

PĀRSKATS

par Eiropas Savienības Eiropas Lauksaimniecības fonda lauku attīstībai
(ELFLA) Atklāta projektu iesniegumu konkursa Latvijas Lauku attīstības
programmas 2014. - 2020.gadam pasākuma 16. "Sadarbība" 16.2 apakšpasākuma:
"Atbalsts jaunu produktu, metožu, procesu un tehnoloģiju izstrādei" projekta
pētījumu

Pētījuma nosaukums:	Augsnes ielabošana ar bioloģiskas izcelsmes saturošiem materiāliem
Pētījuma projekta numurs:	18-00-A01620-000050
Izpildes laiks:	15.02.2019. - 31.12.2021
Izpildītāji:	Z/S "Andrupēni" un Latvijas Valsts mežzinātnes institūts "Silava"
Projekta vadītājs:	Andis Bārdulis, Z/S "Andrupēni"
Sadarbības partnera pārstāvis:	Kristaps Makovskis, Latvijas Valsts mežzinātnes institūts "Silava" (LVMI Silava)

Dienvidkurzemes novads, Rucavas pagasts 2021

Saturs

Kopsavilkums	3
Ievads	5
Projektā iesaistīto partneru raksturojums	7
1. Metodika	9
1.1. Pētījuma objekts	9
1.2. Augsnes ielabošana	11
1.3. Kukurūzas sēja	15
1.4. Sojas sēja	16
1.5. Labības sēja ar tauriņziežu un stiebrzāļu pasēju	17
1.6. Vides paraugu ķīmiskās analīzes	17
2. Rezultāti un to analīze	18
2.1. Kombinēta kūtsmēsļu un koksnes pelnu mēslojuma pielietošana kukurūzas audzēšanai	18
2.2. Kombinēta kūtsmēsļu un koksnes pelnu mēslojuma pielietošana sojas audzēšanai	22
2.3. Kombinēta kūtsmēsļu un koksnes pelnu mēslojuma pielietošana graudaugu audzēšanai	25
2.4. Izmantotās koksnes pelnu frakcijas ietekme uz kultūraugu ražām un to sastāvu	29
Secinājumi	31

Kopsavilkums

Viens no galvenajiem 2015. gada decembrī pieņemtajiem cirkulārās ekonomikas paketes principiem ir pārstrādāt materiālus, kurus pašlaik iznīcina vai deponē kā atkritumus. Eiropas Komisija ir ierosinājusi priekšlikumus Regulām Nr. 1069/2009 un Nr. 1107/2009, lai padarītu Eiropas Savienības vienoto tirgu pieejamāku organisko mēslojumu un mēslošanas līdzekļiem, kas ražoti no atkritumiem, nodrošinot līdzīgus konkurences apstākļus ar tradicionāliem sintētiskajiem minerālmēslojumiem.

Tradicionāla lauksaimniecība ir izdevīga, ja augsnes kvalitāte pārsniedz 35 kvalitātes punktus, kas ir gandrīz puse no lauksaimniecības apgabaliem. Latvijas Lauksaimniecības universitātes pētījumā par lauku attīstības iespējām secināts, ka lauksaimnieciskā darbība ir apgrūtināta, ja augsnes auglība ir zem 38 punktiem, un lauksaimniecība kļūst nerentabla, ja zemes vērtība ir mazāka par 25 punktiem. Kurzemes reģionā šādas platības ir ap 45% (Makovskis 2015 u.c). Tas apliecina, ka Latvijā ir plaša nepieciešamība pēc organiskajiem augsnes ielabošanas līdzekļiem ar bagātīnu sastāvu. Pelnu un kūtsmēslu maisījums izpilda abus nosacījumus, turklāt pelnu un kūtsmēslu maisījuma izkliedēšana un iestrādāšana augsnē ir vieglāk īstenojama, salīdzinot ar pelnu, kas satur ievērojamu smilts frakcijas īpatsvaru, izkliedēšanu.

Šobrīd uzņēmumiem Latvijā, kuriem kā blakus produkts rodas koksnes peni, ir grūtības ar to apsaimniekošanu, turklāt pelni netiek atgriezti barības vielu apritē. Pētījumā ir piedāvāta inovatīva un praksē pielietojama metode augsnes ielabošanai, kas pavērs plašākas iespējas gan bioloģiskajām, gan konvenciālajām saimniecībām.

Pētījuma mērķis ir attīstīt pētniecisko kapacitāti un sniegt ieguldījumu tautsaimniecības izaugsmē, piedāvājot tirgū jaunu metodi augsnes ielabošanai, sagatavojot bioloģiskas izcelsmes saturošus materiālus, izmantojot stabilizētus koksnes pelnus un kūtsmēslus. Pētījuma specifiskais mērķis ir bioloģiskas izcelsmes saturošu materiālu sagatavošana un pārbaude (metodes izstrāde) augsnes ielabošanā lauksaimniecības zemēs, kas atbilst sekojošu tautsaimniecības transformācijas virzienu un izaugsmes prioritāšu īstenošanai un specializācijas jomu attīstībai - zināšanu ietilpīga bioekonomika (inovatīva biomaisījuma sagatavošana); biotehnoloģija (tiks diversificēti koksnes pelnu otrreizējās izmantošanas - atgriešanas apritē iespējas); tehnoloģijas un

inženiersistēmas (maisījuma sagatavošana, palielinot netradicionālo izejvielu izmantošanu); vieda enerģētika (tikš atgriezti aprītē bioenerģijas ražošanas blakus produkti).

Projekts ir saimnieciska rakstura sadarbības projekts, kas vienlaikus risina gan vides problēmas, gan veicina tautsaimniecības attīstību izstrādājot pilnveidojot, vismaz Latvijas līmenim inovatīvu metodi augsnes ielabošanai, izmantojot bioloģiskas izcelsmes materiālus, aizstājot tradicionālos kaļķošanas un sintētiskos mēslošanas materiālus. Pētījumā ir izvirzīti sekojoši darba uzdevumi:

- 1) Bioloģiskas izcelsmes saturošu materiālu sagatavošana;
- 2) Augsnes un bioloģiskas izcelsmes saturošu maisījumu paraugu ņemšana;
- 3) Augsnes un bioloģiskas izcelsmes saturošu materiālu paraugu analizēšana un novērtēšana;
- 4) Parauglūkumu ierīkošana un marķēšana;
- 5) Augsnes sagatavošana, bioloģiskas izcelsmes saturošu materiālu izkliede un iestrāde augsnē;
- 6) Sējumu ierīkošana;
- 7) Iegūtās produkcijas novērtējums;
- 8) Primārās produkcijas novākšana un sagatavošana;
- 9) Populārzinātniskas publikācijas sagatavošana;
- 10) Semināra organizēšana.

Pētījuma ietvaros ir sagatavoti bioloģiskas izcelsmes saturoši augsnes ielabošanas materiāli, kuri ir videi draudzīgi un spēj aizvieto tradicionālos kaļķošanas līdzekļus un sintētiskos minerālmēslus. Izvērtējot iegūtos rezultātus redzama inovatīva metode augsnes ielabošanai ar bioloģiskas izcelsmes saturošiem materiāliem, uzrādot augstvērtīgus iegūtās produkcijas rezultātus, nodrošinot ilgtspējīgu lauksaimniecisko darbību.

Pētījumā iegūtie rezultāti ir atspoguļoti tabulās un grafikos. Iegūto rezultātu apstrādei izmantotas vispārīgās un neparametriskās datu apstrādes statistiskās metodes.

Pētījuma rezultāti publicēti 4 populārzinātnisko izdevumos (divi raksti žurnālā “Agrotops” viens raksts žurnālā “Lopkopis” un viens raksts publicēts LLKC tīmekļa vietnē) un rezultāti ziņoti divos semināros. Tiesšaistes seminārā „Lopbarības un tās kvalitāti ietekmējošie faktori” bija vērojama liela aktivitāte, un to vēroja aptuveni 200 interesenti.

Ievads

Patreiz visā Eiropā vērojama augsnes noplicināšanās, jo aizvien vairāk tiek izmantoti sintētiskie augsnes ielabošanas līdzekļi un samazinās organisko mēslojumu izmantošana, kā rezultātā no augsnes ar lauksaimniecības kultūraugiem intensīvi tiek iznestas barības vielas, augsne kļūst ievainojama un viegli erodējama. Pieaugot koksnes izmantošanas apjomiem, enerģijas ieguvē rodas blakus produkts koksnes pelni, kas patreiz galvenokārt tiek deponēti poligonos. Enerģijas ražošanai gadā tiek saražoti ~150 000 t koksnes pelnu, kas ļauj būt pārliecinātiem par šīs izejvielas pieejamību nākotnē un blakus produkta ražotāja vēlmi atbrīvoties no šī nelikvīda, kas pēc tā ķīmiskajām īpašībām un iedarbības atbilst ne tikai kaļķošanas materiālam (Saarsalmi et al., 2012; Brais et al. 2015) ar augstu vides reakciju pH (bāzisks), bet arī satur augu attīstībai nozīmīgus barības elementus (Makovskis u.c. 2015, Okmanis u.c. 2015, WWW.csb.lv). Tomēr Valsts augu aizsardzības dienestā koksnes pelnus kā kaļķosanas līdzekli ir reģistrējuši tikai daži uzņēmumi (www.vaad.gov.lv), pārējie tos deponē.

Latvija nodrošinot Vides politikas pamatnostādnes 2014. - 2020.gadam, noteikto uzdevumu izpildi, veicot augšņu monitoringu, konstatēts, ka lielākais kaļķojamo augšņu īpatsvars ir Vidzemes un Kurzemes reģionos lauksaimniecībā izmantojamām zemēm, attiecīgi 67,0% un 60,9% (www.vaad.gov.lv). Savukārt, nepietiekošs organisko vielu saturs Kurzemē konstatēts 32,9% pētītajās lauksaimniecības zemju platībās (www.vaad.gov.lv).

