

Dārzeņu audzēšana pamīšus slejās un augu atlieku pārstrādes produktu izmantošana dārzeņu komercražošanā, nodrošinot bioloģisko daudzveidību un efektīvu resursu izmantošanu (SureVeg)



Dārzkopības institūts

ZM projekta Nr. 19-00-SOINV05-000009

Dārzeņu audzēšana pamīšus slejās un augu atlieku pārstrādes produktu izmantošana dārzeņu komercražošanā, nodrošinot bioloģisko daudzveidību un efektīvu resursu izmantošanu (SureVeg)



ZINĀTNISKĀ ATSKAITE

Projekta vadītāja: Dr.agr. Līga Lepse

2019.g.

SATURS

Projekta uzdevumi 2019.gadā.....	3
Ievads.....	3
Literatūras apskats.....	4
Metodika.....	5
Rezultāti.....	8
Secinājumi.....	13
Publikācijas.....	13
Izmantotā literatūra.....	14

Projekta uzdevumi 2019. gadā:

1. Komunicēt ar SUREVEG projekta vadītāju un konsorciju, apmeklēt projekta sanāksmes, lai varētu sekmīgi realizēt projektu.
2. Veidot literatūras apkopojumu par pamīšu sleju audzēšanas tehnoloģijas (*strip cropping*) ietekmi uz augsni, biotisko un abiotisko stresu mazināšanu kultūraugiem, un to ietekmi uz ilgtspējību.
3. Veikt izmēģinājuma plānošanu, ieviešanu un uzskaiti atbilstoši projekta metodikai, kas izstrādāta sadarbībā ar konsorcija partneriem:
 - 1) ierīkot lauka izmēģinājumus: galviņkāpostu un brokoļu pamīšus stādījumus ar dārza pupām un samtenēm salīdzinot ar dārzeņu vienlaidu stādījumu (kontrolē), paralēli pārbaudot divu veidu augu izcelsmes augsnes uzlabotājus (digestāta un komposta) ietekmi salīdzinājumā ar kontroli (kūtsmēsli) uz kultūraugu ražību;
 - 2) veikt kopšanas darbus, augsnes, augu un mēslošanas līdzekļu analīzes (nosakot augsnes aktivitāti, N, P, K, Ca, Mg, dalītā N, organiskās vielas saturs un pH izmaiņas atšķirīgos variantos) un ražas uzskaiti izmēģinājumā atbilstoši konsorcija izstrādātajai metodikai.

Papildus plānotajam, projekta ietvarā veikti augsnes bioloģiskās aktivitātes mērījumi (DHG un elpošana), C piesaistes aprēķini, sakņu skenēšana *in-situ*, kā arī vākti laukā sastopamie insekti, kas nosūtīti sadarbības partneriem uz LUKE (Somija) skrejvaboļu, kā vides bioloģiskās daudzveidības indikatoru, skaita noteikšanai.

Ievads

Ilgtspējīgu tehnoloģiju ieviešana dārzkopībā kļūst arvien aktuālāka tieši mainīga klimata kontekstā. Viens no risinājumiem ir videi draudzīgas tehnoloģijas, ko var nodrošināt izmantojot augu savstarpējās iedarbības un ietekmi uz agro-eko sistēmu. Jauktie stādījumi ir veids kā nodrošināt vairāku ilgtspējības kritēriju izpildi – nodrošināta bioloģiskā daudzveidība agro-ekosistēmā, paaugstināta augsnes izmantošanas efektivitāte, palielināta C piesaiste, uzlabota augsnes auglība, mazināts pesticīdu lietojums. Jauktie stādījumi ir perspektīvs tehnoloģisks risinājums gan bioloģiskajā, gan integrētajā saimniekošanā. Lai izprastu un pierādītu jaukto stādījumu efektivitāti, Dārzkopības institūts jau otro veģetācijas sezonu realizē ERA-Net projektu **“Strip-cropping and recycling of waste for biodiverse and resource-Efficient intensive VEGetable production” (SureVeg)** sadarbībā ar 11 citu Eiropas valstu zinātniskajām institūcijām COREorganic Plus programmas ietvarā.

Projekta mērķis: uzlabot produktivitāti, bioloģisko daudzveidību un augsnes auglību, samazinot neorganisko mēslošanas līdzekļu un biopesticīdu lietošanu, un mazināt slodzi uz vidi un klimata izmaiņām intensīvā bioloģiskā dārzeņu audzēšanā. Projekta rezultātā tiks gūts priekšstats par jaukto stādījumu ietekmi uz augsnes agrobioloģiskajām īpašībām, kā arī virszemes bioloģisko daudzveidību, augsnes auglības uzlabošanu, intensīvāku oglekļa piesaisti un iekļaušanu augsnes bioloģiskajā procesā, lietojot augu izcelsmes mēslošanas līdzekļus. Kā tiešais projekta rezultāts ir sagaidāmi praktiski ieteikumi gan bioloģiskās, gan integrētās saimniekošanas veicējiem kā ierīkot un praktiski kopt jauktos stādījumus, lietot augu izcelsmes mēslošanas līdzekļus, uzlabot augsnes auglību un bioloģisko daudzveidību. 2019.gadā jau ir publicētas vairākas publikācijas sabiedrības un lauksaimnieku informēšanai par projekta rezultātiem un ieguvumiem.

Literatūras apskats

Šogad literatūra vairāk pētīta par siltumnīcefekta gāzu (SEG) mazināšanu lauksaimniecībā, tieši jaukto stādījumu kontekstā.

NASA ziņo, ka kopš 1950.gada planētas atmosfēras sastāvā CO₂ ir nozīmīgi (virs 95% ticamības līmeņa) palielinājies - no 310 ppm līdz 410 ppm, būtiski un stabili pārsniedzot tūkstošos gadu ieturēto līmeni. CO₂ un citu gāzu (tajā skaitā dislāpekļa oksīda N₂O) ietekme uz infrasarkanā starojuma caurlaidi un līdz ar to planētas uzsilšanu ir vairākkārt pierādīta NASA un citos eksperimentos (Abdalla et al., 2019). Kopš 19. gs. beigām vidējā temperatūra uz Zemes ir palielinājusies par 1.2 °C (National Research Council (NRC), 2006). Pastāv divi risinājumi kā mazināt siltumnīcefekta gāzu (SEG) koncentrāciju atmosfērā: viens no risinājumiem ir ierobežot to emisijas atmosfērā, otrs – piesaistīt atmosfērā esošās SEG. Otrā modeļa gadījumā lauksaimniecība un mežsaimniecība ir tās jomas, kur iespējams piesaistīt SEG augsnē vai ilggadīgos stādījumos. Tā kā ZIZIMM sektors (zemes izmantošana, zemes izmantošanas maiņa un mežsaimniecība) pasaulē rada 24% no tiešajām SEG emisijām, tad šajā sektorā veiktās SEG mazināšanas darbības varētu atstāt būtisku ietekmi uz klimata izmaiņu procesu. Latvijā tiek uzskatīts, ka ZIZIMM sektors rada 14.9 % no SEG emisijām, kas arī ir būtisks īpatsvars kopīgā SEG emisiju apjomā.

