



Atbalsta Zemkopības ministrija un Lauku atbalsta dienests

ELFLA projekts

“Progresīva zemkopības sistēma kā pamats vidi
saudzējošai un efektīvai Latvijas augkopībai”

Nr. 19-00-A01612-000011I

Gala pārskats



Dīžstende, 2023

Saturs

KOPSAVILKUMS	3
GALVENĀS AKTIVITĀTES UN PARTNERI, KAS TO ĪSTENOJA	7
1. AKTIVITĀTE – “AUGKOPIĀBA”	9
1.1. Zemkopības sistēmu salīdzinoši pētījumi	9
Materiāli un metodes.....	10
Rezultāti un to izvērtējums	18
Kopsavilkums par 1.1. aktivitāti	26
1.2. Uztvērējaugu audzēšanas iespējas.....	27
Materiāli un metodes.....	27
Rezultāti	59
Kopsavilkums par 1.2. aktivitāti	70
1.3. Uztvērējaugu audzēšanas iespējas.....	71
Darba organizācija	71
Datu ieguves formas	72
LATRAPS un VAKS monitoringa datu kopas raksturojums	78
2. AKTIVITĀTE “VIDE”	81
Ievads – slāpekļa izmantošanas efektivitātes (NUE) mērīšana/novērtēšana, tipiskākās N zudumu formas.....	81
Slāpekļa bilances modelēšana, mēslojuma vajadzības plānošana – “jaunā pieeja”	84
NUE atkarībā no audzētā kultūrauga	88
Plānotā ražas līmeņa ietekme uz NUE.....	89
Augu maiņas ietekme uz NUE.....	91
N bioloģiskās fiksācijas (pākšaugi u. c. tauriņzieži) ietekme uz NUE	92
Augsnes apstrādes veida ietekme uz NUE.....	94
Uztvērējaugu ietekme uz NUE	95
Augsnes granulometriskā sastāva un organiskās vielas satura ietekme uz NUE.....	97
Augsnes pH ietekme uz NUE	99
Secinājumi un rekomendācijas	99
3. AKTIVITĀTE “EKONOMIKA”	101
Novērtējuma metodoloģija.....	101
Datu kopas raksturojums.....	116
Novērtējuma rezultāti.....	119
Secinājumis	129
4. ZEMKOPIBAS SISTĒMAS IZVĒLES LĒMUMU PIENĒMŠANAS ATBALSTA RĪKS	131
5. ZEMKOPIBAS SISTĒMU ELEMENTU, UZTVĒRĒJAUGU EKONOMISKIE UN VIDES RISISNĀJUMI (ENG)	140
6. AKTIVITĀTE –PUBLICITĀTE	167
Pētījuma rezultātu zinātniskās publikācijas (kopsavilkumi un pilnu tekstu publikācijas konferenču izdevumos, žurnālos)	167
Pētījuma rezultātu prezentēšana zinātniskās konferencēs.....	167
Pētījuma rezultātu prezentēšana semināros un lauka dienās.....	168
Projekta rezultātu publiskošana (info partneru web lapās un soc tīklos).....	170
Dalība EIP darba grupas un pieredzes apmaiņas braucieni	174
Citi rezultāti	175

KOPSAVILKUMS

Informācijas sadzīvē, projekta koordinators un tā kontaktinformācija

Agroresursu un ekonomikas institūta AREI
Zinātnes iela 2, Priekuļi, Priekuļu pagasts, Cēsu novads, LV- 4126
Stendes pētniecības centrs
“Dižzemes”, Dižstende, Lībagu pag., Talsu novads., LV – 3258
Inga Jansone, inga.jansone@arei.lv, 26360266

Sadarbības partneri un to kontaktinformācija

Dobeles rajona Tērvetes pagasta zemnieku saimniecība “STRAZDI”
Tērvetes nov., Tērvetes pag., Kroņauce, "Strazdi", LV-3730
Kristaps Bruss, kristaps.bruss@gmail.com, 29188567

Sabiedrība ar ierobežotu atbildību “PS LĪDUMS”
Bauskas nov., Īslīces pag., "Veģi", LV-3914
Inese Karlova, inese@abra.lv, 29165705

Virešu pagasta zemnieku saimniecību “Rietumi”
“Veczilakši”, Grundzāles pagasts, Smiltenes novads, LV-4713
Kārlis Ruks, karlis.ruks@gmail.com, 28625600

Lauksaimniecības pakalpojumu kooperatīvā sabiedrība “VAKS”
Valmiera, Mūrmuižas iela 18, LV-4201
Māris Korņejevs, maris.kornejevs@vaks.lv, 26677531

Lauksaimniecības pakalpojumu kooperatīvā sabiedrība “LATRAPPS”
Jelgavas nov., Elejas pag., Eleja, Lietuvas iela 16A, LV-3023
Žanete Lazdiņa, zanete.lazdina@latraps.lv, 22325139

Akciju sabiedrība “AGROFIRMA TĒRVETE”
Tērvetes nov., Tērvetes pag., Kroņauce, “Tišas”, LV-3730
Jurijs Safonovs, jurijs.safonovs@tervete.lv, 26633314

Valkas rajona Smiltenes pagasta zemnieku saimniecība “ROŽKALNI”
Smiltenes nov., Smiltenes pag., “Rožkalni”, LV-4729
Ivars Ādamsons, ivars.adamsons@vaks.lv, 29193642

SIA “Bullīši”
Gulbenes nov., Rankas pag., “Variņi”, LV-4416
Mārtiņš Paulovičs, bullisi@inbox.lv, 26163972

Sabiedrība ar ierobežotu atbildību “Kalnāji”
Tukuma nov., Slampes pag., “Pienenes” - 2, LV-3119
Paulis Paškausks, paulis.paskausks@holding.lv, 27831882

Grudovska zemnieku saimniecība “LIELVAICĒNI”
Auces nov., Vītiņu pag., “Lielvaicēni”, LV-3708
Iveta Grudovska, iveta_grudovska@inbox.lv, 29437520

Kandavas novada zemnieku saimniecība “KRIKŠI”
Kandavas nov., “Uidas”, LV-3120

Santra Celmiņa, celminasantra@inbox.lv, 29167293

Sabiedrība ar ierobežotu atbildību “Latvijas Lauku konsultāciju un izglītības centrs” (LLKC)
Ozolnieku nov., Ozolnieku pag., Ozolnieki, Rīgas iela 34, LV-3018
Maija Sirvide, maija.sirvide@llkc.lv, 63050220

Sabiedrība ar ierobežotu atbildību “Edo Consult”
Rīga, Lubānas iela 125A - 22, LV-1021
Andris Miglavs, andris.miglavs@gmail.com, 29213014

Projekta īstenošanas periods: 01.11.2019.-30.06.2023.

Kopējās projekta izmaksas:

493 715,00 EUR, no tā publiskais finansējums 444 343,51 EUR

Aktualitāte un problēmas

Projekta ietvaros tiek meklēts kompleks risinājums slāpekli saglabājoša un saimnieciski izdevīgas zemkopības sistēmas attīstībai, apvienojot:

- augu maiņu - augu un augsnes veselībai un sistēmas ienesībai ,
- augsnes apstrādes un tehnoloģijas augsnes uzlabošanai, emisiju un noteču mazināšanai un energopatēriņa un materiālu izmaksu mazināšanai
- uztvērējaugus (starpkultūras) - emisiju un noteču mazināšanai un augsnes ielabošanai

Iegūt kompleksos pētījumos un novērojumos balstītas zināšanas par augsnes agroķīmisko īpašību, agroklimatisko apstākļu, augsnes apstrādes veida, augu maiņas, uztvērējaugu, slāpekļa piesaistes savstarpējo mijiedarbību un integrāciju.

Galvenais mērķis ir padarīt augkopības ražošanu konkurētspējīgāku un videi draudzīgāku mainīgās lauksaimniecības politikas apstākļos.

1. Vides saglabāšanas prasības un ilgtspēja
 - Vairāk kultūru augmaiņā
 - Klimata pārmaiņu ierobežošanas izaicinājumi (emisijas un nokrišņu un temperatūras režīmu pārmaiņas)
 - Slāpekļa, fosfora un citu elementu noplūdes jeb zudumi
 - Augsnes auglības saglabāšana (uzlabošana)
2. Konkurētspējas saglabāšana laukkopības produkcijas tirgū (Kazahstāna, Ukraina, Krievija)
 - Efektīvāka kopējā augkopības ražošanas sistēma
 - Vides saglabāšanas prasības un ilgtspēja
3. Bezdarbības tehnoloģiju izaicinājumi un iespējas

Projekta mērķis

Projekta mērķis ir, attīstot zemkopības sistēmas, padarīt augkopības ražošanu konkurētspējīgāku un videi draudzīgāku mainīgās lauksaimniecības politikas apstākļos. Projekta uzdevums ir iegūt kompleksos pētījumos un novērojumos balstītas zināšanas par augsnes apstrādes veida, augu maiņas un uztvērējaugu izmantošanas savstarpējo mijiedarbību dažādu augsnes agroķīmisko īpašību un agroklimatisko apstākļu ietekmē. Zināšanas tiks transformētas praktiskās rekomendācijās un lēmuma pieņemšanas rīka izveidē lauksaimniekiem, lai veicinātu zemkopības sistēmas efektivitāti un ilgtspēju, saglabājot svarīgāko augkopības resursu – auglīgu augsni,

vienlaikus novēršot un samazinot ražošanas procesu nelabvēlīgu ietekmi uz vidi (SEG un amonjaka emisijas, barības vielu noplūdes, bioloģiskās daudzveidības samazināšana).

Galvenie uzdevumi:

- Izvērtēt saimnieciski izdevīgākās augsnes apstrādes sistēmas;
- Novērtēt piemērotākos uztvērējaugu maisījumus barības vielu saglabāšanai;
- Izstrādāt rekomendācijas slāpekļa noteces mazināšanai zemkopības sistēmās;
- Izveidot rīku izdevīgākai un videi saudzīgākai saimniekošanas sistēmas izvēlei.

Sasniegtie rezultāti un rekomendācijas

Šī pētījuma rezultāti papildina esošo pētījumu datus, kas veikti Latvijā un ārpus tās. Izvērtējot augsnes apstrādes sistēmas, augu maiņu, uztvērējaugu ietekmi un to ietekmi uz N apriti, ražas ieguvu, vidi, ekonomiku, jāatzīme, ka nepieciešami fundamentāli pētījumi ar 10 – 20 vai pat vairāku gadu datiem, lai varētu dot pamatotas rekomendācijas par procesiem augsnē, kas rods pie dažādās augsnes apstrādes sistēmām.

Iegūti dati par atšķirīgām augsnes apstrādes sistēmām, daļa saimniecību lauka izmēģinājumus ierīkoja projektu uzsākot, kas nedeva pamatotus rezultātus, jo procesi augsnē veidojās, satbilizējās ilgstošā laika periodā. Tomēr deva iespēju EIP grupas dalībniekiem izvērtēt atšķirīgus saimniekošanas veidus savās saimniecībās.

Tika veikti lauku izmēģinājumi un iegūti dati par dažādu, Latvijai piemērotu uztvērējaugu maisījumu pielietojumu ar atšķirīgiem sējas laikiem, to ietekmi uz pēckultūras ražu. Dodot iespēju lauksaimniekam izvēlēties savai augu maiņai

Iegūti dati par Latvijā esošām augumaiņas sistēmām un to apsaimniekošanu. Iegūta plaša datu kopā no EIP grupas partneriem par sainiekošanas veidu, lauksaimniecības darbību veikšanu, AAL lietošanu, mēslojuma, tai skaitā, slāpekļa izmantošanu. Kā arī veikti ekonomiskie novērtējumu lauksaimniecības sistēmu darbībām.

Visi iegūtie dati apkopoti gala rezultātā - zemkopības sistēmas praktiskās izvēles instrumentā – Rīkā, kurš apvieno vairākus mijiedarbībā esošus elementus – augamaiņu, augsnes apstrādes sistēmas, uztvērējaugu, sniedz iespēju kvantitatīvi novērtēt visu darbību kopsakarību augkopības, vides un ekonomikas jomās. Rīks, radījis zināšanas, kuras izmantojot praksē lauksaimnieki spēs uzlabot saimniecību ekonomiskos rādītājus, konkurēt strauji augošajā lauksaimniecības produktu tirgū un nodrošināt papildus ieguvumus Latvijas lauksaimniecības attīstībai, nodrošinot ekonomiski dzīvotspējīgas lauksaimniecības ražošanas sistēmas attīstību, ievērojot ilgtspējīgas attīstības principus.

Iespējamie tālākie pētījuma virzieni pēc projekta noslēguma:

- jāturpina pētījumi par dažādu augsnes apstrādes sistēmu (tiešā sēja, minimālā apstrāde, aršana), pie dažādiem augsnes tipiem, ietekmi uz SEG emisijām, oglekļa piesaisti.
- Augsnes apsaimniekošanas ietekme uz kultūraugu ražību, slimību, kaitekļu un nezāļu izplatību dažādām kultūraugu grupām pie atšķirīgām augu maiņām ilgstošā laika periodā.
- Jāturpina pētījumi par slāpekļa izmantošanas efektivitātes (NUE) novērtēšanu augkopībā. Gan pie atšķirīgiem augmaiņas scenārijiem, pie atšķirīgām augsnēm, kas dotu piensumu gan N zudumu samazināšanai, gan samazināt minerālā slāpekļa izmantošanu, kas dotu gan ekonomisku, gan vides efektu.
- Jāturpina pētījumi par uztvērējaugu ietekmi uz augsnes barības vielu izskalošanās samazināšanu, īpašu uzmanību pievēršot slāpekļa un fosfora noplūžu mazināšanai.
- Vērtējot klimata izmaiņas, jāturpina pētījumi par atsevišķu un mērķtiecīgi veidotu uztvērējaugu maisījumu ietekmi uz augsnes īpašību izmaiņām, biomasas un sakņu sistēmu

veidošanos vasaras – rudens periodā.

- Jāveido un regulāri jāaktualizē datu kopā, kurā ir iekļauts augu bioķīmiskais sastāvs. Jāveic pētījumi par augsnes mikrobioloģiskās aktivitātes palielināšanu augu maiņās, iekļaujot uztvērējaugus.
- Nepieciešams veidot un regulāri aktualizēt datu kopas augu barības iznešu aprēķiniem, iekļaujot jaunu sugu un augstražīgu jauno šķirņu ražas, kā arī barības elementu saturu produkcijā.
- Jāturpina veikt ilglaicīgi kompleksi pētījumi zemkopības sistēmu izpētē, nodrošinot lauksaimniekam iespēju pieņemt lēmumus par savas saimniecības attīstības modeli. Veikt šos pētījumus vairākos virzienos augkopība, lopkopība, vides ietekme un ekonomiskais novērtējums ilgtermiņā.

GALVENĀS AKTIVITĀTES UN PARTNERI, KAS TO ĪSTENOJA

Lai sekmīgi un efektīvi sasniegtu izvirzītos mērķus, projekta īstenošana tika sadalīta pa posmiem un darba uzdevumu pakām jeb aktivitātēm, kuru ietvaros katrs no partneriem īstenoja darbības savas kompetences ietvaros.

1. aktivitāte “Augkopība”

1.1. Zemkopības sistēmu un to salīdzinošie pētījumi

- 1.1.1. Zemkopības sistēmu un to salīdzinošie pētījumu ierīkošana (AREI)
- 1.1.2. Zemkopības sistēmu un to salīdzinošie pētījumu ierīkošana Saimniecībās (Z/S Strazdi, PS Līdums, Z/S Rietumi, AS Agrofirma Tērvete, Z/S Rožkalni, SIA Bullīši, SIA Kalnāji, Z/S Krikši)

1.2. Uztvērēju audzēšanas iespējas

- 1.2.1. Pētījums par uztvērējaugu audzēšanas iespējām (AREI, Z/S Lielvaicēni)

1.3. Zemkopības sistēmu novērtēšana Latvijā

- 1.3.1. Monitoringa kopas izveidošana (LKPS Latraps, LKPS VAKS, AREI)
- 1.3.2. Zemkopības darbības raksturojošo datu reģistrēšanas metodoloģijas izveide (AREI)
- 1.3.3. Zemkopības darbības raksturojošo datu reģistrēšana (LKPS Latraps, LKPS VAKS, AREI)
- 1.3.4. Analizējamo datu masīva izveidošana (AREIe)

2. aktivitāte “Vide”

2.1. Latvijas saimniecību zemkopības sistēmu ietekmes uz vidi novērtēšana

- 2.1.1. Latvijas saimniecību zemkopības sistēmu struktūras raksturojums (AREI)
- 2.1.2. Latvijā izmantoto zemkopības sistēmu ietekmes uz vidi novērtējums (AREI)

2.2. Zemkopības sistēmu elementu un uztvērējaugu ietekmes uz vidi novērtēšana

- 2.2.1. Projektā pētīto zemkopības sistēmu elementu un uztvērējaugu ietekmes uz vidi novērtējums (AREI)

2.3. Slāpekļa izmantošanas efektivitātes prognozēšanas risinājuma izveide

- 2.3.1. Slāpekļa izmantošanas efektivitātes prognozēšanas risinājuma izveide (AREI)

3. aktivitāte “Ekonomika”

3.1. Latvijā izmantoto zemkopības sistēmu saimnieciskā izdevīguma novērtējums

- 3.1.1. Latvijas augkopības struktūru analīze (AREI)
- 3.1.2. Monitoringa datu masīva matemātiski statistiskā analīze saimnieciskā izdevīguma novērtēšanai (AREI)

3.2. Projektā pētīto zemkopības sistēmu elementu un uztvērējaugu izmantošanas agronomiskā efekta saimnieciskā izdevīguma novērtējums

- 3.2.1. Lauka izmēģinājumu rezultātu saimnieciskā izdevīguma novērtēšanai iegūstamo datu reģistrēšanas metodoloģijas izveide (AREI)
- 3.2.2. Lauku izmēģinājumu rezultātu saimnieciskā izdevīguma novērtēšanas datu kopas izveide (AREI)
- 3.2.3. Eksperimentu scenāriju saimnieciskā izdevīguma novērtējums (AREI)

3.3. Zemkopības sistēmas lēmumu pieņemšanas rīka izveide

- 3.3.1. Zemkopības sistēmas lēmumu pieņemšanas rīka struktūras izveide un parametru definēšana (EDO Consult)
- 3.3.2. Zemkopības sistēmas lēmumu pieņemšanas rīka parametru kopas izveide (EDO Consult)
- 3.3.3. Zemkopības sistēmas lēmumu pieņemšanas rīka algoritmu izveide (EDO Consult)
- 3.3.4. Zemkopības sistēmas lēmumu pieņemšanas rīka lietotnes izveide (EDO Consult)

4. aktivitāte “Publicitāte”

- 4.1 Semināru/lauku dienu/konferences organizēšana (LLKC)*
- 4.2. Pieredzes apmaiņas braucienu organizēšana (LLKC)*
- 4.3. Dalība ekspertu grupu darba, kontakti ar citu valstu EIP grupu pārstāvjiem (LLKC)*
- 4.4. projekta informācija sagatavošana, publiskošana (LLKC)*

5. aktivitāte “Projekta koordinācija”

- 5.1. Darba atlīdzība aprēķināšana un izmaksa (AREI)*
- 5.2. Iepirkuma procedūru sagatavošana, līgumu slēgšana un iegāžu uzraudzība (AREI)*
- 5.3. Starpposmu un gala maksājumu sagatavošana un iesniegšana LAD (AREI)*

6. aktivitāte “Komandējumi”

- 6.1 Ekspertu pieredzes braucieni - tikšanās ar EIP grupu dalībniekiem u.c. (AREI, Z/S Strazdi, PS Līdums, Z/S Rietumi, AS Agrofirma Tērvete, Z/S Rožkalni, SIA Bullīši, SIA Kalnāji, Z/S Kriksi, Z/S Lielvaicēni, LLKC)*
- 6.2 Partneru komandējumi - starptautiskas konferences, semināri u.c.(AREI)*

1. AKTIVITĀTE – “AUGKOPIĀBA”

1.1. Zemkopības sistēmu salīdzinoši pētījumi

Lai īstenotu projekta “Progresīva zemkopības sistēma kā pamats ilgtspējīgai un efektīvai Latvijas augkopībai” (LAD līg.Nr 19-00-A01612-A01612-000011) izvirzītos uzdevumus, 1. aktivitātes (Augkopība) 1.1.apakšaktivitātes- Zemkopības sistēmu salīdzinoši pētījumi ietvaros pētījumu periodā, tika īstenotas sekojošas aktivitātes:

- 1) Izstrādāta izmēģinājumu ierīkošanas un datu iegūšanas metodika triju dažādu augsnes apstrādes sistēmu salīdzināšanai astoņās partneru saimniecībās.
- 2) Katru gadu, saskaņā ar metodiku, noņemti augsnes paraugi agroķīmisko analīžu veikšanai un veikta analīzēs iegūto datu apkopošana;
- 3) Katru gadu divas reizes (atsākoties veģetācijai un sezonas beigās), saskaņā ar metodiku, veikti augsnes agrofizikālie mērījumi un veikta mērījumos iegūto datu apkopošana.
- 4) Triju sezonu periodā, saskaņā ar metodiku, veikta ražas noteikšana astoņu izmēģinājumos iekļauto saimniecību laukos, kur salīdzinātas 2-3 augsnes apstrādes sistēmas.
- 5) Veiktas ražas kvalitātes analīzes, apkopoti iegūtie dati.
- 6) Veiktas literatūras studijas un sagatavots kopsavilkumu par zemkopības sistēmām to publicējot nozares laikrakstā.
- 7) Organizēti un ņemta līdzdalība publicitātes pasākumos.

Pasaules mērogā augkopības intensitātes palielināšana ir visefektīvākā un nozīmīgākā metode, lai uzlabotu reģionālo augkopību un nodrošinātu nodrošinātību ar pārtiku. Tomēr augkopības intensitātes palielināšana atstāj negatīvu ietekmi uz augsni un caur to arī uz ekosistēmām kopumā. Neatkarīgi no saimniekošanas sistēmas (bioloģiskā, integrētā) harmoniska zemkopības sistēma, pirmkārt, ietver konkrētiem agroekoloģiskajiem apstākļiem piemērotu augsnes apstrādi. Tā var būt tradicionāla – ar augsnes apvēršanu vai minimālā - bez augsnes apvēršanas.

Pirmie pētījumi Latvijā par augsnes apstrādes tehnoloģijas ietekmi uz augsnes īpašībām uzsākti iepriekšējā gadsimta 70-80-os gados skaidrojot augsnes sablīvēšanās procesus. Konceptuāli, zinātniskajos pētījumos tika pierādīts, ka minimālā augsnes apstrādes tehnoloģija videi ir draudzīgāka un bezaršanas tehnoloģija – dabiskāka. Tomēr, praktiķu vidū vēl joprojām ir šaubas par efektīvākās augsnes pamatapstrādes metodes izvēli. Saimnieku vidū par noteicošo tiek uzskatīts ražas lielums, bet ne vienmēr viena vai otra tehnoloģijas izvēle nodrošina augstāku ražu. Vispārzināms, ka ražas veidošanos ietekmē daudzi faktori, tāpēc svarīgi izsekot līdz katram attiecīgajā laukā notiekošajam procesam, ko var realizēt datus fiksējot lauku vēsturēs. Tad arī izkristalizēsies galvenie ražu ietekmējošie faktori, un tie būs atstājuši ietekmi arī uz augsnes agrofizikālajiem un agroķīmiskajiem rādītājiem.

Būtisku lomu tehnoloģijas izvēlei ieņem ekonomiskais faktors. Augsnes tradicionālā apstrāde ir viens no energoietilpīgākajiem augsnes apstrādes veidiem. Aršanas aizstāšana ar minimālās apstrādes veidiem ir ekonomiski izdevīga – var ietaupīt degvielu līdz 50% un pat vairāk. Mūsdienās tieši šis faktors tiek jo īpaši akcentēts, tāpēc praksē pamazām aizvien vairāk notiek pāreja uz minimālās augsnes apstrādes tehnoloģiju pielietošanu. Tā kā trūkst reālu pētījumu, trūkst arī zināšanu par augsnē notiekošajiem procesiem tehnoloģiju maiņas kontekstā, tāpēc praktiķu vidū notiek spekulācijas par labu vienai vai otrai tehnoloģijai, taču pieredze nav apkopota. Šī projekta 1. aktivitātes (Augkopība) 1.1.apakšaktivitātes Zemkopības sistēmu salīdzinoši pētījumi īstenošanai ietvaros veikti pētījumi astoņās saimniecībās un tika iegūta apjomīga datu bāze, kura analizēta un augsnes apstrādes tehnoloģiju efektivitātes kontekstā izdarīti pirmie zinātniskos pētījumos balstīti secinājumi.