Lielākie riski koksnes pelnu izmantošanā augsnes ielabošanai saistīti ar iespējamu paaugstinātu smago metālu klātbūtni pelnos. Smago metālu maksimāli pieļaujamo koncentrāciju kaļķošanas materiālā (tai skaitā koksnes pelnos, kas Valsts augu aizsardzības dienestā reģistrēti kā kaļķošanas materiāls) nosaka MK noteikumi Nr. 506 "Mēslošanas līdzekļu un substrātu identifikācijas, kvalitātes atbilstības novērtēšanas un tirdzniecības noteikumi" (3. pielikums). Atbilstoši MK noteikumiem maksimāli pieļaujamā dzīvsudraba (Hg) koncentrācija ir 2,0 mg/kg, kadmija (Cd) – 3,0 mg/kg, arsēna (As) – 50 mg/kg, niķeļa (Ni) – 100 mg/kg, bet svina – 150 mg/kg.

Audzējot kultūraugus (īpaši labību), būtisks ražu ietekmējošs faktors ir barības vielu, īpaši slāpekļa, nodrošinājums un augsnes skābums (pH). Ja lauksaimniecības kultūraugi tiek audzēti augsnē ar nepiemērotu augsnes skābumu (skābās augsnēs, pH < 5,5), tiem ir kavēta

sakņu sistēmas attīstība, kas ietekmē augu augšanu un attīstību, kā arī tie nespēj pilnvērtīgi izmantot ar mēslošanas līdzekļiem ienestos augu barības elementus, kā rezultātā netiek iegūta atbilstoša raža ar labiem kvalitātes rādītājiem. Skābās augsnēs neveidojas optimāla augsnes struktūra un tā ātrāk sablīvējas, līdz ar to vērojama nelabvēlīga ietekme uz gaisa un mitruma režīmu, skābie katjoni veicina citu augu barības elementu izskalošanos, arī nitrifikācijas process skābās augsnēs ir traucēts (Vigovskis, 2017; Popluga un Kreišmane, 2020). Augsnes kaļķošana ir viens no svarīgākajiem pasākumiem augstu ražu ieguvei. Kaļķošanas materiāla sastāvā esošais kalcijs (Ca) un magnijs (Mg) ir augu augšanai nepieciešami barības elementi, kas kopā ar trūdvielām nosaka augsnes struktūru un optimizē augsnes pH (Strazdiņa, 2015).

Augsnes ielabošana ar liellopu kūtsmēsli un koksnes pelnu, kas pēc ķīmiskajām īpašībām un iedarbības atbilst kaļķošanas materiālam ar bāzisku vides reakciju, maisījumu vienlaicīgi risina vairākas problēmas:

- tiek palielināts augu barības elementu nodrošinājums augsnē, kas labības audzēšanā ir ražu limitējošs faktors;
- ar koksnes pelniem ienestie bāziskie katjoni (Ca un Mg) kopā ar organisko vielu, kas tiek ienesta ar liellopu kūtsmēsliem optimizē augsnes pH;
- tradicionālie kaļķošanas un sintētiskie mēslošanas līdzekļi tiek aizstāti ar bioloģiskas izcelsmes materiāliem, kas veicina bioekonomikas principu ieviešanu.

Izvērtējot augstākminēto informāciju projekta ietvaros tiks piedāvāts risinājums augsnes ielabošanai, sagatavojot bioloģiskas izcelsmes saturošus materiālus, izmantojot pelnus un kūtsmēslus, aizstājot tradicionālos kaļķošanas līdzekļus un sintētiskos minerālmēslus.

Projektā iesaistīto partneru raksturojums

Projekta „Augsnes ielabošana ar bioloģiskas izcelsmes saturošiem materiāliem” vadošais partneris ir Dienvidkurzemes novada Rucavas pagasta zemnieku saimniecība "Andrupēni". Zemnieku saimniecība "Andrupēni" ir dibināta 2015. gadā, un tās pamatdarbības mērķis ir piena un gaļas lopkopība. Zemnieku saimniecība apsaimnieko sev piederošas un nomātās lauksaimniecības zemes 150 ha platībā. Liellopu skaits saimniecības ganāmpulkā ir robežās no 80 – 90 vienībām. Ņemot vērā saimniecības darbības jomu, saimniecībai ir pieredze aramzems apstrādē, sējumu ierīkošanā, primārās produkcijas sagatavošanā, agrotehniskās prakses lietošanā augkopībā, kā arī nepieciešamā tehnika projekta uzdevumu īstenošanā. Vadošo partneri pārstāv un projekta ietvaros īsteno izvirzītos darba uzdevumus Zemnieku saimniecības „Andrupēni” īpašnieks Dr.silv. Andis Bārdulis (e-pasts: andis.bardulis@gmail.com, mob.tālr.: +371 26886361).

Zemnieku saimniecība „Andrupēni” projekta ietvaros īstenoja šādus darba uzdevumus: bioloģiskas izcelsmes saturošu materiālu sagatavošanu, augšnes un bioloģiskas izcelsmes saturošu maisījumu paraugu ņemšana, augšnes un bioloģiskas izcelsmes saturošu materiālu paraugu analizēšanu un novērtēšanu, prauglaukumu ierīkošanu un marķēšanu, augšnes sagatavošanu, bioloģiskas izcelsmes saturošu materiālu izkiedi un iestrādi augsnē, sējumu ierīkošanu, iegūtās produkcijas novērtējumu, primārās produkcijas novākšanu un sagatavošanu, populārzinātnisku publikāciju sagatavošanu un semināru organizēšanu.

Projekta sadarbības partneris ir Latvijas Valsts mežzinātnes institūts "Silava" (LVMI Silava). LVMI Silava darbības mērķis ir ar zinātniskām metodēm iegūt jaunas zināšanas un izstrādāt inovatīvas tehnoloģijas, lai sekmētu meža nozares ilgtspējīgu attīstību un konkurētspēju. LVMI Silava ir atbildīgs par nacionālā meža monitoringa ieviešanu un veikšanu, kā arī par siltumnīcefekta gāzu inventarizācijas veikšanu zemes izmantošanas, zemes izmantošanas maiņas un mežsaimniecības (ZIZIMM) sektorā. LVMI Silava veic pētījumus, kas saistīti ar koku ieaudzēšanu neizmantojās lauksaimniecības zemēs un biomasas iegūšanu enerģijas ražošanai lauksaimniecībai mazpiemērotās (marginālās) platībās. LVMI Silava ir īstenojis un turpina īstenot vairākus zinātniskus pētījumus un pētījumu programmas par koksnes pelnu izmantošanas iespējām meža un lauksaimniecības zemēs augšnes ielabošanas nolūkos.

LVMI Silava projekta ietvaros pārstāvēja un izvirzītos darba uzdevumus īstenoja sadarbības partnera projekta vadītājs Dr.oec. Kristaps Makovskis (e-pasts: kristaps.makovskis@silava.lv) un Meža atjaunošanas un ieaudzēšanas zinātniskā virziena un Meža vides laboratorijas darbinieki (Mg.chem. Dana Purviņa, Mg.biol. Kārlis Dūmiņš, Dr.silv. Dagnija Lazdiņa un Dr. Sarmīte Rancāne).

LVMI „Silava” īstenoja šādus darba uzdevumus: bioloģiskas izcelsmes saturošu materiālu sagatavošanu, augsnes un bioloģiskas izcelsmes saturošu maisījumu paraugu ņemšanu, augsnes un bioloģiskas izcelsmes saturošu materiālu paraugu analizēšanu un novērtēšanu, prauglaukumu ierīkošanu un marķēšanu, iegūtās produkcijas novērtējumu, populārzinātnisku publikāciju sagatavošanu un semināru organizēšanu.

1. Metodika

1.1. Pētījuma objekts

Pētījuma objekts atrodas Dienvidkurzemes novadā, Rucavas pagastā, īpašumā “Andrupēni”, kadastra nr. 64840100096 ar kopējo platību 14,4 ha. Pētījuma ietvaros ierīkoti parauglaukumi 12 ha platībā (1. att.). Augsnes ķīmiskais sastāvs pētījuma objektā pirms augsnes ielabošanas (mēslojuma ienešanas) 2019. gadā parādīts 1. tabulā. LIZ kvalitatīvais novērtējums ir 41-50 balles. Dominējošā augsnes granulometriskā sastāva grupa pētījuma objektā ir smaga mālsmilts.



1. att. Pētījuma objekts

Pētījuma objektā pēc meteoroloģiskās stacijas Rucava iegutajiem datiem vidējā gaisa temperatūra 2020. gadā laika periodā no 10. maija līdz 30. septembrim novērota 15,3 C⁰, minimālā temperatūra -1, 0 C⁰, savukārt maksimālā temperatūra 31,0 C⁰. Periodā kopējā nokrišņu summa 345 mm, savukārt nokrišņu summa līdz kultūraugu sadīgšanas fāzei 12,3 mm.

Vidējā gaisa temperatūra 2021. gadā laika periodā no 10. maija līdz 30. septembrim novērota 15,7 C⁰, minimālā temperatūra -1, 15 C⁰, savukārt maksimālā temperatūra 32,4 C⁰. Periodā kopējā nokrišņu summa 475 mm, savukārt nokrišņu summa līdz kultūraugu sadīgšanas fāzei 38 mm.

