



Latvijas  
Biozinātņu un  
tehnoloģiju  
universitāte

Zinātniskā pētījuma

**Latvijas lauksaimniecības  
siltumnīcefekta gāzu  
robežsamazinājuma izmaksu līkņu  
(MACC) aktualizēšana  
lauksaimniecības virzībai uz  
dekarbonizāciju**

Projekta atskaite

---



Projekta numurs: 23-00-S0INZ03-000018

LAD 12.06.2023 lēmums Nr. 10.9.1-11/23/1976-e

lesnieguma reģistrācijas Nr. 23-00-S0INZ03-000018

Projekta vadītājs: Dr.oec. Dina Popluga

Novembris, 2023

## Kopsavilkums

Latvijas lauksaimniecības ieguldījums klimata pārmaiņu mazināšanā un Eiropas Savienības izvirzīto klimata un vides mērķu sasniegšanā, ir atkarīgs no tā, cik sekmīgi un cik lielā apmērā praksē tiek ieviesti siltumnīcefekta gāzu (SEG) emisiju samazinošie pasākumi, kā arī no tā, kā tiek novērtēta un monitorēta to ietekme. Galvenās šajā pētījumā aplūkotās tēmas ir lauksaimniecības potenciāla novērtēšana klimata ietekmes mazināšanai, siltumnīcefekta gāzu un amonjaka emisiju samazinoši pasākumi, to izmaksu efektivitātes izvērtējums. Pētījumā tiek veikta Latvijas lauksaimniecības potenciāla analīze virzībai uz dekarbonizāciju, indikatoru, to ieguves vietu (LAD, VAAD datubāzes) un noklusējuma vērtību analīze un Kopējās lauksaimniecības politikas stratēģiskajā plānā 2023.-2027.gadam investīciju pasākumu ietekmes uz SEG un amonjaka emisiju samazināšanu novērtēšanai, Nacionālajā enerģētikas un klimata plānā, Gaisa plānā 2020.-2030. gadam un Kopējās lauksaimniecības politikas stratēģiskajā plānā 2023.-2027.gadam iekļauto SEG un amonjaka emisijas samazinošo pasākumu ietekmes aprēķinu pārskatīšana un aktualizēšana, jaunu pasākumu iekļaušana, kā arī tiek veikti SEG un amonjaka emisijas samazinošo pasākumu samazinājuma potenciāla un izmaksu efektivitātes aprēķini 2030. gadam, kas tiek apkopoti Latvijas lauksaimniecības siltumnīcefekta gāzu robežsamazinājuma izmaksu līknē (Marginal Abatement Cost Curve - MACC), kas kalpo kā ērts rīks dažādu SEG emisiju samazinošo pasākumu efektivitātes novērtēšanai un klimata politikas plānošanai. Pētījuma mērķa grupa ir lauksaimniecības, vides un klimata politikas veidotāji un īstenotāji, lauksaimnieki.

Pētījuma mērķis ir izvērtēt Latvijas virzību uz dekarbonizāciju, analizējot lauksaimniecības potenciālu SEG un amonjaka emisiju samazināšanā.

Pētījuma mērķa sasniegšanu nodrošinās sekojošu uzdevumu izpilde:

1. Izstrādāt metodiku KLP 2023.-2027. gada ieguldījumu 4.1.2. "Atbalsts ieguldījumiem SEG un amonjaka emisijas samazinošajiem pasākumiem" ietekmes novērtēšanai uz klimata pārmaiņu samazināšanu.

Šī darba uzdevuma rezultātā sagatavotas vadlīnijas ar nepieciešamajiem indikatoriem, to ieguves vietām un noklusējuma vērtībām investīciju pasākumu ietekmes uz SEG un amonjaka emisiju samazināšanu novērtēšanai.

2. Aktualizēt informāciju un aprēķinus par SEG emisijas samazinošiem pasākumiem, kas iekļauti esošajā Nacionālajā enerģētikas un klimata plānā.

Šī darba uzdevuma rezultātā pārskatīti un aktualizēti Nacionālajā enerģētikas un klimata plānā esošo SEG un amonjaka emisijas samazinošo pasākumu ietekmes aprēķini.

3. Izveidot un aprakstīt aktualizētu un ar jauniem pasākumiem papildinātu Latvijas lauksaimniecības siltumnīcefekta gāzu robežsamazinājuma izmaksu līkni (MACC) 2030. gadam - aprēķini un MACC konstruēšana.

Šī uzdevuma ietvaros sagatavots apraksts un ietekmes izvērtējums jauniem SEG un amonjaka emisijas samazinošiem pasākumiem, ar kuriem nākošajā gadā tiks papildināta 2018. gadā izstrādātā Latvijas lauksaimniecības siltumnīcefekta gāzu robežsamazinājuma izmaksu līkne (MACC).

Pētījuma rezultāti ir praktiski izmantojami lauksaimniecības, vides un klimata politikas vai tiesiskā regulējuma izstrādei, politikas analīzei un ietekmes novērtēšanai, kā arī lauksaimnieku un sabiedrības izglītošanai par SEG un amonjaka emisiju samazināšanas pasākumiem.

---

**Projekta izpildes laiks:** 01.06.2023. – 15.11.2023.

**Projekta izpildītāji:** Dina Popluga, Kaspars Naglis-Liepa, Laima Bērziņa, Arnis Lēnerts, Diāna Ruska, Dzidra Kreišmane, doktorante Vivita Vīksniņa.

## Saturs

1.	Metodika KLP 2023.-2027. gada ieguldījumu 4.1.2. "Atbalsts ieguldījumiem SEG un amonjaka emisijas samazinošajiem pasākumiem" ietekmes novērtēšanai uz klimata pārmaiņu samazināšanu .....	6
1.1.	Metodikas pamatprincipi .....	6
1.2.	Precīzās tehnoloģijas laukkopībā .....	7
1.3.	Precīzās tehnoloģijas lopkopībā .....	10
1.4.	Tieša šķidrā organiskā mēslojuma iestrāde laukkopībā .....	11
1.5.	Kūtsmēslu apsaimniekošana lopkopībā .....	13
1.6.	Ganību ierīkošana (aploki) pagarinātai vai porcijveida ganīšanai .....	15
1.7.	Kūdras ieguvju rekultivācija .....	16
1.8.	Pretsalnu aizsardzība .....	16
1.9.	Ūdens resursu efektīva izmantošana .....	17
2.	Informācijas un aprēķinu atjaunošana par SEG emisijas mazinošiem pasākumiem, kas iekļauti esošajā Nacionālajā enerģētikas un klimata plānā .....	18
2.1.	MACC pieejas būtība un tās izmantošana klimata mērķu sasniegšanai un lauksaimniecības attīstības plānošanai .....	18
2.2.	MACC līdzšinējā izmantošana lauksaimniecības attīstībai .....	19
2.3.	KLP ietverto SEG emisijas mazinošo pasākumu MACC .....	20
2.4.	KLP ietverto investīciju atbalsta SEG emisijas mazinošo pasākumu iekļaušanas MACC iespējas 24	
3.	Jaunu SEG un amonjaka emisijas samazinošu pasākumu izvērtējums .....	25
3.1.	SEG un amonjaka pasākumi lopkopības saimniecībās .....	26
	Ganību botāniska sastāva dažādošana .....	28
	Atgremotāju fermentācijas inhibitoru izmantošana, lai samazinātu metāna emisijas .....	30
	Biogāzes stacijas (mazā apjomā) .....	33
3.2.	SEG un amonjaka pasākumi augkopības saimniecībās .....	35
	Izturīgu un mainīgiem apstākļiem pielāgoties spējīgu kultūraugu šķirņu selekcija un ieviešana .....	40
	Kūtsmēslu un citu organisko blakusproduktu izmantošana komposta gatavošanai .....	43
	Bioloģiskā seguma izmantošana dārzkopībā (mulčēšana) .....	47
3.3.	Latvijā pieejamās augu mēslošanas līdzekļu alternatīvas – sintētisko mēslošanas līdzekļu lietošanas apjoma samazināšanai .....	50

---

Sintētisko mēslošanas līdzekļu aizvietošana ar dabiskas izcelsmes un mikrobioloģiskiem augu mēslošanas līdzekļiem (DI-MbML) .....	53
3.4. Ekonomiskie ieguvumi/zaudējumi un ietekme uz SEG emisiju samazināšanu pasākumam “Sintētisko mēslošanas līdzekļu aizvietošana ar mikrobioloģiskajiem augu mēslošanas līdzekļiem” .....	56
Izmantotās literatūras saraksts .....	60

# 1. Metodika KLP 2023.-2027. gada ieguldījumu 4.1.2. "Atbalsts ieguldījumiem SEG un amonjaka emisijas samazinošajiem pasākumiem" ietekmes novērtēšanai uz klimata pārmaiņu samazināšanu

## 1.1. Metodikas pamatprincipi

Katram intervences pasākumam ir izveidots metodisks apraksts, kas ļauj saprast kāda ir šī pasākuma metodoloģiskās novērtēšanas iespējas, cik nozīmīgs ir šis pasākums pēc emisiju samazinājuma apjoma, kādi aktivitātes dati nepieciešami, lai šī pasākuma ietekmi varētu novērtēt, ar kurām datu bāzēm ir sasaistāmi konkrētie aktivitātes dati. Katra pasākuma apraksts ietver vairākas pozīcijas:

1. intervences pasākumu – ieguldījumu 4.1.2. "Atbalsts ieguldījumiem SEG un amonjaka emisijas samazinošajiem pasākumiem" – klasifikācija pēc to novērtēšanas iespējām un emisiju samazinājuma apjoma:

Pasākuma novērtēšanas metodoloģiskās iespējas:

Pasākuma novērtējums pēc emisijas samazinājuma apjoma:

1 - ir noteikta metodoloģija vadlīnijās	A - emisijas samazinājuma apjoms dod efektu valsts līmenī
2 - ir pētījumu dati	B - emisijas samazinājuma apjoms dod efektu saimniecības līmenī
3 - ierobežotas novērtēšanas iespējas	C - maznozīmīgs emisijas samazinājuma efekts

2. intervences pasākumu - ieguldījumu 4.1.2. "Atbalsts ieguldījumiem SEG un amonjaka emisijas samazinošajiem pasākumiem" – klasifikācijas pēc Kopējā pētniecības centra (Joint Research Centre – JRC) izstrādātajām vadlīnijām (Angileri, Guerrero, Weiss, 2023).

JRC ir izstrādājis priekšlikumus SEG un amonjaka emisiju samazinošo pasākumu klasifikācijas sistēmai. Tā ir plānota izmantot Kopējās lauksaimniecības politikas stratēģiskajos plānos paredzēto klimata un vides intervences rezultātu novērtēšanai pēc vienotas sistēmas visās ES valstīs. Izstrādātās klasifikācijas vadlīnijas tiks izmantotas Lauku saimniecību datu uzskaites tīkla (SUDAT) datubāzē uzkrātās informācijas paplašināšanai. Tiek plānots to nosaukt par Lauku saimniecību ilgtspējas datu uzskaites tīklu. Klasifikācijā tiek izmantoti IPPC metodoloģijas apzīmējumi/saīsinājumi. Klasifikācijā tie norāda intervences pasākuma apraksta detalizāciju, bet neietver aprēķinu metodiku. Tiek piedāvāti 44 pamata pasākumi (TIER 1), kuri atbilstoši pasākuma detalizācijas aprakstam tiek ielīti 154 otrā līmeņa (TIER 2) pasākumos un 136 trešā līmeņa (TIER 3) pasākumos.

3. Aktivitātes dati – dati, kas jāzina pirms pasākuma ieviešanas un pēc pasākuma ieviešanas, lai varētu novērtēt pasākuma ietekmi uz SEG un amonjaka samazinājumu
4. Datu bāzes datu uzkrāšanai:
  - 4.1. Lauku atbalsta dienests Elektroniskā pieteikšanās sistēma (LADEPS). Pieejams: <https://eps.lad.gov.lv/login>
  - 4.2. Valsts augu aizsardzības dienests Elektroniskā Lauksaimniecībā izmantojamās zemes pārvaldības sistēma (ELIZPS). Pieejams: <https://liz.vaad.gov.lv/login>
  - 4.3. Lauksaimniecības datu centrs (LDC) Reģistri. Pieejams: <https://info ldc.gov.lv/login.php>
  - 4.4. ĢEOLatvija.lv. Vēsturiskā augsnes digitālā datubāze (VADD). Pieejams: <https://geolatvija.lv/geo/mapviewer?licenceld=Free-239>

## 1.2. Precīzās tehnoloģijas laukkopībā

Pasākuma nosaukums	Pasākuma novērtēšanas metodoloģiskās iespējas	Pasākuma novērtējums pēc emisijas samazinājuma apjoma	Tier līmenis pēc JRC metodikas	IPPC (deflaut) vērtības pret platību vai krātuvēm m3, kādu emisiju samazinājumu konkrētā darbība dod	Dati, kas jāzina, lai varētu novērtēt pasākuma ietekmi uz SEG un amonjaka samazinājumu		Datubāzes datu uzkrāšanai		
					Pirms pasākuma ieviešanas	Pēc pasākuma ieviešanas	Datubāzes nosaukums	Jau uzkrāj šādu informāciju	Nepieciešams uzkrāt šādu informāciju
Bezapvēršes augsnes apstrādes tehnoloģija	2	B	Tier 2	EF 0.01 [kg N <sub>2</sub> O–N (kg N) <sup>-1</sup> ] emisijai no izmantotā slāpekļa daudzuma	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Lauka platība</li> <li>✓ Augsnes tips</li> <li>✓ Augu seka</li> <li>✓ Izmantotais N mēslojuma daudzums</li> <li>✓ Mitruma režīms augsnē</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Lauka platība</li> <li>✓ Augsnes tips</li> <li>✓ Augu seka</li> <li>✓ Izmantotais N mēslojuma daudzums</li> <li>✓ Mitruma režīms augsnē</li> </ul>	ELIZPS LADEPS VADD	Jā Jā Daļēji	Jā Jā Daļēji
Tiešās sējas sējmašīna	3	B	Tier 2	EF 0.01 [kg N <sub>2</sub> O–N (kg N) <sup>-1</sup> ] emisijai no izmantotā slāpekļa daudzuma	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Lauka platība</li> <li>✓ Augsnes tips</li> <li>✓ Augu seka</li> <li>✓ Izmantotais N mēslojuma daudzums</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Lauka platība</li> <li>✓ Augsnes tips</li> <li>✓ Augu seka</li> <li>✓ Izmantotais N mēslojuma daudzums</li> </ul>	ELIZPS LADEPS VADD	Jā Jā Daļēji	Jā Jā Daļēji

Pasākuma nosaukums	Pasākuma novērtēšanas metodoloģiskās iespējas	Pasākuma novērtējums pēc emisijas samazinājuma apjoma	Tier līmenis pēc JRC metodikas	IPPC (deflaut) vērtības pret platību vai krātuvēm m3, kādu emisiju samazinājumu konkrētā darbība dod	Dati, kas jāzina, lai varētu novērtēt pasākuma ietekmi uz SEG un amonjaka samazinājumu		Datubāzes datu uzkrāšanai		
					Pirms pasākuma ieviešanas	Pēc pasākuma ieviešanas	Datubāzes nosaukums	Jau uzkrāj šādu informāciju	Nepieciešams uzkrāt šādu informāciju
					✓ Mitruma režīms augsnē	✓ Mitruma režīms augsnē			
Kombinētā sējmašīna, tai skaitā sējmašīna kombinācijā ar pasīvo augsnes apstrādes agregātu, sēklas vai mēslojuma vienlaicīgu iestrādi	2	B	Tier 2	EF 0.01 [kg N <sub>2</sub> O–N (kg N) <sup>-1</sup> ] emisijai no izmantotā slāpekļa daudzuma	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Lauka platība</li> <li>✓ Augsnes tips</li> <li>✓ Augu seka</li> <li>✓ Izmantotais N mēslojuma daudzums</li> <li>✓ Izmantotais degvielas daudzums</li> <li>✓ Mitruma režīms augsnē</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Lauka platība</li> <li>✓ Augsnes tips</li> <li>✓ Augu seka</li> <li>✓ Izmantotais N mēslojuma daudzums</li> <li>✓ Izmantotais degvielas daudzums</li> <li>✓ Mitruma režīms augsnē</li> </ul>	ELIZPS LADEPS VADD	Jā Jā Daļēji	Jā Jā Daļēji
Kombinētie augsnes apstrādes agregāti kultivēšanai, diskošanai, pievelšanai	2	B	Tier 2	EF 0.01 [kg N <sub>2</sub> O–N (kg N) <sup>-1</sup> ] emisijai no izmantotā slāpekļa daudzuma	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Lauka platība</li> <li>✓ Augsnes tips</li> <li>✓ Augu seka</li> <li>✓ Izmantotais N mēslojuma daudzums</li> <li>✓ Izmantotais degvielas daudzums</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Lauka platība</li> <li>✓ Augsnes tips</li> <li>✓ Augu seka</li> <li>✓ Izmantotais N mēslojuma daudzums</li> <li>✓ Izmantotais degvielas daudzums</li> </ul>	ELIZPS LADEPS VADD	Jā Jā Daļēji	Jā Jā Daļēji
Iekārtu, kā arī aprīkojuma precīzo tehnoloģiju izmantošanai, tādus kā GPS uztvērēji un aprīkojums, precīzās	1	A	Tier 2	EF 0.01 [kg N <sub>2</sub> O–N (kg N) <sup>-1</sup> ] emisijai no izmantotā slāpekļa daudzuma	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Izmantotais N mēslojuma daudzums</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Izmantotais N mēslojuma daudzums</li> </ul>	ELIZPS LADEPS	Jā Jā	Jā Jā



Pasākuma nosaukums	Pasākuma novērtēšanas metodoloģiskās iespējas	Pasākuma novērtējums pēc emisijas samazinājuma apjoma	Tier līmenis pēc JRC metodikas	IPPC (deflaut) vērtības pret platību vai krātuvēm m3, kādu emisiju samazinājumu konkrētā darbība dod	Dati, kas jāzina, lai varētu novērtēt pasākuma ietekmi uz SEG un amonjaka samazinājumu		Datubāzes datu uzkrāšanai		
					Pirms pasākuma ieviešanas	Pēc pasākuma ieviešanas	Datubāzes nosaukums	Jau uzkrāj šādu informāciju	Nepieciešams uzkrāt šādu informāciju
stūrēšanas iekārtas, slāpekļa sensori un aprīkojums, spektrometri laukkopībā minerālmēsļu un augu aizsardzības līdzekļu patēriņa samazinājumam									
Jauna precīzo tehnoloģiju izmantošanai atbilstoša smidzinātāja vai minerālmēsļu izkliedētāja, kas aprīkots ar sprauslu vadības sistēmām, sensoriem, programmatūru un GPS uztvērējiem, izmantošana	1	A	Tier 2	EF 0.01 [kg N <sub>2</sub> O–N (kg N) <sup>-1</sup> ] emisijai no izmantotā slāpekļa daudzuma	✓ Izmantotais N mēslojuma daudzums	✓ Izmantotais N mēslojuma daudzums	ELIZPS LADEPS	Jā Jā	Jā Jā
Bezpilota lidaparāta (drona) iegāde	3	C	Tier 2	EF 0.01 [kg N <sub>2</sub> O–N (kg N) <sup>-1</sup> ] emisijai no izmantotā slāpekļa daudzuma	✓ Izmantotais N mēslojuma daudzums	✓ Izmantotais N mēslojuma daudzums	ELIZPS LADEPS	Jā Jā	Jā Jā

### 1.3. Precīzās tehnoloģijas lopkopībā

Pasākuma nosaukums	Pasākuma novērtēšanas metodoloģiskās iespējas	Pasākuma novērtējums pēc emisijas samazinājuma apjoma	Tier līmenis pēc JRC metodikas	IPPC (deflaut) vērtības pret platību vai krātuvēm m3, kādu emisiju samazinājumu konkrētā darbība dod	Dati, kas jāzina, lai varētu novērtēt pasākuma ietekmi uz SEG un amonjaka samazinājumu		Datubāzes datu uzkrāšanai		
					Pirms pasākuma ieviešanas	Pēc pasākuma ieviešanas	Datubāzes nosaukums	Jau uzkrāj šādu informāciju	Nepieciešams uzkrāt šādu informāciju
Precīzas ēdināšanas iekārtas un aprīkojums (tostarp ēdināšanas roboti – barotāji, piestūmēji vai rušinātāji, barības dalītājs)	1	C	Tier 2	EF rēķina pēc Tier 2, balstoties uz datiem pirms un pēc pasākuma.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Uzņemtais bruto enerģijas daudzums,</li> <li>✓ Ar ķīmiskajām analizēm noteiktais kopproteīns,</li> <li>✓ Neitrāli skalotā (NDF)kokšķiedra sausnā</li> <li>✓ Skābi skalotā (ADF)kokšķiedra sausnā</li> <li>✓ Sausnas sagremojamība (%)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Uzņemtais bruto enerģijas daudzums,</li> <li>✓ Ar ķīmiskajām analizēm noteiktais kopproteīns,</li> <li>✓ Neitrāli skalotā (NDF)kokšķiedra sausnā</li> <li>✓ Skābi skalotā (ADF)kokšķiedra sausnā</li> <li>✓ Sausnas sagremojamība (%)</li> </ul>	LDC LADEPS	Daļēji Daļēji	Jā Jā
Precīzās slaukšanas iekārtas	3	B	Tier 2	X	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Atnešanās vecums</li> <li>✓ Mūža ražība</li> <li>✓ Laktāciju skaits</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Atnešanās vecums</li> <li>✓ Mūža ražība</li> <li>✓ Laktāciju skaits</li> </ul>	LDC	Daļēji	Jā
Barības devu aprēķināšanas sistēmas programmas	1	C	Tier 2	EF rēķina pēc Tier 2, balstoties uz datiem pirms un pēc pasākuma.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Uzņemtais bruto enerģijas daudzums,</li> <li>✓ Ar ķīmiskajām analizēm noteiktais kopproteīns,</li> <li>✓ Neitrāli skalotā (NDF) kokšķiedra sausnā</li> <li>✓ Skābi skalotā (ADF) kokšķiedra sausnā</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Uzņemtais bruto enerģijas daudzums,</li> <li>✓ Ar ķīmiskajām analizēm noteiktais kopproteīns,</li> <li>✓ Neitrāli skalotā (NDF) kokšķiedra sausnā</li> <li>✓ Skābi skalotā (ADF) kokšķiedra sausnā</li> </ul>	LDC LADEPS	Daļēji Daļēji	Jā Jā

Pasākuma nosaukums	Pasākuma novērtēšanas metodoloģiskās iespējas	Pasākuma novērtējums pēc emisijas samazinājuma apjoma	Tier līmenis pēc JRC metodikas	IPPC (deflaut) vērtības pret platību vai krātuvēm m3, kādu emisiju samazinājumu konkrētā darbība dod	Dati, kas jāzina, lai varētu novērtēt pasākuma ietekmi uz SEG un amonjaka samazinājumu		Datubāzes datu uzkrāšanai		
					Pirms pasākuma ieviešanas	Pēc pasākuma ieviešanas	Datubāzes nosaukums	Jau uzkrāj šādu informāciju	Nepieciešams uzkrāt šādu informāciju
					✓ Sausnas sagremojamība (%)	✓ Sausnas sagremojamība (%)			
<i>Piezīme: Datu uzskaitījums nepieciešams pa dzīvnieku grupām - slaucamās un cietstāvošās govīs, teļi pa atbilstošām vecuma grupām.</i>									
Programmatūra un aprīkojums ganāmpulka vadības sistēmai	1	C	Tier 2	EF rēķina pēc Tier 2, balstoties uz datiem pirms un pēc pasākuma.	✓ Atnešanās vecums ✓ Mūža ražība ✓ Laktāciju skaits	✓ Atnešanās vecums ✓ Mūža ražība ✓ Laktāciju skaits	LDC	Daļēji	Jā

#### 1.4. Tieša šķidrā organiskā mēslojuma iestrāde laukkopībā

Pasākuma nosaukums	Pasākuma novērtēšanas metodoloģiskās iespējas	Pasākuma novērtējums pēc emisijas samazinājuma apjoma	Tier līmenis pēc JRC metodikas	IPPC (deflaut) vērtības pret platību vai krātuvēm m3, kādu emisiju samazinājumu konkrētā darbība dod	Dati, kas jāzina, lai varētu novērtēt pasākuma ietekmi uz SEG un amonjaka samazinājumu		Datubāzes datu uzkrāšanai		
					Pirms pasākuma ieviešanas	Pēc pasākuma ieviešanas	Datubāzes nosaukums	Jau uzkrāj šādu informāciju	Nepieciešams uzkrāt šādu informāciju
Izkliedēšanas sistēmas ar inžektoru tipa iestrādes lemesīšiem	1	A	Tier 2	EF rēķina pēc Tier 2, zinot pirms pasākuma ieviešanas, izmatoto tehnoloģiju.	✓ Izkliedētais organiskā mēslojuma daudzums	✓ Izkliedētais organiskā mēslojuma daudzums	ELIZPS	Jā	Jā
Izkliedēšanas sistēmas, kas uzmontētas uz	3	B	Tier 2	EF rēķina pēc Tier 2, zinot pirms pasākuma	✓ Izkliedētais organiskā	✓ Izkliedētais organiskā	ELIZPS	Jā	Jā

Pasākuma nosaukums	Pasākuma novērtēšanas metodoloģiskās iespējas	Pasākuma novērtējums pēc emisijas samazinājuma apjoma	Tier līmenis pēc JRC metodikas	IPPC (deflaut) vērtības pret platību vai krātuvēm m3, kādu emisiju samazinājumu konkrētā darbība dod	Dati, kas jāzina, lai varētu novērtēt pasākuma ietekmi uz SEG un amonjaka samazinājumu		Datubāzes datu uzkrāšanai		
					Pirms pasākuma ieviešanas	Pēc pasākuma ieviešanas	Datubāzes nosaukums	Jau uzkrāj šādu informāciju	Nepieciešams uzkrāt šādu informāciju
augšnes apstrādes mašīnām				ieviešanas, izmatoto tehnoloģiju.	mēslojuma daudzums	mēslojuma daudzums			
Izkliešanas sistēmas ar nokarenām caurulēm	1	A	Tier 2	EF rēķina pēc Tier 2, zinot pirms pasākuma ieviešanas, izmatoto tehnoloģiju.	✓ Izkliešanas organiskā mēslojuma daudzums	✓ Izkliešanas organiskā mēslojuma daudzums	ELIZPS	Jā	Jā
Izkliešanas sistēmas ar kūtsmēsļu skābināšanas iespējām	1	A	Tier 2	EF rēķina pēc Tier 2, zinot pirms pasākuma ieviešanas, izmatoto tehnoloģiju.	✓ Izkliešanas organiskā mēslojuma daudzums	✓ Izkliešanas organiskā mēslojuma daudzums	ELIZPS	Jā	Jā
Mobilas cauruļvadu sistēmas šķīdumēslu transportēšanai	1	A	Tier 2	EF rēķina pēc Tier 2, zinot pirms pasākuma ieviešanas, izmatoto tehnoloģiju.	✓ Transportētā organiskā mēslojuma daudzums	✓ Transportētā organiskā mēslojuma daudzums	ELIZPS	Jā	Jā
Šķīdumēslu iestrāde ar cauruļvadu sistēmu	1	A	Tier 2	EF rēķina pēc Tier 2, zinot pirms pasākuma ieviešanas, izmatoto tehnoloģiju.	✓ Izkliešanas organiskā mēslojuma daudzums	✓ Izkliešanas organiskā mēslojuma daudzums	ELIZPS	Jā	Jā

## 1.5. Kūtsmēslu apsaimniekošana lopkopībā

Pasākuma nosaukums	Pasākuma novērtēšanas metodoloģiskās iespējas	Pasākuma novērtējums pēc emisijas samazinājuma apjoma	Tier līmenis pēc JRC metodikas	IPPC (deflaut) vērtības pret platību vai krātuvēm m3, kādu emisiju samazinājumu konkrētā darbība dod	Dati, kas jāzina, lai varētu novērtēt pasākuma ietekmi uz SEG un amonjaka samazinājumu		Datubāzes datu uzkrāšanai		
					Pirms pasākuma ieviešanas	Pēc pasākuma ieviešanas	Datubāzes nosaukums	Jau uzkrāj šādu informāciju	Nepieciešams uzkrāt šādu informāciju
Mucas skābēm, skābināšanas aprīkojums	2	A	Tier 2	EF rēķina pēc Tier 2, zinot pirms pasākuma ieviešanas, izmatoto tehnoloģiju.	✓ Izklidētais organiskā mēslojuma daudzums	✓ Izklidētais organiskā mēslojuma daudzums	ELIZPS	Jā	Jā
Kūtsmēslu savākšanas sistēmas (roboti, kūtsmēslu biežas izvākšanas konveijeru sistēmas, transportieri)	3	B	Tier 2	X	✓ Dzīvnieku suga ✓ Skaitis kūtī ✓ Savākšanas biežums diennaktī	✓ Dzīvnieku suga ✓ Skaitis kūtī ✓ Savākšanas biežums diennaktī	LDC	Daļēji	Jā
Starpkrātuvju būvniecība vai pārbūve uz lauka vai pārvietojamas starpkrātuves	2	B	Tier 2	EF rēķina pēc Tier 2, zinot pirms pasākuma ieviešanas, izmatoto tehnoloģiju.	✓ Uzglabātā organiskā mēslojuma daudzums	✓ Uzglabātā organiskā mēslojuma daudzums	LDC	Daļēji	Jā
Šķidro kūtsmēslu krātuvju noseģšana (teltsveida vai cits pārklājums)	1	B	Tier 2	EF rēķina pēc Tier 2, zinot pirms pasākuma ieviešanas, izmatoto tehnoloģiju.	✓ Uzglabātā organiskā mēslojuma daudzums	✓ Uzglabātā organiskā mēslojuma daudzums	LDC	Daļēji	Jā
Kūtsmēslu krātuvju būvniecība, izņemot lagūnu tipa	Vērtējums atkarīgs no izvēlētās krātuves tipa	Vērtējums atkarīgs no izvēlētās krātuves tipa	Tier 2	EF rēķina pēc Tier 2, zinot pirms pasākuma ieviešanas,	✓ Uzglabātā organiskā mēslojuma daudzums	✓ Uzglabātā organiskā mēslojuma daudzums	LDC	Daļēji	Jā

