

Latvijas Lauku attīstības programmas 2014. - 2020.gadam
pasākuma 16. "Sadarbība" 16.2 apakšpasākuma: "Atbalsts jaunu
produktu, metožu, procesu un tehnoloģiju izstrādei" projekta
numurs 18-00-A01620-00030

**GRANULĒTA BIOLOĢISKA MĒSLOJUMA
RAŽOŠANAS TEHNOLOĢIJAS IZSTRĀDE UN
TESTĒŠANA BIOLOĢISKĀS SAIMNIEKOŠANAS
APSTĀKĻOS**

PROJEKTA ATSKAITE – KOPSAVILKUMS

2023

Saturs

Informācijas sagatavotājs	3
1. Granulēta bioloģiska mēslojuma ražošana	6
1.1. Pakaišu kūtsmēsļu kompostēšana	6
1.2. Kompostēšanas procesa monitorēšana	11
1.3. Produkta ražošanas tehnoloģija un iekārtas	13
1.4. Kompostēšanas rezultāti 2019.gads	16
1.5. Kompostēšanas rezultāti 2020.gads	19
1.6. Kompostēšanas rezultāti 2021.gads	22
1.7. Kompostēšanas rezultāti 2022. un 2023.gadā	25
1.8. Komposta granulēšana	26
1.9. Granulu karsēšana	31
2. Granulēta bioloģiska mēslojuma ietekme uz zālāja ražu	35
2.1. Izmēģinājuma lauciņu apraksts un iestrādātā mēslojuma devas	35
2.2. Zālāja sausnas raža atkarībā no mēslojuma daudzuma	37
2.3. Zālāja botāniskais sastāvs atkarībā no mēslojuma daudzuma	39
2.4. Barības elementu saturs zālē atkarībā no lietotā mēslojuma	41
3. Granulēta bioloģiska mēslojuma ietekme augļu dārzā	44
3.1. Izmēģinājuma ierīkošana	44
3.2. Rezultāti	47
3.3. Mēslojuma testēšana smiltsērķšķu stādījumos	50
4. Mēslošanas līdzekļa reģistrācija	51
5. Ziņojumi un publikācijas	54
5. Projekta rezultāti	58

INFORMĀCIJA

Informācijas sagatavotājs

Vadošais partneris SIA "ECO lauks"

Kontaktpersona: Gatis Vītums-Jaunzems

Tālrunis: 26209391

E-pasta adrese: ecolauks@inbox.lv

Adrese: "Līvlauri", Dzelmes, Jumpravas pag., Ogres nov., LV-5022

Sadarbības partneri un to kontaktinformācija

Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitāte

Projekta administratore: Ilze Vīķe

Tālrunis: 63005640

E-pasta adrese: ilze.vike@lbtu.lv

Adrese: Lielā iela 2, Jelgava, LV-3001

Olaines pagasta zemnieku saimniecība "Cērpas"

Kontaktpersona: Agris Zanders

Tālrunis: 23117725

E-pasta adrese: cerpas@inbox.lv

Adrese: Rīta iela 2, Medemciems, Olaines pag., Olaines nov., LV-2127

Mazzalves pagasta O.Ādama zemnieku saimniecība "KRASTI-B"

Kontaktpersona: Oskars Ādams

Tālrunis: 26586258

E-pasta adrese: adamso@inbox.lv

Adrese: "Krasti", Mazzalves pag., Aizkraukles nov., LV-5133

Projekta īstenošanas periods

2019.gada 1.februāris - 2022.gada 30.jūnijs

Kopējās projekta izmaksas

Kopējās projekta izmaksas ir 87988.25 EUR

Projekta pamatjēdziens

Noskaidrot granulēta bioloģiska mēslojuma ražošanas tehnoloģijas izstrādi un testēšanu bioloģiskās saimniekošanas apstākļos

INFORMĀCIJA PAR PROJEKTU

Projekta mērķis: izveidot, izstrādāt, testēt un reģistrēt Valsts augu aizsardzības dienestā granulētu bioloģisku organisku mēslošanas līdzekli, kas tiek ražots izmantojot modernas un inovatīvas tehnoloģijas. Projekta rezultātā tiks izveidots efektīvs mēslošanas līdzeklis visu kultūraugu mēslošanai.

Projekta gaitas un rezultātu īss apraksts

Organiskā mēslojuma lietošana veicina augsnes auglības saglabāšanu un uzturēšanu, kā arī nodrošina kultūraugus ar barības vielām. Mūsdienās tiek meklēti veidi kūtsmēsliu racionālai un efektīvai apsaimniekošanai. Viens no veidiem, lai uzlabotu kūtsmēsliu uzglabāšanu, transportēšanu, izkliedēšanu, ir to kompostēšana un granulēšana.

Projekts īstenots Jumpravas pagastā SIA "ECO lauks" un Mazzalves pagastā zemnieku saimniecībā "KRASTI-B", realizēta granulēta bioloģiskā mēslojuma izstrāde un testēšana zālājā un ābeļu dārzos. Kūtsmēsliu granulā ražošanai izmantoti zemnieku saimniecības "KRASTI-B" pieejamie kūtsmēsli, saimniecībā uz vietas tika veikta granulētā mēslojuma ražošana. Olaines pagasta zemnieku saimniecība "Cērpas" nodrošināja projekta īstenošanas procesu ar tehnikas vienībām.



Projekta gaitā saimniecībā "KRASTI-B" iegūtie pakaišu kūtsmēsli kompostēti, kas izmantoti kā izejviela granulā ražošanai. Kūtsmēsliu kompostēšanas procesa ātrākai un veiksmīgākai norisei izmantoti vairāki dažādi kompostēšanas veicinātāji. Izvērtējot komposta rādītājus, 2022. un 2023. gadā kā kompostēšanas veicinātājs izmantots Fermenstart (Lago 12).

Veikta pakaišu kūtsmēsliu komposta granulēšana, iegūstot granulas ar augstu sausnes saturu un koncentrētu barības elementu saturu. Reģistrācijai Valsts Augu

aizsardzības dienestā (VAAD) iesniegts mēslošanas līdzeklis ar 87 % sausnes saturu, slāpekļa saturs 1.5 % N, fosfora saturs 0.8 % P_2O_5 , kālija saturs 2.4 % K_2O . Saražotās granulas atbilst normatīvo aktu prasībām, nepārsniedzot smago metālu un mehānisko piemaisījumu saturu granulās, kā arī pēc mikrobioloģisko analīžu rezultātiem.

Bioloģiskās saimniecībās veikti izmēģinājumi ar projekta gaitā iegūtajām liellopu pakaišu kūtsmēsli granulām, salīdzinot ar citiem organiskajiem mēslošanas līdzekļiem (pakaišu kūtsmēsli, komposts, smalcinātais komposts (sasmalcināta komposta masa pirms granulēšanas). Izmēģinājumi veikti sētos daudzgadīgos zālajos un augļudārzā. Kūtsmēsli granulas uzrādīja pozitīvu efektu, lietojot tās gan zālajos, gan ābeļu mēslošanā. Zālāju otrajā izmantošanas gadā granulu 5 t ha^{-1} lietotais daudzums iegūts būtisks zālāju sausnes ražas pieaugums salīdzinot ar 20 t ha^{-1} pakaišu kūtsmēsli iestrādi.



1. PRASĪBU IZPĒTE

1. Granulēta bioloģiska mēslojuma ražošana

Granulēta bioloģiskā mēslojuma ražošana realizēta Mazzalves pagastā zemnieku saimniecībā “KRASTI-B”, sākot no 2022.gada kompostēšana un granulēšana notiek SIA “ECO lauks” Jumpravas pagastā. Saimniecības “KRASTI-B” pamata nodarbošanās ir bioloģisko gaļas liellopu audzēšana. Saimniecība pati nodrošina liellopus ar barību, audzējot zālājus un graudaugus. Projektā realizētais granulētais bioloģiskais mēslojums ražots no saimniecībā pieejamajiem liellopu kūtsmēsliem.

1.1. Pakaišu kūtsmēsļu kompostēšana

Granulēta bioloģiskā mēslojama galvenās izejvielas ir pakaišu kūtsmēsli, smalcināts siens un kompostēšanas piedevas, kas paātrina granulēšanas masas veidošanos, kopā veidojot kompostu, kas attiecīgi iziet cauri vairākiem procesiem, lai sasniegtu atbilstošas kvalitātes īpašības pakaišu kūtsmēsļu granulēšanai.

Kompostēšanas process norit vairākās stadijās:

1. **Mezofilā fāze.** Kompostēšanas process sākas apkārtējās vides temperatūrā un dažu dienu (vai pat stundu) laikā temperatūra paaugstinās līdz 45°C. Šīs temperatūras pieaugums ir saistīts ar mikrobu aktivitāti, jo šajā fāzē mikroorganismi izmanto oglekļa (C) un slāpekļa (N) avotus, kas rada siltumu. Šķīstošo savienojumu, piemēram, cukuru, sadalīšanās rezultātā veidojas organiskās skābes, un līdz ar to pH līmenis var pazemināties (līdz aptuveni 4,0 vai 4,5). Šis posms ilgst dažas dienas (no divām līdz astoņām dienām).
2. **Termofilā fāze.** Baktērijas un sēnītes galvenokārt sadala šķīstošos un viegli degradējamus savienojumus, tādus kā cukuri, ciete, tauki un olbaltumvielas. Šajā fāzē komposta temperatūra palielinās līdz 40 – 45 °C. Komposta pH var samazināties līdz 5, kas norāda uz organisko skābju rašanos. Termofilajā fāzē dažādas baktērijas, sēnītes un aktinomicētes aktīvi sadala hemicelulozes un celulozi. Proteīnu sadalīšanās rezultātā izdalās amonjaks un komposta pH pieaug līdz 8 – 9. Temperatūras optimums termofilajiem mikroorganismiem ir 50 – 60 °C, un to aktivitāte beidzas 70 – 80 °C temperatūrā.
3. **Dzesēšanas vai mezofilā II fāze.** Kad oglekļa un slāpekļa avoti kompostēšanas materiālā ir izsmelti, temperatūra atkal pazeminās līdz aptuveni 40-45°C. Šajā fāzē tādu polimēru kā celuloze degradācija turpinās. Zem 40°C mezofilie organismi atsāk savu darbību un pH nedaudz pazeminās, bet kopumā pH paliek nedaudz sārmais. Šī fāze norit vairākas nedēļas.
4. **Nogatavināšanas fāze.** Temperatūra pakāpeniski pazeminās un termofilos mikroorganismus nomaina mezofilie mikroorganismi, kuri turpina sadalīšanās procesu. Nogatavināšanas fāzē sadalās izturīgākie komposta komponenti lignīns un lignocelulozes komplekss.

Kompostēšanas procesu nosaka vairāki faktori: mitrums, temperatūra, aerācija.

Mitrums

Optimālais mitrums 50-60%. Ja mitrums nokrītas zem 45%, mikrobu aktivitāte samazinās, sadalīšanās fāzes nevar tikt pabeigtas, un līdz ar to iegūtais produkts ir bioloģiski nestabils. Ja mitrums ir pārāk augsts (> 60%), ūdens piesātinās poras un traucē materiāla piesātinājumu ar skābekli. Optimālais mitruma saturs kompostēšanai ir 45% līdz 60% ūdens no pamatmateriāla svara. Nepietiekama mitruma apstākļos (< 45 %) kompostēšanas process var apstāties. Mitruma saturu var palielināt ar laistīšanu.

Pārmērīga mitruma apstākļos (> 60 %) veidojas anaerobi apstākļi. Mitruma saturu var samazināt, maisot kompostu un pievadot skābekli.

Temperatūra

Apkārtējās vides temperatūrai ir plašs variāciju diapazons atkarībā no procesa fāzes. Kompostēšanas sākuma fāzēs var paaugstināties līdz 65°C. Nogatavināšanas fāzes laikā temperatūra pazeminās līdz apkārtējās vides temperatūrai. Vēlams, lai temperatūra nekristos pārāk ātri, jo augstāka temperatūra un ilgāks laiks, jo augstāks ir sadalīšanās ātrums. Nepietiekamu temperatūru (< 35°C) var izraisīt apkārtējās vides zemā temperatūra, mazs komposta apjoms, nepietiekams mitrums. Paaugstināta temperatūra (< 70°C) var samazināt mineralizācijas procesu, jo mikroorganismi ir neaktīvi vai aiziet bojā. Temperatūras pazemināšanu var veicināt komposta maisīšana un laistīšana.

Aerācija

Kompostēšana ir aerobs process, un ir jāuztur atbilstoša ventilācija, lai nodrošinātu mikroorganismu elpošanu, kas atmosfērā izdala oglekļa dioksīdu (CO₂). Zems skābekļa saturs un nepietiekama aerācija veido nepietiekamu ūdens iztvaikošanu, pārmērīgu mitrumu un anaerobu vidi. Veicot masas pārjaukšanu papildus tiek pievadīts skābeklis. Palielināta skābekļa daudzuma ietekmē samazinās temperatūra un ūdens iztvaikošana, kas var izraisīt kompostēšanas procesa pārtraukšanu.

Komposts veidots no liellopu pakaišu kūtsmēsliem un siena. Komposts izvietots vējriņdās ar augstumu 1.5 m un platumu 2 m, izvietojanas segumam vēlams cieta virsma vai labi drenējoša augsne. Vējriņdas segtas ar melno plēvi, lai saglabātu masas mitrumu un temperatūru (1.1. un 1.2.attēls).



1.1.attēls. Komposta vējriņdas liellopu novietnē zemnieku saimniecībā "KRASTI-B"



1.2.attēls. Ar plēvi apsegts komposts

Kompostēšanas process notiek aerobos apstākļos, kompostā esošie mikroorganismi izmanto slāpekli un oglekli, rezultātā ražojot biomasu. Mikroorganismi darbības rezultātā rada siltumu, kas nodrošina nezāļu sēklu dīgtspējas samazinājumu un nevēlamo baktēriju esamību kompostā.

Kompostēšanas procesā tika sekots līdzī komposta temperatūrai un regulāri apkopots. Ministru kabineta 17.04.2012. noteikumu Nr.275 “Prasības tādu dzīvnieku izcelsmes blakusproduktu un atvasinātu produktu aprītei, kas nav paredzēti cilvēku patēriņam” 3.pielikums nosaka kompostēšanas standartus (1.1.tabula).

1.1.tabula

Kompostēšanas standarti

Parametri	Kompostēšanas sistēma				
	slēgtā reaktorā	slēgtā reaktorā	atklātās vējvindās	atklātās vējvindās	atklātās vējvindās
Daļiņu lielums	40 cm	6 cm	40 cm	25 cm	20 cm
Temperatūra	60 °C	70 °C	60 °C	65 °C	55 °C
Minimālais atbilstošā temperatūrā noturamais laiks	2 dienas	1 stunda	8 dienas*	3 dienas	Vismaz 10 dienu*

Piezīme. * Šajā laikā vējrinda tiek apvērsta vismaz 3 reizes ar ne mazāk kā 2 dienu intervālu.

Kompostēšanas piedevas

Kompostēšanas piedevas ir palīg līdzekļi, kas tiek izmantoti, lai optimizētu un paātrinātu kompostēšanas procesu. Šie līdzekļi nodrošina labākas kompostēšanas apstākļus, kas palīdz sasniegt efektīvu un ātru kompostēšanas rezultātu. Kompostēšanas līdzekļi veicina sadalīšanu - satur mikroorganismus un enzīmus, kas veicina organisko materiālu sadalīšanos. Kontrolē mitrumu - pareiza mitruma līmeņa uzturēšana kompostā ir būtiska, lai mikroorganismi varētu efektīvi sadalīt organisko materiālu. Kompostēšanas līdzekļi var saturēt sausinātājus, kas absorbē lieko mitrumu vai, otrādi, mitrinātājus, kas uztur piemērotu mitruma līmeni kompostā. Tas palīdz novērst pārmērīgu mitrumu vai izžūšanu, saglabājot optimālus apstākļus mikroorganismu darbībai. Nodrošina gaisa cirkulāciju – lai mikroorganismi kompostēšanas procesa laikā varētu veikt savu darbu, viņiem nepieciešams pietiekams skābekļa daudzums. Kompostēšanas līdzekļi var saturēt vielas, kas uzlabo gaisa cirkulāciju kompostā, nodrošinot labvēlīgus apstākļus mikroorganismu darbībai un novēršot anaerobās baktērijas, kas var radīt nepatīkamu smaku. Būtisks faktors ir spēja samazināt smakas - dažreiz komposts var izdalīt nepatīkamu smaku, īpaši, ja netiek uzturēti pareizi kompostēšanas apstākļi. Kompostēšanas līdzekļi, piemēram, smakas absorbējošas vielas vai aromātiski augu ekstrakti, var palīdzēt novērst nepatīkamas smakas, padarot kompostēšanas procesu daudz patīkamāku.

Kompostēšanas laikā tika lietotas vairākas kompostēšanas piedevas, lai noskaidrotu efektīvāko komposta ražošanai.

Kopā lietotas 6 kompostēšanas piedevas - Fermenstart (Lago 12), ProbioSewage, ProbioHumus, Humilat Grow, Biopon, Green Ok.

ProbioSewage satur anaerobos derīgos mikroorganismus, fermentus un antioksidantus, kas kavē patogēno mikroorganismu vairošanos. Derīgie mikroorganismi rada nelabvēlīgu vidi patogēnajiem mikroorganismiem. Kompostēšanas procesā veicina komposta ātrāku sadalīšanos, nomāc nepatīkamās smakas.



Kompostēšanas piedeva - ProbioSewage

ProbioHumus ir dzīvs probiotisks līdzeklis substrāta iedzīvināšanai un kompostēšanas veicināšanai. Kompostēšanas līdzeklis veicina komposta bioloģisko

aktivitāti, novērš patogēno mikroorganismu izplatību, uzlabo komposta mikrofloru, veicina slāpekļa fiksāciju kompostā, palielina augiem uzņemamo barības vielu saturu.



Kompostēšanas līdzeklis - ProbioHumus

Humilat Grow veicina mikrobioloģisko aktivitāti kompostā, lietojot to komposts tiek bagātināts ar augiem pieejamiem barības elementiem, slāpekļa fiksācija pieaug gandrīz 10 reizes. Organisko vielu sadalīšanās procesā veidojās liels organisko skābju un ogļskābes daudzums, kura ietekmē pieejamie minerālie fosfora, kalcija un magnija savienojumi tiek transformēti ar augiem asimilējamās formās, kā rezultātā tiek veicināts būtisks ražas pieaugums.



Kompostēšanas līdzeklis – Humilat Grow

Fermentstart (Lago 12) paātrina dabisko kompostēšanas procesu un veicina mikrobioloģisko aktivitāti kompostā. Samazina komposta nepatīkamās smakas. Izmantojot to, kompostēšanas ilgums no 30 līdz 90 dienām, taču jāņem vērā, ka kompostēšanas procesu ietekmē arī temperatūra un komposta mitrums.



Kompostēšanas līdzeklis - Fermentstart (Lago 12)

Biopon ir fermentu saturošs kompostēšanas līdzeklis, kas paātrina kompostēšanas procesu. Kompostēšanas līdzekļa mikroorganismu saturs veicina komposta sadalīšanos vienmērīgā masā, kas veido auglīgu mēsloju, papildus ierobežojot kaitīgo savienojumu veidošanos.