1. tab. Augsnes ķīmiskais sastāvs pētījuma objektā pirms augsnes ielabošanas (mēslojuma ienešanas) 2019. gadā¹

Parametrs, mērvienība	Augsnes slānis, cm	
	0-20 cm	20-40 cm
Kopējais oglekļa saturs ($C_{kop.}$), g kg ⁻¹	20,0 ± 1,4	16,3 ± 1,6
Kopējais slāpekļa saturs ($N_{kop.}$), g kg ⁻¹	1,8 ± 0,2	1,5 ± 0,1
Kopējais fosfora saturs ($P_{kop.}$), g kg ⁻¹	0,30 ± 0,02	0,29 ± 0,02
Augiem viegli uzņemamā fosfora frakcija (P_2O_5), mg kg ⁻¹	30,1 ± 4,7	25,6 ± 3,6
Slāpekļskābē (HNO_3) ekstrahējams kālijs (K), g kg ⁻¹	1,9 ± 0,3	2,2 ± 0,2
Augiem viegli uzņemamā kālija frakcija (K_2O), mg kg ⁻¹	28,7 ± 4,3	22,0 ± 2,2
Elektrovadītspēja, μS cm ⁻¹	41,0 ± 6,7	44,4 ± 7,0
pH _{KCl}	5,5 ± 0,2	5,8 ± 0,3
Smilts daļiņu īpatsvars, %	77,0 ± 4,2	70,6 ± 2,2
Putekļu daļiņu īpatsvars, %	18,8 ± 3,1	23,9 ± 3,1
Māla daļiņu īpatsvars, %	4,2 ± 1,1	5,5 ± 1,5

¹ Augsnes analīzes veiktas LVMI Silava Meža vides laboratorijā (Reģ. Nr. LATAK-T-631-01-2020), kas akreditēta atbilstoši standarta LVS EN ISO/IEC 17025:2018 "Testēšanas un kalibrēšanas laboratoriju kompetences vispārīgās prasības (ISO/IEC 17025:2017)" prasībām.

1.2. Augsnes ielabošana

Lai novērtētu (liellopu kūtsmēslu un koksnes pelnu) kombinētas pielietošanas iespējas augsnes ielabošanai, pētījuma ietvaros bioloģiskas izcelsmes pamatmēslojums (2. tabula) ienests vienu reizi 2019. gada rudenī. Pelni izkliedēti, izmantojot LVMI “Silava” konstruētu pelnu izkliedes agregātu prototipu (2. att.). Kūtsmēsli izkliedēti, izmantojot PRT - 10 kūtsmēslu arditāju.



2. att. Pamatmēslojuma (pelnu) ieneses agregāts (foto: Andis Bārdulis)

Kūtsmēslu ienese augsnē veikta atbilstoši E. Hofmaņa noteiktajām augsnes auglības saglabāšanai nepieciešamajām devām, savukārt pelnu ienesei izmantota A. Zemītes rekomendācija. Projekta ietvaros izmantoti “Liepājas enerģija” biomasas katlumājā saražotie smalkās un rupjās frakcijas pelni, kuri pirms izkliedes trīs mēnešus nostādināti un neitralizēti zemnieku saimniecībā “Andrupēni”. Savukārt cietie kūtsmēsli ir iegūti zemnieku saimniecībā “Andrupēni”, kur tie ir divus gadus nostāvējuši, kā arī patstāvīgi veikta to aerācija.

2. tab. Bioloģiskas izcelsmes materiālu, kas izmantoti augsnes ielabošanai, ķīmiskais sastāvs

Bioloģiskas izcelsmes materiāls, izmantotā deva	Materiāla ražotājs	Barības elementu saturs			C, g kg ⁻¹	pH
		N, g kg ⁻¹	P, g kg ⁻¹	K, g kg ⁻¹		
Liellopu kūtsmēsli, deva – 8 t sausna ha ⁻¹	Z/S “Andrupēni”	7,8 ± 0,9	1,2 ± 0,2	5,4 ± 0,8	105,1 ± 10,6	7,6* ± 0,3
Pelni (smalkā frakcija), deva – 6 t sausna ha ⁻¹	SIA “Liepājas enerģijas” biomasas katlu māja	0,68 ± 0,03	6,93 ± 0,30	23,3 ± 1,8	45,7 ± 2,2	10,9** ± 0,1
Pelni (rupjā frakcija), deva – 6 t sausna ha ⁻¹		0,75 ± 0,07	7,06 ± 0,21	26,2 ± 4,3	74,8 ± 6,5	10,0** ± 0,4
* pH(KCl)						
** pH(H ₂ O)						

Būtisko smago metālu, kas ir vajadzīgi dzīvājiem organismiem minimālos daudzumos fizioloģisko un bioķīmisko funkciju nodrošināšanai, saturs pelnos ir parādīts 3. tabulā.

3. tab. Būtisko smago metālu saturs koksnes pelnu frakcijās

Pelnu frakcija	Fe, g kg ⁻¹	Mn, g kg ⁻¹	Cu, mg kg ⁻¹	Zn, mg kg ⁻¹	Cr, mg kg ⁻¹	Ni, mg kg ⁻¹
Smalkā frakcija	7,1 ± 0,2	2,3 ± 0,1	41,2 ± 1,6	407,9 ± 12,9	27,0 ± 1,4	8,3 ± 0,4
Rupjā frakcija	5,5 ± 0,5	1,7 ± 0,1	54,0 ± 5,1	352,3 ± 39,7	48,9 ± 2,0	13,5 ± 0,3

Ministru kabineta noteikumu Nr. 506 “Mēslošanas līdzekļu un substrātu identifikācijas, kvalitātes atbilstības novērtēšanas un tirdzniecības noteikumi” 3.pielikumā “Nevēlamo piemaisījumu maksimāli pieļaujamā koncentrācija mēslošanas līdzeklī un substrātā” noteiktās maksimāli pieļaujamās smago metālu koncentrācijas (Hg 2,0 mg kg⁻¹, Cd 3,0 mg kg⁻¹, Ni 100 mg kg⁻¹, Pb 150 mg kg⁻¹) pētījumā izmantotajos pelnos netika pārsniegtas.

Lai novērtētu bioloģiskas izcelsmes mēslojuma ietekmi veikti dažādi kultūraugu sējumi dažādos augsnes ielabošanas variantos (3. att., 4. att.), un ierīkoti parauglaukumi (parauglaukuma lielums 1m²), kuros veikti mērījumi trijos atkārtojumos.

	35 m	Soja						68 m
	47 m	Auzas+ stieb. un tauriņz.	14	28	42	56	70	84
	47 m	Mieži+ stieb. un tauriņz.	13	27	41	55	69	83 6*
	47 m	Kvieši v.	12	26	40	54	68 5*	82
	47 m	Mieži	11	25	39	53 4*	67	81
	47 m	Auzas	10	24	38 3*	52	66	80
	47 m	Kukurūza	9	23 2*	37	51	65	79
8 m	Soja	Smuglynka, 00						
		Smuglynka, 00	8	22	36	50	64	78
8 m	Soja	Kapral, 00						
		Kapral, 00	7	21	35	49	63	77
4 m	Soja	Pompei, 00	6	20	34	48	62	76
		Atlanta, 00	5	19	33	47	61	75
4 m	Soja	Taifun, 00	4 1*	18	32	46	60	74
		NS Dijana, 000	3	17	31	45	59	73
4 m	Soja	Maija, 000	2	16	30	44	58	72
		Chitozina ar poli., 000	1	15	29	43	57	71
			Smalkā f. + km.	Rupjā f. + km.	Kontrole	Rupjā f. +min.	Smalkā f. + min.	Kontrole
			36 m	36 m	36 m	36m	36 m	36 m
	6 m	Kukurūza						
		Aizsargjosla (platums 45 m x garums 216m)						

* Augsnes paraugi

Pacilas platība 47 m x 36 m = 0.17 ha

Darbība	Platība, ha
Auzas+ stieb. un tauriņz.	1,02
Mieži+ stieb. un tauriņz.	1,02
Kvieši v.	1,02
Mieži	1,02
Auzas	1,02
Kukurūza	1,02
Soja	0,9
Kukurūza buferis vēja	0,13
Soja buferis	1,6
Aizsargjosla _1	1
Aizsargjosla _2	1,5

3.att. Pētījuma shēma 2020. gadā.

35 m	Auzas ar stieb. un tauriņz.						68 m
47 m	Stieb. un tauriņz.	14	28	42	56	70	84
47 m	Stieb. un tauriņz.	13	27	41	55	69	83 6*
47 m	Mieži ar stieb. un tauriņz.	12	26	40	54	68 5*	82
47 m	Auzas ar stieb. un tauriņz.	11	25	39	53 4*	67	81
47 m	Kvieši ar stieb. un tauriņz.	10	24	38 3*	52	66	80
47 m	Soja (Smuglynka, Kapral vai Merkury)	9	23 2*	37	51	65	79
47 m	Kukurūza	8	22	36	50	64	78
2021. gads		Smalkā f. + km.	Rupjā f. + km.	Kontrole	Rupjā f. +min.	Smalkā f. + min.	Kontrole
		36 m	36 m	36 m	36m	36 m	36 m
6 m	Soja						
Aizsargjosla (platums 45 m x garums 216m)							

* Augsnes paraugi
 Pacilas platība 47 m x 36 m = 0.17 ha

Darbība	Platība, ha
Stieb. un tauriņz.	1,02
Stieb. un tauriņz.	1,02
Kvieši v. un stieb. un tauriņz.	1,02
Mieži un stieb. un tauriņz.	1,02
Auzas un stieb. un tauriņz.	1,02
Kukurūza	1,02
Soja	0,9
Kukurūza buferis vēja	0,13
Soja buferis	1,6
Aizsargjosla_1	1
Aizsargjosla_2	1,5

4. att. Pētījuma shēma 2021. gadā.