Pasākuma nosaukums	Pasākuma novērtēšanas metodoloģiskās iespējas	Pasākuma novērtējums pēc emisijas samazinājuma apjoma	Tier līmenis pēc JRC metodikas	IPPC (deflaut) vērtības pret platību vai krātuvēm m3, kādu emisiju samazinājumu konkrētā darbība dod	Dati, kas jāzina, lai varētu novērtēt pasākuma ietekmi uz SEG un amonjaka samazinājumu		Datubāzes datu uzkrāšanai		
					Pirms pasākuma ieviešanas	Pēc pasākuma ieviešanas	Datubāzes nosaukums	Jau uzkrāj šādu informāciju	Nepieciešams uzkrāt šādu informāciju
				izmatoto tehnoloģiju.					
Lēzenu slīpo grīdu izbūve jaunbūvējamās kūtīs	1	A	Tier 2	EF rēķina pēc Tier 2, zinot pirms pasākuma ieviešanas, izmatoto tehnoloģiju.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Dzīvnieku skaits</li> <li>✓ Dzīvnieku suga</li> <li>✓ Dzīvnieku uzturēšanas ilgums kūtī</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Dzīvnieku skaits</li> <li>✓ Dzīvnieku suga</li> <li>✓ Dzīvnieku uzturēšanas ilgums kūtī</li> </ul>	LDC	Daļēji	Jā
Kūts grīdu izbūve vai esošo pārbūve, kas nodala urīnu no cietās frakcijas (rievotas, restotas, gumijas kanāli u.c.) kombinācijā ar kūtsmēslu dalītu (cietā vai šķidrā frakcija) uzglabāšanu	1	A	Tier 2	EF rēķina pēc Tier 2, zinot pirms pasākuma ieviešanas, izmatoto tehnoloģiju.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Dzīvnieku skaits</li> <li>✓ Dzīvnieku suga</li> <li>✓ Dzīvnieku uzturēšanas ilgums kūtī</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Dzīvnieku skaits</li> <li>✓ Dzīvnieku suga</li> <li>✓ Dzīvnieku uzturēšanas ilgums kūtī</li> </ul>	LDC	Daļēji	Jā
Speciālās redeļu grīdas	1	A	Tier 2	EF rēķina pēc Tier 2, zinot pirms pasākuma ieviešanas, izmatoto tehnoloģiju.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Dzīvnieku skaits</li> <li>✓ Dzīvnieku suga</li> <li>✓ Dzīvnieku uzturēšanas ilgums kūtī</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Dzīvnieku skaits</li> <li>✓ Dzīvnieku suga</li> <li>✓ Dzīvnieku uzturēšanas ilgums kūtī</li> </ul>	LDC	Daļēji	Jā
Siltinātie jumti	3	B	X	X	X	X	Nav datu	Nē	Jā
Caurspīdīgie jumti	3	B	X	X	X	X	Nav datu	Nē	Jā
Ventilācijas, mikroklimata regulēšanas, gaisa	1	A	Tier 2	EF rēķina pēc Tier 2, zinot pirms pasākuma	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Dzīvnieku skaits</li> <li>✓ Dzīvnieku suga</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Dzīvnieku skaits</li> <li>✓ Dzīvnieku suga</li> </ul>	LDC	Daļēji	Jā

Pasākuma nosaukums	Pasākuma novērtēšanas metodoloģiskās iespējas	Pasākuma novērtējums pēc emisijas samazinājuma apjoma	Tier līmenis pēc JRC metodikas	IPPC (deflaut) vērtības pret platību vai krātuvēm m3, kādu emisiju samazinājumu konkrētā darbība dod	Dati, kas jāzina, lai varētu novērtēt pasākuma ietekmi uz SEG un amonjaka samazinājumu		Datubāzes datu uzkrāšanai		
					Pirms pasākuma ieviešanas	Pēc pasākuma ieviešanas	Datubāzes nosaukums	Jau uzkrāj šādu informāciju	Nepieciešams uzkrāt šādu informāciju
attīrīšanas iekārtas, tai skaitā rekuperācijas sistēmu izbūve				ieviešanas, izmatoto tehnoloģiju, dzīvnieku sugu un citu emisiju samazinošo pasākumu esamību.					

### 1.6. Ganību ierīkošana (aploki) pagarinātai vai porcijveida ganīšanai

Pasākuma nosaukums	Pasākuma novērtēšanas metodoloģiskās iespējas	Pasākuma novērtējums pēc emisijas samazinājuma apjoma	Tier līmenis pēc JRC metodikas	IPPC (deflaut) vērtības pret platību vai krātuvēm m3, kādu emisiju samazinājumu konkrētā darbība dod	Dati, kas jāzina, lai varētu novērtēt pasākuma ietekmi uz SEG un amonjaka samazinājumu		Datubāzes datu uzkrāšanai		
					Pirms pasākuma ieviešanas	Pēc pasākuma ieviešanas	Datubāzes nosaukums	Jau uzkrāj šādu informāciju	Nepieciešams uzkrāt šādu informāciju
Ganību ierīkošana (aploki) pagarinātai vai porcijveida ganīšanai - elektriskie, dzirdināšanas un piebarošanas aprīkojums	1	A	Tier 2	EF 0.02 [kg N <sub>2</sub> O-N (kg N) <sup>-1</sup> ]	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Dzīvnieku skaits</li> <li>✓ Ganību ilgums</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Dzīvnieku skaits</li> <li>✓ Ganību ilgums</li> </ul>	LDC	Daļēji	Jā

## 1.7. Kūdras ieguvju rekultivācija

Pasākuma nosaukums	Pasākuma novērtēšanas metodoloģiskās iespējas	Pasākuma novērtējums pēc emisijas samazinājuma apjoma	Tier līmenis pēc JRC metodikas	IPPC (deflaut) vērtības pret platību vai krātuvēm m3, kādu emisiju samazinājumu konkrētā darbība dod	Dati, kas jāzina, lai varētu novērtēt pasākuma ietekmi uz SEG un amonjaka samazinājumu		Datubāzes datu uzkrāšanai		
					Pirms pasākuma ieviešanas	Pēc pasākuma ieviešanas	Datubāzes nosaukums	Jau uzkrāj šādu informāciju	Nepieciešams uzkrāt šādu informāciju
Ilggadīgie stādījumi vēsturiski izmantoto kūdras ieguvju rekultivācijai	N <sub>2</sub> O un CO <sub>2</sub> emisijas samazinājums pēc LIFE Restore projekta rezultātiem (ietekme ne - lauksaimniecības sektorā)		Tier 2	X	✓ Platība ✓ Kultūra	✓ Platība ✓ Kultūra	LADEPS	Jā	Jā

## 1.8. Pretsalnu aizsardzība

Pasākuma nosaukums	Pasākuma novērtēšanas metodoloģiskās iespējas	Pasākuma novērtējums pēc emisijas samazinājuma apjoma	Tier līmenis pēc JRC metodikas	IPPC (deflaut) vērtības pret platību vai krātuvēm m3, kādu emisiju samazinājumu konkrētā darbība dod	Dati, kas jāzina, lai varētu novērtēt pasākuma ietekmi uz SEG un amonjaka samazinājumu		Datubāzes datu uzkrāšanai		
					Pirms pasākuma ieviešanas	Pēc pasākuma ieviešanas	Datubāzes nosaukums	Jau uzkrāj šādu informāciju	Nepieciešams uzkrāt šādu informāciju
Pretsalnu aizsardzības sistēmu būvniecība - gaisa maisīšanas torņi, miglas ģeneratori	3	C	X	X	X	X	Nav datu	Nē	Jā



## 1.9. Ūdens resursu efektīva izmantošana

Pasākuma nosaukums	Pasākuma novērtēšanas metodoloģiskās iespējas	Pasākuma novērtējums pēc emisijas samazinājuma apjoma	Tier līmenis pēc JRC metodikas	IPPC (deflaunt) vērtības pret platību vai krātuvēm m3, kādu emisiju samazinājumu konkrētā darbība dod	Datu, kas jāzina, lai varētu novērtēt pasākuma ietekmi uz SEG un amonjaka samazinājumu		Datubāzes datu uzkrāšanai		
					Pirms pasākuma ieviešanas	Pēc pasākuma ieviešanas	Datubāzes nosaukums	Jau uzkrāj šādu informāciju	Nepieciešams uzkrāt šādu informāciju
Ūdenskrātuvju izveide	3	C	NV	X	X	X	Nav datu	Nē	Jā
Ziemas un pavasara ūdens uzkrāšana	3	C	NV	X	X	X	Nav datu	Nē	Jā
Dziļurbumu un spiču ierīkošana	3	C	NV	X	X	X	Nav datu	Nē	Jā
Lietus aizsargpārklāji (mobilie jumti)	3	C	NV	X	X	X	Nav datu	Nē	Jā
Krusas aizsargtīkli	3	C	NV	X	X	X	Nav datu	Nē	Jā

Izstrādātā metodika ļauj akcentēt sekojošo:

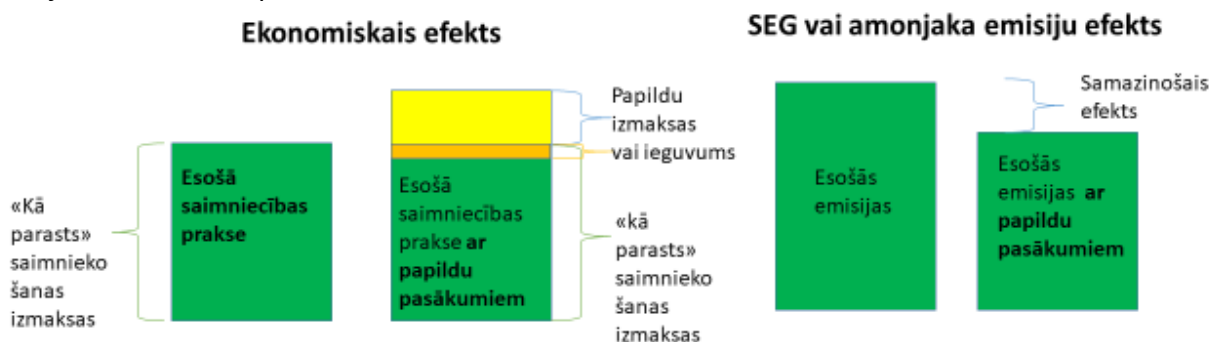
1. Izvērtējot analizētos pasākumus, secināms, ka gandrīz nevienā gadījumā būtiski nemainās emisijas faktors, vai emisijas faktoru rēķina pēc Tier 2, zinot pirms pasākuma ieviešanas aktivitātes lielumus. Tāpēc svarīgākais aspekts, kam jāpievērš uzmanība, domājot par pasākumu ietekmes novērtējumu, ir laicīga un maksimāli detalizēta informācijas uzkrāšana par ietekmētajiem aktivitātes lielumiem pirms un pēc pasākuma ieviešanas.
2. SEG un amonjaka emisijas samazinājumu dod aktivitātes lieluma izmaiņas, piemēram, samazināts N daudzums, palielināts ganību dienu daudzums utt.
3. Īpaši nozīmīga datu uzkrāšana ir amonjaka emisijas aprēķināšanas gadījumā, jo emisija veidojas no vairākiem emisijas raksturojošiem koeficientiem, kur jāzina tehnoloģija pirms pasākuma ieviešanas un tikai tad var noteikt emisijas samazinājuma īpatsvaru.

## 2. Informācijas un aprēķinu atjaunošana par SEG emisijas mazinošiem pasākumiem, kas iekļauti esošajā Nacionālajā enerģētikas un klimata plānā

### 2.1. MACC pieejas būtība un tās izmantošana klimata mērķu sasniegšanai un lauksaimniecības attīstības plānošanai

Siltumnīcas efekta gāzu samazināšanas robežizmaksu līknes (MACC) ir plāsi izmantotas SEG emisijas samazinošo pasākumu analīzei. MAC līknes tiek izmantotas Francijā, Īrijā, Lielbritānijā, Nīderlandē kā arī citās valstīs. Lai arī principi kopumā ir vienādi, tomēr pieejas un risinājumi dažādos pētījumos ir dažādi. to nosaka MACC izmantošanas mērķis, pētījuma līmenis (mikro (saimniecība) vai makro (tautsaimniecības sektors vai tautsaimniecība)), pieejamie dati u.c. Latvija arī kopš 2017. gada tiek veidotas MACC līknes lauksaimniecības sektoram, kā arī ZIZIM sektoram.

Robežizmaksu pieeja balstā mikroekonomikas teorijā. Analizē, kādu iespaidu uz izmaksām radīs katra nākamā produkcijas vienībā vai jebkāds ražošanas faktors. Šo pašu pieeju var izmantot arī lai analizētu ne vien esošo saimniekošanas praksi, bet arī kas notiktu, ja ieviestu jaunu saimniekošanas praksi. Vienlaikus, tā kā analizēs objekts ir pārmaiņas izmainītajos saimniekošanas rādītājos nav nepieciešams aprēķināt kopējās izmaksas, bet tikai robežizmaksas. Attiecībā uz klimata pārmaiņu mazināšanu var analizēt, kā saimniekošanu ietekmēs jauni SEG emisijas samazinošie pasākumi.



Avots: autoru veidots

#### 2.1. attēls. SEG efekta samazinošos pasākumu robežizmaksu pieeja

Tiek aprēķināti divi lielumi: SEG efekta samazināšanas potenciāls un pasākuma ieviešanas un realizēšanas relatīvās izmaksas (2.1. attēls), kuras parasti attiecinā uz ietaupīto SEG emisiju vienību (tonnu). Parasti analizē vairākus pasākumus kurus pēc tam apkopo vienā histogrammā, kur horizontālā ass norāda uz pasākumu SEG efekta gāzu samazināšanas potenciālu, un vertikālā ass pasākuma ieviešanas robežizmaksas. Kopumā MACC ir ļoti noderīgs instruments SEG emisiju samazināšanas pasākumu analīzei, tomēr tam ir ierobežotas iespējas sniegt visaptverošu ieskatu par ietekmi uz uzņēmuma vai tautsaimniecības sektora attīstību, jo vienlaicīgi var analizēt vienu faktoru (piem. SEG efekta gāzes). Lai gan to iespējams risināt iekļaujot izmaksas piemēram, sabiedrības izmaksas, ekosistēmu pakalpojumu izmaksas, valsts atbalstu u.c.

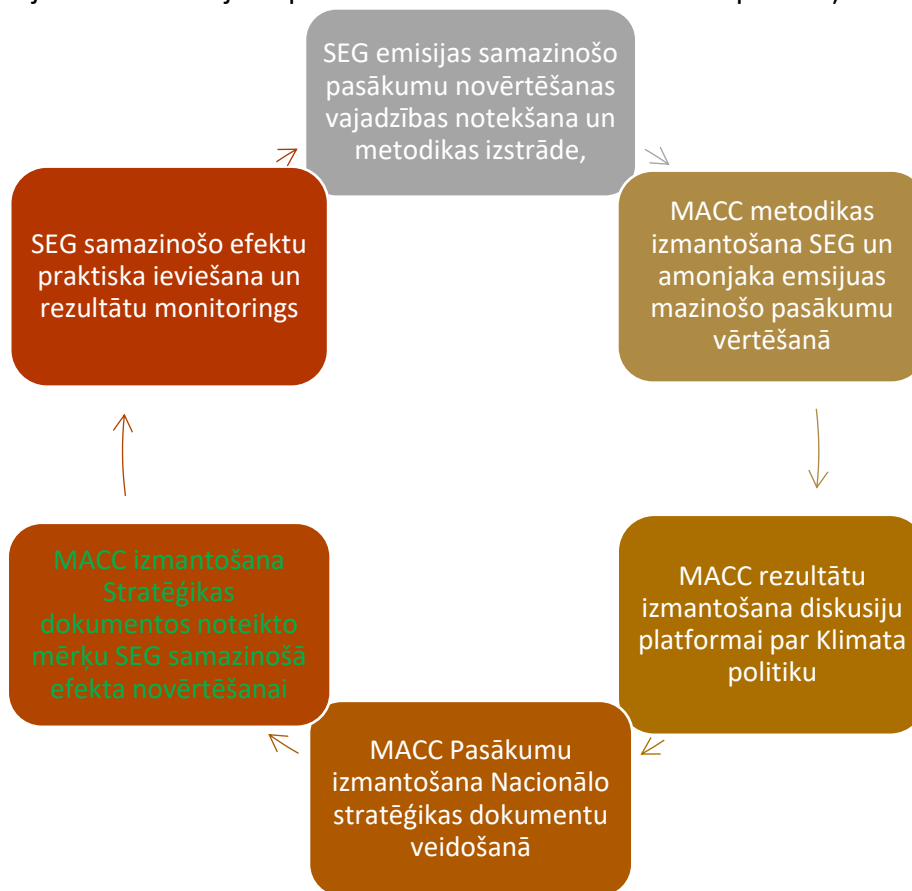
## 2.2. MACC līdzšinējā izmantošana lauksaimniecības attīstībai

Latvijā MACC izmantošana saistāma ar Valsts pētījumu programmas “Latvijas ekosistēmu vērtība un tās dinamika klimata ietekmē (EVIDEnT) projektu “Lauksaimniecības nozares SEG emisiju analīze un emisiju samazināšanas pasākumu ekonomiskais novērtējums”, tā izpildītājs bija LLU zinātnieku komanda. Jāpiezīmē, ka ideja nāca no ZM Lauksaimniecības ilgtspējīgas izmantošanas attīstības nodaļas vadītājas K. Sirmās, kas veicināja MACC pieejas izmantošanu. Rezultātā tika izanalizēti 17 pasākumi, kas bija izmantojami SEG emisiju samazināšanai lauksaimniecībā. Jāpiezīmē, ka būtiska inovācija bija izmantot lauksaimniecības saimniecību klasteru pieeju. Šādai pieejai bija vairāki apsvērumi:

- bija vēlme aptvert visu lauksaimniecības sektoru, ieskaitot mazās un sīkās saimniecības;
- nosakot SEG emisiju samazināšanas potenciālu, nepieciešams ņemt vērā zemnieku saimniecību spēju segt investīciju izmaksas un ieviest SEG emisiju samazinošos pasākumus ikdienas praksē;
- nosakot minēto potenciālu jāņem vērā pašreizējās prakses, kas dažām saimniecībām jau bija ikdiena, piemēram bioloģiskām.

Lai gan tas bija saistīts ar krietni komplicētāku metodiku, rezultātā tapa MACC pieciem klasteriem, kas raksturo Latvijas zemnieku saimniecības. Projekta rezultāti tika apkopoti monogrāfijā “Siltumnīcefekta gāzu emisiju samazināšanas iespējas ar klimatam draudzīgu lauksaimniecību un mežsaimniecību Latvijā”, kas kļuva par sava veida rokasgrāmatu klimata pasākumiem lauksaimniecībā. Nākamajā gadā MACC pieejas izmantošanu paplašināja attiecinot uz oglekļa piesaisti aramzemēs, ilggadīgajos zālajos un mitrājos (projekts, Latvijas lauksaimniecības siltumnīcefekta gāzu emisiju robežsamazinājuma izmaksu līkņu (MACC) sasaiste ar oglekļa piesaisti un tā uzkrāšanu aramzemēs, ilggadīgajos zālajos un mitrājos”. Šis projekts izanalizēja un piedāvāja politikas veidotājiem 4 papildu pasākumus SEG emisiju samazināšanai, kā arī sāka veidot saikni starp ZIZIM sektoru un lauksaimniecības sektoru, starp C uzkrāšanu un CO<sub>2</sub> piesaisti un samazināšanu. Kā arī iezīmēja būtiskākās lauksaimniecības produktu SEG emisiju ietiepības atšķirības ES valstīs. Sekojošais 2019. gada projekts “Latvijas lauksaimniecības siltumnīcefekta gāzu un amonjaka emisiju, kā arī CO<sub>2</sub> piesaistes (aramzemēs un zālajos) robežsamazinājuma izmaksu līkņu (MACC) pielāgošana izmantošanai lauksaimniecības, vides un klimata politikas veidošanā”. Šī projekta jaunievedumi bija amonjaka pasākumu izvērtēšana, kas tikai iekļauti MK rīkojumā “Par Gaisa piesārņojuma samazināšanas rīcības plānu 2020. – 2030. gadam”, otrs būtisks jaunievedums bija ļoti aktīva lauksaimnieku sabiedrības (160 dalībnieku) informēšana, izglītošana un viedokļa apkopošana par klimatam draudzīgām saimniekošanas iespējām. Līdztekus protams tika aktualizēts SEG emisiju samazinošo pasākumu MACC, kas tika izmantots MK rīkojumā “Par Latvijas Nacionālo enerģētikas un klimata plānu 2021.-2030. gadam”. 2020. gada projekta “Latvijas lauksaimniecības siltumnīcefekta gāzu un amonjaka emisijas, kā arī CO<sub>2</sub> piesaistes (aramzemēs un zālajos) robežizmaksu līkņu (MACC) pielāgošana izmantošanai lauksaimniecības, vides un klimata politikas veidošanā” fokuss bija uz pasākumiem piena lopkopībai, esošo MACC aktualizēšana, kā arī uz tā laika emisiju uzskaites sistēmu pilnveidošanu un tās izmantošanu Nacionālā inventarizācijas ziņojuma veidošanā. Līdztekus pētījumiem tika pievērsta uzmanība SEG un amonjaka emisiju samazinošo pasākumu popularizēšanai, izdodot informatīvus materiālus (ar tiem iespējams iepazīties LBTU mājaslapā sadaļā “Klimatam draudzīga lauksaimniecība”). Turpmākos gadus MACC projekti vairs netika plānoti un realizēti, vienlaikus projektu zinātnieku komanda atbalstīja ZM politikas veidotājus ar aprēķiniem un konsultācijām. Jāpiezīmē, ka šis bija aktīvs KLP veidošanas laiks un vairākas MACC paustās atziņas, kā arī pasākumi tika iekļauti KLP stratēģiskajā plānā. Šī gada projekta “Latvijas lauksaimniecības siltumnīcefekta gāzu robežsamazinājuma izmaksu līkņu (MACC) aktualizēšana

lauksaimniecības virzībai uz dekarbonizāciju” izaicinājums ir KLP pasākumu SEG samazinošā potenciāla noteikšana, to starp izstrādāt metodiku 4.1.2. “Atbalsts ieguldījumiem SEG un amonjaka emisijas samazinošajiem pasākumiem” ietekmei uz klimata pārmaiņu mazināšanu.



Avots: autoru veidots

## 2.2. attēls. MACC izmantošana lauksaimniecības attīstībai

MACC pieejas izmantošana nodrošināja zināšanu apriti, sākot ar pārmaiņu vajadzību identificēšanu, zināšanu radīšanu, pārmaiņu stratēģiju definēšanu, stratēģiju novērtēšanu, kuras rezultāti apkopoti nākamajā apakšnodaļā. Vienlaikus MACC projekti paralēli strādāja pie ieteikumiem SEG efekta samazinošo pasākumu realizācijas efekta informācijas uzlabošanai, nodrošinot pilnu zināšanu aprites ciklu.

### 2.3. KLP ietverto SEG emisijas mazinošo pasākumu MACC

Būtiskākais lauksaimnieku stimuls ieviest pārmaiņas savās saimniecībās ir publiskā finansējuma esamība pasākumu ieviešanai. Vienlaikus šāda finansējuma esamība nodrošina arī iespējas SEG pasākumu efekta informācijas pieprasīšanai jeb efekta dokumentēšanai. Tāpēc Nacionālā enerģētikas un klimata plānā 2021.- 2030. gadam minētajiem mērķa lielumi ir vairāk teorētisks potenciāls un praktiski novērtējami ir pasākumi un mērķa lielumi, kas minēti Latvijas Kopējās lauksaimniecības politikas stratēģiskajā plānā 2023.-2027. gadam (KLP). Šajā apakšnodaļā ir novērtēti KLP pasākumi, kas sniedz ieguldījumu SEG emisiju mazināšanā (2.1. tabula).

## KLP SEG emisijas mazinošie pasākumi

Nr.p.k.	Pasākumā ietvertās prasības
1.	<p>Veicināt slāpekli piesaistošu (tauriņziežu) kultūraugu audzēšanu. Darbība I pilārā ekoshēmu intervences ietvaros, TM4.2 “Ekoloģiski nozīmīgas platības”</p> <p>Atbalstu piešķir par aramzemes platību, kurā tiek audzēti vai uzturēti šādi kultūraugi:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. slāpekli piesaistoši kultūraugi (MK not. nr.198/2023 141.2.apakšpunkts). <u>TM U4.2.1. - Nektāraugi, slāpekli piesaistoši kultūraugi:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <u>Faktiskā izpilde (uz 01.09.2023): 45 000 ha</u></li> <li>➤ KLP SP plānots 2023.g.mērķis: 47 592,00 ha</li> <li>➤ KLP SP plānots 2024.g.mērķis: 47 592,00 ha</li> <li>➤ KLP SP plānots 2025.g.mērķis: 48 781,80 ha</li> <li>➤ KLP SP plānots 2026.g.mērķis: 50 245,26 ha</li> <li>➤ KLP SP plānots 2027.g.mērķis: 51 752,61 ha</li> </ul> </li> <li>2. zaļmēslojuma augu aizņemtās papuves - (MK not. nr.198/2023 141.3.apakšpunkts). <u>TM U4.2.2 - Zaļmēslojuma papuve</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <u>Faktiskā izpilde (uz 01.09.2023): 8 381 ha</u></li> <li>➤ KLP SP plānots 2023.g.mērķis: 16 678,80 ha</li> <li>➤ KLP SP plānots 2024.g.mērķis: 16 678,80 ha</li> <li>➤ KLP SP plānots 2025.g.mērķis: 17 095,77 ha</li> <li>➤ KLP SP plānots 2026.g.mērķis: 17 608,64 ha</li> <li>➤ KLP SP plānots 2027.g.mērķis: 18 136,90 ha</li> </ul> </li> <li>3. zālāji pasējā (MK not. nr.198/2023 141.5.apakšpunkts). <u>TM U4.2.4 - Zālāju pasējs</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <u>Faktiskā izpilde (uz 01.09.2023): 21 887 ha</u></li> <li>➤ KLP SP plānots 2023.g.mērķis: 23 917,00 ha</li> <li>➤ KLP SP plānots 2024.g.mērķis: 23 917,00 ha</li> <li>➤ KLP SP plānots 2025.g.mērķis: 24 514,93 ha</li> <li>➤ KLP SP plānots 2026.g.mērķis: 25 250,37 ha</li> <li>➤ KLP SP plānots 2027.g.mērķis: 26 007,88 ha</li> </ul> </li> </ol>
2.	<p>Pupu un zirņu audzēšanas veicināšana. Darbība I pilārā saistītā ienākumu atbalsta intervences ietvaros (MK not. 198/2023 236. un 237.punkts).</p> <p>TM U5.14 – Saistītais ienākumu atbalsts par proteīnaugiem</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Faktiskā izpilde (uz 01.09.2023): 71 963 ha</li> <li>➤ KLP SP plānots 2023.g.mērķis: 41 970,44 ha</li> <li>➤ KLP SP plānots 2024.g.mērķis: 41 970,88 ha</li> <li>➤ KLP SP plānots 2025.g.mērķis: 41 970,18 ha</li> <li>➤ KLP SP plānots 2026.g.mērķis: 41 969,51 ha</li> <li>➤ KLP SP plānots 2027.g.mērķis: 41 970,29 ha</li> </ul>
3.	<p>Veicināt tiešo šķidro kūtsmēsli iestrādi augsnē.</p>

**Nr.p.k.****Pasākumā ietvertās prasības**

Darbība I pīlārā ekoshēmu intervences ietvaros, TM4.5. sadaļa "Slāpekļa un amonjaka emisiju, un piesārņojumu mazinošas lauksaimniecības prakses". (MK not. 198/2023 157. un 158. punkti).