Kompostēšanas līdzeklis - Biopton

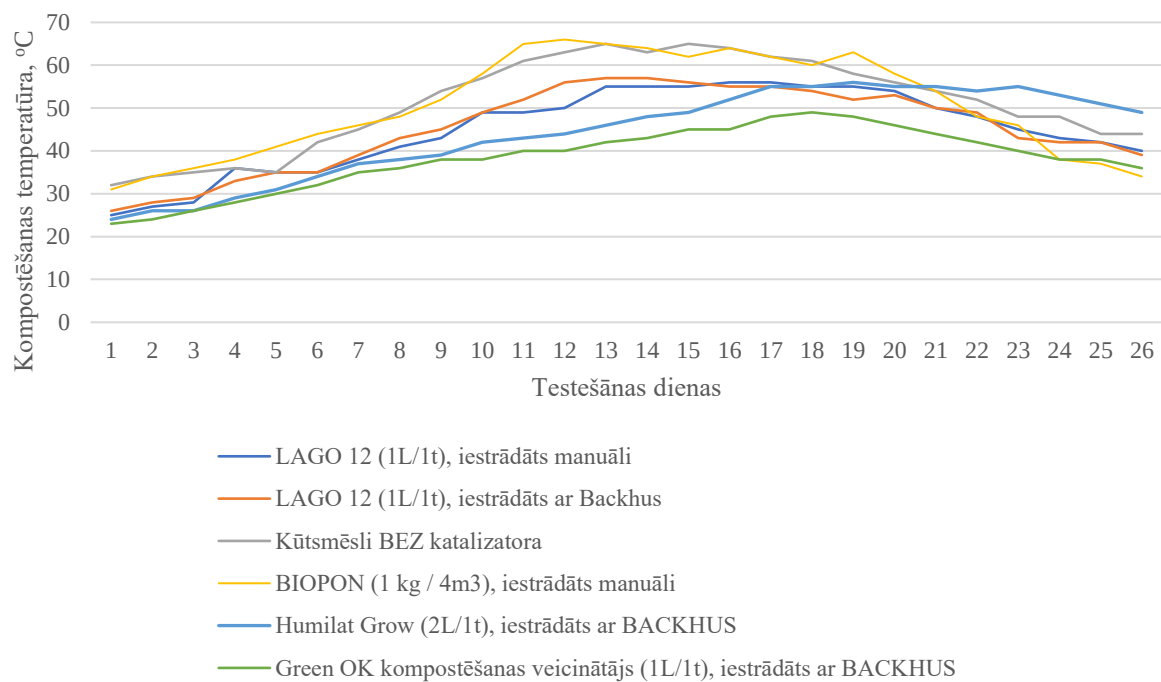
Green Ok ir sapropeļa koncentrāts ar bioloģiski aktīvām humusvielām, satur dabiskus mikroorganismus, kas veicina organisko vielu sadalīšanās procesus. Ražots no Latvijas ezera nogulām (sapropeļa).



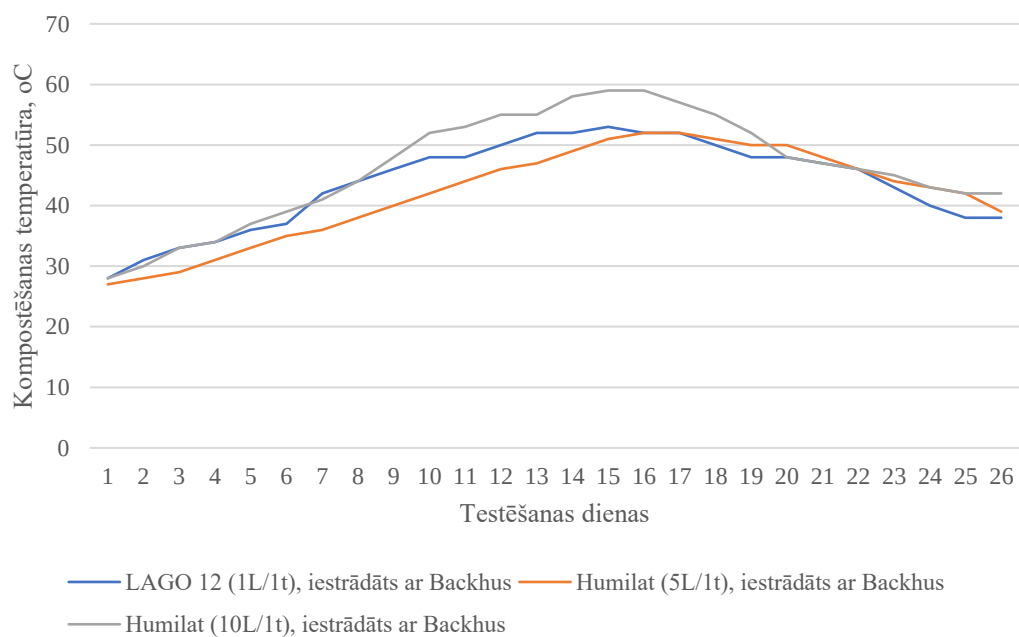
Kompostēšanas līdzeklis - Green Ok

1.2. Kompostēšanas procesa monitorēšana

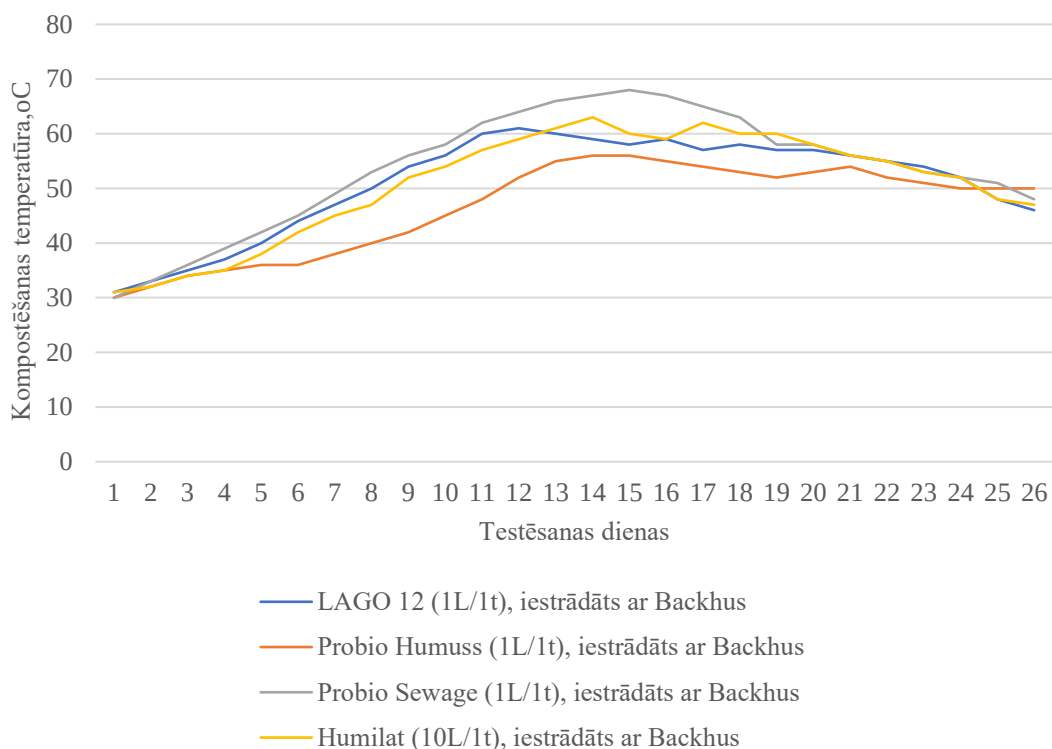
Viens no svarīgiem faktoriem komposta veidošanās laikā ir kompostēšanas temperatūra. Kompostēšanas process sākas apkārtējās vides temperatūrā, pakāpeniski tam paaugstinoties līdz 60°C - 70°C grādiem, sasniedzot šo temperatūru, komposta temperatūra pazeminās. Kompostēšanas ilgums ir 26 dienas, projekta realizācijas laikā, kompostēšanas procesā katru dienu tika noteikta komposta temperatūra, lai novērotu veiksmīgu komposta sadalīšanos. 1.3.–1.5.attēlos parādītas kompostēšanas temperatūras 2019.-2021.gados.



1.3.attēls. Kompostēšanas temperatūras rezultāti, 2019.gads



1.4.attēls. Kompostēšanas temperatūras rezultāti, 2020.gads



1.5.attēls. Kompostēšanas temperatūras rezultāti, 2021.gads

1.3. Produkta ražošanas tehnoloģija un iekārtas

Kompostēšana.

Pakaišu kūtsmēsļu vējrindu izveidē, apjaukšanā un kompostēšanas procesā tika izmantota iekārta Backhus 15.30. Ar šo iekārtu var apjaukt efektīvi vējrindu ar augstumu līdz 1.2m. Projekta laikā konstatējām – jo augstāka vējrinda, jo stabilāks un ātrāks kompostēšanās process. Kā arī mazāka apkārtējās temperatūras ietekme uz procesu. Optimāls vējrindas augstums būtu 1.5m. Mūsu izmantotajai iekārtai virs 1.2m novērojām izteiktu jaudas trūkumu un nepietiekamu saķeri ķēdēm ar virsmu.

Iekārtu Backhus 15.30 papildus aprīkojām ar 200l tvertni (kompostēšanas piedevu vienmērīgai iestrādei), 12V sūkni un 12 smidzināšanas sprauslu sistēmu. Kompostēšana procesu ietvaros tika izmēģinātas dažādas sprauslas un to ražība. Kopējais ieteicamais sprauslu smidzināšanas apjoms 7-10 l/min. Ieteicams aprīkot ar vismaz 2 ērti iztīrāmiem sieta tipa filtriem. Pie vējrindas sagatavošanas un izveidošanas, filtra tīrīšana jāveic regulāri. Vidēji ik 30 min. Tas atkarīgs no kompostēšanas piedevu nogulšņu apjoma.

Šādas lietotas tehnikas cena tirgū sākas no 15 000 EUR. Jaunas iekārtas sākot no 80 000 EUR.



Pieejamas arī dažādas alternatīvas iekārtas. Ieskatam zemāk iekārtas foto, kas paredzēta uzstādīšanai uz traktora uzkares. Šādas iekārtas ir ievērojami lētākas. Cenas tirgū sākas no 15 000 EUR. Izmantojot šādu iekārtu, katra vējrināda aizņems divreiz lielāku seguma platību salīdzinot ar projektā izmantoto Backhus iekārtu.



Iegūtā produkta žāvēšana, malšana un granulēšana.

Iegūto kompostu nepieciešams izžāvēt līdz vismaz 25% mitruma līmenim. Projekta ietvaros viss efektīvākais un lētākais veids bija papildus maisīšana ar kompostēšanas iekārtu. Pēc kompostēšanas procesa beigām, veicām regulāru vējrinādas maisīšanu ik pa 2 dienām. Šis process vidēji aizņem 2 nedēļas (atkarīgs no

nepieciešamā mitruma, komposta mitruma, laika apstākļiem). Šajā procesā būtiski sekot līdzi laika apstākļiem un pasargāt no papildus mitruma lietus laikā, vējbrindas apsedzot.

Komposta smalcināšanā projekta laikā tika izmantotas vienkāršas āmura tipa dzirnavas (zemāk foto). Ļoti efektīva, pieejam un lēta iekārta mazam apjomam. Projekta ietvaros tika nomainīti tikai 2 komplekti dilstošo detaļu.

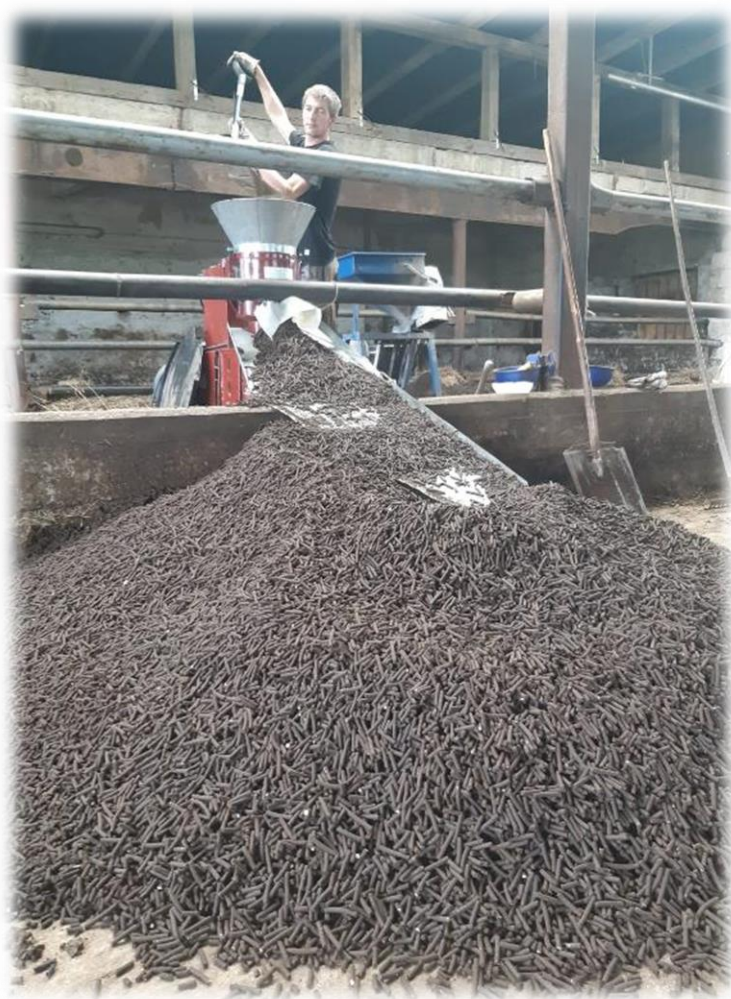


Granulēšana.

Projekta ietvaros granulēšanai tika izmantota iekārta – granulātors SKJ-250 (zemāk foto). Matrica ar granulas izmēru 6 mm. Iekārta procesā uzrādīja labāku sniegumu, kā norādīts iekārtas tehniskajos datos. Šāda iekārta reālos apstākļos spēj sagraulēt līdz 3 tonnām dienā. Šeit gan jāpiebilst, jānodrošina nepieciešamais izejmateriāla mitrums (ap 15%) un pareiza, droša iekārtas ekspluatācija. Pretējā gadījumā sagraulētais apjoms (ātrums) strauji kritīsies, nosprostosies matrica un radīsies papildus remonta izmaksas. Izmantojot matricu ar granulas izmēru 8 mm, granulēšanas ātrumu var palielināt.

Projekta ietvaros tika nomainīti 3 komplekti dilstošo detaļu (matrica, gultņi un ruļļi), veiktas 3 iekārtas apkopes.





1.4. Kompostēšanas rezultāti 2019.gads

Kompostēšanas procesā organiskie savienojumi kūtsmēslos pārveidojas par augiem labi vai daļēji izmantojamiem savienojumiem. Veiksmīgai procesa norisei nepieciešami mikroorganismi, kas veic organisko savienojumu sadalīšanu un to darbībai labvēlīgi apstākļi (mitruma saturs, atbilstoša temperatūra, aerobi apstākļi, oglekļa/skābekļa (C:N) attiecība). 2019. gada vasarā zemnieku saimniecībā “KRASTI-B” uzsākta kūtsmēsļu kompostēšana. Kā izejvielas izmantoti liellopu pakaišu kūtsmēsli (sausnes saturs 21.11 %) un siens (sausnes saturs 80.74%) (1.2.tabula). Kompostēšana tika veikta ražošanas apstākļos. Komposta stirpas veidotas 40-80 m³ apjomā. Procesa veicināšanai tika izmantotas procesu veicinošas vielas (humīnvielu preparāts Humilat Grow, kompostēšanas procesa veicinātājs Biopon, derīgo mikroorganismu saturošais līdzeklis Fermentstart (Lago 12).

**Komposta izejvielu ķīmiskais sastāvs pirms komposta gatavošanas,
14.06.2019.**

Rādītājs	Barības elementu saturs dabīgi mitrā materiālā	
	Liellopu pakaišu kūtsmēsli	Siens
Sausna, %	21.11	80.74
Mitrums, %	78.89	19.26
Kopslāpekļis, %	0.43	0.77
Fosfors P ₂ O ₅ , %	0.23	0.22
Kālijs K ₂ O, %	0.81	0.96
pH	8.89	-
amonija slāpekļis, g/kg	0.42	-
Magnijs, %	0.14	0.15
Ogleklis, %	8.90	38.46
Sērs, %	0.07	0.06
C:N	20.71	50.12

Komposta gatavošanai izmantoti saimniecībā iegūtie liellopu pakaišu kūtsmēsli ar atbilstošu barības elementu saturu (0.43 % N, 0.23 % P₂O₅ un 0.23 % K₂O) un siens, kas tiek gatavots saimniecībā liellopu ēdināšanā. Siens satur relatīvi vairāk slāpekļa (0.77 % N) un kālija (0.96 % K₂O), bet siens ir arī oglekļa avots (38.46 % C) ar plašu C:N attiecību 50:1. Siens kūtsmēsliem tiek pievienots kompostējamās masas palielināšanai. Komposta procesa norisei svarīga ir oglekļa un slāpekļa (C:N) attiecība, lai nodrošinātu mikroorganismu darbību kompostēšanas procesā. Optimālā C:N attiecība, gatavojot kompostu, ir C:N=30:1. Šāda attiecība nodrošina barības vielas baktērijām un sēnēm kompostā. Siens ir oglekļa avots (38.46 % C) ar plašu C:N attiecību 50:1, savukārt kūtsmēslos C:N attiecību 21:1.

Kompostēšanās ir aerobs process, kur jānodrošina skābekļa piekļuve, lai nodrošinātu mikroorganismu elpošanu. Zems skābekļa daudzums veido pārmitru vidi un anaerobus apstākļus, savukārt pārmērīgs skābekļa daudzums, samazina temperatūru un ūdens iztvaikošanu, kā rezultātā palēninās vai apstājas kompostēšanās process. Optimālais mitruma saturs kompostā ir diapazonā 45-60 %. Samazinoties mitrumam (<45 %), mikroorganismu darbība palēninās, kompostēšanas process var apstāties. Palielināts mitruma saturs rada mitrumu masu, no kuras tiek izspiests skābeklis, līdz ar to veidojas anaerobi apstākļi, kuros mikroorganismi nespēj darboties. Mitruma režīms tika uzturēts, kontrolējot mitruma saturu kompostā (1.6.attēls). Palielināta mitruma gadījumā tika nodrošināta komposta masas mehāniska pārjaukšana, bet, konstatējot nepietiekamu mitrumu, komposta masai tika pievienots ūdens.

Temperatūra, uzsākoties kompostēšanas procesam, paaugstinās, tad kompostam nogatavojoties, temperatūra nokrītas. Kompostēšanas procesā temperatūra nedrīkst pārsniegt 70°C, ko var izraisīt nepietiekama ventilācija un palielināts mitrums. Paaugstinātā temperatūra (>70°C) kavē mikroorganismu aktivitāti un līdz ar to mineralizācijas procesu. Ja temperatūra ir zemāka nekā 35°C, mikroorganismi samazina vielmaiņas aktivitāti un līdz ar to temperatūra pazeminās. Monitorējot kompostēšanas procesā, kā temperatūras regulēšanas metode, tika izmantota mehāniskā pārjaukšana.



1.6.attēls. Kompostēšanas process zemnieku saimniecībā “KRASTI-B”: a) kompostēšanas procesa monitorēšana; b) komposta mehāniska pārjaukšana un ūdens pievadīšana.

Kompostēšanas procesā aerobā vidē, paaugstinoties un tad nokrītot temperatūrai, notika pārmaiņas kūtsmēsļu ķīmiskajā sastāvā (1.3.tabula). Slāpekļa saturs variēja diapazonā no 0.43-0.62 % N, fosfors 0.19-0.31 % P_2O_5 , kālijs 0.72-0.97 % K_2O . Svarīgs komposta kvalitātes rādītājs ir C:N attiecība organiskajā mēslojumā, kas norāda uz barības elementu pieejamību augiem. Sagatavotajā kompostā C:N attiecība ir 13...17:1.

1.3.tabula

Komposta ķīmiskais sastāvs 2019. gada rudenī, dabīgi mitrā materiālā, 26.09.2019.

Rādītājs	Barības elementu saturs kompostā					
	Pievienotie kompostēšanas veicinātāji					
	Lago 12	Lago 12 (manuāli)	bez	Biopon	Humilat Grow	Green OK
Sausna, %	28.62	24.14	28.34	21.4	25.76	31.12
Mitrums, %	71.38	75.86	71.66	78.6	74.24	68.88
Kopslāpekļis, %	0.62	0.47	0.51	0.44	0.43	0.46
Fosfors P_2O_5 , %	0.31	0.23	0.23	0.23	0.19	0.24
Kālijs K_2O , %	0.89	0.79	0.84	0.79	0.72	0.84
pH	9.2	9.15	9.12	9.01	9.14	9.14
Ogleklis, %	9.36	7.68	8.23	6.59	7.26	7.19
Sērs, %	0.10	0.07	0.08	0.07	0.07	0.08
Koppelni, %	12.51	10.75	14.82	9.84	13.81	18.95
Organiskā viela, %	16.11	13.39	13.52	11.56	11.95	12.17
C:N	15.07	16.32	16.23	14.95	16.98	15.50

Iestrādājot augsnē organisko mēslojumu augsnē, svarīgi neienest augsnē patogēnos mikroorganismus. Ministru kabineta 01.09.2015. noteikumu Nr.506 “Mēslošanas līdzekļu un substrātu identifikācijas, kvalitātes atbilstības novērtēšanas un tirdzniecības noteikumi” 2.pielikumā noteikti nevēlamie piemaisījumi, to starpā arī mikroorganismi, kuri nav pieļaujami organiskajos mēslošanas līdzekļos. Sagatavotajā kompostā noteikti mikroorganismi atbilstoši MK noteikumu prasībām (1.4.tabula). Visi sagatavotie kompostu veidi atbilst normatīvo aktu prasībām.