1.3. Kukurūzas sēja

Pētījuma ietvaros 2020. un 2021. gadā Dienvidkurzemes novada Rucavas pagasta zemnieku saimniecībā “Andrupēni” sēta kukurūzas šķirne *Agnan* (5. att.) zaļbarības un skābbarības ieguvei un pielietoti vairāki mēslošanas varianti: 1) kontrole – mēslojums netika lietots; 2) pamatmēslojums – liellopu kūtsmēsli (8 t sausna ha⁻¹) un koksnes pelnu smalkā frakcija (6 t sausna ha⁻¹); 3) pamatmēslojums – liellopu kūtsmēsli (8 t sausna ha⁻¹) un koksnes pelnu rupjā frakcija (6 t sausna ha⁻¹) (2. tab.). Kūtsmēsli un koksnes pelnu pamatmēslojums ienests tikai vienu reizi 2019. gada rudenī, papildus mēslojums ne 2020. gadā, ne arī 2021. gadā netika ienests.



5. att. Kukurūza (šķirne Agnan) ar liellopu kūtsmēsli un koksnes pelnu maisījumu ielabotā augsnē (foto: Edgars Felders)

Kukurūzas sēja veikta ar precīzas izsējas sējmašīnu “Backer” 2020. gada 17. maijā un 2021. gada 18. maijā rindsējā ar rindstarpu attālumu 70 cm. Augiem sasniedzot 6 – 8 lapu stadiju vienu reizi veikta nezāļu ierobežošana ar herbicīdu *Samson Max 6 OD* (0,75 L ha⁻¹) un *Arrat* (0,2 kg ha⁻¹). 2021. gadā kukurūza sēta platībā, kur iepriekšējā gadā audzēta soja zaļbarības ieguvei

pie tādiem pašiem mēslošanas režīmiem. Kukurūzas šķirnes *Agnan* veģetācijas periods līdz graudu pilngatavībai ir 190 dienas.

Salīdzināšanas nolūkos kukurūzas sējumā ieīkoti parauglaukumi, kur lietoti sintētiskie minerālmēsli NPK 16:16:16, ar izsējas normu 220 kg/ha.

1.4. Sojas sēja

Pētījuma ietvaros 2020. un 2021. gadā Dienvidkurzemes novada Rucavas pagasta zemnieku saimniecībā “Andrupēni” sētas vairākas sojas šķirnes (6. att.) (*Atlanta*, *Kapral*, *Pompei*, *Smuglyanka*, *Taifun*, *Chitozina*, *Maija*, *NS Dijana*, *Petrina C1*) proteīnbagātas zaļbarības ieguvei. Kopumā 2020. gadā Eiropā iegūtas salīdzinoši sliktas sojas ražas. Šī iemesla dēļ 2021. gadā bija ierobežota sojas šķirņu sēklu pieejamība un pētījuma ietvaros sēta tikai viena sojas šķirne – *Petrina C1*.



6. att. Ar liellopu kūtsmēsliem un koksnes pelniem ielabotā augsnē sojas šķirne *Atlanta*
(foto: Andis Bārdulis)

Sējumos pielietoti vairāki mēslošanas varianti: 1) kontrole – mēslojums netika lietots; 2) pamatmēslojums – liellopu kūtsmēsli (8 t sausna ha⁻¹) un koksnes pelnu smalkā frakcija (6 t

sausna ha^{-1}); 3) pamatmēslojums – liellopu kūtsmēsli ($8 \text{ t sausna ha}^{-1}$) un koksnes pelnu rupjā frakcija ($6 \text{ t sausna ha}^{-1}$) (2. tab.). Kūtsmēsļu un koksnes pelnu pamatmēslojums ienests tikai vienu reizi 2019. gada rudenī, papildus mēslojums ne 2020. gadā, ne arī 2021. gadā netika ienests. Sojas sēja veikta 2020. gada 19. maijā un 2021. gada 22. maijā rindsējā ar rindstarpu attālumu 40 cm. Nezāļu apkarošana 2020. gada sējumā veikta izmantojot augsnes herbicīdu *Mistral*, veicot augsnes apsmidzināšanu ceturtajā dienā pēc sējuma ierīkošanas (deva $0,6 \text{ kg ha}^{-1}$). 2021. gada sējumā nezāļu apkarošana veikta, izmantojot agrotehnisko kopšanu.

1.5. Labības sēja ar tauriņziežu un stiebrzāļu pasēju

Labības sēja ar tauriņziežu un stiebrzāļu pasēju veikta 2020. gada 24. aprīlī. Labības sējai izmantoti vasaras kvieši ar pasēju (tauriņziežu un stiebrzāļu maisījums) auzas ar pasēju (tauriņziežu un stiebrzāļu maisījums) un vasaras mieži ar pasēju (tauriņziežu un stiebrzāļu maisījums). Labība kulta 2020. gada 25. augustā. Nezāļu apkarošanai izmantoti agrotehniskās kopšanas pamatprincipi un minimālā daudzumā lietoti augu herbicīdi. Kopumā, ar atsevišķiem izņēmumiem, pētījumā izmantotas bioloģiskajām saimniecībām pielīdzināmas apsaimniekošanas metodes.

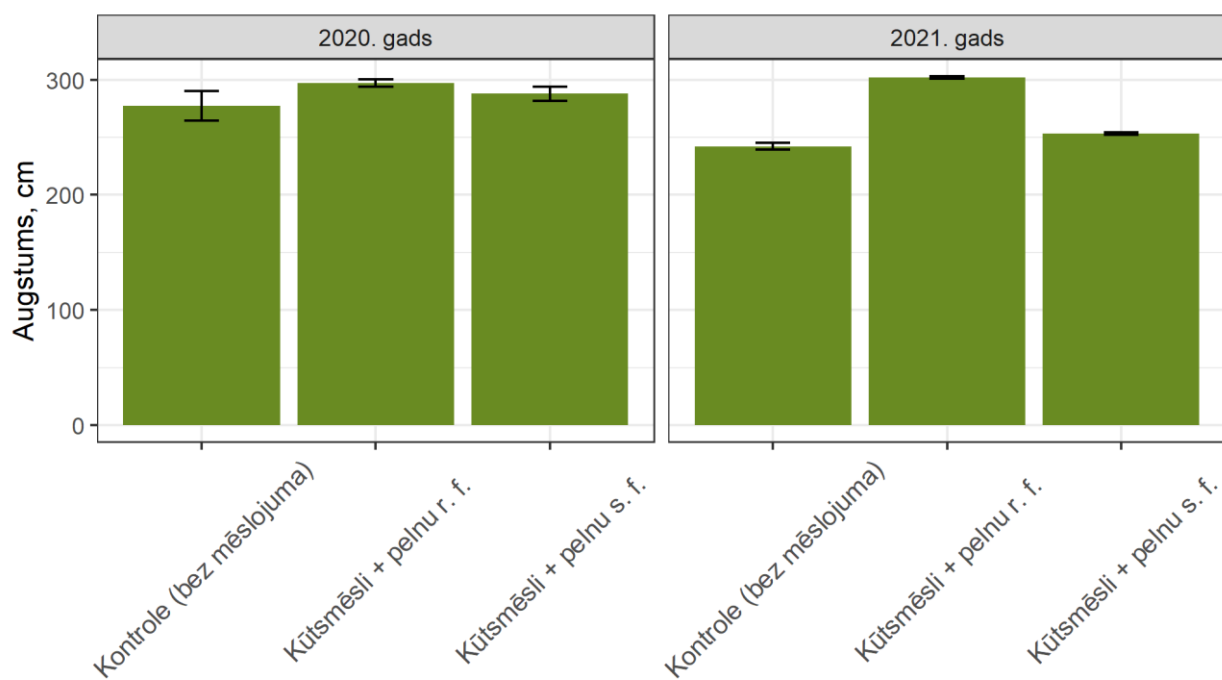
1.6. Vides paraugu ķīmiskās analīzes

Augsnes, mēslošanas līdzekļu, kukurūzas un sojas biomasas, kā arī graudu paraugu ķīmiskās analīzes veiktas LVMI Silava Meža vides laboratorijā (Reģ. Nr. LATAK-T-631-01-2020), kas akreditēta atbilstoši standarta LVS EN ISO/IEC 17025:2018 “Testēšanas un kalibrēšanas laboratoriju kompetences vispārīgās prasības (ISO/IEC 17025:2017)” prasībām.

2. Rezultāti un to analīze

2.1. Kombinēta kūtsmēsļu un koksnes pelnu mēslojuma pielietošana kukurūzas audzēšanai

Pētījumā noskaidrojām, ka kukurūzas augstums (stiebru garums) piengatavības fāzē (105-106 dienas pēc iesēšanas) gan pirmajā, gan otrajā gadā pēc mēslojuma ienešanas dažviet pārsniedz pat 3 m augstumu. Parauglaukumos, kur augsne sākotnēji ielabota ar kūtsmēsliem un koksnes pelniem, lielākais vidējais augstums (297 cm 2020. gadā un 302 cm 2021. gadā) sasniegts platībās, kas sākotnēji mēslojotas ar kūtsmēsliem un pelnu rupjo frakciju (7. att.). Salīdzināšanai – parauglaukumos, kur augsne sākotnēji ielabota ar minerālmēsliem un koksnes pelniem, kukurūzas augstums tajā pašā laikā sasniedza vidēji 301 cm 2020. gadā un 292 cm 2021. gadā.