Ziņojuma autori: Līviņa Zariņa, Solvega Maļeckā, Inga Jansone, Inga Morozova, Līga Dziedule, Marta Tomase.

Atsaukšanās uz ziņojumu un tā autoriem, izmantojot tajā publicētos rezultātus – obligāta.

Materiāli un metodes

Saimniecību raksturojums

Izmēģinājumi tika ierīkoti astoņās saimniecībās, t.sk. sešās konvencionālajās un divās bioloģiskajās (1.1.tab). Četras no konvencionāli saimniekojošajām saimniecībām specializējušās augkopībā, un trīs bija jaukta tipa saimniecības, ar specializāciju augkopība un lopkopība. Abas bioloģiskās saimniecības bija jaukta saimniekošanas tipa saimniecības.

Saimniecību laukos bija atšķirīgs augsnes granulometriskais sastāvs (1.1.tab.). Vieglākas augsnes bija ZS Bullīši un SIA Kalnāji, tipiska māla augsne bija ZS Rietumi, bet pārējo saimniecību lauki raksturojās ar dažādas pakāpes smilšmālu.

1.1.tabula

Izmēģinājuma saimniecību raksturojums

Nr.p.k.	Saimniecība	Specializācija un saimniekošanas sistēma	Augsnes granulometriskais sastāvs
1	ZS Strazdi (STR)	Augkopība, konvencionālā	Viegls smilšmāls
2	AIZ PS Līdums (LID)	Augkopība, konvencionālā	Vidējs-smags smilšmāls
3	ZS Rožkalni (ROZ)	Augkopība, konvencionālā	Smags smilšmāls
4	ZS Rietumi (RIE)	Augkopība, konvencionālā	Māls
5	ZS Kalnāji (KAL)	Augkopība-lopkopība, konvencionālā	Mālsmilts
6	AF Tērvete (TER)	Augkopība-lopkopība, konvencionālā	Smags smilšmāls
7	ZS Bullīši (BUL)	Augkopība-lopkopība, bioloģiskā	Mālsmilts
8	ZS Kriķi (KRI)	Augkopība-lopkopība, bioloģiskā	Vidējs smilšmāls

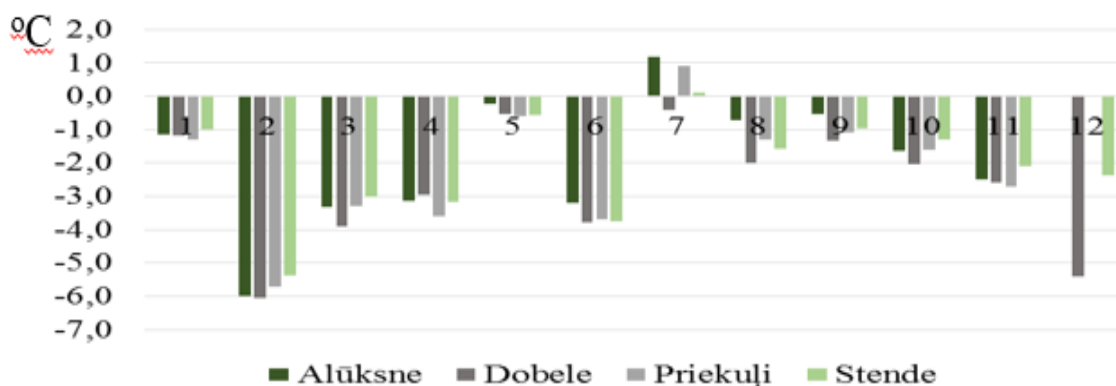
Saimniecībās bija labs tehniskais nodrošinājums, un tas pārstāvēja dažādus zīmolus (1.1.att.).

Saimniecība	Tehnoloģija		
	Arts	Mīnīmālā apstrāde bez apvēršanas	Tiešā sēja un tai pielīdzinātā
BUL	VALTRA T-180, OVERUM, Vāderstad, AMAZONE AD SUPER	Diski AMAZONE, Vāderstad	---
KRI	MF6615, 150 zs, Agrolux HRT, Agromasz AG 300	Tolmet 300, Agromasz AG 300	---
RIE	Valtra N141, Kvemeland ES 100-200-28, Multiva forte XT400	Valtra T234V, Kvemeland qualidisc farmer, Multiva forte XT400	Valtra N141 Multiva forte XT400
KAL	Kvemeland, Vāderstad carrier	Cultus, Vāderstad	Horsch Avatar
TER	Kvemeland EG-6, Tempo	Top-Down 5, kompaktores Besnar Sifter SO, Rapid 600	---
LID	---	HEVA Sub soiler John Deere 8370R + Pottinger C8 Artis+	HE-VA Sub soiler JD 8370R + Pottinger C8 Artis+
ROZ	JD 8400R Kvemeland EO 85 Variomat	Class Axion 800, Amazone Catros + 7501-7	Cirrus 6003-2
STR	Horsch Focus	Horsch Focus	JD+Vāderstad Rapid 8m+Hawe

1.1. att. Izmēģinājumu lauka kopšanā izmantotā tehnika pa saimniecībām.

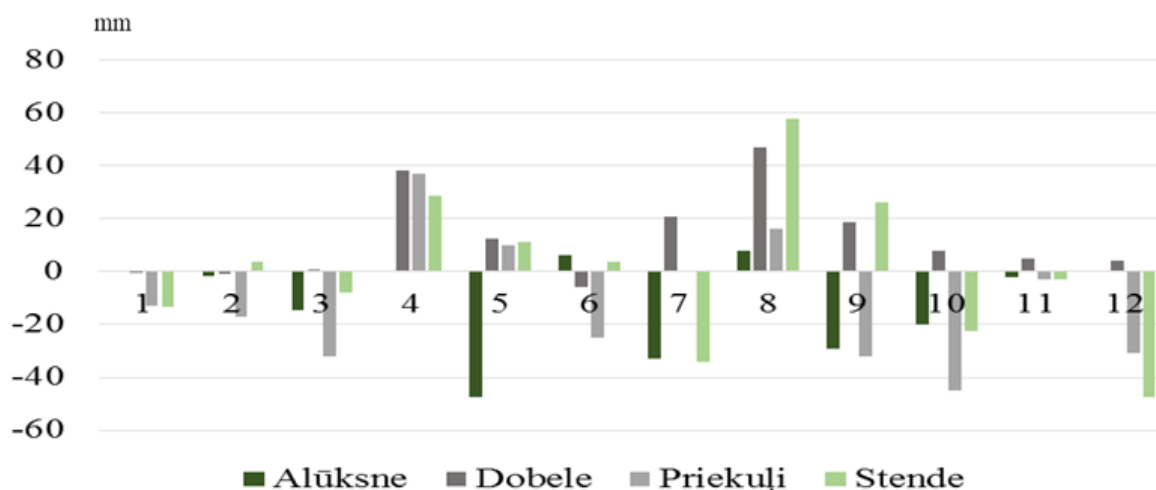
Meteoroloģiskie apstākļi

Meteoroloģiskie rādītāji projekta uzsākšanas gadā raksturojās ar zemāku nekā norma vidējo gaisa temperatūru visa gada laikā praktiski visās meteostacijās (1.2.att., 1.pielikums). Izņēmums bija sezonas vidū, kad trijās no četrām meteostacijām jūlija mēnesī temperatūra līdz 1.2 °C pārsniedza ilggadīgo vidējo.



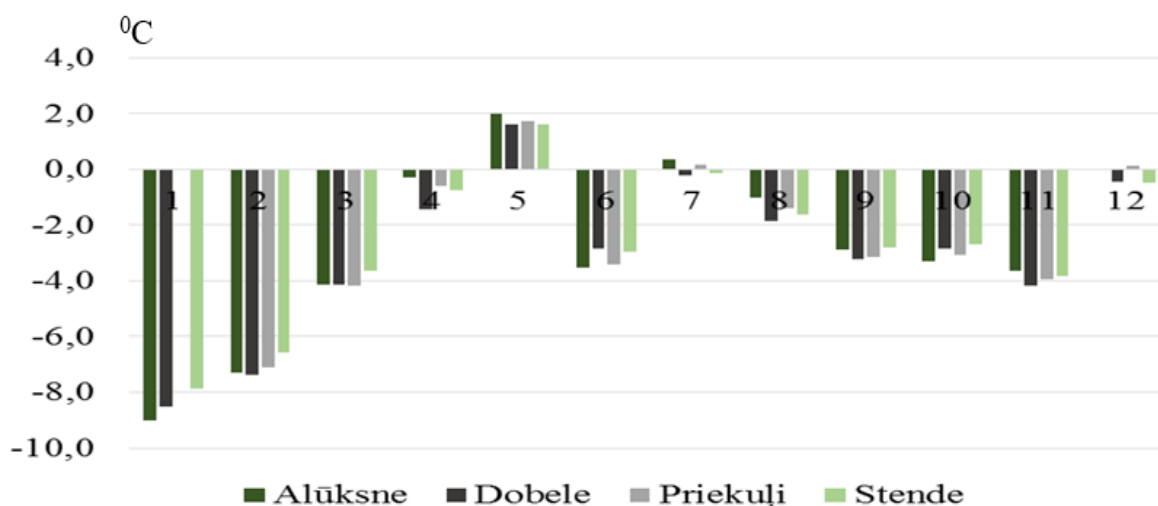
1.2. att. Gaisa temperatūras novirzes no normas 2019. gadā izmēģinājumu saimniecībām tuvākajās meteo stacijās.

Gada sākums un gada pēdējie trīs mēneši raksturojās ar zemāku nekā norma nokrišņu daudzumu (1.3.att.). Nokrišņiem bagātāki nekā ilggadīgi vidēji visās salīdzinātajās meteostacijās bija aprīlis un augusts. Maijā, jūnijā, jūlijā un septembrī nokrišņu sadalījums pa mērījumu vietām bija krasi atšķirīgs. Lielākās novirzes (līdz 43.7 mm) fiksētas maijā Alūksnes meteostacijā un oktobrī (45 mm) Priekuļos.



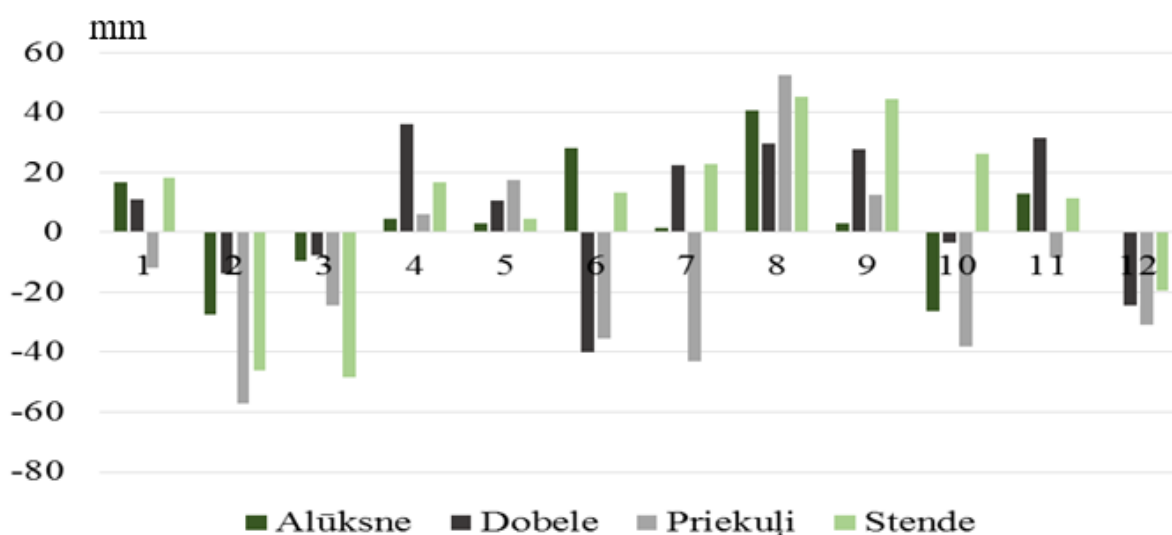
1.3.att. Nokrišņu daudzuma novirzes no normas 2019. gadā izmēģinājumu saimniecībām tuvākajās meteo stacijās.

Arī 2020. gadā vidējā gaisa temperatūra praktiski visa gada laikā bija zemāka par normu visās salīdzinātajās meteostacijās (1.4.att.). Atšķirībā no iepriekšējā gada, šajā gadā temperatūra līdz 2 °C augstāka nekā norma bija maijā nevis jūlijā, kad temperatūra pieturējās tuvu normai.



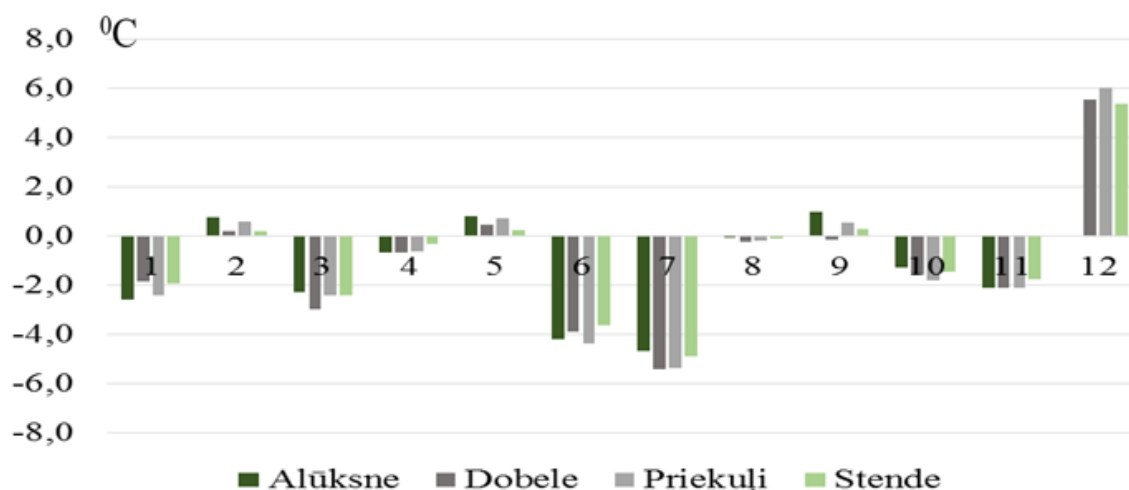
1.4. att. Gaisa temperatūras novirzes no normas 2020. gadā izmēģinājumu saimniecībām tuvākajās meteo stacijās.

Nokrišņu mazāk nekā ilggadīgi vidēji 2020. gadā visās meteostacijās mazāk bija februārī, martā un decembrī, bet visās vairāk – aprīlī, maijā un augustā (1.5.att.). Pārējos mēnešos nokrišņu sadalījums, attiecībā pret normu, pa meteostacijām atšķirīgs.



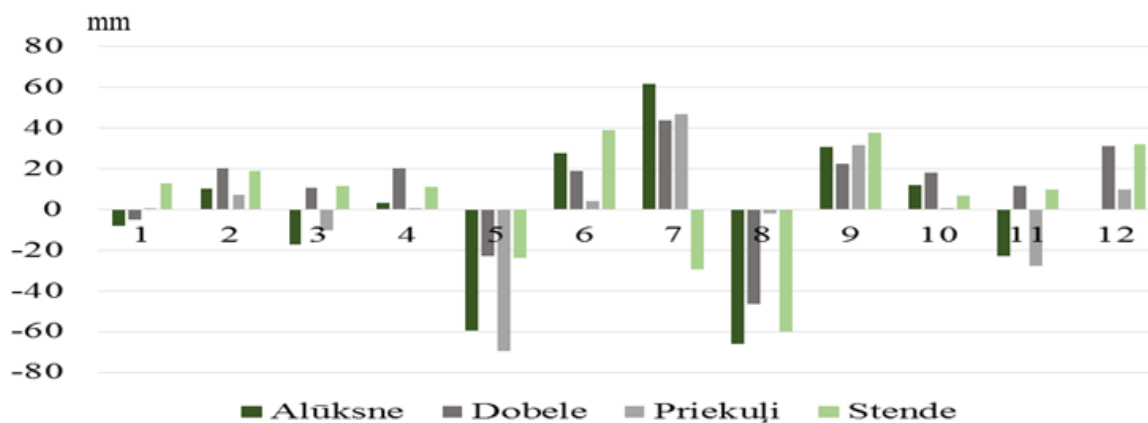
1.5.att. Nokrišņu daudzuma novirzes no normas 2020.gadā izmēģinājumu saimniecībām tuvākajās meteo stacijās.

2021. gads vidēji nedaudz siltāks nekāabi iepriekšējie gadi (1.6.att.). Īpaši silts bija decembris.



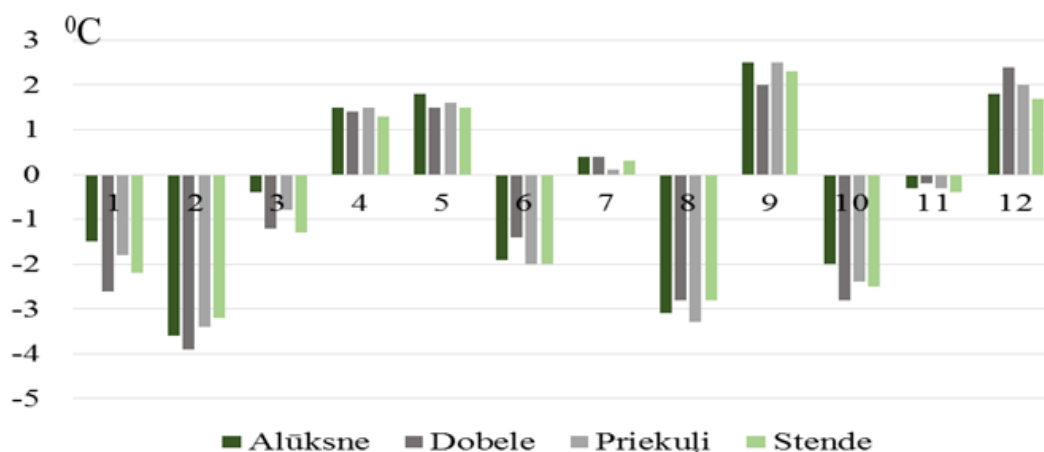
1.6. att. Gaisa temperatūras novirzes no normas 2021.gadā izmēģinājumu saimniecībām tuvākajās meteo stacijās.

Nokrišņu ziņā 2021. gada sezonā, attiecībā pret normu, līdzīga situācija visās meteostacijās bija februārī, jūnijā, jūlijā un decembrī, to pārsniedzot, bet maijā un augustā nolīstot mazāk nekā norma (1.7.att.). Pārējās mēnešos situācija pa meteostacijām atšķirīga – dažviet nokrišņu vairāk, bet citviet – mazāk.



1.7.att. Nokrišņu daudzuma novirzes no normas 2021.gadā izmēģinājumu saimniecībām tuvākajās meteo stacijās.

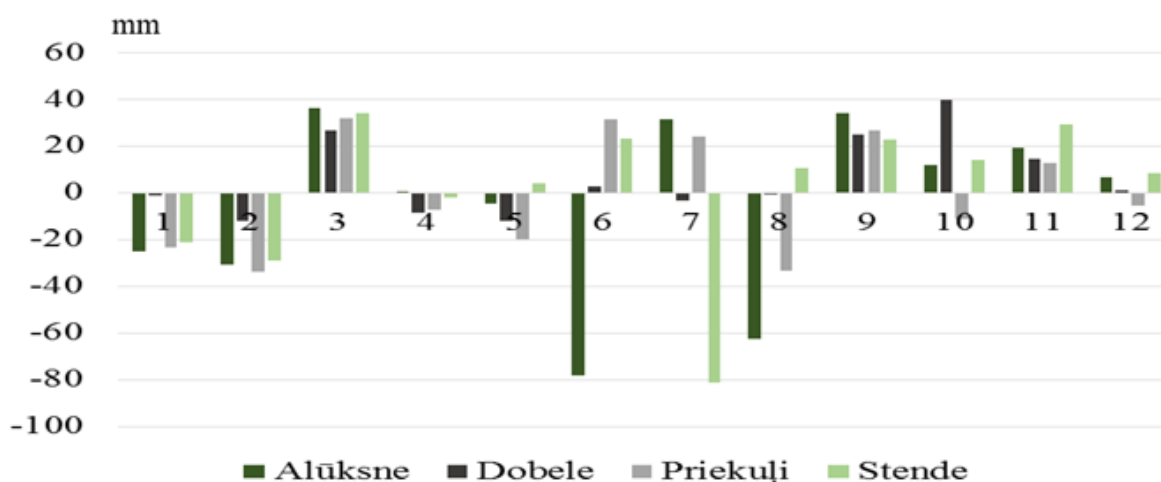
2022. gads gan temperatūras, gan nokrišņu ziņā bija krasi atšķirīgi no iepriekšējiem trim gadiem (1.8., 1.9.att.). Raksturīgi, ka novirzes pa stacijām visos mēnešos bija ar līdzīgām tendencēm. Tā zemāka par normu temperatūra visās vietās bija janvārī, februārī, martā, jūnijā, augustā, oktobrī un novembrī, bet siltāks nekā norma visās vietās bija aprīlī, maijā, jūlijā, septembrī un decembrī.



1.8. att. Gaisa temperatūras novirzes no normas 2022.gadā izmēģinājumu saimniecībām tuvākajās meteo stacijās.

Nokrišņu 2022. gadā vairāk par normu visās meteostacijās bija martā, septembrī un novembrī, bet mazāk visās bija ziemas mēnešos – janvārī un februārī, tuvu normai – aprīlī, maijā un decembrī. Savukārt ļoti krāsas novirzes pa meteostacijām bija jūnijā, kad Alūksnes meteostacijā nokrišņu deficīts attiecībā uz normu sasniedza 78.3 mm, bet tajā pašā laikā Priekuļos nolija 35.5 mm vairāk nekā norma. Pretēji krāsas atšķirības pa meteostacijām fiksētas arī jūlijā, kad Stendē nokrišņu bija par 62.5 mm mazāk nekā norma, bet Alūksnē – 31.3 mm vairāk nekā norma.

Tā kā meteoroloģiskie rādītāji pa izmēģinājumu vietām vairāk vai mazāk atšķirās, tie, visticamāk ietekmēja gan mērītos augsnes agrofizikālos rādītājus, gan ražas rādītājus. Projekta ietvaros tika skaidrotas augsnes mitruma un penetrometriskās pretestības sakarības.



1.9.att. Nokrišņu daudzuma novirzes no normas 2022. gadā izmēģinājumu saimniecībām tuvākajās meteo stacijās.

Metodika

2.1.Pētījuma varianti

- 1) kontrole – arts lauks
- 2) Ja nokulti ziemāji un lauks gatavots vasarājiem:
 - minimālā apstrāde vai tiešā sēja
 - uztvērējaugs tiek sēts augseikai piemērotā vietā (pirms vasarāju sējas);

- ziemāju lauks atstāts ar rugaini.

3) Ja nokulti vasarāji un sēti ziemāji

ziemāju tiešā sēja vai sēja ar minimālo apstrādi

Variantu skaits – 2-3 katrā saimniecībā

Minimālā viena varianta platība- vismaz 0.5 ha

Minimālā izmēģinājuma platība- 1.5 ha

Audzētie kultūraugi –askaņā ar saimniecībā lietoto augu maiņas plānu projekta periodā. Saimniecību laukos pētījumu periodātika audzēti deviņi kultūraugu veidi (1.10. att.).

	2020	2021	2022		
				Ziemas rudzi	
KAL				Ziemas kvieši	
TER				Vasaras mieži	
STR				Auzas	
KRI				Zirņauzas	
BUL				Ziemas rapsis	
LID				Daudzgadīgās zāles	
RIE				Kukurūza	
ROZ				Griķi	

1.10.att. Kultūraugu secība izmēģinājumu saimniecībās pētījumu periodā.

2.2. Analīzes un mērījumi

Veids – augsnes analīzes, augu analīzes

Vieta – AREI un VAAD (Valsts augu aizsardzības dienests) laboratorija

2.3. Augsne

Visas augsnes analīzes tiek veiktas 2 atkārtojumos.

Fona raksturojumam – visos izmēģinājumu laukos, vienu reizi četros gados, nosakot: organiskās vielas saturu (%) un pH, P₂O₅ un K₂O.

1) Tradicionālā apstrāde – kontrole

- Pirms ziemošanas NO₃ - 30, 60 cm dziļumā (VAAD);
- Pavasarī – kopslāpeklis (AREI).

2) Sanazinātā apstrāde, bez uztvērējauga, sēti ziemāji

- Pirms sējas – kopslāpeklis (AREI);
- Pirms ziemošanas – kopslāpeklis (AREI), NO₃ - 15, 30, 60 cm dziļumā (VAAD);
- Pavasarī – kopslāpeklis (AREI).