1.4.tabula

Patogēnie organismi kompostā, 26.09.2019.

Rādītājs	Pievienotie kompostēšanas veicinātāji					
	Lago 12	Lago 12 (manuāli)	bez	Biopon	Humilat Grow	Green OK
<i>Escherichia coli</i> skaits	<10 KVV/g	200 KVV/g	100 KVV/g	<10 KVV/g	68 KVV/g	10 KVV/g
<i>Enterococcus spp.</i> skaits	<10 KVV/g	<10 KVV/g	<10 KVV/g	<10 KVV/g	<10 KVV/g	<10 KVV/g
<i>Salmonella spp.</i> klātbūtne	25 g nekonstatē	25 g nekonstatē	25 g nekonstatē	25 g nekonstatē	25 g nekonstatē	25 g nekonstatē

MK noteikumi Nr.506 nosaka maksimāli pieļaujamo koncentrāciju: *Escherichia coli* un *Enterococcus spp.* 1000 KVV/g vai 1000 KVV/ml, salmonellas 25 g produkta paraugā nav konstatētas.

Izvērtējot 1.gada kompostēšanas rezultātus, veikti secinājumi un atziņas:

1. Labākos rezultātus uzrādīja komposts, kuram pievienots kompostēšanas veicinātājs Fermentstart (Lago 12). Kompostā iegūti vieni no augstākajiem rādītājiem – barības elementu saturs 0.62 % N, 0.31 % P₂O₅, 0.89 % K₂O, C:N attiecība 15:1

2. Kompostēšanas procesa nodrošināšanai būtiska loma vienmērīgai sastāvdaļu sajaukšanai ar kompostēšanas veicinātāju. Izmantojot kompostēšanas veicinātāju Fermentstart (Lago 12), salīdzinot tā iestrādi manuāli un iestrādi ar BACKHUS (vējrindu aerācijas iekārta) gatavojot kompostu, manuālā iestrādes variantā iegūts komposts ar lielāku mitrumu un zemāku barības elementu saturu, kas norāda uz ne tik veiksmīgu kompostēšanas procesa norisi.

1.5. Kompostēšanas rezultāti 2020.gads

2020.gadā komposta gatavošanai izmantoto pakaišu kūtsmēsli ķīmiskais sastāvs ir mazliet atšķirīgs no 2019.gadā izmantotā organiskā mēslojuma (1.5.tabula). Šie pakaišu kūtsmēsli ir ar lielāku sausnes saturu (25.9 % salīdzinot ar 21.11 % sausnes saturu 2019.gadā), augstāks slāpekļa un kālija saturs.

1.5.tabula

Komposta izejvielu ķīmiskais sastāvs pirms komposta gatavošanas, 08.07.2020.

Rādītājs	Barības elementu saturs dabīgi mitrā materiālā	
	Liellopu pakaišu kūtsmēsli	Siens
Sausna, %	25.9	86.62
Mitrums, %	74.1	13.38

Kopslāpekļis, %	0.64	0.58
Fosfors P ₂ O ₅ , %	0.20	0.24
Kālijs K ₂ O, %	0.90	1.31
pH	9.04	-
amonija slāpekļis, g/kg	0.39	-
Ogleklis, %	11.17	40.91
C:N	21.91	70.62

Komposts, izmantojot pakaišu kūtsmēslus un salmus, arī veidots stirpās, bet 2020.gada komposta stirpas izvietotas fermā, lai izvairītos no apkārtējās vides ietekmes, it īpaši no nokrišņiem. 2020.gadā kā komposta veicinātājs izmantots Fermentstart (Lago 12) (2019.gadā uzrādīja labus rezultātus) un Humilat Grow (deva 5 litri uz 1 tonnu kūtsmēslu un 10 litri uz 1 tonnu kūtsmēslu). Mēnesi pēc komposta sajaukšanas tika paņemti komposta paraugi, lai izvērtētu barības elementu saturu (1.6.tabula).

1.6.tabula

**Komposta ķīmiskais sastāvs 2020.gada vasarā, dabīgi mitrā produktā,
07.08.2020.**

Rādītājs	Barības elementu saturs kompostā		
	Pievienotie kompostēšanas veicinātāji		
	Lago 12	Humilat Grow (5 L t ⁻¹)	Humilat Grow (10 L t ⁻¹)
Sausna, %	28.48	31.8	30.5
Mitrums, %	71.52	68.2	69.5
Kopslāpekļis, %	0.71	0.52	0.67
Fosfors P ₂ O ₅ , %	0.32	0.28	0.35
Kālijs K ₂ O, %	1.45	0.85	1.61
pH	8.89	8.74	8.77
koppelni, %	7.66	15.90	8.59
Organiskā viela, %	20.82	15.90	21.91
amonija slāpekļis, g/kg	0.11	0.08	0.10

Komposta paraugos barības elementu saturs ir mainīgs, slāpekļa saturs variē no 0.52 % līdz 0.71 % N, fosfors 0.28 – 0.35 % P₂O₅, bet vislielākās variācijas konstatētas kālijam 0.85 – 1.61 % K₂O.

2.stirpas komposts, kur kā kompostēšanas veicinātājs izmantots Humilat Grow ar devu 5 L t⁻¹ (atšķiras no citiem ar salīdzinoši zemāku barības elementu saturu un arī organiskās vielas saturu). Kompostā konstatēti patogēni *Enterococcus spp.*, 1., 2.stirpā un komposta šķidrā daļā to skaits pārsniedz pieļaujamo daudzumu (1.7.tabula).

1.7.tabula

Patogēnie organismi, 07.08.2020. un 12.08.2020.

Rādītājs	Kūtsmēslu komposts	Kūtsmēslu komposts	Kūtsmēslu komposts	Virca	Virca
<i>Escherichia coli</i> skaits	< 10 KVV/g	< 10 KVV/g	< 10 KVV/g	20 KVV/g	40 KVV/g
<i>Enterococcus spp.</i> skaits	1.8 x 10 ³	1.5 x 10 ³	3 x 10 ² KVV/g	2 x 10 ²	1.2 x 10 ³

	KVV/g	KVV/g		KVV/g	KVV/g
<i>Salmonella spp.</i> klātbūtne	25 g nekonstatē	25 g nekonstatē	25 g nekonstatē	25 g nekonstatē	25 g nekonstatē

Turpmākā komposta monitorēšanā konstatēts, ka 2.stīrpā (kā kompostēšanas veicinātājs izmantos Humilat Grow ar devu 5 L t⁻¹), kompostēšanas process nenorit veiksmīgi, līdz ar to tas izslēgts no turpmākās darbības.

Trīs mēnešus no kompostēšanas sākuma, barības elementu saturs kompostā nostabilizējās (1.8.tabula), slāpekļa saturs 0.68-0.69 % N, fosfora 0.33-0.34 % P₂O₅, kālija 1.13-1.36 % K₂O, kā arī patogēno mikroorganismu daudzums nepārsniedz pieļaujamo normu (1.9.tabula).

1.8.tabula

Komposta ķīmiskais sastāvs 2020.gada rudenī, 02.10.2020.

Rādītājs	Barības elementu saturs kompostā	
	Fermenstart (Lago 12)	Humilat Grow (10 L L t ⁻¹)
Sausna, %	31.12	31.27
Mitruma, %	68.88	68.73
Kopslāpekļis, %	0.68	0.69
Fosfors P ₂ O ₅ , %	0.33	0.34
Kālijs K ₂ O, %	1.13	1.36
pH	9.19	8.95
Ogleklis, %	9.46	10.15
koppelni, %	14.85	13.83
Organiskā viela, %	16.27	17.44
C:N	13.91	14.72

2020.gada rudenī patogēno mikroorganismu daudzums nepārsniedz pieļaujamo normu, kaut gan kompostā, kur kā kompostēšanas veicinātājs izmantots Fermenstart (Lago 12), *Enterococcus spp.* skaits ir palielināts (1.9.tabula).

1.9.tabula

Patogēnie organismi, 02.10.2020.

Rādītājs	Fermenstart (Lago 12)	Humilat Grow (10 L/t)
<i>Escherichia coli</i> skaits	<10 KVV/g	200 KVV/g
<i>Enterococcus spp.</i> skaits	1,5 x 10 ² KVV/g	<100 KVV/g
<i>Salmonella spp.</i> klātbūtne	25 g nekonstatē	25 g nekonstatē

Izvērtējot 2.gada kompostēšanas rezultātus, veikti secinājumi un atziņas:

1. Kompostēšanas process noritēja lēnāk salīdzinot ar 2019.gadu. Teorētiski kompostēšanas process norit pašā kompostā, to nodrošina mikroorganismu darbība, bet nozīme ir arī apkārtējās vides apstākļiem, it īpaši temperatūrai. Vēsas telpas ar caurvēju nav piemērotas komposta gatavošanai.

1.6. Kompostēšanas rezultāti 2021.gads

2021.gada komposta gatavošana veikta stirpās lauka apstākļos, pievienojot četrus dažādu veidu kompostēšanas veicinātājus. Slāpekļa saturs kūtsmēslos 0.51-0.64 % N, fosfora 0.13 – 0.25 % P₂O₅, kālija 0.59 – 0.86 % K₂O (1.10.tabula).

1.10.tabula

Komposta izejvielu ķīmiskais sastāvs pirms komposta gatavošanas, 07.07.2021.

Rādītājs	Pievienotie kompostēšanas veicinātāji			
	Fermilat	Probio Humus	Probio Sewage	Humilat Grow
Sausna, %	24.59	24.37	19.6	23.98
Mitrums, %	75.41	75.63	80.4	76.02
Kopslāpekļis, %	0.64	0.64	0.51	0.54
Fosfors P ₂ O ₅ , %	0.25	0.13	0.20	0.25
Kālijs K ₂ O, %	0.86	0.59	0.80	0.68
pH	9.04	8.92	9.01	8.92
Ogleklis, %	9.76	8.60	7.78	8.77
Amonija slāpekļis, g/kg	0.16	0.28	0.37	0.11
koppelni, %	7.19	8.17	4.00	8.17
Organiskā viela, %	17.40	16.20	15.60	15.81
C:N	15.26	13.43	15.26	16.24

Kūtsmēsli satur palielinātu *Enterococcus spp.* skaitu, viens no variantiem (pievienots kompostēšanas veicinātājs Fermilat) arī nepieļaujami augstu *Escherichia coli* skaitu (1.11.tabula).

1.11.tabula

Patogēnie organismi, 07.07.2021.

Rādītājs	Pievienotie kompostēšanas veicinātāji			
	Fermilat	Probio Humus	Probio Sewage	Humilat Grow
<i>Escherichia coli</i> skaits	1,1 x 10 ⁴ KVV/g	<10 KVV/g	<10 KVV/g	<10 KVV/g
<i>Enterococcus spp.</i> skaits	4,9 x 10 ⁴ KVV/g	4,0 x 10 ⁴ KVV/g	3,0 x 10 ⁴ KVV/g	9,0 x 10 ³ KVV/g
<i>Salmonella spp.</i> klātbūtne	25 g nekonstatē	25 g nekonstatē	25 g nekonstatē	25 g nekonstatē

Mēnesi pēc kompostēšanas procesa uzsākšanas, kompostā konstatētas izmaiņas, visos komposta variantos ir samazinājusies organiskās vielas daudzums. Kūsmēslos organiskās vielas daudzums sastādīja 15.60-17.40 %, kompostā tā veido 8.40-15.13 %. (1.12.tabula). Organiskā viela samazinājās par 12 - 13 % (izņemot variantu ar pievienoto Humilat Grow), kas norāda uz organiskās vielas noārdīšanos kompostēšanas procesā, veidojot augiem vieglāk pieejamos barības elementu savienojumus. Līdz ar to arī veidojās šaurāka C:N attiecība organiskajā mēslošanas līdzeklī.

1.12.tabula

Komposta ķīmiskais sastāvs, dabīgi mitrā materiāla, 03.08.2021.

Rādītājs	Pievienotie kompostēšanas veicinātāji			
	Fermilat	Probio Humus	Probio Sewage	Humilat Grow
Sausna, %	26.88	20.22	28.41	32.35
Mitrums, %	73.12	79.78	71.59	67.65
Kopslāpeklis, %	0.86	0.64	0.58	0.72
Fosfors P ₂ O ₅ , %	0.33	0.20	0.27	0.30
Kālijs K ₂ O, %	0.97	0.61	0.86	1.11
pH	8.94	9.09	9.32	9.36
Ogleklis, %	8.29	7.76	8.72	9.35
Amonija slāpeklis, g/kg	0.03	0.03	0.04	0.06
koppelni, %	11.75	6.02	13.37	16.50
Organiskā viela, %	15.13	14.20	15.04	8.40
C:N	9.64	12.12	15.04	12.99

Kompostēšanās procesā ir samazinājies patogēno organismu daudzums, variantos, kur kūsmēsliem pievienoti kompostēšanas veicinātāji Femilat un Probio Sewage, to daudzums nepārsniedz pieļaujamo normu (1.13.tabula).

1.13.tabula

Patogēnie organismi, 03.08.2021.

Rādītājs	Pievienotie kompostēšanas veicinātāji			
	Fermilat	Probio Humus	Probio Sewage	Humilat Grow
<i>Escherichia coli</i> skaits	55 KVV/g	3.0 x 10 ² KVV/g	<10 KVV/g	<10 KVV/g
<i>Enterococcus spp.</i> skaits	6.0 x 10 ² KVV/g	3.3 x 10 ³ KVV/g	100 KVV/g	1.2 x 10 ⁴ KVV/g
<i>Salmonella spp.</i> klātbūtne	25 g nekonstatē	25 g nekonstatē	25 g nekonstatē	25 g nekonstatē

Vairāk nekā divus mēnešus pēc kompostēšanas sākuma barības elementu daudzums ir nostabilizējies: slāpekļa saturs 0.53-0.64 % N, fosfora 0.23-0.38 % P₂O₅, kālija 0.73-1.20 % K₂O (1.14.tabula). Kompostā radikāli samazinājies amonija slāpekļa daudzums, kūtsmēslos pirms kompostēšanas tā noteiktais saturs 0.11-0.37 g kg⁻¹ N-NH₄, savukārt pēc diviem mēnešiem konstatētais amonija slāpekļa daudzums sastādīja tikai 0.02-0.04 g kg⁻¹ N-NH₄, kas norāda uz 63-94 % šīs slāpekļa formas samazinājumu.

1.14.tabula

Komposta ķīmiskais sastāvs, dabīgi mitrā materiāla, 16.09.2021.

Rādītājs	Pievienotie kompostēšanas veicinātāji			
	Fermilat	Probio Humus	Probio Sewage	Humilat Grow
Sausna, %	28.69	28.61	17.86	27.00
Mitrums, %	71.31	71.39	82.14	73.00
Kopslāpekļis, %	0.61	0.64	0.53	0.61
Fosfors P ₂ O ₅ , %	0.34	0.29	0.23	0.38
Kālijs K ₂ O, %	1.20	0.87	0.73	1.05
pH	9.24	9.09	9.02	9.06
Ogleklis, %	7.61	6.85	6.71	7.81
Amonija slāpekļis, g/kg	0.04	0.03	0.02	0.04
koppelni, %	13.75	14.75	5.60	12.16
Organiskā viela, %	14.94	13.86	12.26	14.84
C:N	12.48	10.70	12.66	12.80

Mikroorganismu daudzums ir ļoti mainīgs, salīdzinot ar iepriekšējo mēnesi, kur patogēno mikroorganismu daudzums pārsniedza pieļaujamo normu (varianti ar Probio Humus un Humilat Grow), to daudzums ir samazinājies, savukārt komposta variantā, kur pievienots kompostēšanas veicinātājs Fermilat, patogēnie mikroorganismi ir savairojušies, un pārsniedz pieļaujamo daudzumu (1.15.tabula).

1.15.tabula

Patogēnie organismi, 16.09.2021.

Rādītājs	Pievienotie kompostēšanas veicinātāji			
	Fermilat	Probio Humus	Probio Sewage	Humilat Grow
<i>Escherichia coli</i> skaits	<10 KVV/g	<10 KVV/g	<10 KVV/g	<10 KVV/g
<i>Enterococcus spp.</i> skaits	7.3 x 10 ⁴ KVV/g	1.0 x 10 ³ KVV/g	<10 KVV/g	<10 KVV/g

<i>Salmonella spp.</i> klātbūtne	25 g nekonstatē	25 g nekonstatē	25 g nekonstatē	25 g nekonstatē
-------------------------------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------

Secinājumi un atziņas pēc 3.gada kompostēšanas:

1. Komposta gatavošanā nozīme ir komposta izejvielām, šajā kompostā kūtsmēslos pirms kompostēšanas konstatēts palielināts *Enterococcus spp.* skaits un vienā stirpā arī *Escherichia coli* skaits.

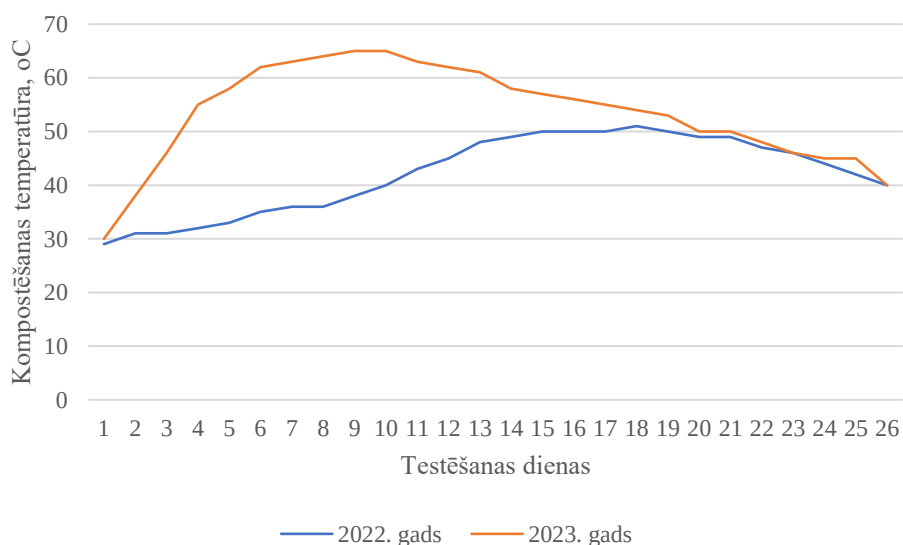
2. Kompostēšanas procesa norisē būtiska loma ir temperatūrai pašā kompostā, kas ierobežo patogēno mikroorganismu attīstību. Komposta stirpās, kur lietoti kompostēšanas veicinātāji Fermilat un Probio Humus, netika sasniegta vēlāmā temperatūra.

1.7. Kompostēšanas rezultāti 2022. un 2023.gadā

Sākot no 2022.gada pakaišu kūtsmēsļu kompostēšana veikta SIA "ECO lauks". Kā komposta izejmateriāls izmantoti tāpat kā iepriekšējos gadus liellopu pakaišu kūtsmēsli no zemnieku saimniecības "KRASTI-B".

2022.gadā lietots Fermenstart (Lago 12) (1L/1t), iestrādāts ar Backhus. Mitrums uzsākot 55%. Kompostēšanas process neveidojās veiksmīgi, komposts nerasniedza nepieciešamo temperatūras, līdz ar to netika izveidots gala produkts (1.7.attēls).

2023.gadā pavasarī atsākta komposta gatavošana, lietots Humilat Grow (8 L/1t), iestrādāts ar Backhus. Samazināts mitruma daudzums uzsākot 45%.