**TM U4.5.1 - Precīzā šķidrmēsļu iestrāde**

- Faktiskā izpilde (uz 01.09.2023): 36 228 ha;
- KLP SP plānots 2023.g.mērķis: 19 832,40 ha
- KLP SP plānots 2024.g.mērķis: 19 832,40 ha
- KLP SP plānots 2025.g.mērķis: 20 328,21
- KLP SP plānots 2026.g.mērķis: 20 836,42
- KLP SP plānots 2027.g.mērķis: 21 357,33 ha

5. Veicināt jauno tehnoloģiju izmantošanu, lai nodrošinātu precīzu minerālmēsļu iestrādi un AAL izkliedi.

Darbība I pīlārā ekoshēmu intervences ietvaros, TM4.5. "Slāpekļa un amonjaka emisiju, un piesārņojumu mazinošas lauksaimniecības prakses"

**TM U4.5.2 - Precīzā minerālmēsļu un AAL izkliede**

- Faktiskā izpilde (uz 01.09.2023): 457 894 ha.
- KLP SP plānots 2023.g.mērķis: 200 000 ha
- KLP SP plānots 2024.g.mērķis: 210 000 ha
- KLP SP plānots 2025.g.mērķis: 220 500 ha
- KLP SP plānots 2026.g.mērķis: 231 525 ha
- KLP SP plānots 2027.g.mērķis: 237 313,13 ha

7. Pagarinātās ganīšanas veicināšana lopkopībā.

Darbība II pīlārā agrovides intervences ietvaros, (Lauku attīstības maksājumi – turpmāk - LA), LA10.3. "Paaugstinātu labturības prasību un emisiju mazinošā lopkopība"

(MK not. 197/2023 49.3.2. apakšpunkts).

**LA U10.3.3. – pagarinātā ganīšana piena liellopiem kombinācijā ar barības devu plānošanu**

- Faktiskā izpilde (uz 01.09.2023): 18 669 liellopu vienības
- KLP SP plānots 2023.g.mērķis: 32 131 liellopu vienības
- KLP SP plānots 2024.g.mērķis: 32 131 liellopu vienības
- KLP SP plānots 2025.g.mērķis: 38 315 liellopu vienības
- KLP SP plānots 2026.g.mērķis: 44 493 liellopu vienības
- KLP SP plānots 2027.g.mērķis: 44 494 liellopu vienības

8. Bioloģiskās lauksaimniecības attīstība, - konvencionālo slaucamo govju aizstāšana ar bioloģiskajām, dubultojot bioloģisko piena govju skaitu (piena lopkopība).

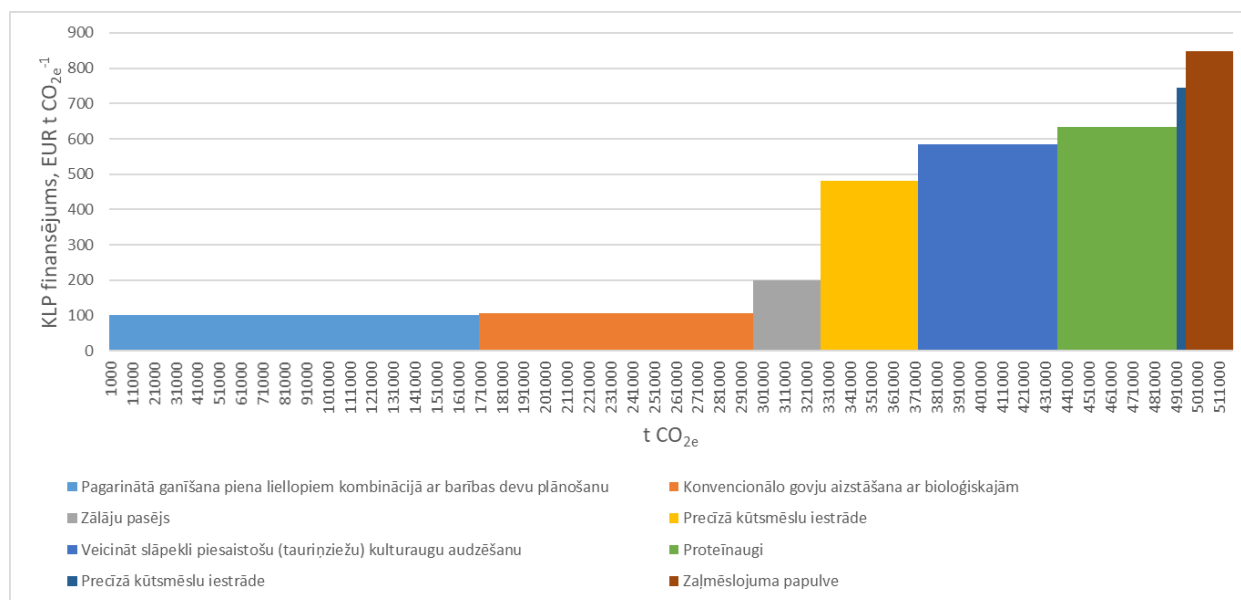
Darbība II pīlārā agrovides intervences ietvaros, LA11. "Bioloģiskā lauksaimniecība". (MK not. 197/2023 67.4. apakšpunkts).

**LA U11.5. – Piemaksa zālāju platībai par piena govi (viena liellopu vienība /ha)**

- Faktiskā izpilde (uz 01.09.2023): 13 333 liellopu vienības
- KLP SP plānots 2023.g.mērķis: 22 000 liellopu vienības
- KLP SP plānots 2024.g.mērķis: 26 000 liellopu vienības
- KLP SP plānots 2025.g.mērķis: 30 000 liellopu vienības
- KLP SP plānots 2026.g.mērķis: 31 000 liellopu vienības
- KLP SP plānots 2027.g.mērķis: 33 000 liellopu vienības

Līdztekus šiem pasākumiem SEG emisijas mazinošs efekts ir arī pasākumiem, kas saistīti ar investīcijām lauku saimniecībās, kas tiks raksturotas mazliet vēlāk.

Atšķirībā no iepriekšējām MACC versijām, šajā ir nevis zemnieku robežizmaksas pasākuma ieviešanai, bet gan relatīvās sabiedrības izmaksas (KLP finansējums) par 1 tonnu samazināto SEG (CO<sub>2ek</sub>) emisiju. SEG emisiju samazinošā potenciāla noteikšanai tika izmantotas KLP minētās mērķa vienības, iepriekš MACC projektos izmantotie pieņēmumi par emisijas ietekmējošo raksturlielumu izmaiņām pasākuma ieviešanas laikā, aktuālie IPCC vadlīniju raksturlielumi.



Avots: autoru veidots

### 2.3. attēls. KLP (2023. – 2027.) SEG emisijas samazināšanas potenciāls

Kopumā KLP atbalstītie SEG emisijas samazinošie pasākumi nodrošina 516 207 t CO<sub>2ek</sub> samazinājumu (2.3. attēls). **Salīdzinoši 1. MACC projektā aprēķinātais SEG emisiju samazinājums ir 7 653 kt CO<sub>2ek</sub>, kas liedz KLP piedāvājumu uztvert kā ambiciozu.** Jāatzīst ka aprēķinos nav ietverti investīciju pasākumi. Vienlaikus šis potenciāls ir vairāk teorētisks KLP pasākumu klimata efekts, jo tajā netiek ņemts vērā esošais stāvoklis jeb faktiskā izpilde (2.1. tabula). Vairākos pasākumos KLP mērķa lielumi ir mazāki nekā jau faktiskie rezultāti par pasākumu ieviešanu. Tāpēc faktiski grūti noteikt esošo KLP pasākumu reālo ietekmi uz Klimata politikas mērķu sasniegšanu. Vienlaikus MACC ataino cik sabiedrībai izmaksā 1 tonnas CO<sub>2ek</sub> samazinājums.

Vienlaikus jāatceras, ka KLP pasākumiem ir daudz plašāki mērķi lauksaimniecības attīstībai un katra atsevišķs pasākums tapāt ir būtisks vairāku iemeslu dēļ, ne vien Klimata politikas kontekstā. Ja analizē pašus ieviestos pasākumus tad divi pasākumi izceļas esošo pasākumu vidū:

- pasākums “Pagarinātā ganīšana piena liellopiem kombinācijā ar barības devu plānošanu”, kas tiek pieņemts, ka govīs, kas iepriekš netika ganītas (šķidrmēslu sistēma) turpmāk tiek ganītas un;
- pasākums “Konvencionālo govju aizstāšana ar bioloģiskajām govīm”.

Abiem šiem pasākumiem sabiedrības izmaksas 1 tonnas CO<sub>2ek</sub> samazināšanai ir zemākas no KLP pasākumiem, kā arī tie nodrošina lielāko daļu SEG emisijas samazināšanas potenciāla.



## 2.4. KLP ietverto investīciju atbalsta SEG emisijas mazinošo pasākumu iekļaušanas MACC iespējas

Vairāki SEG emisijas samazinošie pasākumi ir atbalstīti KLP II. pīlāra investīciju intervences ietvaros "Atbalsts ieguldījumiem SEG un amonjaka samazinošiem pasākumiem un klimata pārmaiņu mazināšanai un pielāgošanās pasākumu īstenošanai lauku saimniecībās". No vienas puses šo pasākumu SEG samazinošā efekta novērtēšana ir būtiska no sabiedriskā finansējuma skatu punkta, jo jā šie pasākumi primāri paredzēti klimata jautājumu risināšanai, tad ir jāsaprot, kāds būs sabiedrības ieguvums. No otras puses, tas ir svarīgi arī politikas veidotājiem, lai apjaustu pasākumu ietekmi uz politisko mērķu sasniegšanu. Galvenās grūtības šī uzdevuma realizēšanai ir lielā pasākumu ieviešanas nenoteiktība. Atbilstoši MK noteikumu projektam 23-TA-1439 "Valsts un Eiropas Savienības atbalsta piešķiršanas kārtība atklātu projektu konkursa veidā Eiropas lauksaimniecības fonda lauku attīstībai investīcijām materiālajos aktīvos 2023.-2027. gada plānošanas periodā" 2.2. daļai, pasākumiem ir definētas atbalstāmie ieguldījumi un KLP Stratēģiskajā plānā kopējais Valsts intervences 4.1.2. publiskais finansējums (kopējie publiskie izdevumi) EUR 23 662 835.29. Ja būtu iespējams definēt, kaut vai balstoties uz LAD vēsturiskajām zemnieku preferencēm ieguldījumos, vai definējusi finansējuma saņemšanu atbilstoši tehnoloģiju grupām (piemēram: bezapvērse tehnoloģijas, lagūnas tipa krātuves, emisijas mazinošas lopkopības būves u.c), tad varētu izmantot šādu pieeju. Ja pieņem, ka bezapvērse tehnoloģiju ieguldījumu atbalstam tiek tērēta piektdaļa no kopējā pieminētā finansējuma, to būtu jākorrigē ar atbalsta intensitāti, iegūtu kopējo (privāto un sabiedrisko) ieguldījumu summu. Šo summu varētu izdalīt ar tipiskām tehnoloģiju izmaksām (līdzīgu vēsturisku projektu vidējā summa), piemēram EUR 60 000, kas savukārt reizināts ar minimālo (vai tipisko) tehnoloģijai piemērojamo platību. Šādi iegūta mērķa platība nebūtu īsti precīza un izmantojama regulējuma dokumentos, tomēr tā ļautu apjaust ieviešanas efektu. Rezultātam vajadzētu vēl piemērot SEG emisiju ietaupījuma faktoru. Bezapvērse tehnoloģiju gadījumā SEG efekts būtu ārkārtīgi neliels (292 t CO<sub>2ek</sub>), kas skaidrojams ar pasākuma netiešo samazināšanas efektu. Vienlaikus šāda novērtējuma pieeja neizslēdz vajadzību pēc projektu dalībnieku informācijas par plānoto pasākumu ieviešanu (tehnikas veids, cena, piemērotā platība, sagaidāmais N mēslojuma ietaupījums).



### 3. Jaunu SEG un amonjaka emisijas samazinošu pasākumu izvērtējums

Paātrinoties globālajām klimata pārmaiņām, kā arī pieaugot pasaules iedzīvotāju skaitam un pieprasījumam pēc pārtikas, siltumnīcas efektu radošo gāzu (SEG) emisiju samazināšana ir kļuvusi par nopietnu starptautisku vides problēmu. Lauksaimniecība rada aptuveni 50% līdz 60% no kopējām pasaules CH<sub>4</sub> un N<sub>2</sub>O emisijām (Wu et al., 2023), šī problēma skar globāli visu pasauli, tajā skaitā Eiropu un Latviju.

Lai Latvija spētu izpildīt jauno mērķi, kas paredz samazināt SEG emisijas par 17% 2030. gadā salīdzinot ar 2005. gadu un, kas noteikts Eiropas Savienības (ES) saistību pārdales regulā un Zemes izmantojumam zemes izmantojuma maiņas un mežsaimniecības (ZIZIMM) regulā, ir nepieciešams veikt vairāku savstarpēji koordinētu un kombinētu pasākumu kopumu. Savukārt Klimata un enerģētikas ministrijas (KEM) ieskatā minēts, ka esošo pasākumu kopumu nepieciešams papildināt, lai sasniegtu atbalsta sistēmas optimālu pasākumu iestrādi atjaunotajā Nacionālās enerģētikas un klimata plānā 2030. gadam (NEKP 2030).

Lauksaimniecības produkcijas ražošana ir viens no galvenajiem SEG un amonjaka emisijas veidojošajiem tautsaimniecības sektoriem, kas atstāj ievērojamu ietekmi uz klimata pārmaiņām (LVĢM, 2022). Lai mazinātu lauksaimniecības ietekmi uz klimatu un vides piesārņojumu, daudzi zinātnieki veic dažādu pasākumu izpēti un izvērtēšanu, kas ieviešami saimniecībās kā SEG un amonjaka emisijas samazinoši pasākumi (Herliatika and Widiawati, 2022; Hristov et al., 2013; Vyas et al., 2016). Šobrīd ir apzināti ap simts dažādiem veidiem, kā saimniecību līmenī iespējams panākt emisiju samazinājumu. Katrs no šiem pasākumiem ir jāvērtē kritiski, skatot kontekstā ar konkrētā reģiona un saimniecības iespējam ieviest pasākumu.

Zinātnieku piedāvātos un pārbaudītos pasākumus ieviešanai saimniecībās var iedalīt divās grupās:

1. ar dzīvniekiem saistītie - novietnes un turēšanas tehnoloģijas, ēdināšanas tehnoloģijas un paņēmienu, kūtsmēslu apsaimniekošanas tehnoloģijas;
2. ar augsni un augiem saistītie - zālāju, labības un ganību apsaimniekošanas tehnoloģijas, augsnes apstrādes paņēmienu, mēslošanas tehnoloģijas.

Eiropas Savienības Kopējā lauksaimniecības politika veicina emisiju mazinošu pasākumu ieviešanu, paredzot arī finansiālu atbalstu šādu pasākumu īstenošanai, motivējot lauksaimniekus šos pasākumus ieviest praksē. Viena daļa no emisijas mazinošiem pasākumiem saistīti ar saimniecības uzskaites metožu ieviešanu un sakārtošanu, ražošanas prakses novērtēšanu. Jāatzīmē, ka šāda veida pasākumi veicina efektīvāku resursu pārvaldību saimniecībā, taču to ieguldījums emisijas samazināšanā ir neliels. Šādi pasākumi visbiežāk arī nav saistīti ar lielām investīcijām. Otra daļa no emisijas samazinošiem pasākumiem ir saistīti ar jaunu, inovatīvu tehnoloģiju ieviešanu. Šie pasākumi prasa lielus ieguldījumus, kas savukārt nodrošina arī lielāku emisijas samazinājumu.

Latvijas Nacionālajā enerģētikas un klimata politikas plānā, kā arī Kopējās lauksaimniecības politikas ietvarā, veicinot lauku saimniecību ātrāku pāreju un klimatam un videi draudzīgāku saimniekošanas praksi, jau ir ietverti un tiek atbalstīti vairāki pasākumi, kas veicina emisijas samazināšanu. Taču tā kā zinātne nepārtraukti attīstās un tiek uzkrātas jaunas zināšanas un izpratne par emisijas veidošanās procesiem un ietekmējošiem faktoriem, tad katras valsts interesēs klimata politikas plānošanas kontekstā svarīgi apzināt savu potenciālu jaunu pasākumu ieviešanā. Šajā nodaļā projekta komanda ir apzinājusi un raksturojusi jaunus SEG un amonjaka

emisijas mazinošus pasākumus, kas nākotnē varētu tikt plašāk ieviesti Latvijas saimniecībās, nodrošinās lauksaimniecības virzību uz dekarbonizāciju.

### 3.1. SEG un amonjaka pasākumi lopkopības saimniecībās

Lopkopības saimniecību struktūra Latvijā ir sadrumstalota un neviendabīga (Naglis-Liepa, Popluga, Rivža, 2015). Līdz ar to, izvēle par pasākumu ieviešanu ir saistīta ar saimniecību sākotnējo stāvokli un atkarīga no tā, kādi pasākumi jau šobrīd ir ieviesti. Mazo un vidējo saimniecību kategorijā nepieciešams vispirms ieviest pasākumus, kas saistīti ar saimniekošanas modeļa sakārtošanu (ēdināšana, pašražotas barības kvalitātes uzlabošana), izņemot gadījumus, kur jāsakārto, piemēram, kūtsmēsļu uzglabāšana, kas prasa lielākas investīcijas.

Projekta komanda, pamatojoties uz zinātniskās literatūras izpēti un starptautiskā projektā (CCCFarming, <https://cccfarming.eu/about>) gūto pieredzi, sākotnēji atlasīja vairākus Latvijas situācijai jaunus pasākumus lopkopībā, kas vērsti uz to, lai sabalansētu saimniecību iespējas un parādītu iespējamus risinājumus, kas ir realizējami saimniecību kooperācijas ietvaros. Izvēlētie pasākumi attiecas uz dažādiem lopkopības ražošanas tehnoloģijas posmiem un saistās ar potenciālu samazināt SEG un/vai amonjaka emisijas. Viens no kritērijiem, kas tika izmantots pasākumu izvēlē, bija tā ietekme gan uz SEG, gan un amonjaka emisijas samazinājumu. Piemēram, ganību botāniskā sastāva dažādošana ar augiem, kas pētījumos pierādīja nitrifikācijas spējas, spēju uzlabot augsnes struktūru ar savu sakņu sistēmu un satur bioloģiskus savienojumus, kas inhibē zarnu fermentācijas procesus, līdz ar to samazina metāna izdalīšanu.

Pasākumu atlase notika 2 posmos: 1. posmā tika atlasīti 8 pasākumi un veikts to sākotnējais raksturojums (3.1. tabula), bet 2. posmā tika izvēlēti 3 pasākumi, kuri tika raksturoti pēc noteiktiem kritērijiem, izveidojot pasākuma portfolio.

3.1. tabula

#### Lopkopības saimniecībās ieviešamu pasākumu izvērtēšanas 1. posmā atlasīto pasākumu saraksts un to īss skaidrojums

Pasākuma nosaukums	Pasākuma īsais apraksts	Piezīmes
Ganību zālāju botāniska sastāva dažādošana	Ganību kultivēšana, uzlabošana un piesēja, izmantojot augus, kas dod efektu emisijas samazinājumā (t.i. tanīnu saturošie augi) un agrotehnoloģisko efektu (šaurlapu ceļteka un cigoriņš).	Tanīnu saturošie augi samazina atgremotāju amonija slāpekļa (N) ražošanu par 16% (vidēji no 10.95 līdz 8.47 mg/dl), pienā esošo urīnskābi par 9% (vidēji no 15.82 līdz 14.03 mg/dl) un N saturu kūtsmēslos (-11%; p < 0.05) (Herremans et al., 2020). Pētījumos (Herremans et al., 2020) pierādīts, ka šaurlapu ceļteka un cigoriņš augsne darbojas, kā nitrifikators un augsnes struktūras uzlabotājs.
Šķidro kūtsmēsļu (arī digestāta) apsaimniekošanas pasākums - separēšana tālākai izmantošanai pakaišiem	Vircas atdalīšanas (separēšanas) laikā cietās vielas tiek mehāniski atdalītas no vircas. Rezultātā tiek iegūtas divas frakcijas: šķidrā vircas frakcija ar zemu sausnas saturu un cietā	Iepriekšējos projekta komandas pētījumos šis pasākums jau tika aprakstīts, bet nebija paredzēta iespēja izmantot separēto cietu frakciju pakaišiem, ko pēdējos gados ir apliecinājusi pieredze Latvijā un Polijā.

Pasākuma nosaukums	Pasākuma īsais apraksts	Piezīmes
	<p>frakcija (ko pēc tam var kompostēt). Atdalīšanu var attiecināt arī uz digestātu pēc AD. Lai gan atdalīšanas galvenais mērķis ir izvairīties no barības vielu zudumiem, tā palīdz arī samazināt metāna emisijas.</p>	<p>Šī prakse rada mazāk metāna emisiju nekā nesegta anaerobā lagūna, jo kūtsmēsli tiek aerēti, lai samazinātu anaerobos apstākļus.</p> <p>Šī pasākuma ietekmē var palielināties slāpekļa oksīda emisija, tāpēc var būt nepieciešama aprites cikla analīze, lai novērtētu neto SEG emisiju samazinājumu.</p>
<p>Biofiltru lietošana kūtsmēsļu uzglabāšanas vietās (uzvertās gāzes netiek izmantotas elektrības ražošanai)</p>	<p>Potenciāli jaunais pasākums investīcijām.</p>	<p>Kūtsmēslus galvenokārt uzglabā kā šķidrmēslus tvertnēs vai anaerobās lagūnās, kas uzglabāšanas laikā parasti izdala mazāk slāpekļa oksīda emisijas, bet var palielināt metāna un amonjaka emisijas. Kūtsmēsļu apsaimniekošanas radītās SEG emisijas visefektīvāk var samazināt, ja tiek samazinātas metāna emisijas uzglabāšanas laikā. Kopumā to var panākt, samazinot vircas sausnas un viegli noārdāmās organiskās vielas saturu. Šķidrums tvertnes ir jāpārklāj (dabiski "dzīvi" vāki var arī samazināt metanoģenēzi) un radītais metāns ir jāsatver un jāoksidē (biofiltri, dedzināšana), ja to neizmanto atjaunojamās enerģijas iegūšanai.</p>
<p>Kūtsmēsļu kompostēšana (mazi apjomi, īpaši cietiem kūtsmēsliem ar pakaišiem, arī zirgiem)</p>	<p>Kompostēšanas procesa paņēmieni, piemēram, C/N regulēšana, vermikompostēšana, irdinātāju pievienošana, periodiska apgriešana, piespiedu aerācija, ķīmisku vai fizikālu.</p>	<p>Var samazināt metāna emisijas salīdzinājumā saituāciju, ja ar kūtsmēsli netiek apstrādāti, bet noved pie barības vielu zudumiem (N). Ietekme atšķiras galvenokārt atkarībā no kompostēšanas procesa paņēmieniem. Šī prakse rada mazāk metāna emisiju nekā nesegta anaerobā lagūna, jo kūtsmēsli tiek aerēti, lai samazinātu anaerobos apstākļus.</p> <p>Var palielināties slāpekļa oksīda emisija.</p> <p>Aprites cikla analīze var būt nepieciešama, lai novērtētu neto SEG emisiju samazinājumu.</p>
<p>Kūtsmēsļu kompostēšana</p>	<p>Kompostēšanas procesa paņēmieni mikrobu piedevu izmantošana kompostēšanas kaudzēm vai šķidrmēsļu uzglabāšanas procesā)</p>	<p>Var samazināt metāna emisijas salīdzinājumā saituāciju, ja ar kūtsmēsli netiek apstrādāti, bet noved pie barības vielu zudumiem (N). Ietekme atšķiras galvenokārt atkarībā no kompostēšanas procesa paņēmieniem. Šī prakse rada mazāk metāna emisiju nekā nesegta anaerobā lagūna, jo kūtsmēsli tiek aerēti, lai samazinātu anaerobos apstākļus.</p> <p>Var palielināties slāpekļa oksīda emisija.</p>

Pasākuma nosaukums	Pasākuma īsais apraksts	Piezīmes
		Aprites cikla analīze var būt nepieciešama, lai novērtētu neto SEG emisiju samazinājumu.
Emisijas samazinošas grīdas	Redeļu grīdas, gumiju grīdas, gumijas paklāji, kas caurlaiž urīnu (dziļu pakaišu aizvietošana), slīpās grīdas.	Pētījumos pierādīts, ka šim pasākumam piemīt potenciāls samazināt līdz 30-50% amonjaka emisijas (Galama, 2022).
Biogāzes stacijas (mazā apjomā)	Iespējams uzstādīt salīdzinoši mazos ganāmpulkos, sākot no 60 slaucamām govīm. Elektrības ražošana pašpatēriņam.	Iespējama kooperācija maziem ganāmpulkiem. Anaeroba digestācija ir nulles piesārņojuma pamatrisinājums.
Atgremotāju fermentācijas inhibitoru izmantošana, lai samazinātu metāna emisijas	Kopā ar barību atgremotāji uzņem barības piedevu 3-nitrooksipropanols (3-NOP), kas dzīvnieku gremošanas traktā nomāc spurekļa metanogēnu aktivitāti, kā rezultātā iespējas samazināt dzīvnieku gremošanas procesā radītās metāna emisijas par 30%.	3-NOP piedeva lineāri samazina atgremotāju saražoto CH <sub>4</sub> (g/kg DMI) ( $p < 0.0001$ , $R^2 = 0.744$ ). Gan gaļas liellopu, gan slaucamo govju radītās CH <sub>4</sub> emisijas būtiski samazinājās, palielinoties piedevai NOP-3 (atbilstoši $p < 0.0001$ , $R^2 = 0.797$ un $p = 0.0003$ , $R^2 = 0.916$ ) (Kim et al., 2020). Faktori, kas iekļauti galīgajā jauktā efekta CH <sub>4</sub> ražas modelī, bija $-17,1 \pm 4,23\%$ (gaļas liellopiem) un $-38,8 \pm 5,49\%$ (piena liellopiem), $-2,48 \pm 0,734\%$ uz 10 mg/kg DM NOP devas palielināšanos no AM tā vidējais un $1,52 \pm 0,406\%$ uz 10 g/kg DM NDF satura pieaugumu no tā vidējā (Dijkstra et al, 2018).

No 3.1. tabulā apkopotajiem pasākumiem, tālākai padziļinātākai izpētei tika atlasīti 3: Ganību zālāju botāniska sastāva uzlabošana; Atgremotāju fermentācijas inhibitoru izmantošana, lai samazinātu metāna emisijas; Biogāzes stacijas (mazā apjomā).

Tālāk sniegts padziļināti izpētīto pasākumu apraksts (3.2.-3.4. tabula), atklājot katra pasākuma ekonomiskos un klimata mērķus, saimniecību raksturojumu, kurās pasākuma ieviešana ir vai nav piemērota, pasākuma ieviešanas tehnoloģisko raksturojumu, ieviešanas ierobežojumus, negatīvos efektus uz klimatu, ietekmes ilgumu, ietekme uz SEG un amonjaka emisijas samazinājumu, ietekme uz CO<sub>2</sub> piesaisti, ietekme uz ilgtspējas aspektiem.