Latvijas Klimata politika tiek veidota ciešā kontekstā ar Eiropas Savienības klimata politiku, starptautiskajām konvencijām, Kioto protokolu, Parīzes nolīgumu un citiem starptautiskiem dokumentiem. Viena no Latvijas prioritātēm darāmo darbu sarakstā ir CO₂ piesaiste fotosintēzes procesā. Tas ietilpst Oglekļa mazietilpīgas attīstības (*low carbon development*) jeb OMA stratēģijā, kas nozīmē pāreju uz oglekļa mazietilpīgu ekonomiku – ekonomiku, kas rada minimālas SEG, sevišķi oglekļa dioksīda (CO₂), emisijas, kā arī saglabā un vairo CO₂ piesaisti.

Šobrīd pēc FAO datiem tiek lēsts, ka, uzlabojot un pilnveidojot augsnes izmantošanas tehnoloģijas, 25 gados ir iespējams augsnē piesaistīt 20 miljonus tonnu C, kas sastādītu aptuveni 10% no antropogēnajām (cilvēces radītajām) emisijām. Pēc IPCC aplēsēm visas planētas augsnes C piesaistes potenciāls ir 1.2 miljardi tonnu gadā (IPCC, 2014).

Bioloģiskās C piesaistes augsnē ideja balstīta uz to, ka fotosintēzes procesā ar zaļajiem augiem uz planētas CO₂ tiek piesaistīts 20 reizes lielākā apjomā, nekā ik gadus tiek emitēts atmosfērā. Fotosintēzes procesā radītie ogļhidrāti (C savienojumi) veido augu biomasu (gan virszemes, gan pazemes). Tiek uzskatīts, ka augu biomasu aptuveni 40-50% atkarībā no augu sugas veido C savienojumi (Tang et al., 2018). Šo biomasu iestrādājot augsnē, ogleklis tiek iesaistīts augsnes bioloģiskajos procesos, pārvēršoties augsnes organiskajā masā (Olson K.R., 2014). Tā tiek uzskatīta par netiešo CO₂ piesaisti augsnē. Tiešā CO₂ piesaiste augsnē notiek reakcijās ar Ca un Mg veidojot karbonātus. Arī Kioto protokolā C piesaiste augsnē ir minēta kā viena no nozīmīgākajām aktivitātēm, kas veicama klimata izmaiņu mazināšanā.

Salīdzinoši daudz pēdējā laikā tiek pētīta dažādu augu un to kombināciju ietekme ne vien uz ražību un augsnes īpašībām, bet arī to pielietošanas lietderība klimata izmaiņu kontekstā. Pie šādiem augiem nenoliedzami pieder arī dažādi tauriņzieži. Tauriņzieži **piesaista atmosfēras slāpekli** simbiozē ar gumiņbaktērijām, kas veidojas uz saknēm, tā piesaistot līdz pat 150 kg N ha⁻¹ (Jensen et al., 2010). Turklāt šie augi veic nozīmīgu vides pakalpojumu klimata izmaiņu mazināšanai – veido biomasu, piesaistot atmosfēras CO₂. Iestrādājot šo biomasu, tiek **veidots oglekļa depozīts augsnē**. Dārzkopības, un tieši šī projekta kontekstā, cūku pupas ir tie augi, kas ir izmantojami

augšminēto procesu veicināšanai, vienlaikus ar citu dārzeņu ražas ieguvi no tās pašas laukuma vienības. To var panākt, izmantojot jauktos stādījumus, jeb audzēšanu slejās.

Metodika

Izmēģinājums tika ierīkots Dārzkopības institūta Pūres izmēģinājumu laukos saskaņā ar SureVeg projekta savstarpēji saskaņoto metodiku, kas vienāda vairumam projektā iesaistīto partnerinstitūciju. **Papildus sākotnēji plānotajam**, projekta ietvarā veikti augsnes bioloģiskās aktivitātes mērījumi (DHG un elpošana), C piesaistes aprēķini, sakņu skenēšana *in-situ*, kā arī vākti laukā sastopamie insekti, kas nosūtīti sadarbības partneriem uz LUKE (Somija) skrejvaboļu, kā vides bioloģiskās daudzveidības indikatoru, skaita noteikšanai.

Galviņkāposti dēstiem tika sēti 8.maijā, kasetēs, neitralizētas kūdras un augsnes maisījumā. Galviņkāpostiem tika sēta šķirne `Holsteiner Platter` Dēsti tika audzēti plēves seguma neapkurināmā siltumnīcā līdz izstādīšanas brīdim. Izmēģinājums ierīkots 31.maijā. Izmēģinājuma shēma atspoguļota 1.attēlā.

Izmēģinājumā pētīti divi faktori:

A faktors – lēni sadalošais augu izcelsmes mēslošanas līdzeklis:

Komposts (C)

Digestāts (D)

Kūtsmēsli (kontrolē)(CM)

B faktors – audzēšanas sistēma:

Vienlaidus stādījums pupas

Vienlaidus stādījums kāposti

Sleju stādījums – kāposti/pupas

Izmēģinājumā lauciņi izvietoti pēc bloku sistēmas, lai labāk varētu izvērtēt katras audzēšanas sistēmas un lēni sadalošā augu izcelsmes pamatmēslojuma priekšrocības, un veidotu pēc iespējas lielāku un viendabīgāku konkrētās sistēmas bloku.