3) Samazinātā apstrāde, ar uztvērējaugu:

- pirms sējas – P₂O₅, K₂O (AREI);
- pirms ziemošanas – NO₃, 15 cm dziļumā (VAAD);

- pēc ziemošanas – P_2O_5 , K_2O , kopslāpekļis (AREI), NO_3 – 15, 30, 60 cm dziļumā (VAAD).
- 4) Samazinātā apstrāde (bez uztvērējauga), sēti vasarāji (uz ziemu ir rugaine)
- Pirms ziemošanas NO_3 – 15cm dziļumā (VAAD)
 - Pavasarī kopslāpekļis (AREI), NO_3 – 30, 60 cm dziļumā (VAAD).

Augsnes paraugu noņemšanai izmanto parasto augsnes zondi (1.11.att.).Paraugus noņem saskaņā ar VAAD metodiku (2.pielikums).



1.11. att. Aprīkojums augsnes paraugu noņemšanai.

Augsnes blīvuma noteikšanai izmanto rokas penetrometru (1.12.att.), mērījumus veicot divas reizes gadā – reizē ar augšņu analīžu noņemšanu rudenī, pirms ziemāju sējas un pavasarī, atjaunojoties veģetācijai vai pirms augsnes apstrādes, katrā reizē veicot 12 mērījumus varianta 0.5 ha platībā, ejot pa diagonāli, aramkārtas dziļumā (līdz 30 cm). Mērījumu kļūda ir $\pm 8\%$. Penetrometrisko pretestību nosaka, spiežot uz aparatūras rokturi ar konstantu ātrumu – 2 cm s^{-1} . Nepieciešamības gadījumā var nomainīt uzgaļus. Uzgalis Nr. 1, šķērsriezuma laukums ir 1 cm^2 , kas nozīmē, ka manometra nolasījumi sakrīt ar faktisko pretestību $N\text{ cm}^{-2}$.



1.12.att. Augsnes agrofizikālomērījumu aprīkojums (A– instrumentu komplekts, B – penetrometrs).

Augsnes mitruma noteikšanai izmanto augsnes mitruma mērītāju (1.13.att.), veicot mērījumus divas reizes gadā, reizē ar augšņu analīžu noņemšanu rudenī pirms ziemāju sējas un

pavasārī, atjaunojoties veģetācijai vai pirms augsnes apstrādes, katrā reizē veicot 12 mērījumus varianta 0.5 ha platībā, ejot pa diagonāli, augsnes virskārtā, 5-10 cm dziļumā.



1.13. att. Augsnes mitruma noteikšanas mērinstruments (Moisture Meter version 2.1).

Augsnes tilpummasas noteikšana

Parauga noņemšana

Izmanto metodi ar metāla cilindriem. Augsnes paraugu ņemšanai izmanto cilindrus ar noteiktu tilpumu. Cilindrus, nemainot augsnes struktūru un spiediena virzienu, vertikāli vai horizontāli iespiež augsnē 10 cm dziļi. Cilindru ar tā saturu izvelk no augsnes un ar nazi vai lāpstiņu abos cilindra galos apgriez lieko augsni. Lai paraugs līdz svēršanai un žāvēšanai nezaudētu sākotnējo mitrumu, to kopā ar cilindru (vai no tā izbērtu) uzmanīgi ievieto aizpiežamā plastikāta maisiņā un marķē ar atbilstošu parauga numuru.

Parauga apstrāde laboratorijā

Augsnes paraugus no cilindriem pārvieto karstumizturīgos trauciņos. Žāvēšanas skapī žāvē 105°C temperatūrā vismaz 48 stundas, līdz augsnes masa žāvējot saglabājas nemainīga. Pēc žāvēšanas paraugus atdzesē eksikatorā un nosver uzreiz pēc izņemšanas no eksikatora. Žāvēšanai izmanto analītiskos svarus (precizitāte 0.0001 g).

Tilpummasas aprēķins:

BD = augsnes tilpummasa

$$BD = \frac{\text{Sausas augsnes masa}}{\text{Augsnes tilpums}}$$

Augsnes tilpummasu parasti izsaka kg m⁻³ vai g cm⁻³.

Raža

Nosaka kultūrauga nogatavošanās fāzē (pilngatavība), analizējot to atsevišķi no 0.5 m² platības paraugkūļa 4 atkārtojumos:

- 1) iepriekš iezīmētās izmēģinājumu variantu platībās, izmantojot speciālu mērrāmi iezīmē platību kūļa nogriešanai;
- 2) kūli ar sirpi nogriež, atstājot 5 cm garus salmu stublājus,
- 3) kūli ievieto agrotīklā transportēšanai uz laboratoriju analizēšanai.

Kūli izkuļ ar mazgabarīta kombainu, nosver un nosaka ražu. Graudu ražas nosvēršanai izmanto verificētus elektroniskos masas noteikšanas svarus (elektroniskie galda svāri), ar precizitāti simtdaļās. Ražu nosaka nosverot visu izkulto masu, no kuras atskaita pēc kulšanas attīrīto graudu piemaisījumu un sīko graudu svaru.

Veic paraugu tīrīšanu uz garenacu sietiem: 2.0x20mm kviešiem, 2.2x20mm miežiem, 1.8x20mm auzām/rudziem (sīkos graudus pievienojot atpakaļ), pēc tīrīšanas sagatavo paraugu ražas kvalitātes analīzēm laboratorijā.

Ražas kvalitātes noteikšanai paraugus sagatavo no katra varianta visiem atkārtojumiem.

Ražas kvalitātes analīzes graudaugiem un pākšaugiem tiek noteiktas ar Infratec (AREI).

Saimniecībās, kurās iespējams, kulšanas laikā ražu nosaka no visa varianta.

Rezultāti un to izvērtējums

Datu interpretēšanai saimniecības tika iedalītas četrās grupās:

1. grupa – bioloģiskās saimniecības (2 saimniecības),
2. grupa – augkopības saimniecības, kur augu maiņā tikai labības (1 saimniecība),
3. grupa – augkopības saimniecības, kur augu maiņā arī ne labības (3 saimniecības),
4. grupa – augkopības saimniecības, kur augu maiņā kukurūza (2 saimniecības).

Augsnes agroķīmiskie rādītāji

Izmēģinājumu uzsākot (2019.g.), atsaucoties uz augšņu agroķīmiskās izpētes un izpētes rezultātu novērtēšanas kārtību¹, ne visu izmēģinājumā iekļauto saimniecību lauki raksturojas ar labu organiskās vielas saturu (1.2. tabula). Mazāks par optimāli ieteikto bija 3 saimniecībās. Vienas saimniecības laukā bija paaugstināts augsnes skābuma rādītājs, trijās saimniecībās bija zemāks par optimāli nepieciešamo augiem uzņemamā fosfora saturs, bet kālija satura ziņā novirzes no optimāli nepieciešamā bija divās saimniecībās, t.sk. – vienā par maz, bet otrā- stipri paaugstināts.

1.2.tabula

Augsnes pamata analīžu dati saimniecību izmēģinājumu laukos

Saimniecību grupa	Saimniecība un paraugu analīžu gads	OV, %	pH	P ₂ O ₅ , mg kg ⁻¹	K ₂ O, mg kg ⁻¹
1	BUL 2019	3,2	6,4	87,1	88,4
	BUL 2022				
	BUL A	2,4	6,8	89,0	90,0
	BUL B	2,8	5,9	104,5	76,0
1	KRI 2019	2,9	6,2	95,9	409,3
	KRI 2022				
	KRI A	2,4	6,1	183,6	207,0
	KRI B	2,6	5,4	180,7	169,0
2	RIE 2019	3,6	5,4	43,1	150,1
	RIE 2022				
	RIE A	3,6	6,1	89,0	238,0
	RIE B	3,3	6,7	63,5	342,5
	RIE C	3,5	6,7	54,0	262,5
3	LID 2019	3,3	6,8	164,8	162,1
	LID 2022				
	LID B	3,2	7,3	135,5	161,0
	LID C	3,8	7,0	285,5	261,0

¹ Kārtība NR.1.. Rīgā. 04.01.2022. Augšņu agroķīmiskās izpētes un izpētes rezultātu novērtēšanas kārtība.

3	ROZ 2019	3,1	6,2	132,0	223,5
	ROZ 2022				
	ROZ A	3,4	6,9	109,5	221,5
	ROZ B	2,8	6,1	86,0	204,5
	ROZ C	2,8	7,0	123,5	214,5
3	STR 2019	2,5	6,6	229,6	209,0
	STR 2022				
	Str A	2,0	6,2	201,7	158,5
	Str B	2,3	6,0	227,3	235,0
	Str C	2,3	6,4	153,3	200,0
4	KAL 2019	2,8	6,8	157,5	275,3
	KAL 2022				
	KAL A	2,4	6,0	154,6	
	KAL B	3,0	6,1	127,7	467,0
	KAL C	2,6	6,2	128,2	367,5
4	TER 2019	2,0	6,3	188,3	225,9
	TER 2022				
	Ter A	2,6	6,2	221,9	211,0
	Ter B	2,5	5,7	203,6	305,0

Pētījumu perioda gaitā augsnes analīžu dati bija mainījušies. Pārsteidzoši, taču, lielākajā daļā saimniecību, neatkarīgi no augsnes apstrādes tehnoloģijas, laukos bija samazinājies organiskās vielas saturs. Salīdzinājumā ar datiem pētījuma uzsākšanas gadā organiskās vielas saturs bija palielinājies abās 4. grupas saimniecībās un divos variantos no 3. grupas saimniecībām – LID C, ROZ A.

Augsnes skābuma rādītājs pētījumu perioda laikā bija pasliktinājies abu bioloģisko saimniecību minimālās apstrādes variantos. Lauki paskābinājušies arī abās 4 grupas saimniecībās, kā arī daļai no 3. grupas saimniecībām. Augsnes skābuma rādītāja uzlabošanās fiksēta saimniecībā, kurā ar minimālās augsnes apstrādes tehnoloģiju strādā vairāk nekā 10 gadus. Kopumā augsnes apstrādes tehnoloģijas ietekme uz augsnes skābuma rādītāju izpaužas iezīmējot sakarību, ka augsnes skābums straujāk palielinās B tehnoloģijas variantā.

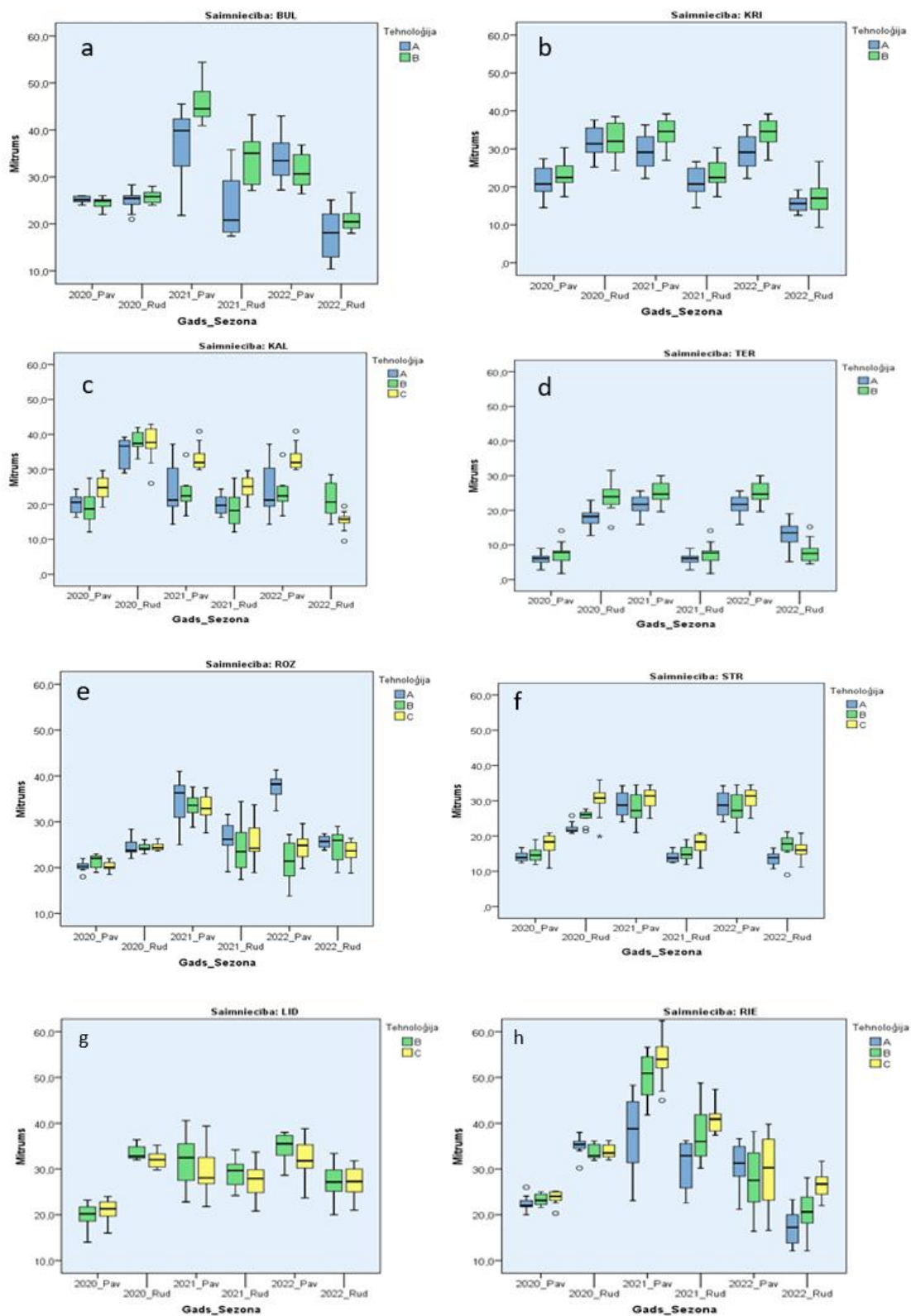
Dati par augiem uzņemamā fosfora un kālija izmaiņām augsnes apstrādes tehnoloģijas ietekmē likumsakarības neuzrādīja.

Augsnes agrofizikālie rādītāji

Mitrums

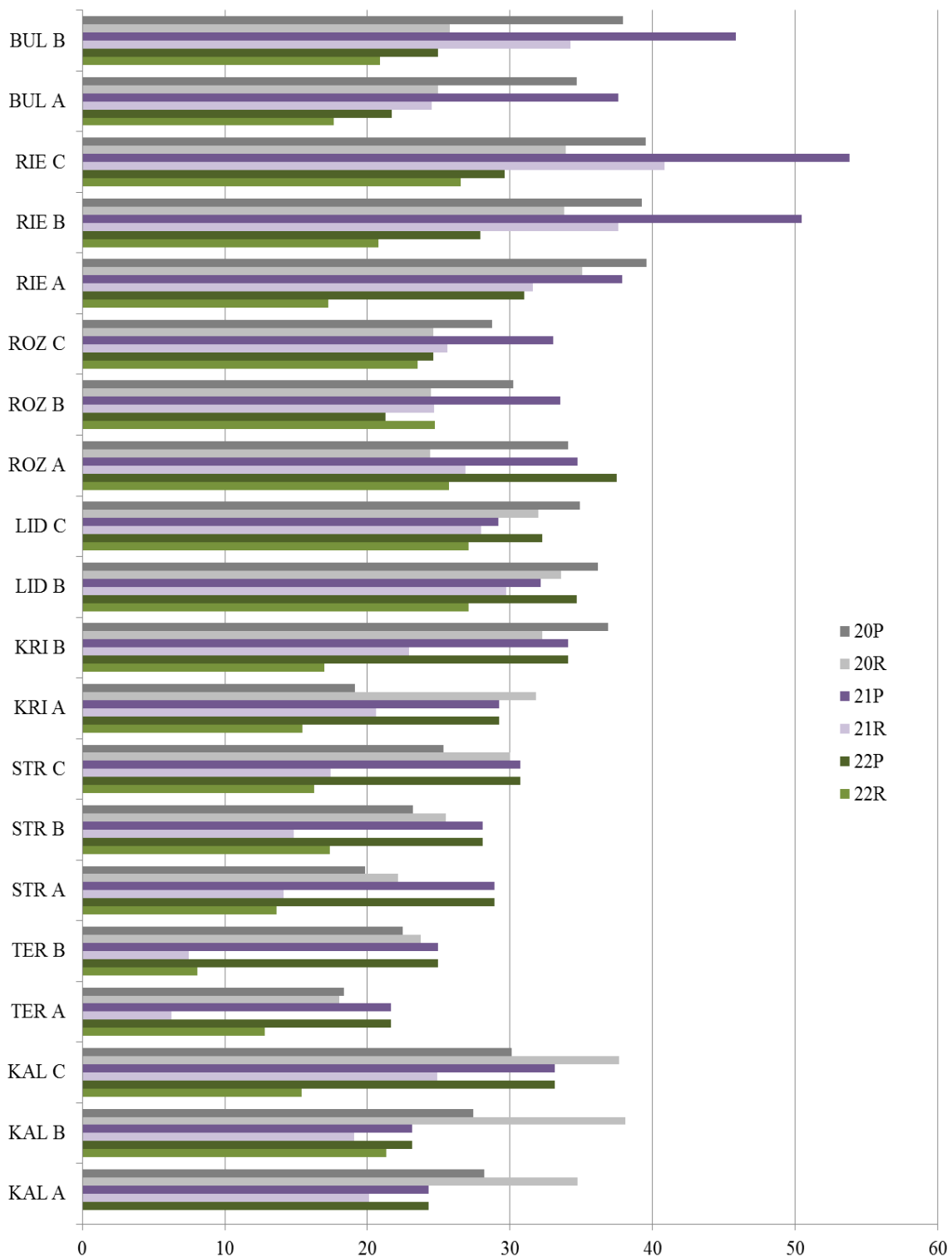
Augsnes mitruma mērījumu dati norāda uz krasām mitruma satura atšķirībām gan pa saimniecībām, gan atkarībā no augsnes apstrādes sistēmas (1.14.att., 3.pielikums). Zinot, ka augu augšanai un arī augsnes mikro un mezofaunai labvēlīgi apstākļi veidojas, ja augsnes mitruma rādītājs ar tuvu 25%, pēc mērījumu datiem redzams, ka mērīšanas brīdī visbiežāk mitruma ir vai nu par daudz vai arī par maz. Parasti palielināts mitruma daudzums bija gadījumos, kad mērījumi veikti drīz pēc lietus nolīšanas.

Visu saimniecību vidējie dati liecina, ka pavasara periodā augsnē mitruma saturs bijis augstāks nekā rudenī. Vismazākā starpība starp šiem rādītājiem fiksēta 2020. gadā, kad pavasara un rudens datu mērījumi atšķiras tikai par 1%, attiecīgi, 30.3% – pavasarī un 29.3% – rudenī. 2021. gadā atšķirības starp vidējiem mērījumu datiem ir 9.7%, attiecīgi 33.3% pavasarī un 23.6% rudenī, bet 2022. gadā starpība ir 8.8%, attiecīgi 28.2% pavasarī un 19.4% rudenī.



1.14.att. Augsnes mitruma rādītāji pa saimniecībām un tehnoloģijām (a-BUL,b-KRI, c-KAL, d-TER, E-ROZ, f-STR, g-LID, h-RIE).

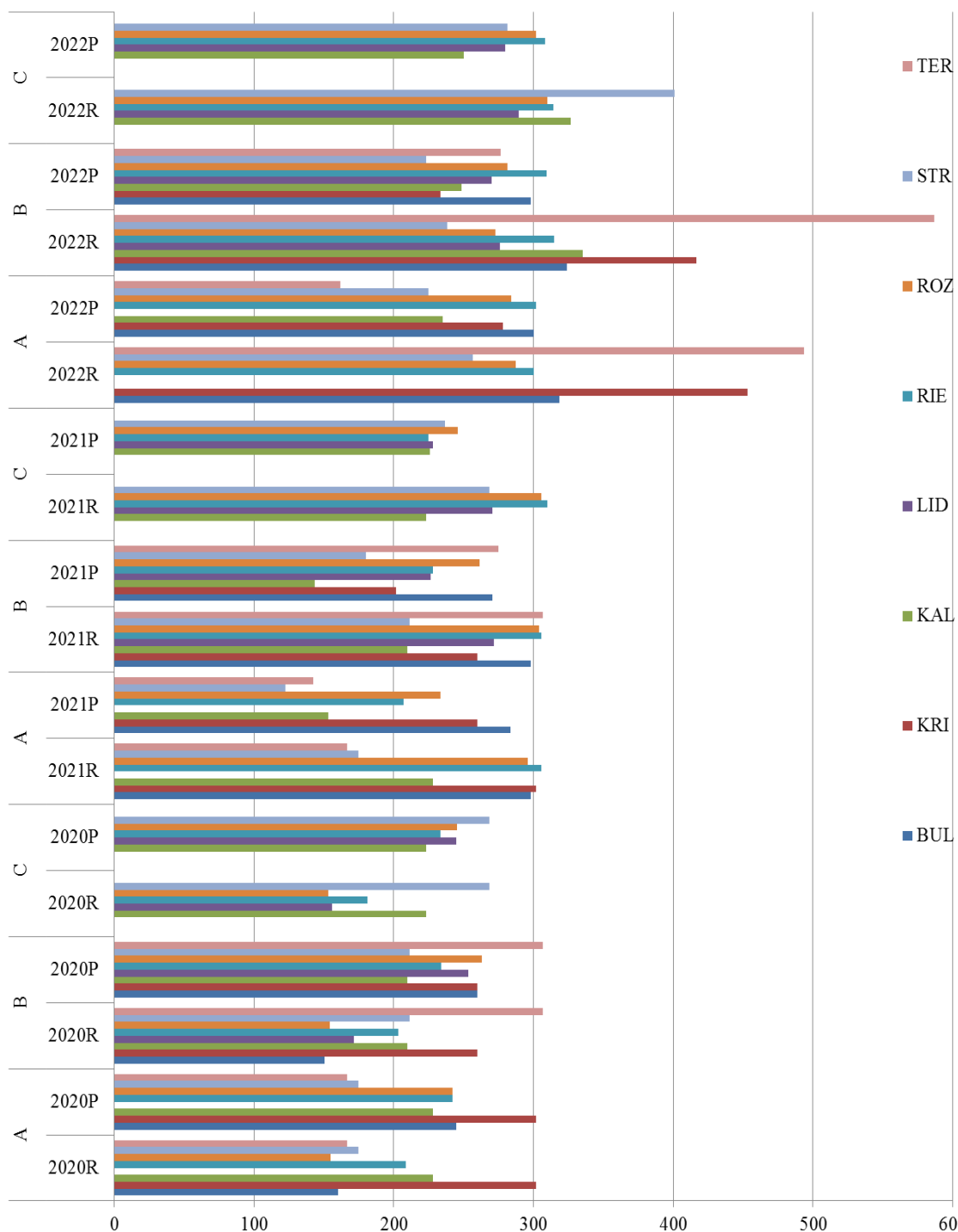
Dati norāda uz tendenci, ka A variantā (aršana) augsnis mitruma mērījumu datu izklide ir lielāka nekā neartajos augsnis apstrādes variantos (1.14.a,b,c,d,e,f,g,h att.), ko bez papildus pētījumiem grūti izskaidrot.



1.15.att. Vidējie augsnes mitruma rādītāji saimniecību izmēģinājumu laukā pa gadiem un sezonām (P – pavasarī, R – rudenī).