3.2. tabula

### Portfolio pasākumam Ganību botāniska sastāva dažādošana

Ganību botāniska sastāva dažādošana	
<b>Pasākuma mērķi</b>	<i>Ekonomiskais mērķis:</i> Ganību botāniska sastāva dažādošana ļauj uzlabot to produktivitāti un pagarināt ganību sezonu līdz 180 dienām. <i>Klimata mērķis:</i> Ganību sezonas pagarināšana ir viens no emisiju mazinošiem pasākumiem.
<b>Saimniecības, kas</b>	Atgremotāju, t.sk. slaucamo govju saimniecības, kas dzīvnieku

<b>IR piemērotas pasākuma ieviešanai</b>	saimniekošanas modelī izmanto ganības, vai plāno jauno ganību ierīkošanu. Pēc noganīšanas veic neapēstas zāles applaušanu.	
<b>Saimniecības, kas NAV piemērotas pasākuma ieviešanai</b>	Saimniecības, kuru saimniekošanas modelī nav iekļautas ganību platības. Ir iespējams dažādot zālāju sastāvu, bet šobrīd trūkst pētījumu par no tādiem zālājiem saražotas skābbarības kvalitāti, iekļaujot tajā cigoriņu un šaurlapu ceļteku.	
<b>Pasākuma ieviešanas tehnoloģija</b>	Pasākums saistīts ar jau esošo ganību botāniska sastāva uzlabošanu piesējot kopā ar tradicionāliem ganību zālāju maisījumiem dažādas sugas, kas veicina apēdamību un uzlabo augsnes struktūru (piem. cigoriņš, šaurlapu ceļteka u.tml.). Piesēja notiek pēc minimālas esošo ganību augsnes apstrādes, kas ļauj saglabāt arī iepriekšējo ganību zālāju botānisko sastāvu.	
<b>Pasākuma ieviešanas ierobežojumi</b>	Pasākuma ieviešanu var ierobežot nepiemērots augsnes sastāvs jauno zālāju sugu ieviešanai vai apgrūtināti veikt augsnes apstrādi (pārmitrs, akmeņains).	
<b>Pasākuma negatīvie efekti uz klimatu</b>	Negatīva ietekme nav konstatēta.	
<b>Pasākuma ietekmes ilgums un darbības ietekmes saglabāšanai</b>	Pasākuma ieviešana ļauj saglabāt un uzturēt kvalitatīvas ganību platības, kas savukārt nodrošina pieejamas lopbarības kvalitāti. Dažādas zālāju sugas satur dabīgus savienojumus (tanīnus), kas spēj inhibēt metanogenezes procesu, līdz ar to samazinās CH <sub>4</sub> ražošana no fermentācijas procesiem.	
<b>Pasākuma ietekme uz SEG un amonjaka emisiju samazinājumu</b>	Tanīnu saturošie augi samazina atgremotāju amonija slāpekli (N) ražošana par 16% (vidēji no 10.95 līdz 8.47 mg/dl), pienā esošo urīnskābi par 9% (vidēji no 15.82 līdz 14.03 mg/dl) un N saturu kūtsmēslos (-11%; p < 0.05) (Herremans et al., 2020). Ganību botāniskā sastāva dažādošana veicina slāpekļa piesaisti augsnē, kas samazina nepieciešamību pēc N mēslojuma un var samazināt N mēslojuma lietojumu.	
<b>Pasākuma ietekme uz CO<sub>2</sub> piesaisti</b>	Dažādas zālāju sugas nodrošina oglekļa un slāpekļa piesaisti un arī tālāku to saglabāšanu augsnē. Cigoriņa un šaurlapu ceļtekas sakņu sistēma ir plašākā, par tradicionāli izmantoto zālāju sakņu sistēmu. Tas ļauj ražot biomasu arī nelabvēlīgos klimata apstākļos, piem. ilgstošie sausuma periodi.	
<b>Pasākuma ietekme uz ilgtspējas aspektiem</b>	Pasākuma ieviešana nodrošina ilggadīgu produktīvu ganību zālāju zemeņa veidošanu, kas var tikt izmantots ilggadīgi, nemainot zemes lietošanas veidu un nodrošinot pastāvīgu veģetāciju.	
<b>Pasākuma ieviešanas izmaksas</b>	Papildus izmaksas ir sēkļu maisījums (7 kg ha <sup>-1</sup> cigoriņš + 7 kg ha <sup>-1</sup> sarkanais āboliņš) ir 203,28 EUR ha <sup>-1</sup>	
<b>Ieņēmumi no pasākuma ieviešanas</b>	Ekonomisko efektu no produktivitātes pieauguma pagaidām nevar aprēķināt datu trūkuma dēļ.	
<b>SEG un amonjaka samazināšanas izmaksas</b>	107 EUR t CO <sub>2e</sub> <sup>-1</sup>	

Tā kā šis pasākums ietver to, ka ganību botāniskajā sastāvā tiek iekļauti arī tanīnu saturoši augi, tad projekta komanda vēlas akcentēt sekojošu informāciju, kas būtu jāzina par tanīniem:

- **Tanīni** ir dabiski fenola savienojumi, kas atrodami augos. Augiem, kas satur augstāku tanīnu saturu, ir zemāka uzturvērtība. Tanīnus var pievienot barībai, iekļaujot augu kā lopbarību vai kā augu ekstraktu.
- **Darbības veids:** tanīni saistās ar olbaltumvielām spureklī, tādējādi samazinot mikrobu proteīna izmantošanu. Hidrolizējamie tanīni mēdz darboties, tieši inhibējot spurekļa metanogēnus, savukārt kondensēto tanīnu ietekme uz spurekļa CH<sub>4</sub> veidošanos vairāk izpaužas, kavējot šķiedrvielu sagremošanu. Tanīni var samazināt zarnās šķīstošā CH<sub>4</sub> veidošanos, lai gan jāņem vērā risks, ka var tikt ietekmēta barības uzņemšana un dzīvnieku augšana. Izvērtējot šo kā SEG mazināšanas iespēju, jāņem vērā mieckoka lopbarības agronomiskās īpašības.
- **Efektivitāte un iespējamā lietderība Skotijas saimniecībās:** ievērojams CH<sub>4</sub> ražas samazinājums (g/kg DMI) tika novērots tikai vienā pētījumā, kurā tanīna avots bija tropu pākšaugi. Tāpēc nav jaunāko pierādījumu, kas apstiprinātu tanīnu izmantošanu, jo īpaši tāpēc, ka tika pārbaudīti dažādi tanīnu avoti. Vidējais CH<sub>4</sub> samazinājums (g/kg DMI) bija 8%, bet ļoti mainīgs (95% ticamības intervāls, 0,2% līdz 25%). Turklāt dzīvnieku barības papildināšana ar tanīniem var pasliktināt olbaltumvielu izmantošanu, samazinot dzīvnieku veiktspēju.

Šo pasākumu var kombinēt ar citiem SEG emisijas samazinošiem pasākumiem, piemēram:

- Ganību pārvaldības uzlabošana (piemēram, ganību sadalījums aplokos, zālāju sastāva analīze, zāles augšanas mērīšana un ganību stratēģijas plānošanu ganību sezona).
- Lopbarības kvalitātes uzlabošana (piemēram, agrāka raža – augstāka sagrejojamība, uzlabotas šķirnes).
- Lopbarības sagrejojamības uzlabošana, apstrādājot lopbarību (piem., smalcinot, samaļot un apstrādājot ar tvaiku).
- Tauriņziežu īpatsvara palielināšana ganību botāniskajā sastāvā (piemēram, āboliņa piesēja var veicināt 33% N<sub>2</sub>O-N samazinājumu, rēķinot uz kg zāles sausnes).

Kā nākošais pasākums, kas tika padziļināti izvērtēts, ir Atgremotāju fermentācijas inhibitoru izmantošana, lai samazinātu metāna emisijas (3.3. tabula). Šis ir samērā jauns pasākums, kas tiek uzskatīts par perspektīvu pieeju metāna emisijas mazināšanā, tāpēc svarīgi sekot līdzi pasaules tendencēm, izvērtējot ieviešanas iespējas Latvijā.

3.3. tabula

### Portfolio pasākumam Atgremotāju fermentācijas inhibitoru izmantošana, lai samazinātu metāna emisijas

<b>Atgremotāju fermentācijas inhibitoru izmantošana, lai samazinātu metāna emisijas</b>	
<b>Pasākuma mērķi</b>	<i>Ekonomiskais mērķis:</i> nav identificēts <i>Klimata mērķis:</i> Atgremotāju fermentācijas rezultātā saražota metāna emisijas samazinājums.
<b>Saimniecības, kas IR piemērotas pasākuma ieviešanai</b>	Slaucamo govju saimniecības, kas ikdienā izmanto barības piedevas un veic to kontrolēto izēdināšanu. Piedevas izēdināšana nobarojamiem liellopiem un aitām arī dod līdzvērtīgu efektu metāna emisiju samazināšanā.
<b>Saimniecības, kas NAV piemērotas</b>	Slaucamo govju saimniecības, kas nav piemērotas precīzo barības devu sastādīšanai un izēdināšanai. Piedevu izmantošana nav paredzēta



<b>pasākuma ieviešanai</b>	bioloģiskā sistēma strādājošam saimniecībām.	
<b>Pasākuma ieviešanas tehnoloģija</b>	Atgremotāju fermentācijas inhibitora iekļaušana barības devā. Nepieciešamais inhibitora daudzums uz vienu dzīvnieku ir ļoti mazs, līdz ar to ir jānodrošina tā precīza izēdināšana, saskaņā ar ražotāja norādījumiem. Lauksaimniekam ir svarīgi apzināties pieļaujamo barības piedevu lietošanas līmeni un arī ilgtermiņa ietekmi uz dzīvnieku veiktspēju. Pielietošanai praktiski nav jāmaina lauksaimniecības prakse, kā arī nav vajadzīgas nekādas papildu prasmes. Piedevā ir reģistrēta un atļauta izmantošanai lopbarībai. Savienojums ir viens no sintētisko savienojumu saimes, kas ir patentēti, ņemot vērā to spēju inhibēt CH <sub>4</sub> sintēzi. 3-NOP ir metil-koenzīma M strukturāls analogs, kas īpaši inhibē metil-koenzīma M reduktāzi, kas ir pēdējais metanoģenēzes posms.	
<b>Pasākuma ieviešanas ierobežojumi</b>	Līdz šim veiktie pētījumi, par šī inhibitora izmantošanu ir pārbaudījuši sagaidāmo metāna samazinošu efektu uz slaucamām govīm, nobarojamiem liellopiem un aitām. Ir viens pētījums ar tēliem, bet šeit nav pārbaudīts paliekošas izmantošanas efekts uz pieaugušam slaucamām govīm. Papildus lielajam zarnās šķīstošā CH <sub>4</sub> samazināšanas potenciālam inhibitoru ilgtermiņa iedarbība nav skaidra.	
<b>Pasākuma negatīvie efekti uz klimatu</b>	Negatīva ietekme nav konstatēta.	
<b>Pasākuma ietekmes ilgums un darbības ietekmes saglabāšanai</b>	Līdz šim veiktie pētījumi ir daudzsološi un paredz paliekošu efektu uz metānogenu mikroorganismu aktivitātes samazināšanu. Kā minēts iepriekš vēl nav līdz galam skaidrs ilgtermiņa iedarbības efekts, ko tās atstāj uz dzīvnieku veselību. Turklāt to pieņemšanai varētu būt šķēršļi sabiedrības akceptēšanai (sakarā ar priekšstatu un/vai esošajiem vai turpmākajiem noteikumiem).	
<b>Pasākuma ietekme uz SEG un amonjaka emisiju samazinājumu</b>	Barības piedevas, kas satur 3-NOP inhibitoru, iekļaušana barības devā ir metāna mazināšanas potenciāls no atgremotāju fermentācijas procesa, kas ir ziņots robežās no 13–29%.	
<b>Pasākuma ietekme uz CO<sub>2</sub> piesaisti</b>	Tiešas CO <sub>2</sub> piesaistes ietekme nav zināma.	
<b>Pasākuma ietekme uz ilgtspējas aspektiem</b>	Ja piedeva tiek ražota citā valstī, tas negatīvu ietekmi uz ilgtspējas aspektiem var radīt piedevas pārvadāšana no ražotājvalsts.	
<b>Pasākuma ieviešanas izmaksas</b>	3-NOP cena Latvijā nav uzzināma, bet Eiropā svārstās no EUR 73 par govi Francijā līdz EUR 85.00 Nīderlandē. Polijā EUR 80 par govi gadā (deva 150 mg uz govi). Aprēķinos izmantoti EUR 80 par govi.	
<b>Ieņēmumi no pasākuma ieviešanas</b>	Nav zināms – produkts vēl tiek izstrādāts.	
<b>SEG un amonjaka samazināšanas izmaksas</b>	65 EUR t CO <sub>2e</sub> <sup>-1</sup>	

---

Pamatojoties uz veiktajiem pētījumiem, tiek ziņots, ka 3-NOP iekļaušanai seku mazināšanas potenciāls ir 13–29% (Rooke et al., 2016). Pētījumā zems CH<sub>4</sub> ražošanas samazinājums (8%) tika novērots govīm laktācijas periodā (Hristov et al., 2013a). Tomēr krass CH<sub>4</sub> samazinājums tika novērots uzreiz pēc 3-NOP lietošanas, kas varētu būt tāpēc, ka savienojums tika absorbēts, metabolizēts vai izskalots no spurekļa (Hristov et al., 2013a). Šī pasākuma lielajam zarnās šķīstošā CH<sub>4</sub> samazināšanas potenciālam nav skaidra ilgtermiņa iedarbība.

Tā kā šis pasākums ir jauns un tā izpratnes veidošana pašlaik notiek laboratoriju un izmēģinājumu līmenī, projekta komanda ir apkopojusi papildus informāciju par šo pasākumu:

- **3-nitrooksipropanols (3-NOP)** ir jauns sintētisks savienojums, kas ir patentēts, ņemot vērā to spēju inhibēt CH<sub>4</sub> sintēzi.
- **Darbības veids:** NOP-3 ir metil-koenzīma M strukturāls analogs, kas īpaši inhibē metil-koenzīma M reduktāzi, kas ir pēdējais metanoģenēzes posms (Duin et al. 2016).
- **Jaunākie pierādījumi:** pēdējo 3 gadu laikā ir publicēti 7 ziņojumi, izmantojot 3-NOP. Produkts dažādās ražošanas sistēmās ir izbarots aitām, piena un gaļas liellopiem dažādās devās. Pētījumi ietver pagarinātus barošanas periodus (vairāk nekā 200 dienas) un ir izmērītas ražošanas reakcijas.
- **Efektivitāte:** katrā ziņotajā pētījumā CH<sub>4</sub> emisijas ir ievērojami samazinājušās. Dažos pētījumos, lietojot lielākas devas, ir pierādījumi par samazinātu barības uzņemšanu un uztura sagremojamību. Nav ziņots par negatīvu ietekmi uz veiktspēju (dzīvsvars ieguvums, barības pārstrādes efektivitāte, izslaukums, piena kvalitāte).
- **Ietekme uz veselību un labturību:** Pašlaik tiek veikti toksikoloģiskie pētījumi, lai atbalstītu pieteikumu reģistrēt 3-NOP kā barības piedevu saskaņā ar Eiropas Savienības noteikumiem.
- **Praktiskā īstenošana:** optimālās devas vēl nav noteiktas, bet ziņotajos pētījumos mediāndoza bija 106 mg/kg diētas DM. Tāpēc produktu var pievienot kā premiksu dzīvniekiem paredzētajā diētā. Pašreizējais ražotāju skatījums ir tāds, ka optimālās devas būtu 60 mg/kg barībā slaucamām govīm un 100 – 200 mg/kg barībā gaļas liellopiem.
- **Iespējamie faktori, kas ietekmē CH<sub>4</sub> emisiju samazinājumu:** vidējais samazinājums publicētajos pētījumos, kuros 3-NOP tika ievadīts ar 111 mg/kg DM vai mazāk, bija 21%, bet ar lielu nenoteiktības pakāpi (95% ticamības intervāls, 13–29%), jo tika izmantotas dažādas devas un atšķirīgas ievadīšanas metodes. Ievadot 3NOP. Pašreizējais ražotāju viedoklis ir tāds, ka ievadīšanas metode ir kritiska un tiek ieteikts dozēt kopējo jaukto devu, lai nodrošinātu barības uzņemšanas saistību ar CH<sub>4</sub> inhibitora uzņemšanu. Ja to piemēro, ieteicamā deva ir 60 mg/kg piena liellopiem CH<sub>4</sub> ražošanas samazināšanās 3-NOP ietekmē būtu 30%. Šķiet, ka ekstrēmas diētas, piemēram, nobarošanas nobeiguma diēta gaļas liellopiem (sastāv galvenokārt no graudaugiem, ar maz šķiedrvielu), ietekmē reakciju uz 3-NOP piedevu, un ir novērotas lielas atšķirības dažādām devām, sākot no 10 līdz 80% CH<sub>4</sub> samazinājuma.

Tālāk seko apraksts par maza apjoma biogāzes staciju (sākot no 60 liellopiem) nozīmi SEG un amonjaka emisijas samazināšanā, kā arī jauna saimniecības modeļa veidošanos, nodrošinot saimniecību pietuvināšanu nulles emisijām (3.4. tabula).



Tālāk seko apraksts par maza apjoma biogāzes staciju (sākot no 60 liellopiem) nozīmi SEG un amonjaka emisijas samazināšanā, kā arī jauna saimniecības modeļa veidošanos, nodrošinot saimniecību pietuvināšanu nulles emisijām (3.4. tabula).

3.4. tabula

### Portfolio pasākumam Biogāzes stacijas (mazā apjomā)

<b>Biogāzes stacijas (mazā apjomā)</b>	
<b>Pasākuma mērķi</b>	<p><i>Ekonomiskais mērķis:</i> Elektrības nodrošināšana lopkopība saimniecībā pašpatēriņa nodrošināšanai. Katrs kubikmetrs biogāzes satur 6 kWh siltumenerģijas ekvivalentu. Tāds pats biogāzes apjoms, pārvēršot par elektroenerģiju, iegūst 2 kWh; pārējā enerģija tiek izkliedēta kā siltums, ko var reģenerēt un izmantot citiem mērķiem. 2 kWh, ko rada kubikmetrs biogāzes, var iedegt 100 W spuldzi 20 stundas vai darbināt 2000 W fēnu vienu stundu.</p> <p><i>Klimata mērķis:</i> Anaeroba digestācija ir nulles piesārņojuma pamata risinājums.</p>
<b>Saimniecības, kas IR piemērotas pasākuma ieviešanai</b>	<p>Biogāzes stacijas izbūvē saimniecībās, sākot no 60 slaucamām govīm. Biogāzes stacija var tikt izmantota arī citu dzīvnieku sugu kūtsmēslu utilizēšanai, ka arī kultūraugu biomasas apsaimniekošanai.</p> <p>Šādām biogāzes stacijām ir nepieciešams:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• vismaz 1500 m<sup>3</sup> šķidro kūtsmēslu gadā;</li> <li>• aptuveni 200 m<sup>2</sup> platība stacijas uzstādīšanai;</li> <li>• svaigi kūtsmēsli un citi biomasas atkritumi.</li> </ul>
<b>Saimniecības, kas NAV piemērotas pasākuma ieviešanai</b>	<p>Neskatoties uz iespējam uzstādīt mazjaudīgas anaerobās pārstrādes (AD) iekārtas, to darbināšana nepietiekamas biomasas gadījuma nav iespējama. Tāpēc saimniecības ar mazāku dzīvnieku skaitu var apsvērt šīs iekārtas uzstādīšanu, kooperējoties ar citām saimniecībām.</p>
<b>Pasākuma ieviešanas tehnoloģija</b>	<p>Svaigi kūtsmēsli tiek iesūkņēti tieši tvertnē un sajaukti tur nemainīgā temperatūrā (39-42°C). Tas liek anaerobajiem organismiem ražot metāna gāzi, kas tiek novirzīta uz iekārtu. Tur tiek izfiltrēts sērs un ģenerēta enerģija un siltums, izmantojot iekšdedzes dzinēju un ģeneratoru. Pēc pārstrādes digestāts ir šķidrāks un viendabīgāks, kas ir ideāli piemērots lauku un pļavu mēslošanai.</p> <p>Biogāzes stacijā iegūtā enerģija ir atjaunojamā enerģija un tā var tikt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• izmantota kā degviela karstā ūdens vai tvaika ražošanai;</li> <li>• izmantota kā degviela, lai darbinātu ģeneratorus, kas ražo elektrību un siltumu;</li> <li>• gāze var tikt rafinēta iesmidzināšanai dabasgāzes tīklā;</li> <li>• gāze var tikt saspiesta, lai darbinātu dabasgāzes transportlīdzekļus (<i>natural gas vehicles NGV</i>).</li> </ul> <p>Biogāzes sadedzināšana ir oglekļa neitrāla; tas samazina siltumnīcefekta gāzu emisijas, ja to izmanto fosilā kurināmā vietā.</p>
<b>Pasākuma ieviešanas ierobežojumi</b>	<p>Kopumā augstās investīciju un ekspluatācijas izmaksas ierobežo anaerobās pārstrādes iespējamību, un tāpēc subsīdijām ir liela nozīme šīs pieejas rentabilitātē (Gebrezgabher et al. 2012).</p>
<b>Pasākuma negatīvie efekti uz klimatu</b>	<p>Iespējams palielinās slāpekļa saturošu savienojumu emisijas, pie digestāta iestrādes augsnē, ja netiek izmantotas emisiju mazinošas digestāta tiešas iestrādes augsnē tehnoloģijas.</p>

<p><b>Pasākuma ietekmes ilgums un darbības ietekmes saglabāšanai</b></p>	<p>Kūtsmēsļu anaerobās pārstrādes (AD) mērķis ir atjaunojamās enerģijas ražošana. Stacijā saražotais metāns tiek savākts un izmantots kā degviela. Anaerobā fermentācija ne tikai samazina CH<sub>4</sub> emisijas no kūtsmēsļu krātuvēm, bet arī uzlabo digestāta mēslojuma kvalitāti salīdzinājumā ar kūtsmēsliem. AD samazina kūtsmēsļu oglekļa un sausas saturu, kas savukārt palīdz samazināt slāpekļa zudumus, kad digestāts tiek izmantots lauksaimniecības zemē, salīdzinot ar kūtsmēsļu izmantošanu. Metāna samazināšanas efekta atšķirības galvenokārt ir atkarīgas no procesa konfigurācijas, piemēram, vienreizējā fermentācija (tikai kūtsmēsli), vai kopsagremošana (kūtsmēsli un citi substrāti), vai anaerobā fermentācija ar digestāta apstrādes tehnoloģijām, piemēram, filtrēšana, reversā osmoze, piedevas (mikroaļģes), žāvēšana, atdalīšana. Atbilstoša gāzi necauraidīga konstrukcija novērš izkliedētu metāna emisiju no noplūdēm iekārtā.</p>
<p><b>Pasākuma ietekme uz SEG un amonjaka emisiju samazinājumu</b></p>	<p>Atkarībā no saimniecības lieluma un arī tehnoloģijas līmeņa var izmantot liela un maza mēroga bioreaktorus. Saskaņā ar pētījumiem ir ziņots par SEG emisijas samazinājuma potenciālu no 50% līdz 85% (Frank et al. 2018). Pētījumos aprēķināts, ka SEG emisijas samazinājums ir robežās no 65 līdz 105 kg CO<sub>2</sub> ekvivalenta uz tonnu<sup>-1</sup> biomasas. Vislielākais samazinājums uz tonnu biomasas bija, ja pārstrādei izmantoja salmus vai zāli-āboliņu, savukārt samazinājums uz saražotās enerģijas vienību bija vislielākais, izmantojot dziļo pakaišu un dziļo pakaišu, kā arī kukurūzas skābbarību (Møller, H.B. et al.,2022).</p>
<p><b>Pasākuma ietekme uz CO<sub>2</sub> piesaisti</b></p>	<p>Digestāta izmantošana C biociklā, ļauj iegūt lielākas kultūraugu biomasas ražu, kas savukārt piesaista CO<sub>2</sub> un uzkrāj augsnē C.</p>
<p><b>Pasākuma ietekme uz ilgtspējas aspektiem</b></p>	<p>Anaerobajā pārstrādē tiek izmantotas organiskās vielas, kas palikušas no lauksaimniecības un pārtikas pārstrādes, un tiek ražota biogāze, kas pēc tam kalpo ēku apkurei un elektroenerģijas ražošanai. Atlikumus vai digestātu no bioreaktoriem var izmantot kā mēslojumu. Anaerobajā šķelšanā var izmantot atkritumus, nevis pārtikas kultūras. Tas atjauno dabisko oglekļa ciklu ilgtspējīgā lauksaimniecībā, dažādo un konsolidē lauksaimnieku ienākumu avotus un palīdz lauksaimniecībai pildīt tās galveno uzdevumu — pabarot cilvēkus. Anaerobā pārstrāde uzlabo arī cilvēku/saimniecības kopdzīvi lauku reģionos, samazinot smaku emisijas par 70–95%.</p>
<p><b>Pasākuma ieviešanas izmaksas</b></p>	<p>Nīderlandē veikts pētījums parādīja, ka biogāzes rūpnīcām, kuras pārstrādā govju kūtsmēsļus un cukurbiešu mīkstumu, tīrā pašreizējā vērtība (iespējamības rādītājs) bija negatīva tādā mērā, ka subsīdija nebija pietiekama, lai varētu īstenot šo pasākumu, saimniecībām pārejot uz anaerobo fermentāciju. Tika pierādīts, ka liellopu kūtsmēsli apvienojumā ar salmiem palielināja izmaksu efektivitāti (Achinas et al. 2019). Biogāzes tipiskās ieviešanas izmaksas 3000 – 3750 EUR kW<sup>-1</sup>. Substrāta un uzturēšanas izmaksas 375 EUR kW<sup>-1</sup> gadā. (Maksimālais attiecināmo izmaksu apmērs par vienu AER uzstādītās jaudas KW ir EUR 890 MK.not.proj. 23-TA-1439 “Valsts un Eiropas Savienības atbalsta piešķiršanas kārtība atklātu projektu konkursa veidā Eiropas lauksaimniecības fonda lauku attīstībai investīcijām materiālajos aktīvos</p>

	2023.–2027. gada plānošanas periodā” )	
<b>Ieņēmumi no pasākuma ieviešanas</b>	Guvums no nepirktais elektroenerģijas 480 EUR kW <sup>-1</sup> gadā. Pasākums nav izmaksu efektīvs (izmaksas ir lielākas nekā ienākumi)	
<b>SEG un amonjaka emisijas samazinājuma izmaksas</b>	Relatīvās izmaksas ir 1200 EUR t CO <sub>2</sub> -1	

Mazās biogāzes stacijas ir uzskatāmas par nākotnes saimniekošanas modeli, kas nodrošina saimniecību enerģētisko pašpietiekamību un paredz vidējo saimniecību pietuvināšanu nulles emisijām, jo paredz pilnībā pārstrādāt kūtsmēslus, ražojot no tiem elektrību, saimniecības darbības nodrošināšanai. Šo pasākumu iespējams izmantot tuvumā esošām saimniecībām, kooperējoties nodrošināt kūtsmēslu pārstrādes jaudu. 2021. gadā Latvijā 40 lopkopības saimniecībās bija biogāzes koģenerācijas stacijas. Latvijā ir izpētīts, ka maksimāli būtu iespējams uzbūvēt 269 jaunas biogāzes stacijas (Millers, Pilvere, 2021). Tomēr saimniecībām būtu jāapsver iespēja sadarboties, lai izveidotu kopīgas biogāzes stacijas. Saražoto biogāzi varētu izmantot lokāli apkurei un transportam vai elektroenerģijas ražošanai. Tas palielinātu valsts neatkarību no fosilajiem enerģijas avotiem, kā arī palielinātu atjaunojamo energoresursu īpatsvaru līdz 50-70% enerģijas gala patēriņā līdz 2030. gadam, tādējādi radot jaunas darbavietas lauku apvidos.

### 3.2. SEG un amonjaka pasākumi augkopības saimniecībās

Līdzī kā lopkopības gadījumā, arī saimniekošanas mērķi augkopībā ir ilgtspējības uzlabošana, palielinot materiālu efektivitāti un samazinot emisijas produkcijas vienību, rentabla pārtikas ražošana un atbildīgs patēriņš.

Ir nepieciešams arvien pilnīgāk izmantot pieejamās tehnoloģijas un risinājumus, vienlaikus mudinot pētniecību un uzņēmumus attīstīt inovācijas. Patērētāji ir jāvirza uz vēl atbildīgāku patēriņu. Ir nepieciešams izstrādāt zinātnē un praksē balstītus pielāgošanās risinājumus klimata pārmaiņām pārtikas ražošanas un patēriņa jomās.

Pasākumu atlase augkopības jomā līdzīgi kā lopkopības gadījumā notika 2 posmos: 1. posmā tika atlasītas 4 pasākumu grupas un veikts to sākotnējais raksturojums (3.5. tabula), bet 2. posmā tika izvēlēti 3 pasākumi, kuri tika raksturoti pēc noteiktiem kritērijiem, izveidojot pasākuma portfolio.

3.5. tabula

#### Augkopības saimniecībās ieviešamu pasākumu izvērtēšanas 1. posmā atlasīto pasākumu saraksts un to īss skaidrojums

Pasākums	Iespējamība ieviest/ieguvumi	Riski/apgrūtinājumi
Izturīgu un mainīgiem apstākļiem pielāgoties spējīgu kultūraugu šķirņu selekcija un ieviešana	Latvijā esošajās lauksaimniecības zinātniskajās institūcijās ir uzkrāta bagātīga pieredze, zināšanas un selekcijas izejmateriāls, tai skaitā ir iespēja izmantot gēnu bankās glabātos vietējos augu ģenētiskos resursus no resursi. Ir nepieciešamas arvien jaunas kultūraugu šķirnes ar atšķirīgu	Selekcijas process ir ilgs un finanšu ietilpīgs. Esot ES kopējā sēklu tirgū, lauksaimnieki izvēlas produktīvākas, intensīva tipa šķirnes, bet mazāk pielāgoties spējīgas un neizturīgākas.