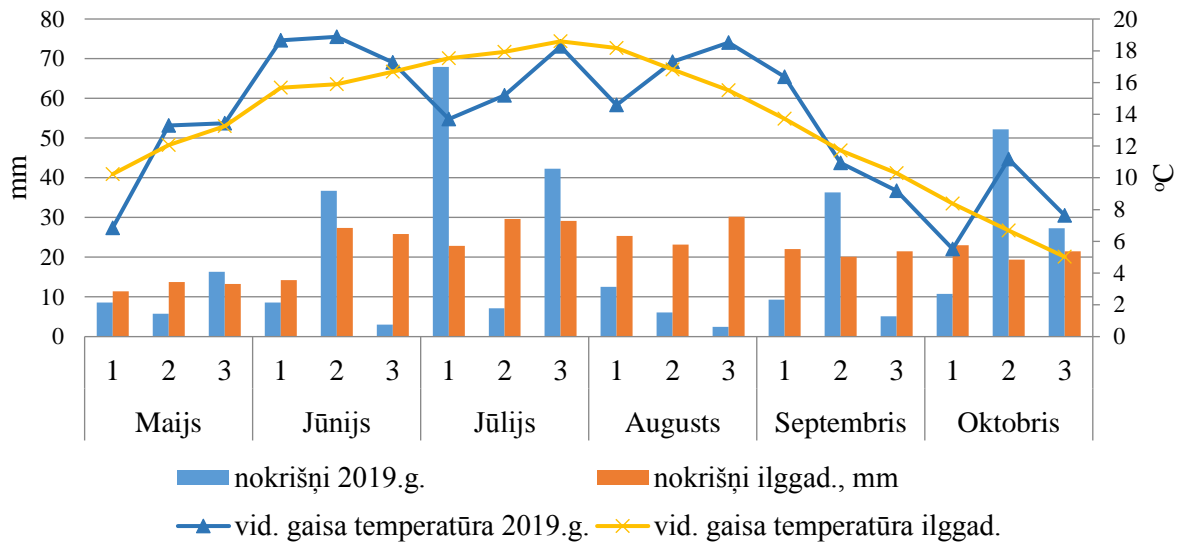
Komposts, kūtsmēsli un digestāts tika izklaidēti pirms stādīšanas – maija pēdējā dekādē, 60 t ha⁻¹.

Pēc kāpostu izstādīšanas veikta augu laistīšana. Pēc tam visā veģetācijas periodā laistīšana atkārtoti veikta 4 reizes. Augu kopšanas darbi veikti atbilstoši to agrotehniskajām prasībām.



1.attēls. Sleju stādījuma izmēģinājuma shēma

Meteoroloģiskie apstākļi 2019.gadā bija augiem piemērotāki, salīdzinot ar iepriekšējo gadu, lai arī vidējā gaisa temperatūra bija nedaudz zem ilggadīgi novērotās vidējās (2.attēls).



2. attēls. Meteoroloģiskie apstākļi 2019. gada veģetācijas periodā, pēc Valsts Stendes meteoroloģiskās stacijas datiem

Pavasari - vasaras sākumā bija optimāli laika apstākļi augu augšanai un attīstībai. Maijā – jūnija sākumā nedaudz pietrūka mitrums, bet to kompensējām ar laistīšanu. Arī vasarā bija optimāli apstākļi ražas veidošanai. Augusta otrajā pusē, kad brieda pupu raža un veidojās kāpostu galviņas, bija vērojams nedaudz samazināts nokrišņu daudzums un paaugstināta gaisa vidējā temperatūra, kas sekmēja ražas veidošanās procesu.

Pēc projekta metodikas, paralēli pamatmēslojumā iestrādātajiem mēslojuma variantiem, izmēģinājumā bija jālieto arī augiem ātri uzņemamie mēslošanas līdzekļi – virsmēslojums. Šim nolūkam tika izmantots šķidrās mēslojums "Raskila" (13 L/t ūdens) divas reizes veģetācijas periodā – 28.jūnijā un 23.jūlijā.

Lai objektīvi novērtētu sleju stādījumu efektivitāti, tika rēķināts LER (*land equivalent ratio*) – augsnes ekvivalenta attiecība (Mead R. un Willey R.W.,1980). To rēķina pēc sekojošas formulas:

$$LER_{A \text{ kultūraugam}} = \text{raža sleju stādījumā} / \text{raža vienlaidu stādījumā}$$

$$LER_{\text{sistēmai}} = LER_{A \text{ kultūraugam}} + LER_{B \text{ kultūraugam}}$$

LER sistēmai norāda cik procentu papildus raža tiek ievākta audzējot augus sleju stādījumā, salīdzinājumā ar vienlaidus stādījumu.

Augsnes bioloģiskās aktivitātes noteikšanai izmantota DHG un augsnes elpošanas rādītāji. Tie noteikti pēc sekojošas metodikas:

Augsnes elpošana noteikta pēc kolorimetriskās metodes. Traukā, kura tilpums 0.5 L, ievietoti 50 g augsnes, kas izsijāta caur 2 mm sietu. Papildus ievietots lēzens trauks ar 5 ml 0.1 M KOH. Trauks hermētiski noslēgts un atstāts tumsā uz 24 h pie 28°C. Pēc inkubācijas, trauks ar KOH izņemts, šķidrums iekrāsots ar fenolftaleīnu un titrēts ar 0.1 M HCl, piefiksēts izlietotais titrāta daudzums. Lai noteiktu CO₂ daudzumu (mg), kas radies elpošanas procesā, aprēķinām izmantota formulu:

Dārzeņu audzēšana pamīšus slejās un augu atlieku pārstrādes produktu izmantošana dārzeņu komercražošanā, nodrošinot bioloģisko daudzveidību un efektīvu resursu izmantošanu (SureVeg)

$$\text{CO}_2 \text{ (mg)} = ((K-A) \cdot 2.2 \cdot 60) / (m \cdot t),$$

kur

K – iztitrētā 0.1 n HCl daudzums kontroles traukā, mL;

A – iztitrētā 0.1 n HCl daudzums izmēģinājuma traukā, mL;

m – augsnes iesvars, g;

t – izmēģinājuma laiks, min.