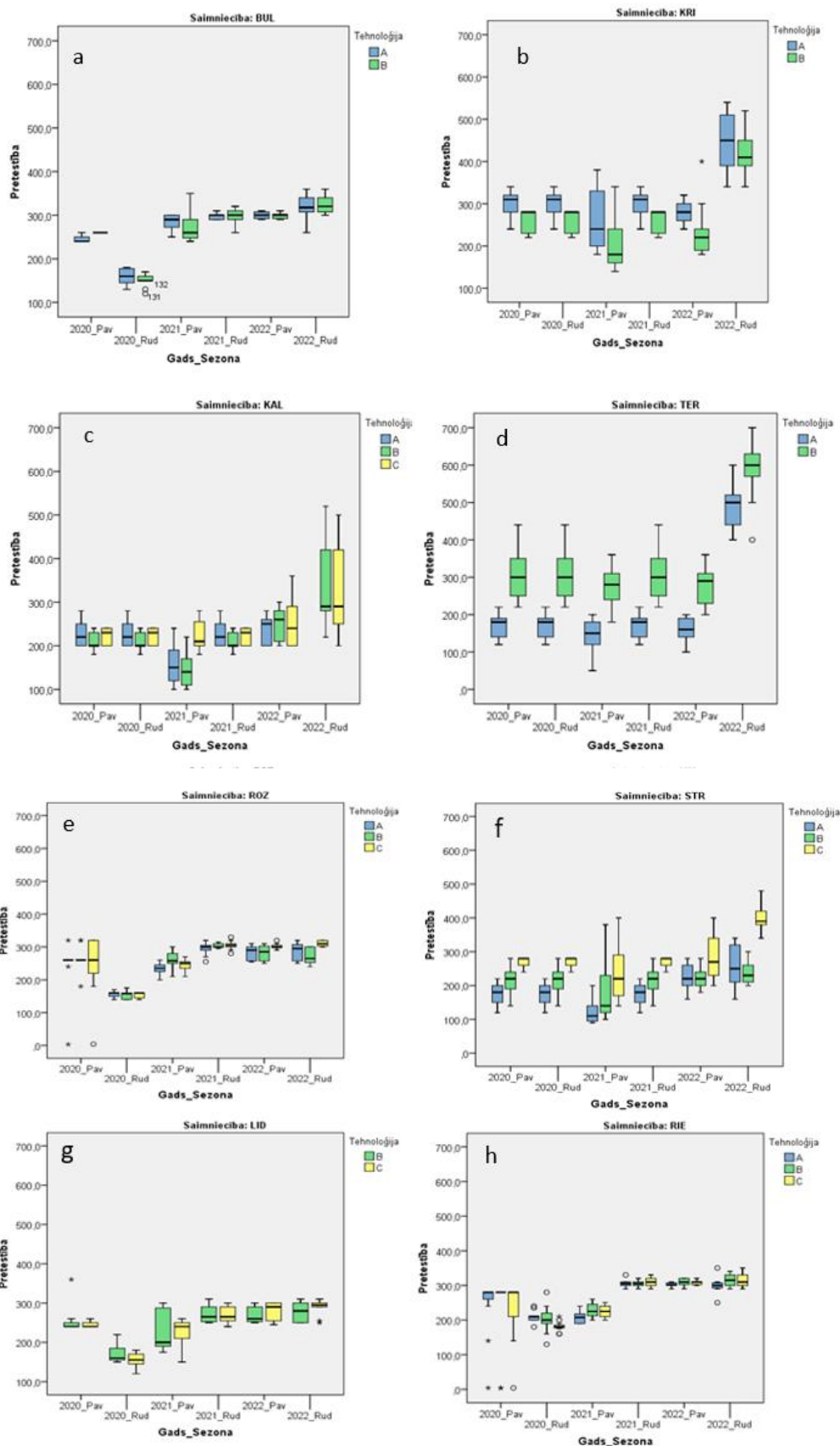
Penetrometriskā pretestība

Noskaidrots, ka Latvijas apstākļos vēlamais augsnes penetrometriskās pretestības rādītājs, atkarībā no augsnes granulometriskā sastāva ir ap 180 N cm^2 . Mūsu pētījumā penetrometriskā pretestība saimniecību izmēģinājumu laukā svārstījās plašās robežās (1.16.att.). Vidēji visās saimniecībās mazākās rādītāju svārstības fiksētas tiešās sējas variantā, pavasara mērījumos.



1.16.att. Augšnes penetrometriskās pretestības rādītāji saimniecību izmēģinājumu laukā pa gadiem un sezonām (P – pavasarī, R – rudenī).

Sezonas ietvaros vērtējot pavasara un rudens mērījumu datus kopā, visos izmēģinājuma gados zemākais penetrometriskās pretestības rādītājs bija laukos ar A tehnoloģiju. Pirmajā izmēģinājumu gadā atšķirības starp mazāko un lielāko rādītāju bija 17, otrajā – 44, bet trešajā – 35 N cm². Starpība ir būtiska starp rādītājiem artajā un bezaršanas variantu. Starpība nav būtiska starp abām bezaršanas tehnoloģijām (Anova, Tukey HSD tests, 4.pielikums). Savukārt katras saimniecības ietvaros penetrometriskās pretestības rādītāju izkliede ir salīdzinoši neliela (1.17.att. a,b,c,d,e,f,g,h). Saimniecību griezumā vidēji visos gados zemākie penetrometriskās pretestības rādītāji bija trešās grupas divās saimniecībās un vienā no ceturtās grupas saimniecībām, tādējādi liecinot par labu daudzveidīgai augu rotācijai.



1.17.att. Augsnes penetrometriskās pretestības rādītāji pa saimniecībām un tehnoloģijām (a- BUL, b-KRI, c-KAL, d-TER, e-ROZ, f-STR, g-LID, h-RIE).

Tikai atsevišķos gadījumos penetrometriskās pretestības rādītājs bija literatūrā ieteiktā optimālā līmeņa robežās. Lai spriestu par likumsakarībām, jāveic speciāli šim mērķim paredzēti izmēģinājumi.

Iegūtie dati liecina, ka abām bezaršanas tehnoloģijām ir vāja/vidēja, taču statistiski būtiska ($\alpha < 0.01$) negatīva korelācija (6.pielikums). Tas nozīmē – jo lielāks mitruma saturs augsnē, jo mazāka pretestība. Artajā variantā šāda likumsakarība nav izteikta.

Datu matemātiskās apstrādes rezultāti arī rāda, ka ir būtisks mijiedarbības efekts starp saimniecību un tehnoloģiju, un tas liecina, ka būtiska nozīme ir katras saimniecības specifikai (7.pielikums).

Tilpummasa

Augsnes tilpummasa tika noteikta 2021. un 2022. gadā. Tehnoloģiju, sezonas un saimniecību kontekstā vidēji tilpummasa zemāka pavasara mērījumos, taču atšķirība, salīdzinājumā ar rudens mērījumiem, ir neliela - 0.1 g cm^{-3} (1.18.att., 5.,7.pielikums). Kopumā tilpummasas rādītāji atbilst optimāliem. Augsnes apstrādes ietekme uz šiem rādītājiem praktiski neizpaužas. Visās izmēģinājumu saimniecībās šī rādītāja starpība starp tehnoloģijām nepārsniedza 0.1 g cm^{-3} .



1.18.att. Augsnes tilpummasas rādītāji saimniecību izmēģinājumu laukā pa gadiem un sezonām (P – pavasarī, R – rudenī).

Kultūraugu raža

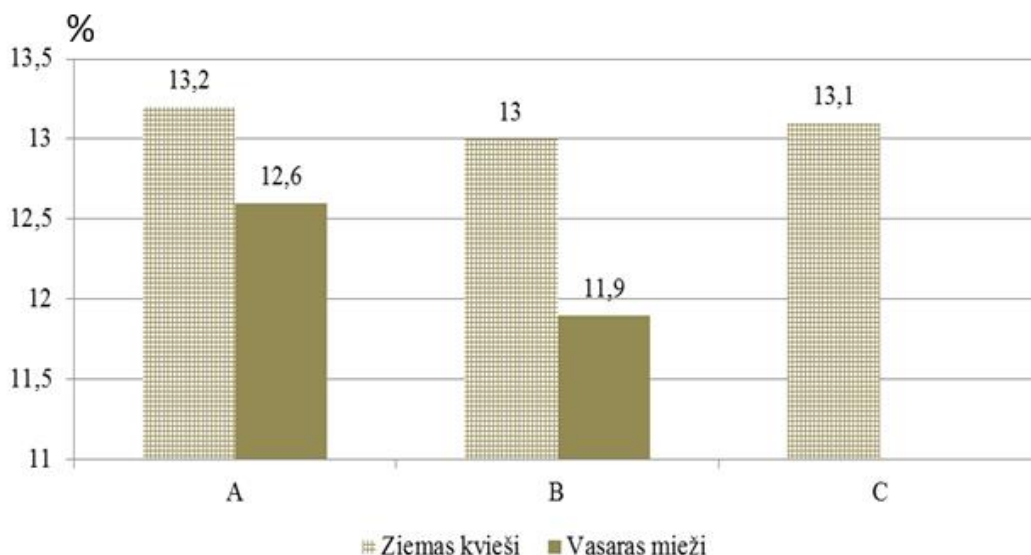
Pētījumu periodā saimniecībās kopā tika audzētas deviņas laukaugu sugas un maisījumi. Iegūtā raža atspoguļota 1.19. attēlā. Ražas dati neliecina par labu bezaršanas tehnoloģijām, jo tikai atsevišķos gadījumos (ROZ 2022.g., TER 2020. un 2021.g. un KAL 2021. gadā) nedaudz pārsniedza kontroles variantu (aršana).

Saimniecība un tehnoloģija	2020	2021	2022		
KAL A	8,1	20,3	-		
KAL B	7,9	29,5	25,8	Ziemas rudzi	
KAL C	7,8	16,6	21,2	Ziemas kvieši	
TER A	19,2	18,3	5,6	Vasaras mieži	
TER B	20,6	24,1	5,3	Auzas	
STR A	10,1	2,8	10,5	Zirņauzas	
STR B	10,0	2,7	10,5	Ziemas rapsis	
STR C	9,6	2,6	9,8	Daudzgadīgās zāles	
KRI A	4,9	4,9	4,0	Kukurūza	
KRI B	2,5	2,5	2,8	Griķi	
BUL A	2,2	0,4	0,7		
BUL B	2,2	0,5	0,6		
LID B	6,5	2,8	6,8		
LID C	6,6	2,9	6,9		
RIE A	3,5	1,5	4,4		
RIE B	3,4	1,4	4,4		
RIE C	3,4	1,3	4,3		
ROZ A	5,3	3,7	5,0		
ROZ B	5,1	3,0	5,1		
ROZ C	5,2	3,2	5,1		

1.19.att. Kultūraugu ražas rādītāji laukā pa gadiem un tehnoloģijām (Graudu raža aprēķināta pie 14% mitruma. Kukurūzai un zāļaugiem dota sausnas raža.)

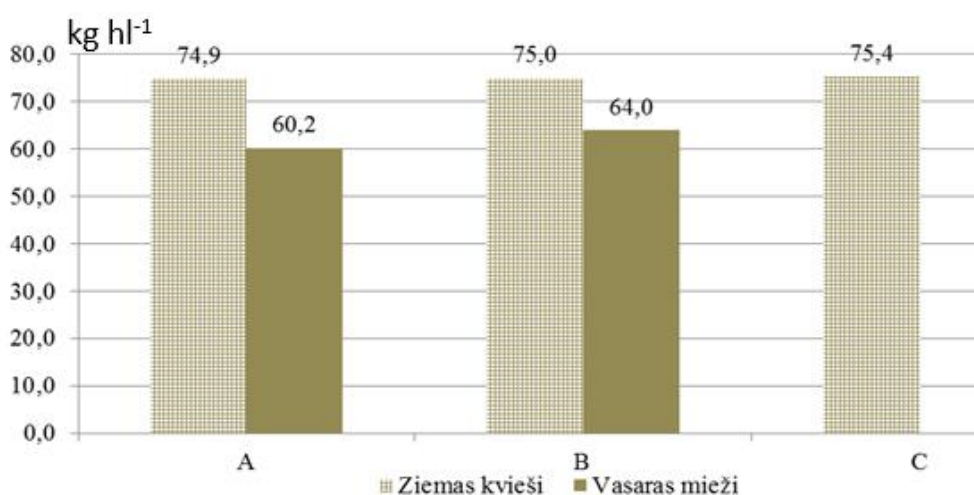
Ražas kvalitāte

Augsnes apstrādes tehnoloģija ietekmējusi ražas kvalitāti (1.20.att.). Proteīna saturs graudos ziemas kviešiem bija robežās no 13% (B tehnoloģija) līdz 13.1% (A tehnoloģija). Starpība ir minimāla. Savukārt vasaras miežiem augsnes apstrādes tehnoloģijas ietekme atstājusi būtisku ietekmi. Laukos ar minimālo augsnes apstrādi proteīna par 0.7% mazāk nekā uzartajos laukos.



1.20.att. Proteīna saturs ziemas kviešu un vasaras miežu graudos atkarībā no augsnes apstrādes tehnoloģijas.

Dati liecina, ka augsnes apstrādes tehnoloģija minimāli ietekmējusi ziemas kviešu graudu tilpummasu (21.att.). Starpība, atkarībā no tehnoloģijas ir 0.6 kg hl^{-1} . par labu minimālajai augsnes apstrādei. Vasaras miežiem starpība lielāka – 3.8 kg hl^{-1} , tāpat kā ziemas kviešiem, par labu minimālajai augsnes apstrādei.



1.21.att. Graudu tilpummasa ziemas kviešiem un vasaras miežiem atkarībā no augsnes apstrādes tehnoloģijas.

Kopsavilkums par 1.1. aktivitāti

Augsnes apstrādes veids ietekmē augsnes agrofizikālos lielumus (penetrometrisko pretestību, mitrumu, tilpumsvāru) tomēr, attiecībā uz tiem, vidēji 3 gados netika fiksēta statistiski pārliecinoša vienas vai otras tehnoloģijas priekšrocība.

Saimniecībās rādītāju maksimālās un minimālās vērtības pa gadiem mainījās atšķirīgi. Ņemot vērā atšķirīgo datu mainīgumu pa gadiem saimniecībās, ir skaidrs, ka viens tehnoloģiskais risinājums nederēs vienādi visos gadījumos, tāpēc ir jāpazīst sava augsne, jāizvērtē esošais tehniskais nodrošinājums un tad jāsalāgo iespējas.

1.2. Uztvērējaugu audzēšanas iespējas

Apakšaktivitātes mērķis: izvērtēt piemērotāko augu maisījumu uztvērējaugiem, tehnoloģijas un ietekmi uz slāpekļa aprites efektivitāti dažādās augsnēs. Izvērtēt ietekmi uz pēcaugiem.

Ziņojuma autori: Solvega Maļeckā, Inga Jansone, Inga Morozova, Lauma Kārklīņa.

Atsaukšanās uz ziņojumu un tā autoriem, izmantojot tajā publicētos rezultātus – obligāta.

Materiāli un metodes

1.3.tabula

Izmēģinājuma metodika un apstākļi AREI Stendes pētniecības centrā

Adrese	"Dižzemes" Lībagu pag., Talsu novads, LV-3258				
Lauka reljefs	Lēzens				
Izmēģinājums uzsākts	2019. augusts		2020. augusts		2021. augusts
Izmēģinājums pabeigts	2020. augusts		2021. augusts		2022. augusts
Vieta	Seko augu sekai	Seko augu sekai	Seko augu sekai	Seko augu sekai	Seko augu sekai
Lauks	SKL 10 (pēc ziem.)	SEL 5 (pēc vasar.)	SKL 22 (pēc ziem.)	SEL 1 (pēc vasar.)	SKL 21
Augsnes tips un granulām. sastāvs	Velēnu vāji podzolēta smilšmāla	Velēnu vāji podzolēta smilšmāla	Velēnu vāji podzolēta/velēnu glejota smilšmāls/mālsmilts	Velēnu vāji podzolēta, mālsmilts	Velēnu gleja mālsmilts
Organisko vielu saturs	2.0-2.5	2.0-2.1	3.7	2	3.8-4.3
Augsnes reakcija	4.9-5.7	5.9-6.3	6.1	5.8	6.8
Kustīgo elementu saturs					
P ₂ O ₅ mg kg ⁻¹	158-219	182-207	238	206	42
K ₂ O, mg kg ⁻¹	169-182	158-159	107	177	128
Priekšaugi	Ziemas kv. agro	kartupeļi	Ziemas rapsis	Kvieši ar zirņiem	Ziemas rapsis
Pamatkultūra	Ziemas kv.	vas. mieži	Ziemas kv.	vas. mieži	Ziemas kvieši
Pamatkultūras šķirne	'Fredis'	'Kornelija'	'Fredis'	'Ansis'	'Fredis'
Izsējas norma, d.s m ²	450	400	450	400	450
Sējas datums	13.09.2018.	18.04.2019.	21.09.2019.	17.04.2020.	18.09.2020.

Agregāts	Kuhn Premia (2.5 m)		disku sējmašīna Vaderstad		
Pamatkultūras augsnes apstrāde	Saimniecībā vispārpieņemtā tehnoloģija: arts ar maiņvērsēja arklu KUHN Varimaster 123, šļūce ar ecēšām, kultivēts ar kultivatoru Proton C.		arts ar maiņvērsēja arklu, šļūce ar ecēšām		arts ar maiņvērsēja arklu, šļūce ar ecēšām
Pamatkultūras pamatmēsloj	NPK 8-20-30 350 kg ha ⁻¹ ziem.	NPK 10-26-26 300 kg ha ⁻¹ un N30+S7 150 kg ha ⁻¹ vasarājiem	NPK 10-26-26 350 kg ha ⁻¹	NPK 10-26-26 250 kg ha ⁻¹	NPK 10-26-26 300 kg ha ⁻¹
Pamatkultūras virsmēslojums	N30+S7 250 kg ha ⁻¹ veģ. atjaun. + 200 kg ha ⁻¹ st.sāk.		N30+S7 250 kg ha ⁻¹ veģ. atjaun. + 200 kg ha ⁻¹ st.sāk.	un N30+S7 170 kg ha ⁻¹ ceroš.	N30+S7 250 kg ha ⁻¹ veģ. atjaun. + 150 kg ha ⁻¹ st.sāk.
Ražas novākšana	1.08.2019.	6.08.2019.	11.08.2020.	30.08.2020.	4.08.2021.
Raža	5 t ha ⁻¹	4.0 t ha ⁻¹	5.0 t ha ⁻¹	3.0 t ha ⁻¹	5.0 t ha ⁻¹
Kombains	Wintersteiger Delta		Sampo 500		Sampo 500
Uztvērējaugi					
Sējas datums I laiks	12.08.2019.		26.08.2020.		6.08.2021.
Sējas datums II laiks		22.08.2019.		02.09.2020.	31.08.2021.
Sējmašīna un augsnes apstrāde	Diskots līdz 10 cm, sēts ar disku sējmašīnu 3.0 m		Diskots un sēts ar izm. sējmašīnu Wintersteiger		Diskots un sēts ar disku sējmašīnu Vaderstad (3 m)
Laučiņa platība	36 m ² (3.0 x 12 m)		26 m ² (2.2 x 12 m)		36 m ² (3.0 x 12 m)
Variantu skaits	8 un 8 varianti		10 un 10 varianti		11 un 10 varianti
Varianti	1. diskota rugaine		1. kontrole – arts		1. kontrole – arts
	2. z.rapsis+z.(v.) vīķi+rudzi		2. rugaine		2. diskota rugaine
	3. auzas+facēlija+v.(z.)vīķi		3. diskota rugaine		3. ziemas z.rapsis+z.vīķi+rudzi
	4. auzas+sinepe		4. z.rapsis+z.(v.)vīķi+rudzi		4. auzas+facēlija+v.vīķi
	5. eļļas rutks(s.redīss)+sinepe		5. auzas+facēlija+v.(z.)vīķi		5. auzas+sinepe
	6. vieng. airene+griķi+facēlija		6. auzas+sinepe		6. s.redīss(eļļas rutks)+sinepe
	7. vasaras rudzi+vasaras vīķi		7. s.redīss(eļļas rutks)+sinepe		7. sakņu redīss
	8. auzas(v. airene)+inkarnāta ābol.+facēlija		8. vieng. airene+griķi+facēlija		8. v. airene+griķi+facēlija
			9. S/5 maisījums		9.v. airene(auzas)+ink. ābol.+facēlija
			10. v. airene (auzas)+ink. ābol.+facēlija		10. facēlija
					11. S/5 maisījums
Atkārtotāju skaits	4		4		4
Pēckultūra					
Uztvērējaugu iestrādes veids	Arts, sļūkts		Arts, sļūkts		Arts, sļūkts
Kultūraugs Šķirne	Mieži 'Rasa'		Mieži 'Rasa'		Mieži 'Rasa'

Izsējas norma, d.s. m ²	400		400		400
Sējas datums	22.04.2020.		06.05.2021.		03.05.22.
Agregāts	Disku sējmašīna Vaderstad (3.0 m)		Disku sējmašīna Vaderstad (3.0 m)		Ar sējmašīnu Kuhn Premia (darba plat. 2 m)
Mēslojums	NPK 10-26-26 300 kg ha ⁻¹ , N 30+S7 100 kg ha ⁻¹		NPK 10-26-26-S2 300 kg ha ⁻¹ , virsmēsl. N30+S7 100 kg ha ⁻¹		nav
Kopšana	Proteus OD 0.6 l ha ⁻¹ , 9.05.2020.		Biatlon 4D 60 g ha ⁻¹ + DASH 0.5 L ha ⁻¹	Sekators 0.1 L ha ⁻¹ + MCPA 0.5 L ha ⁻¹	Biatlon 4D 50 g ha ⁻¹ + DASH 0.5 L ha ⁻¹ , 07.06.22.
	9.05.20. Sekators 0.1 L ha ⁻¹ + Estets 0.5 L ha ⁻¹		03.06.21. Moddus 250 0.4 L ha ⁻¹	04.06.21. Moddus 250 0.4 L ha ⁻¹	nav
	nav	nav	nav	nav	nav
Ražas novākšana	21.08.20.	10.08.20.	05.08.21.	14.08.21.	18.08.22.
Kombains	Wintersteiger Delta		Hege 140	kūļi	Wintersteiger Delta

1.4.tabula

Izmēģinājuma metodika un apstākļi Z/s Lielvaicēni

Adrese	Z/s Lielvaicēni, Vītiņu pag., Auces nov.		
Reljefs	Lēzens	Lēzens	Lēzens
Sākts	2019. augusts	2020. augusts	2021. augusts
Pabeigts	2020. augusts	2021. augusts	2022. augusts
Lauks	Jurģu lauks	Bumbulene	Veipa
Augsnes tips un granulometriskais sastāvs	velēnu karbonātiskā virspusēji glejotās, vidējs morēnu smilšmāls	Vkg, sM	Vkg, sM3
Organisko vielu saturs	2.7	3.7-4.7	3
Augsnes reakcija	7.4	7.3-7.6	7
Kustīgo elementu saturs			
P ₂ O ₅ , mg kg ⁻¹	P ₂ O ₅ 165	75-2014	230-370
K ₂ O, mg kg ⁻¹	K ₂ O 131	130	95-150
Priekšaug	Ziemas kvieši	Ziemas kvieši	Ziemas kvieši
Pamatkultūra	Ziemas kvieši	Ziemas kvieši	Ziemas kvieši
Pamatkultūras šķirne	'Edvins'	'Skagen'	'Skagen'
Izsējas norma, d. s. m ²	500	450	450
Sējas datums	31.08.2018	20.09.2019	15.09.2020
Agregāts	Pneimatiskā Horsh Pronto 4 m	Pneimatiskā Horsh pronto 4m	Pneimatiskā Horsh Pronto 4m
Pamatkultūras augsnes apstrāde	Diskots pirms sējas	Diskots pirms sējas	Diskots pirms sējas
Pamatkultūras pamatmēsl.	-	-	-
Pamatkultūras virsmēslojums	Ziemājiem veģ. atj. N34 150 kg ha ⁻¹ un pēc mēneša 100 kg ha ⁻¹ , jo iestājās ilglaicīgs sausums, kas ietekmēja paotenciālo ražību	Ziemājiem veģētācijai atjaunojoties N34,4 -150 kg ha ⁻¹ , N43,4-200 kg ha ⁻¹ , sauss	Ziemājiem veģētācijai atjaunojoties NPK 15-15-15 150 kg ha ⁻¹ , N34,4 -200 kg ha ⁻¹ , N19-150 L ha ⁻¹ , N19-150 L ha ⁻¹
Ražas novākšanas datums	30.07.2019	12.08.2020	04.08.2021
Raža			
Kombains	Claas Tucano 570	Claas Tucano	Claas Tucano 750