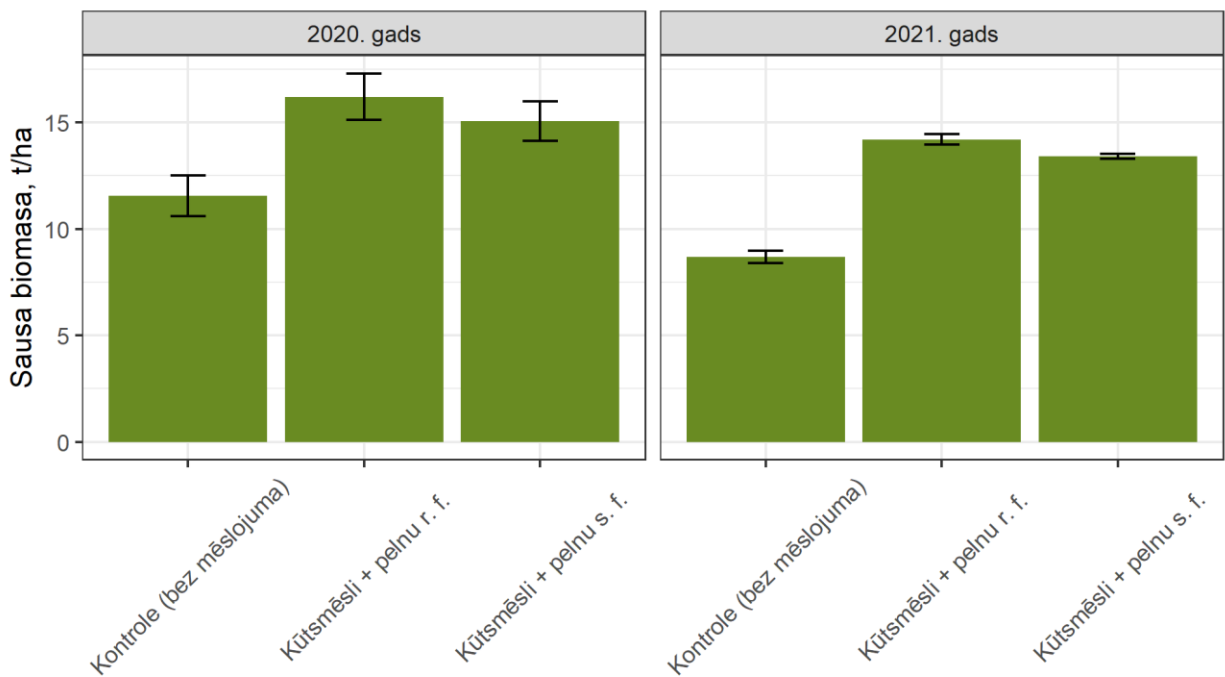


7. att. Kukurūzas (šķirne Agnan) augstums piengatavības fāzē (105-106 dienas pēc iesēšanas, ~ 20 dienas pirms novākšanas skābbarības gatavošanai)

Pirmajā sezonā kukurūzas zaļmasas raža piengatavības fāzē (~ 20 dienas pirms novākšanas skābbarības gatavošanai) bija robežās no 54,8 t ha⁻¹ nemēsotās kontroles platībās līdz 76,8 t ha⁻¹ platībā, kur ienests kūtsmēslu un pelnu rupjās frakcijas mēslojums (sausnas saturs kukurūzas biomasā – 21%). Salīdzināšanai – parauglaukumos, kur augsne sākotnēji ielabota ar minerālmēsliem un koksnes pelniem, kukurūzas zaļmasas raža tajā pašā laikā bija 72,3 t ha⁻¹.

Līdzīgi kā attiecībā uz kukurūzas augstumu, arī attiecībā uz kukurūzas biomasas ražu mēslošanas ietekme parādījās arī vēl otrajā sezonā pēc mēslojuma ienešanas. Protams, salīdzinot ar pirmo sezonu pēc mēslojuma ienešanas, kukurūzas biomasas raža piengatavības fāzē otrajā sezonā bija ievērojami mazāka – kukurūzas zaļmasas raža bija robežās no 39,7 t ha⁻¹ nemēsotās kontroles platībās līdz 60-61 t ha⁻¹ platībā, kur ienests kūtsmēslu un pelnu mēslojums (sausnas saturs kukurūzas biomasā – 22%). Salīdzināšanai – parauglaukumos, kur augsne sākotnēji ielabota ar minerālmēsliem un koksnes pelniem, kukurūzas zaļmasas raža otrajā sezonā pēc mēslojuma ienešanas tajā pašā laikā bija 48 t ha⁻¹.

Tātad parauglaukumos, kur augsne sākotnēji ielabota ar kūtsmēsliem un koksnes pelniem, labākā biomasas raža iegūta pirmajā sezonā pēc kūtsmēslu un pelnu rupjās frakcijas ienešanas – kukurūzas zaļmasas raža ~ 20 dienas pirms novākšanas skābbarības gatavošanai bija 76,8 t ha⁻¹ un sausna attiecīgi bija 16,2 t ha⁻¹ (8. att.). Šajā variantā iegūta par 4,6 t ha⁻¹ vairāk sausnas kā kontroles platībās, kur mēslojums netika lietots. Kopumā iegūtās kukurūzas biomasas ražas ir salīdzinoši labas pat otrajā sezonā pēc mēslojuma ienešanas. Papildus pozitīvu ieguldījumu labā biomasas ražas ieguvē noteikti dod zemnieku saimniecības atrašanās vieta Latvijas dienvidrietumu reģionā (Dienvidkurzemē), kur klimatiskie apstākļi Latvijas mērogā ir piemērotāki kukurūzas audzēšanai.



8. att. Kukurūzas (šķirne Agnes) sausa biomasas piengatavības fāzē (105-106 dienas pēc iesēšanas, ~ 20 dienas pirms novākšanas skābbarības gatavošanai)

Makroelementu (N, P, K, Ca, Mg) un kopproteīna saturs kukurūzas biomasā atkarībā no mēslojuma veida parādīts 4. tabulā.

4. tab. Makroelementu un kopproteīna saturs kukurūzas biomasā atkarībā no mēslojuma veida. Maksimālās vērtības izceltas treknrakstā.

Mēslojuma veids	N, g kg ⁻¹	P, mg kg ⁻¹	K, mg kg ⁻¹	Ca, mg kg ⁻¹	Mg, mg kg ⁻¹	Kop- proteīna saturs, %
Kontrole	10,2	2,2	10,9	1,9	1,7	6,4
Liellopu kūtsmēsli un pelnu smalkā frakcija	13,6	2,8	11,5	2,1	1,8	8,5
Liellopu kūtsmēsli un pelnu rupjā frakcija	16,8	3,3	9,8	1,6	2,0	10,5
Minerālmēsli un pelnu	10,6	1,4	11,9	2,1	1,2	6,6

smalkā frakcija						
Minerālmēsli un pelnu rupjā frakcija	6,8	1,7	8,2	1,7	1,6	4,2

Pētījumā secinājām, ka kombinēta mēslošana ar liellopu kūtsmēsliem un koksnes pelniem (īpaši ar pelnu rupjo frakciju) ir piemērota kukurūzas audzēšanai un var aizvietot minerālmēsli lietošanu, samazinot izmaksas. Pelnu kā mēslošanas līdzekļa sastāvā ir salīdzinoši liels mikroelementu, tai skaitā cinka (3. tab.), saturs, kas ir īpaši būtiski labas kukurūzas biomasas ražas iegūšanai. Lai kopumā sekmētos visas iepriekšminētās darbības, svarīgs faktors ir pareiza platības izvēle, kur ir piemērots augsnes granulometriskais sastāvs un mitruma režīms kukurūzas audzēšanai. Kā papildus pienesums augstvērtīgai kukurūzas ražai otrajā gadā ir augu sekas ievērošana, attiecīgi, slāpekli saistošu augu sēšana iepriekšējā gadā (soja zaļbarības ieguvei).

2.2. Kombinēta kūtsmēsļu un koksnes pelnu mēslojuma pielietošana sojas audzēšanai

Pētījumā noskaidrojām, ka augsnes kombinētai ielabošanai ar liellopu kūtsmēsliem un koksnes pelniem ir atšķirīga ietekme uz dažādu sojas šķirņu biomasu (5. un 6. tab.). Dažām sojas šķirnēm biomasas mēslošanas rezultātā ir palielinājusies 7 – 8 reizes (piemēram, šķirnes *Kapral* un *NS Dijana*), bet atsevišķu sojas šķirņu (piemēram, *Pompei*) biomasas mēslojuma izmantošana nav ietekmējusi pozitīvi. Tas liecina, ka dažādām sojas šķirnēm ir atšķirīgs prasīgums pēc barības vielām biomasas veidošanai. Kopumā platības, kur augsne sākotnēji ielabota ar kūtsmēsliem un koksnes pelniem, sojas zaļbarības biomasas (sausas) ~90 dienas pēc iesēšanas variē amplitūdā no 0,39 t ha⁻¹ līdz 4,01 t ha⁻¹.

Kopproteīna saturs sojas zaļbarības biomasā (5. un 6. tab.) variē amplitūdā no 5,6% (šķirne *Petrina CI*) līdz 19,2% (šķirne *Kapral*). Redzams, ka atsevišķām sojas šķirnēm kopproteīna saturs zaļbarības biomasā (attīstības fāze – gatavošanās sākums) ir salīdzinoši labs. Ņemot vērā sojas audzēšanas pieredzi, tā būtu īpaši piemērota bioloģiskajām saimniecībām, kur proteīna nodrošināšana dzīvnieku ēdināšanā ir liels izaicinājums.

Makroelementu (N, P, K, Ca, Mg) saturs sojas biomasā atkarībā no mēslojuma veida parādīts 7. un 8. tabulā.