DHA aktivitāte noteikta pēc Garcia et.al. (1997), kurš modificēja Skujiņa (1976) izstrādāto metodi. Mēģenē tiek ievietots 1 g sijātas augsnes. Tam tiek pievienots klāt 50 μL 1% glikozes šķīdums, 0.2 mL 0.4% INT (2-p-jodofenil-3-p-nitrofenil-5-feniltetrazola hlorīds) un 1 mL destilēta ūdens. Mēģeni noslēdz un atstāj tumsā vismaz uz 6 h pie 28°C. Pēc inkubācijas paraugam pievienots 10 mL metanola, tad maisa vorteksā 1 min. Šķīduma blīvums noteikts ar spektrofotometra palīdzību pie 485 nm viļņu garuma. DHA aktivitāte noteikta pēc izstrādātā INTF (2-p-jodofenil-3-p-nitrofenil-5-feniltetrazola formazāns) daudzuma, kas aprēķināts pēc formulas (Dane, 2016):

$$\text{INTF}(\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{h}) = ((-3 \cdot A_{485}^2 + 4 \cdot A_{485}) \cdot 86400) / ((60 \cdot \text{h}) + \text{min}),$$

kur

INTF – izstrādātā fermenta daudzums, $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{h}$

A₄₈₅ – spektrofotometra nolasījums;

h – inkubācijas laiks pilnās stundās;

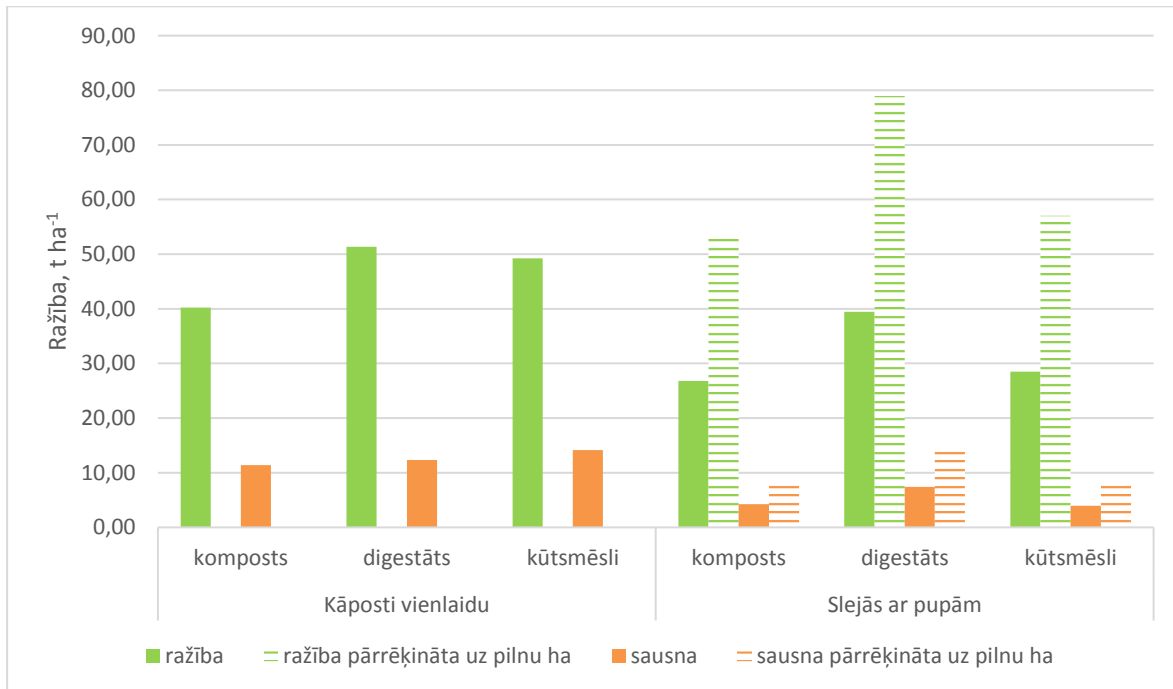
min – minūtes pāri pilnai stundai.

Datu matemātiskā analīze veikta, izmantojot aprakstošo statistiku ANOVA.

Rezultāti

Ražas un augu aušanas izvērtējums

Kāpostu raža ir iegūta apmierinoša – vienlaidu stādījumā augstākā raža 51.33 t ha⁻¹ iegūta digestāta variantā, bet būtiski neatšķirās arī kūtsmēsļu varianta ražas (49.22 t ha⁻¹) (3.attēls). Sleju stādījumā augstākā raža iegūta arī digestāta pamatmēslojuma variantā – 39,47 t ha⁻¹, kas, pārrēķinot uz pilnu ha, ir 78.94 t ha⁻¹.



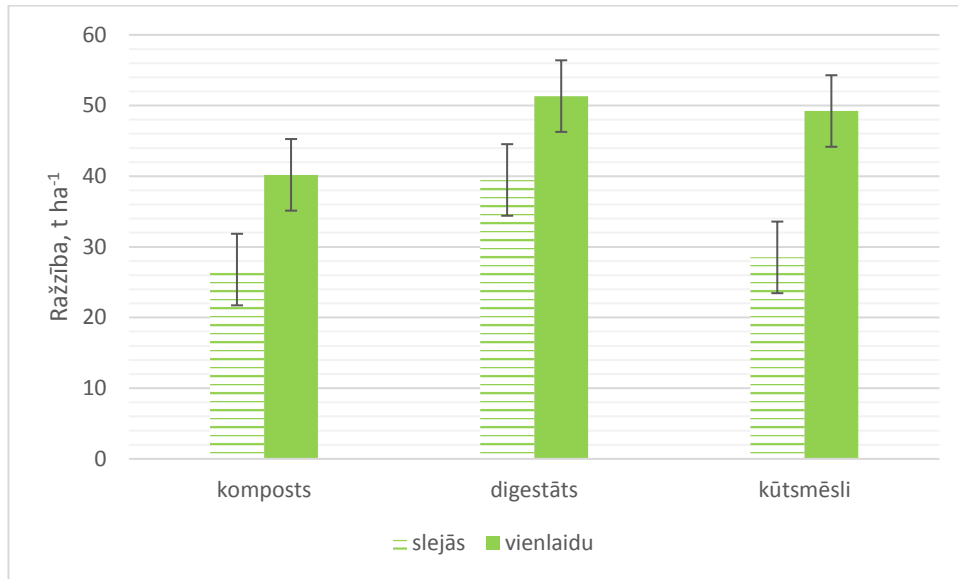
3.attēls. Galviņkāpostu ražas (svaigas produkcijas un sausnas) salīdzinājums 2019.gada izmēģinājumā starp audzēšanas sistēmām un mēslojuma variantiem. RS (95% ticamība) audzēšanas sistēmai = 21.45 t ha⁻¹; RS (95% ticamība) pamatmēslojuma veidam = 10.13 t ha⁻¹

Šeit ir jāatzīmē, ka sleju stādījumā ir norādīta raža, kas iegūta no puses lauka platības, jo otru pusi aizņem pupas. Lai gūtu priekšstatu par jaukto stādījumu ražas potenciālu, ir veikts pārrēķins uz ražību no ha. 2019.gadā izmēģinājumā iegūtā raža uzskatāma par apmierinošu, ņemot vērā to, ka kāposti tika audzēti pēc bioloģiskās audzēšanas principiem. Pēc citur minētiem datiem, kāpostu raža bioloģiskajā lauksaimniecībā svārstās starp 23.7 un 53 t ha⁻¹ (Dumičič u.c., 2013; Conservation tillage for organic cabbage ...).