1.7.attēls. Kompostēšanas temperatūras rezultāti, 2022. un 2023.gados

Secinājumi par kompostēšanas procesu:

1. Labākos rezultātus kā kompostēšanas procesa veicinātājs uzrādīja Fermenstart (Lago 12), tāpēc 2022. un 2023.gadā komposts gatavots izmantojot šos preparātus.
2. Iekārta Backhus veiksmīgi izmantota kompostēšana procesa kontrolēšanai, izmantojot to komposta pārjaukšanai un papildus mitruma pievadīšanai.
3. Kompostēšanas process veiksmīgāk norit papildus stimulējot ar apkārtējās vides apstākļiem (vēsām, mitrā laikā kompostēšanas process var tikt kavēts).

1.8. Komposta granulēšana

2020.gadā uzsākta komposta granulēšana. Sagatavotais komposts izmantots granulu gatavošanai. Uzsākot granulu gatavošanu, izvērtēts barības elementu saturs dažādās granulēšanas procesa stadijās (1.16.tabula).

1.16.tabula

Komposta un granulu ķīmiskais sastāvs 2020.gadā (2019.gadā gatavotais komposts), 21.05.2020.

Rādītājs	Sausās granulas	Mitrās granulas	Smalcinātais materiāls	Komposts
Sausna, %	73.96	55.06	47.59	67.19
Mitrums, %	26.04	44.94	52.41	32.81
Kopslāpekļis, %	1.58	0.89	0.76	1.46
Fosfors P ₂ O ₅ , %	0.69	0.53	0.45	0.65
Kālijs K ₂ O, %	0.27	1.27	1.07	0.28
pH	7.92	9.2	9.3	8.24
Amonija slāpekļis, g/kg	0.16	0.13	0.09	0.09
koppelni, %	29.51	30.78	26.81	26.54
Organiskā viela, %	44.45	24.28	20.78	40.65

Pēc praktiskās pieredzes granulēšanas procesa veiksmīgai norisei, nepieciešams pēc iespējas sausāks materiāls, lai tehniski varētu veikt granulēšanu. Meklēti risinājumi praktiskā ceļā, granulēšanā izmantojot pēc iespējas sausāku kompostu, smalcinot kompostu, granulējot mitru kompostu, pēc tam žāvējot granulas.

Organiskā mēslojuma ķīmiskās analīzes sagatavotajās granulās uzrāda augstu slāpekļa saturu (1.58 % N), atbilstošu fosfora saturu 0.69 % P₂O₅, bet ļoti zemu kālija saturu – 0.27 % K₂O. Kālija saturs zems ir konstatēts arī kompostā (0.28 % K₂O), savukārt smalcinātajā materiālā un mitrajās granulās kālija saturs ir augstāks (1.07 - 1.27 % K₂O).

Granulas bez papildus žāvēšanas satur lielu mitruma daudzumu (44.94 %), kas neatbilst granulu fizikālo īpašību nodrošināšanai un nenodrošina granulu uzglabāšanu bez to īpašību izmaiņām. Sausās granulās sausnes saturs ir 74 %, bet granulēšanas procesa rezultātā vēlme ir iegūt produktu ar augstāku sausnes saturu.

Nosakot patogēnos mikroorganismus, mēslošanas līdzekļos ar augstu mitruma saturu (smalcinātais materiāls un mitrās granulas) tas satur nepieļaujamu augstu *Enterococcus spp.* skaitu, savukārt granulēšanas procesā, nodrošinot paaugstinātu temperatūru, patogēnie mikroorganismi neattīstās un to daudzums samazinās salīdzinot ar kompostu (1.17.tabula).

1.17.tabula

Patogēnie organismi, 21.05.2020.

	Sausās granulas	Mitrās granulas	Smalcinātais materiāls	Komposts
<i>Escherichia coli</i> skaits	< 10 KVV/g	< 10 KVV/g	< 10 KVV/g	< 10 KVV/g

<i>Enterococcus spp.</i> skaits	2 x 10 ² KVV/g	9.5 x 10 ⁴ KVV/g	6.7 x 10 ³ KVV/g	4.5 x 10 ² KVV/g
<i>Salmonella spp.</i> klātbūtne	25 g nekonstatē	25 g nekonstatē	25 g nekonstatē	25 g nekonstatē

Turpinot meklējumus par veiksmīgākajiem tehniskajiem risinājumiem granulēšanas procesam, 2021.gadā iegūtas granulas ar lielāku sausnes saturu (79.83 %) salīdzinot ar 2020.gada granulām. Kūtsmēsļu komposta granulas satur koncentrētāku barības elementu daudzumu (1.64 % N, 0.86 % P₂O₅ un 2.95 % K₂O) salīdzinot ar sagatavoto kompostu (1.22 % N, 0.55 % P₂O₅ un 1.94 % K₂O), kas ļauj lietot mazākas mēslojuma devas, lai iestrādātu vienādu barības elementu daudzumu (1.18.tabula). Iekārtojot izmēģinājumus, ņemts vērā barības elementu saturs katrā organiskā mēslošanas līdzeklī, aprēķinot konkrēto devu, lai iestrādātu vienādu barības elementu daudzumu.

1.18.tabula

Komposta un granulu ķīmiskais sastāvs 2021.gadā (2020.gadā gatavotais komposts), 07.07.2021.

Rādītājs	Barības elementu saturs kompostā	
	Komposts (pirms granulēšanas)	Granulas
Sausna, %	49.59	79.83
Mitrums, %	50.41	20.17
Kopslāpekļis, %	1.22	1.64
Fosfors P ₂ O ₅ , %	0.55	0.86
Kālijs K ₂ O, %	1.94	2.95
pH	9.38	9.34
Ogleklis, %	15.14	22.42
Amonija slāpekļis, g/kg	0.05	0.05
koppelni, %	23.59	48.62
Organiskā viela, %	26.00	31.21
C:N	12.41	13.67

2020.gadā sagatavotajā komposta patogēno organismu daudzums nepārsniedza to pieļaujamo normu (1.7.tabula), savukārt 2021.gada pavasarī *Enterococcus spp.* skaits palielinājās un pārsniedza normatīvos aktos noteikto patogēno organismu pieļaujamo daudzumu (1.11.tabula). Granulu gatavošana nesamazināja šo mikroorganismu daudzumu, lai gan granulēšanas process norit paaugstinātā temperatūrā. Līdz ar to tika veikti laboratorijas izmēģinājumi, lai atrastu veiksmīgāku temperatūru un paaugstinātas temperatūras laiku, lai samazinātu patogēno organismu attīstību un tajā pašā laikā saglabātu barības elementus mēslošanas līdzekļos.

Patogēnie organismi, 07.07.2021.

	Komposts iepriekšējais gads (pirms granulēšanas)	Granulas
<i>Escherichia coli</i> skaits	<10 KVV/g	<10 KVV/g
<i>Enterococcus spp.</i> skaits	4,2 x 10 ³ KVV/g	1,2 x 10 ⁴ KVV/g
<i>Salmonella spp.</i> klātbūtne	25 g nekonstatē	25 g nekonstatē

Organiskais mēslojums atšķirībā no rūpnieciski ražotajiem mēslošanas līdzekļiem bez primārajiem makroelementiem (slāpekļa, fosfora un kālija) satur arī citus makroelementus un mikroelementus. Viena no organiskā mēslojuma priekšrocībām ir nodrošināt kultūraugus ar dažādiem augiem nepieciešamajiem barības elementiem, bagātināt augsni ar organisko vielu un ienest augsnē papildus mikroorganismus. Lai saprastu un izvērtētu sagatavoto granulu vērtību, to ķīmiskais sastāvs salīdzināts ar tirdzniecības vietās pieejamiem līdzīgiem produktiem (1.20.tabula). Salīdzināšanai izvēlētas granulas nav ar norādi atļauts lietot bioloģiskā lauksaimniecībā. Abu granulu ķīmiskās analīzes veiktas vienā laboratorijā tajā pašā laikā. Saimniecībā izveidotās granulas raksturojas ar augstāku sausnes saturu (83.04 %) salīdzinot ar tirgū pieejamajām granulas (68.37 %). Saražotajās granulās ir zemāks slāpekļa saturs, bet par 53 % augstāks kālija saturs (attiecīgi 2.74 % K₂O saražotajās granulās un 1.80 % K₂O) un fosfora saturs ir 8 reizes lielāks (attiecīgi 0.88 % P₂O₅ saražotajās granulās un 0.11 % P₂O₅). Arī citu makroelementu (kalcijs un sēra) saturs ir augstāks salīdzinot ar citām nopirktajām granulām. Organiskās vielas saturs (39.01 %) un C:N attiecība (14.33:1) norāda uz iegūtu vērtīgu un augiem izmantojamu organisko mēslojumu, kas ir konkurētspējīgs tirgū, uzsverot, ka saražotais mēslojums ir lietojams bioloģiskās saimniecībās.

Sagatavoto un tirgū pieejamo granulu salīdzinājums, 11.02.2022.

Rādītājs	Barības elementu saturs, dabīgi mitrā produktā	
	Sagatavotās granulas	Tirgū pieejamās granulas (nav atļauts lietot bioloģiskās saimniecībās)
Sausna, %	83.04	68.37
Mitrums, %	16.96	31.63
Kopslāpekļis, %	1.31	1.86
Fosfors P ₂ O ₅ , %	0.88	0.11
Kālijs K ₂ O, %	2.74	1.80
pH	9.51	9.31
koppelni, %	44.03	23.37
amonija slāpekļis, g/kg	0.06	3.03
Varš, mg/kg	16.79	4.79
Mangāns, mg/kg	199.01	90.47
Dzelzs, mg/kg	2272.47	4495.74

Cinks, mg/kg	62.95	7.53
Ogleklis, %	18.77	19.79
Sērs, %	0.11	0.06
Magnijs, %	1.62	0.17
Kalcijs, %	4.07	5.95
Organiskā viela	39.01	45.00
C:N	14.33	10.64

Barības elementu saturs ir iepriecinošs un salīdzinoši izgatavotās granulas ir vērtīgākas salīdzinot ar citām tirgū pieejamajām granulām. Jāņem vērā, ka saražotās granulas ir iegūts bioloģisks mēslošanas līdzeklis salīdzinot ar tirgū pieejamām granulām.

Patogēno organismu skaits atbilstoši Ministru kabineta 01.09.2015. noteikumos Nr.506 "Mēslošanas līdzekļu un substrātu identifikācijas, kvalitātes atbilstības novērtēšanas un tirdzniecības noteikumi" nepārsniedz noteiktās pieļaujamās normas, bet ir ļoti tuvu tām (1.21.tabula).

1.21.tabula

Patogēnie organismi, 11.02.2022.

Rādītājs	Sagatavotās granulas	Tirgū pieejamās granulas
<i>Escherichia coli</i> skaits	<10 KVV/g	<10 KVV/g
<i>Enterococcus spp.</i> skaits	8,23 x 10 ² KVV/g	<10 KVV/g
<i>Salmonella spp.</i> klātbūtne	25 g nekonstatē	25 g nekonstatē

Turpinot komposta veidošanu, sagatavotajā kompostā slāpekļa saturs 0.57-0.61 % N, fosfora 0.24 – 0.30 % P₂O₅, kālija 0.97 – 1.11 % K₂O ar sausnes saturu 27-28 % (1.22.tabula). Iepriekš gatavotais komposts ir ar lielāku sausnes saturu (35 %) un līdzīgu barības elementu saturu. Pirms granulēšanas procesa sasmalcinātajam materiālam un arī izveidotajām granulām sausnes saturs ir 87 – 88 %, kas ir samazinājies granulēšanas procesā.

1.22.tabula

Komposta un granulu ķīmiskais sastāvs 2023.gada jūnijs, 02.06.2023.

Barības elementu saturs dabīgi mitrā paraugā					
Rādītājs	Komposts (Nr.1)	Komposts (Nr.2)	Komposts (Sausais stirpā)	Smalcinātais materiāls	Granulas Eco compo
Sausna, %	27.26	28.52	34.63	87.53	86.74
Mitrums, %	72.74	71.48	65.37	12.47	13.26
Kopslāpekklis, %	0.57	0.61	0.60	1.34	0.99
Fosfors P ₂ O ₅ , %	0.24	0.30	0.36	0.90	0.72
Kālijs K ₂ O, %	0.97	1.11	0.99	1.28	2.34
pH	8.88	8.88	8.98	8.63	9.25
Ogleklis, %	13.22	15.14	11.14	32.39	26.47
Amonija slāpekklis, g/kg	0.06	0.02	0.00	0.02	0.07

Koppelni, %	9.22	8.42	20.27	45.18	50.90
Organiskā viela, %	18.04	20.10	14.36	42.35	35.84
C:N	23.32	24.69	18.60	24.18	26.77

Lai izvērtētu granulas un to izejvielu atbilstību kā organisko mēslojumu noteikts arī patogēno mikroorganismu daudzums (1.23.tabula), ja vienā no komposta stirpām un arī smalcinātajā materiālā ir konstatēts palielināts to daudzums, tad granulās to nav.

1.23.tabula

Patogēnie organismi, 02.06.2023.

Rādītājs	Komposts (Nr.1)	Komposts (Nr.2)	Komposts (Sausais stirpā)	Smalcinātais materiāls	Granulas Eco compo
<i>Escherichia coli</i> skaits	<10 KVV/g	<10 KVV/g	<10 KVV/g	<10 KVV/g	<10 KVV/g
<i>Enterococcus</i> spp. skaits	1,2 x 10 ² KVV/g	2,1 x 10 ³ KVV/g	6,2 x 10 ² KVV/g	1,2 x 10 ³ KVV/g	<10 KVV/g
<i>Salmonella</i> spp. klātbūtne	25 g nekonstatē	25 g nekonstatē	25 g nekonstatē	25 g nekonstatē	25 g nekonstatē

Gatavojot pakaišu kūtsmēslus kā produktu, tika noteikts arī smago metālu daudzums, lai konstatētu organisko mēslošanas līdzekļu atbilstību Latvijas Republikas normatīvo aktu prasībām (1.24.tabula). Atbilstoši Ministru kabineta 01.09.2015. noteikumiem Nr.506 “Mēslošanas līdzekļu un substrātu identifikācijas, kvalitātes atbilstības novērtēšanas un tirdzniecības noteikumi” piecu smago metālu (svina, niķeļa, arsēna, kadmija un dzīvsudraba) koncentrācija nedrīkst pārsniegt pieļaujamās normas. Konkrētajā gadījumā visos granulu gatavošanas posmos mēslošanas līdzekļos noteikto smago metālu daudzums ir minimāls un atbilst normatīvo aktu prasībām.

1.24.tabula

Smago metālu saturs kompostā un granulās 2023. gada jūnijā, 02.06.2023.

Rādītājs	Barības elementu saturs dabīgi mitrā paraugā					Maksimāli pieļaujamā norma
	Komposts (Nr.1)	Komposts (Nr.2)	Komposts (Sausais stirpā)	Smalcinātais materiāls	Granulas Eco compo	
Sausna, %	27.10	31.10	30.50	88.40	88.10	-
Mitrums, %	72.90	68.92	69.50	11.60	10.90	-
Svins (Pb), mg kg ⁻¹	< 8.2	< 8.2	< 8.2	< 8.2	< 8.2	150
Niķelis (Ni), mg kg ⁻¹	4.54	14.30	5.36	4.33	3.60	100
Arsēns (As), mg kg ⁻¹	< 1.2	< 1.2	1.29	1.67	1.54	50
Kadmija (Cd), mg kg ⁻¹	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	< 0.6	3.0
Dzīvsudrabs (Hg), mg kg ⁻¹	0.25	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	2.0

Secinājumi

1. Sagatavotā komposta kvalitāte nodrošina saražoto granulu kvalitāti. Iegūstot un izmantojot labas kvalitātes kompostu, iegūst kvalitatīvas granulas ar koncentrētu barības elementu saturu un bez patogēniem mikroorganismiem.
2. Komposta granulēšanas rezultātā tiek iegūts sauss produkts (75-85 % sausnes), organiskajā mēslošanas līdzeklī ar augstu sausnes saturu ir koncentrēts barības elementu saturs salīdzinot ar dabiskiem organiskajiem mēslošanas līdzekļiem, kuriem ir relatīvi zems sausnes saturs. Granulas ir kvalitatīvs un konkurētspējīgs produkts, kas ir izmantojams bioloģiskā lauksaimniecībā.
3. Granulām jānodrošina sausne vismaz 80 %, lai nodrošinātu granulu fizikālo īpašību saglabāšanos uzglabāšanas un transportēšanas laikā.

1.9. Granulu karsēšana

Organiskais mēslojums satur barības elementus un ir arī vide mikroorganismu darbībai un attīstībai. Mikroorganismi veicina organiskās vielas mineralizāciju, pārveidojot sarežģītus organiskos savienojumus vienkāršos savienojumus, kas augiem būs pieejami un uztēmami.

Lai novērtētu barības elementu un mikroorganismu izmaiņas, organiskais mēslojums gan sagatavotais komposts, gan granulas tika karsēti 30 minūtes 70°C temperatūrā (1.25.tabula). Slāpekļis ir kustīgs un dinamisks barības elements, kuru visvairāk ietekmē apkārtējās vides apstākļi, to skaitā arī temperatūra. Kopējā slāpekļa satura samazinājums nav novērojams, bet amonija saturs samazinājās, skaitliskās vērtības ir zemas (0.07-0.12 g kg⁻¹ N-NH₄), bet, izvērtējot relatīvās izmaiņas, samazinājums amonija slāpekļa saturs sastāda 2.6-2.8%.

1.25.tabula

Barības elementu saturs pirms un pēc karsēšanas, 26.03.2021.

Rādītājs	Komposts		Komposta granulas	
	Pirms karsēšanas	Pēc karsēšanas	Pirms karsēšanas	Pēc karsēšanas
Sausna, %	29.66	30.47	81.23	83.88
Mitrums, %	70.34	69.53	18.77	16.12
Kopslāpekļis, %	0.81	0.82	1.26	1.34
Fosfors P ₂ O ₅ , %	0.39	0.38	0.71	0.71
Kālijs K ₂ O, %	1.71	1.81	2.08	2.12
pH	9.15	9.01	9.2	9.12
Ogleklis, %	10.72	10.46	19.31	19.79
amonija slāpekļis, g/kg	0.09	0.07	0.12	0.09
Koppelni, %	29.91	31.51	49.22	49.03
Organiskā viela, %	18.74	18.65	32.01	33.25
C:N	13:1	13:1	15:1	15:1

Patogēno organismu daudzumus ir minimāls kompostā un granulās gan sagatavotajā produktā, gan laboratorijā karsējot 70°C temperatūrā (1.26.tabula).

Patogēnie organismi, 26.03.2021.

	granulas	Komposts	Granulas pēc 70°C karsēšanas	Komposts pēc 70°C karsēšanas
<i>Escherichia coli</i> skaits	< 10 KVV/g	< 10 KVV/g	< 10 KVV/g	< 10 KVV/g
<i>Enterococcus spp.</i> skaits	< 100 KVV/g	< 100 KVV/g	< 100 KVV/g	< 100 KVV/g
<i>Salmonella spp.</i> klātbūtne	25 g nekonstatē	25 g nekonstatē	25 g nekonstatē	25 g nekonstatē

2021.gadā iegūtās granulas saturs 1.61-1.75 % N, fosfora 0.90-0.94% P₂O₅, kālija 2.78-3.13 % K₂O ar sausnes saturu 83-87 % (1.27.tabula), kas ir optimāls barības elementu daudzums, lai nodrošinātu augus ar barības elementiem. Granulu karsēšanas rezultātā minimāli samazinājās slāpekļa saturs, kas norāda, ka karsēšana 70°C nerada nozīmīgas izmaiņas granulu ķīmiskajā sastāvā.

Granulu pirms un pēc karsēšanas ķīmiskais sastāvs, 03.08.2021. un 16.09.2021.

Rādītājs	Granulas		Granulas pēc karsēšanas (70°C 30 min.) (16.09.2021.)
	03.08.2021	16.09.2021	
Sausna, %	86.99	83.15	84.98
Mitrums, %	13.01	16.85	15.02
Kopslāpekļlis, %	1.75	1.61	1.59
Fosfors P ₂ O ₅ , %	0.94	0.90	0.93
Kālijs K ₂ O, %	3.13	2.78	2.86
pH	9.65	9.48	9.43
Ogleklis, %	23.06	23.18	24.27
Amonija slāpekļlis, g/kg	0.03	0.06	0.05
koppelni, %	48.58	48.58	48.15
Organiskā viela, %	40.54	42.76	44.06
C:N	13.18	14.40	15.26

2021.gadā gatavotajām granulām konstatēts nepieļaujami paaugstināts patogēno mikroorganismu daudzums, granulu karšēšana 70°C tikai mazliet samazināja *Enterococcus spp.* skaitu (1.28.tabula).