5. tab. Dažādu sojas šķirņu biomasas (90 dienas pēc iesēšanas) pirmajā sezonā (2020. gads) pēc mēslojuma ienešanas; maksimālās vērtības sojas šķirnes ietvaros izceltas treknrakstā

Sojas šķirne	Kopproteīna saturs biomasā, %	Sausa biomasas****, t ha ⁻¹				
		Kontrole	Liellopu kūtsmēsļu un pelnu smalkā frakcija	Liellopu kūtsmēsļu un pelnu rupjā frakcija	Minerāl-mēsļu un pelnu smalkā frakcija	Minerāl-mēsļu un pelnu rupjā frakcija
Atlanta*	11,4	1,03 ± 0,39	4,01 ± 0,42	3,49 ± 0,58	4,59 ± 0,06	4,40 ± 0,17
Kapral*	19,2	0,32 ± 0,06	2,33 ± 1,03	1,88 ± 0,66	0,13 ± 0,06	1,55 ± 1,36
Pompei*	18,0	0,97 ± 0,11	0,52 ± 0,32	0,84 ± 0,65	0,19 ± 0,01	0,19 ± 0,01
Smuglyanka*	11,9	2,65 ± 0,23	3,10 ± 0,67	2,97 ± 0,53	3,36 ± 0,06	3,88 ± 0,30
Taifun*	10,2	0,71 ± 0,23	1,81 ± 0,34	2,07 ± 0,42	3,62 ± 0,28	3,69 ± 0,22

Chitozina**/**	10,9	0,78 ± 0,19	0,39 ± 0,11	0,71 ± 0,06	2,20 ± 0,34	1,55 ± 0,11
Maija**	11,3	0,84 ± 0,17	0,91 ± 0,17	1,49 ± 0,36	3,94 ± 0,17	2,65 ± 0,06
NS Dijana**	16,2	0,52 ± 0,06	3,94 ± 0,42	2,46 ± 0,26	2,91 ± 0,11	2,97 ± 0,06
* veģetācijas periods līdz pilngatavībai 150 dienas, paredzēts zaļās biomasas iegūšanai						
** veģetācijas periods līdz pilngatavībai 130 dienas, paredzēts sojas pupiņu iegūšanai						
*** apstrādāta ar slāpekļsaistītājām baktērijām, mikroelementiem un ūdens bāzes polimēru						
**** vidējais mitrums zaļbarības biomasā bija 81%						

6. tab. Sojas šķirne Petrina C1* biomasa (90 dienas pēc iesēšanas) otrajā sezonā (2021. gads) pēc mēslojuma ienešanas

Mēslošanas variants	Sausa biomasa**, t ha ⁻¹	Kopproteīna saturs biomasā, %
Kontrole	1,8 ± 0,1	5,6
Liellopu kūtsmēsli un koksnes pelnu smalkā frakcija	3,6 ± 0,1	17,1
Liellopu kūtsmēsli un koksnes pelnu rupjā frakcija	2,9 ± 0,2	10,2
* veģetācijas periods līdz pilngatavībai 140 dienas, paredzēts zaļās biomasas iegūšanai		
** vidējais mitrums zaļbarības biomasā bija 81%		

7. tab. Makroelementu saturs sojas biomasā pirmajā sezonā pēc mēslojuma ienešanas (2020. gads); maksimālās vērtības izceltas treknrakstā

Sojas šķirne	N, g kg ⁻¹	P, mg kg ⁻¹	K, mg kg ⁻¹	Ca, mg kg ⁻¹	Mg, mg kg ⁻¹
Atlanta*	18,3	3,4	17,2	13,6	3,7
Kapral*	30,7	3,1	20,5	12,7	4,0
Pompei*	28,9	3,3	10,7	16,0	6,6
Smuglyanka*	19,0	3,8	18,7	9,7	3,0
Taifun*	16,3	3,0	9,8	16,5	6,4
Chitozina**/**	17,5	3,2	13,5	13,1	3,6
Maija**	18,1	3,4	16,4	15,7	4,4
NS Dijana**	25,9	3,1	10,5	15,1	5,5
* veģetācijas periods līdz pilngatavībai 150 dienas, paredzēts zaļās biomasas iegūšanai					
** veģetācijas periods līdz pilngatavībai 130 dienas, paredzēts sojas pupiņu iegūšanai					
*** apstrādāta ar slāpekļsaistītājām baktērijām, mikroelementiem un ūdens bāzes polimēru					

8. tab. Makroelementu saturs sojas šķirnes *Petrina C1 biomasā atkarībā no mēslojuma veida otrajā sezonā pēc mēslojuma ienešanas (2021. gads); maksimālās vērtības izceltas treknrakstā**

Makro- elements, mērvienība	Mēslojuma veids				
	Kontrole	Liellopu kūtsmēslu un pelnu smalkā frakcija	Liellopu kūtsmēslu un pelnu rupjā frakcija	Minerālmēslu un pelnu smalkā frakcija	Minerālmēslu un pelnu rupjā frakcija
N, g kg ⁻¹	8,9	27,4	16,4	27,0	14,13
P, g kg ⁻¹	2,1	3,2	2,4	2,6	3,0
K, g kg ⁻¹	6,4	8,8	7,4	10,0	12,5
Ca, g kg ⁻¹	14,9	13,4	16,0	18,5	14,5
Mg, g kg ⁻¹	7,1	6,0	6,4	6,9	3,3
* veģetācijas periods līdz pilngatavībai 140 dienas, paredzēts zaļās biomasas iegūšanai					

Lielākie izaicinājumi sojas audzēšanai saistīti ar nezāļu apkarošanu, jo šobrīd Latvijā piemērotu augu aizsardzības līdzekļu pieejamība ir ierobežota. Sojai sākuma attīstības stadijā ir nepieciešama gaisma, taču pētījuma ietvaros novērojām, ka nezāles dažviet noēnoja soju. Lielākoties saskārāmies tieši ar balandas negatīvo ietekmi uz sojas attīstību. Domājams, ka balandas sēklas pētījuma objektā tika ienestas reizē ar liellopu kūtsmēsliem. Pirmajā sezonā pēc mēslojuma ienešanas salīdzinoši veiksmīgi nezāles apkarojām ar augsnes herbicīdu *Mistral*, taču otrajā sezonā pēc mēslojuma ienešanas mēģinājām iztikt ar augsnes agrotehnisko kopšanu (ecēšanu), kas kopumā nedeva tik labus rezultātus kā pirmajā sezonā, lietojot augsnes herbicīdu.

Pētījumā secinājām, ka kombinēta mēslošana ar liellopu kūtsmēsliem un koksnes pelniem (īpaši ar pelnu smalko frakciju) ir piemērota sojas audzēšanai un var aizvietot minerālmēslu lietošanu, samazinot izmaksas. Pelnu kā mēslošanas līdzekļa sastāvā ir salīdzinoši liels mikroelementu saturs (3. tab.), kas ir īpaši būtiski slāpekli fiksējošo baktēriju, kas dzīvo uz kultūras saknēm, attīstībai. Kopumā veiksmīgas sojas audzēšanas priekšnoteikums ir pareiza platības izvēle, kurā ir piemērots augsnes granulometriskais sastāvs un mitruma režīms, un Latvijas klimatiskajiem apstākļiem piemērotas sojas šķirnes izvēle. Lai veidotos liela biomasa, sojai ir vitāli nepieciešams mitrums auga dīgšanas un attīstības stadijā, par ko pārliecinājāmies 2020. gadā, kad Dienvidrietumkurzemē bija salīdzinoši sauss pavasaris.

Viens no ilgtspējīgas lauksaimniecības pamatprincipiem ir augsnes auglības saglabāšana (augšnes nenoplicināšana). Tauriņziežu, tai skaitā sojas, bioloģiskā atmosfēras slāpekļa saistīšana ir videi draudzīgs slāpekļa piesaistes augsnē veids. Līdz ar to soja ir labi piemērota augu sekai. Pētījumā secinājām, ka platībās, kurās iepriekš ir audzēta soja, ļoti veiksmīgi var tikt audzēta kukurūza bez papildus mēslojuma ienešanas.

Par sojas audzēšanas perspektīvām zaļbarības mērķiem Latvijā mums vēl ir daudz izzināmā, taču viennozīmīgi varam teikt, ka sojai ir liels potenciāls, īpaši ņemot vērā klimata pārmaiņas, kas var veicināt piemērotākus apstākļu rašanos sojas audzēšanai Latvijā.

2.3. Kombinēta kūtsmēsļu un koksnes pelnu mēslojuma pielietošana graudaugu audzēšanai

Audzējot labību, viens no būtiskākajiem ražu ietekmējošiem faktoriem ir mēslojums, it īpaši slāpekļa mēslojums. Ņemot vērā to, ka pētījuma ietvaros ar mēslojumu ienestais augu barības elementu daudzums nesasniedz daudzumu, kas mūsdienās tiek rekomendēts labu ražu iegūšanai ar konvencionālās lauksaimniecības metodēm, pētījumā iegūtās labības ražas ir salīdzinoši mazas. Neskatoties uz to, kūtsmēsļu un koksnes pelnu maisījuma izmantošana augsnes ielabošanai palielinājusi labības ražu par vidēji 77% jeb 0,71 t ha⁻¹ (9. tab.). Vislielākie ražas pieaugumi konstatēti auzu un miežu sējumiem, kur pasējā sēts tauriņziežu un stiebrzāļu maisījums. Teorētiski tas varētu būt saistāms ar papildus N piesaisti no atmosfēras ar tauriņziežu sakņu gumiņiem, kuros ir gumiņbaktērijām (slāpekli fiksējošās baktērijas).

9. tab. Graudu ražas pieaugums (%) ar kūtsmēsļu un koksnes pelnu maisījumu mēslojot platībās

Labības veids	Kūtsmēsli + pelni (smalkā frakcija)	Kūtsmēsli + pelni (rupjā frakcija)
Vasaras kvieši	+ 22%	+ 53%
Auzas ar pasēju (tauriņziežu un stiebrzāļu maisījums)	+ 140%	+ 128%
Auzas	+ 50%	+ 50%
Vasaras mieži ar pasēju (tauriņziežu un stiebrzāļu maisījums)	+ 145%	+ 101%
Vasaras mieži	+ 54%	+ 52%

Labības grauda lielumu būtiski ietekmē ne tikai ģenētika un graudu veidošanās perioda ilgums, bet arī graudaugu mēslošana. Kopumā liellopu kūtsmēsli un koksnes pelnu mēslojuma izmantošana maz ietekmējusi graudu masu un morfoloģiskās īpašības (10. tab.). Neliela pozitīva mēslojuma ietekme vērojama uz auzu 100 graudu masu – mēslojuma rezultātā 100 graudu masa pieaugusi par 4%. Tāpat nedaudz lielāks graudu taisnvirziena garums un platums konstatēts auzu un miežu graudiem, kuru sējumos pasējā sēts tauriņziežu un stiebrzāļu maisījums. Kopumā var secināt, ka labības ražas pieaugums mēslotajās platībās galvenokārt skaidrojams graudu skaita vārpā pieaugumu.