Aprēķinot kopējo kāpostu auga biomasu (produktīvā daļa (galviņa) un neproduktīvā (lapu rozete, kacens un sakne)), un pārrēķinot to sausnā, redzamas līdzīgas tendences kā ražas parametriem (3.attēls). Samērā līdzīgais biomasas apjoms ir loģisks, jo proporcionāli auga izmēram veidojas galviņas, un attiecīgi proporcionāli līdzīga neproduktīvā daļa veido kopējo biomasu. Šis rādītājs ir turpmāk izmantots oglekļa (C) piesaistes aprēķiniem.

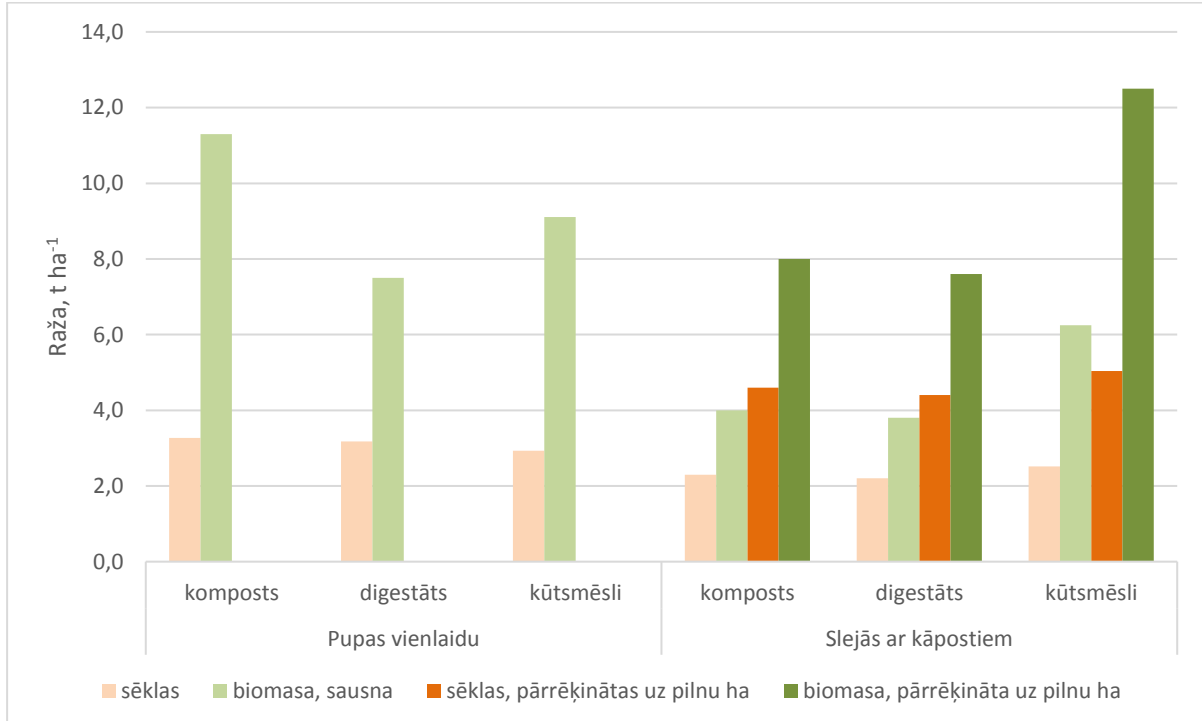
Izvērtējot atsevišķu izmēģinājumā iekļauto pamatmēslojumu ietekmi uz galviņkāpostu ražu, secināts, ka ar augstu ticamības pakāpi ($p = 0.009$) būtiski augstāka raža iegūta vienlaidu stādījumos digestāta un kūtsmēsļu pamatmēslojuma variantos, arī sleju stādījumos būtiski augstāka raža iegūta digestāta mēslojuma variantā (4.att.).

Dārzeņu audzēšana pamīšus slejās un augu atlieku pārstrādes produktu izmantošana dārzeņu komercražošanā, nodrošinot bioloģisko daudzveidību un efektīvu resursu izmantošanu (SureVeg)



4.attēls. Galviņkāpostu raža, Dārzkopības institūtā, Pūrē, 2019.gadā (pie α 0.05 RS faktoram A ir 5,59 t ha⁻¹ un RS faktoram B ir 6,85 t ha⁻¹)

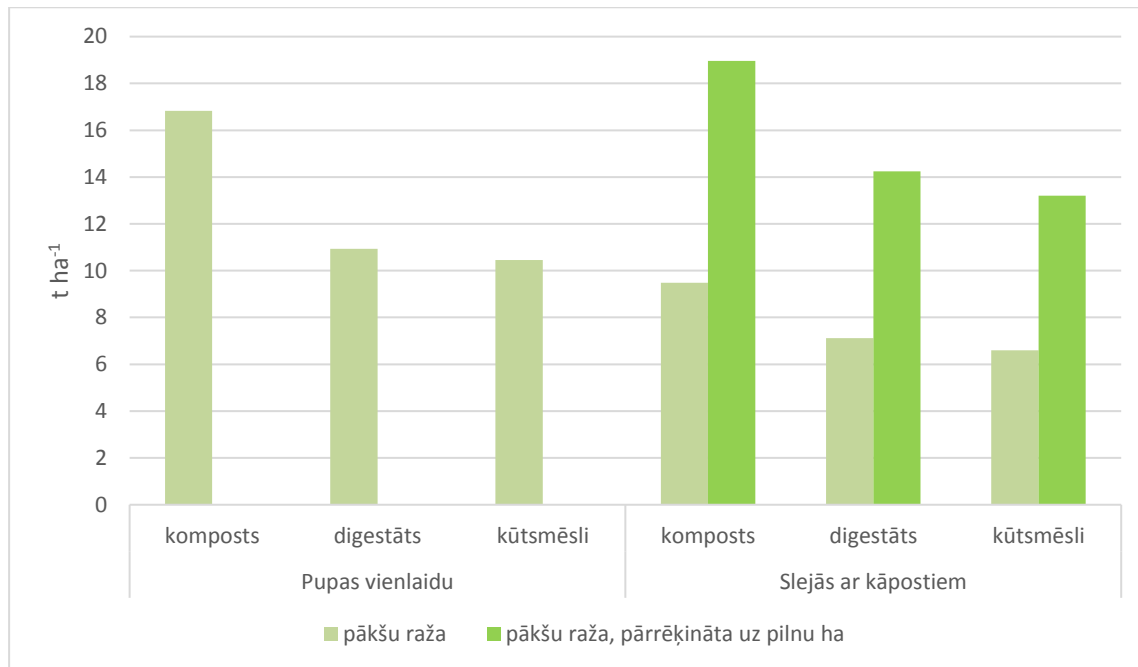
Analizējot pupu ražas rādītājus, līdzīgi kā kāpostiem, arī pupām jauktajā sleju stādījumā bija augstāka gan sauso pupu sēklu raža, gan kopējā augu biomasa, salīdzinājumā ar vienlaidu pupu stādījumu (5.attēls). Pārrēķinot uz pilnu ha, sleju stādījumā kūstmēsli variantā iegūtas 5 t ha⁻¹ pupu sēklu ražas, kas ir ļoti pamierinoša ražība. Attēlā sleju stādījuma variantā atainota gan puse no pupu ražas rādītājiem, jo šajā variantā puse lauka ir aizņemta ar kāpostiem, gan arī pārrēķināta ražība uz pilnu ha.



