pamatstāvoklī (S_0) ar mazāku enerģiju, rezultātā izstarojot fotonu ar zemāku enerģiju nekā ierosinātā gaisma. Šī spektrālā nobīde ir saukta par Stoksa nobīdi, kas ir klasiska parādība fotofizikā (atšķirība starp absorbcijas maksimumu un emisijas maksimumu viļņa garuma vai enerģijas ziņā).

UV gaisma nodrošina augstas enerģijas fotonus, kurus hlorofils var absorbēt. Tā kā etanola šķīdumā enerģija fotosintēzei netiek izmantota, hlorofils to atbrīvo kā sarkano fluorescenci. UV starojums pats par sevi nerada sarkano krāsu, bet šī parādība ir raksturīga tieši hlorofilam, neatkarīgi no tā fluorescences ierosinātāja.

4. Kāds pielietojums varētu būt šai parādībai? (3 punkti)

Hlorofila fluorescenci izmanto kā neinvazīvu metodi, lai novērtētu fotosintēzes efektivitāti un augu stresa stāvokli. To plaši lieto lauksaimniecībā, ekofizioloģijā un



attāļajā monitoringa tehnikā (no lapas līdz pat satelītiem), lai spriestu par augu veselību un produktivitāti.

Praktiski tas nozīmē, ka, izmērot fluorescences parametrus, var secināt, cik efektīvi notiek fotosintēze un cik lielu daļu absorbētās gaismas augi izmanto fotosintēzei, bet cik daudz tiek izkliedēta siltumā vai kā fluorescence. Ja šie parametri mainās, tad var agrīni konstatēt sausuma, sāļuma, temperatūras vai piesārņojuma izraisītu stresu vēl pirms parādās redzamas pazīmes, piemēram, vītums. Līdz ar to hlorofila fluorescence ļauj ātri un objektīvi diagnosticēt augu fizioloģisko stāvokli un prognozēt ražas potenciālu.

(2) Fotosintēze augu lapu diskos (9 punkti)

1. jautājums: Izskaidrojiet, kāpēc lapu diski sākotnēji grimst pēc gaisa izspiešanas, bet vēlāk apgaismojumā paceļas uz virsmas. Atbildē iekļaujiet informāciju par starpsūnu telpām, gāzu apmaiņu un kopējā blīvuma izmaiņām audos. (3 punkti)

Atbilde: Lapu diski sākumā grimst tāpēc, ka, izspiežot gaisu no starpsūnu telpām un aizstājot to ar šķīdumu, to blīvums kļūst lielāks par ūdens blīvumu. Starpsūnu telpās vairs nav gaisa burbuļu, kas parasti nodrošina peldspēju, tādēļ lapu audi zaudē vieglumu un noslīkst. Apgaismojumā hloroplastos norisinās gaismas reakcijas, kuru rezultātā notiek ūdens fotolīze un veidojas skābeklis. Skābeklis pakāpeniski uzkrājas starpsūnu telpās, aizvietojo šķīdumu un samazinot lapas audu kopējo blīvumu. Kad skābekļa daudzums ir pietiekams, starpsūnu telpas darbojas kā mazi gaisa rezervuāri, lapas blīvums kļūst mazāks par ūdens blīvumu un diski sāk celties ūdens virspusē.

2. jautājums: Kāpēc eksperimentā ūdens vietā izmanto dzeramās sodas šķīdumu? Izskaidrojiet, kā šī viela šķīdumā nodrošina oglekļa avotu fotosintēzei un kā tas saistīts ar Kalvina-Bensona cikla norisi. (3 punkti)

Atbilde: Tīrs ūdens satur ļoti maz brīva CO₂, tādēļ fotosintēze noritētu lēni. Dzeramās sodas šķīdumā disociē un veido bikarbonāta jonus (HCO₃⁻), kas šķīdumā darbojas kā papildu oglekļa avots. Bikarbonāts līdzsvara reakcijā var pārvērsties par CO₂, kas difūzijas ceļā iekļūst hloroplastos.



Kalvina-Bensona ciklā CO₂ tiek fiksēts ar fermenta RuBisCO palīdzību, pievienojoties RuBP (ribulozes-1,5-bisfosfātam) un veidojot 3-fosfoglicerātu. Tādēļ bikarbonāta pievienošana tieši stimulē oglekļa fiksāciju un ogļhidrātu sintēzi, kas savukārt palielina O₂ veidošanos gaismas reakciju gaitā.

3. jautājums: Prognozējiet, kā eksperimenta rezultāti mainītos, ja:

a) tiktu samazināta gaismas intensitāte,



b) baltās gaismas vietā izmantotu sarkanu, zilu vai zaļu gaismu.