Uztvērējaugi			
Sējas datums I laiks	11.08.2019.	13.08.2020.	10.08.2021.
Sējas datums II laiks	22.08.2019.	01.09.2020.	24.08.2021.
Sējmašīna un augsnes apstrāde	Diskots līdz 10 cm, sēts ar pneimatisko sējmašīnu Horsh	Diskots līdz 10 cm, sēts ar pneimatisko sējmašīnu Horsh	Diskots līdz 10 cm, sēts ar pneimatisko sējmašīnu Horsh
Laučiņa platība	0.1 ha	0.1 ha	0.1 ha
Variantu skaits	7 un 6	9 un 8	10 un 9
Varianti	1. kontrole - rugaine	1. kontrole - rugaine	1. kontrole - rugaine
	2.rudzi+z.rapši+facēlija	2. z. rapsis+z.(v.)vīķi+rudzi	2. z.rapsis+z.(v.)vīķi+rudzi
	3.auzas+v.(z.)vīķi+facēlija	3. auzas+facēlija+v.(z.)vīķi	3.auzas+facēlija+v.(z.)vīķi
	4. auzas+sinepe	4. auzas+sinepe	4. auzas+sinepe
	5. eļļas rutks(s.redīss)+sinepe	5. s.redīss(eļļas rutks)+sinepe	5.s.redīss(eļļas rutks)+sinepe
	6. v.airene+griķi+facēlija	6. v.airene+griķi+facēlija	6. sakņu redīss
	7. v.inkarn.āboliņš	7. S/5 maisījums 20 kg ha ⁻¹	7. vieng.airene+griķi+facēlija
		8. S/5 maisījums 10 kg ha ⁻¹	8. S/5 maisījums
		9. v.airene+ink.ābol.+ facēlija	9. auzas(v.airene)+ink.ābol.+facēlija
			10. facēlija
Pēckultūra			
Uztvērējaugu iestrādes veids	sleja	sleja	sleja
Kultūraugs	Vasaras mieži	zirņi	lauku pupas
Šķirne	'Anabella'		
Izsējas norma, d. s. m ²	450	120	60
Sējas datums	05.05.2020	10.04.2021.	18.04.22.
Agregāts	Diskots	Divreizēja diskošana	Divreizēja diskošana
Sējmašīna	Horsh 4m	Horsch 4m pneimatiskā sējmašīna	Horsch 4m pneimatiskā sējmašīna
Mēslojums	-	NPK 15-15-15 150 kg ha ⁻¹	NPK 15-15-15 100 kg ha ⁻¹
Kopšana	Biathlon 4D 50 g ha ⁻¹	Corum 0.62 L ha ⁻¹ 14.05.21.	Corum 0.62 L ha ⁻¹ + Stomp 1.0 L ha ⁻¹ , 16.05.22.
		Targa 1.0 L ha ⁻¹ (vieng. airenes un rudzu ierobežošanai) 29.05.21.	Targa 0.7 L ha ⁻¹ (vieng. airenes un rudzu ierobežošanai), 02.06.22.
		Corum 0.62 L ha ⁻¹ (rudzupuķes ierobežošanai) 05.06.21.	Corum 0.62 L ha ⁻¹ (rudzupuķes ierobežošanai), 13.06.22.
Ražas novākšanas datums	30.08.2020.	30.07.2021	06.09.22.
Kombains	Claas Tucano	Claas Tucano	Claas Tucano

Varianti un izsējas normas 2019., 2020. un 2021. gadā

Nr.p.k.	Varianti un sēklu izsējas norma, kg ha ⁻¹	SPC			Lielvaicēni		
1.	Auzas 50 + sinepes 6		20	21		20	21
2.	Auzas 50 + sinepes 5	19			19		
3.	Sinepes 10 + eļļas rutks 10	19			19		
4.	Sinepes 10 + redīss 6		20	21		20	21
5.	Auzas 100 + v./z. vīķi 7 + facēlija 1	19			19		
6.	Auzas 120 + v./z. vīķi 7 + facēlija 1		20	21		20	21
7.	V. airene 15 + griķi 20 + facēlija 1	19	20	21	19	20	21
8.	Vieng. airene 10 + inkarnāta āboliņš 10		20	21			
9.	Auzas 50 + inkarnāta āboliņš 5 + facēlija 1	19			19		21
10.	V. airene 10 + inkarnāta āboliņš 10 + facēlija 1					20	
11.	Rudzi 50 + ziemas rapsis 2 + facēlija 1		20	21		20	21
12.	Rudzi 50 + ziemas rapsis 1 + ziemas vīķi 1	19			19		
13.	Sakņu redīss 6			21			21
14.	Facēlija 10			21			21
15.	S/5 maisījums 10 (10% eļļas rutks, sinepes 15%, griķi 20%, vīķi 25, auzas 25%, redīss 5%)			21		20	21
16.	S/5 LR maisījums 15(10% eļļas rutks, sinepes 15%, griķi 20%, vīķi 25, auzas 25%, redīss 5%)		20				
17.	S/5 LR maisījums 20 (10% eļļas rutks, sinepes 15%, griķi 20%, vīķi 25, auzas 25%, redīss 5%)					20	
18.	Vasaras rudzi 100 + vasaras vīķi 7	19					

Augsnes paraugi uztvērējaugu sējumā

	Dziļums, cm	Rādītāji	Laboratorija
atkārtojumi	2		
parauga lielums	0.5 kg dabīgi mitras augsnes		
pirms sējas	0-20	pH (LVS ISO 10390:2006) organ. v., % (oksidējot ar K ₂ Cr ₂ O ₇) kustīgais kālijs, mg/kg (ZM kārtība Nr.21 6.pielikums 3.metode) un kustīgais fosfors, mg/kg (ZM kārtība Nr.21 6.pielikums 3.metode) mitrums, % (LVS EN ISO 11465:2006) (ZM kārtība Nr.21 6.pielikums 3.metode) kopslāpekļis, % (LVS EN ISO 20483:2014) kopējais slāpekļis, mg/g (LVS EN ISO 11261:2020)	AREI
	0-15	NO ₃ (absolūti sausā paraugā) – dabīgi mitras augsnes 1M KCl izvilkumā – LVS ISO/TS 14256-1:2006	VAAD
veģetācijas beigās	0-15	NO ₃	VAAD
pavasārī pirms veģetācijas atjaunošanās	0-20	Kopējais slāpekļis	AREI
	0-15	NO ₃	VAAD
	15-30	NO ₃	VAAD
	30-60	NO ₃	VAAD

Augsnes blīvums

Iekārta	Sertificēts Eijkelkamp firmas rokas penetrometrs (06.01 Handsondeerapparaat Eijkelkamp), uzgaļa 3 laukums 3 1/3 cm ² , diametrs 20.60 mm, manometra nolasījums N,
	Eijkelkamp rokas penetrometra komplekts A. Manometra mērīšanas diapazons ir 10000 kN / m ² (= 10000 kPa). Skala ir no 0 līdz 1,0 kPa. Precizitāte ir +/- 8% ieteicamajā mērīšanas diapazonā. Komplekts atrodas kompaktā koferītī. Penetrometrs sastāv no mērinstrumenta, zondēšanas stieņa un konusa. Instrumentu iespiež augsnē taisnā leņķī, vienādi nospiežot abus rokturus. Pēkšņs spiediena pieaugums dod pārāk augstas vērtības, spiedienam jābūt vienmērīgam.
	Konusā izmērīto pretestību var nolasīt no manometra, kas norāda to ar melnu rādītāju. Maksimālo pretestību, ko nolasa mērīšanas laikā, norāda ar sarkanu rādītāju.
	Izturība pret iespiešanos (kPa / cm ²) var noteikt, dalot nolasījuma vērtību ar konusa laukumu. Paredzamā iespiešanās pretestības vērtība arī nosaka, kuru konusu izmantot. Neliels konuss tiek izmantots augstām vērtībām, bet lielāks - mazām vērtībām. Jo lielāks konuss, jo precīzāka ir pretestības mērījuma vērtība.
Atkārtojumi	12 atk. ejot pa diagonāli varianta platībai
Mērījuma laiks	Augsnes pretestības noteikšanu veic divas reizes gadā, reizē ar augšņu analīžu noņemšanu rudenī pirms ziemāju sējas un pavasarī, atjaunojoties veģetācijai vai pirms augsnes apstrādes.
	Pretestība noteikta 30 cm dziļumā

Augsnes mitruma noteikšana

Mitruma mērītājs	2020. g. pavasarī ar Combi 5000 – Soil Testing Equipment – Professional Systems, STEP Systems GmbH D-90451 NÜRNBERG) No 2020. g. rudens ar mitruma sensoru HydraProbe® SDI-12, ±0.01 WFV augsnei, mērījuma nolasīšanai izmanto GroPoint SDI-12 versijai (GP-DU-SDI-12 P/N 2628) Riot Technology group®
Mērījumus	veicot divas reizes gadā: reizē ar augšņu analīžu noņemšanu rudenī un pavasarī, atjaunojoties veģetācijai vai pirms augsnes apstrādes katrā reizē veicot 12 zondējumus varianta platībā, ejot pa diagonāli, augsnes virskārtā, 5-10 cm dziļumā.

Augu biomasas paraugu biomasas paraugi

Darba gaita	Nogriež augu virszemes daļas un izrok saknes lāpstas dziļumā, saknes skalo, nosaka zaļmasu augu virszemes daļai un saknēm, žāvē līdz gaissausam stāvoklim un iesniegti laboratorijā		
Atkārtojumi	4		
Svari	sviri EK-6100i (6 kg), ar precizitāti 0.1.		
Lab. metode	Sausna, % (ISO6496:1999) Sausna, % (MK noteikumi Nr. 518. spēkā no 24.07.12 7.pielikums) , 2020.		
	Rāmītis, cm	Rādītāji	Laboratorija – mitrums vai sausna
Virszemes biomasas un saknes	50x50	Zaļmasa, sausna	AREI

Augu paraugi pēckultūrai

darba gaita	Noņem kūļus no katra varianta un ievieto maisā, izkuļ ar stacionāru kombainu		
atkārtojumi	4		
rāmītis, cm	50x50		
rādītāji	mitrums, %; graudu masa, g		
Graudu paraugi pēckultūrai			
žāvēšana	Platformu kaltis		
paraugu tīrīšana	Mini Petkus MP-100		
atkārtojumi	4		
	Iekārta	Kultūraugs	Laboratorija
mitrums %	Infratec NOVA	kvieši, mieži, auzas, rapsis	AREI
proteīns, %, sausnā	Infratec NOVA	kvieši, mieži, auzas, pupas	AREI
ciete %, sausnā	Infratec NOVA	kvieši, mieži, auzas	AREI
līpekļis, %	Infratec NOVA	kvieši	AREI
Zeleny indekss, ml	Infratec NOVA	kvieši	AREI
tauki, % sausnā	Infratec NOVA	auzas	AREI
eļļa, %	Infratec NOVA	rapsis	
betaglikāns, %	Infratec NOVA	mieži	AREI
tilpummasa, kg L ⁻¹	Infratec NOVA	kvieši, mieži, auzas	AREI
TGM, g	svāri 200 g ar precizitāti 0.01g	kvieši, mieži, auzas, rapsis	AREI

*Uztvērējaugu izmēģinājumu shēmas***SPC 2019****Pirmais sējas laiks pēc ziemājiem**

1. SPC 2 - Rudzi 50 kg + z.rapsis 1 kg + z./v. vīķi 1 kg
2. SPC 3 - Auzas 100 kg + z./v. vīķis 7 kg+ facēlija 1 kg
3. SPC 4 - Auzas 50 kg + sinepe 5 kg
4. SPC 5 - Eļļas rutks 10 kg + sinepe 10 kg
5. SPC 6 - Viengadīgā airene 15 kg + griķi 20 kg + facēlija 1 kg
6. SPC 7 – Vasaras rudzi 100 kg + vasaras vīķi 7 kg
7. SPC 8 - Auzas 50 kg + inkarnāta āboliņš 5 kg + facēlija 1 kg
8. SPC 1 - Kontrole – diskota rugaine

Otrais sējas laiks pēc vasarājiem

1. SPC 2 - Rudzi 50 kg + z.rapsis 1 kg + z./v. vīķi 1 kg
2. SPC 3 - Auzas 100 kg + z./v. vīķis 7 kg+ facēlija 1 kg
3. SPC 4 - Auzas 50 kg + sinepe 5 kg
4. SPC 5 - Eļļas rutks 10 kg + sinepe 10 kg
5. SPC 6 - Viengadīgā airene 15 kg + griķi 20 kg + facēlija 1 kg
6. SPC 7 – Vasaras rudzi 100 kg + vasaras vīķi 7 kg
7. SPC 8 - Auzas 50 kg + inkarnāta āboliņš 5 kg + facēlija 1 kg
8. SPC 1 - Kontrole – diskota rugaine

1. 101	201	301	401	Šoseja Stende-Talsi
2. 102	202	302	402	
3. 103	203	303	403	
4. 104	204	304	404	
5. 105	205	305	405	
6. 106	206	306	406	
7. 107	207	307	407	
8. 108	208	308	408	
Tipuru ceļš				
1. 109	209	309	409	Bungas
2. 110	210	310	410	
3. 111	211	311	411	
4. 112	212	312	412	
5. 113	213	313	413	
6. 114	214	314	414	
7. 115	215	315	415	
8. 116	216	316	416	
Selekcija – Bungas (Rendas ceļš)				

Lielvaicēni 2019

Pirmais sējas laiks pēc ziemājiem

1. LIEL 1 - Kontrole – diskota rugaine
2. LIEL 2 - Rudzi 50 kg + z.rapsis 1 kg + facēlija 1 kg
3. LIEL 3 - Auzas 100 kg + z./v. vīķis 7 kg+ facēlija 1 kg
4. LIEL 4 - Auzas 50 kg + sinepe 5 kg
5. LIEL 5 - Eļļas rutks 10 kg + sinepe 10 kg
6. LIEL 6 - Viengadīgā airene 15 kg + griķi 20 kg + facēlija 1 kg
7. LIEL 8 – Auzas 50 kg + inkarnāta āboliņš 10 kg + facēlija 1 kg

Otrais sējas laiks pēc vasarājiem

1. LIEL2 - Rudzi 50 kg + z.rapsis 1 kg + facēlija 1 kg
2. LIEL 3 - Auzas 100 kg + z./v. vīķis 7 kg+ facēlija 1 kg
3. LIEL 4 - Auzas 50 kg + sinepe 5 kg
4. LIEL 5 - Eļļas rutks 10 kg + sinepe 10 kg
5. LIEL 6 - Viengadīgā airene 15 kg + griķi 20 kg + facēlija 1 kg
6. LIEL 8 - Auzas 50 kg + inkarnāta āboliņš 10 kg + facēlija 1 kg

Grantēts ceļš	1.
	2.
	3.
	4.
	5.
	6.
	7.
	8.
	9.
	10.
	11.
	12.
	13.
Nesakopts īpašums	

SPC 2020

Pirmais sējas laiks pēc ziemājiem - A

1. SPC 1 - Kontrole – arts rudenī
2. SPC 2 - Kontrole – rugaine
3. SPC 3 - Rudzi 50 kg + z.rapsis 2 kg + facēlija 1 kg
4. SPC 4 - Auzas 120 kg + z./v. vīķis 7 kg+ facēlija 1 kg
5. SPC 5 - Auzas 50 kg + sinepe 6 kg
6. SPC 6 – Sakņu redīss 6 kg + sinepes 10 kg
7. SPC 7 - Viengadīgā airene 15 kg + griķi 20 kg + facēlija 1 kg
8. SPC 8 – S/5 maisījums 15 kg
9. SPC 9 – V.airene 10 kg + inkarnāta āboliņš 10 kg
10. SPC 10 - Kontrole – diskota rugaine

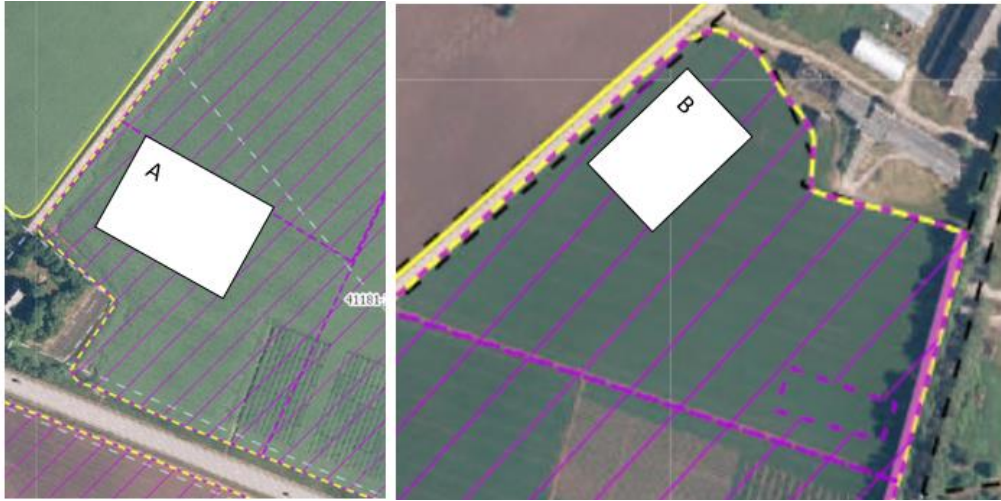
Otrais sējas laiks pēc vasarājiem - B

1. SPC 2 - Kontrole – rugaine
2. SPC 10 - Kontrole – diskota rugaine
3. SPC 3 - Rudzi 50 kg + z.rapsis 2 kg + facēlija 1 kg
4. SPC 4 - Auzas 120 kg + z. /v. vīķis 7 kg+ facēlija 1 kg
5. SPC 5 - Auzas 50 kg + sinepe 6 kg
6. SPC 6 – Sakņu redīss 6 kg + sinepes 10 kg
7. SPC 7 - Viengadīgā airene 15 kg + griķi 20 kg + facēlija 1 kg
8. SPC 9 - V.airene 10 kg + inkarnāta āboliņš 10 kg
9. SPC 8 – S/5 maisījums 15 kg
10. SPC 1 - Kontrole – arts rudenī

Mariņi – Biolauks (C)

A “Mariņi”	1.	101	201	301	401
	2.	102	202	302	402
	3.	103	203	303	403
	4.	104	204	304	404
	5.	105	205	305	405
	6.	106	206	306	406
	7.	107	207	307	407
	8.	108	208	308	408
	9.	109	209	309	409
	10.	110	210	310	410

B Dižstende - Bungas (Rendas ceļš)	1.	111	211	311	411
	2.	112	212	312	412
	3.	113	213	313	413
	4.	114	214	314	414
	5.	115	215	315	415
	6.	116	216	316	416
	7.	117	217	317	417
	8.	118	218	318	418
	9.	119	219	319	419
	10.	120	220	320	420



1.22.att. Izmēģinājuma lauku atrašanās vieta AREI SPC laukos.

Lielvaicēni 2020

Pirmais sējas laiks pēc ziemājiem

1. LIE 1 - Rudzi 50 kg + z.rapsis 2 kg + facēlija 1 kg
2. LIE 2 - Auzas 120 kg + z./v. vīķis 7 kg+ facēlija 1 kg
3. LIE 3 - Auzas 50 kg + sinepe 6 kg
4. LIE 4 – Sakņu redīss 6 kg + sinepe 10 kg
5. LIE 5 - Viengadīgā airene 15 kg + griķi 20 kg + facēlija 1 kg
6. LIE 6 – S/5 maisījums 20 kg
7. LIE 7 – S/5 maisījums 10 kg
8. LIE 8 - V.airene 10 kg + inkarnāta āboliņš 10 kg + facēlija 1 kg

Otrais sējas laiks pēc vasarājiem

9. LIE 9 - Rudzi 50 kg + z.rapsis 2 kg + facēlija 1 kg
10. LIE 10 - Auzas 120 kg + z./v. vīķis 7 kg+ facēlija 1 kg
11. LIE 11 - Auzas 50 kg + sinepe 5 kg
12. LIE 12 - Sakņu redīss 6 kg + sinepe 10 kg
13. LIE 13 - Viengadīgā airene 15 kg + griķi 20 kg + facēlija 1 kg
14. LIE 14 – S/5 maisījums 20 kg
15. LIE 15 - S/5 maisījums 10 kg
16. LIE 16 - V.airene 10 kg + inkarnāta āboliņš 10 kg + facēlija 1 kg
17. LIE 17 – Kontrole – diskota rugaine

~300 m garš
priekšplānā izolācija 24 m plata
ceļš uz Vadaksti

18.
17.
16.
15.
14.
13.
12.
11.
10.
9.
8.
7.
6.
5.
4.
3.
2.
1.



1.23.att. Izmēģinājuma lauku atrašanās vieta z/s Lielvaicēnu laukos.

SPC 2021

Pirmais sējas laiks pēc ziemājiem

1. Kontrole – arts rudenī
2. Kontrole – diskota rugaine
3. Rudzi 50 kg + z.rapsis 2 kg + facēlija 1 kg
4. Auzas 120 kg + z./v. vīķis 7 kg+ facēlija 1 kg
5. Auzas 50 kg + sinepe 6 kg
6. Sakņu redīss 6 kg + sinepe 10 kg
7. Sakņu redīss tīrsējā **6 kg**
8. Viengadīgā airene 15 kg + griķi 20 kg + facēlija 1 kg
9. Vairene 10 kg + inkarnāta āboliņš 10 kg
10. Facēlija tīrsējā - 10 kg
11. S/5 maisījums 10 kg

Otrais sējas laiks pēc ziemājiem

12. Kontrole – diskota rugaine
13. S/5 maisījums 10 kg
14. Rudzi 50 kg + z.rapsis 2 kg + facēlija 1 kg
15. Auzas 120 kg + z./v. vīķis 7 kg + facēlija 1 kg
16. Auzas 50 kg + sinepe 6 kg
17. Sakņu redīss 6 kg + sinepe 10 kg
18. Sakņu redīss tīrsējā **6 kg**
19. Viengadīgā airene 15 kg + griķi 20 kg + facēlija 1 kg
20. Vairene 10 kg + inkarnāta āboliņš 10 kg
21. Facēlija tīrsējā - 10 kg

Ceļš Dižstende-Marīņi				
Ferma un stabs	1. 101	201	301	401
	2. 102	202	302	402
	3. 103	203	303	403
	4. 104	204	304	404
	5. 105	205	305	405
	6. 106	206	306	406
	7. 107	207	307	407
	8. 108	208	308	408
	9. 109	209	309	409
	10. 110	210	310	410
	11. 111	211	311	411
	12. 112	212	312	412
	13. 113	213	313	413
	14. 114	214	314	414
	15. 115	215	315	415
	16. 116	216	316	416
	17. 117	217	317	417
	18. 118	218	318	418
	19. 119	219	319	419
	20. 120	220	320	420
	21. 121	221	321	421
	22. 122	222	322	422

Lielvaicēni 2021

Pirmais sējas laiks pēc ziemājiem

1. Rudzi 50 kg + z.rapsis 2 kg + facēlija 1 kg
2. Auzas 120 kg + z./v. vīķis 7 kg+ facēlija 1 kg
3. Auzas 50 kg + sinepe 6 kg
4. Sakņu redīss 6 kg + sinepe 10 kg
5. Sakņu redīss tīrsējā **6 kg**
6. Viengadīgā airene 15 kg + griķi 20 kg + facēlija 1 kg
7. Auzas 50 kg + inkarnāta āboliņš 10 kg + facēlija 1 kg
8. Facēlija tīrsējā - 10 kg
9. S/5 maisījums 10 kg

Otrs sējas laiks

1. Rudzi 50 kg + z.rapsis 2 kg + facēlija 1 kg
2. Auzas 120 kg + z./v. vīķis 7 kg + facēlija 1 kg
3. Auzas 50 kg + sinepe 6 kg
4. Sakņu redīss 6 kg + sinepe 10 kg
5. Sakņu redīss tīrsējā **6 kg**
6. Viengadīgā airene 15 kg + griķi 20 kg + facēlija 1 kg
7. V.airene 10 kg + inkarnāta āboliņš 10 kg + facēlija 1 kg
8. Facēlija tīrsējā - 10 kg
9. S/5 maisījums 10 kg
10. Kontrole - diskota rugaine

Grāvis un mežs aiz tā

Pamesta māja	19.	18.	17.	16.	15.	14.	13.	12.	11.	10.	9.	8.	7.	6.	5.	4.	3.	2.	1.
	Grantēts ceļš																		

Meteoroloģisko apstākļu raksturojums

Vērtējot augkopības produkcijas dinamiku, kā galvenais produkcijas apjomu ietekmējošais faktors ir laika apstākļi, kas ietekme ražu un tās kvalitāti. No tā secināms, ka klimata riskiem vairāk pakļauts ir tieši augkopības sektors.

Klimata pārmaiņas rada papildu spriedzi uz zemi, saasinot esošos riskus bioloģiskajai daudzveidībai, cilvēku un ekosistēmu veselībai, labklājībai, infrastruktūrai. Jau tagad var novērot klimata pārmaiņu ietekmi uz sauszemes dabiskajām ekosistēmām, mūžīgo sasalmu, pārtuksnešošanu, zemes degradāciju un pārtikas nodrošinājumu. Klimata un laikapstākļu ekstrēmu biežums un intensitāte palielinās. Daži reģioni saskarsies ar lielākiem riskiem, savukārt daži reģioni saskarsies ar riskiem, kas iepriekš netika paredzēti.

Prognozes paredz arī Latvijā minimālās un maksimālās gaisa temperatūras paaugstināšanos, tā ziemas mēnešos būtiskāk paaugstināsies minimālās gaisa temperatūras, un vasaras mēnešos maksimālās gaisa temperatūras. Šo pārmaiņu ietekmē palielināsies karstuma viļņu biežums, un ilgums, tropisko nakšu un vasaras dienu skaits, taču samazināsies sala dienu un

dienu bez atkušņa skaits. **Gaisa temperatūras paaugstināšanās būtiski ietekmēs augšanas sezonas ilgumu**, kas līdz gadsimta beigām vidēju klimata pārmaiņu un nozīmīgu klimata pārmaiņu scenāriju gadījumos palielināsies attiecīgi par aptuveni 1 līdz 2 mēnešiem.