5.attēls. Pupu raža (sausnas pupas un auga kopējā biomasa, t ha⁻¹) SureVeg izmēģinājumā, Dārzkopības institūtā, Pūrē, 2019.gadā. RS (95% ticamība) audzēšanas sistēmai = 1.37 t ha⁻¹; RS (95% ticamība) pamatmēslojuma veidam = 3.17 t ha⁻¹

Šāds rezultāts skaidrojams ar labāku augu izgaismojumu (divas pupu rindas starp kāpostiem ir labāk izgaismotas, nekā vienlaidu pupu stādījumā), kas savukārt sekmē lielāku fotosintētisko aktivitāti un līdz ar to - asimilātu veidošanos, kas atspoguļojas ražā.

Izmēģinājumā 2019.gadā tika vākta arī nenobriedušu pupu pākšu raža. Arī pēc šiem rezultātiem redzams, ka jauktajos stādījumos ir iegūta lielāka raža, nekā vienlaidu pupu stādījumā, lai gan atšķirība statistiski nepierādījās kā būtiska (6.attēls).



6. attēls. Nenobriedušu pupu pākšu raža (t ha⁻¹) SureVeg izmēģinājumā, Dārzkopības institūtā, Pūrē, 2019.gadā. RS (95% ticamība) audzēšanas sistēmai = 3.7 t ha⁻¹; RS (95% ticamība) pamatmēslojuma veidam = 2.3 t ha⁻¹

Analizējot pamatmēslojuma ietekmi uz pupu ražību, nav atrasta būtiska atšķirība starp pamatmēslojuma veidiem nobriedušu pupu sēklu ražā, bet nenobriedušām pākstīm būtiski augstāka raža iegūta variantā ar komposta pamatmēslojumu.

Lai objektīvi novērtētu sleju stādījumu efektivitāti, tika rēķināts LER (*Land equivalent ratio*) – augsnes ekvivalenta attiecība (1.tabula).

1.tabula

Kāpostu un pupu LER salīdzinājums pēc ražības (t ha⁻¹)

Pamatmēslojuma veids	LER		
	kāposti	pupas	sistēma
komposts	0,67	0,70	1,37
digestāts	0,77	0,69	1,46
kūtsmēsli	0,58	0,86	1,44

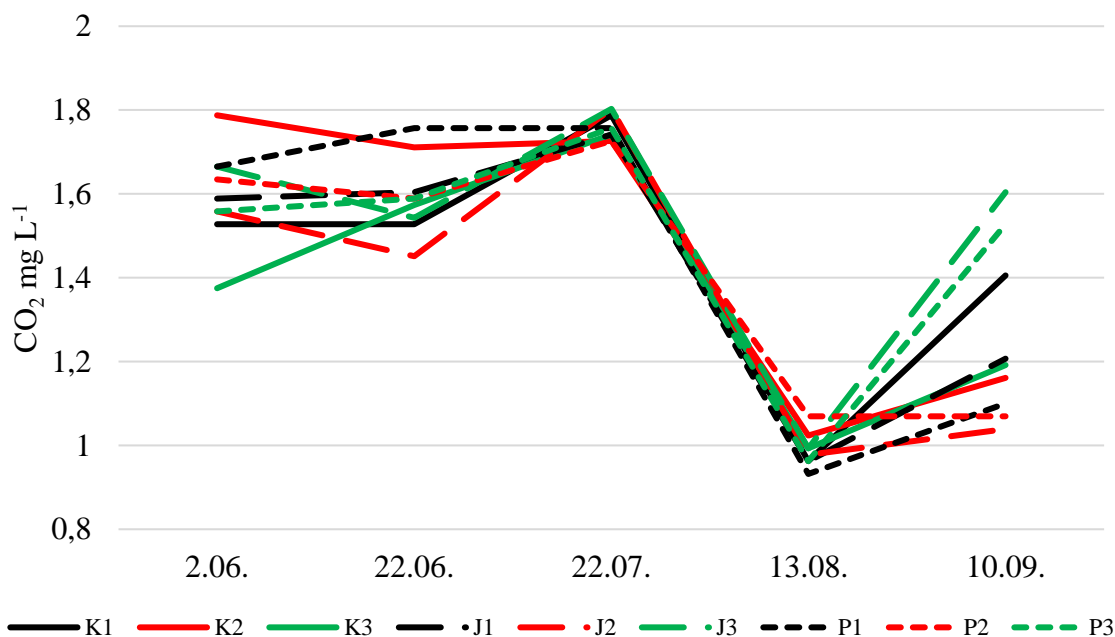
Pēc gūtajiem skaitļiem var secināt, ka visefektīvāk sleju stādījumi sevi attaisnojuši digestāta un kūtsmēsli pamatmēslojuma variantā, kur abu kultūraugu ražas ieguvei vienlaidu stādījumā būtu nepieciešama zemes platība 146 un 144% apmērā no sleju stādījuma. Būtiski neatpaliek arī komposta variants, kas arī uzrāda augstu efektivitāti platības ekvivalenta ziņā. Raugoties atsevišķi pa kultūraugiem, redzams, ka sleju stādījumi ir bijuši efektīvi abu kultūraugu ražas palielināšanai. Pupām efektīvāks ir bijis

kūtsmēsļu mēslojuma variants, bet kāpostiem - digestāts. Tas skaidrojams ar slāpekļa izdalīšanos augsnē un pieejamības periodu – pupām N vairāk ir nepieciešams augšanas sākumā, kad vēl nav izveidojusies simbioze ar gumiņbaktērijām, un vajadzība pēc N ir nozīmīga. Savukārt kāpostiem lēnāk sadalošais digestāts, visticamāk, ir vairāk nodrošinājis N resursu tieši ražas veidošanās beigu periodā, kad briest galviņas.