Pasākums	Iespējamība ieviest/ieguvumi	Riski/apgrūtinājumi
	<p>nogatavošanās laiku, izturīgas pret slimību ierosinātājiem un kaitēkļiem, ar noturīgu stiebru/stublāju ar labu pielāgošanās spēju augšanas apstākļiem, bet attiecībā uz graudzālēm ar augstu uzturvērtību. Tas var mazināt nepieciešamību lietot augšanas regulatorus un augu aizsardzības līdzekļus.</p> <p>Papildus selekcijai ir svarīgi pārbaudīt šķirnes, veicot oficiālus šķirņu testus dažādās valsts daļās.</p> <p>Svarīgs aspekts ir lauksaimnieku un pārstrādes rūpniecības informēšana par labāko un ilgtspējīgāko šķirņu izvēli.</p>	
Organisko augšņu apsaimniekošana	<p>Ir nepieciešams novērtēt konkrēto situāciju saimniecībā un izstrādāt plānu platības ilgtspējīgai un iespējami racionālai izmantošanai, līdz minimumam samazinot augsnes apstrādi, jo kūdras apstrādāšana veicina organiskās vielas noārdīšanos, kā rezultātā palielinās SEG emisijas un samazinās piesaistītā oglekļa daudzums.</p> <p>Iespējamie organisko zemju izmantošanas veidi:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ilggadīgo zālāju vai citu ilggadīgu stādījumu/sējumu, ierīkošana.</li> <li>2. Apmežošana, tai skaitā agromežsaimniecības ieviešana*.</li> <li>3. Gruntsūdens līmeņa paaugstināšana mitrzesmes izveidošanai nolūkā**.</li> </ol>	<p>Bieži bioloģiski vērtīgie zālāji ir izvietoti organiskajās augsnēs, šai gadījumā jāievēro specifiska apsaimniekošana.</p> <p>Nopietnus bojājumus pļavās rada mežacūkas, kas apgrūtina šo platību apsaimniekošanu un rada riskus nosacījumu izpildei.</p>
Oglekļa piesaiste augsnē (C monitorings saimniecību laukos)	<p>Augsnē pievienotas organiskās vielas (piemēram, komposts, kūtsmēsli, salmi u.c.) kā rezultātā uzlabojas ūdens un barības vielu saglabāšanas spēja, un palielinās mikroorganismu aktivitāte.</p> <p>Iespējamās darbības:</p>	<p>Komposta gatavošana ir laika un finanšu ietilpīgs pasākums, ir nepieciešama tehnika komposta maisīšanai, tomēr, izveidojot saimniecībā tam atbilstošu sistēmu un iekļaujot to veicamo pasākumu klāstā, rodas iespēja saimniecības teritorijas jēgpilnai sakopšanai</p>

Pasākums	Iespējamība ieviest/ieguvumi	Riski/apgrūtinājumi
	1. Kūtsmēslu un citu organisko blakusproduktu izmantošana komposta gatavošanai***. 2. Vircas, kūtsmēslu un digestāta iestrāde augsnē. 3. Atbilstoša zālāju apsaimniekošana lopkopības saimniecībās, nodrošinot to produktivitāti. 4. Augu segums aramzemē ziemā. 5. Bioloģiskā seguma izmantošana dārzkopībā (mulčēšana). 6. Kūtsmēslu separēšana, žāvēšana, granulēšana pašražotu mēslošanas līdzekļu ražošanai (saimniecībās ar augstu dzīvnieku blīvumu). Efektīvākais C piesaistes un mikrobioloģiskās aktivitātes uzlabošanas veids augsnē no iepriekš nosauktajiem ir komposta izmantošana.	un bezatlikuma tehnoloģijas ieviešanai. Ir nepieciešams arī normatīvais regulējums komposta kaudžu uzglabāšanai uz lauka un izmantošanai.
Agromežsaimniecības veidu ieviešana****	Divi galvenie agromežsaimniecības veidi pēc saimniecību sistēmas ir: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ meža/parka ganības – koki un/vai krūmi tiek audzēti ganībās;</li> <li>▪ aleju lauksaimniecība – koki un/vai krūmi tiek audzēti blakus kultūraugiem, bieži vien rindās.</li> </ul>	

\* **Apmežošana** samazina oglekļa dioksīda emisijas un pieaugošais koksnes krājums palielina oglekļa piesaisti ar biomasu. Kūdrāju apmežošana samazina CO<sub>2</sub> emisijas ilgtermiņā, pat gadu desmitiem pēc apmežošanas. Iemesls tam var būt gruntsūdens līmenis attiecībā pret zemes virsmu apmežotās aramzemēs, kas dažos gadījumos var būt optimāls N<sub>2</sub>O ražošanai. Ieguvums no apmežošanas ir tikai pēc gadu desmitiem, kuru laikā aramzeme pamazām pārvēršas par oglekļa krātuvi.

\*\* **Ūdenssaimniecības pārvaldība aramzemēs.** Neparasti augsts gruntsūdens līmenis organiskajā augsnē palēnina kūdras sadalīšanos, tādējādi ievērojami samazinot emisijas. Zemūdens kūdras slānis ir pasargāts no aerobās mikroorganismu darbības organiskās vielas sadalīšanās procesā, līdz ar to, jo plānāks ir skābekļa iedarbībai pakļautais kūdras slānis, jo mazākas kopējās emisijas no aramzemes. Kūdras sadalīšanās novēršana ir arī lauksaimnieka interesēs, jo tā saglabājas augsnes struktūrai labvēlīga organiskā viela un pagarinās meliorācijas sistēmas lietošanas laiks. Ir aprēķināts, ka bioloģiskais aramzemes lietošanas laiks var pagarināties no 130 līdz 500 gadiem, ja ūdens līmeni paaugstina no 70 cm līdz 30 cm. (MTT

ziņojums 127). Ūdens ekonomija ir svarīga arī minerālaugsnēs, lai aramzemēs nodrošinātu barības vielu uzņemšanu un labu ražu ekstremālos apstākļos, piemēram, sausuma vai plūdu periodos. Latvijā ir nepieciešama zinātnieku un lauksaimnieku sadarbība šāda veida jautājumu skaidrošanai un risināšanai, jo ekstrēmi laika apstākļi ir iespējami arvien biežāk.

**\*\*\* Efektīvas kūtsmēsļu apstrādes un efektīva barības vielu otrreizēja pārstrāde** palīdz samazināt amonjaka un metāna emisijas no kūtsmēsliem un aizstāt slāpekļa mēslojuma izmantošanu, kas ražots, izmantojot fosilo enerģiju, tādējādi mazinot SEG emisijas no lauksaimniecības. Komposta gatavošana ir viens no šādiem efektīviem paņēmieniem, kas var radīt jaunu pavērsieni lauksaimnieciskajā ražošanā, augsnes auglības uzlabošanā un C piesaistē, līdz ar to SEG emisiju samazināšanā. Galvenās aktivitātes šai sakarā ir lauksaimnieku izglītošana, demonstrējumu organizēšana, sapratnes veidošana par kompostētā materiāla priekšrocībām salīdzinājumā ar neapstrādātu organisko mēslojumu. Šis var būt pašražotu mēslošanas līdzekļu ražošanas veids Latvijā. Turklāt tā ir arī laba iespēja lietderīgi izmantot dažādus kompostējamus blakus produktus saimniecībās (bojātu lopbarību, lapas, lakstus, produkcijas pirmapstrādes vai pārstrādes blakusproduktus u.tml.), sajaucot tos ar kūtsmēsliem.

**\*\*\*\* Agromežsaimniecība** apvieno kokus un lauksaimniecību vienā zemes gabalā, koku blīvumam mainoties atkarībā no lauksaimniecības zemes veida, koku sugas un mērķa. Tā ir iespēja integrēt zemes apsaimniekošanas mērķus un veicināt koku stādīšanu un samazināt SEG. Visiem agromežsaimniecības veidiem ir potenciāls piesaistīt oglekli, lai gan ieguvumi atšķiras atkarībā no augsnes veida, sugas, stādīšanas blīvuma un atrašanās vietas. Pētījumi liecina, ka ātrākā oglekļa piesaiste var tikt sasniegta produktīvās zemēs, bet arī mazāk produktīvās platībās var piesaistīt lielu C daudzumu. Latvijā biežāk ir sastopamas meža vai parka ganības, kuras, ieviešot atbalstāmo platību klāstā, varētu būt ļoti laba iespēja klimata mērķu sasniegšanai. Par šādu iespēju liecina Latvijas Dabas fonda aktivitātes. Turklāt situācijā, kad arvien biežāk veidojas ekstrēmas situācijas, tai skaitā vētras, aleju lauksaimniecība var būt arvien nozīmīgāka vējlauzēja joslu veidošanā.

Agromežsaimniecība LR normatīvajos aktos nav definēta un nav iestrādāta kā zemes lietojuma veids. Rezultātā šis lietojuma veids netiek dotēts no valsts budžeta, kā tas ir ar citiem zemes lietojuma veidiem. Agromežsaimniecība lielākoties tiek īstenota uz lauksaimniecības zemes, rezultātā īpašniekam nereti tiek paaugstināts nekustamā īpašuma nodoklis, jo, saskaņā ar normatīviem aktiem, zeme tiek izmantota neatbilstoši tam, kas rakstīts regulējumos, tātad neatbilstoši mērķim. Tomēr Latvijas vide, īpaši aizsargājamās dabas teritorijās, kā arī vides saimniecību esamība rada nepieciešamību ieviest agromežsaimniecību kā klimata pasākumu normatīvajos dokumentos.

Pēdējos gados arvien aktuālāki kļūst dažādi starpdisciplināri pasākumi. Daži no tiem apkopoti 3.6. tabulā.

3.6. tabula

#### Starpdisciplināri pasākumi augkopības saimniecībās

Pasākums	Iespējamība ieviest/ieguvumi	Riski/apgrūtinājumi
Energoefektivitātes nodrošināšana	Kompleksa energoefektivitātes izvērtēšana uzņēmumā, pasākumu izvēle un ieviešana tās uzlabošanai.	Ierobežota profesionālu konsultāciju pieejamība.

<b>Pasākums</b>	<b>Iespējamība ieviest/ieguvumi</b>	<b>Riski/apgrūtinājumi</b>
lauksaimniecības uzņēmumos	Atjaunojamās enerģijas ražošana un izmantošana palielina ārkārtas piegādes un pozitīvi ietekmē reģionālo ekonomiku.	Normatīvais regulējums neveicina energoefektīvu risinājumu ieviešanu.
Pārtikas zudumu samazināšana visā pārtikas sistēmā	Palielināt informētību un padomus par pārtikas zudumu ietekmi un līdzekļiem, kā to samazināt.	Pārtikas ķēdē iesaistīto pušu sadarbība.
Augu izcelsmes pārtikas produktu īpatsvara palielināšana diētā	Palielināt dārzeņu, ogu, augļu, pilngraudu graudaugu produktu un zivju, bet mazāk sarkanās gaļas un gaļas produktus lietošanu. Uz augiem balstīta diēta palīdz samazināt pārtikas ražošanas ietekmi uz klimatu. Īpaši svarīga gan klimatam, gan veselībai ir pašražoto proteīnaugu iekļaušana uzturā. Patērētāju izglītošana.	Pārtikas ķēdē iesaistīto pušu sadarbība.
Sadarbības starp konsultācijām, pētniecību un lauksaimniekiem, kā arī tehnoloģiju piedāvātājiem, lai veicinātu jaunu pielāgošanās rīku ieviešanu.	Ne mazāk svarīgi par SEG emisijas mazinošiem pasākumiem lauksaimniecībā ir iespēja pielāgoties klimata izmaiņām, kas Latvijā izpaužas gan kā nevienmērīgs mitruma nodrošinājums, gan kā karstuma periodi, vētras un nepastāvīgas ziemas. Lai pielāgotos mainīgajiem laika apstākļiem, ir nepieciešams veikt atbilstošus pasākumus valsts, pašvaldības un saimniecību līmenī. Kopumā tas notiek, tomēr ir nepieciešams būtiski uzlabot visu iesaistīto pušu sadarbību.	Ir nepietiekama izpratne un zināšanas par iespējam ieviest efektīvus pasākumus, lai pielāgotos klimata izmaiņām.

No 3.5. un 3.6. tabulās apkopotajiem pasākumiem, tālākai padziļinātākai izpētei tika atlasīti 3: Izturīgu un mainīgiem apstākļiem pielāgoties spējīgu kultūraugu šķirņu selekcija un ieviešana; Kūtsmēslu un citu organisko blakusproduktu izmantošana komposta gatavošanai; Kūtsmēslu un citu organisko blakusproduktu izmantošana komposta gatavošanai.



**Portfolio pasākumam Izturīgu un mainīgiem apstākļiem pielāgoties spējīgu kultūraugu šķirņu selekcija un ieviešana**

<b>Izturīgu un mainīgiem apstākļiem pielāgoties spējīgu kultūraugu šķirņu selekcija un ieviešana</b>	
<b>Pasākuma mērķi</b>	<p><i>Ekonomiskais mērķis:</i> nodrošināt ģenētiski daudzveidīgas, konkrētiem augšanas apstākļiem piemēroties spējīgas un pret klimata izraisītiem ārkārtējiem laikapstākļiem izturīgas heterogēnas kultūraugu populācijas. Šādas šķirņu īpašības ietver agrīnu vai vēlu ziedēšanu un nogatavošanās laiku, izturību pret kaitēkļiem un slimībām un labāku konkurētspēju ar nezālēm, kas ļauj samazināt agroķimikāliju lietošanu un sekmīgāk plānot sējas un ražas novākšanas laiku. Augkopības sistēmā lielāka kultūraugu un citu dzīvo organismu daudzveidība ir svarīgs kritērijs, lai nodrošinātu saimniecības noturību, ekonomisko stabilitāti un rentabilitāti.</p> <p><i>Klimata mērķis:</i> veicināt klimata pārmaiņām labi pielāgotu kultūraugu sugu un šķirņu izvēli kvalitatīva sēklas un stādāmā materiāla nodrošināšanai labas lauksaimniecības prakses un klimata ziņā gudrai saimniekošanai. Kultūraugu sugu un šķirņu daudzveidība ir īpaši svarīga saprātīgā un klimatam drošā ražošanas procesā, jo tā veicina kaitīgo organismu ierobežošanu, samazinot ārējos ieguldījumus.</p>
<b>Pasākuma ieviešanai piemērotie kultūraugi</b>	<p>Nepieciešamība pēc pielāgoties spējīgām un izturīgām kultūraugu šķirnēm ir visiem audzējamiem kultūraugiem, tādēļ selecionāru darbs Latvijā ir nozīmīgs, bet tikpat svarīgi ir ieviest Latvijas apstākļiem piemērotas, līdzīgos klimatiskos apstākļos izveidotas šķirnes.</p> <p>Agroresursu un ekonomikas institūtā (AREI) veiktie pētījumi liecina, ka heterogēna vasaras kviešu un miežu populāciju (kombinēto krustojumu populācijas un maisījumi) izmantošana var nodrošināt homogēnām šķirnēm līdzvērtīgu ražu, graudu kvalitāti un slāpekļa izmantošanās efektivitāti atšķirīgos augšanas apstākļos, kā arī spēju nomākt nezāles bioloģiskos audzēšanas apstākļos.</p> <p>Pētījumā ir konstatēts, ka Priekuļu Pētniecības centrā izveidotā šķirne 'Mirga' bija visaugstāk novērtētā populācija 12 atšķirīgās audzēšanas vidēs. Turpinot darbu pie kombinēto krustojumu populāciju veidošanas, ir konstatēta virkne priekšrocību bioloģiskos un konvenciālos audzēšanas apstākļos, uzsverot lielākas daudzveidības vērtību sliktos apstākļos. Turpretim komerciālās šķirnes bija jutīgākas pret sliktiem audzēšanas apstākļiem.</p> <p>Stendes Pētniecības centrā ir novērota tendence vietējām vasaras kviešu kombinēto krustojumu populācijām un to vecākaugu maisījumiem labāk nomākt nezāļu augšanu nekā homogēnajām šķirnēm. Kopumā heterogēnajām populācijām bija augstāka slāpekļa izmantošanās efektivitāte, kā arī tendence veidot augstāku ražu un 1000 graudu masu, salīdzinot ar vecākaugu maisījumiem.</p> <p>Līdzīgi rezultāti heterogēnu šķirņu audzēšanā ir konstatēti arī Dānijā un citās Eiropas valstīs.</p>



<p><b>Pasākuma ieviešanai NEpiemērotie kultūraugi</b></p>	<p>Nav pasākuma ieviešanai nepiemērotu kultūraugu starp tiem, kurus var audzēt Latvijas klimatiskajos apstākļos. Jautājums ir par praktiskajām iespējām. Ņemot vērā to, ka selekcija jaunu šķirņu veidošanai ir laika un finanšu ietilpīgs process, tad Latvijā ir ierobežotas iespējas izveidot pielāgoties spējīgas šķirnes pat tikai populārākajiem kultūraugiem. Taču pasaulē šādas aktivitātes notiek un šo darbu rezultātus ir iespējams izmantot arī Latvijā. Vairāk AREI pētnieces L. Legzdiņas u.c. ziņojumā.</p>
<p><b>Pasākuma ieviešanas tehnoloģija</b></p>	<p>Latvijā iespējamās tehnoloģijas pasākuma ieviešanai:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><i>Vietējo (veco) šķirņu atjaunošana.</i> Labs piemērs tam ir lauka pupas 'Lielplatone', kaņepes 'Loja' un 'Adzelvieši' un virkne dārzeņu un augļaugu šķirnes. Līdz ar to ir svarīgi apzināt un saglabāt kultūraugu šķirņu vēsturisko mantojumu laukaugiem, bet īpaši dārzeņiem un augļaugiem, ko tālāk var izmantot šķirņu pielāgošanai ražošanas vajadzībām.</li> <li><i>Ģenētisko resursu apzināšana un saglabāšana ar mērķi izmantot šos resursus izturīgu un vietējiem apstākļiem piemērotu šķirņu veidošanai.</i> Augu ģenētisko resursu ilgtspējīga izmantošana ietver sugu īpašību novērtēšanu, pirmsselekcijas audzēšanu, augu selekciju, tostarp ģenētisku uzlabošanu un bāzes paplašināšanu, šķirņu izstrādi un komercializāciju, atbalstu sēklu ražošanai un izplatīšanai un jaunu vietējo šķirņu un produktu tirgus attīstību. Šīs darbības var palīdzēt novērst klimata pārmaiņu ietekmi uz ilgtspējīgu augkopību.</li> <li><i>Populāciju krustojumu (heterogēnu) šķirņu veidošana sadarbībā ar selekcionāriem valstīs ar līdzīgiem klimatiskiem apstākļiem.</i> Šādas aktivitātes jau notiek, Latvijas selekcionāriem piedaloties dažādos ES valstu tīklojumos un pētnieciskajos projektos, piemēram, AREI zinātnieku dalība ES projektā "Liveseed": <a href="https://www.arei.lv/en/liveseed-improve-performance-of-organic-agriculture-by-boosting-organic-seed-and-plant-breeding">https://www.arei.lv/en/liveseed-improve-performance-of-organic-agriculture-by-boosting-organic-seed-and-plant-breeding</a></li> <li><i>Mērenā klimata zonas valstīs izveidoto heterogēno šķirņu pārbaude Latvijas apstākļos un piemērotāko šķirņu popularizēšana ieviešanai ražošanā.</i> Tomēr piemērotāku kultūraugu šķirņu ieviešana no citurienes ne vienmēr var būt praktisks risinājums.</li> <li><i>Izglītošanas un noderīgas informācijas par šķirņu nozīmi un to agrotehniskajiem rādītājiem nodrošinājums praktiķiem.</i> Salīdzinājums ar saimniecībās audzētajām šķirnēm, lai veicinātu ģenētisko izplatību un daudzveidību gan graudaugu, gan citu kultūraugu sējumos un stādījumos. Ja lauksaimnieki būtu gatavi pieņemt šīs jaunās šķirnes, šāda ražošanas veida maiņa kļūtu par dzīvotspējīgu un klimata ziņā gudru lauksaimniecības pielāgošanās stratēģiju.</li> <li><i>Normatīvās bāzes pielāgošana,</i> kas daļēji jau ir paveikts, līdz ar to visu kultūraugu sugu neviendabīgās populācijas kļūst arvien pieejamākas lauksaimniekiem. Spēkā esošie normatīvie dokumenti: Bioloģiskās lauksaimniecības regula 2018/848 un ES regula 2021/1189 par bioloģisku heterogēno materiālu (HM).</li> </ol>
<p><b>Pasākuma ieviešanas ierobežojumi</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Mainīgie klimatiskie apstākļi nozīmē, ka jaunizveidotās šķirnes var zaudēt adaptācijas spēju.</li> </ol>

	<p>2. Lauksaimnieki var gūt labumu no atbilstoši pielāgotām kultūraugu šķirnēm tikai tad, ja ir iespējams savlaicīgi, vajadzīgā daudzumā un kvalitātē un par pieņemamām izmaksām iegādāties sēklas un stādāmo materiālu. Lai šīs daudzveidīgās kultūraugu šķirnes veicinātu pielāgošanos klimata pārmaiņām un uzturētu iztikas līdzekļus laukos, ir svarīgi ieviest efektīvas sēklu piegādes sistēmas visā valsts teritorijā.</p>
<b>Pasākuma negatīvie efekti uz klimatu</b>	Negatīva ietekme nav konstatēta.
<b>Pasākuma ietekmes ilgums un darbības ietekmes saglabāšanai</b>	Pasākumu veicot ilgstoši un nepārtraukti, ir iespējams izveidot sistemātiski pieeju ražošanai piemērotāko šķirņu/heterogēnu populāciju nodrošinājumam līdztekus klimata izmaiņām.
<b>Pasākuma ietekme uz SEG emisiju samazinājumu</b>	<p>Augu ģenētiskie resursi vairāk veicina pielāgošanos klimatam, nevis klimata pārmaiņu mazināšanu. Tomēr SEG piesaisti un klimata pārmaiņu mazināšanu var veicināt, saglabājot vai palielinot oglekļa (C) saturu augos, vairāk audzējot kultūraugus, kas fotosintēzes laikā ražo četru C savienojumus (C4 augi), piemēram, kukurūza, amarants, sorgo, prosa u.c. Šie augi parasti aug ātrāk nekā C3 augi, labāk izmanto C sakņu un lapu augšanai un fotosintēzes laikā zaudē mazāk ūdens. Palielināta C piesaistes spēja, uzlabojot fotosintēzi, ir pārmantojama iezīme. Selekcijas procesā ir radītas produktīvākas šķirnes, kas piesaista vairāk oglekļa.</p> <p>Arī pākšaugu slāpekļa piesaistes spējas ir ļoti atšķirīgas, tādēļ pielāgoties spējīgu šķirņu audzēšana var sniegt ieguldījumu klimata pārmaiņu mazināšanai, jo pastiprināta slāpekļa piesaiste ir saistīta arī ar palielinātu oglekļa piesaisti. Vienas sugas dažādas kultūraugu šķirnes var audzēt maisījumos kā vienu kultūru (šķirņu maisījumi). Piemēram, tādu šķirņu kombinācijas audzēšana ar vienādu augšanas garumu, kuras var stādīt un novākt vienlaikus, bet kas atšķirīgi reaģē uz dažādiem ūdens režīmiem, ir stratēģija, lai tiktu galā ar neparedzamo lietussēzonas sākumu un palielinātu stabilitāti</p>
<b>Pasākuma ietekme uz ilgtspējas aspektiem</b>	Galveno pārtikas kultūraugu ražas palielināšana vai pat saglabāšana klimata pārmaiņu apstākļos būs atkarīga no augu selekcionāru un ģenētiķu spējas ieviest adaptīvās iezīmes, kas atrodamas augu ģenētiskajos resursos, lai audzētu vietējiem apstākļiem pielāgotas šķirnes. Šai nolūkā ir izmantojamas dažādas biotehnoloģijas metodes, tostarp šūnu un audu bioloģija, marķieru atlase un gēnu inženierija; un jaunas augu selekcijas metodes, tostarp genoma rediģēšanas procedūras.
<b>Pasākuma ieviešanas izmaksas (galvenās izmaksu pozīcijas)</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Augu ģenētisko resursu saglabāšana ar mērķi tos izmantot klimata izmaiņām pielāgoties spējīgu heterogēnu populāciju vai šķirņu izveidošanai</li> <li>2. Selekcijas darbs</li> <li>3. Jauno šķirņu ieviešana ražošanā, kas ietver šķirņu pārbaudi, sēklaudzēšanu un informatīvos pasākumus.</li> </ol>

<b>Ieņēmumi no pasākuma ieviešanas</b>	Ieņēmumus varētu veidot izmaksu samazinājums agroķīmikāliju lietošanai, audzējot homogēnās šķirnes.
--	---

3.6. tabula

**Portfolio pasākumam Kūtsmēslu un citu organisko blakusproduktu izmantošana komposta gatavošanai**

<b>Kūtsmēslu un citu organisko blakusproduktu izmantošana komposta gatavošanai</b>	
<b>Pasākuma mērķi</b>	<p><i>Ekonomiskais mērķis:</i> veicināt efektīva mēslošanas līdzekļa ražošanu no saimniecībā pieejamiem ražošanas blakusproduktiem, samazinot izdevumus kultūraugu mēslošanas līdzekļu iegādei no ārpusēm. Komposts nodrošina augstāku ražu iegūvi, palielinot oglekļa saturu augsnē, uzlabojot mikrobioloģisko vidi un barības elementu pieejamību.</p> <p><i>Klimata mērķis:</i> samazināt SEG un amonjaka emisijas organisko mēslu un citu augkopības blakusproduktu apsaimniekošanas un izkliešanas procesā uz lauka. Komposta sagatavošana ir pietiekami vienkāršs un ekonomisks process, kas pārvērš kompostējamo masu stabilizētā mēslošanas līdzeklī, samazinot SEG emisijas.</p>
<b>Pasākuma ieviešanai piemērotie kultūraugi</b>	<p>Kompostam ir iespējams izmantot visa veida organiskos mēslus, augkopības blakusproduktu un ražošanas atlikumus un pārvērst tos vērtīgā mēslojumā. Piemēram, kūtsmēsli, siens no dabiskajām pļāvām, salmi, starpkultūru zaļā masa, bojāta lopbarība, zāle, lapas un laksti u.c.</p> <p>Komposts ir lietojams augsnes struktūras un auglības uzlabošanai praktiski visu kultūraugu audzēšanai, to iestrādājot augsnē vai izkliešot uz lauka virsmas.</p>
<b>Pasākuma ieviešanai NEpiemērotie kultūraugi</b>	<p>Nav kompostam nepiemērotu kultūraugu, ko izmanto lauksaimniecības produkcijas ražošanai.</p> <p>Komposta gatavošanā nav izmantojami kautuvju atkritumi, ierobežotā daudzumā atlikumi no sabiedriskās ēdināšanas.</p>
<b>Pasākuma ieviešanas tehnoloģija</b>	<p>1. <i>Kompostēšana stirpās</i> ir videi draudzīga tehnoloģija dažādu organisko atkritumu apstrādei un pārstrādei lielā apjomā. Tā ir populāra vienkāršības un salīdzinoši zemo izmaksu dēļ.</p> <p>Ieteicamais komposta kaudzes izmērs ir 3–5 m plata un 2 m augsta neierobežota garuma stirpa. Kompostēšanas ilgums atkarībā no izejmateriāliem, tehnoloģijas, gada laika, mitruma un gaisa piekļuves, vidēji ilgst 6-12 mēnešus. Kompostēšanās procesu sāk mikroorganismi, komposta kaudzē var tikt sasniegta 60 °C temperatūra, to pārsniedzot, kompostu noārdošie mikroorganismi paši sāks iet bojā. Kad temperatūra sāk samazināties vēlākajos komposta sadalīšanas procesa posmos, iesaistās citi organismi: <i>actinomyces</i> (vidējas temperatūras baktērijas), <i>fungi</i>, vaboles, mitrenes, simtkāji, zirnekļi utt., kā arī svarīgākie – sliekas. Ja kaudze neuzkarst – kompostēšanās tāpat notiks, tikai lēnāk un nenogalinot nevēlamos elementus. Zinātnieki atklājuši</p>

	<p>ideālo oglekļa-slāpekļa attiecību, kas ir 30 pret 1 (C:N ir 30:1), mērot sausu materiālu.</p> <p>Materiāli, kas ir labs slāpekļa avots, sauc arī par „zaļajiem” organiskajiem atkritumiem. Tiem raksturīga neliela C:N attiecība (C:N attiecība ir mazāka par 30:1), parasti tie ir mitri un ātri sadalās (kūtsmēsli, pārtikas atkritumi, zaļās lapas, svaigi pļauta zāle). "Zaļie" atkritumi nodrošina komposta mikroorganismus ar olbaltumvielām, kas ir pamats iespējai augt un vairoties. Materiālus ar augstu oglekļa saturu (C:N attiecība lielāka par 30:1) sauc par "brūnajiem" organiskajiem atkritumiem. Parasti tie ir sausi un lēni sadalās, ir brūnā vai tumšākā krāsā un satur daudz šķiedrvielu, celulozi (salmi, lapas, šķelda un koku atgriezumus, papīrs, zāģu skaidas). To sadalīšanos veicina slāpekļa avots jeb "zaļie" organiskie atkritumi, "brūnie" nodrošina mikroorganismus ar oglekli, kas ir enerģijas avots, lai spētu sadalīt organiskos materiālus.</p> <p>Gatavais komposts ir irdens, viegli izkliedējams, nesatur dīgstošas nezāļu sēklas, bez nepatīkamas smakas.</p> <p>2. <i>Vermikompostēšana</i> ir videi draudzīga organisko atkritumu apsaimniekošanas metode. Šis paņēmiens ir komplicētās, vispirms sliekām paredzētais substrāts ir jāsagatavo kompostējot un noregulējot pH līmeni. Ir nepieciešams iekārtot kastes vai galdus ar labu aerāciju un iespēju uzturēt optimālu temperatūras un mitruma režīmu. Slieku pievienošana ir izdevīga ne tikai SEG emisiju mazināšanai, bet arī, lai labāk izmantotu kompostu vēlāk. Vermikompostā mikroelementu koncentrācija ir ievērojami augstāka. Vermikompostam ir lielāka un daudzveidīgāka mikrobioloģiskā aktivitāte nekā parastajam kompostam. Tomēr būtiska nozīme šajā ziņā ir slieku barībā izmantotā substrāta izcelsmei un sastāvam. Ja kūtsmēsli satur ievērojamu daudzumu patogēno (kaitīgo) baktēriju, tad vermikompostā pēc 60 dienām nevar konstatēt <i>Shigella</i>, <i>Salmonella</i> un <i>Enterobacter</i>. Savukārt vermikompostēšana būtiski (pat seškārt) samazina <i>Escherichia coli</i>, enterovīrusu un helmintu olu daudzumu. Lai arī biohumusa mikrobioloģiskā aktivitāte visaugstākā ir 2-4 nedēļas noturētām, sausā veidā to var uzglabāt daudzus gadus, būtiski nemainot baktēriju sugu sastāvu.</p>
<p><b>Pasākuma ieviešanas ierobežojumi</b></p>	<p>Lai samazinātu SEG emisijas, lauksaimniekiem ir jāuzglabā kūtsmēsli netraucētās kaudzēs vai jāatliek pirmā komposta kaudžu sajaukšana apmēram 4 nedēļas.</p> <p>Nepareizi sagatavotam kompostam kvalitāte būs zema, jo tas būs piesārņots ar patogēniem mikroorganismiem, tajā būs sastopamas dzīvotspējīgas sēņu un baktēriju sporas, nezāļu sēklas un patogēni vīrusi. Šādos gadījumos komposta izmantošana negatīvi ietekmēs augsnes veselību.</p>
<p><b>Pasākuma negatīvie efekti uz klimatu</b></p>	<p>Materiālu kompostēšanas procesā rodas SEG emisijas no transporta, ko izmanto izejvielu savākšanai, komposta gatavošanai un izlietošanai.</p> <p>Neefektīvi kompostēšanas procesi var izraisīt anaerobos (nevis aerobos) apstākļus, kas rada metānu un slāpekļa oksīdu. Nepilnīga</p>