Patogēnie organismi, 03.08.2023. un 16.09.2021.

Rādītājs	Granulas		Granulas pēc karsēšanas (70°C 30 min.)
	03.08.2021	16.09.2021	
<i>Escherichia coli</i> skaits	<10 KVV/g	<10 KVV/g	<10 KVV/g
<i>Enterococcus spp.</i> skaits	2.7 x 10 ⁴ KVV/g	4.0 x 10 ³ KVV/g	3.1 x 10 ³ KVV/g
<i>Salmonella spp.</i> klātbūtne	25 g nekonstatē	25 g nekonstatē	25 g nekonstatē

2021.gadā gatavojot granulas, konstatēts, ka patogēnie mikroorganismi pārsniedz normatīvos aktos noteiktās pieļaujamās normas, līdz ar to laboratorijas apstākļos veikti temperatūras režīma izmēģinājumi, lai meklētu risinājumu vides apstākļu nodrošināšanai šo patogēno organismu likvidēšanai vai to daudzuma samazināšanai. Izvēlēta granulu karsēšanas temperatūra diapazonā no 70°C līdz 90°C, ar soli 5°C (1.29.tabula). Karsēšanas rezultātā visās temperatūrās samazinās mitruma saturs, slāpekļa saturs mainījās minimāli no 1.69 % N nekarsētās granulās līdz 1.64 - 1.73 % N atkarībā no karsēšanas temperatūras.

Barības elementu saturs, karsējot granulas dažādās temperatūrās, 28.10.2021.

Rādītājs	Barības elementu saturs granulās						
	Bez karsēšanas	70°C 30 min	75°C 30 min	80°C 30 min	85°C 30 min	90°C 30 min	70°C 60 min
Sausna, %	84.88	88.28	88.04	88.09	88.37	89.2	84.98
Mitrums, %	15.12	11.72	11.96	11.91	11.63	10.8	15.02
Kopslāpekļis, %	1.69	1.66	1.73	1.73	1.67	1.64	1.64
Ogleklis, %	18.39	19.66	20.61	19.65	19.55	19.61	19.33
Amonija slāpekļis, g/kg	0.04	0.03	0.02	0.03	0.06	0.03	0.03
koppelni, %	41.64	43.56	43.01	44.60	44.70	44.89	44.45
Organiskā viela, %	43.24	44.72	45.03	43.49	43.67	44.31	43.93
C:N	10.88	11.84	11.91	11.36	11.71	11.95	11.79

Vislielāko interesi karsēšanas procesa rezultātam raisīja patogēno mikroorganismu samazināšanās, meklējot optimālo granulēšana temperatūru. 2021.gadā gatavotām granulām konstatēts nepieļaujami augsts *Enterococcus* spp. skaits (1.30.tabula), karsējot granulas 70°C - 75°C temperatūrā, šo mikroorganismu daudzums samazinājās, bet turpmākā temperatūras paaugstināšana vēl vairāk savairoja *Enterococcus* spp.

1.30.tabula

Patogēnie organismi, 28.10.2021.

	Bez karsēšanas	70°C 30 min	75°C 30 min	80°C 30 min	85°C 30 min	90°C 30 min	70°C 60 min
<i>Escherichia coli</i> skaits	<10 KVV/g	<10 KVV/g	<10 KVV/g	<10 KVV/g	<10 KVV/g	<10 KVV/g	<10 KVV/g
<i>Enterococcus</i> spp. skaits	1,6 x 10 ³ KVV/g	<10 KVV/g	<10 KVV/g	7,6 x 10 ³ KVV/g	4,5 x 10 ³ KVV/g	2,1 x 10 ³ KVV/g	2,1 x 10 ³ KVV/g
<i>Salmonella</i> spp. klātbūtne	25 g nekonstatē	25 g nekonstatē	25 g nekonstatē	25 g nekonstatē	25 g nekonstatē	25 g nekonstatē	25 g nekonstatē

Tā kā karsēšanā iegūti neviennozīmīgi rezultāti, 2022.gada sākumā vēlreiz veikts laboratorijas eksperiments ar granulu karsēšanu. Karsēšanas temperatūra diapazonā no 70°C līdz 90°C, ar soli 10°C (1.31.tabula). Šajās granulās slāpekļa saturs bija zemāks (1.31 %N) salīdzinot ar 2021.gada rudens granulām, bet, paaugstinoties sausnes saturam dabīgi mitrā mēslošanas līdzeklī slāpekļa saturs pat palielinās.

1.31.tabula

Barības elementu saturs, karsējot granulas dažādās temperatūrās, 11.02. 2022.

Rādītājs	Barības elementu saturs granulās				
	Bez karsēšanas	70°C 30 min	80°C 30 min	90°C 30 min	70°C 60 min
Sausna, %	83.04	85.31	85.31	87.09	81.59
Mitrums, %	16.96	14.69	14.69	12.91	18.41
Kopslāpekļis, %	1.31	1.45	1.45	1.50	1.31
Ogleklis, %	18.77	20.82	21.48	21.21	19.05
Amonija slāpekļis, g/kg	0.06	0.04	0.04	0.03	0.06
koppelni, %	44.03	44.91	44.67	47.39	44.39
Organiskā viela, %	39.01	40.40	40.64	39.70	37.20
C:N	14.33	14.36	14.81	14.14	14.54

Vērtējot patogēno mikroorganismu daudzumu, granulu karsēšana 70°C 30 minūtes tieši veicināja mikroorganismu skaita palielināšanos atšķirībā no karsēšanas 70°C ilgāku laiku (60 minūtes). Temperatūras paaugstināšana līdz 80°C un 90°C temperatūrai arī samazināja *Enterococcus* spp. skaitu (1.32.tabula).

1.32.tabula

Patogēnie organismi, 11.02. 2022.

	Bez karsēšanas	70°C 30 min	80°C 30 min	90°C 30 min	70°C 60 min
<i>Escherichia coli</i> skaits	<10 KVV/g	<10 KVV/g	<10 KVV/g	<10 KVV/g	<10 KVV/g
<i>Enterococcus</i> spp. skaits	8,23 x 10 ² KVV/g	1,95 x 10 ³ KVV/g	6,18 x 10 ² KVV/g	2,09 x 10 ² KVV/g	2,09 x 10 ² KVV/g
<i>Salmonella</i> spp. klātbūtne	25 g nekonstatē	25 g nekonstatē	25 g nekonstatē	25 g nekonstatē	25 g nekonstatē

Secinājumi

- Granulu karsēšana 70 - 90°C 30 un 60 min neradīja nozīmīgas izmaiņas barības elementu saturā. Jūtīgākā elementa slāpekļa saturs granulās, karsējot to paaugstinātā temperatūrā, samazinājums konstatēts neliels. Izteiktāki ir amonija slāpekļa daudzuma samazināšanās karsēšanas procesā, kas ir skaidrojams ar iespējamiem gāzveida zudumiem. Fosfora un kālija saturu neietekmēja karsēšanas process.
- Granulu karsēšana 70°C 30 un 60 minūtes ne vienmēr nodrošina patogēno organismu samazināšanos, arī paaugstinot temperatūru līdz pat 90°C tas var nenotikt.

2. Granulēta bioloģiska mēslojuma ietekme uz zālāja ražu

2.1. Izmēģinājuma lauciņu apraksts un iestrādātā mēslojuma devas

Izmēģinājums ierīkots zemnieku saimniecības “KRASTI-B” ražošanas laukos, uzsākts 2019.gada rudenī, veikts divus gadus (2020.-2021.). Saimniecība atrodas Aizkraukles novada Mazsalves pagastā, netālu no Latvijas – Lietuvas robežas. Saimniecības darbības virziens ir lopkopība, audzē gaļas šķirnes liellopus. Saimniecībā audzē sēto zālāju, lai iegūtu kvalitatīvu un augstražīgu barību nobarojamajiem liellopiem.

Izmēģinājuma lauka kopējā platība 6 ha, katrs izmēģinājuma varianta lauks – 1.2 ha (2.1. attēls), kur lietoti atšķirīgi mēslojuma veidi. Izmēģinājuma laukā iepriekš bija dabiskais zālājs, ko izmantoja kā ganības gaļas liellopiem. Izmēģinājums atrodas Zemgales līdzenumā, nav novērojami reljefa paaugstinājumi, lauks ir meliorēts, nav novērojama ilgstoša ūdens stāvēšana uz laukiem. Pirms izmēģinājuma iekārtošanas ņemti augsnes paraugi. Laukā dominē mālsmilts augsne, ar normālu augsnes reakciju (pH robežās no 6.2 līdz 6.4), vidēju fosfora saturu (P₂O₅– 68 mg kg⁻¹) un zemu kālija saturu (61-75 mg kg⁻¹ K₂O).



2.1. attēls. Zālāju izmēģinājuma lauks ZS "KRASTI-B", avots Google map

Izmēģinājumā salīdzināti trīs mēslojuma veidi: komposts, smalcinātais mēslojums un izveidotās granulas (2.1.tabula). Ņemot vērā, ka granulas ir vēlamais galaprodukts, tad granulas izmēģinājumā iestrādātas divās devās 2.5 t ha^{-1} un 5 t ha^{-1} . Kā kontroles variants ir iepriekšējā gadā iestrādātie pakaišu kūtsmēsli, kuru lietošana ir saimniecības tradicionālā pieredze. Ņemot vērā, ka lietotie organiskā mēslojuma veidi satur dažādu barības elementu (slāpekļa, fosfora un kālija) daudzumu un to attiecība mēslošanas līdzekļos ir atšķirīga, tad organiskā mēslojuma devas tika rēķinātas pēc iespējas iestrādāt vienādu slāpekļa daudzumu, izņemot 2.5 t ha^{-1} granulu, kur tika izmantota samazināta mēslojuma deva.

2.1.tabula

Izmēģinājuma varianti

Mēslojuma veids	Deva, t ha^{-1}	Barības saturs mēslošanas līdzekļos, % dabīgi mitrā materiālā			Iestrādātais barības elementu daudzums, kg ha^{-1}		
		N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
Pakaišu kūtsmēsli	20.0	0.43	0.23	0.81	86	46	162
Granulētais mēslojums	2.5	1.58	0.69	2.16	40	17	54
Granulētais mēslojums	5.0	1.58	0.69	2.16	79	35	108
Smalcinātais mēslojums	10.0	0.76	0.45	1.07	76	45	107
Komposts	10.0	0.68	0.33	1.13	68	33	113

Izmēģinājuma laukā 2020.gada pavasarī iesēts zālāja maisījums. Maisījums izvēlēts atbilstoši, lai iegūtu kvalitatīvu lopbarību – sienu, un pēc 2.pļāvuma atālu izmantot kā ganības. Zālājs lielākoties sastāv no graudzālēm – 85%, 15% no zālāja veido tauriņzieži.

Sētā zālāja sastāvs:

- 15% tīruma āboliņš (*Trifolium arvense*)
- 25 % daudzgadīgā airene (*Lolium perenne*)
- 20% - auzeņairene (*X festulolium*)

- 10% - niedru auzene (*Festuca arundinacea*)
- 10% - pļavas timotiņš (*Phleum pratense*)
- 20% - Parastā kamolzāle (*Dactylis glomerata*)

Izmēģinājuma lauka apstrāde uzsākta 2019.gada rudenī, veicot dabiskā zālāja aršanu, kopā ar aršanu iestrādāja pakaišu kūtsmēslus 20 t ha^{-1} , kurus pirms aršanas izkliedēja ar kūtsmēslu izkliedētāju uz izmēģinājuma lauka varianta. 2020.gada pavasarī veica arumu sagatavošanu sējai - kultivēšanu. Zālāja sēju veica 2020.gada maijā. Pēc zālāja sējas atlikušos laukus mēsloja, variantos, kur lietoja granulas, granulu izkliedi veica ar minerālmēslu izkliedētāju, variantos, kur lietots smalcināts mēslojums un komposts, izkliedi veica ar kūtsmēslu izkliedētāju. Katru gadu veikti 2 zāles pļāvumi.



2.2. attēls. Zālāja ražas ievākšana

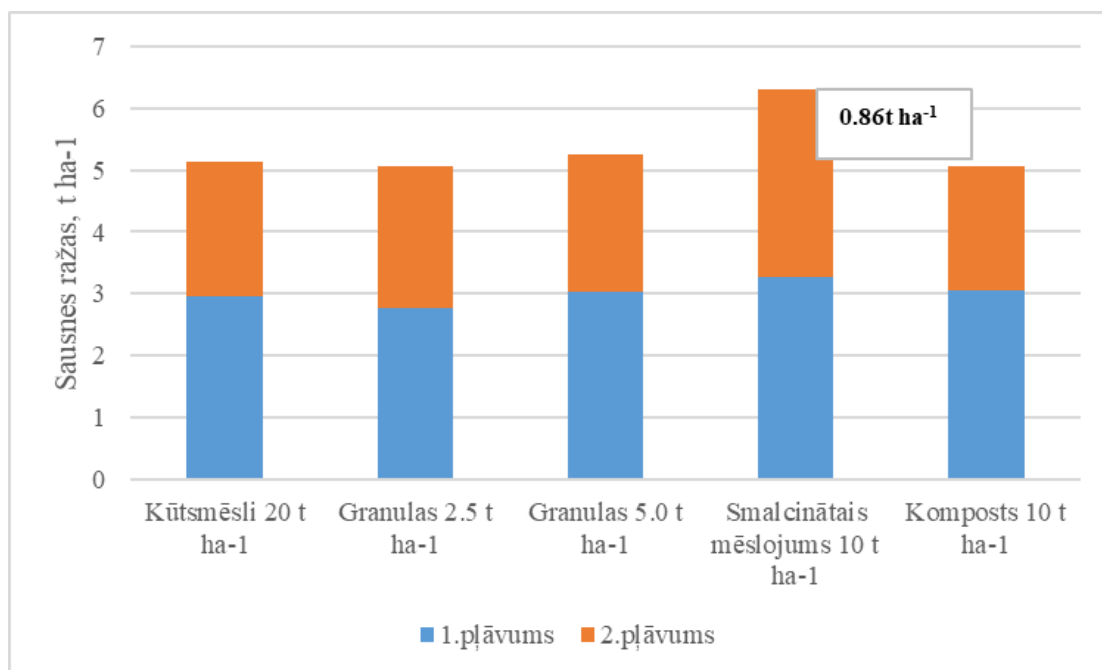
Nopļauto zālāju žāvēja sienam, satina siena rituļos un noveda no lauka (2.2.attēls). 2021.gadā, 2.pļāvumu veica augustā, arī ar mērķi iegūt sienu. Ataugušo zālāju pēc 2.pļāvuma izmantoja kā ganības gaļas liellopiem. Zālāja ražu ievāca ar saimniecībā esošo tehniku.

Lai veiktu zālāja ražas novērtējumu atkarībā no mēslošanas līdzekļiem, no katra izmēģinājuma varianta ievāca 16 paraugus, izmantojot 0.1 m^2 metāla rāmīti, kopā veidojot 80 paraugus no visa izmēģinājuma. Kā viens no izmēģinājuma uzdevumiem ir noteikt zālāja ražu, ražas uzskaitē veikta tikko novācot zālāja biomasu no lauka – sverot. Zālāja siena masu noteica, kad tā ir izžuvusi – sverot. Zālāja paraugu ievākšanas brīdī noteica arī botānisko sastāvu, manuāli sadalot paraugu stiebrzālēs, tauriņziežos un platlapjos, katru frakciju nosvēra un izteica botāniskā sastāva attiecību procentos.

2.2. Zālāja sausnas raža atkarībā no mēslojuma daudzuma

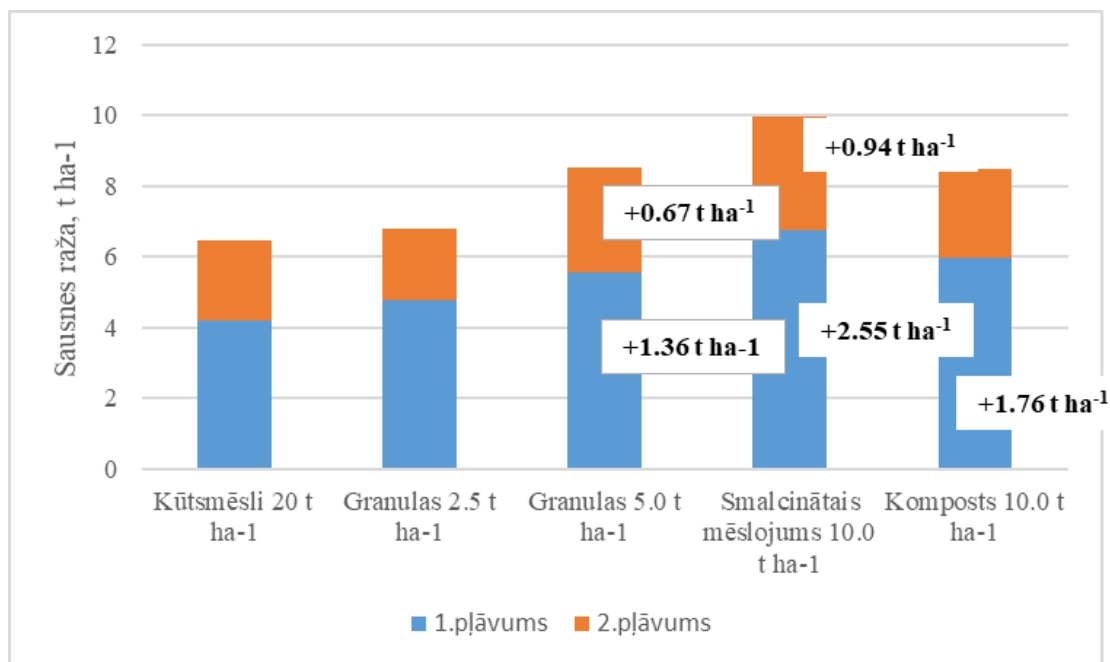
Zālāja ierīkošanas gadā, 1.pļāvumā iegūta $2.8\text{--}3.2 \text{ t ha}^{-1}$ zāles sausnes raža, starp variantiem nav novērotas būtiskas atšķirības, kas skaidrojams ar to, ka mēslojums tika iestrādāts pēc zālāju sējas un līdz 1.pļāvumam augi ļoti minimāli izmantoja barības elementus no iestrādātā mēslojuma (2.3. attēls). Savukārt 2.pļāvumā iegūta arī zema

zāles sausnes raža ($2.0\text{--}3.0\text{ t ha}^{-1}$), sakarā ar 2020.gada augusta mēneša sausumu. Lietojot smalcināto mēslojumu, iegūta augstākā zāles sausnes raža (6.3 t ha^{-1}) un būtisks ražas pieaugums salīdzinot ar citiem lietotajiem mēslošanas līdzekļiem, kas skaidrojams ar ātrāku iedarbību.



2.3.attēls. Zāles sausnes raža 2020.gadā, t ha^{-1}

2021.gada 1.plāvumā iegūta daudz augstāka zāles sausnes raža ($4.2\text{--}6.8\text{ t ha}^{-1}$), būtisks ražas pieaugums iegūts variantos, kur lietotas granulas ar devu 5.0 t ha^{-1} , smalcinātais mēslojums un komposts (2.4.attēls). Šī gada 2.plāvumu būtiski ietekmēja laika apstākļi 2021.gada jūlijā, bija novērojama augsta temperatūra un karstuma rekordi, kas ietekmēja zālāja attīstību, bet, lietojot kā mēslošanas līdzekļus granulēto mēslojumu (deva 5.0 t ha^{-1}) un smalcināto mēslojumu, iegūtas būtiski augstākas ražas.



2.4.attēls. Zāles sausnes raža 2021.gadā, t ha⁻¹

Salīdzinot pirmo gadu un otro zālāja ražošanas gadu, tad mēslojuma 2.izmantošanas gadā iegūtas salīdzinoši augstākas ražas, kas norāda, ka nepieciešams organiskā mēslojuma iedarbības laiks, lai augi varētu izmantot barības elementus no mēslošanas līdzekļiem un mēslojums varētu uzrādīt savu efektivitāti. Viszemākie rezultāti novērojami izmēģinājuma laukā, kur lietoti pakaišu kūtsmēsli 20 t ha⁻¹. Iestrādājot granulēto mēslojumu 2.5 t ha⁻¹ arī ir iegūta zema raža, bet ar šādu devu nav iespējams nodrošināt nepieciešamo barības elementu kultūraugiem (2.1.tabula). Granulētais mēslojums, kas lietots 5 t ha⁻¹, ir iegūta līdzvērtīga un pat mazliet augstāka raža salīdzinot ar komposta mēslojumu ar divas reizes lielāku devu (10 t ha⁻¹), kas norāda uz granulēto mēslojuma efektivitāti.