Klimatiskos apstākļus Latvijā ietekmē teritorijas novietojums Eirāzijas kontinenta ziemeļrietumos - nosaka kontinentālā klimata ietekmi, bet gaisa masu pārnese ar atmosfēras cirkulāciju no Atlantijas okeāna nosaka jūras klimata ietekmi. Biežā laikapstākļu mainība ir saistīta ar aktīvu ciklonu darbību Latvijas teritorijā. Pēc V. Keppena klimatu klasifikācijas **Latvijas teritorija atrodas mitrajā klimata zonā ar siltu vasaru un sniega nokrišņiem ziemā**. Kopumā vidēji Saule spīd 1790 stundas gadā (vidējais - laika periodam no 1950. līdz 2010. gadam pēc 12 meteoroloģisko staciju novērojumiem), variējot Latvijas teritorijā no 1600 līdz 1970 stundām. Vislielākais Saules spīdēšanas ilgums gadā novērojams Baltijas jūras piekrastē (Kolka, Ventpils, Liepāja), kur 1840–1940 stundu gadā, Zemgalē aptuveni 1850 stundu gadā. Austrumu rajonos Saules spīdēšanas ilgums ir mazāks: 1670–1720 stundu gadā, bet Vidzemes augstienē – tikai 1580 stundu gadā. Saules spīdēšanas ilgumu lielā mērā nosaka arī mākoņu daudzums, tāpēc Latvijas teritorijā kopumā Saule spīd nedaudz mazāk nekā pusi no iespējamā Saules spīdēšanas ilguma. Ziemas mēnešos Latvijas teritorijā Saule spīd tikai 10–25% no iespējamā spīdēšanas laika. Pat vasaras mēnešos kopumā vidēji Latvijā Saule spīd tikai 50–60% no iespējamā Saules spīdēšanas ilguma. Latvijas teritorijā vidēji gada laikā ir 90–110 dienas, Vidzemes un Latgales augstieņu rajonos 110–120 dienas bez Saules. Ziemas mēnešos vidēji vairāk nekā pusi no mēneša dienām nespīd Saule. Vasaras mēnešos (jūnijs, jūlijs) visā Latvijas teritorijā ir tikai 1–2 dienas bez Saules. Vidēji gadā tiešā Saules starojuma un izkliedētā starojuma attiecība ir 1.1 : 1. Rudenī un ziemā izkliedētā Saules starojuma veidā Zemes virsma saņem ievērojami vairāk enerģijas nekā tiešā starojuma veidā. Periodā no maija līdz augustam tiešā starojuma ir vairāk. Tiešā un izkliedētā Saules starojuma sadalījumu ietekmē mākoņu daudzums, kas ir galvenais starojuma izkliedētājs atmosfērā.

Relatīvi līdzenais reljefs ir cēlonis tam, ka virs Atlantijas okeāna izveidojušās siltās un mitrās jūras gaisa masas planetāro plūsmu ietekmē virzās no rietumiem uz austrumiem un iespiežas tālu Eiropas kontinentā. Tādēļ Latvijā gada vidējā temperatūra par 4–6 °C, bet ziemā pat par 9 °C pārsniedz mūsu platuma grādu vidējo temperatūru. Piekrastes rajonos ir mazākas temperatūras svārstības. Tā kā jūras ūdens ir vasarā uzkrājis lielu siltuma daudzumu, ziemas un rudenī te ir siltāki nekā dziļāk sauszemē. Savukārt pavasari un vasaras piekrastē ir vēsākas, jo jūrā ūdens sasilst lēnāk nekā sauszeme.

Vidējā gada gaisa temperatūra Latvijas teritorijā pēc ilglaicīgiem novērojumiem no 1950. līdz 2010. gadam ir bijusi 6.0 °C, bet pēdējo 30 gadu periodā (1981.–2010. gads) tā ir pieaugusi līdz 6.4 °C. Augstākā gada vidējā gaisa temperatūra ir Baltijas jūras piekrastē, zemākā – Vidzemes un Latgales augstienes teritorijā. Jūlija vidējā gaisa temperatūra Latvijas teritorijā, aprēķinot to pēdējo 30 gadu periodam (1981.–2010. gadam) tā ir pieaugusi līdz 17.4 °C. Temperatūras pieaugums nav novērojams vienmērīgi visa gada garumā, bet tam raksturīgas izteiktas sezonāla rakstura izmaiņas. Mēnešu griezumā statistiski nozīmīgākais pieaugums tika iegūts **marta, aprīļa, augusta mēnešu vidējām gaisa temperatūrām**. Statistiski nozīmīgas temperatūras izmaiņas periodā no 1950. līdz 2010. gadam nav konstatētas jūnijā, oktobrī un decembrī.

Atmosfēras nokrišņu daudzums un tā mainības raksturs ietekmē ekosistēmas, cilvēka dzīves vidi un daudzas saimnieciskās darbības jomas, piemēram, lauksaimniecību un enerģētiku. Būtisks ir ne tikai kopējais nokrišņu daudzums noteiktā laika posmā (gads, mēnesis), bet arī tā sadalījums gada laikā (sezonālā mainība) un intensitāte. Piemēram, nokrišņu pieejamība un to izkrišanas raksturs būtiski ietekmē lauksaimniecības kultūru attīstību.

Kopumā nokrišņu daudzums uz Zemeslodes kopš 20. gadsimta sākuma ir pieaudzis aptuveni par 2%, kaut arī nokrišņu daudzuma pieauguma sadalījums uz Zemes nav vienmērīgs. Tiek vērtēts, ka gada nokrišņu daudzums Ziemeļeiropā 20. gadsimta laikā ir palielinājies par 10–40%, kamēr vairākos Dienvideiropas rajonos nokrišņu daudzums ir samazinājies par ≈ 20%.

Latvijā, tāpat kā citās Ziemeļeiropas valstīs, pēdējā gadsimta laikā kopumā ir novērojams nokrišņu daudzuma pieaugums. Arī nākotnes klimata prognožu modeļi paredz, ka līdz ar siltāku klimatu palielināsies ūdens piesātinājuma kapacitāte atmosfērā. Tas nozīmē, ka palielināsies arī ekstremālo nokrišņu daudzums. Biežākas ir kļuvušas ekstremāli karstas dienas un naktis, kā arī dienas ar stipriem nokrišņiem, savukārt ekstremāli aukstas dienas tiek novērotas aizvien retāk. Šie rezultāti ir saskaņā ar līdzīgu klimata pārmaiņu novērtējuma un analīzes pētījumu rezultātiem gan kaimiņvalstīs un Ziemeļeiropā, gan arī Eiropas un pasaules mērogā².

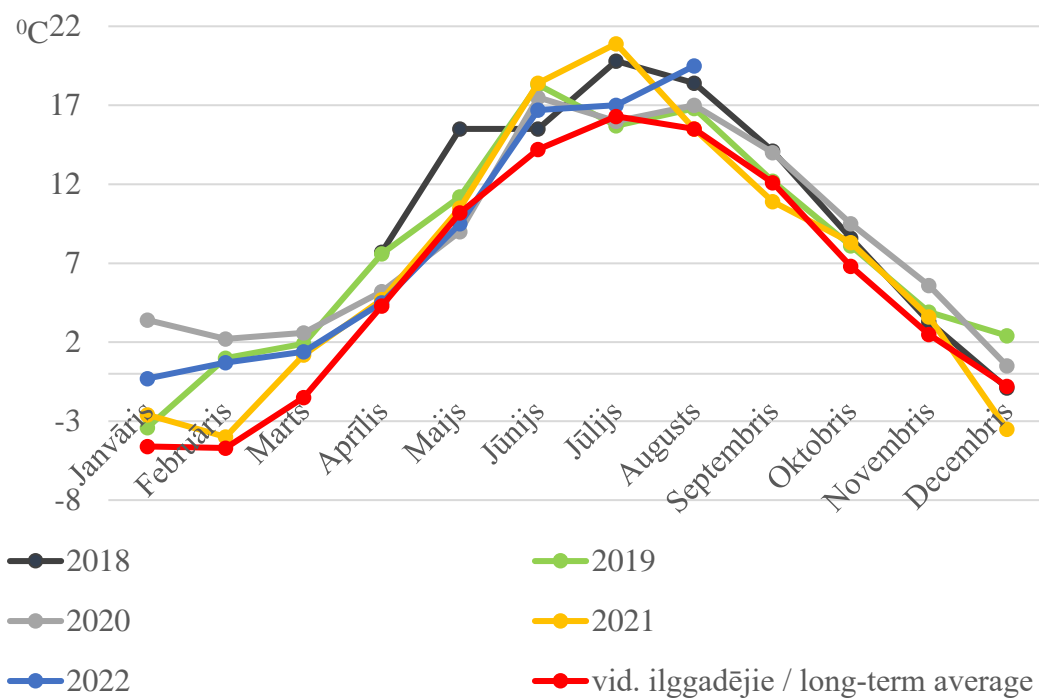
10 siltākās vasaras	Vidējā temperatūra siltākajās vasarās, °C	10 aukstākās vasaras	Vidējā temperatūra aukstākajās vasarās, °C
1826	21,1	1874	13,6
2010	19,9	1873	14
1798	19,8	1928	14,1
2002	19,7	1962	14,1
1939	19,7	1821	14,4
1972	19,6	1902	14,5
1834	19,3	1904	14,5
1868	19,2	1844	14,6
2011	19,2	1830	14,8
1973	19,1	1849	15,2

24.att. Desmit siltākās un aukstākās vasaras pēc Rīga Universitāte novērojumu rindām (1795.–2012. gads).

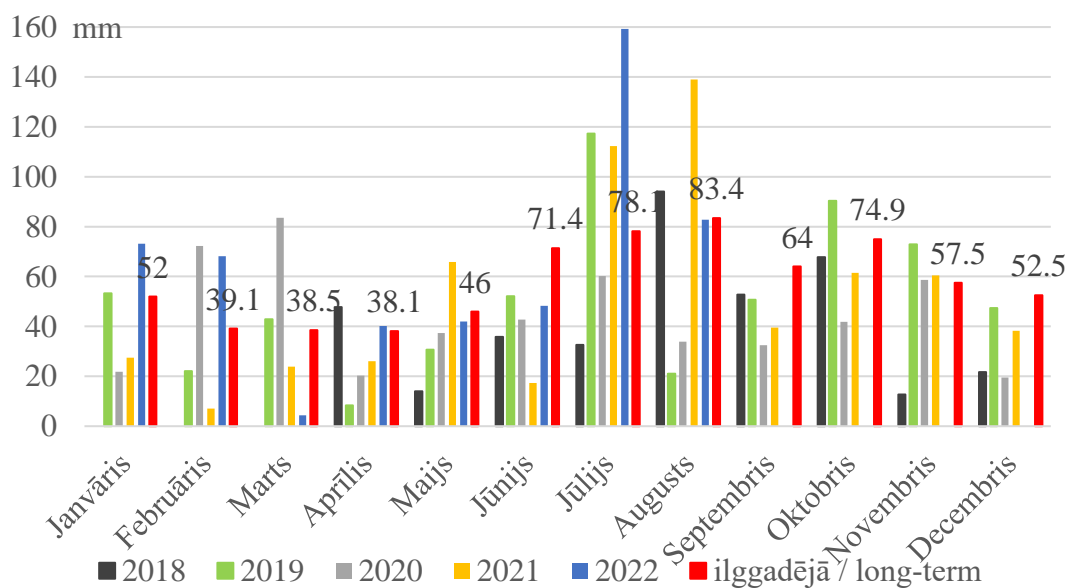
Tā Latvijā 2018. gadā oktobra mēnesī bija pārspēti 97 maksimālās gaisa temperatūras rekordi 11 dienās, no tiem 5 bija attiecīgās diennakts Latvijas rekordi. Vidēji Latvijā aprīlis bija pēdējais mēnesis, kurā nokrišņu daudzums pārsniedza normu. Novērots, ka 4 dienas no +30°C līdz pirmajam sniegam jau 25. septembrī – jauns agrīnā sniega rekords.

Latvijā 2019. gada pavasarī bija silts, arī vasara bija silta ar kopējo nokrišņu daudzumu 176.7 mm, kas ir 17% zem sezonas normas (225.7 mm). Reģionos tika novērotas nelielas atšķirības mitruma nodrošinājuma ziņā. Veģetācijas periods 2019. gadā vērtējams kā optimāls labību augšanai, nodrošinot augstas graudu ražas. Par siltāko gadu novērojumu vēsturē Latvijā kļuva 2020. gads ar vidējo gaisa temperatūru +8.8 °C (2.4 °C virs normas). No vasaras mēnešiem siltākais bija jūnijs. Vasara bija sausāka par normu, vidēji Latvijā kopējais vasaras nokrišņu daudzums – 215.0 mm, kas ir 5% zem gadalaika normas. Vismitrākais vasaras mēnesis bija jūnijs. Klimatiskie apstākļi 2021. gada veģetācijas periodā bija netipiski, augu stiebrošana un vārpošana bija ļoti strauja, to ietekmēja augstās gaisa temperatūras. Arī graudu veidošanās periodā bija karsts un sauss laiks, nogatavošanās ļoti agrīna. Kopējais nokrišņu daudzums Latvijā augustā bija 134.6 mm, kas ir 75% virs mēneša normas (76.7 mm). Stendē nokrišņu daudzums bija 160% no normas. Ar Latvijas vidējo gaisa temperatūru +18.1 °C 2022. gada vasara (jūnijs–augusts) kopā ar 2018. gada vasaru kļuva par trešo siltāko novērojumu vēsturē kopš 1924. gada. Gan jūnijā, gan augustā piedzīvojām karstuma viļņus. Vasaras sezonā nokrišņus lielākoties nesa konvektīvie procesi, kuru ietekmē tika novērotas ekstremālas lietusgāzes, piedzīvojām ne tikai spēcīgus nokrišņus, bet arī sausuma periodus. Saldus NS, kas tuvākā novērojumu stacija saimniecībai Lielvaicēni un Stendes NS dati nozīmīgi neatšķiras. Priekšstata veidošanai par laika apstākļiem veģetācijas periodos, kuru laikā tika realizēts projekts, tika ievietoti Stendes NS vidējo gaisa temperatūru un nokrišņu summas grafiki no 2018. gada aprīļa līdz 2002. gada augustam, skat. 1.25. un 1.26. attēls.

² Kļaviņš Māris un Zaļoksnis Jānis (2016). Latvijas klimats un tā mainības raksturs. Klimats un ilgtspējīga attīstība, Redaktori.: Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, 2016.

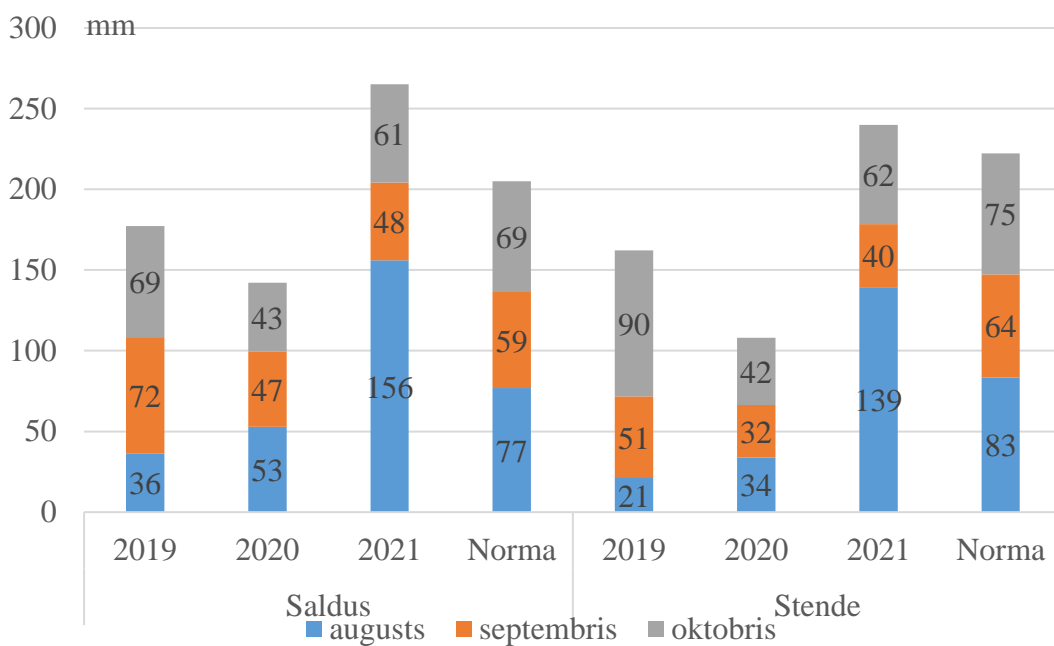


25.att. Diennakts vidējā gaisa temperatūra, Stendes NS, t °C

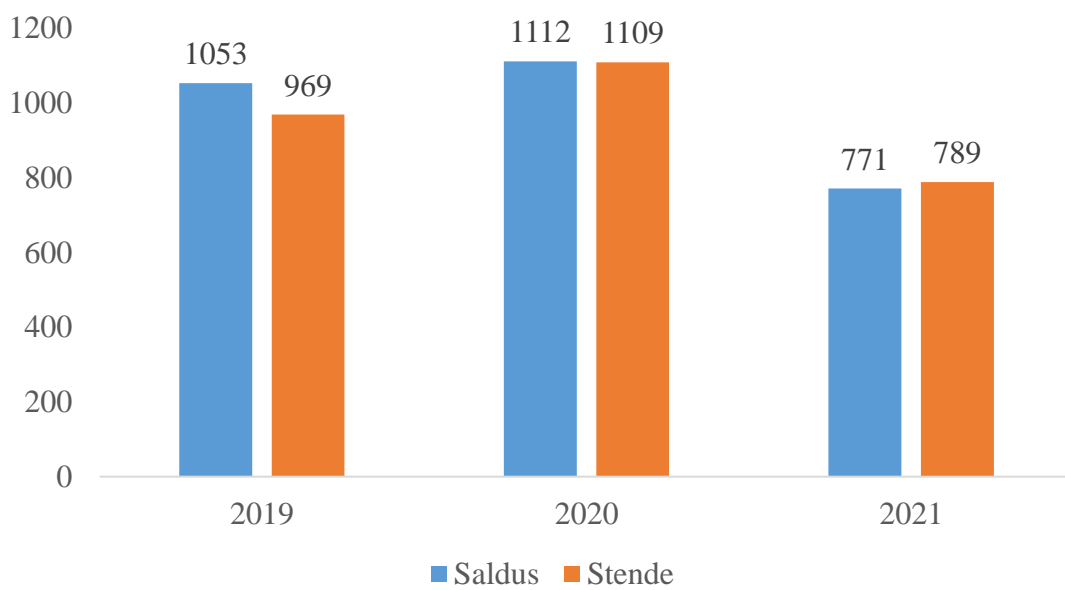


1.26.att. Nokrišņu daudzums, Stendes NS, mm

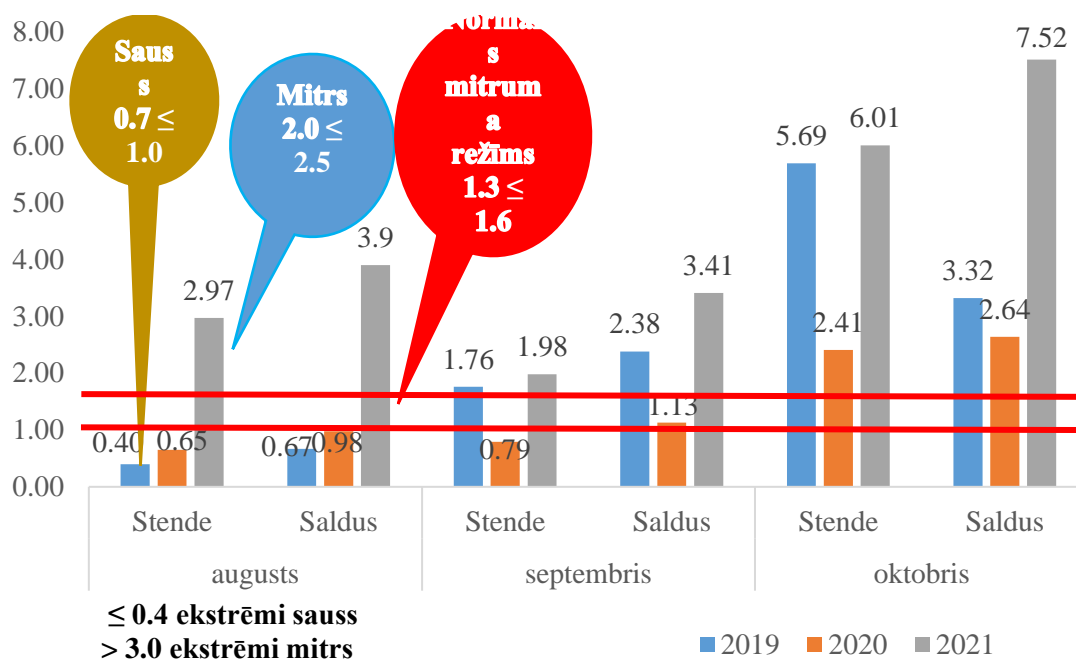
Apstākļi uztvērējaugu sējas un augšanas periodā attēloti 1.27. un 1.28. attēlā. Svarīgs ir mitruma nodrošinājums uztvērējaugu sējas brīdī – augusta sākumā, lai augi sadīgtu un uzsāktos to aktīva attīstība, kas ir kā pamats, lai veidotos laba zaļmasa (1.29. attēls). Svarīga ir arī aktīvo temperatūru summa uztvērējaugu augšanas laikā. Kā redzams 1.28. attēlā, 2021. gadā tā bija viszemākā.



1.27.att. Nokrišņu daudzums augustā – oktobrī, Stendes un Saldus NS, mm.



1.28.att. Aktīvo temperatūru summa, augusts-oktobris, Stendes un Saldus NS, (vid. dienn. temp. virs 10°C).



1.29.att. HTK (hidrotermiskais koeficients).

Uztvērējaugu biomasa

Agrīnā rudenī iesētiem uztvērējaugiem ir daudz dziļāka sakņu iespīšanās, un tās saražo vairāk biomasas nekā novēloti sētām. Tas palīdz veicināt bioloģisko porainību, liela daudzuma barības vielu izmantošanu no augsnes un aizsardzību pret eroziju. Pētījumi rāda, ka agri sēti, uzņem lielu daudzumu slāpekli no augsnes un atstāj augsnes virskārtā, kur to var viegli uzņemt nākamā kultūra, ko sējam pavasarī, bez lieliem izskalošanās zudumiem, kas novērojami augsnēs, kas ziemas periodā ir bez seguma.

1.11.tabula

Uztvērējaugu audzēšana

Vieta	AREI SPC	z/s Lielvaicēni
Augsnes apstrāde	Diskots pēc pamatkultūras novākšanas	Diskots pēc pamatkultūras novākšanas
Sēja	Waderstad 3 m	Horsh 4 m
Agrā sēja	12.08.2019.	11.08.2019.
	26.08.2020.	13.08.2020.
	06.08.2021.	10.08.2021.
Vēlīnākā sēja	22.08.2019.3	22.08.2019.
	02.09.2020.	01.09.2020.
	31.08.2021.	24.08.2021.
Pavasari	uzarts	diskots

Uztvērējaugu sēju veica pēc pamatkultūras – ziemas kvieši novākšanas, apstākļi augu augšanai 2019. gadā bija optimāli, 2020. gadā augusta sākumā bija sauss, tāpēc sēja tika veikta salīdzinoši vēl SPC, bet optimālā laikā z/s Lielvaicēni. Sēju 2021. gada rudenī veikta optimālā laikā, bet bija grūti realizējama augusta sākumā, jo apstākļi bija sarežģīti – daudz nokrišņu. Vēlā rudenī (oktobra trešajā dekādē vai novembra sākumā) tika ievākta biomasa no parauglaukumiem (0.25 m²) četros atkārtojumos, nosvērta augu zaļmasa un sakņu masa pēc to mazgāšanas un apžāvēšanas, aprēķināta vidējā biomasa t ha⁻¹, laboratorijā noteikta sausna un aprēķināta sausnas raža virszemes, sakņu masai un kopējā sausna (1.11.tab.).