	<p>apstrāde var ļaut patogēniem un nezāļu sēklām izdzīvot. Slikta procesa kontrole var radīt nepatīkamu smaku un sūdzību risku.</p> <p>Vermikompostēšana rada mazāk SEG emisiju nekā kompostēšana, daudzos gadījumos galvenokārt metāna (CH<sub>4</sub>) emisiju samazināšanā; tomēr sliekas ir arī nozīmīgas slāpekļa oksīda (N<sub>2</sub>O) izraisītājas vermikompostēšanas laikā.</p>
<p><b>Pasākuma ietekmes ilgums un darbības ietekmes saglabāšanai</b></p>	<p>Komposta gatavošana lauksaimniecības uzņēmumos ir ieviešama kā plānveida pasākums un viena no tehnoloģijām resursu apsaimniekošanā. Lielāks laika un cilvēkresursu ieguldījums ir procesa sākuma posmā, bet, iekārtojot komposta sagatavošanas laukumu un izveidojot sistēmu izejvielu novietošanai laukumā, masas sajaukšanai un turpmāki jaukšanai, ir iespējams izveidot ilgstošu pašražota mēslošanas līdzekļa nodrošinājumu. Turklāt darbības ar kompostu var veikt no citiem darbiem brīvajā laikā, to veidojot par regulāru un ilgstošu darbību.</p> <p>Komposta izmantošana lauksaimniecības zemē nodrošina oglekļa piesaisti tiešā veidā, bet netieši uzlabo augsnes auglību, jo palielinās augsnes bufer spēja un mitruma noturība, uzlabojas bioloģiskā aktivitāte augsnē, augsnes struktūra, barības elementu pieejamība un to izskalošanās risks, kaļķošanas efekts kā rezultātā palielinās augu sakņu sistēmas biomasa un produktivitāte.</p> <p>Komposts ilgtermiņā samazina nepieciešamību lietot iepirkto mēslojumu, ūdeni, pesticīdus, kā arī samazina augsnes eroziju.</p>
<p><b>Pasākuma ietekme uz SEG emisiju samazinājumu</b></p>	<p>ASV Vides aizsardzības aģentūra un ASV Kompostēšanas padome ir secinājusi, ka kompostēšana neveicina SEG emisijas. Labi pārvaldītas kompostēšanas darbības rada biogēno oglekļa dioksīdu (CO<sub>2</sub>), kas netiek uzskatīts par papildu SEG emisiju avotu, bet saražotā metāna (CH<sub>4</sub>) un slāpekļa oksīda (N<sub>2</sub>O) apjomi tiek uzskatīti parniecīgiem. Latvijā šādi pētījumi un ieteikumi nav izstrādāti.</p> <p>Kompostēšana un vermikompostēšana ir divas nozīmīgas emisiju samazināšanas metodes organisko atkritumu pārvēršanai kompostā, kam ir augsta lauksaimnieciskā vērtība. Kompostēšanas radītais CO<sub>2</sub> rodas augu materiāla degradācijas rezultātā, un tas tiek uzskatīts par neitrālu attiecībā uz globālo sasilšanu. Taču šajos procesos anaerobos apstākļos mikroorganismi ģenerē CH<sub>4</sub>, bet slāpekļa oksīds veidojas nepilnīgas amonjaka oksidācijas (nitrifikācijas) un nepilnīgas denitrifikācijas procesā. Šos mikrobioloģiskos procesus ietekmē skābekļa un mitruma pieejamība, pH, temperatūras, organiskā oglekļa (C) un slāpekļa (N) forma un pieejamība. Augstāks aerācijas līmenis var samazināt CH<sub>4</sub> emisijas. Aerācija, papildus mitruma saturam un C/N attiecībai izejmateriālos, ir svarīgs faktors, kas ietekmē SEG emisijas kompostēšanas procesā. To veic, kaudzi maisot. Pētījumi liecina, ka aerācija veicina metāna samazināšanos, taču tās ietekme uz N<sub>2</sub>O emisiju ir sarežģītāka, lielākās un retāk maisītās kaudzēs N<sub>2</sub>O emisijas palielinās. Pētījumu rezultāti ir atšķirīgi, tādēļ ir nepieciešama turpmāka izpēte par aerācijas ietekmi uz SEG emisijām no kompostēšanas sistēmām, lai izstrādātu atbilstošas SEG pārvaldības stratēģijas.</p>

	<p>Tomēr, salīdzinot ar SEG emisiju izplūdi no kūtsmēslu krātuvēm, kompostēšanai ir būtiskas priekšrocības, īpaši amonjaka emisiju samazināšanā.</p>
<p><b>Pasākuma ietekme uz ilgtspējas aspektiem</b></p>	<p>Kompostēšanas sistēmas izveidošana un ieviešana saimniecībās var sniegt ilgtermiņa efektu, samazinot patogēnu, parazītu un nezāļu sēkļu izplatīšanās risku, kas saistīts ar kūtsmēslu tiešu izkliešanu zemē. Kompostējot fermu organiskos atkritumus, var saražot stabilu produktu, ko var izmantot, lai uzlabotu un uzturētu augsnes kvalitāti un auglību, samazinās nepieciešamība lietot pesticīdus un iegādāto mēslojumu, kā arī kompostēšanu var izmantot kā alternatīvu zaļo atkritumu apsaimniekošanai pašvaldībās.</p> <p>Labs apliecinājums ilgtspējas nodrošinājumam ir labās prakses kopienu tīkls Eiropā Best4Soil, savstarpēji savienojot audzētājus, konsultantus, izglītotājus un zinātniekus. Latviju tajā pārstāv LLKC. Šis tīkls piedāvā praktiskas zināšanas par četrām labākajām praksēm slimību ierobežošanai augsnē (komposts, zaļmēslojums, anaerobā dezinfekcija, (bio) solarizācija). Galvenais Best4Soil mērķis ir uzturēt, uzlabot un atjaunot augsnes veselību Eiropā. Best4Soil piedāvā brīvas piekļuves <u>datu bāzes</u> ar informāciju par <u>patogēniem</u> un <u>nematodēm</u>, kas ietekmē dārzenus un laukaugu ražu, kā arī par segkultūrām, lai palīdzētu praktizētājiem veidot piemērotas augsekas un novatoriskas kontroles stratēģijas. Šai sistēmā viens no būtiskiem elementiem ir komposta izmantošana.</p>
<p><b>Pasākuma ieviešanas izmaksas (galvenās izmaksu pozīcijas)</b></p>	<p>Šeit uzskaitīti izmaksu veidi, gatavojot kompostu kaudzēs uz laukuma lauksaimniecības uzņēmumā no pašu resursiem.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Komposta gatavošanas izejvielu transportēšanas izdevumi uz kompostēšanas laukumu.</li> <li>2. Komposta kaudzes izveidošana un jaukšana 1 reizi 1–2 mēnešos. Vēlams iegādāties komposta jaucēju, taču var izmantot un pielāgot arī saimniecībā esošus agregātus.</li> <li>3. Ūdens piegāde kompostējamās masas mirtināšanai. Ir iespējams kompostēšanas procesa veicināšanai pievienot bio-kompostētājus.</li> <li>4. Temperatūras un mitruma kontrole komposta kaudzē.</li> <li>5. Pārklājamais materiāls kaudzes noseģšanai.</li> </ol>
<p><b>Ieņēmumi no pasākuma ieviešanas</b></p>	<p>Kultūraugu ražas palielinājums, pesticīdu un iepirktā mēslojuma lietošanas izmaksu samazinājums.</p> <p>Kompostēšanas rezultātā augsnē ievadītais ogleklis var tikt izmantots oglekļa kredīta pieprasīšanai un lai uzlabotu augsnes veiktspēju un samazinātu oglekļa pēdas nospiedumu.</p>
<p><b>SEG samazināšanas izmaksas</b></p>	<p>Komposta kaudzes jaukšana/aerācija, mitruma un temperatūras režīma uzturēšana.</p> <p>Komposta kaudzes noseģšana.</p> <p>Resursu ietilpīgāks process ir vermikompostēšana, kas ir piemērotāka rūpnieciski ražota komposta gatavošanai un tā pārdošanai tirgū.</p>



Kā nākošais SEG emisijas samazinošs pasākums augkopībā ir Bioloģiskā seguma izmantošana dārzkopībā (mulčēšana) (3.7. tabula). Šī pasākuma kontekstā svarīgs ir terminu skaidrojums (pēc Līgas Lepses): Angļu valodā lieto vārdu salikumus *service crop* un *catch crop*. Ar to latviskošanu ir zināmas problēmas. Pašlaik tos tulko burtiski:

- *agroecological service crop* jeb pakalpojuma augi – tie ir tādi augi, kas, iekļauti augsekā, nedod tiešu naudas ieguvumu, bet funkcionāli kalpo agrovides uzlabošanai;
- *catch crop* jeb uztvērējaugi – tie ir augi, ko audzē starplaikā starp diviem kultūraugiem, lai mazinātu barības elementu zudumus. Būtībā šo funkciju pilda visi tā sauktie sēdzējaugi un pat nezāles, kas izaug pēc ražas novākšanas.

Šos pakalpojumaugus var izmantot kā dzīvo mulču. Bioloģiskais segums var būt gan zaļie augi pasējā vai rindstarpās, bet arī salmi, zāģu skaidas, siens u.c. materiāli.

Pētījumi par mulču izmantošanu dārzkopībā ir daudz, tai skaitā arī Latvijā, taču galvenais akcents ir vērsts uz nezāļu ierobežošanas iespēju, mitruma saglabāšanu augsnē, arī barības elementu režīma uzturēšanu augsnē.

3.7. tabula

### Portfolio pasākumam Bioloģiskā seguma izmantošana dārzkopībā (mulčēšana)

Bioloģiskā seguma izmantošana dārzkopībā (mulčēšana)	
<b>Pasākuma mērķi</b>	<p><i>Ekonomiskais mērķis:</i> saglabāt mitruma un barības elementu režīmu augsnē, ierobežot nezāļu izplatību, aizsargāt augsni no erozijas un sablīvēšanās, lietojot dzīvo mulču dārzkopībā kultūraugu produktivitātes palielināšanai.</p> <p><i>Klimata mērķis:</i> mazināt dārzeņu sējumos/stādījumos barības vielu zudumus/noplūdes laikā starp sēšanu un blīvas lapotnes veidošanos un pēc ražas novākšanas.</p>
<b>Pasākuma ieviešanai piemērotie kultūraugi</b>	<p>Dārzkopībā mulču lietošana ir populāra un lietderīga. Dzīvo mulču audzēšana dārzeņu rindstarpās vai pasējā, un ogulāju un augļu koku apdobēs palielina bioloģisko daudzveidību, ierobežo nezāļu izplatību un uztur augsnē mitruma režīmu, kā arī uzlabo augsni un mazina augsnes sablīvēšanos. Īpaši noderīga ir tauriņziežu izmantošana mulčai N piesaistes veicināšanai, tas labi sader ar citu kultūraugu spēju pievienot oglekli. Tauriņziežu saknes irdina augsni, palielina porainību un notur augsnes virskārtu erozijas zonās.</p> <p>Mulču, tai skaitā arī sauso, var lietot visām dārzeņu, ogulāju un augļu koku sugu audzēšanai. Ilggadīgo stādījumu rindstarpās nav nepieciešams lietot herbicīdus nezāļu ierobežošanai, mulčai sadaloties palielinās organiskās vielas saturs augsnē kultūraugu sakņu zonā, kā rezultātā samazinās minerālmēslu vajadzība, rindstarpās regulāri pļaujot zālāju, nopļautā sasmalcinātā zāle paliek stādījumā, tādējādi palielinot organiskās vielas saturu augsnē, kā rezultātā samazinās lietojamā minerālmēslojuma daudzums;</p> <p>Jaunajiem augļu kokiem apdobes mulčē, kā rezultātā nav nepieciešams lietot mehānisko līdzekļus nezāļu ierobežošanai apdobēs, kā arī kultūraugu sakņu zonā palielinās organiskās vielas saturs augsnē, samazinās organisko mēslu nepieciešamība.</p>

<p><b>Pasākuma ieviešanai NEpiemērotie kultūraugi</b></p>	<p>Dārzkopības institūta veiktajā pētījumā ķirbjaugu, kāpostaugu un sviesta pupiņu sējumā, mulčai izmantoti lauksaimniecības pakalpojumaugi. Ir noskaidrots, ka, izmantojot sedzējaugus, ko neiestrādā augsnē, bet atstāj uz augsnes virsmas kā mulču, tie lēni sadalās, salīdzinājumā ar zaļmēslojuma augiem. Pētnieki secināja, ka Latvijas agroklīmatiskajos un augsnes apstākļos dārzeņu audzēšanai šī tehnoloģija sevi neattaisno. Tomēr šai ziņā pētījumi ir jāturpina. Nav iespējams noteikt pasākuma ieviešanai nepiemērotos kultūraugus.</p>
<p><b>Pasākuma ieviešanas tehnoloģija</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. <i>Dzīvā mulča</i> – rindstarpās, pasējā vai apdobēs iesēti sedzējaugi, ko izmanto kā zaļmēslojumu, iestrādājot augsnē vai atstājot uz augsnes virsmas. Var izmantot tauriņziežus, rudzus vai kāpostaugus. Tauriņziežos C:N ir ap 20 (tuvu optimālajam (24), kad augu atliekas sadalās 4–8 nedēļās, rudziem – 60, vīķu/rudzu mistrā – 17-20, tīriem vīķiem – 11, augsnē – 10</li> <li>4. <i>Sausā mulča</i> – salmi, siens, zāģu skaidas u.tml. Parasti neiestrādā augsnē, veģetācijas perioda laikā mulča sadalās pilnīgi, vai daļēji, var arī iestrādāt augsnē. Mikroorganismu darbībai ir svarīga N klātbūtne.</li> <li>5. <i>Kompostēšana mulčējot</i>. Organiskais materiāls šajā gadījumā vienmērīgi tiek izklāts uz augsnes virskārtas, neveicot nekādas turpmākas manipulācijas. Ieteicamais kārtas biezums ap 8 cm, novietojot ne tuvāk kā 5 cm no auga stumbra. Mulča pakāpeniski sadalīsies, barības vielas ar ūdens palīdzību ieskalosies zemē. Piemērots mulčējamais materiāls ir lapas, koku skaidas, koku miza, nopļautā zāle. Dabīgs mulčēšanas process notiek mežā. Pozitīvais aspekts šai metodei ir vienkāršums un mulčas sniegtais augsnes mitruma aizturēšanas efekts.</li> </ol>
<p><b>Pasākuma ieviešanas ierobežojumi</b></p>	<p>Mulčas negatīvā ietekme uz kultūraugu, īpaši dārzeņu augšanu var būt relatīvais slāpekļa trūkums. Ja C:N attiecība novirzās par daudz uz C (oglekļa) pusi un baktērijām nepietiek slāpekļa, lai pārstrādātu augu atliekas, tad N tiek atņemts augiem un tie nīkuļo.</p> <p>Vairāku valstu pētnieki, apkopojot paveikto 132 pētījumos no 6700 lauciņiem, ir secinājuši, ka ziedošu augu joslas un citi vides elementi ne vienmēr palīdz ierobežot kaitēkļu daudzumu kultūraugos. Dažos pētījumos ietekme bija pozitīva, bet citos arī negatīva.</p> <p>Kompostēšanas mulčējot trūkums ir lēnā sadalīšanās, netiks iznīcinātas nezāļu sēklas un iespējamās patogēnās (slimību) baktērijas.</p>
<p><b>Pasākuma negatīvie efekti uz klimatu</b></p>	<p>Ir iespējama N oksīda izdalīšanās un nitrātu izskalošanās, īpaši periodos, kad augsne nav nosepta ar zaļo segumu.</p>
<p><b>Pasākuma ietekmes ilgums un darbības ietekmes saglabāšanai</b></p>	<p>Pasākums īstenojams regulāri, ik gadus pavasarī atjaunojot mulčas segumu, sējot no jauna viengadīgos dzīvās mulčas augus vai regulāri nopļaujot daudzgadīgos augus.</p>



<p><b>Pasākuma ietekme uz SEG emisiju samazinājumu</b></p>	<p>Labvēlīgā mulčas lietošanas ietekme uz klimatu ir saistīta ar palielinātu C piesaisti augsnē, samazinātu augsnes eroziju un nitrātu izskalošanos un CH<sub>4</sub> emisiju samazinājumu, īpaši lietojot dzīvajai mulčai balto āboliņu.</p> <p>Ķīnas pētnieki ir apkopējuši pētījumu rezultātus no 123 recenzētām publikācijām no 1997. līdz 2019. gadam par N<sub>2</sub>O emisijām zem daudzgadīgiem augļu kokiem, kur mērījumu periodi aptver vismaz vienu pilnu augšanas sezonu. Kumulatīvās N<sub>2</sub>O emisijas svārstījās no – 0.116 līdz 26 kgN ha<sup>-1</sup> gadā vai augšanas sezonā un pieauga lineāri līdz ar slāpekļa (N) mēslojuma devām (<math>r^2=0.39</math>, <math>p&lt;0.001</math>). lielo mainīgumu veicināja laika apstākļi un N mēslošanas līdzekļa veids. Meta analīze atklāja, ka nitrifikācijas inhibitoru lietošana ievērojami samazināja N<sub>2</sub>O emisijas vidēji par 73%, bet mulčēšanas un seguma ietekme nebija nozīmīga, to ietekmēja galvenokārt mulčas materiāla veids un segauga suga, kā arī kultūraugu apsaimniekošanas tehnoloģija, kas mainīja augsnes ūdens un barības vielu pieejamību.</p> <p>Šī ir indikatīva informācija, ir nepieciešams veikt SEG emisiju mērījumus Latvijas klimatiskajos un augsnes apstākļos, lai novērtētu to mazināšanas iespēju efektivitāti dažādās eksperimentālās vidēs.</p>
<p><b>Pasākuma ietekme uz ilgtspējas aspektiem</b></p>	<p>Mulčas lietošana ir viens no dārzkopības ilgtspējīgas saimniekošanas aspektiem šādu ieguvumu dēļ: ierobežo nezāļu, kaitēkļu un slimību izplatību laukā, palielina virszemes bioloģisko daudzveidību, sekmē mikroorganismu daudzveidību augsnē un uzlabo augsnes auglību un buferespēju, nodrošina barības vielu saglabāšanos sakņu zonā, aizkavējot kustīgo barības vielu izskalošanos, mazina augsnes eroziju, labi izmantojami minimālās augsnes apstrādes un bezaršanas tehnoloģijās.</p>
<p><b>Pasākuma ieviešanas izmaksas (galvenās izmaksu pozīcijas)</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dzīvās mulčas sējai izmantotais sēklas materiāls, augsnes sagatavošana un sēja un applaušana veģetācijas perioda laikā 1–2 reizes</li> <li>2. Sausās mulčas iegāde vai sagatavošana saimniecībā uz vietas. Mulčas iekļāšana. Papildus N iegāde un izkliešana mikroorganismu darbības nodrošinājumam.</li> </ol>
<p><b>Ieņēmumi no pasākuma ieviešanas</b></p>	<p>Lauksaimniecības pakalpojumaugi dzīvajai mulčai vai sausā mulča nedod tiešu naudas ieguvumu, bet funkcionāli kalpo agro-vides uzlabošanai, kā arī kultūraugu produktivitātes palielinājumam. Tomēr ražas palielināšanās nereti nav novērota. Netieša ietekme ir izdevumu samazinājums mēslojuma un pesticīdu (īpaši herbicīdu) iegādei.</p> <p>Papildus ieņēmumus var iegūt gadījumā, ja pakalpojumaugus izmanto lopbarībai, izplaujot vai noganot starprindas augļu dārzā.</p>

Papildus informācija par šo pasākumu no **Stratēģijas ilgtspējīgām augļu un dārzeņu ražotāju organizāciju darbības programmām Latvijā 2017–2025**, kur kompostēšana un mulču lietošanas ieviešana ir ieteikta kā svarīgi pasākumi gan augsnes auglības uzturēšanai, gan klimata mērķu sasniegšanai.

5.4.1. pasākumā: produktu audzēšanas atlikumu un atkritumu samazināšana noteiktais mērķis ir samazināt ražošanas procesā radīto atkritumu daudzumu, smalcinot un šķelidojot augu atliekas, iegādājoties bioloģiski noārdāmus materiālus un substrātus, kā arī izveidojot kompostēšanas laukumus.

Pamatojums: Lai palielinātu gaismas daudzumu, segtajās platībās augus mulčē ar baltu plēvi un augu piesiešanai izmanto sintētisko auklu. Šie materiāli nonākot kompostā nesadalās, tādējādi ik gadu radot lielu atkritumu daudzumu. Tādēļ ir nepieciešams veicināt bioloģiski noārdāmā mulčējamā materiāla un bioloģiski noārdāmā sienamā materiāla izmantošanu, kurus pēc audzēšanas sezonas var kompostēt kopā ar augu atliekām, kā arī kokosa šķiedru substrāta izmantošanu segtajās platībās.

Veidojot augļu koku vainagus un izgriežot zarus, šos zarus, ja tie nav slimību un kaitēkļu izplatības avots, var sasmalcināt. Lietojot augu atlieku smalcinātāju un šķelidojamās iekārtas, tiek panākta atkritumu samazināšana, kā arī saražotās mulčas tālāka izmantošana apdobēs vai saimniecībā, kas ļauj uzturēt labvēlīgāku mitruma režīmu un barības vielu izmantošanu augsnē, kā arī samazināt herbicīdu lietošanas nepieciešamību – tādējādi tas ļoti cieši saistās ar bioloģisko un integrēto audzēšanas sistēmu.

### **3.3. Latvijā pieejamās augu mēslošanas līdzekļu alternatīvas – sintētisko mēslošanas līdzekļu lietošanas apjoma samazināšanai**

Mūsdienās un Latvijā klimats mainās, arvien biežāk tiek pārspēti līdzšinējie rekordi vidējās temperatūras, nokrišņu, vētru skaista un stipruma, kā arī citu parametru ziņā. Lai Latvijas lauksaimniecība nezaudētu savu konkurētspēju, kultūraugu ražību un lauksaimniecības produkcijas ražojošo saimniecību ekonomisko peļņu, augkopībā tiek izmantots arvien lielāks sintētisko mēslošanas līdzekļu (ML) daudzums. Pēc Latvijas statistikas datiem (SD), konvencionālajā un integrētajā saimniekošanas metodē, salīdzinot 2022. gadu pret 2005. gadu, kopējais sintētiskais mēslojums apjoms ir būtiski palielinājies, tā iestrāde uz 1 ha sējumu kopplatību pārrēķinot 100% augu barības vielās ir palielinājies par 63.7 kg ha<sup>-1</sup> (+86%), t.sk. slāpekļis (N) par 41,4 kg ha<sup>-1</sup> (+101%), fosfors (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) par 11,4 kg ha<sup>-1</sup> (+78%), kālijs (K<sub>2</sub>O) par 10,9 kg ha<sup>-1</sup> (+58%).

Lauksaimniecības nozare ir viena no siltumnīcas efekta gāzu emitētājām (SEG). Lai sasniegtu klimatneitralitātes nospraustos mērķus – samazināt pasaules temperatūras pieaugumu zem 2°C un ierobežot to līdz 1.5°C, ES ir pieņēmusi “Zaļo kursu” un uz tā balstīto stratēģiju “No lauka līdz galdam”. Zaļais kurss būtiski ietekmē lauksaimniecisko ražošanu, kas ir atzīta par nozīmīgu gaisa, ūdens un augsnes piesārņojuma avotu un veicina bioloģiskās daudzveidības, klimata pārmaiņu samazināšanos un dabas resursu pārmērīgu izmantošanu (Bieroza et al., 2021). Latvijai izvirzītie mērķi rada nepieciešamību pēc jaunu inovāciju ieviešanas pasākumu izstrādes un alternatīviem risinājumiem. Iepriekš jau ir aprēķināts tas, ka pieaugošs N mēslošanas līdzekļa daudzums izraisa eksponenciālu N<sub>2</sub>O pieaugumu, kā arī palielināta slāpekļa izmantošana izraisa zemu tā izmantošanas efektivitāti un nitrātu izskalošanos (Zhang L. et al., 2022).

Ilgtermiņīgas lauksaimniecības un labās prakses pamatā liela uzmanība pievērsta kultūraugu maiņai, zaļmēslojuma iestrādei, bioloģiskās daudzveidības saglabāšanai, organiskā mēslojuma glabāšanas/iestrādes vadlīnijām un normatīvo aktu izstrādei, bet salīdzinoši maz pievērsta uzmanība alternatīviem augu mēslošanas līdzekļu risinājumiem, kas var palielināt sintētisko augu barības vielu uzņemšanas efektivitāti un daļēji tos aizvietot. LBTU augsnes un augu zinātņu institūta vadošā pētniece Ina Alsiņa un c. (Alsiņa un c., 2023) pievērš uzmanību tam, ka globālās klimata izmaiņas rosina ņemt vērā un mainīt augu audzēšanas tehnoloģijas, pielāgot tās esošajām un potenciālajām izmaiņām. Savukārt izmantojot Latvijā pieejamās augu mēslošanas līdzekļu

alternatīvas lauku pētījumos ir pierādīts, ka iespējams saimniekot videi draudzīgi, ekonomiski, ilgtspējīgi un samazināt sintētisko ML apjomu.

Savukārt, lai saglabātu kultūraugu ražību un palīdzētu izpildīt klimatneitralitātes mērķus un samazinātu siltumnīcefektu gāzu emisijas (SEG), kā arī veicinātu oglekļa piesaisti, ir nepieciešams izstrādāt vadlīnijas par alternatīvo augu mēslošanas līdzekļu lietošanu un lietošanas praktiskos ieteikumus. Lauksaimnieku un lauksaimniecības konsultantu zināšanu trūkums par alternatīviem augu mēslošanas līdzekļiem, bieži ir iemesls, kāpēc tie netiek lietoti kultūraugu mēslošanā.

Latvijā pieejamie augu mēslošanas līdzekļu alternatīvie produkti ir dabiskas izcelsmes preparāti, kas tiek ražoti no kūdras vai sapropeļa un mikrobioloģiski preparāti, kuru sastāvā ir dzīvi mikroorganismi un to metabolisma procesā radušās vielas. Šo alternatīvo produktu ražošana notiek lokāli, te pat Latvijā, un tas ir īpaši svarīgi mūsdienu nestabilajā ģeopolitiskajā un ekonomiskajā situācijā, sakarā ar karu Ukrainā un Izraēlā. Produktu ražotāji ir vairāki, tomēr ne visi preparāti ir tikuši pārbaudīti lauku pētījumos, vai veikta to priekšizpēte. Darba ietvarā tiek iekļauti tie augu mēslošanas līdzekļu preparāti, kuru ietekme ir pārbaudīta kultūraugu lauku pētījumos, un veikta to ietekmes priekšizpēte. Pētījumi tiek turpināti, un jaunākie, t.i. 2022. gada un 2023. gada dati tiks iekļauti autore promocijas darbā. Veiktie pētījumu dati tiek apkopoti un 2023. gada datus zinātnisko pētījumu centru atbildīgie pētnieki iesniegts uz 2023. gada nogali.

Kultūraugu audzēšanas pētījumos visaugstākos rezultātus uzrāda preparātu kombinācijas, kas ir būtiski, lai nezaudētu kultūraugu ražību, jo augiem ir nepieciešamas ne tikai sintētiskās barības vielas, bet arī vienlaikus ir nepieciešami vairāki gan mikro, gan makro barības elementi. Mikrobioloģisko un humusvielu preparātu kombinācijas visbiežāk ir devušas būtisku ražības palielinājumu. Latvijā pieejamiem alternatīviem, dabiskas izcelsmes augu mēslošanas līdzekļi ir vispārējās augsnes ielabotāji, un to darbības pamatā ir augsnē esošo barības elementu šķīdināšana un pārveidošana augiem uzņemamā formā. Šādu preparātu lietošanas rezultātā notiek efektīvāka sintētisko barības vielu uzņemšana, līdz ar to tiek ievērojami mazināta to nokļūšana gruntsūdeņos, notecēs un ūdenstilpnēs. Arī citi zinātnieki, tas skaitā Gram et al. (2020) pētīja kombinēto organisko un minerālmēsli lietošanas ietekmi uz augsnes auglību, un norādīja, ka kombinētā lietošana ne tikai uzlaboja augsnes auglību, bet arī palielināja organiskā oglekļa saturu augsnē, un ilgtermiņā dabiskas izcelsmes un mikrobioloģisko mēslošanas līdzekļu ietekmes rezultātā veicina būtisku N<sub>2</sub>O emisiju samazināšanos (Guo et al., 2022; Xu et al., 2023). Ir zināms, ka ir jāpieliek zināmas pūles, lai samazinātu agronomisko atkarību no sintētiskā mēslojuma un apgūtu inovatīvu augu mēslojuma lietošanas kombinācijas, un tās integrētu kultūraugu audzēšanas tehnoloģijās.