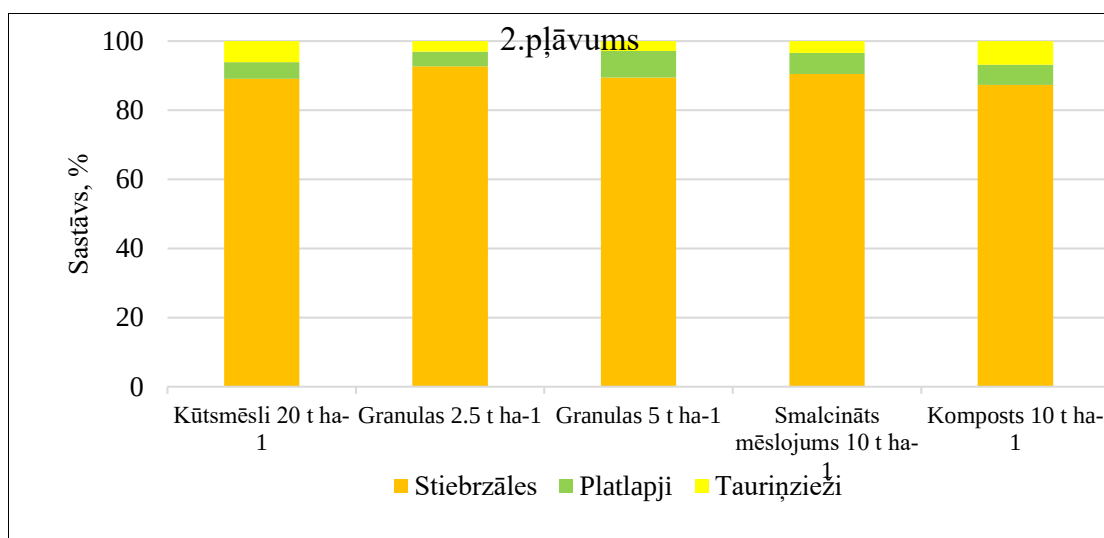
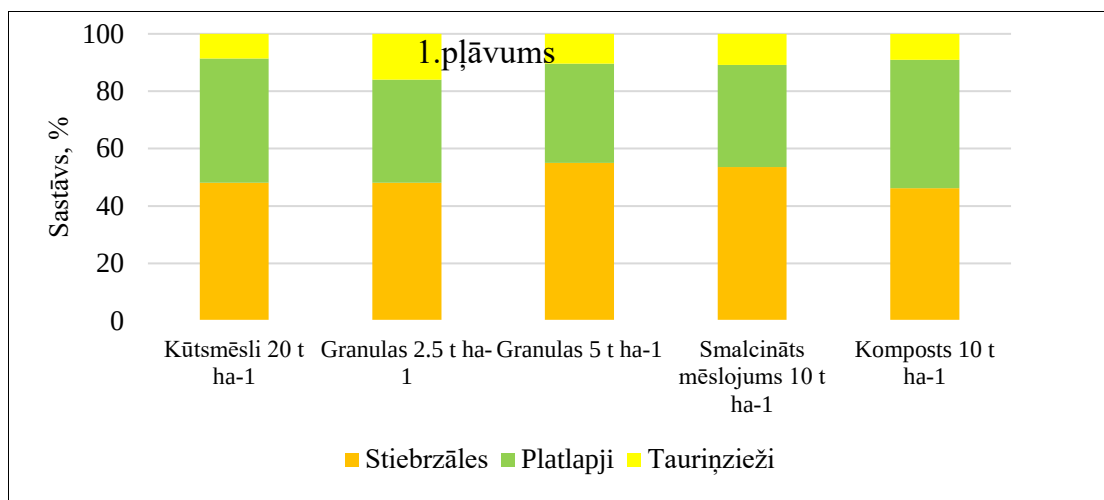
2.3. Zālāja botāniskais sastāvs atkarībā no mēslojuma daudzuma

Lai nodrošinātu augstvērtīgu lopbarību dzīvniekiem, svarīgi ir iegūt kvalitatīvu zāles ražu, tāpēc ir svarīgi noteikt zāles botānisko sastāvu, kas norāda augu sugu īpatsvaru zālājā (2.5.attēls).



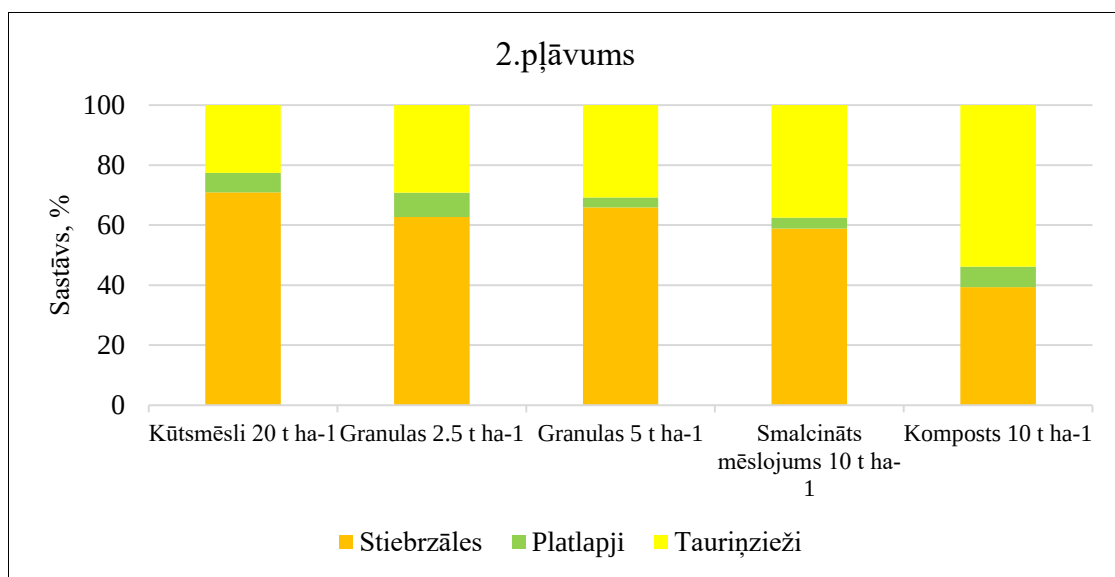
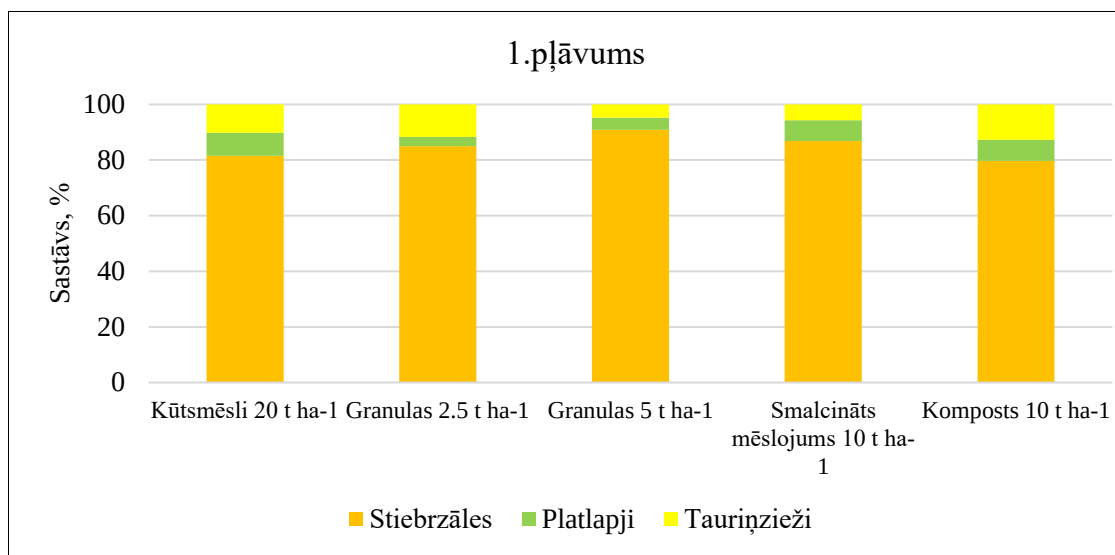
2.5.attēls. Zālāja botāniskā sastāva noteikšana

2020.gada 1.pļāvējumā novērojama augsta platlapju dominānce, veidojot 34.5-44.7% no kopējā zālāja sastāva, jo sētie zālāji nespēja vēl veidot zaļo masu, taču jau 2.pļāvējumā platlapju īpatsvars samazinājās vidēji par 33%, veidojot 4.2-7.6% no kopējās masas (2.6.attēls).



2.6.attēls. Zālāja botāniskais sastāvs 2020.gadā, %

Izmēģinājuma otrajā gadā (2021.) 1.pļāvējumā turpinās stiebrzāļu attīstība, kuri jau veidoja 80-91 % no zālāju botāniskā sastāva, arī 2.pļāvējumā novērojama stiebrzāļu dominānce, bet ir palielinājies tauriņziežu īpatsvars, veidojot 23-54 % no zālāju īpatsvara (2.7.attēls). Viszemākais platlapju skaits novērojams variantā, kur lietotas granulas 5 t ha⁻¹, taču abos izmēģinājuma gados, visos variantos platlapju saturs nepārsniedz 8%. Platlapju saturs nav palielinājies, tas veido 3-7% vidēji visos variantos.

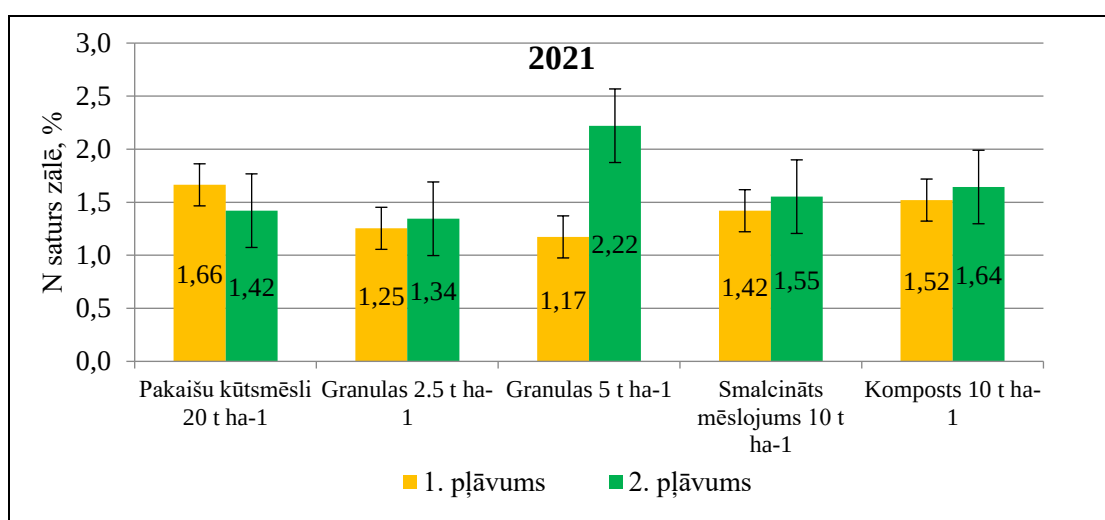
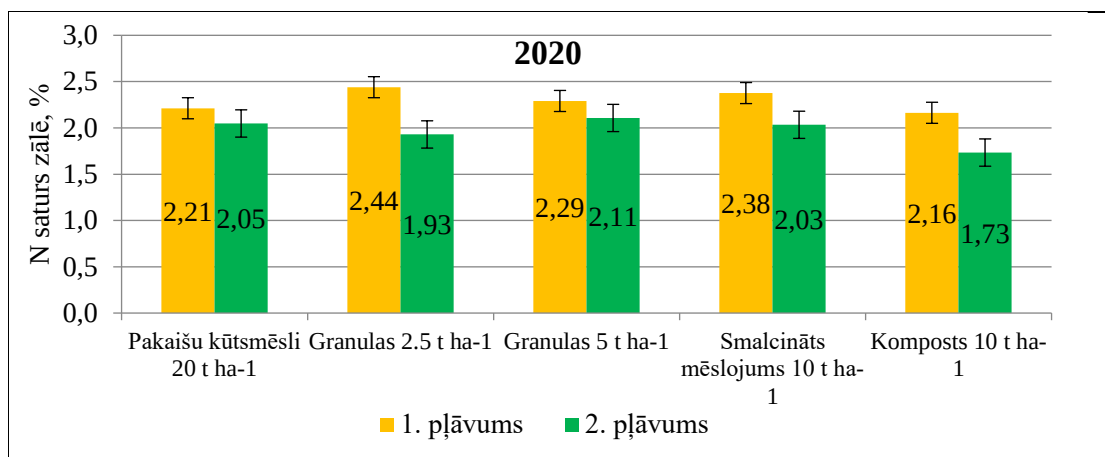


2.7.attēls. Zālāja botāniskais sastāvs 2021.gadā, %

Aplūkojot abus izmēģinājuma gadus, var novērot, ka lietojot organisko mēslojumu attīstās tauriņzieži un graudzāles, nomācot platlapju attīstību. Visos variantos un abos izmēģinājuma gados stiebrzāles ieņem augstāko īpatsvaru zālāja sastāvā, jāņem vērā, ka izvēlētajam maisījumam sastāvā bija 85% stiebrzāles.

2.4. Barības elementu saturs zālē atkarībā no lietotā mēslojuma

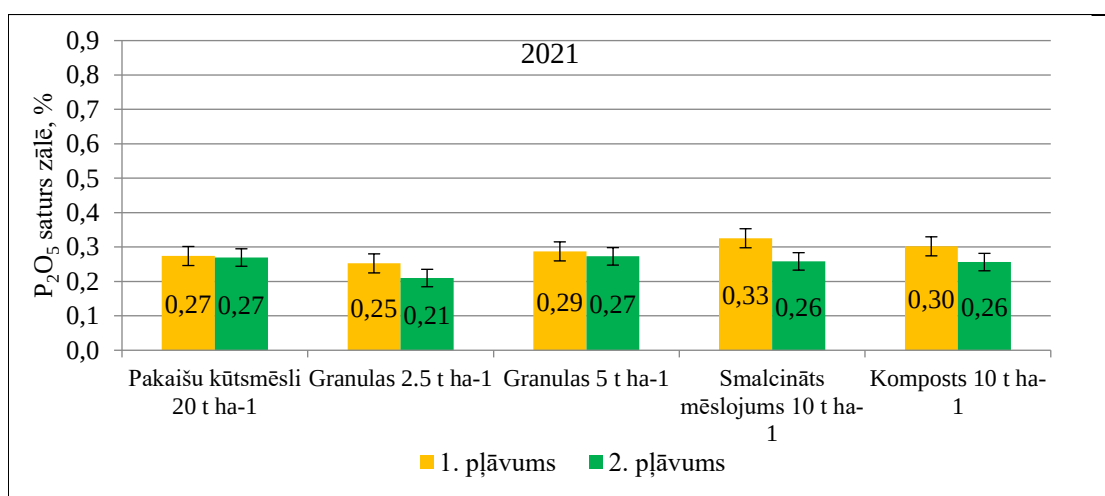
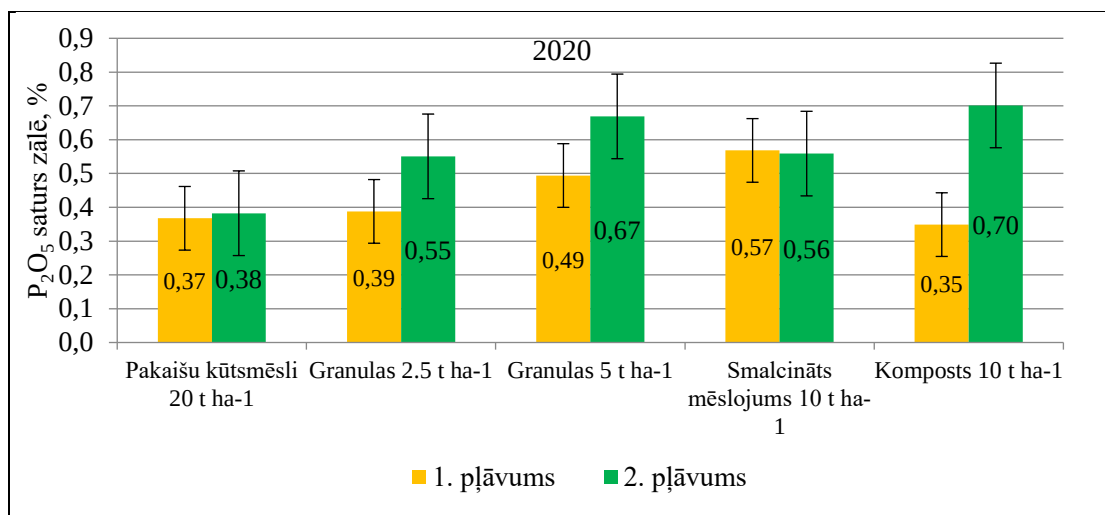
Nosakot barības elementu daudzumu augos, iespējams vērtēt uzņemto barības elementu daudzumu ar augiem. 2020.gadā, 1.pļāvumā var novērot, ka slāpekļa saturs zālē ir augstāks nekā 2.pļāvumā. Slāpekļa saturs pirmajā izmēģinājuma gadā (2020.) ir robežās no 2.16 % līdz 2.38 % N, bet 2.pļāvumā 1.73 % līdz 2.11 % N (2.8.attēls). Zemāku slāpekļa saturu var skaidrot ar meteoroloģiskajiem apstākļiem 2020.gada augustā, kad nokrišņu trūkums traucēja barības elementu uzņemšanu augos.



2.8.attēls. Slāpekļa saturs zālē 2020.–2021.gados, %

Izmēģinājuma otrajā gadā (2021.) viszemākais slāpekļa saturs konstatēts variantā ar zemāko granulu devu, kas kā jau iepriekš minēts, netika nodrošināts pietiekams barības elementu daudzums. Savukārt augstākais slāpekļa saturs 2021.gadā konstatēts variantā ar 5 t ha⁻¹ granulu devu.