SPC 2019. gada rudenī pirmajā sējas laikā, ievācot biomasu, rudzi ceroja, auzas stiebroja, sinepes ziedēja - augi bija 30-40 cm gari, griķi bija 20-30 cm gari – zied., rapsis rozete (4-6 lapas), vīķi zarojas. Otrajā sējas laikā augi - ievērojami īsāki un agrīnākās attīstības stadijās. Līdzīga situācija novērojama arī citos gados. Konstatēts, ka SPC 2019. gadā lielākā zaļmasas biomasu pirmajā sējas laikā, sējot pēc ziemājiem, iegūta variantos: auzas/sinepes 6.11 t ha⁻¹ un eļļas rutks/sinepes 5.59 t ha⁻¹. Lielākā sakņu masa variantos: auzas/inkarnāta āboliņš/facēlija (7.04 t ha⁻¹) un ziemas rapsis/ziemas vīķi/rudzi (4.65 t ha⁻¹).

1.12.tabula

Zaļmasa un sakņu masa uztvērējaugu sējumos, SPC, 2019. gads

Varianti	I sējas laiks					
	Virszemes zaļmasa, t ha ⁻¹	Sakņu zaļmasa, t ha ⁻¹	Zaļmasa, t ha ⁻¹	Virszemes sausna, t ha ⁻¹	Sakņu sausna, t ha ⁻¹	Sausna, t ha ⁻¹
I sējas laiks						
kontrolē – diskota rugaine	2.96	4.12	7.08	0.41	0.54	0.96
z.rapsis/z.(v.)vīķi/rudzi	3.13	4.65	7.78	0.59	0.63	1.22
auzas/facēlija/v.(z.)vīķi	3.30	4.30	7.60	0.42	0.57	0.99
auzas/sinepe	6.11	2.97	9.08	0.79	0.39	1.17
eļļas rutks(s.redīss)/sinepe	5.59	2.44	8.03	0.84	0.33	1.17
vieng.airene/griķi/ facēlija	3.94	3.42	7.36	0.61	0.44	1.05
vasaras rudzi/v.vīķi	3.69	4.12	7.81	0.55	0.61	1.16
v.air.(auzas)/ink.ābol./fac.	3.62	7.04	10.65	0.48	0.92	1.40
II sējas laiks						
kontrolē – diskota rugaine	2.38	1.98	4.36	0.36	0.28	0.63
z.rapsis/z.(v.)vīķi/rudzi	2.06	2.41	4.47	0.33	0.45	0.78
auzas/facēlija/v.(z.)vīķi	2.47	2.36	4.83	0.42	0.36	0.78
auzas/sinepe	3.87	1.95	5.82	0.56	0.29	0.85
eļļas rutks(s.redīss)/sinepe	10.52	2.60	13.11	1.26	0.38	1.64
vieng.airene/griķi/ facēlija	3.44	2.84	6.28	0.54	0.53	1.07
vasaras rudzi/v.vīķi	3.84	2.93	6.77	0.66	0.48	1.14
v.air.(auzas)/ink.ābol./fac.	2.95	2.95	5.90	0.49	0.47	0.96

Lielvaicēnos augsnes ir auglīgākas un augi bija garāki, bet biomasu bija ievērojami lielāka nekā SPC. Lielvaicēnos otrajā sējas laikā tāpat augi bija īsāki, un, mazāk attīstīti, kopumā biomasu - daudz mazāka, salīdzinājumā ar agrīno sēju. Lielākā zaļmasa 2019. gadā bija variantā - auzas/facēlija/vasaras vīķi (1.13. tab.). Lielākā sakņu masa variantos: vasaras rudzi/vasaras vīķi (10.4 t ha⁻¹) un viengadīgā airene/griķi/ facēlija (7.36 t ha⁻¹). Jāatzīmē, ka meteoroloģiskā ziema šogad nebija un viengadīgā airene pavasarī turpināja aktīvi augt. Starp pētījuma gadiem šajā gadā Lielvaicēnos bija augstākās zaļmasas.

SPC 2020. gadā uztvērējaugu maisījumi auzas/sinepe un sakņu redīss (eļļas rutks)/sinepe nodrošināja augstāko zaļmasas un sausnas ražu, bet Lielvaicēnos - auzas/sinepe un S/5 maisījums. Starp pētījuma gadiem SPC šajā gadā bija lielākās sausnu ražas.

SPC 2021. gadā uztvērējaugu maisījumi redīss (eļļas rutks)/sinepes un sakņu redīss deva lielāko zaļmasu, bet augstāko sausnas ražu - auzas/sinepe un sakņu redīss. Lielvaicēnos arī zaļmasu augstāka bija tiem pašiem variantiem kā SPC, bet augstākā sausnas raža bija maisījumiem – auzas/v.(z.) vīķi/facēlija un auzas/inkarnāta āboliņš/facēlija.

Zaļmasa un sakņu masa uztvērējaugu sējumos, Lielvaicēni, 2019. gads

Varianti	I sējas laiks					
	Virszemes zaļmasa, t ha ⁻¹	Sakņu zaļmasa, t ha ⁻¹	Zaļmasa, t ha ⁻¹	Virszemes sausna, t ha ⁻¹	Sakņu sausna, t ha ⁻¹	Sausna, t ha ⁻¹
I sējas laiks						
kontrolē – diskota rugaine	9.70	5.36	15.06	1.28	0.74	2.02
z.rapsis/z.(v.)vīķi/rudzi	15.21	6.04	21.25	1.79	0.80	2.59
auzas/facēlija/v.(z.)vīķi	30.41	6.40	36.81	2.53	0.90	3.43
auzas/sinepe	21.28	5.04	26.31	2.49	0.79	3.28
s.redīss (eļļas rutks)/sinepe	22.54	5.09	27.64	2.32	0.76	3.08
vieng.airene/griķi/ facēlija	21.47	7.36	28.83	2.00	1.01	3.02
v.air.(auzas)/ink.ābol./fac.	9.04	10.44	19.48	1.22	1.45	2.67
II sējas laiks						
z.rapsis/z.(v.)vīķi/rudzi	3.54	4.01	7.55	0.50	0.57	1.07
auzas/facēlija/v.(z.)vīķi	5.11	3.64	8.75	0.62	0.47	1.09
auzas/sinepe	6.20	3.28	9.48	0.73	1.01	1.74
s.redīss (eļļas rutks)/sinepe	12.47	3.42	15.89	1.19	1.00	2.20
vieng.airene/griķi/ facēlija	5.27	3.30	8.57	0.62	0.43	1.05
v.air.(auzas)/ink.ābol./fac.	3.29	3.05	6.34	0.42	0.36	0.78

Virszemes augu sausna bija lielāka par sakņu daļu, izņemot variantu – v.airene(auzas)/inkarnāta āboliņš/facēlija, kur SPC vidēji 2019.-2021. virszemes daļas sausna 0.67 t ha⁻¹ pret sakņu - 0.79 t ha⁻¹ un Lielvaicēnos 0.80 t ha⁻¹ pret 0.80 t ha⁻¹.

Vidēji trīs gados nozīmīgākās sausnas ražas nodrošināja varianti: auzas/sinepes, sakņu redīss (eļļas rutks)/sinepes un auzas/v.(z.)vīķi/facēlija. Saimniecībām, kuru augu maiņā ir ziemas rapsis ieteicams izmantot uztvērējaugu maisījumu - v.airene(auzas)/inkarnāta āboliņš/facēlija, kā arī auzas/v.(z.)vīķi/facēlija un v.airene/griķi/facēlija.

Uztvērējaugiem ir būtiska nozīme, jo uztvērējaugu augšana rudenī, mazina minerālvielu izskalošanos (slāpekļa u.c. savienojumi), saglabā un pat uzlabo organisko vielu saturu augsnē, jo pavasarī augos saistītās barības vielas pakāpeniski atbrīvojas un tās izmanto pēckultūra. Augi rudenī nosedz augsni, potenciāli ierobežojot augsnes eroziju ziemas periodā. Kopumā tas mazina lauksaimniecības radīto slodzi uz vidi.

Zaļmasa un sakņu masa uztvērējaugu sējumos, SPC, 2020. gads

Varianti	Virszem. zaļmasa, t ha ⁻¹	Sakņu zaļmasa, t ha ⁻¹	Zaļmasa, t ha ⁻¹	Virszem. sausna, t ha ⁻¹	Sakņu sausna, t ha ⁻¹	Sausna, t ha ⁻¹
I sējas laiks						
kontrolē - rugaine	4.52	4.43	8.95	0.76	0.76	1.52
z.rapsis/z.(v.)vīķi/rudzi	4.79	2.79	7.58	0.86	0.51	1.37
auzas/facēlija/v.(z.)vīķi	7.94	3.42	11.36	1.20	0.61	1.82
auzas/sinepe	10.31	3.12	13.43	1.61	0.61	2.22
s.redīss(eļļas rutks)/sinepe	10.51	2.51	13.01	1.67	0.46	2.12
vieng.airene/griķi/ facēlija	6.08	3.79	9.87	1.02	0.59	1.60
S/5 maisījums	7.56	2.17	9.74	1.30	0.41	1.71
v.air.(auzas)/ink.ābol./fac.	6.63	6.30	12.93	1.26	1.13	2.39
kontrolē – diskota rug.	2.46	1.50	3.96	0.58	0.29	0.87
II sējas laiks						
kontrolē - rugaine	5.33	1.51	6.84	1.18	0.27	1.45
kontrolē – diskota rug.	3.57	1.61	5.18	0.85	0.30	1.15
z.rapsis/z.(v.)vīķi/rudzi	3.65	1.72	5.37	0.96	0.29	1.25
auzas/facēlija/v.(z.)vīķi	6.16	2.48	8.63	1.32	0.46	1.79
auzas/sinepe	4.48	1.77	6.25	0.92	0.32	1.24
s.redīss(eļļas rutks)/sinepe	6.59	2.62	9.21	1.32	0.40	1.72
vieng.airene/griķi/ facēlija	3.86	2.42	6.28	0.89	0.46	1.35
v.air.(auzas)/ink.ābol./fac.	5.11	2.26	7.37	1.34	0.39	1.73
S/5 maisījums	4.79	1.82	6.61	0.83	0.30	1.12

Zaļmasa un sakņu masa uztvērējaugu sējumos, Lielvaicēni, 2020. gads

Varianti	Virszem. zaļmasa, t ha ⁻¹	Sakņu zaļmasa, t ha ⁻¹	Zaļmasa, t ha ⁻¹	Virszem. sausna, t ha ⁻¹	Sakņu sausna, t ha ⁻¹	Sausna, t ha ⁻¹
I sējas laiks						
kontrolē – diskota rug.	3.18	6.40	9.58	0.72	0.81	1.53
z.rapsis/z.(v.)vīķi/rudzi	6.39	4.74	11.12	0.96	0.63	1.59
auzas/facēlija/v.(v.)vīķi	5.20	3.60	8.80	0.79	0.46	1.25
auzas/sinepe	12.55	4.72	17.27	2.26	0.73	2.99
s.redīss(eļļas rutks)/sinepe	5.26	2.65	7.91	0.78	0.34	1.12
vieng.airene/griķi/ facēlija	3.42	3.86	7.28	0.69	0.49	1.18
S/5 maisījums 20 kg ha ⁻¹	13.76	4.89	18.66	2.11	0.65	2.76
S/5 maisījums 10 kg ha ⁻¹	3.85	7.41	11.26	0.65	0.36	1.01
v.air.(auzas)/ink.ābol./fac.	4.83	5.09	9.92	0.92	0.61	1.52
II sējas laiks						
z.rapsis/z.(v.)vīķi/rudzi	3.18	6.40	9.58	0.72	0.81	1.53
auzas/facēlija/v.(v.)vīķi	3.79	2.54	6.34	0.61	0.29	0.90
auzas/sinepe	7.22	4.25	11.46	1.07	0.50	1.57
s.redīss(eļļas rutks)/sinepe	6.85	2.15	9.00	0.94	0.28	1.22
vieng.airene/griķi/ facēlija	11.02	2.11	13.13	1.46	0.28	1.74
S/5 maisījums 20 kg ha ⁻¹	1.92	1.69	3.61	0.44	0.22	0.65
S/5 maisījums 10 kg ha ⁻¹	8.16	2.19	10.36	1.11	0.24	1.35
v.air.(auzas)/ink.ābol./fac.	6.19	1.40	7.59	0.77	0.17	0.95

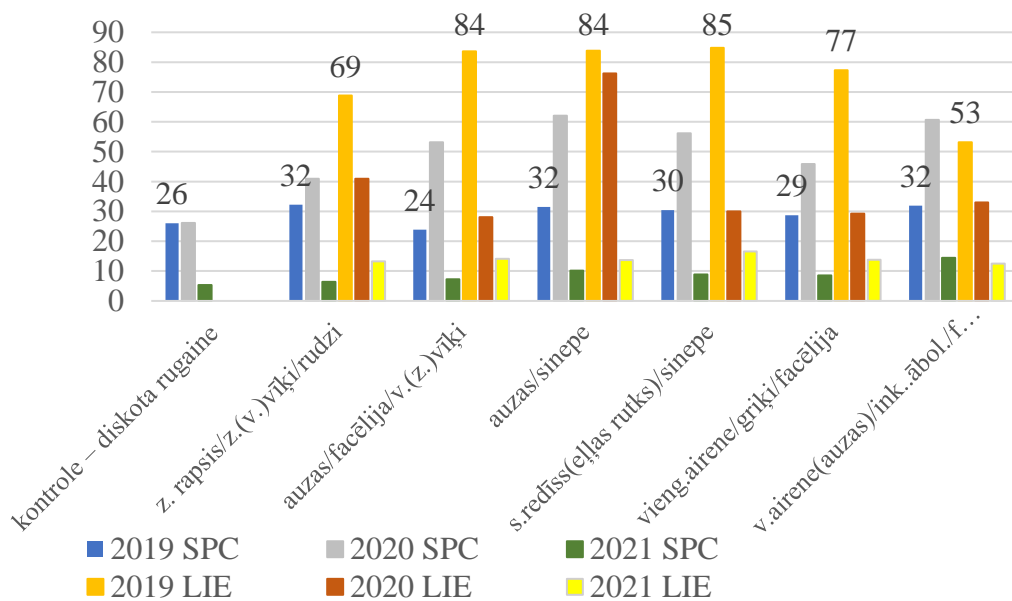
Zaļmasa un sakņu masa uztvērējaugu sējumos, SPC, 2021. gads

Varianti	Virszem. zaļmasa, t ha ⁻¹	Sakņu zaļmasa, t ha ⁻¹	Zaļmasa, t ha ⁻¹	Virszem. sausna, t ha ⁻¹	Sakņu sausna, t ha ⁻¹	Sausna, t ha ⁻¹
I sējas laiks						
kontrolē – diskota rug.	2.45	1.75	4.21	0.13	0.04	0.17
z.rapsis/z.(v.)vīķi/rudzi	3.58	5.07	8.64	0.11	0.13	0.24
auzas/facēlija/v.(z.)vīķi	7.74	6.17	13.90	0.15	0.12	0.27
auzas/sinepe	10.80	4.41	15.21	0.25	0.13	0.38
s.redīss(eļļas rutks)/sinepe	18.55	12.11	30.65	0.25	0.09	0.34
sakņu redīss	17.07	26.96	44.03	0.21	0.16	0.37
vieng.airene/griķi/ facēlija	5.34	6.11	11.45	0.18	0.14	0.32
v.air.(auzas)/ink.ābol./fac.	10.49	12.77	23.26	0.27	0.32	0.59
facēlija	9.37	2.51	11.88	0.12	0.04	0.17
S/5 maisījums	24.19	6.48	30.67	0.41	0.14	0.55
II sējas laiks						
kontrolē – diskota rug.	1.32	1.95	3.27	0.09	0.08	0.17
z.rapsis/z.(v.)vīķi/rudzi	1.68	1.67	3.36	0.08	0.06	0.14
auzas/facēlija/v.(z.)vīķi	4.46	2.86	7.32	0.09	0.04	0.12
auzas/sinepe	6.98	2.73	9.72	0.13	0.05	0.18
s.redīss(eļļas rutks)/sinepe	9.81	1.75	11.55	0.14	0.03	0.17
sakņu redīss	7.14	1.41	8.55	0.08	0.01	0.09
vieng.airene/griķi/ facēlija	1.85	2.82	4.67	0.06	0.05	0.10
v.air.(auzas)/ink.ābol./fac.	1.48	1.82	3.30	0.09	0.03	0.12
facēlija	3.27	0.71	3.98	0.06	0.01	0.07
S/5 maisījums	4.11	3.03	7.13	0.10	0.04	0.14

1.17.tabula

Zaļmasa un sakņu masa uztvērējaugu sējumos, Lielvaicēni, 2021. gads

Varianti	Virszem. zaļmasa, t ha ⁻¹	Sakņu zaļmasa, t ha ⁻¹	Zaļmasa, t ha ⁻¹	Virszem. sausna, t ha ⁻¹	Sakņu sausna, t ha ⁻¹	Sausna, t ha ⁻¹
I sējas laiks						
kontrolē – diskota rug.	3.61	8.70	12.31	0.24	0.26	0.50
z.rapsis/z.(v.)vīķi/rudzi	8.33	6.19	14.52	0.35	0.15	0.50
auzas/facēlija/v.(z.)vīķi	14.06	11.73	25.79	0.37	0.30	0.68
auzas/sinepe	19.17	8.45	27.61	0.38	0.19	0.56
s.redīss (eļļas rutks)/sinepe	23.20	7.08	30.28	0.45	0.15	0.60
sakņu redīss	22.44	22.11	44.55	0.34	0.19	0.53
vieng.airene/griķi/ facēlija	6.41	12.84	19.26	0.25	0.35	0.60
v.air.(auzas)/ink.ābol./facēl.	5.74	14.43	20.17	0.28	0.35	0.63
facēlija	8.68	4.61	13.30	0.20	0.08	0.28
S/5 maisījums	10.65	5.60	16.25	0.30	0.13	0.43
II sējas laiks						
z.rapsis/z.(v.)vīķi/rudzi	4.82	4.88	9.70	0.13	0.13	0.26
auzas/facēlija/v.(z.)vīķi	4.42	7.39	11.81	0.21	0.15	0.36
auzas/sinepe	6.94	3.87	10.80	0.17	0.06	0.24
s.redīss (eļļas rutks)/sinepe	6.06	2.73	8.79	0.16	0.07	0.23
sakņu redīss	4.80	3.61	8.40	0.13	0.08	0.21
vieng.airene/griķi/ facēlija	4.63	4.92	9.55	0.14	0.13	0.27
v.air.(auzas)/ink.ābol./facēlija	3.09	7.11	10.20	0.11	0.16	0.28
facēlija	8.14	3.35	11.50	0.26	0.05	0.31
S/5 maisījums	3.97	3.27	7.23	0.12	0.06	0.18



1.30.att. Uztvērējaugu saussnā uzkrātais slāpeklis, kg ha⁻¹.

Augsnes analīžu rezultāti

1.18.tabula

Augsnes raksturojums pirms sējas

Gads	Lauka apzīmējums	pH	Organ. vielu saturs, %	Kustīgais kālijs, mg/kg	Kustīgais fosfors, mg/kg	N kopējais, mg g ⁻¹ (LVS NE ISO 11261:2020)	N-NO3 (mg kg ⁻¹)
2019	SPC SKL 10	6.09	2.46	200.8	265.7	-	-
	SPC SEL 5	6.08	2.09	164.3	216.5	-	-
	Jurģi					-	-
2020	SPC SKL 22					2.24	5.93
	SPC SEL 1					1.29	2.55
	Bumbulene					2.01	6.02
2021	SPC SKL 21						3.0
	Veipa						5.5

Augsnes analīžu rezultāti, 2021. g. pavasaris

Varianti	pH		Kust. P, mg kg ⁻¹		Kust. K, mg kg ⁻¹		Org.v., %	
	SPC	LIE	SPC	LIE	SPC	LIE	SPC	LIE
kontrole - arts	5.9		185.2		143.9		2.8	
kontrole - rugaine	5.8		230.6		208.0		2.6	
kontrole - diskota rugaine	6.5	7.4	284.5	172.6	196.8	112.4	2.8	3.0
z.rapsis/z.(v.)vīķi/rudzi	6.0	5.7	254.7	191.6	185.0	181.5	2.8	2.1
auzas/facēlija/v.(z.)vīķi	5.9	6.3	259.4	208.4	195.9	137.8	2.8	2.1
auzas/sinepe	5.9	6.3	249.1	199.1	183.9	143.3	2.9	2.2
redīss/sinepe	5.9	6.5	257.9	209.3	181.1	130.3	2.7	2.3
vieng.airene/griķi/facēlija	6.0	6.7	207.4	278.7	161.2	150.5	2.6	2.2
S/5 maisījums 20 kg ha ⁻¹	6.1	6.6	223.7	257.6	204.0	132.2	2.8	2.5
S/5 maisījums 10 kg ha ⁻¹		6.6		248.2		124.0		2.5
v.air.(auzas)/ink.ābol./fac.	6.3	6.7	232.1	287.2	179.1	132.5	2.7	2.4
kontrole - arts	6.2		353.7		156.5		1.8	
kontrole - rugaine	5.2		226.5		137.4		1.8	
kontrole - diskota rugaine	5.5		266.3		134.3		2.2	
z.rapsis/z.(v.)vīķi/rudzi	5.7	6.9	280.4	309.0	149.8	136.4	1.8	2.2
auzas/facēlija/v.(z.)vīķi	5.5	7.1	299.0	305.8	156.5	136.5	1.7	2.3
auzas/sinepe	5.9	7.2	353.0	294.7	156.4	134.9	1.6	2.3
redīss/sinepe	6.1	6.9	355.6	305.1	159.5	123.9	1.7	2.3
vieng.airene/griķi/facēlija	6.0	7.1	353.2	347.7	153.5	132.0	1.7	2.3
S/5 maisījums 20 kg ha ⁻¹	5.8	7.1	349.0	378.1	169.6	136.7	1.9	2.6
S/5 maisījums 10 kg ha ⁻¹		7.1		394.7		148.0		2.7
v.air.(auzas)/ink.ābol./fac.	5.8	7.2	347.0	372.4	165.6	130.6	1.9	2.8

Augsnes analīžu rezultāti, SPC, 2022. g. pavasaris

Varianti	pH		Kust. P, mg kg ⁻¹		Kust. K, mg kg ⁻¹		Org.v., %	
	SPC	LIE	SPC	LIE	SPC	LIE	SPC	LIE
kontrole - arts	6.6		130.5		232.8		2.6	
kontrole – rugaine	5.3	7.2	245.9	129.6	231.1	121.4	3.3	3.0
rudzi/z.rapsis/facēlija	5.4	7.0	229.0	142.0	239.0	137.0	3.0	3.4
auzas/v.(z.)vīķi/facēlija	5.3	7.1	210.7	113.2	211.6	125.4	3.0	3.5
auzas/sinepe	5.3	7.2	198.1	134.2	214.2	143.7	3.3	3.1
s.redīss(eļļas rutks)/sinepe	5.3	7.0	228.9	150.3	219.7	164.5	3.0	3.4
sakņu redīss	5.3	6.9	190.2	165.6	208.7	194.6	3.1	3.4
v.airene/griķi/facēlija	5.1	7.0	135.6	172.4	228.4	145.3	2.9	3.2
v.airene(auzas)/ink.ābol./facēlija	5.1	7.1	155.3	106.5	212.0	114.6	2.9	3.3
facēlija	5.1	7.2	146.6	121.0	201.5	111.2	2.7	3.1
S/5 maisījums	5.1	7.3	152.0	118.0	215.3	125.2	2.8	2.9
kontrole – rugaine	5.1		144.4		214.6		2.8	
rudzi/z.rapsis/facēlija	5.4	7.2	220.6	143.1	254.5	138.3	3.2	3.3
auzas/v.(z.)vīķi/facēlija	5.6	7.3	174.5	158.3	248.0	138.5	3.1	3.2
auzas/sinepe	5.8	7.3	158.8	148.0	244.0	156.9	2.8	3.0
s.redīss(eļļas rutks)/sinepe	6.0	7.3	157.2	157.6	216.6	164.6	2.9	3.0
sakņu redīss	6.2	7.3	142.0	137.5	194.7	125.9	3.0	3.0
vieng.airene/griķi/facēlija	6.1	7.2	161.0	194.0	197.9	150.6	3.0	3.1
v.airene(auzas)/ink.ābol./facēlijs	6.4	7.2	154.5	192.8	150.0	155.4	2.9	3.0
facēlija	6.4	7.1	141.5	181.5	155.6	170.6	3.1	3.0
S/5 maisījums	5.6	7.2	257.4	166.8	272.7	112.9	3.1	2.8

Augsne Stendes PC ir tipiska reģionam – velēnu vāji podzolēta/velēnu glejotā, smilšmāls/mālsmilts, augsnes reakcija ir vāji skāba/optimāla, kustīgā kālija nodrošinājums augsnē

augsts/vidējs, kustīgā fosfora nodrošinājums augsts/ļoti augsts. Lielvaicēnos augsne - velēnu karbonātiskā virspusēji glejotā, vidējs morēnu smilšmāls, augsnes reakcija sārmaina, organisko vielu saturs 2.7%-4.7%.