Patlaban Latvijā pieejamie alternatīvie produkti, kas reģistrēti Valsts augu aizsardzības dienestā (VAAD) kā organiskas izcelsmes mēslojums (organominerālais mēslojums), mikrobioloģisks preparāts, vai arī augu augšanas veicinātājs. Šo produktu pamatsastāva deklarētie rādītāji un mēslošanas līdzekļu ieteicamās devas apkopotas 3.8. tabulā.

3.8. tabula

### Pamatinformācija par alternatīviem mēslošanas līdzekļiem

Produkta nosaukums	Pamatsastāva rādītāji	Ieteicamā deva	Pielietojuma apraksts
<b>Formula EKO</b>	Humusvielas 1% (>10 g/l), Bacillus spp., Azotobacter spp., Pseudomonas spp. u.c.	5 – 10 l ha <sup>-1</sup>	Visu veidu augsnes uzlabošanai. Dabiskā veidā atjauno augsnes organisko sastāvu, aktivizē augsnes mikrofloru, spēcīgs prebiotīķis.

Produkta nosaukums	Pamatsastāva rādītāji	Ieteicamā deva	Pielietojuma apraksts
<b>GreenCytokinin</b>	<i>Pseudomonas stutzeri</i> 3 x 10 <sup>9</sup> kvv/ml.	0.5 – 2 l ha <sup>-1</sup>	Satur dabiskus augu augšanas regulatorus – citokinīnus un auksīnus, vitamīnus un īpašas vielas - elikatorus, kas stiprina augu imunitāti.
<b>Universal PRO</b>	Humusvielu koncentrāts 2.5% (25 g/l).	0.5 – 2 l ha <sup>-1</sup>	Paaugstina augu imunitāti, uzlabo barības vielu iekļūšanu augos, paaugstina minerālmēsļu izmantošanas efektivitāti, sekmē sakņu sistēmas attīstību.
<b>Formula PRO</b>	<b>4X</b> Dabiskas izcelsmes bioloģiski aktīvas humusvielas 4.7%, satur kalciju, magniju.	25 – 50 kg ha <sup>-1</sup>	Veicina labvēlīgās augsnes mikrofloras attīstību, uzlabo augsnes sastāvu, veicina augu augšanu, nodrošina augus ar barības vielām un dabiskas izcelsmes kalciju un magniju.
<b>Nitragāns zirnīem, vīķiem, pupām</b>	<i>Rhizobium leguminosarum</i> , 4x10 <sup>8</sup> -4x10 <sup>9</sup> KVV/g vai KVV/ml.	5 l t <sup>-1</sup>	Veicina augu augšanu, vecina sakņu masas palielināšanos un gumiņu veidošanos.
<b>Trihodermins</b>	<i>Trichoderma harzianum</i> 3x10 <sup>9</sup> KVV/ml, <i>Trichoderma viride</i> 3x10 <sup>9</sup> KVV/ml.	5 - 10 l ha <sup>-1</sup>	Veicina sakņu masas palielināšanos, nodrošina augsnes atveseļošanu un augu aizsardzību pret patogēniem. Var daļēji aizvietot augu aizsardzības līdzekļus (fungicīdus), it īpaši kombinācijā ar <i>Bacillus subtilis</i> jeb Subtimikss produktu.
<b>Subtimikss</b>	<i>Bacillus subtilis</i> 5x10 <sup>8</sup> -5x10 <sup>9</sup> KVV/ml, <i>Trichoderma</i> sp. 10 <sup>8</sup> -10 <sup>9</sup> kvv/ml.	5 - 10 l ha <sup>-1</sup>	Veicina sakņu masas palielināšanos. Šķīdina augsnē esošās barības vielas pārveido tās augiem uzņemamā veidā, it īpaši fosforu un kāliju. Palielina augu imunitāti un sintētiskā mēslojuma izmantošanas efektivitāti.
<b>Azotobakterīns</b>	<i>Azotobacter</i> sp. 2x10 <sup>8</sup> -2x10 <sup>9</sup> KVV/g vai KVV/ml.	5 - 10 l ha <sup>-1</sup>	Saista atmosfēras slāpekli un pārveido to augiem uzņemamā veidā. Stimulē augu augšanu un zaļās masas veidošanu. Uzlabo augsni. Var izmantot kā daļēji aizvietojošu N (~50 kg ha <sup>-1</sup> ) daudzumu mēslošanas plānā, it īpaši tad, ja tiek samazināts sintētiskā slāpekļa mēslojums
<b>Vitmīns</b>	<i>Pseudomonas</i> sp. 4x10 <sup>9</sup> -4x10 <sup>9</sup> KVV/ml, <i>Azotobacter</i> sp. 2x10 <sup>9</sup> -2x10 <sup>9</sup> KVV/ml.	2 – 2,5 l ha <sup>-1</sup>	Satur dabiskus augu augšanas regulatorus – citokinīnus un auksīnus (baktērijas metabolisma produkts), kas stiprina augu imunitāti, mazina augiem apkārtējās vides negatīvo ietekmi un stresu, veicina un regulē augu augšanu. Var daļēji vai pat pilnībā aizvietot sintētiskos augu augšanas regulatorus. Ievērojami palielina kultūraugu ražību.

Avots: autoru veidots pēc produktu ražotāju un VAAD informācijas, 2023.

Lai alternatīvie augu mēslošanas līdzekļi būtu pieejami Latvijas tirgū, ir nepieciešams ilgs laiks, zināšanas un investīcijas. Bieži vien šīs izmaksas ir tās, kas ierobežo maza pamatkapitāla uzņēmumus. Savukārt lielo kompāniju iespējas ir plašākas un mainoties pieprasījumam, sakarā ar Zaļo kursu, Latvijas tirgū ienāk arvien biežāk citās valstīs ražoti mikrobioloģiski preparāti. Zinātnieki brīdina, par to, ka citu valstu preparāti, it īpaši dzīvu mikroorganismu preparāti, kas nav iegūti no Latvijas augsnes un pārbaudīti (testēti) Latvijas lauku apstākļos, bieži ir maz efektīvi vai visticamāk pat nepietiekoši efektīvi un neatstāj uz kultūraugu ražību. Par slāpekļa saistītāj-baktēriju un arī citu mikroorganismu būtisku efektivitātes atšķirību starp mikroorganismiem, kas ir izolēti no Latvijas augsnes un tiem mikroorganismiem, kas tiek ievesti no citām valstīm, brīdina zinātnieki, tai skaitā zinātniece Alise Klūga (2023) nesen aizstāvētajā promocijas darbā “Gumiņbaktēriju daudzveidība Latvijas augsnes”.

Tālāk tekstā sniegts apkopojums SEG emisiju samazinošam pasākumam Sintētisko mēslošanas līdzekļu aizvietošana ar mikrobioloģiskajiem augu mēslošanas līdzekļiem (3. 9. tabula). SEG emisiju samazinošo pasākumu portfolio informācijā ir iekļauti kultūraugi, kuriem ir veikti lauku pētījumi akreditētā pētījumu centrā un iegūtie dati ir ticami. Pētījumi ir veikti laika periodā no 2018. gada līdz 2022. gadam.

3.9. tabula

**Portfolio pasākumam “Sintētisko mēslošanas līdzekļu aizvietošana ar mikrobioloģiskajiem augu mēslošanas līdzekļiem**

<b>Sintētisko mēslošanas līdzekļu aizvietošana ar dabiskas izcelsmes un mikrobioloģiskiem augu mēslošanas līdzekļiem (DI-MbML)</b>	
<b>Pasākuma mērķi</b>	<p><i>Ekonomiskais:</i> samazināt sintētiskā mēslošanas līdzekļu apjomu augkopībā, saglabājot ražojošo saimniecību ekonomisko peļņu;</p> <p><i>Agronomiskais:</i> saglabāt un uzlabot augsnes auglību, palielināt kultūraugu ražību;</p> <p><i>Klimata:</i> augkopības radīto SEG emisiju samazināšana;</p> <p><i>Vides:</i> samazināt augu barības elementu zudumus un augkopības radītos gruntsūdeņu piesārņojumus.</p>
<b>Augkopības kultūras (kultūraugi), kas IR piemērotas pasākuma ieviešanai</b>	Ziemas kvieši, ziemas rapsis, vasaras mieži, vasaras rapsis, lauku pupas, zirņi, auzas, kartupeļi, kā arī ilggadīgais zālājs.
<b>Augkopības kultūras (kultūraugi), kas NAV piemērotas pasākuma ieviešanai</b>	Darba autorei nav zināma informācija par augkopības kultūraugiem, kas NAV piemēroti pasākumu ieviešanai, jo nav lauku pētījumi, kas apstiprinātu nepiemērotību! Savukārt ir zinātniski pamatots un apstiprināts zinātniskos darbos un rakstos, ka mikrobioloģiskie mēslošanas līdzekļi ir piemēroti it visiem kultūraugiem un augkopības kultūrām.
<b>Pasākuma ieviešanas tehnoloģija</b>	<p>Precīzai dabiskas izcelsmes mikrobioloģisko augu mēslošanas līdzekļu lietošanai ir būtiskas divas pieejas jeb tehnoloģijas:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) augsnes agroķīmiskās analīzes, lai precīzāk var aprēķināt nepieciešamo sintētisko mēslojumu atbilstoši plānotai kultūraugu ražībai un tā samazinošo, jeb aizvietojošo daudzumu ar mikrobioloģiskajiem mēslošanas līdzekļiem;</li> <li>2) augsnes biomasas daudzuma un attiecību noteikšana, it īpaši augsnē esošo augsnes sēņu un augsnes baktēriju attiecība, kā arī</li> </ol>

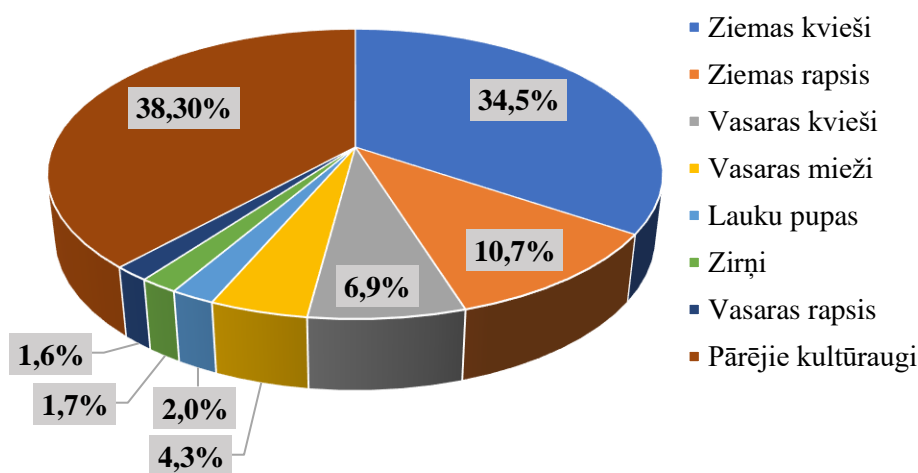
	iepriekšējo gadu kultūraugu augšanas novērojumi, kurus būtu ieteicams uzskaitīt (aprakstīt) lauka vēsturē.
<b>Pasākuma ieviešanas ierobežojumi</b>	<p>Alternatīvo augu mēslošanas līdzekļu efektivitāte ir atkarīga no ļoti daudziem faktoriem - sevišķi no laika apstākļiem, organiskās vielas daudzuma augsnē, augsnes pH līmeņa, tai skaitā no barības vielu pieejamības augsnē un augsnes granulometriskā sastāva.</p> <p>Viens no būtiskākajiem ieviešanas ierobežojumiem ir lauksaimnieku un lauksaimniecības konsultantu zināšanu trūkums par dabiskas izcelsmes un mikrobioloģiskajiem augu mēslošanas līdzekļiem un to kombinēšanu.</p>
<b>Pasākuma negatīvie efekti uz klimatu</b>	<p>Negatīvi efekti nav zināmi un šajā sakarā citēšu <i>asoc. prof. vadošās pētnieces, Dr. biol. Vizmas Nikolajevas</i> sacīto: "<i>Mikroorganismi augsnē nekad nevar būt par daudz, un tie savā starpā regulē savas attiecības. Augsnē vienmēr būs gan augiem labvēlīgi, gan ne tik labvēlīgi un slimību ierosinoši mikroorganismi (patogēni), tādēļ, lai augsni atveseļotu un tā būtu veselīga, ir nepieciešamas palielināt augsnē esošo, augu augšanai labvēlīgo mikroorganismu daudzumu!</i>"</p>
<b>Pasākuma ietekmes ilgums un darbības ietekmes saglabāšanai</b>	<p>Alternatīvo augu mēslošanas līdzekļu ietekme ir attiecināma uz kultūrauga vienu veģetācijas periodu. Patlaban nav pieejami dati, kas apstiprinātu preparātu ietekmes saglabāšanos nākošajam kultūraugam. Ilgtermiņā, tas ir 15-20 gadi, ir zinātnieku pētījumi un zinātniskie raksti par to, kas apliecina pozitīvo ietekmi uz augsni ilgtermiņā, tās vispārējo augsnes kvalitātes uzlabošanu, organiskās vielas palielināšanos, augiem pieejamā fosfora un kālija palielināšanos.</p>
<b>Pasākuma ietekme uz SEG emisiju samazinājumu</b>	<p>SEG emisiju samazinājums tieši ietekmē kopējās lauksaimniecības emisijas (21,5%), jo tai skaitā 2020. gadā 51,6% emisijas veidoja lauksaimniecības augsnes un sintētiskie augu mēslošanas līdzekļi.</p> <p>Vidēji SEG emisijas ir 16 kg CO<sub>2</sub>eq uz izmantotā slāpekļa mēslojuma (LLU &amp; LR ZM, 2020). Ieviešot dabiskas izcelsmes un mikrobioloģisku augu mēslošanas līdzekļu lietošanu praksē, tad SEG emisijas var tikt samazinātas par 560-800 kg CO<sub>2</sub>eq no katra kultūraugu audzēšanas hektāra.</p> <p><i>Piemēram</i>, ziemas kviešu sintētiskā slāpekļa mēslojuma samazinājums iespējams par 35-50 kg ha<sup>-1</sup> (15-25%), ja vien papildus izmanto kultūraugu mēslošanā alternatīvos augu mēslošanas līdzekļus un to kombinācijas, kā arī fosfora un kālija mēslojuma samazinājums iespējams par 10-15%.</p>
<b>Pasākuma ietekme uz ilgtspējas aspektiem</b>	<p>Papildinot augu mēslošanu ar alternatīviem mēslošanas līdzekļiem ilgtermiņā tiek sasniegti vienlaicīgi vairāki ilgtspējas aspekti:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) samazinās augu barības vielu zudumi;</li> <li>2) netiek pazemināta, bet gan tieši uzlabota vispārējā augsnes auglība;</li> <li>3) samazinās sintētisko mēslošanas līdzekļu apjoms;</li> <li>4) samazinās fosfora savienojumu zudumi no lauksaimniecības zemēm;</li> <li>5) stabilizējas augsnes pH līmenis un samazinās augšņu paskābināšanās;</li> <li>6) uzlabojas augsnes struktūra un stabilitāte mālainās augsnēs;</li> </ol>



	<p>7) samazinās gruntsūdeņu piesārņojums no augkopības;  8) uzlabojas augkopības importa-eksporta bilance;  9) Valsts kopumā var iegūt, pārdodot SEG emisiju kvotas.</p>
<p><b>Pasākuma ieviešanas izmaksas (galvenās izmaksu pozīcijas)</b></p>	<p>Pasākuma ieviešanas galvenās izmaksas:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) augsnes agroķīmiskā izpēte/analīzes;</li> <li>2) augsnē esošo augsnes mikroorganismu attiecību analīzes (sēnes : baktērijas);</li> <li>3) prasme jeb zināšanas izvēlēties Latvijas apstākļiem piemērotākos un efektīvākos mikrobioloģiskos ML;</li> <li>4) zināšanu trūkums par DI-MbML efektivitātes ietekmes palielināšanas/samazināšanas apstākļiem;</li> <li>5) prasme un zināšanas par to, kā efektīvāk integrēt kultūraugu mēslošanas plānos DI-MbML.</li> </ol>
<p><b>Ieņēmumi no pasākuma ieviešanas</b></p>	<p>Latvijā nav veikti pētījumi par dabiskas izcelsmes un mikrobioloģisko augu mēslošanas līdzekļu pasākuma ieviešanas ieņēmumiem. Tomēr daudzas valstis ir veikušas pētījumus un apstiprina to, ka samazinot slāpekļa devas tiek būtiski samazinātas N<sub>2</sub>O emisijas (Wang et al., 2022) un par mikrobioloģisko augu mēslošanas līdzekļu lietošanu (Li Z et al., 2022; Wu et al., 2023).</p> <p>Būtiskākie ieņēmumi no pasākumu ieviešanas:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) nepalielinot sintētisko mēslošanas līdzekļu apjomu, bet lietojot DI-MbML palielinās kultūraugu ražība par 10-35%, atkarībā no kultūrauga;</li> <li>2) netiek zaudēta kultūraugu ražība, ja lieto alternatīvos mēslošanas līdzekļus un samazina sintētisko augu makroelementu (N, P, K) mēslojumu par 15-20%;</li> <li>3) būtiski tiek samazinātas SEG emisijas, kuras rada pieaugošais sintētisko mēslošanas līdzekļu apjoms;</li> <li>4) uzlabojas augsnes vispārējā auglība, kas ilgtermiņā sniegts arvien augstākas ražas;</li> <li>5) augi efektīvāk izmanto sintētiskos mēslošanas līdzekļus;</li> <li>6) palielinās augu dabiskā imunitāte, līdz ar to samazinās ķīmisko augu aizsardzības līdzekļu lietošanas nepieciešamība.</li> </ol>
<p><b>SEG samazināšanas izmaksas</b></p>	<p>Latvijā nav veikti pētījumi par dabiskas izcelsmes un mikrobioloģisko augu mēslošanas līdzekļu SEG samazināšanas izmaksām. Tomēr daudzas valstis ir veikušas pētījumus un apstiprina to, ka mikrobioloģisko augu mēslošanas līdzekļu lietošana būtiski samazina</p>

### 3.4. Ekonomiskie ieguvumi/zaudējumi un ietekme uz SEG emisiju samazināšanu pasākumam "Sintētisko mēslošanas līdzekļu aizvietošana ar mikrobioloģiskajiem augu mēslošanas līdzekļiem"

Lauksaimniecības sējumu kopplatība 2022. gadā bija 1302,4 tūkst. hektāri (ha). No sējumu kopplatības graudaugu sējumi aizņēma 776,4 tūkst. ha (59,9%) un ziemāju sējumi 482,9 tūkst. ha (33,3%). Latvijas sējumu kopplatībā ziemāji - ziemas kvieši un ziemas rapši 2022. gadā bija 588,2 tūkst. ha (45,2 %), līdz ar to jāpievērš īpaša vērība SEG emisiju mazināšanas pasākuma ekonomiskiem ieguvumiem vai zaudējumiem ziemas kviešiem un rapšiem (sk. 3.1. attēlu).



Avots: autoru veidots pēc CSP datiem, 2023.

#### 1. attēls 2022. gada kultūraugu sējumu platību struktūra Latvijā, (%)

Lai SEG emisiju samazināšanas pasākumam aprēķini būtu objektīvi Latvijai, izmantojot dabiskas izcelsmes un mikrobioloģisko augu mēslošanas līdzekļus, lauku pētījumi, it īpaši lokālie pētījumi ir īpaši nozīmīgi. Darba autore aprēķinus un SEG emisiju samazināšanas pasākumu pamatā balsta uz tiem kultūraugiem, kam ir iepriekš konvencionālajā saimniekošanas metodē ir veikti lauku pētījumi Latvijas teritorijā. Pētījumi veikti laika periodā no 2018. gada līdz 2022. gadam. Kultūraugi, kuriem lauku pētījumos tika pielietoti dabiskas izcelsmes un mikrobioloģiskie augu mēslošanas līdzekļi un to kombinācijas ir sekojoši:

- 1) vasaras rapsis;
- 2) ziemas kvieši;
- 3) vasaras mieži;
- 4) ziemas rapsis;
- 5) lauku pupas;
- 6) zirņi.

Lauku pētījumos iegūtie dati ir apkopoti, izanalizēti un tos izmantojot tālāk tiek aprēķināts ekonomiskais ieguvums un ietekme uz SEG emisiju samazināšanas pasākumu, ņemot vērā 2022. gada datus:

- 1) sējumu platības;



- 2) mikrobioloģisko mēslošanas līdzekļu tirdzniecības cenas;
- 3) kultūraugu ražas iepirkumu cenas.

Lauku pētījums par vasaras kviešiem konvencionālajā audzēšanas metodē veikts laika periodā 2021. un 2022. gadā. Pētījumā iegūtais augstākais rezultāts izmantojot mikrobioloģisko mēslošanas līdzekļu kombinācijas 2021. gadā bija 4. un 5. variantā, kur tika veikta augsnes apstrāde ar preparātiem: Trihodermins, Subtimikss un Azotobakterīns un pirmajam miglojumam (cerošanas stadijā) (Larsson un c., 2022). Kopējais ražas pieaugums salīdzinot ar kontroli 4. variantā 0,71 t ha<sup>-1</sup> jeb 15,5% vairāk un 5. variantā ražas pieaugums 0,59 t ha<sup>-1</sup>, tas ir 12,8%. Konvencionāli audzētiem kviešiem 'Robijs' lauku pētījums tika atkārtots 2022. gadā un ražas dati salīdzinot ar kontroli bija par 5% augstāki salīdzinot ar 2021. gada rezultātiem, savukārt turpmāk aprēķinos tiks izmantoti iepriekš publicētie dati, kā arī modelis, kas tika izstrādāts projekta komandas dalībnieces V. Vīksniņas 2022. gada maģistra darbā un uz šīs pamatinformācijas tiek veiktas korekcijas jeb papildinājumi, saistībā ar alternatīvo produktu aktuālo ražotāja piedāvājuma jeb tirgus cenu, kas spēkā 2023. gadā un tirgus iepirkumu cenu ražai 2023. gadā, savukārt aprēķini SEG emisiju samazināšanas pasākumam balstoties uz CSP sējumu struktūras datiem 2022. gadā, līdz ar to iegūtie aprēķini tiek pietuvināti augkopības tirgus situācijai uz 2023. gada oktobri.

3.10. tabula

#### Ekonomiski izdevīgākie kultūraugu audzēšanas varianti

Kultūraugs, produkts (i) vai to kombinācija un izmantotais produktu daudzums, (I; kg)	Ražas pieaugums, t ha <sup>-1</sup>	Produktu izmaksu neto kopsumma, EUR ha <sup>-1</sup>	Apgrozījuma pieauguma izmaiņas, EUR ha <sup>-1</sup>	Neto ienākums, EUR ha <sup>-1</sup>
Vasaras rapsis FE <sub>10</sub> + GC <sub>1.04</sub> + UP <sub>1</sub> + F4X <sub>50</sub>	0.77	79.65	311.47	231.82
Ziemas kvieši UP <sub>2</sub>	0.95	10.00	222.78	212.78
Vasaras mieži FE <sub>10</sub> + GC <sub>1.03</sub> + UP <sub>1.5</sub> + F4X <sub>50</sub>	1.05	83.97	245.96	161.99
Ziemas rapsis FE <sub>10</sub> + BK <sub>2.5</sub> + GC <sub>2.6</sub> + UP <sub>1.5</sub> + F4X <sub>50</sub>	0.64	117.25	258.56	141.31
Lauku pupas N <sub>5</sub>	0.50	10.47	150	139.53
Zirņi BE-SH-1 <sub>5</sub>	0.87	180.34	278.40	98.06

Avots: autoru aprēķini, 2023.

3.10. tabulā veiktie aprēķini un neto ienākums kultūraugu audzēšanā visaugstākais ir vasaras rapsim, tas ir 231.82 EUR ha<sup>-1</sup>, savukārt ziemas kviešiem – 212,78 EUR ha<sup>-1</sup> un vasaras miežiem 161,99 EUR ha<sup>-1</sup>. Vasaras rapsim tika izmantoti augu mēslošanai SIA "Ražošanas tehnoloģijas" produkti un ražotāja ieteikumu shēma kultūraugu ražības palielināšanai. Šo mēslošanas līdzekļu un ieteikumu rezultātā tika palielināta ne tikai kultūraugu ražība, bet ielabota augsne un veikti lapu mēslojumi, kas būtiski palielināja sintētiskā mēslojuma efektivitāti un rezultējās ar ievērojamu ražas pieaugumu par 770 kg ha<sup>-1</sup> jeb 19,6% salīdzinot ar kontroli.

Aprēķini parāda ne tikai ekonomisko ieguvumu, bet arī iespēju, ko sniedz dabiskas izcelsmes un mikrobioloģiski augu mēslošanas līdzekļi, ka nepalielinot sintētisko mēslojumu ir

iespējams sasniegt lielāku kultūraugu ražību. Savukārt ilgtermiņā sniegtie ieguvumu, kā augsnes vispārējā ielabošana un citi augsnes ilgtspējas aspekti ir svarīgi nākamo gadu audzējamiem kultūraugiem tajā pat vietā.

Ilgtermiņā (10-15 gadi) ielabojot augsni, būtiski palielināsies ne tikai augsnē esošo barības vielu pieejamība augiem, bet arī augsnes biomasa, organisko vielu saturs augsnē un stabilizēsies augsnes pH līmenis. Šo procesu rezultātā būs arvien mazāk nepieciešams veikt augsnes uzturošo kalpošanu, līdz ar to samazināsies SEG emisijas.

3.11. tabula

### Aizvietotais sintētiskais ML apjoms izmantojot alternatīvos DI-MbML

Kultūraugs	Ražas pieaugums, t ha <sup>-1</sup>	Augu barības elementu iznese pēc A.Kārķļa un I. Līpenītes apkopotajiem datiem, kg uz 100 kg produkta (*izņemot)	Aizvietotais sintētiskā ML apjoms, kg ha <sup>-1</sup>
Vasaras rapsis	0.77	N - 4,85 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 2,29 K <sub>2</sub> O - 5,48	N - 37,4 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 17,6 K <sub>2</sub> O - 42,2
Ziemas kvieši	0.95	N - 2,47 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 1,01 K <sub>2</sub> O - 1,86	N - 23,5 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 9,6 K <sub>2</sub> O - 17,7
Vasaras mieži	1.05	N - 2,20 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 1,01 K <sub>2</sub> O - 1,99	N - 23,1 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 10,6 K <sub>2</sub> O - 20,9
Ziemas rapsis	0.64	N - 4,85 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 2,29 K <sub>2</sub> O - 5,48	N - 31,0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 14,7 K <sub>2</sub> O - 35,1
Lauku pupas	0.50	*N - 3,00 *P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 2,00 *K <sub>2</sub> O - 5,00	*N - 15,0 *P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 10,0 *K <sub>2</sub> O - 25,0
Zirņi	0.87	N - 5,00 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 1,37 K <sub>2</sub> O - 3,13	N - 43,5 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 12,0 K <sub>2</sub> O - 27,2

Avots: autoru aprēķini pēc VAAD informācijas, 2023.

Tabulā 3.2. aprēķinātais sintētiskais mēslošanas apjoms, kura aizvietošanu nodrošināja dabiskas izcelsmes un mikrobioloģiskie mēslošanas līdzekļi caur kultūraugu ražības pieaugumu un tais skaitā ekonomisko peļņu ražojošai saimniecībai, ko apstiprina tabulas 3.1. aprēķini, ir būtisks.

Ir zināms, ka Latvijas teritorijas augsnēs ir ievērojami augu barības vielu krājumi, bet tie ir augiem neuzņemamā formā! 2023. gada 2. februārī, pēc, Valsts augu aizsardzības dienesta Agroķīmijas departamenta direktores Skaidrītes Rulles, sniegtās informācijas kooperatīva "Durbes grauds" seminārā lauksaimniekiem, ir zināms, ka kopējie augu barības elementu krājumi augsnes trūdkārtā ir sekojoši:

- 1) slāpekļis (N) – 4 līdz 6 t ha<sup>-1</sup>;
- 2) fosfors (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) – 4 līdz 5 t ha<sup>-1</sup>;
- 3) kālijs (K<sub>2</sub>O) – 70 līdz 120 t ha<sup>-1</sup>;
- 4) kalcijs (CaO) – 20 līdz 58 t ha<sup>-1</sup>;
- 5) magnijs (MgO) – 10 līdz 48 t ha<sup>-1</sup>.

Izmantojot kultūraugu mēslošanai dabiskas izcelsmes un mikrobioloģiskos augu mēslošanas līdzekļus tiek šķīdināti augsnē esošie krājumi, kā arī palielinās sintētiskā mēslojuma efektivitāte, līdz ar to iespējams iegūt lielāku ražu nepalielinot sintētisko mēslošanas līdzekļu apjomu.

Ieviešot sintētiskā mēslošanas līdzekļu aizvietošanu ar dabiskas izcelsmes un mikrobioloģiskajiem augu mēslošanas līdzekļiem, tiek iegūta būtiska ietekme uz SEG emisiju samazināšanu un palielinoties kultūraugu ražībai netiek palielināts sintētiskā mēslojuma apjoms. Jekāda veida pāreja nevar būt 100% paveicam īsā laika termiņā, bet ieviešot pasākumu kopumu ir iespējams ar katru gadu arvien vairāk un vairāk samazināt sintētiskā mēslojuma apjomu, nezaudējot kultūraugu ražību! Nākotnes vīzija par to, cik daudz sintētiskais mēslojums tiktu aizvietots, ja šo aizvietoto sintētiskā mēslojuma apjomu modulētu izmantojot 2022. gada kultūraugu sējplatības Latvijas teritorijā pēc 2023. gada CSP datiem par 2022. gada sējplatībām (skatīt 3.12. tabulu).