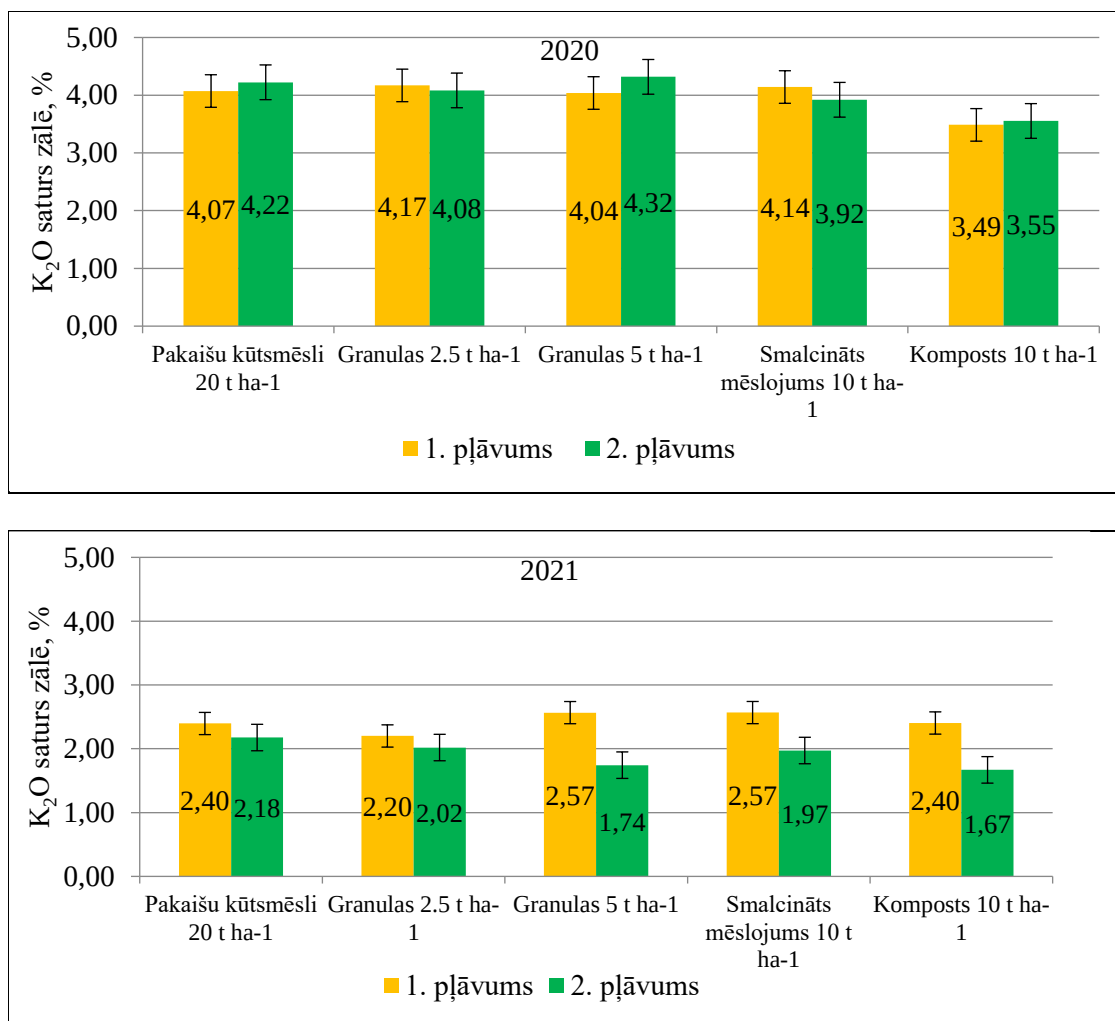
Fosfors ir nozīmīgs barības elements augu dzīvē, bet tā saturs augos ir zemāks salīdzinot ar slāpekli un kāliju. 2020.gadā 1.plāvumā fosfora saturs variēja robežās no 0.35 līdz 0.57 % P₂O₅, 2.plāvumā tā saturs bija augstāks no 0.38 līdz 0.70 % P₂O₅. Visaugstāko rezultātu 2.plāvumā uzrāda variants, kur lietots komposts 10 t ha⁻¹, taču viszemāko variants, kur lietoti pakaišu kūtsmēsli (2.9.attēls).



2.9.attēls. Fosfora saturs zālē 2020.–2021.gados, %

Salīdzinot fosfora daudzumu abos izmēģinājuma gados, var novērot, ka 2.izmēģinājuma gadā tas ir ievērojami zemāks nekā 1.izmēģinājuma gadā.

Augiem to attīstībai nepieciešams kālijs, un augi to uzņem līdzvērtīgu vai pat lielāku daudzumu salīdzinot ar slāpekli. 1.izmēģinājuma gadā kālija saturs zālē ir augsts 3.49- 4.17 % K₂O 1.pļāvumā un 3.55- 4.32 % K₂O 2.pļāvumā. Augi kāliju var vieglāk izmantot no organiskā mēslojuma salīdzinot ar slāpekli un fosforu, kuri pārsvarā atrodas organisko savienojumu veidā un līdz ar to nepieciešama organiskā mēslojuma mineralizācija (2.10.attēls). Kālija saturs zālē 2.izmēģinājuma gadā ir relatīvi daudz zemāks 2.20- 2.40 % K₂O 1.pļāvumā un 1.67% - 2.18% % K₂O 2.pļāvumā.



2.10.attēls. Kālija saturs zālē 2020.–2021.gados, %

Variantos, kur lietots smalcināts mēslojums 10 t ha⁻¹ un granulas 10 t ha⁻¹, var novērot, ka kālija saturs 1.plāvumā ir vienāds – 2.57%.

3. Granulēta bioloģiska mēslojuma ietekme augļu dārzā

Granulēta bioloģiskā mēslojuma lietošana augļu dārzos atvieglo mēslojuma lietošanas veidu. Granulēts mēslojums ir ērti lietojams, salīdzinot ar kūtsmēsliem, mēslojums ir precīzi dozējams, respektīvi, ir iespējams nodrošināt augus ar nepieciešamo barības elementu devu. Mēslojums nesatur papildus smakas, kas var ietekmēt augļu dārza estētisko lietošanu. Mēslojuma lietošanai arī nav nepieciešama tehnika, darbu var veikt manuāli. Granulēta bioloģiskā mēslojuma lietošana pozitīvi ietekmē augsnes struktūru un nodrošina augus ar nepieciešamajām barības vielām.

3.1. Izmēģinājuma ierīkošana

Izmēģinājums iekārtots SIA “ECO lauks” augļukoku dārzā (koordinātes 56.65280° N, 24.96076° E) 2020.gada pavasarī (3.1.attēls). Izmēģinājuma mērķis noskaidrot pakaišu kūtsmēsli komposta granulēto efektivitāti bioloģiskā augļu dārzā.



3.1.attēls. Izmēģinājums SIA "ECO lauks". Avots: Google map

Augļu koki stādījums veidots 2016.gadā. Izmēģinājumam izvēlētas divas ābeļu šķirnes Saiva un Aukšis. Izmēģinājums ierīkots mālsmilts augsnē ar neitrālu augsnes reakciju un augstu augiem izmantojamo barības elementu saturu (3.1.tabula).

3.1.tabula

Augsne agroķīmiskie rādītāji

Rādītājs	Vērtība
Augiem izmantojamais fosfors P_2O_5 mg/kg augsnes	194.17
Augiem izmantojamais kālijs K_2O mg/kg augsnes	505.56
Kopējais slāpeklis N %	0.22
pH KCl	6.34
pH H_2O	7.23

Mēslošanas līdzekļu izmēģinājumā iekļauti 4 varianti ar trīs mēslojuma devām un veidiem (variantiem) un kontroles variants bez mēslojuma lietošanas. (3.2.tabula).

3.2.tabula

Mēslojumu varianti izmēģinājumā

Variants	Mēslojuma veids	Deva, $kg\ m^{-2}$
1.	Bez mēslojuma	-
2.	Pakaišu kūtsmēsļu komposta granulas	1
3.	Pakaišu kūtsmēsļu komposta granulas	2
4.	Smalcināts pakaišu kūtsmēsļu komposts	2

Izmēģinājumā izmantoti sasmalcināts komposts pēc kompostēšanas procesa un pirms granulu veidošanas un jau sagatavotās granulas. Granulas salīdzinot ar smalcināto kompostu ir ar lielāku sausnes saturu un augstāku barības elementu saturu (3.3.tabula).

3.3.tabula

Barības elementu saturs mēslošanas līdzekļos

Mēslojuma veids	Barības elementu saturs mēslošanas līdzekļos, %			
	Sausne	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Smalcinātais mēslojums	48	0.76	0.45	1.07
Komposta granulas	74	1.58	0.69	2.16

Katrā mēslojuma variantā iekļauti 5 koki trīs atkārtojumos, kopējais novērtētais augļu koku skaits katrā variantā ir 15 gabali (3.2.attēls).



3.2.attēls. Mēslojuma izmēģinājums augļu dārzā

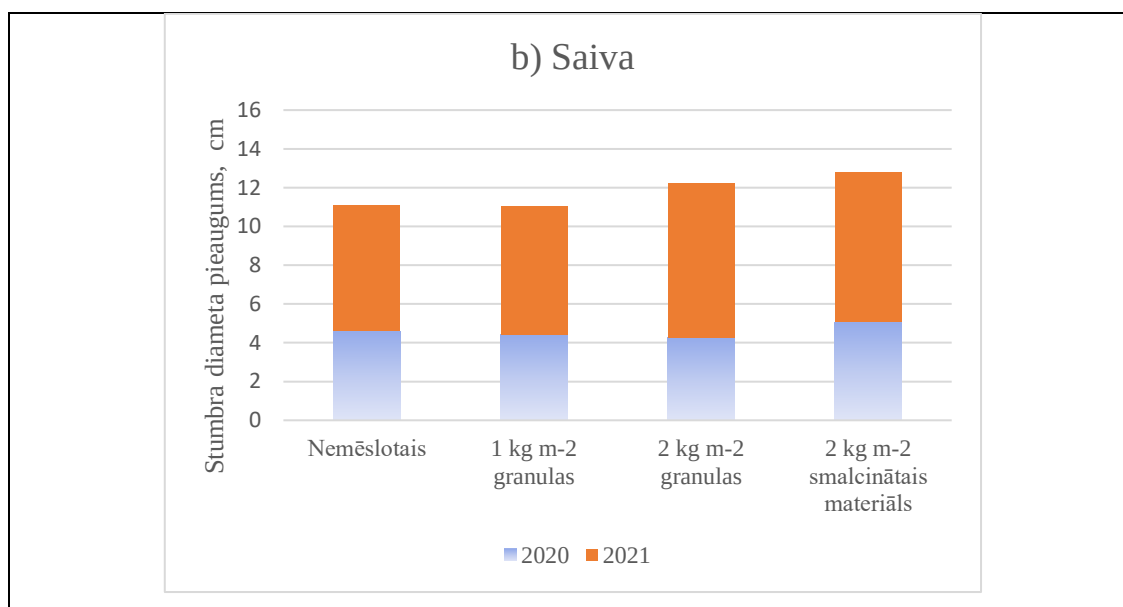
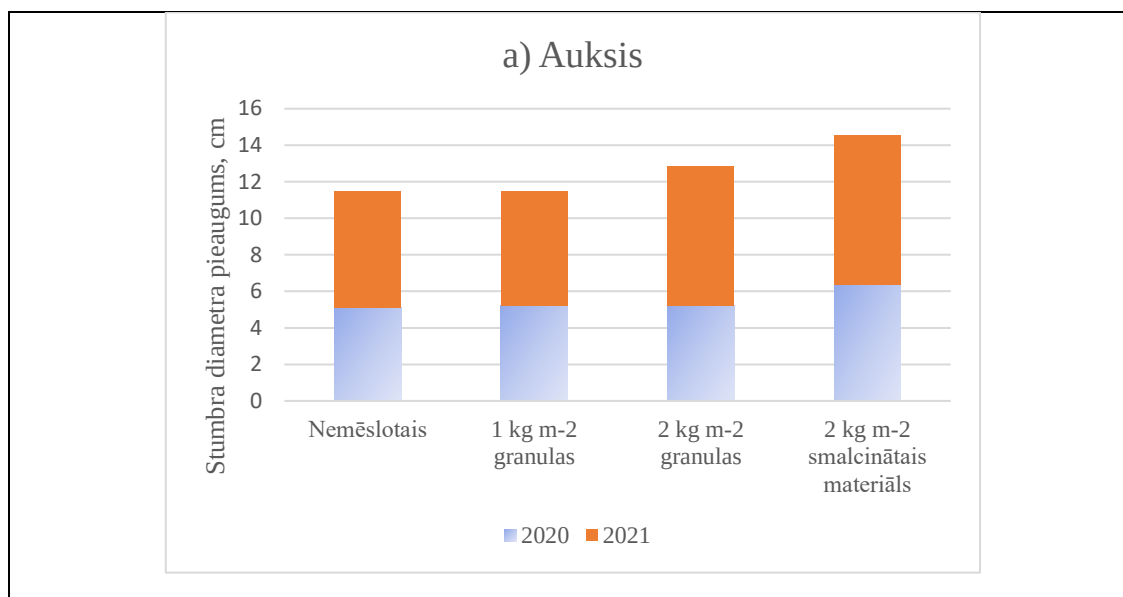
Mēslojuma efektivitātes novērtēšanai izmantots ābeļu veģetatīvais pieaugums 2020. un 2021.gadā. Ābeļu veģetatīvā pieaugumu novērtēšanai tika mērīts augļu koku diametrs 20 cm augstumā pavasarī un veģetācijas periodā beigās rudenī (3.3.attēls).



3.3.attēls. Augļu koku veģetatīvā pieauguma mērījums

3.2. Rezultāti

Pirmajā izmēģinājumā gadā augļu koku veģetatīvais pieaugums bija diapazonā no 4.26 līdz 5.07 cm ābeļu šķirnei Saiva un 5.12-6.34 cm ābeļu šķirnei Auksis (3.4.attēls). Abām šķirnēm augstākais veģetatīvais pieaugums konstatēts variantā, lietojot 2 kg m⁻² smalcinātā materiāla. Granulētais mēslojums 2020.gadā neuzrādīja būtisku pieaugumu, kas skaidrojams ar mēslojuma lietojumu virs augsnes virskārtas, mēslojuma granulas nespēja iedarboties, jo granulētajam mēslojumam nepieciešams izšķīst salīdzinot ar smalcināto mēslojumu. Otrajā gadā ābeļu veģetatīvais pieaugums bija 6.50-7.96 cm šķirnei Saiva un 6.28 – 8.19 cm šķirnei Auksis. Otrajā izmēģinājumā gadā jau parādījās mēslojuma iedarbība, zemākais veģetatīvais pieaugums novērots nemēslotajā variantā un lietojot mazāko mēslojuma devu (1 kg m⁻² granulētais mēslojums), kas norāda uz nepietiekamu iestrādāto barības elementu daudzumu ar šādu mēslojuma daudzumu. Abām ābeļu šķirnēm lielākais veģetatīvais pieaugums, lietojot mēslojuma devu 2 kg m⁻² komposta granulu vai smalcināta komposta. Vērtējot 2 gadu veģetatīvo ābeļu stumbra pieaugumu, 1 kg m⁻² granulētais mēslojuma lietošanas rezultātā pieaugums ir līdzvērtīgs nemēslotajam variantam, kas skaidrojams ar augsto barības elementu saturu augsnē. Savukārt augstāka deva 2 kg m⁻² (gan granulētais, gan smalcinātais mēslojums) ir nodrošinājis lielāku veģetatīvo pieaugumu 12.22-12.80 cm šķirnei Saiva un 12.85-14.53 cm šķirnei Auksis.



3.4.attēls. Augļu koku veģetatīvais pieaugums divām ābeļu šķirnēm a) Auksis un b) Saiva 2020.-2021.gados

Secinājumi:

Lietojot granulēto liellopu pakaišu kūtsmēsļu mēslojumu, pirmajā gadā mēslojums nepaspēj iedarboties, to izkliedējot uz augsnes virskārtas, īpaši nelietojot papildus laistīšanu.

Otrajā gadā pēc mēslojuma iestrādes, mēslojuma granulām izšķīstot, tika konstatēts pozitīva ietekme uz augļu koku augšanu.

3.3. Mēslojuma testēšana smiltsērķšķu stādījumos

Bioloģiskā mēslojuma efektivitātes pārbaude veikta SIA “Eco lauks” smiltsērķšķu ražojošā stādījumā. Smiltsērķšķu stādījums veikts 2017.gadā, šķirne “Marija”. Augsne raksturojas ar neitrālu augsnes reakciju un vidēju barības elementu saturu, kas ir piemērota smiltsērķšķu audzēšanai (3.4.tabula)

3.4.tabula

Augsnes agroķīmiskie rādītāji

Rādītājs	Vērtība
Augsnes granulometriskais sastāvs	sM
C(kop), %	1.99 – 2.97
Augsnes reakcija (pH _{KCl})	6.48 – 6.68
Augiem izmantojamā fosfora saturs (P ₂ O ₅), mg kg ⁻¹	111-131
Augiem izmantojamā kālija saturs (K ₂ O), mg kg ⁻¹	122 - 135



2020.gada pavasarī iekārtots izmēģinājums granulētā pakaišu kūtsmēslojuma ietekmes testēšanai smiltsērķšķu dārzā (3.5.attēls). Izmēģinājumā iekļauti četri varianti: lietojot smalcināto komposta masu pirms granulēšanas, granulēto mēslojumu (divas devas) un novērtējumam variants bez mēslojuma lietošanas (3.5.tabula). Mēslojums izklaidēts manuāli koku sakņu augšanas zonā augsnes virspusē.



3.5.attēls. Variantu izvietojums smiltsērķšķu stādījumā

3.5.tabula

Mēslojuma varianti izmēģinājumā

Variants	Mēslojuma veids	Deva, kg m ⁻²
1.	Bez mēslojuma	-
2.	Pakaišu kūtsmēslu komposta granulas	1
3.	Pakaišu kūtsmēslu komposta granulas	2
4.	Smalcināts pakaišu kūtsmēslu komposts	2

Mēslojuma izvērtējums veikts, salīdzinot iegūto smiltsērķšķu ogu ražu, veicot smiltsērķšķu zaru griešanu. 2021.gadā iegūta salīdzinoši daudz augstāka ogu raža salīdzinot ar 2020.gadu, kad stādījums uzsāka ogu ražošanu (skat. 3.6.tab.).

3.6.tabula

Smiltsērķšķu ogu raža, 2020.-2021.gads, kg

Variants	2020	2021
Bez mēslojuma	930	1440
Pakaišu kūtsmēslu komposta granulas 1 kg ha ⁻¹	850	1630
Pakaišu kūtsmēslu komposta granulas 2 kg ha ⁻¹	1070	1920
Smalcināts pakaišu kūtsmēslu komposts 2 kg ha ⁻¹	1260	2080
Kopā	4110	7130

Pirmajā izmēģinājuma gadā augstākā raža iegūta variantā, izkliepjot smalcināto kompostu, kas ir devis 35 % ražas pieaugumu salīdzinot ar nemēsloto variantu. Variantā, lietojot 2 kg m² komposta granulas, iegūtais ražas pieaugums ir 15 %. Savukārt granulētā mēslojuma deva 1 kg m² nav devusi ražas pieaugumu.

Otrajā gadā iegūta augstāka raža arī nemēslotajā variantā salīdzinot ar pirmo izmēģinājuma gadu, kas ir skaidrojams ar iepriekšējā gada veģetatīvo pieaugumu. Mēslojuma lietošana visos variantos ir devusi ražas pieaugumu. Granulētā mēslojuma ietekmē ir iegūts 13-33 % ražas pieaugums, smalcinātā mēslojuma izkliešanas rezultātā iegūts 44 % ražas pieaugums.



Secinājumi

1. Granulētais mēslojums ir nodrošinājis ogu ražas pieaugumu salīdzinot ar nemēsloto variantu. Lielākā mēslojuma deva 2 kg m² ir devusi augstāku ražu.

2. Otrajā izmēģinājuma gadā granulētā mēslojuma lietošana ir uzrādījusi nozīmīgāku ražas pieaugumu, kas skaidrojams ar mēslojuma iedarbības ātrumu. Granulētā organiskā mēslojuma iedarbībai nepieciešams laiks, tāpēc otrajā izmēģinājuma gadā mēslojumam novērota augstāka efektivitāte salīdzinot ar izmēģinājuma pirmo gadu.

4. Mēslošanas līdzekļa reģistrācija

Kā viens no projekta sagaidāmajiem rezultātiem tika noteikts – izstrādāts un reģistrēts efektīvs, sertificēts bioloģisks mēslošanas līdzeklis kultūraugu mēslošanai.

SIA „ECO lauks” 2022.gada martā ar vēstuli vērsās Valsts vides dienesta Lielrīgas reģionālā vides pārvaldē ar iesniegumu, kurā lūdza noteikt, kādiem faktoriem ir jāizpildās, lai varētu ražot bioloģisko mēslojumu, kā arī kādas kategorijas atļauja ir nepieciešama.

Projekta ietvaros ir izstrādāta bioloģiskā mēslojuma ražošanas tehnoloģija.

Bioloģiskais mēslojums tiks ražots no bioloģiskajā lopkopībā iegūtiem liellopu kūtsmēsliem, papildus pievienojot kompostēšanas saistvielas – sienu, zaļo masu, kā arī bioloģiski aktīvo katalizatoru – kālija humātu. Produkta ražošanas tehnoloģija balstās uz kompostēšanu, proti, organisko vielu maisījuma kompostēšanas metodi vējvindās, aerobos apstākļos sasniedzot no 60 līdz 70 Celsija grādu temperatūru. Kompostēšanu plānots veikt nekustamajā īpašumā „Līvlauri”, Dzelmes, Jumpravas pagasts, Ogres novads (kadastra Nr.74480040106) 1500 m² platībā. Kompostēšana tiks veikta ik gadus no 1.jūnija līdz 31.augustam, savukārt kūtsmēsļu kompostēšanas apjoms nepārsniegs 200 tonnas.