2019. gada ražas rezultāti gan kāpostiem, gan cūku pupām ir ļoti labi – tie skaidri norāda sleju efektivitāti ražības nozīmīgā palielināšanā konkrēto augu kombinācijā.

Augsnes aktivitātes izvērtējums

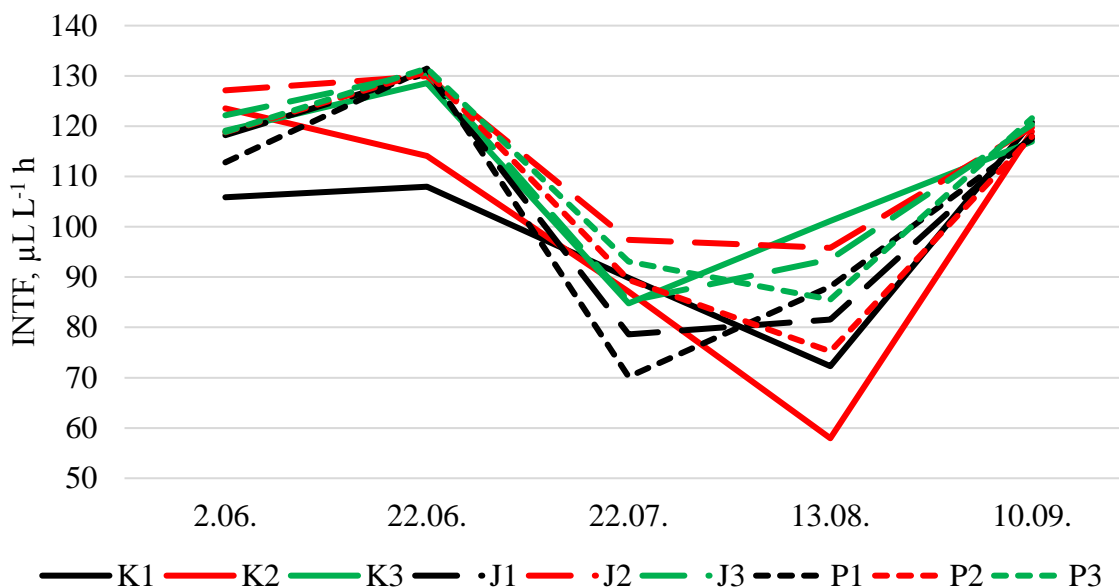
Augsnes aktivitāti raksturoja ar augsnes elpošanas intensitāti un elpošanas fermenta DHA (dehidrogenāzes) aktivitāti augsnē. Augsnes elpošanas intensitāte kopumā visā izmēģinājumā būtiski svārstījās starp paraugu ņemšanas reizēm (7.attēls). Būtiskas atšķirības ir novērojamas arī sezonas sākumā starp variantiem, tomēr, izvērtējot visas sezonas iegūtos rezultātus kopumā, būtisku atšķirību starp variantiem nav. Grūti izskaidrot būtiski zemākos rādītājus 13. augustā ievāktajiem paraugiem. Ir jāveic padziļinātas studijas par iespējamiem iemesliem, jo gan mitruma nodrošinājums, gan temperatūra bija samazinājušies, bet nerasniedza kritisku līmeni, kas ir biežākais iemesls straujām elpošanas intensitātes svārstībām. Var redzēt, ka vislabāk no šī elpošanas intensitātes krituma atgūstas varianti, kuros pamatmēslojumā izmantoti kūtsmēsli.



7.attēls. Augsnes elpošanas intensitāte, J – jauktais stādījums, K – kāpostu vienlaidus stādījums, P – pupu vienlaidus stādījums, 1 – komposta pamatmēslojums, 2 – digestāta pamatmēslojums, 3 – kūtsmēsļu pamatmēslojums

DHA aktivitāte neuzrādīja būtisku atšķirību starp variantiem, bet, līdzīgi kā elpošanas intensitātē, tika konstatēta būtiska atšķirība starp paraugu vākšanas reizēm (8. attēls). Izvērtējot DHA aktivitātes rezultātus 2019. gadā, var secināt, ka mikroorganismu aktivitāte ir bijusi normas robežās gan sezonas sākumā, gan beigās. Kopumā vērojama tendence, ka zemākie rādītāji ir variantos, kur kāposti tika audzēti monokultūrā, izmantojot kompostu un digestātu. Tomēr statistiski būtiskas atšķirības netika konstatētas.

Dārzeņu audzēšana pamīšus slejās un augu atlieku pārstrādes produktu izmantošana dārzeņu komercražošanā, nodrošinot bioloģisko daudzveidību un efektīvu resursu izmantošanu (SureVeg)



8.attēls Dehidrogenāzes aktivitāte, J – jauktais stādījums, K – kāpostu vienlaidus stādījums, P – pupu vienlaidus stādījums, 1 – komposta mēslojums, 2 – digestāta mēslojums, 3 – kūtsmēsli mēslojums

Sleju stādījumos, kur pamatmēslojumā izmantots digestāts un kūtsmēsli, un pupu vienlaidus stādījumā ar kūtsmēsli pamatmēslojumu, novērota salīdzinoši augstāka mikroorganismu aktivitāti, tomēr statistiski būtiskas atšķirības starp variantiem netika konstatētas.

Lai gan netika konstatētas statistiski būtiskas atšķirības starp izmēģinājuma variantiem augsnes bioloģiskās aktivitātes indikatoriem, tomēr tendences ir novērojamas. Tas liecina par to, ka audzēšanas sistēma ir jāpielieto ilgstošu laika periodu, lai augsnes procesi un bioloģiskā daudzveidība nostabilizējas ilgstošā laika periodā. Tad varētu izvērtēt audzēšanas sistēmas ietekmi uz augsnes bioloģisko aktivitāti un dzīvības procesiem tajā.

Sakņu attīstības salīdzinājumam veikta *in-situ* sakņu skenēšana, kuras datu apstrāde ir salīdzinoši darbietilpīga un vēl nav pabeigta. Ilustrācijai ievietots jaukto stādījumu sakņu zonas attēls (9.attēls).



9.attēls. Sakņu zonas uzņēmums ar *in-situ* sakņu skeneri – pupu un kāpostu saknes

Nozīmīgi kaitēkļu un slimību bojājumi izmēģinājumā netika konstatēti.
Uz atskaites sagatavošanas brīdi pilnīgi augsnes analīžu dati vēl nav saņemti.