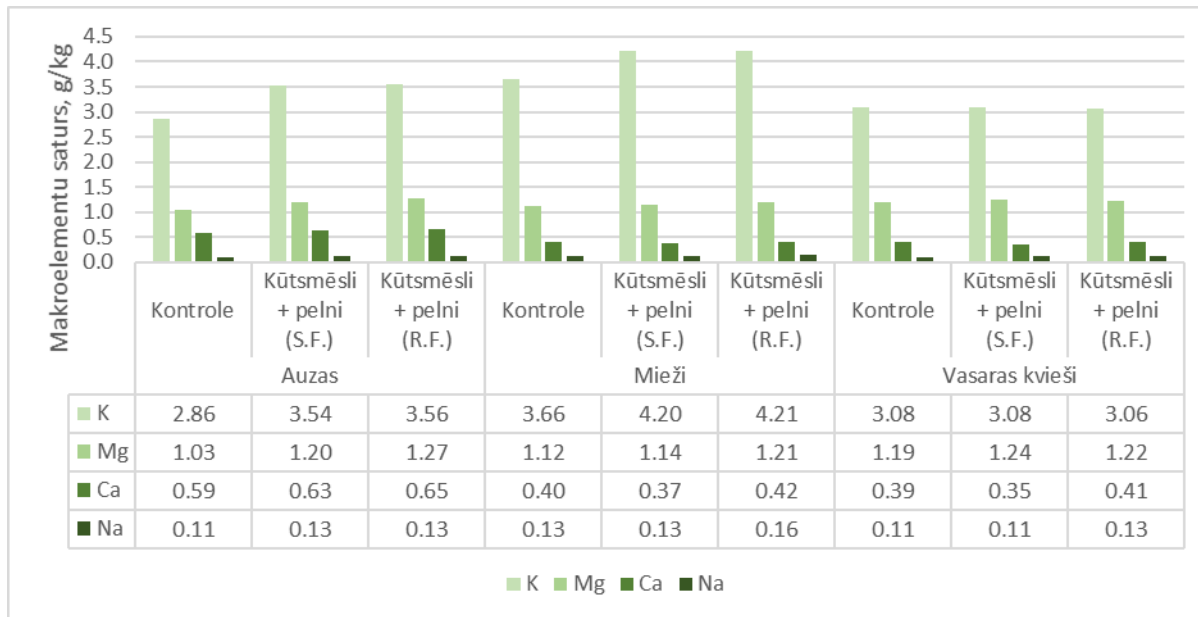
10. tab. Mēslojuma ietekme uz graudu masu un morfoloģiskām īpašībām pirmajā sezonā pēc mēslojuma ienešanas (2020. gads)

Labības veids	100 graudu masa, g			Vidējais taisnvirziena garums, mm			Vidējais taisnvirziena platums, mm		
	Kontrole	Kūts- mēsli + pelni (S.M.)	Kūts- mēsli + pelni (R.F.)	Kontrole	Kūts- mēsli + pelni (S.M.)	Kūts- mēsli + pelni (R.F.)	Kontrole	Kūts- mēsli + pelni (S.M.)	Kūts- mēsli + pelni (R.F.)
Vasaras kvieši	3,6	3,6	3,7	6,7	6,6	6,6	3,1	3,1	3,1
Auzas	4,5	4,8	4,6	12,9	12,9	12,8	3,1	2,9	3,2
Auzas ar pasēju*	4,8	4,6	4,4	13,7	13,5	13,2	3,2	3,1	3,0
Vasaras mieži	4,6	4,3	4,5	8,8	8,7	8,7	3,8	3,7	3,7
Vasaras mieži ar pasēju*	4,7	4,4	4,4	8,9	8,9	8,9	3,8	3,7	3,7

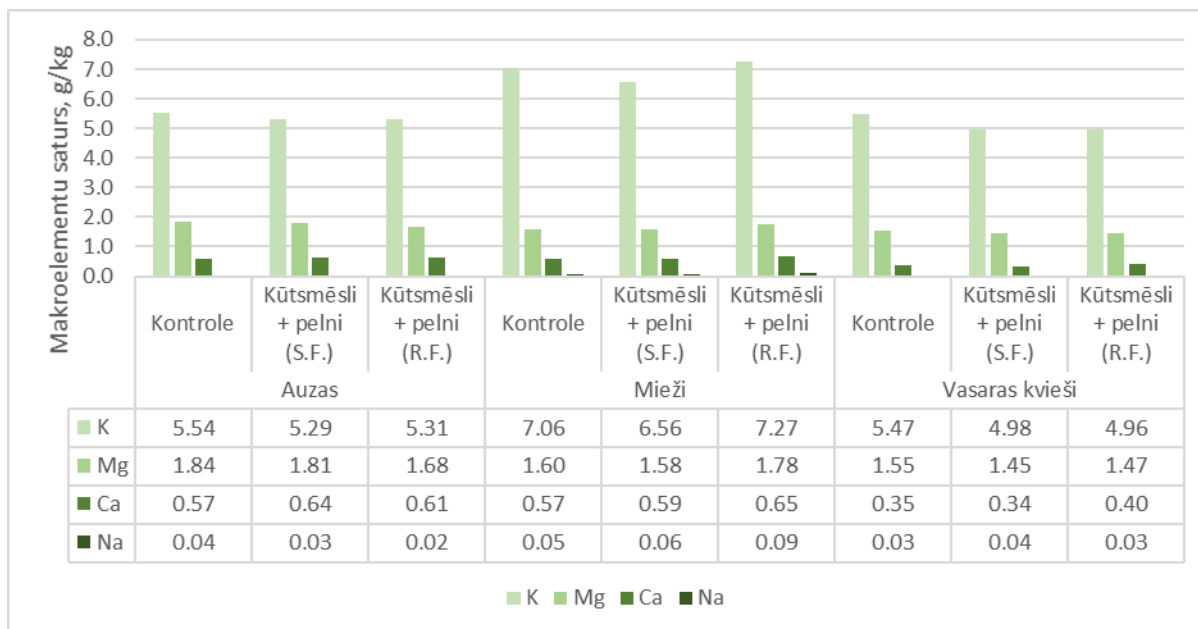
* Pasējā sēts tauriņziežu un stiebrzāļu maisījums
S.M. – pelnu smalkā frakcija
R.F. – pelnu rupjā frakcija

Makro- (K, Mg, Ca, Na) un mikroelementu (Fe, Zn, Mn) saturs labības graudos parādīts 9. – 12. attēlā). Pirmajā sezonā pēc mēslojuma ienešanas (2020. gadā) vērojama pozitīva mēslojuma lietošanas ietekme uz elementu, īpaši makroelementu, saturu graudos (9. un 11. att.). Lielākais makroelementu satura pieaugums mēslošanas rezultātā konstatēts auzu graudos – K saturs palielinājies par vidēji 24%, Mg un Na saturs – par 20%, bet Ca saturs – par 8%. Tāpat tieši auzu graudos konstatēts arī lielākais Fe un Zn satura pieaugums mēslošanas rezultātā – Fe saturs palielinājies par vidēji 32%, bet Zn saturs – par 22%.

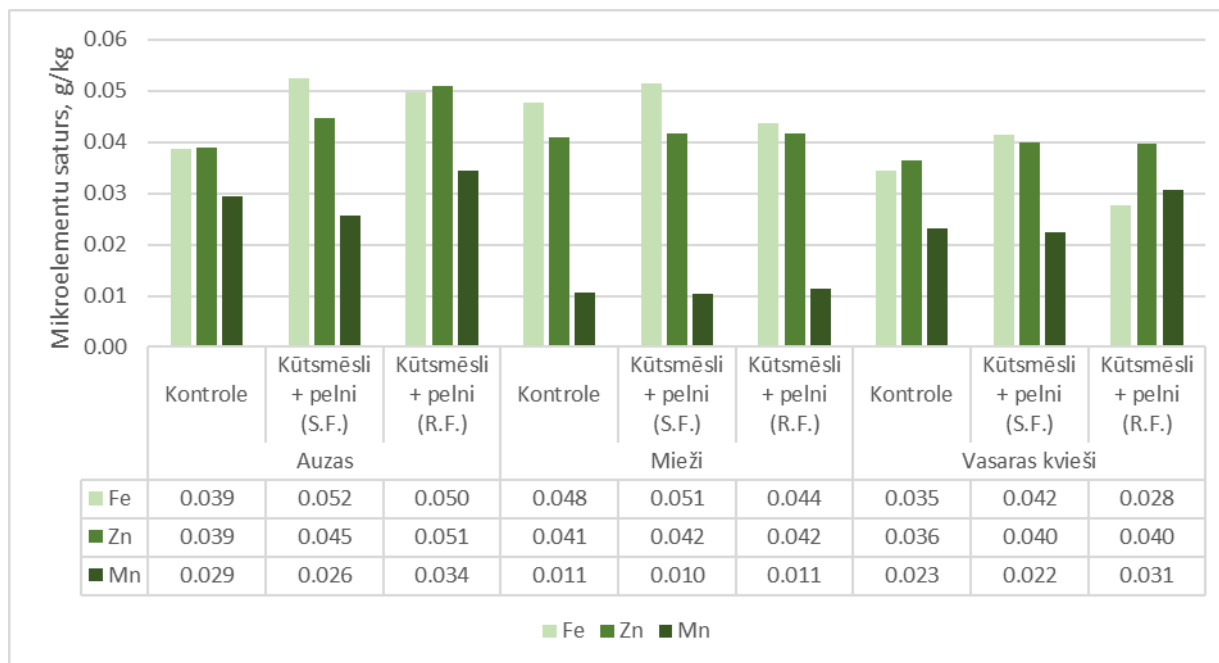
Otrajā sezonā pēc mēslojuma ienešanas (2021. gadā) kopumā graudos vērojams lielāks K, Mg, Ca, Fe un Mn saturs (10. un 12. att.), salīdzinot ar pirmo sezonu pēc mēslojuma ienešanas (2020. gads). Auzu un miežu graudos mēslošanas rezultātā konstatēts Ca satura pieaugums par vidēji 9%. Citu makroelementu satura palielinājums mēslošanas rezultātā otrajā sezonā netika novērots. Auzu graudos mēslošanas rezultātā konstatēts Fe satura pieaugums par vidēji 30%, bet vasaras kviešu graudos – Zn satura pieaugums par vidēji 24%. Mn satura palielinājums mēslošanas rezultātā netika novērots.