Valsts vides dienests izvērtēja iesniegto informāciju un secināja, ka atbilstoši likuma „Par piesārņojumu” 1.pielikumam un Ministru kabineta 30.11.2010. noteikumu Nr.1082 „Kārtība, kādā piesakāmas A, B un C kategorijas piesārņojošas darbības un izsniedzamas atļaujas A un B kategorijas piesārņojošo darbību veikšanai” 1. un 2. pielikumam plānotā piesārņojošā darbība atbilst **B kategorijas piesārņojošai darbībai** saskaņā ar MK noteikumu Nr.1082 1.pielikuma 5.11. apakšpunktam – *iekārtas dzīvnieku un augu izcelsmes atkritumu (tai skaitā dzīvnieku mēsli un atkritumi no lopkautuvēm) uzglabāšanai, reģenerācijai vai apstrādei (arī iekārtas kompostēšanai un biogāzes iekārtas), kuru uzņemšanas jauda ir 30 un vairāk tonnu dienā.*

Atbilstoši Ministru kabineta 27.01.2015. noteikumu Nr.30 „Kārtība, kādā Valsts vides dienests izdod tehniskos noteikumus paredzētajai darbībai” 10.1.apakšpunktam *atkritumu pārstrāde un apstrāde, iekārtu uzstādīšana vai būvniecība atkritumu uzglabāšanai, šķirošanai, tai skaitā pārkraušanas staciju ierīkošana, kuru tilpums pārsniedz 30 m³ pirms atļaujas saņemšanas būtu nepieciešams saņemt tehniskos noteikumus.*

Valsts vides dienests vērsa uzmanību, ka uzņēmumam jāņem vērā plānotās ražotnes atrašanās vietas atbilstība Ogres novada teritoriālajam plānojumam, kurā noteiktas prasības teritorijas izmantošanai un apbūvei, tajā skaitā funkcionālais zonējums, publiskā infrastruktūra, teritorijas izmantošanas un apbūves noteikumi. Pēc publiski pieejamās informācijas plānotā komposta ražotnes vieta atrodas „Lauksaimniecības teritorijā” (L), kur atkritumu uzglabāšanas laukuma ierīkošana nav noteikta kā atļautā izmantošana. Līdz ar to konkrētajā teritorijā tehniskie noteikumi un atļauja B kategorijas piesārņojošai darbībai, kura atbilst MK noteikumu Nr.1082 1.pielikuma 5.11.apakšpunktam – *iekārtas dzīvnieku un augu izcelsmes atkritumu (tai skaitā dzīvnieku mēsli un atkritumi no lopkautuvēm) uzglabāšanai, reģenerācijai vai apstrādei (arī iekārtas kompostēšanai un biogāzes iekārtas), kuru uzņemšanas jauda ir 30 un vairāk tonnu dienā* – nevar tikt izsniegta.

Secinājumi:

SIA „ECO lauks” savas saimniecības teritorijā var veikt mēslojuma ražošanu bez Valsts vides dienesta atļaujas saņemšanas B kategorijas piesārņojošai darbībai, ja kompostēšanas iekārtas uzņemšanas jauda nav 30 un vairāk tonnu dienā.

SIA „ECO lauks” 2022.gada augustā ar vēstuli vērsās Pārtikas un veterinārajā dienestā ar pieteikumu blakusproduktu aprites uzņēmuma darbības: *blakusproduktu un/vai atvasināto produktu transformēšana kompostā* – 96.27. atzīšanai.

PVD, izvērtēja:

1. Pieteikumu atbilstoši Ministru kabineta 17.04.2012. noteikumiem Nr.274 “Kārtība, kādā atzīst uzņēmumus un iekārtas un reģistrē personas, kas iesaistītas tādu dzīvnieku izcelsmes blakusproduktu un atvasinātu produktu aprītē, kas nav paredzēti cilvēku patēriņam”,

2. PVD ekspertu Novērtēšanas protokolā sniegto informāciju,

konstatēja, ka:

SIA "ECO lauks" **daļēji pierādīja** uzņēmuma atbilstību Eiropas Parlamenta un Padomes Regulas (EK) Nr.1069/2009 (21.10.2009.), ar ko nosaka veselības aizsardzības noteikumus attiecībā uz dzīvnieku izcelsmes blakusproduktiem un atvasinātajiem produktiem, kuri nav paredzēti cilvēku patēriņam, un ar ko atceļ Regulu (EK) Nr. 1774/2002 (Dzīvnieku izcelsmes blakusproduktu regula), 24. panta 1. punkta g) apakšpunkta, 44. panta 2. punkta prasībām, Komisijas Regulas (ES) Nr.142/2011 (25.02.2011.), ar kuru īsteno Eiropas Parlamenta un Padomes Regulu (EK) Nr. 1069/2009, ar ko nosaka veselības aizsardzības noteikumus attiecībā uz dzīvnieku izcelsmes blakusproduktiem un atvasinātajiem produktiem, kuri nav paredzēti cilvēku patēriņam, un īsteno Padomes Direktīvu 97/78/EK attiecībā uz dažiem paraugiem un precēm, kam uz robežas neveic veterinārās pārbaudes atbilstīgi minētajai direktīvai, 10. panta 1. un 2. punktam, Ministru kabineta 17.04.2017. noteikumu Nr.275 "Prasības tādu dzīvnieku izcelsmes blakusproduktu un atvasinātu produktu aprītei, kas nav paredzēti cilvēku patēriņam" 6.¹³. punktam un citu normatīvo aktu prasībām.

Pilna atzīšana var tikt piešķirta tikai tad, ja nākamajā oficiālajā kontrolē, ko PVD veic triju mēnešu laikā pēc pagaidu atzīšanas numura piešķiršanas, konstatē, ka uzņēmums uzsācis darbību, atbilst Regulas Nr. 1069/2009 44.panta 1.punkta prasībām, ieviesis un īsteno, pamatojoties uz Riska analīzi un kritiskiem kontroles punktiem (HACCP principiem), izveidotās procedūras.

Darbībā pieļaujamie dzīvnieku izcelsmes blakusprodukti:

kūtsmēsli - 2.kategorijas materiāls, kas minēti Regulas (EK) Nr. 1069/2009 9.panta a) apakšpunktā

Saskaņā ar Ministru kabineta 17.04.2012. noteikumu Nr.274 "Kārtība, kādā atzīst uzņēmumus un iekārtas un reģistrē personas, kas iesaistītas tādu dzīvnieku izcelsmes blakusproduktu un atvasinātu produktu aprīvē, kas nav paredzēti cilvēku patēriņam" 7.2.apakšpunktu **PVD nolēma ATZĪT AR NOSACĪJUMU** SIA "ECO lauks", uzņēmumu ar darbības veidu *blakusproduktu un/vai atvasināto produktu transformēšana kompostā* – 96.27, piešķirot pagaidu atzīšanas numuru **PA 089277**.

SIA „ECO lauks” 2023.gada maijā atkārtoti ar vēstuli vērsās Pārtikas un veterinārajā dienestā ar pieteikumu blakusproduktu aprītes uzņēmuma darbības: *blakusproduktu un/vai atvasināto produktu transformēšana kompostā* – 96.27. atzīšanai.

PVD nolēma ATZĪT AR NOSACĪJUMU SIA "ECO lauks", uzņēmumu ar darbības veidu *blakusproduktu un/vai atvasināto produktu transformēšana kompostā* – 96.27, piešķirot pagaidu atzīšanas numuru **PA 089277**.

2023.gada 19.jūlijā PVD eksperti ieradās SIA "ECO lauks" saimniecībā, lai sagatavotu Novērtēšanas protokolu, kā rezultātā PVD ir sagatavojusi lēmumu par blakusproduktu aprītes uzņēmuma atzīšanu – pastāvīgu (vairs ne pagaidu).

PVD ar savu 21.07.2023. lēmumu Nr.L-80-23-79 nolēma **ATZĪT** SIA "ECO lauks", kā uzņēmumu ar darbības veidu *blakusproduktu un/vai atvasināto produktu transformēšana kompostā* – 96.27, piešķirot atzīšanas numuru **A 089277**.

SIA „ECO lauks” 2023.gada jūnijā ar vēstuli vērsās Valsts augu aizsardzības dienestā (VAAD) ar iesniegumu par Mēslošanas līdzekļa reģistrāciju (organisks mēslošanas līdzeklis – granulas).

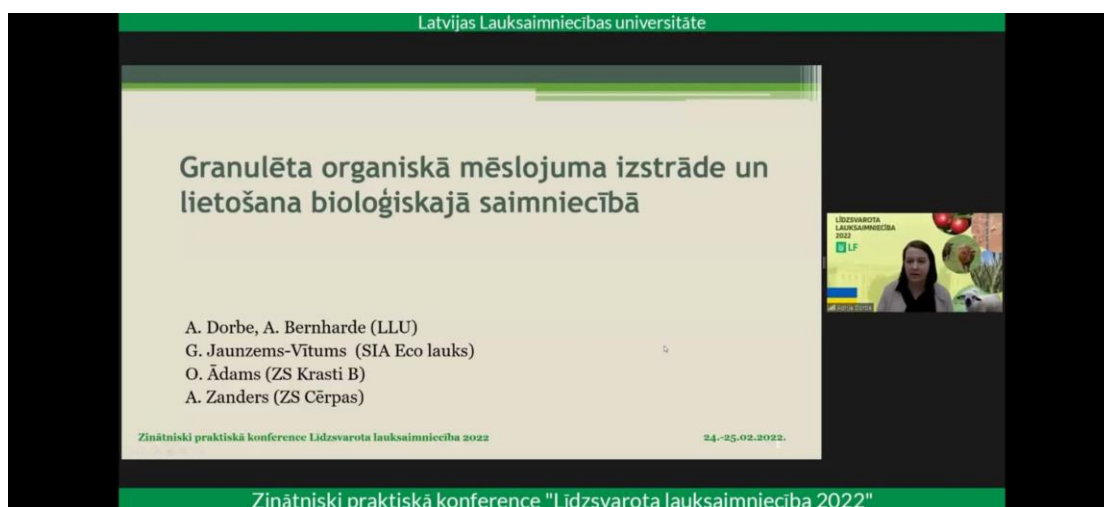
Latvijā drīkst ražot, iepakot, ievest un tirgot tikai Kultūraugu uzraudzības valsts informācijas sistēmas mēslošanas līdzekļu un substrātu valsts reģistrā iekļautos mēslošanas līdzekļus un substrātus (izņemot mēslošanas līdzekļus, kuriem ir EK marķējums saskaņā ar regulas Nr.2003/2003 prasībām, CE zīme saskaņā ar regulas Nr.2019/1009 prasībām un saskaņā ar regulas Nr.2019/515 prasībām savstarpēji atzītos mēslošanas līdzekļus un substrātus).

Valsts augu aizsardzības dienestā tika iesniegti visi nepieciešamie dokumenti mēslošanas līdzekļa reģistrācijai. 2023.gada 23.jūlijā VAAD ar savu lēmumu reģistrēja mēslošanas līdzekli ar Nr.G0.06-2324 –23 Organisks mēslošanas līdzeklis (Apstrādāts organisks mēslošanas līdzeklis).

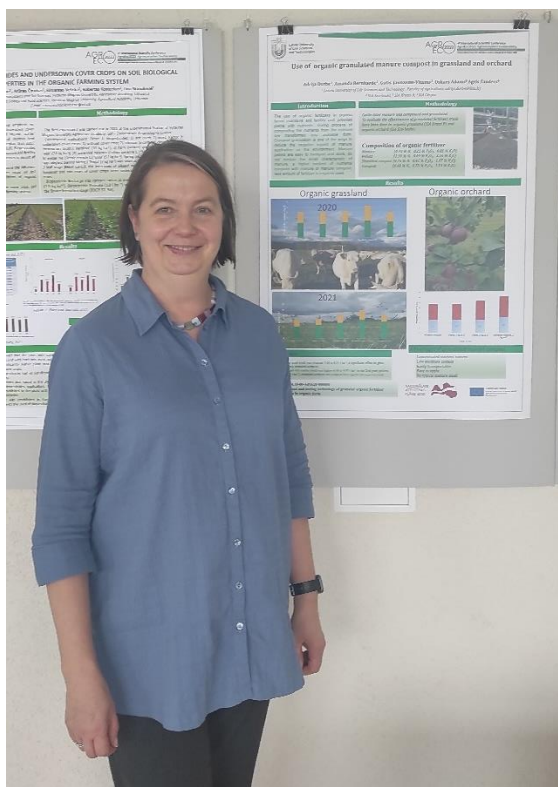
Šobrīd VAAD ir iesniegts iesniegums un tiek izskatīts jautājums par mēslošanas līdzekļa iekļaušanu bioloģiskajā lauksaimniecībā izmantojamo mēslošanas līdzekļu sarakstā.

5. Ziņojumi un publikācijas

1. Dorbe A., Bernharde A., Vītums-Jaunzems G., Ādams O., Zanders A.
“Granulēta organiskā mēslojuma izstrāde un lietošana bioloģiskajā saimniecībā”. Mutisks ziņojums zinātniski praktiskajā konferencē “Līdzsvarota lauksaimniecība 2022” laukropības sekcijā, 24.-25.02.2022., Jelgava, LLU



2. Dorbe A., Bernharde A., Vītums-Jaunzems G., Ādams O., Zanders A.
“Use of organic granulated manure compost in grassland and orchard”. 4th International Scientific Conference AgroEco 2022: Agroecosystem Sustainability, stenda ziņojums, 26.-27.10.2022., Vitauta Magnus universitāte, Lauksaimniecības akadēmija, Kauņa, Lietuva.



3. Vītums-Jaunzems G., Dorbe A.
 “Granulēta bioloģiska organiskā mēslojuma izstrāde un lietošana”. Lauku dienas SIA “ECO lauks”, 26.08.2022.





4. Izstrādāts bakalaura darbs, pamatojoties uz projekta ietvaros iekārtotajiem izmēģinājumiem. Amanda Bernharde “Granulēta kūtsmēsļu komposta ietekme uz zālāju ražu un kvalitāti bioloģiskās saimniekošanas apstākļos”, aizstāvēts 02.06.2022.
5. Bernharde A., Dorbe A.
“Granulēta kūtsmēsļu komposta ietekme uz zālāju bioloģiskā saimniecībā” **No:** Daudzveidīgā lauksaimniecība, LF Studentu un maģistrantu zinātniskās konferences tēzes (13.04.2022.), Jelgava: LLU, 18.lpp.

Dalība LLKC Vides nodaļas rīkotajā Izglītojošajā seminārā “Praktiskais kompostēšanas seminārs ar Bruno Folladoru”, kas notika no 27.-28.06.2023. Saulkrastu novada Sējas pagasta zemnieku saimniecībā “Kurzemnieki”.

Programmā iekļautās tēmas:

- Bioloģiskā komposta kvalitātes novērtēšana, neizmantojot dārgus bioloģiskos testus; dažādu kompostēšanas procesa fāžu atpazīšana;
- Dažādu organisko vielu sakārtošana dzīvā veselumā, radot dzīves apstākļus, kuros dabiski vairojas augsnei vēlamie mikroorganismi;
- Piemērota komposta veidošanas veids katras saimniecības/dārza vajadzībām ar optimālu rezultātu;
- Komposta vietas izveidošana, organizēšana un pārvaldīšana;
- Komposta kaudzes pareiza būvēšana un maisīšana;
- Oglekļa/slāpekļa attiecību izprašana no kvalitatīvā viedokļa; kompostēšanas procesa integrēšana saimniecībā.

Galvenās gūtās atziņas:

1. Svarīgi izvērtēt potenciālās komposta sastāvdaļas, novērtēt tās vizuāli (mitrums, atbilstība, svaiguma pakāpe), ja ir iespēja, tad veikt arī ķīmiskās analīzes.
2. Komposta gatavošanai var izmantot arī netradicionālas vielas, kas ir pieejamas saimniecībā vai blakus saimniecībās. Piemēram, koksnes šķelda, kas ir oglekļa (C) avots, bet ar ļoti zemu slāpekļa (N) saturu, toties šāds materiāls var iedot kompostam struktūru, palīdzēt veidot skābekļa vidi mikroorganismu darbībai.
3. Gatavojot kompostu nepieciešama tā uzraudzīšana: temperatūras mērījumi un mitruma noteikšana, lai nodrošinātu kompostēšanas procesa norisi.
4. Ieteicams kompostam izmantot pārsegu, bet tam jābūt no elpojoša materiāla.





5. Projekta rezultāti

1. Izmantojot liellopu pakaišu kūstmēslus sagatavots komposts, to sasmalcinot un sagraulējot, iegūts produkts pakaišu kūstmēslu granulas (“ECO COMPO” granulas). Granulas raksturojas ar zemu mitruma saturu un augstu barības elementu saturu (6.1.tabula). Mēslošanas līdzekļa ķīmiskās analīzes veiktas akreditētā laboratorijā SIA “Latvijas sertifikācijas centrs”.

6.1.tabula

Iegūtā produkta “ECO COMPO” granulu ķīmiskais sastāvs

Rādītājs	Rezultāts
Sausna, %	86.9
Mitrums, %	13.1
Kopslāpekļis, %	1.5
Fosfors P ₂ O ₅ , %	0.8
Kālijs K ₂ O, %	2.4
pH	9.6
Organiskā viela, %	34.6

Mēslošanas līdzeklim jāatbilst prasībām par nevēlamo piemaisījumu pieļaujamo daudzumu atbilstoši Ministru kabineta 01.09.2015. noteikumu Nr.506 “Mēslošanas līdzekļu un substrātu identifikācijas, kvalitātes atbilstības novērtēšanas un tirdzniecības noteikumi” 3.pielikumam, to daudzums arī noteikts sagatavotajās granulās (6.2.tabula).

Iegūtā produkta “ECO COMPO” nevēlamo piemaisījumu saturs

Nevēlamie piemaisījumi	Rezultāts	Maksimāli pieļaujamā koncentrācija
Plastmasas, stikla vai metāla daļiņas, kas lielākas par 4 mm, %	< 0.5	0.5 masas procenti
Svins (Pb), mg kg ⁻¹	< 5	150
Niķelis (Ni), mg kg ⁻¹	< 10	100
Arsēns (As), mg kg ⁻¹	< 2	50
Kadmījs (Cd), mg kg ⁻¹	< 2	3.0
Dzīvsudrabs (Hg), mg kg ⁻¹	< 1	2.0
<i>Escherichia coli</i> skaits	<1 x 10 ¹ KVV/g	1000 KVV/g vai 1000 KVV/ml
<i>Enterococcus spp.</i> skaits	<4 x 10 ¹ KVV/g	1000 KVV/g vai 1000 KVV/ml
<i>Salmonella spp.</i> klātbūtne	Nav konstatētas/ 25 g	25 g produkta paraugā nav konstatētas

Pēc veikto analīžu rezultātiem, saražotās granulas atbilst Latvijas Republikas normatīvo aktu prasībām.

Granulēts bioloģiskais mēslojums izceļas ar vairākām priekšrocībām:

- Uzlabo augsnes struktūru un vienmērīgi palielina augsnes organiskās vielas apjomu, kā arī aktivizē un uzlabo augsnes mikroorganismu darbību, palielinot augsnes auglību.
- Videi draudzīgs – ekoloģiska ietekme uz augsni.
- Palielina visu lauksaimniecības kultūru ražību ņemot vērā sabalansētu slāpekļa, fosfora, kālija, mikroelementu saturu.
- Augstas kvalitātes granulēts organiskais mēslojums ar augstu organisko vielu, fosfora (P), sēra (S), magnija (Mg) un kalcija (Ca) saturu. Mēslojuma saturā ir kultūraugiem nozīmīgākie mikroelementi – bors (B), mangāns (Mn), molibdēns (Mo), varš (Cu) un cinks (Zn). Mēslojuma lietošana nodrošina pilnvērtīgu augsnes auglības uzlabošanu un sniedz pozitīvu ietekmi uz augsnes struktūru. Organisko vielu ietekmē palielinās augsnes mikrobioloģiskā aktivitāte un uzlabojas barības vielu uzņemšana no augsnes.
- Mēslojumu ieteicams izmantot visu kultūraugu pamatmēslošanai, ievērojot to vajadzības pēc barības vielām un vēlamo iegūstamās ražas apjomu. Mēslojuma trīskārša iedarbība nodrošina augus ar nepieciešamajām barības vielām, stimulē sakņu sistēmas attīstību un veicina augu veģetatīvo attīstību.
- Nesatur nezāļu sēklas.
- Pieejama saprātīga cena - salīdzinoši mazas ražošanas izmaksas.