Pamatojiet atbildi, atsaucoties uz hlorofila absorbcijas spektru un gaismas enerģijas izmantošanas efektivitāti. (3 punkti)

Atbildes:

a) Zemākā gaismas intensitātē gaismas reakcijas norit lēnāk, tiek ražots mazāk ATP un NADPH, un līdz ar to arī Kalvina cikls palēninās. Samazinās skābekļa izdalīšanās ātrums, un lapu diski paceltos vēlāk vai pat nepaceltos vispār, ja enerģija būtu nepietiekama.

b)

Gaisma	Rezultāts	Pamatojums
Zila un sarkana	Visātrākā pacelšanās	Hlorofils vislabāk absorbē zilajā (~430–450 nm) un sarkanajā (~660–680 nm) spektrā, tāpēc gaismas reakcijas ir intensīvas.
Zaļa	Vislēnākais efekts/diski var neuzpeldēt	Zaļo gaismu hlorofils vāji absorbē – tā tiek atstarota, līdz ar to fotosintēze notiek minimāli.

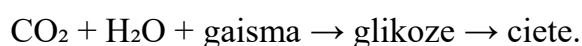
Tātad, zilā un sarkanā gaisma paātrinātu disku pacelšanos, zaļā – būtiski palēninātu.

(3) Cietes pierādīšana augu lapās ar joda testu (9 punkti)

1. jautājums: Izskaidrojiet, kāpēc cietes klātbūtne lapā kalpo kā pierādījums tam, ka tajā iepriekš notikusi fotosintēze. Atbildē iekļaujiet saistību starp glikozi, cieti, to šķīdību un fotosintēzes diennakts dinamiku. (3 punkti)

Atbilde: Fotosintēzes laikā hloroplastos tiek sintezēta glikoze no CO₂ un H₂O, izmantojot gaismas enerģiju. Glikoze ir šķīstošs cukurs, tāpēc to nav ērti ilgstoši uzkrāt šūnā augstā koncentrācijā – tas ietekmētu osmotisko potenciālu. Tāpēc augs daļu glikozes pārveido par cieti, kas ir nešķīstošs polisaharīds. Ciete uzkrājas hloroplastos vai citos plastīdos kā enerģijas rezerve.

Ja lapu atstāj tumsā, lai izlietotu esošās cietes rezerves respirācijā, un pēc tam apgaismo, tad jaunizveidotā ciete, kas atklājas ar joda testu, ir tiešs pierādījums, ka šajā lapas daļā fotosintēze ir notikusi:



Tādēļ joda pozitīvā reakcija (zilganmelna krāsa) tiek interpretēta kā fotosintēzes produkta – glikozes – netiešs pierādījums.



2. jautājums: Kāds būtu jūsu sagaidāmais rezultāts joda testā, ja eksperimentu veiktu uz raibas lapas daļām, un kāpēc? (3 punkti)

Atbilde: Variegētas lapas zonas parasti atšķiras pēc hlorofila satura — zaļajās zonās ir hlorofils, bet dzeltenajās vai baltajās zonās hlorofila vai citas pigmentu struktūras ir ļoti maz vai to nav vispār. Hloroplastu skaits un to funkcionalitāte dzeltenajās zonās ir daudz zemāka, tādēļ fotosintēze tur notiek neefektīvi vai gandrīz vispār nenotiek.

Tādēļ, ja joda testu veiktu pēc apgaismošanas:

- Zaļajās zonās sagaidāma zilganmelna krāsa, kas atbilst cietes uzkrāšanai.
- Dzeltenajās/baltajās zonās – kur nav vai ir ļoti maz cietes – joda krāsa paliks brūngani dzeltena.

Tas parāda, ka fotosintēzes produkcijas (glikozes-cietes) veidošanās ir cieši saistīta ar hlorofila klātbūtni, un auga krāsu variācijas atspoguļo reālas fizioloģiskas atšķirības.

3. jautājums: Kā intensīvs floēmas transports pēc fotosintēzes varētu ietekmēt cietes testu lapā, kurā ir veiksmīgi noritējusi fotosintēze? (3 punkti)

Atbilde: Pēc fotosintēzes glikozi var vai nu polimerizēt par cieti hloroplastos, vai arī pārvērst saharozē un transportēt caur floēmu uz citiem audiem (piemēram, saknēm, pumpuriem, augošiem augļiem). Ja floēmas eksports ir ātrs, lapa var nesaglabāt augstu cietes līmeni, pat ja tā bijusi fotosintētiski aktīva.

Joda testa rezultāti šādā gadījumā:

- Augsts floēmas eksports – lapa vāji iekrāsosies vai neiekrāsosies vispār – ne tāpēc, ka fotosintēze nenotika, bet gan tāpēc, ka cukuri tika pārvietoti ārpus lapas.

Tāpēc negatīvs cietes tests (lapa neiegūst zilganzaļu nokrāsu) ne vienmēr norāda uz fotosintēzes neesamību – tikai uz lokālas cietes uzkrāšanās neesamību.