3.12. tabula

**Ietekme uz SEG emisiju samazināšanu daļēji aizvietojot sintētisko mēslošanas līdzekļus kultūraugu audzēšanā, tūkst. kg ha<sup>-1</sup>**

Kultūraugs	Aizvietotais sintētiskā ML apjoms, kg ha <sup>-1</sup>	Kopējā kultūrauga sējplatība 2022. gadā, tūkst. ha <sup>-1</sup>	Aizvietotais sintētiskā ML apjoms kopā tūkst. t
Vasaras rapsis	N – 37,4 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – 17,6 K <sub>2</sub> O – 42,2	21,0	N – 785,4 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – 369,6 K <sub>2</sub> O – 886,2
Ziemas kvieši	N – 23,5 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – 9,6 K <sub>2</sub> O – 17,7	448,9	N – 10549,2 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – 4309,4 K <sub>2</sub> O – 7945,53
Vasaras mieži	N – 23,1 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – 10,6 K <sub>2</sub> O – 20,9	56,6	N – 1397,5 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – 600,0 K <sub>2</sub> O – 1182,9
Ziemas rapsis	N – 31,0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – 14,7 K <sub>2</sub> O – 35,1	139,3	N – 4318,3 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – 2047,7 K <sub>2</sub> O – 4889,4
Lauku pupas	*N – 15,0 *P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – 10,0 *K <sub>2</sub> O – 25,0	25,6	*N – 384,0 *P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – 356,0 *K <sub>2</sub> O – 640,0
Zirņi	N – 43,5 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – 12,0 K <sub>2</sub> O – 27,2	22,3	N – 970,1 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – 267,6 K <sub>2</sub> O – 606,6

Avots: autoru aprēķini pēc CSP informācijas, 2023.

Aprēķini liecina, ka vislielākā ietekme uz SEG emisiju samazināšanu caur sintētiskā mēslojuma aizvietošanas pasākumu ir ziemas kviešiem, jo ziemas kviešu sējumu platība Latvijā aizņem vairāk kā 1/3 daļu (34,5%) no kopējās sējumu kopplatības.

Aprēķini uzskatāmi pierāda, ka pasākuma “Sintētisko mēslošanas līdzekļu aizvietošana ar mikrobioloģiskiem augu mēslošanas līdzekļiem” ekonomiskie ieguvumi un ietekme uz SEG emisiju samazināšanu ir būtiska ne tikai Latvijai kopumā, bet arī ekonomiski izdevīgi pašiem lauksaimniekiem.

---

## Izmantotās literatūras saraksts

Angileri V., Guerrero I., Weiss F.A. (2023) A classification scheme based on farming practices. A tool for labelling climate and environmental intervention in Common Agricultural Policy strategic plans, EC-JRC, Ispra.

### Par lopkopības pasākumiem

Achinas S., Martherus D., Krooneman J., Euverink G.J.W. (2019) Preliminary Assessment of a Biogas-Based Power Plant from Organic Waste in the North Netherlands *Energies* 12:4034

Animut G., et al. (2008) Methane emission by goats consuming different sources of condensed tannins. *Animal Feed Science and Technology* 144:228-41.

Duin E. C. et al. (2016). Mode of action uncovered for the specific reduction of methane emissions from ruminants by the small molecule 3-nitrooxypropanol. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 113, 6172-6177.

Eds Gerber P.J., Henderson B. and Makkar H.P.S. *Animal Production and Health Paper No. 177*. FAO, Rome, Italy.

Frank S. et al. (2018) Structural change as a key component for agricultural non-CO<sub>2</sub> mitigation efforts. *Nature communications* 9:1-8

Gebrezgabher S.A., Meuwissen M.P.M., Lansink A.G.J.M.O. (2012) Energy-neutral dairy chain in the Netherlands: An economic feasibility analysis *Biomass and Bioenergy* 36:60-68

Guyader, J., et al. (2015) Nitrate but not tea saponin feed additives decreased enteric methane emissions in nonlactating cows. *Journal of Animal Science* 93:5367-77.

Haisan J., et al. (2014). The effects of feeding 3-nitrooxypropanol on methane emissions and productivity of Holstein cows in mid lactation. *Journal of Dairy Science* 97:3110-19.

Herliatika A. and Widiawati Y. (2022) Biogas as methane mitigation path on dairy cattle waste management. *International Conference on Environmental, Energy and Earth Science*, 1041 (2022) 012085 IOP Publishing doi:10.1088/1755-1315/1041/1/012085

Hoang D.L., Davis C., Moll H.C., Nonhebel S. (2020) Impacts of biogas production on nitrogen flows on Dutch dairy system: Multiple level assessment of nitrogen indicators within the biogas production chain *Journal of Industrial Ecology* 24:665-680

Hristov A. N., et al. (2015) An inhibitor persistently decreased enteric methane emission from dairy cows with no negative effect on milk production. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 112:10663-68

Hristov A.N. et al. (2013a) Special topics—Mitigation of methane and nitrous oxide emissions from animal operations: I. A review of enteric methane mitigation options *Journal of animal science* 91: 5045-5069

Hristov A.N., et al (2013) Mitigation of greenhouse gas emissions in livestock production – A review of technical options for non-CO<sub>2</sub> emissions. Eds Gerber, P.J., Henderson, B. and Makkar, H.P.S. *Animal Production and Health Paper No. 177*. FAO, Rome, Italy.

Hristov A.N., et al (2013) Mitigation of greenhouse gas emissions in livestock production – A review of technical options for non-CO<sub>2</sub> emissions.

Hristov, A.N., Eds Gerber P.J., Henderson B., Makkar, H.P.S (2013) Mitigation of greenhouse gas emissions in livestock production – A review of technical options for non-CO<sub>2</sub> emissions. *Animal*

---

Liu H., V. Vaddella and D. Zhou. (2011) Effects of chestnut tannins and coconut oil on growth performance, methane emission, ruminal fermentation, and microbial populations in sheep. *Journal of Dairy Science* 94:6069-77.

Lopes J. C., et al. (2016) Effect of 3-nitrooxypropanol on methane and hydrogen emissions, methane isotopic signature, and ruminal fermentation in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 99:5335-44

Martinez-Fernandez G., et al. (2014) Effects of ethyl-3-nitrooxy propionate and 3-nitrooxypropanol on ruminal fermentation, microbial abundance, and methane emissions in sheep. *Journal of Dairy Science* 97:3790-99

Massé D.I., Talbot G., Gilbert Y. (2011) On farm biogas production: A method to reduce GHG emissions and develop more sustainable livestock operations. *Animal Feed Science and Technology* 166–167 (2011) 436–445

Miller J., Pilvere I. (2021) Possibilities of biogas production from livestock waste in Latvia. *Proceedings of the 2021 International Conference “Economic Science for Rural Development” Jelgava, LLU ESAF, 11-14 May 2021, pp. 424-432 DOI: 10.22616/ESRD.2021.55.043424*

Møller, H.B.; Sørensen, P.; Olesen, J.E.; Petersen, S.O.; Nyord, T.; Sommer, S.G. Agricultural Biogas Production—Climate and Environmental Impacts. *Sustainability* 2022, 14, 1849. <https://doi.org/10.3390/su14031849>

Moreira, G. D., et al. (2013) Tropical tanniniferous legumes used as an option to mitigate sheep enteric methane emission. *Tropical Animal Health and Production* 45:879-82.

Naglis-Liepa. K., Popluga D., Rivža. P. (2015). Typology of Latvian Agricultural Farms in the Context of Mitigation of Agricultural GHG Emissions. In: 15th International Multidisciplinary Scientific Geoconference SGEM 2015 “Ecology, Economics, Education and Legislation” Conference Proceedings, Vol. II, pp. 513-520. ISSN 1314-2704.

Production and Health Paper No. 177. FAO, Rome, Italy

Ramirez-Restrepo, C. A., et al. (2016) Methane production, fermentation characteristics, and microbial profiles in the rumen of tropical cattle fed tea seed saponin supplementation. *Animal Feed Science and Technology* 216:58-67.

Reynolds C. K., et al. (2014) Effects of 3-nitrooxypropanol on methane emission, digestion, and energy and nitrogen balance of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 97:3777-89

Romero-Perez A., et al. (2014) The potential of 3-nitrooxypropanol to lower enteric methane emissions from beef cattle. *Journal of Animal Science* 92:4682-93

Romero-Perez A., et al. (2015) Sustained reduction in methane production from long-term addition of 3-nitrooxypropanol to a beef cattle diet. *Journal of Animal Science* 93:1780-91

Rooke J.A., Miller G.A., Flockhart J.F., McDowell M.M., MacLeod M. (2016). Nutritional strategies to reduce enteric methane emissions. Scotland's Rural College (SRUC). [https://www.climatechange.org.uk/media/2033/nutritional\\_strategies\\_to\\_reduce\\_enteric\\_methane\\_emissions.pdf](https://www.climatechange.org.uk/media/2033/nutritional_strategies_to_reduce_enteric_methane_emissions.pdf)

Soltan, Y. A., et al. (2013) Contribution of condensed tannins and mimosine to the methane mitigation caused by feeding *Leucaena leucocephala*. *Archives of Animal Nutrition* 67:169- 84.

Vyas D., et al. (2016) Effects of sustained reduction of enteric methane emissions with dietary supplementation of 3-nitrooxypropanol on growth performance of growing and finishing beef cattle. *Journal of Animal Science* 94:2024-34

---

Vyas D., McGinn S. M., Duval S. M., Kindermann M., Beauchemin K. A. (2016) Effects of sustained reduction of enteric methane emissions with dietary supplementation of 3-nitrooxypropanol on growth performance of growing and finishing beef cattle. *Journal of Animal Science* 94:2024-34

Wischer, G., et al. (2014) Effects of long-term supplementation of chestnut and valonea extracts on methane release, digestibility and nitrogen excretion in sheep. *Animal* 8:938-48.

Hoang D.L., Davis C., Moll H.C., Nonhebel S. (2020) Impacts of biogas production on nitrogen flows on Dutch dairy system: Multiple level assessment of nitrogen indicators within the biogas production chain *Journal of Industrial Ecology* 24:665-680

Achinas S., Martherus D., Krooneman J., Euverink G.J.W. (2019) Preliminary Assessment of a Biogas-Based Power Plant from Organic Waste in the North Netherlands *Energies* 12:4034

Gebrezgabher S.A., Meuwissen M.P.M., Lansink A.G.J.M.O. (2012) Energy-neutral dairy chain in the Netherlands: An economic feasibility analysis *Biomass and Bioenergy* 36:60-68

Frank S. et al. (2018) Structural change as a key component for agricultural non-CO2 mitigation efforts. *Nature communications* 9:1-8

Møller, H.B.; Sørensen, P.; Olesen, J.E.; Petersen, S.O.; Nyord, T.; Sommer, S.G. Agricultural Biogas Production—Climate and Environmental Impacts. *Sustainability* 2022, 14, 1849. <https://doi.org/10.3390/su14031849>

Massé D.I., Talbot G., Gilbert Y. (2011) On farm biogas production: A method to reduce GHG emissions and develop more sustainable livestock operations. *Animal Feed Science and Technology* 166–167 (2011) 436–445

Miller J., Pilvere I. (2021) Possibilities of biogas production from livestock waste in Latvia. *Proceedings of the 2021 International Conference “Economic Science for Rural Development” Jelgava, LLU ESAF, 11-14 May 2021, pp. 424-432 DOI: 10.22616/ESRD.2021.55.043424*

### **Par augkopības pasākumiem**

Abi-Ghanem R., Bodah E.T., Wood M., Braunwart K. 2013. Potential breeding for high nitrogen fixation in *Pisum sativum* L.: germplasm phenotypic characterization and genetic investigation. *American Journal of Plant Sciences*, 4(8): 1597-1600.

Ahn H.K., Mulbry W., White J.W., Kondrad S.L. (2011). Pile mixing increases greenhouse gas emissions during composting of dairy manure. *Bioresource Technology*, Vol. 102, Issue 3, February 2011, p. 2904-2909. [Tiešsaiste][skatīts 30.09.2023] Pieejams: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960852410017980>

Alsiņa, I., Švarta, A., Bušmane, B., Dubova, L. Modificētu vides apstākļu ietekme uz kviešu augšanas apstākļiem, ražu un tās kvalitāti. Zinātniski praktiskā konference “Līdzsvarota lauksaimniecība 2023”, 24.-25.02.2023, LLU, Jelgava, Latvija. [Tiešsaiste] [skatīts 2023. gada 19. oktobrī]. Pieejams: [https://www.lf.lbtu.lv/sites/lf/files/2023-02/Lidzsvarota\\_lauksaimnieciba\\_tezes\\_2023\\_0.pdf](https://www.lf.lbtu.lv/sites/lf/files/2023-02/Lidzsvarota_lauksaimnieciba_tezes_2023_0.pdf).

Ashby, J.A. 2009. The impact of participatory plant breeding. In S. Ceccarelli, E.P. Guimaraes, E. Weltzien, eds. *Plant breeding and farmer participation*, pp. 649-671. Rome, FAO.

Barthelmes, A. (ed.) (2018) Reporting greenhouse gas emissions from organic soils in the European Union: challenges and opportunities. Policy brief. *Proceedings of the Greifswald Mire Centre* 02/2018 (self-published, ISSN xy), 16 p. Source: [https://greifswaldmoor.de/files/dokumente/GMC%20Schriften/18-02\\_Barthelmes\\_GMC.pdf](https://greifswaldmoor.de/files/dokumente/GMC%20Schriften/18-02_Barthelmes_GMC.pdf)



---

Cernay, C., Pelzer, E. & Makowski, D. 2016. A global experimental dataset for assessing grain legume production. *Scientific Data*, 3: 160084.

Climate-smart crop production practices and technologies. [Tiešsaiste][skatīts 30.09.2023] Pieejams: <https://www.fao.org/climate-smart-agriculture-sourcebook/production-resources/module-b1-crops/chapter-b1-2/en/>

*Climate-smart crop production practices and technologies*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. [Tiešsaiste][skatīts 30.09.2023] Pieejams: <https://www.fao.org/climate-smart-agriculture-sourcebook/production-resources/module-b1-crops/chapter-b1-2/en/>

Climate-smart management of plant genetic resources. [Tiešsaiste][skatīts 30.09.2023] Pieejams: <https://www.fao.org/climate-smart-agriculture-sourcebook/production-resources/module-b8-genetic-resources/chapter-b8-3/en/>

Genebank Standards for Plant Genetic Resources for Food and Agriculture (2014). Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. [Tiešsaiste][skatīts 30.09.2023] Pieejams: <https://www.fao.org/3/i3704e/i3704e.pdf>

Voluntary Guidelines to Support the Integration of Genetic Diversity into National Climate Change Adaptation Planning. (2015). Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. [Tiešsaiste][skatīts 30.09.2023] Pieejams: <https://www.fao.org/3/i4940e/i4940e.pdf>

Coping with climate change - the roles of genetic resources for food and agriculture. (2015). Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. [Tiešsaiste][skatīts 30.09.2023] Pieejams: <https://www.fao.org/3/i3866e/i3866e.pdf>

Genebank Standards for Plant Genetic Resources for Food and Agriculture (2014). Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. [Tiešsaiste][skatīts 30.09.2023] Pieejams: <https://www.fao.org/3/i3704e/i3704e.pdf>

Grand A., Michel V. Compost: priekšrocības un trūkumi. [Tiešsaiste][skatīts 30.09.2023] Pieejams: [https://orgprints.org/id/eprint/43062/14/43062\\_Best4Soil\\_Compost-advantages-disadvantages\\_LV.pdf](https://orgprints.org/id/eprint/43062/14/43062_Best4Soil_Compost-advantages-disadvantages_LV.pdf)

Gu J., Nie H., Guo H., Xu H., Gunnathorn T. (2015). Nitrous oxide emissions from fruit orchards: A review. *Atmospheric Environment*, Vol. 201, 15 March 2019, p. 166-172. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2018.12.046>

Guo, C., Liu, X., He, X. (2022). A global meta-analysis of crop yield and agricultural greenhouse gas emissions under nitrogen fertilizes application. *Science of The Total Environment*, Volume 831, 20 July 2022, 154982. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.154982>.

Jensen E.S., Peoples M.B., Boddey R.M., Gresshoff P.M., Hauggaard-Nielsen H., Alves B.J.R., Morrison M.J. (2012). Legumes for mitigation of climate change and the provision of feedstock for biofuels and biorefineries. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 32(2): p. 329–364.

Johnson, C., Ruiz Sierra, A., Dettmer, J., Sidiropoulou, K., Zicmane, E., Canalis, A., Llorente, P., Paiano, P., Mengal, P., & Puzzolo, V. (2021). The Bio-Based Industries Joint Undertaking as a catalyst for a green transition in Europe under the European Green Deal. *EFB Bioeconomy Journal*, 1(March), 100014.

---

Kinna V. Agromežsaimniecība: aicinājums lauksaimniekiem. Avots: [https://ldf.lv/sites/default/files/\\_lielie\\_faili/agromezsaimnieciba\\_2020.pdf](https://ldf.lv/sites/default/files/_lielie_faili/agromezsaimnieciba_2020.pdf)

Komposta kvalitātes tests. Best4Soil video un faktu lapa. [Tiešsaiste][skatīts 30.09.2023] Pieejams: <https://best4soil.eu/videos/8/de>

Larsson, S., Viksnina, V., Černova, L., Stramkale, V. (2022). Mikroorganismu izmantošana ražības palielināšanai bioloģiskajā un konvencionālajā lauksaimniecībā. Zinātniski praktiskā konference "Līdzsvarota lauksaimniecība 2022", 24.-25.02.2022, LLU, Jelgava, Latvija. [Tiešsaiste] [skatīts 2023. gada 18. oktobrī]. Pieejams: [https://llufb.llu.lv/conference/lidzsvar\\_lauksaim/2022/Latvia-lidzsvarota-lauksaimniec\\_rakstu\\_krajums\\_2022-69-73.pdf](https://llufb.llu.lv/conference/lidzsvar_lauksaim/2022/Latvia-lidzsvarota-lauksaimniec_rakstu_krajums_2022-69-73.pdf).

Latvijas lauksaimniecības universitāte sadarbībā ar Latvijas Republikas Zemkopības ministriju (2020). Klimatam draudzīga lauksaimniecības prakse Latvijā. Precīza minerālmēslojuma lietošana. [Tiešsaiste] [skatīts 2023. gada 20. oktobrī]. Pieejams: <https://www.lbtu.lv/sites/default/files/files/lapas/07-preciza-mineralmeslojuma-lietosana-180x210.pdf>.

Latvijas Oficiālais statistikas portāls (2023). Latvijas oficiālā statistika. [Tiešsaiste] [skatīts 2023. g. 8. oktobris]. Pieejams: <https://stat.gov.lv/lv/statistikas-temas/vide/agrovide/tabulas/lav010-meslojuma-iestrade-un-augsnes-kalkosana>.

Latvijas vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs (2022). 2022. gada siltumnīcefekta gāzu inventarizācijas kopsavilkums. [Tiešsaiste] [skatīts 2023. gada 9. oktobrī]. Pieejams: [https://videscentrs.lv/gmc.lv/files/Klimats/SEG\\_emisiju\\_un\\_ETS\\_monitorings/Zinojums\\_par\\_klimatu/SEG\\_kopsavilkums/Majas\\_lapai\\_LVGMC\\_2022\\_seginvkopsavilkums.pdf](https://videscentrs.lv/gmc.lv/files/Klimats/SEG_emisiju_un_ETS_monitorings/Zinojums_par_klimatu/SEG_kopsavilkums/Majas_lapai_LVGMC_2022_seginvkopsavilkums.pdf).

Lazdiņa D., Rancāne S., Makovskis K. Agromežsaimniecības sistēmu ierīkošanas pirmo trīs gadu pieredze Avots: [https://www.lf.lbtu.lv/sites/lf/files/2017-02/7\\_Lazdina-Rancane-Makovskis.pdf](https://www.lf.lbtu.lv/sites/lf/files/2017-02/7_Lazdina-Rancane-Makovskis.pdf)

Legzdina L., Bleidere M., Piliksere D., Locmele I. (2022). Agronomic Performance of Heterogeneous Spring Barley Populations Compared with Mixtures of The/ir Parents and Homogeneous Varieties Sustainability, 14(15), p. 9697; <https://doi.org/10.3390/su14159697>

Legzdina L., Strazdiņa V., Bleidere M. (Heterogēnas pašapputes graudaugu populācijas, to izveidošanas un izmantošanas iespējas. Agroresursu un ekonomikas institūts. [Tiešsaiste][skatīts 30.09.2023] Pieejams: <https://lza.lv/images/nodalas/04-Lauksmez/2023/Legzdina%20LMZN%20sapulce%2027.02.2023.pdf>

Legzdina L., Bleidere M., Piliksere D., Locmele I. (2022). Agronomic Performance of Heterogeneous Spring Barley Populations Compared with Mixtures of The/ir Parents and Homogeneous Varieties Sustainability, 14(15), p. 9697; <https://doi.org/10.3390/su14159697>

Lepse L. (2019). Lauksaimniecības pakalpojumaugi dārzkopībā. [Tiešsaiste][skatīts 30.09.2023] Pieejams: [https://orgprints.org/id/eprint/36712/1/ASC\\_Lepse\\_LU\\_2019.pdf](https://orgprints.org/id/eprint/36712/1/ASC_Lepse_LU_2019.pdf)

Lepse L. (2022). Lauzējveltņa izmantošanas izaicinājumi dārzena audzēšanā. (2022). [Tiešsaiste][skatīts 30.09.2023] Pieejams: [https://fruittechcentre.eu/sites/default/files/files/articles/DEMO\\_11\\_lauka%20diena\\_2022.pdf](https://fruittechcentre.eu/sites/default/files/files/articles/DEMO_11_lauka%20diena_2022.pdf)

Li, L., Zhang, Q., Li, Z., Qiao, Y., Du, K., Tian, C., Zhu, N., Leng, P., Yue, Z., Chen, H., Cheng, G., Li, F. (2022). Effects of straw mulching and nitrogen application rates on crop yields, fertilizer use efficiency, and greenhouse gas emissions of summer maize. Science of The Total



---

Environment, Volume 847, 15 November 2022, 157681.  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157681>.

Lipiec J., Doussan C., Nosalewicz A., Kondracka, K. (2013). Effect of drought and heat stresses on plant growth and yield: A review. *Institute of Agrophysics*, 2017(27): p. 463-477.

Mulching general fiche. European Commission. [Tiešsaiste][skatīts 30.09.2023] Pieejams: [https://wikis.ec.europa.eu/display/IMAP/Mulching\\_GENERAL](https://wikis.ec.europa.eu/display/IMAP/Mulching_GENERAL)

Naushin Y., Jamudaa M., Panda A. K., Samal K., Jagdeep K. N. (2022). Emission of greenhouse gases (GHGs) during composting and vermicomposting: Measurement, mitigation, and perspectives. *Energy Nexus*, Vol. 7, September 2022, p. 100092

Praktizētāju zināšanu apmaiņas tīkls par augsnē esošo slimību novēršanu un samazināšanu. BEST 4 SOIL. [Tiešsaiste][skatīts 30.09.2023] Pieejams: <https://www.best4soil.eu/>

Sharma H.C. (2014). Climate Change Effects on Insects: Implications for Crop Protection and Food Security. *Journal of Crop Improvement*. Vol. 28. Issue 2.

Stratēģija ilgtspējīgām augļu un dārzeņu ražotāju organizāciju darbības programmām Latvijā 2017–2025 (2017). Latvijas Republikas Zemkopības ministrija. [Tiešsaiste][skatīts 30.09.2023] Pieejams: [https://agriculture.ec.europa.eu/system/files/2022-09/fruit-veg-national-strategy-latvia\\_lv\\_1.pdf](https://agriculture.ec.europa.eu/system/files/2022-09/fruit-veg-national-strategy-latvia_lv_1.pdf)

Strazdiņa V., Beinaroviča I., Legzdiņa L. (2012). Use of genetic diversity in breeding programs for organic farming. In: *Plant Breeding for Future Generations, Proceedings of the 19th EUCARPIA General Congress, Budapest, Hungary, 21-24 May, 2012*, p. 447.

Strazdiņa V., Fetere V., Piliksere D., Ločmele I., Bleidere M., Legzdiņa L. (2022). Vasaras kviešu heterogēno populāciju un šķirņu maisījumu izvērtējums bioloģiskajā saimniekošanas sistēmā. No: zinātniski praktiskās konferences “Līdzsvarota lauksaimniecība 2022” rakstu krājuma, 24.-25.02.2022., LLU, Jelgava, Latvija

Tester M., Langridge, P. 2010. Breeding technologies to increase crop production in a changing world. *Science*, 327(5967): 818-822.

Valsts augu aizsardzības dienests (2023). Augu barības elementu iznese. [Tiešsaiste] [skatīts 2023. g. 20. oktobris]. Pieejams: <https://www.vaad.gov.lv/lv/media/1401/download>.

Voluntary Guidelines to Support the Integration of Genetic Diversity into National Climate Change Adaptation Planning. (2015). Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. [Tiešsaiste][skatīts 30.09.2023] Pieejams: <https://www.fao.org/3/i4940e/i4940e.pdf>

Wahid A., Gelani S., Ashraf M., Foolad, M. (2007). Heat tolerance in plants: an overview. *Environmental and Experimental body*. Vol. 61. Issue 3, p. 199–223.

Ziska L.H., Reunion G.B. (2007). Future weed, pest and disease problems for plants. In P.C.D Newton, A. Carran, G.R. Edwards, P.A. Niklaus, eds. *Boston, CRC. Agro-ecosystems in a changing climate*, p. 262-279.

Ahn H.K., Mulbry W., White J.W., Kondrad S.L. (2011). Pile mixing increases greenhouse gas emissions during composting of dairy manure. *Bioresource Technology*, Vol. 102, Issue 3, February 2011, p. 2904-2909. [Tiešsaiste][skatīts 30.09.2023] Pieejams: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960852410017980>

---

Grand A., Michel V. Compost: priekšrocības un trūkumi. [Tiešsaiste][skatīts 30.09.2023]  
Pieejams: [https://orgprints.org/id/eprint/43062/14/43062\\_Best4Soil\\_Compost-advantages-disadvantages\\_LV.pdf](https://orgprints.org/id/eprint/43062/14/43062_Best4Soil_Compost-advantages-disadvantages_LV.pdf)

Komposta kvalitātes tests. Best4Soil video un faktu lapa. [Tiešsaiste][skatīts 30.09.2023]  
Pieejams: <https://best4soil.eu/videos/8/de>

Naushin Y., Jamudaa M., Panda A. K., Samal K., Jagdeep K. N. (2022). Emission of greenhouse gases (GHGs) during composting and vermicomposting: Measurement, mitigation, and perspectives. *Energy Nexus*, Vol. 7, September 2022, p. 100092

Praktizētāju zināšanu apmaiņas tīkls par augsnē esošo slimību novēršanu un samazināšanu. BEST 4 SOIL. [Tiešsaiste][skatīts 30.09.2023] Pieejams: <https://www.best4soil.eu/>

Wang Y., Saikawa E., Avramov A., Hill N. S. (2021). Agricultural Greenhouse Gas Fluxes Under Different Cover Crop Systems. 04 January 2022, *Sec. Climate Risk Management Vol. 3*. [Tiešsaiste][skatīts 30.09.2023] Pieejams: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fclim.2021.742320/full>

Wang, C., Ma, X., Shen, J., Chen, D., Zheng., Z., Ge, T., Wu J. (2022). Reduction in net greenhouse gas emissions through a combination of pig manure and reduced inorganic fertilizers application in a double-rice cropping system: Three-year results. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Volume 326, 1 March 2022, 107799. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107799>.

Wu, Q., Wang, J., He, Y., Liu, Y., Jiang, Q. (2023). Quantitative assessment and mitigation strategies of greenhouse gas emissions from rice fields in China: A data-driven approach based on machine learning and statistical modeling. *Agriculture*, Volume 201, July 2023, 107929. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2023.107929>.

Xu, W., Zhao, D., Ma, Y., Yang, G., Lennart, P., Liu, X., Luo, J. (2023). Effects of long-term organic fertilizer substitutions on soil nitrous oxide emissions and nitrogen cycling gene abundance in a greenhouse vegetable field. *Applied Soil Ecology*, Volume 188, August 2023, 104877. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2023.104877>.

Zhang, L., Qin, R., Chai, N., Wei, H., Yang, Y., Wang, Y., Li, F-M., Zhang, F. (2022). Optimum fertilizer application rate to ensure yield and decrease greenhouse gas emissions in rain-fed agriculture system of the Loess Plateau. *Science of the Total Environment*, Volume 823, 1 June 2022, 153762. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153762>.

Zhu-Barker X., Bailey S. K., Paw K. T., Burger M., Horwath W. R. (2017). Greenhouse gas emissions from green waste composting windrow. *Waste Management*, Vol. 59, January 2017, p. 70–79. [Tiešsaiste][skatīts 30.09.2023] Pieejams: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X16305591>

Ziska L.H., Reunion G.B. (2007). Future weed, pest and disease problems for plants. In P.C.D Newton, A. Carran, G.R. Edwards, P.A. Niklaus, eds. Boston, CRC. *Agro-ecosystems in a changing climate*, p. 262-279.