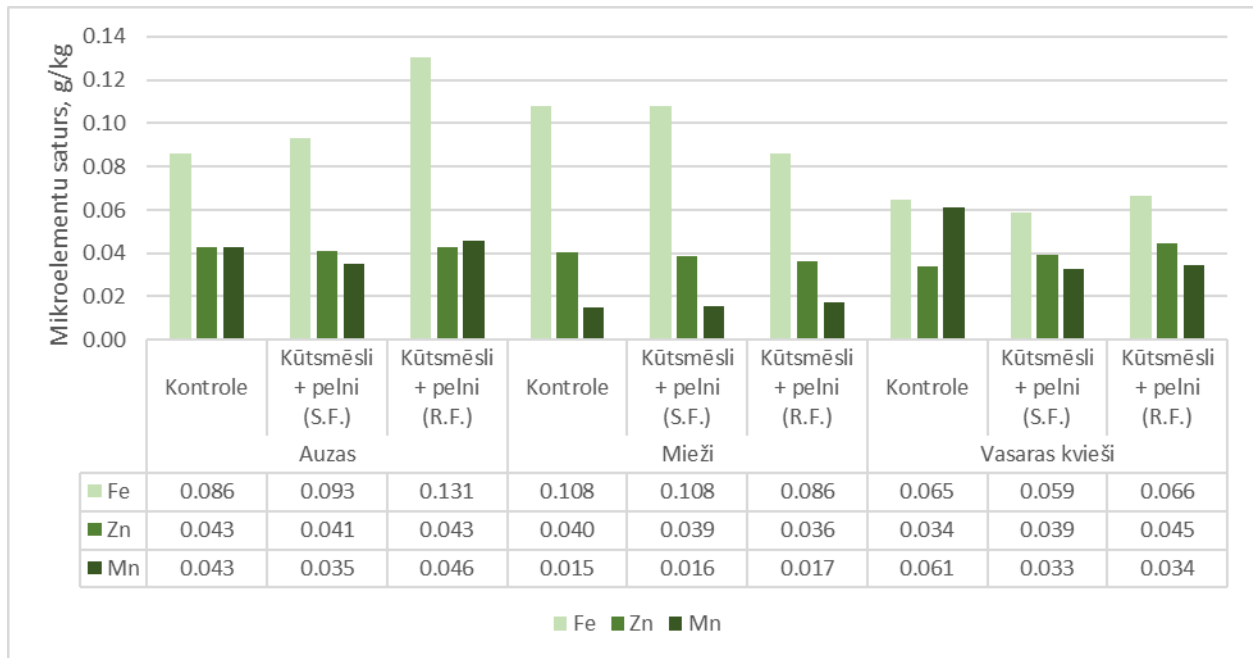
9. att. Kūtsmēsļu un koksnes pelnu mēslojuma ietekme uz makroelementu saturu graudos pirmajā sezonā pēc mēslojuma ienešanas (2020. gads)



10. att. Kūtsmēsļu un koksnes pelnu mēslojuma ietekme uz makroelementu saturu graudos otrajā sezonā pēc mēslojuma ienešanas (2021. gads)



11. att. Kūtsmēsļu un koksnes pelnu mēslojuma ietekme uz mikroelementu saturu graudos pirmajā sezonā pēc mēslojuma ienešanas (2020. gads)



12. att. Kūtsmēsļu un koksnes pelnu mēslojuma ietekme uz mikroelementu saturu graudos otrajā sezonā pēc mēslojuma ienešanas (2021. gads)

2.4. Izmantotās koksnes pelnu frakcijas ietekme uz kultūraugu ražām un to sastāvu

Koksnes pelnu fizikāli ķīmiskās īpašības (tai skaitā dažādu frakciju īpatsvaru) galvenokārt nosaka biokurināmā veids, koku suga, kā arī apkures katla veids un stāvoklis. Plašāka informācija par koksnes pelnu īpašībām un to ietekmējošiem faktoriem tika prezentēta pētījuma ietvaros organizētā informatīvā seminārā “Augsnes ielabošana ar bioloģiskās izcelsmes saturošiem materiāliem – koksnes pelniem un liellopu mēsliem – materiālu mehānisko īpašību ietekme uz darbu izpildes kvalitāti”, kas norisinājās 2019. gada 23. decembrī. Informatīvā semināra video pieejams šeit², prezentācija “Koksnes pelnu ķīmiskās īpašības – to atšķirību cēloņi” pieejama šeit³.

Pētījuma ietvaros gan koksnes smalkai frakcijai, gan rupjai frakcijai tika veiktas fizikāli ķīmiskās analīzes – noteikts makroelementu saturs, mikroelementu saturs un citi būtiski

² <http://www.silava.lv/24/section.aspx/View/250>

³ https://www.researchgate.net/publication/338118159_Koksnes_pelnu_kimiskas_ipasibas_-_to_atiskiribu_celoni

parametri (2. un 3. tab.). Koksnes pelnu rupjajā frakcijā konstatēts lielāks makroelementu (N, P, K, C) saturs un atsevišķu būtisku mikroelementu (Cu, Cr, Ni) saturs. Koksnes pelnu smalkajā frakcijā konstatēts lielāks Fe, Mn un Zn saturs. Tieši šīs minētās atšķirības koksnes pelnu frakciju sastāvā, kā arī to sadalīšanās jeb elementu atbrīvošanās ātrums nosaka to, ka pelnu smalkā un rupjā frakcija uzrāda atšķirīgu ietekmi uz kultūraugu ražām un to sastāvu, turklāt jāatzīmē, ka vienota tendence netika novērota. Lielāks kukurūzas vidējais augstums un biomasas piengatavības fāzē konstatēta platībās, kas sākotnēji mēslojtas ar kūtsmēsliem un pelnu rupjo frakciju. Arī kukurūzas biomasā, kas ievākta platībās, kas sākotnēji mēslojtas ar kūtsmēsliem un pelnu rupjo frakciju, konstatēts galvenokārt lielāks makroelementu un kopproteīna saturs, salīdzinot ar platībām, kuru mēslošanai izmantota pelnu smalkā frakcija. Attiecībā uz soju noskaidrojām, ka dažādām sojas šķirnēm ir atšķirīgs prasīgums pēc barības vielu pieejamības biomasas veidošanai. Līdz ar to arī netika konstatēta vienota tendence attiecībā uz izmantotās pelnu frakcijas ietekmi, kaut gan atsevišķām sojas šķirnēm (piemēram, *Petrina CI*) labākus augšanas rezultātus un, piemēram, kopproteīna saturu uzrādīja pelnu smalkās frakcijas izmantošana. Attiecībā uz izmantotās pelnu frakcijas ietekmi uz graudu ražām arī vērojamas atšķirīgas tendences. Labāku vasaras kviešu graudu ražas pieaugumu uzrādīja pelnu rupjās frakcijas izmantošana, bet auzu un vasaras miežu gadījumā, kur pasējā sēti tauriņzieži un stiebrzāles, labākus graudu ražas pieaugumus uzrādīja pelnu smalkās frakcijas izmantošana. Auzu un vasaras miežu gadījumā (bez pasējas), atšķirības graudu ražas pieaugumos atkarībā no izmantotās pelnu frakcijas netika novērotas.

Secinājumi

1. Projekta ietvaros iegūtie rezultāti atspoguļo, ka izmantojot bioloģiskas izcelsmes saturošus materiālus tiek uzlabota augsnes kvalitāte (palielināts organisko vielu daudzums, mikro- un makroelementu saturs, līdzsvarots augsnes pH), kas veicina lauksaimnieciskās ražas apjomu.
2. Ķīmisku (sintētisku) mēslošanas līdzekļu vietā efektīvi var izmantot bioloģiskas izcelsmes materiālus augsnes ielabošanai, radot labvēlīgu ietekmi uz augsnes veselību, pazemes ūdeņiem un cilvēku veselību kopumā. Bioloģiskas izcelsmes mēslojums rosina augsnes mikroorganismu darbību, kas savukārt uzlabo augsnes substrāta struktūru. Bioloģiskas izcelsmes materiālos lielākā daļa barības vielu atbrīvojas augsnes mikroorganismu darbības rezultātā, un augi tos izmanto visa veģetācijas perioda laikā un iedarbība ir vērojama vairākas veģetācijas sezonas.
3. Bioloģiskas izcelsmes materiāliem ir nepieciešamās īpašības, kuras bioloģisku procesu ietekmē, spēj aizstāt tradicionālo sintētisko mēslošanas līdzekļu un pesticīdu lietošanu.
4. Bioloģiskas izcelsmes materiāli augsnes ielabošanā veicina augsnes auglību, vienlaicīgi nodrošinot zaļās biomasas pieaugumu, kas ir CO₂ piesaistes pamatprincips.
5. Lietojot bioloģiskas izcelsmes materiālus netika konstatētas pieļaujamo kaitīgo vielu robežvērtību pārsniegšana pelnos un augsnes sastāvā pēc augsnes ielabošanas.