Secinājumi:

1. 2019. gada ražas rezultāti gan kāpostiem, gan cūku pupām ir ļoti labi – tie skaidri norāda sleju efektivitāti ražības nozīmīgā palielināšanā konkrēto augu kombinācijā.
2. Augstākā kāpostu raža - 51.33 t ha⁻¹ iegūta vienlaidu stādījumā digestāta variantā, bet būtiski neatšķīrās arī kūtsmēsļu varianta raža (49.22 t ha⁻¹). Sleju stādījumā augstākā raža iegūta arī digestāta pamatmēslojuma variantā – 39.47 t ha⁻¹, kas, pārrēķinot uz pilnu ha, ir 78.94 t ha⁻¹.
3. Augsnes aktivitātes rādītāji apstiprina paraugu vākšanas laika ietekmi uz iegūtajiem rezultātiem.
4. Izmēģinājumā netika konstatētas būtiskas atšķirības starp izmēģinājuma variantiem augsnes aktivitātē, bet novērota tendence, ka sleju stādījums un pupu vienlaidu stādījums uzlabo augsnes mikrobioloģiskos procesus un līdz ar to arī augsnes bioloģisko aktivitāti.
5. Izvērtējot LER, secināts, ka visefektīvāk sleju stādījumi sevi attaisnojuši digestāta un kūtsmēsļu pamatmēslojuma variantā, kur abu kultūraugu ražas ieguvei vienlaidu stādījumā būtu nepieciešama zemes platība 146 un 144% apmērā no sleju stādījuma. Kopumā redzams, ka sleju stādījumi ir efektīvāks zemes platības izmantošanas veids, nekā vienlaidu stādījumi konkrēto augu gadījumā.
6. Apkopojot 2019. gada rezultātus, skaidri redzams, ka sleju stādījumi ir perspektīvs risinājums ilgtspējīgu tehnoloģiju ieviešanā un dārzeņu ražas ieguvē. Izmēģinājums jāatkārto 2020. gadā pieņemumu apstiprināšanai.

Publikācijas:

Datums	Publikācijas veids	Nosukums	Saite
03.01.2019.	Preses relīze	Dārzeņu audzēšana pamīšus slejās un augu atlieku pārstrādes produktu izmantošana dārzeņu komercražošanā (SUREVEG)	http://www.darzkopibasinstituts.lv/lv/projekti/darzenu-audzesana-pamissus-slejas-un-augu-atlieku-parstrades-produktu-izmantosana-darzenu-0
07.02.2019.	Mutiska prezentācija LU konferencē	Lauksaimniecības pakalpojumaugi dārzkopībā	
21.02.2019.	Mutiska prezentācija	JAUKTIE STĀDĪJUMI DĀRŽENKOPĪBĀ –	http://www.lf.llu.lv/sites/lf/files/files/lapas/Darba%20kartiba_Lidzsvarota_lauksaimnieciba

	LLU konferencē	IZAICINĀJUMS VAI RISINĀJUMS?	21.02.2019 preciz.pdf; http://llufb.llu.lv/conference/lidzsvartarota-lauksaimniec_rakstu_krajums_2019.pdf
30.06.2019	raksts	JAUKTIE STĀDĪJUMI DĀRZENĶOPĪBĀ – IZAICINĀJUMS VAI RISINĀJUMS? INTERCROPPING IN VEGETABLE GROWING – CHALLENGE OR SOLUTION?	http://llufb.llu.lv/conference/lidzsvartarota-lauksaimniec_rakstu_krajums_2019.pdf
30.08.2019.	Populāra publikācija	Jauktie stādījumi	http://fruittechcentre.eu/sites/default/files/2019-08/Profesionala_DARZKOPIBA_Nr9.pdf

Izmantotā literatūra

- Dane S., Šterne S. 2016. Augsnes auglība zemeņu – tauriņziežu jauktajā stādījumā. Ražas svētki “Vecauce - 2016”: Lauksaimniecības zinātne nozares attīstībai, 16 – 19. lpp.
- Conservation tillage for organic cabbage: Yield, weed growth, and management costs. Project Overview. Sustainable Agriculture Grants. 2014. (https://projects.sare.org/sare_project/fne12-736/)
- FAO “Sustainable dryland cropping in relation to soil productivity” <http://www.fao.org/docrep/v9926e/v9926e03.htm>
- FAO, 1989. Sustainable agricultural production: implications for international agricultural research. Research and Technology Paper 4. FAO, Rome. 152 p. http://faostat3.fao.org/download/Q/*/*E
- G. DUMIČIĆ, M. VUKOBRATOVIĆ, Ž. VUKOBRATOVIĆ, B. URLIĆ, M. ŽANKO, H. KUDIĆ, 2013. Effect of Fertilization on Cabbage Yield Characteristics. Journal article; Conference paper : Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 2013 No. Special Issue Volume 2, 399-403
- Garcia, C., Hernandez, T., Albaladejo, J. (1997). Potential use of dehydrogenase activity as an index of microbial activity in degraded soils. Communications in Soil Science and Plant Nutrition, 1, pp. 123–134.
- Mead, R. and Willey, R.W.,1980. The Concept of Land Equivalent Ratio and Advantages in Yields from Intercropping. Experimental Agriculture, 16, 217-228. <http://dx.doi.org/10.1017/S0014479700010978>
- Abdalla et al., 2019. A critical review of the impacts of cover crops on nitrogen leaching, net greenhouse gas balance and crop productivity. Glob Change Biol.;25:2530–2543. DOI: 10.1111/gcb.14644
- IPCC, 2014: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment

Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Jensen E, Peoples MB, Hauggaard-Nielsen H (2010) Faba bean in cropping systems. *Field Crops Res.* 115:203-216. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2009.10.008>

National Research Council (NRC), 2006. *Surface Temperature Reconstructions For the Last 2,000 Years*. National Academy Press, Washington, D.C.

Olson K.R., 2014. Soil organic carbon sequestration, storage, retention and loss in U.S. croplands: Issues paper for protocol development. *Geoderma*, 195-196: 201-206

Tang Z., W. Xu, G. Zhou, Y. Bai, J. Li, X. Tang, D. Chen, ... Z. Xie, 2018. Patterns of plant carbon, nitrogen, and phosphorus concentration in relation to productivity in China's terrestrial ecosystems. *PNAS* 115 (16) 4033-4038. <https://doi.org/10.1073/pnas.1700295114>



Projekta vadītāja: Dr.agr. Līga Lepse