Pirms uztvērējaugu sējas tika veikta rugaines diskošana un uztvērējaugu maisījumu sēja. Pamatkultūras audzēšanai tika izmantotas optimālas mēslojuma devas – saimniecībā vispārpieņemta tehnoloģija (skat. 1.3.un 1.4. tab). Salmi tika sasmalcināti novākšanas procesā.

Slāpeklim kā vienam no galvenajiem augu barības elementiem ir ļoti būtiska nozīme augu barošanās procesā un biomasas veidošanā. Taču svarīgākais jautājums ir slāpekļa izmantošanas efektivitātes paaugstināšana, pētījumi rāda, ka pamatkultūra slāpekli izmanto tikai apmēram 50% līmenī, dažkārt arī mazāk.

NO₃-N saturu augsnē, kas veidojas slāpekli saturošas augsnes organiskās vielas mineralizācijas procesā, vai arī nonāk augsnē no iestrādātā mēslojuma un nedaudz arī no atmosfēras. Parasti minerālā slāpekļa saturu nosaka fizioloģiski neitrālu sāļu šķīduma izvilkumā. Biežāk lietotā ir augsnes ekstrakcija ar 1 M (2 M) KCl šķīdumu, 0.01 M CaCl₂ šķīdumu, 1% K₂SO₄ šķīdumu pie augsnes un ekstrahenta attiecības 1:2.5-5. Augsnes izvilkumā nitrātu un amonija slāpekļa saturu parasti nosaka fotometriski. Ņemot vērā augsnes tilpummasu, rezultātu izsaka kā minerālā slāpekļa saturu (kg ha⁻¹) noteiktā augsnes slānī³.

Svarīgi pareizi novērtēt augsnes slāpekļa resursus, to augu barības elementa daļu, kas veģetācijas perioda laikā būs augiem pieejamā veidā. Veģetācijas sezonas sākumā, kad augu sakņu sistēma vēl nav pietiekami attīstījusies, augi kā slāpekļa avotu izmanto tieši nitrātu slāpekli, kas atrodams augsnes virskārtā. Par zemu šādā dziļumā ir uzskatāms nitrātu slāpekļa daudzums līdz 10 kg ha⁻¹. Nitrifikācijas procesi augsnē notiek, kamēr vidējā gaisa temperatūra ir virs 10 grādiem. Ja augsnes mitrums un reakcijas apstākļi ir labvēlīgi, amonija formā esošais slāpekļis tiek pārveidots nitrātu formā. Šādā gadījumā augiem kļūst pieejams praktiski viss minerālais slāpekļis 0-30 cm dziļumā, kad augiem ir attīstījusies laba sakņu sistēma, tie spēj izmantot arī 30-60 cm dziļumā esošo minerālo slāpekli.

Slāpekļa pārpalikumu raksturo augsnes minerālā slāpekļa daudzums veģetācijas perioda beigās. Tas var būt mazs, ja priekšaugam lietotais slāpekļa mēslojums ir bijis atbilstošs kultūrauga vajadzībai noteiktā ražas līmeņa sasniegšanai, vai arī tas ir bijis nepietiekams. Taču minerālā slāpekļa augsnē var būt vairāk, ja iegūtā raža zemāka par plānoto ražu, kultūraugu skārušas slimības, sausums un tml. Ārzemju ilggadīgā pētījumā, konstatēts, ka vismazāk augiem izmantojamā slāpekļa augsnē ir augustā tieši pēc ražas novākšanas, bet vēlāk rudenī minerālā slāpekļa saturs ir augstāks nekā pavasarī⁴.

Nitrātu slāpekļa krājumi veģetācijas perioda laikā labi korelē ar kopējo minerālā slāpekļa krājumu maiņām. Rudenī pēc ražas novākšanas nitrātu slāpekļa krājumi augsnē atkal palielinās, kas, iespējams, bija saistīts ar augu slāpekļa patēriņa krasu samazināšanos pēc ražas novākšanas, un iespējams ar labvēlīgiem apstākļiem organiskā materiāla mineralizācijai un nitrifikācijas procesa norisei⁵.

Rudenī šo neizlietotā minerālā slāpekļa daudzumu var samazināt, audzējot uztvērējaugus, un, jo agrāk tos iesēj, jo vairāk slāpekļa tiek patērēts. Pēc uztvērējaugu iearšanas slāpekļis pakāpeniski mineralizējas.

³ Timbare R., Reinfelds L., Beināre A., Vītoliņš U. (1996) Minerālā slāpekļa pētījumi augsnē un slāpekļa diagnostika ziemājiem. No: Zinātniskās konferences, 1996. g. 7. un 8. februārī raksti, LLMZA, LLU LF, Jelgava, LLU, - 116. lpp.

⁴ Sosulski T., Mercik S. (2011). Dynamics of mineral nitrogen movement in the soil profile in long-term experiments. In: Ecological Chemistry and Engineering, Vol. 18, No. 4, p. 611 – 617.

⁵ Kārklīņš Aldis, Līpenīte Ināra, Ruža Antons (2017) Minerālā slāpekļa dinamika augsne 2015.-2016. gada izmēģinājumos. No: Zinātniski praktiskā konference „Līdzsvarota Lauksaimniecība”, 23.02.2017., LLU, Jelgava, Latvija.

Nitrātu saturs augsnē rudenī ir rādītājs, kas ļauj spriest par to izskalošanās risku ziemas periodā un potenciālo ūdens piesārņojumu. Nitrātu saturu var vērtēt, izmantojot ungāru pētnieku⁶ izstrādāto klasifikāciju. Nitrātu satura augsnē rudenī novērtēšana (mg/kg sausā augsnē), ja koncentrācija augsnes slānī ir: zema (≤ 10), vidēja (11-25), pārmērīga (26-50), pastāv piesārņojuma risks (≥ 50). Uztvērējaugu sējumā SPC un Lielvaicēni 2019.-2021. gada rudenī nitrātu slāpekļa saturs vērtējams kā zems (1.21., 1.22. tab.).

Minerālā slāpekļa sadalījums pa augsnes profilu nav vienmērīgs. Līdzīgi kā citos pētījumos arī LLU novērojumi rāda, ka apmēram puse no minerālā slāpekļa krājumiem atrodas augsnes virskārtas 0–30 cm slānī, un ievērojami mazāki daudzumi konstatēti 60–90 cm dziļumā. Dažādās augsnēs un konkrētos agroklimatiskos apstākļos minerālo slāpekļa savienojumu migrācija un akumulācija pa augsnes slāņiem var veidoties atšķirīgi. Pētījumā uzrādījās, ka, jo lielāki bija kopējie minerālā slāpekļa krājumi augsnē, jo salīdzinoši augstāks izrādījās tā saturs dziļākajos slāņos, tāpēc zemāks bija to īpatsvars virskārtā. Starp minerālā slāpekļa krājumiem augsnes virskārtas 0–30 cm slānī un kopējo minerālā slāpekļa daudzumu 0–60 cm un 0–90 cm dziļumā konstatētas ciešas lineāras korelatīvas sakarības. Divu gadu pētījuma rezultāti LLU pētījumā noņemtajos augsnes paraugos, rāda, ka vismazāk minerālā slāpekļa augsnē 0–90 cm dziļumā bija agri pavasarī (martā)⁷.

Pavasarī nitrātu slāpekļa daudzums līdz 10 kg ha^{-1} 0-30 slānī ir uzskatāms par zemu, konstatēts, ka 2022. gada pavasarī monitoringa laukos augsnēs ar vieglu granulometrisku satāvu bija zems nitrātu slāpekļa saturs ($\text{NO}_3\text{-N}$ līdz 10 kg ha^{-1}). Attiecīgi lielākajā daļā (75%) smilts un (50%) mālsmilts augšņu. Savukārt smagākajās smilšmāla augsnēs (60%) un māla augsnēs 100 % visos monitoringa punktos konstatēts augsts nitrātu slāpekļa saturs ($\text{NO}_3\text{-N}$ virs 30 kg ha^{-1}). Lielākajā daļā monitoringa lauku 2021. gadā tika konstatēts **vidējs** nitrātu slāpekļa saturs, tas ir $10\text{-}20 \text{ kg ha}^{-1}$, izņemot Krimuldas novadu, kur lielākajā daļā monitoringa lauku (83%) tas bija zems. Arī 2020. gadā bija **zems nitrātu saturs**, izņemot Dobeles novadu, kur 57% lauku tas vērtējams kā vidējs, un vienu lauku Mārupes novadā, kas 2019. gada rudenī bija mēslots ar digestātu, un kur ir augsts nitrātu saturs. Lielākajā daļā monitoringa lauku 2019. gadā nitrātu slāpekļa daudzums augsnes virskārtā ir vērtējams kā zems un ir robežās līdz 10 kg ha^{-1} , izņemot Dobeles novadu, kur lielākajā daļā lauku nitrātu slāpekļa nodrošinājums ir vidējs ($10\text{-}20 \text{ kg ha}^{-1}$)⁸. Augsnes profilā galvenā minerālā slāpekļa daļa, galvenokārt kā nitrātu slāpekli, izvietota augsnes virskārtas 0–30 cm slānī.

Pēc 2019./20. gada ziemas nitrātu slāpekli augsnē nav būtiski mainījies salīdzinājuma ar rudenī, bet divās sekojošās ziemās tas bija pieaudzis. Tā 2020./21. gada ziemā bija silts laiks, iespējams procesi augsnē pēc uztvērējaugu sējas turpinājās un pēcplaujas atlieku sadalīšanās.

1.21.tabula

N-NO₃ (mg kg⁻¹) saturs augsnē rudenī 0-20 cm dziļumā, Lielvaicēni

⁶ Buzas, I., Loch, J. 2005. Nachhaltigkeit Desstickstoff-Manegement Anhand Des Nitratgehaltes In Boden Und Wassern In Ungarn. Fertilizers And Fertilization. Pulawy, Institute of soil science and plant cultivation state research institute. 1, 122 – 135.

⁷ 18. Līpenīte I., Kārklīšs A., Ruža A. (2017a). Minerālā slāpekļa monitorings augsnē Vecauce. Ražas svētki "Vecauce - 2017": Lauksaimniecības zinātne Latvijas simtgades gaidās. Zinātniskā semināra rakstu krājums. Jelgava, LLU, 2017., 53-56

⁸ Augsnes minerālā slāpekļa monitoringa rezultāti 2019.-2022. gada pavasarī, VAAD. [Tiešsaiste] [skatīts: 2023. g. 23. martā]. Pieejams: https://www.vaad.gov.lv/lv/jaunums/augsnes-minerala-slapekla-monitoringa-rezultati-2022-gada-pavasari?utm_source=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F

Varianti	I sējas laiks			II sējas laiks		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021
kontrolē – diskota rugaine	6.2	6.4	6.5	-	6.4	6.5
rudzi/z.rapsis/facēlija	6.7	4.1	10.4	7.0	5.0	7.5
auzas/v.(z.)vīķi/facēlija	6.9	4.9	8.0	6.6	4.6	7.0
auzas/sinepe	6.2	4.4	7.5	10.2	4.2	6.7
s.redīss(eļļas rutks)/sinepe	8.2	5.0	10.1	6.9	5.0	5.9
sakņu redīss	-	-	9.4	-	-	5.8
vieng. airene/griķi/facēlija	7.8	4.6	6.5	6.6	5.1	6.5
S/5 maisījums 20 kg ha ⁻¹	-	5.1	5.7	-	4.9	8.0
S/5 maisījums 10 kg ha ⁻¹	-	4.2	-	-	5.3	-
v. airene(auzas)/ink. ābol./fac.	7.3	4.9	6.3	7.6	6.6	7.0
facēlija	-	-	7.6	-	-	7.2

1.22.tabula

N-NO₃ (mg kg⁻¹) saturs augsnē rudenī 0-20 cm dziļumā, SPC

Varianti	I sējas laiks			II sējas laiks		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021
kontrolē - arts	-	7.2	2.8	-	5.1	-
kontrolē - rugaine	-	4.5	-	-	2.8	-
kontrolē – diskota rugaine	1.5	3.3	1.8	1.3	3.3	1.5
z.rapsis/z.(v.)vīķi/rudzi	1.6	4.5	1.5	1.6	2.3	2.4
auzas/facēlija/v.(z.)vīķi	1.4	4.6	1.6	1.8	2.9	1.9
auzas/sinepe	1.6	4.4	1.0	1.5	3.8	2.0
s.redīss(eļļas rutks)/sinepe	1.5	3.6	0.7	1.1	3.4	2.5
sakņu redīss	-	-	<0.4			3.6
vieng. airene/griķi/facēlija	1.1	3.2	1.4	1.4	2.3	3.7
vasaras rudzi/vasaras vīķi	0.7	-	-	2.0	-	-
S/5 maisījums	-	4.3	1.3	-	3.4	3.1
S/5 maisījums	-	-	-	-	-	-
v. airene(auzas)/ink. ābol./fac.	1.2	4.0	0.6	1.8	2.4	6.0
facēlija	-	-	0.8			4.7

1.23.tabula

N-NO₃ (mg kg⁻¹) saturs augsnē pavasarī, Lielvaicēni, 2020. gads

Varianti	I sējas laiks				II sējas laiks			
	N-NO ₃			Slāpekli, % aramkārtā (0-20 cm)	N-NO ₃			Slāpekli, % aramkārtā (0-20 cm)
	0-15 cm	15-30 cm	30-60 cm		0-15 cm	15-30 cm	30-60 cm	
kontrolē – diskota rugaine	4.4	2.5	0.7	0.14	-	-	-	-
rudzi/z.rapsis/facēlija	2.6	2.4	0.9	0.14	2.9	2.8	1.0	0.14
auzas/v.(z.)vīķi/facēlija	3.9	3.5	2.8	0.14	3.6	3.0	1.2	0.14
auzas/sinepe	3.4	2.8	1.7	0.16	3.4	2.8	1.7	0.16
redīss(eļļas rutks)/sinepe	3.1	2.8	1.5	0.14	3.4	2.8	1.2	0.15
v. airene/griķi/facēlija	2.7	2.9	1.3	0.14	2.4	2.3	1.1	0.15
v. airene(auzas)/ink. āb./fac.	2.4	2.6	1.0	0.14	2.6	2.8	0.7	0.16

1.24.tabula

N-NO₃ (mg kg⁻¹) saturs augsnē pavasarī, Lielvaicēni, 2021. gads

Varianti	I sējas laiks				II sējas laiks			
	N-NO3			Slāpekļis, mg g ⁻¹ (0-20 cm)	N-NO3			Slāpekļis, mg g ⁻¹ (0-20 cm)
	0-15 cm	15-30 cm	30-60 cm		0-15 cm	15-30 cm	30-60 cm	
kontrolē - arts				2.74				
kontrolē – diskota rugaine	17.2	17.0	5.3		17.2	17.0	5.3	
rudzi/z.rapsis/facēl.	8.0	4.3	1.7	1.54	9.7	9.4	2.0	1.44
auzas/facēlija/v.(z.)vīķi	10.8	7.8	3.4	1.43	14.6	12.7	3.7	1.53
auzas/sinepes	9.5	10.3	3.6	1.94	13.1	11.2	4.8	1.54
s.redīss(eļļas rutks)/sinepe	11.2	11.5	4.9	1.45	11.8	9.4	3.7	1.48
v.airene/griķi/facēlija	12.8	9.7	3.5	1.74	9.4	9.5	2.4	1.47
S/5 maisījums 20 kg ha ⁻¹	11.3	9.8	3.7	1.75	9.5	0.0	5.2	1.64
S/5 maisījums 10 kg ha ⁻¹	10.6	7.6	2.5	1.66	15.1	12.6	5.5	1.85
v.airene(auzas)/ink.āb./fac.	13.1	10.5	2.9	1.71	15.3	14.3	3.5	2.06

1.25.tabula

N-NO3 (mg kg⁻¹) saturs augsnē pavasarī, Lielvaicēni, 2022. gads

Varianti	I sējas laiks				II sējas laiks			
	N-NO3			Slāpekļis, mg g ⁻¹ (0-20 cm)	N-NO3			Slāpekļis, mg g ⁻¹ (0-20 cm)
	0-15 cm	15-30 cm	30-60 cm		0-15 cm	15-30 cm	30-60 cm	
kontrolē – diskota rugaine	7.2	3.4	0.8	1.80	7.2	3.4	0.8	-
rudzi/z.rapsis /facēlija	12.5	6.6	1.3	1.50	8.3	6.0	1.4	1.71
auzas/v.(z.)vīķi/facēlija	13.1	8.9	4.9	1.45	8.0	9.5	5.1	1.61
auzas/sinepe	13.3	8.1	4.2	1.63	8.0	5.3	1.7	1.56
s.redīss(eļļas rutks)/sinepe	17.3	11.0	4.5	1.91	9.2	7.1	3.4	1.43
v.airene/griķi/facēlija	8.7	6.7	1.3	1.62	9.3	6.7	2.4	1.81
S/5 maisījums	10.5	8.7	3.4	1.56	6.3	4.6	1.3	1.86
v. airene (auzas)/ink.āb./fac.	10.4	7.3	2.6	2.19	10.1	6.2	1.6	1.94
sakņu redīss	11.3	6.4	1.2	1.64	11.6	4.7	1.2	1.45
facēlija	6.2	5.0	1.2	1.83	6.7	5.0	2.9	1.96

1.26.tabula

N-NO3 (mg kg⁻¹) saturs augsnē pavasarī, SPC, 2020. gads

Varianti	I sējas laiks				II sējas laiks			
	N-NO3			Slāpekļis, % (0-20 cm)	N-NO3			Slāpekļis, % (0-20 cm)
	0-15 cm	15-30 cm	30-60 cm		0-15 cm	15-30 cm	30-60 cm	
kontrolē – diskota rugaine	1.4	1.2	1.3	0.12	2.3	2.3	0.7	0.12
z.rapsis/z.(v.)vīķi/rudzi	0.9	0.7	<0.4	0.11	2.8	3.0	1.2	0.13
auzas/facēlija/v.(z.)vīķi	1.2	1.0	0.8	0.11	2.7	2.9	1.7	0.12
auzas/sinepe	1.3	1.2	1.1	0.12	2.8	2.5	1.1	0.12
s.redīss(eļļas rutks)/sinepe	1.3	1.1	0.7	0.11	2.4	2.5	1.2	0.12
vieng.airene/griķi/facēlija	0.8	0.7	0.4	0.11	1.9	2.1	0.8	0.12
vasaras rudzi/vasaras vīķi	1.1	1.2	1.2	0.11	2.7	3.2	1.3	0.12
v.airene (auzas)/ink.ābol./facēlija	0.9	1.2	0.8	0.12	3.5	3.2	1.1	0.12

1.27.tabula

N-NO3 (mg kg⁻¹) saturs augsnē pavasarī, SPC, 2021. gads

Varianti	I sējas laiks				II sējas laiks			
	N-NO3			Slāpekļis, mg g ⁻¹ (0-20 cm)	N-NO3			Slāpekļis, mg g ⁻¹ (0-20 cm)
	0-15 cm	15-30 cm	30-60 cm		0-15 cm	15-30 cm	30-60 cm	
kontrolē - arts	8.95	7.15	0	1.91	5.7	3.0	3.0	1.25
kontrolē - rugaine	13.25	12.8	0	1.97	4.1	4.7	4.7	0.76
kontrolē - diskota rugaine	10.5	9.2	0	2.01	4.9	7.9	7.9	1.36
z.rapsis/rudzi/facēlija	14.6	11.3	0	2.08	3.7	6.5	6.5	1.09
auzas/facēlija/v.(z.)vīķi	12.7	15.1	0	2.07	5.4	8.1	8.1	1.25
auzas/sinepe	13.1	11.6	0	1.84	5.3	7.4	7.4	1.88
s.redīss (eļļas rutks)/sinepe	8.5	13.3	0	1.85	6.2	8.6	8.6	1.35
vieng. airene/griķi/facēlija	9.3	12.4	0	1.68	5.5	7.2	7.2	1.23
S/5 maisījums	11.5	9.7	0	2.26	5.0	3.0	3.0	1.14
v. airene(auzas)/īnk.ābol./fac.	9.3	11.7	0	1.87	4.8	3.0	3.0	1.19

1.28.tabula

N-NO3 (mg kg⁻¹) saturs augsnē pavasarī, SPC, 2022. gads

Varianti	I sējas laiks				II sējas laiks			
	N-NO3			Slāpekļis, mg g ⁻¹ (0-20 cm)	N-NO3			Slāpekļis, mg g ⁻¹ (0-20 cm)
	0-15 cm	15-30 cm	30-60 cm		0-15 cm	15-30 cm	30-60 cm	
kontrolē - arts	4.15	3.9	0.8	1.40	1.5	1.3	1.2	
kontrolē – rugaine	1.8	1.9	1.0	1.66	12.7	10.3	4.6	1.63
rudzi/z.rapsis/facēlija	1.5	1.7	0.9	1.64	4.2	1.5	3.9	1.77
auzas/v.(z.)vīķi/facēlija	2.4	2.8	1.2	1.68	4.4	2.8	7.0	1.68
auzas/sinepe	1.5	1.6	0.5	1.40	6.2	2.0	3.2	1.56
s.redīss (eļļas rutks)/sinepe	3.8	3.7	1.3	1.40	5.7	3.3	15.9	1.77
vieng. airene /griķi/facēlija	1.7	2.1	0.9	1.72	6.6	7.0	1.8	1.89
S/5 maisījums	1.1	1.1	0.55	1.39	1.5	1.3	1.2	1.69
v. airene(auzas)/īnk.ābol./fac.	2.3	1.8	1.0	1.64	9.4	6.3	1.6	1.87
sakņu redīss	1.8	2.6	<0.5	1.66	6.2	5.1	2.6	1.93
facēlija	1.0	1.2	<0.5	1.89	1.7	1.55	6.4	1.81

Augsnes blīvums

Augsnes tradicionālā apstrāde ir energoietilpīgs augsnes apstrādes veids, bet šobrīd daudzas saimniecības lieto samazināto (tā saukto minimālo jeb reducēto) augsnes apstrādi, būtiski samazinot darba apjomus un ieguldījumus. Augsnes aršanas aizstāšana ar lobīšanu, citiem minimālās apstrādes veidiem vai tiešo sēju ir ekonomiski izdevīga, jo ietaupa degvielu, vienlaikus samazinot atsevišķu agregātu vilkmes pretestību līdz 50%. Bieži lauksaimnieki izmanto jaudīgu lauksaimniecības tehniku, tai pieaugusi arī masa, tādējādi palielinot tās blīvējošo ietekmi uz augsni un rezultātā izmainās augsnes agrofizikālās īpašības. Augsnes sablīvēšanās ir kļuvusi par nopietnu problēmu, īpaši smagākās un mitrākās augsnēs, kas labi novērojama lietainos rudenos, kad zemākās lauka vietās ziemāju sējumos ilgstoši klāj ūdens.

Augsnes sablīvēšanās rezultātā tiek saspiestas poras, kuras nesaspiestas transportē ūdeni un gaisu. Tas traucē sakņu augšanu un var izraisīt skābekļa trūkumu. Dažkārt arī augsnes pieveļšana var izraisīt ievērojamu ražas samazinājumu. Augsnes sablīvēšanās nozīmē, ka augsnes blīvums palielinās, kad tā ir saspiesta. Citiem vārdiem sakot, augsne kļūst blīvāka un katrs augsnes litrs sver vairāk, ja poras ir saspiestas. Noblīvēšanās samazina lielo poru jeb makroporu skaitu un izmēru. Augsnē ir mazāk poru ar diametru, kas lielāks par saknēm, kurās saknes varētu brīvi augt, un tām nebūtu jāsaskaras ar mehānisku pretestību. Augsnes augšējie slāņi piesātinās ar ūdeni, un

tas rada skābekļa trūkumu saknēm. Turklāt augsnes aerācijas stāvoklis ietekmē to, cik augam ir pieejamas barības vielas, piemēram, slāpeklis un mangāns. **Anaerobos apstākļos denitrifikācija var izraisīt ievērojamu slāpekļa zudumu slāpekļa dioksīda vai slāpekļa gāzes veidā, kas izdalās atmosfērā.** Augsnes sablīvēšanās var samazināt slāpekļa pieejamību augsnē. Audzēšanas sistēma un augsnes apstrāde arī ir būtiska, runājot par augsnes pieblīvēšanu. Pats svarīgākais ir neveikt augsnes gatavošanu, ja augsne ir pārāk mitra. Sausai augsnei ir lielāka nestspēja, bet mitra augsne zem tāda paša svara tiek saspiesta. **Liela saskares platība ar platām riepām vai dubultiem riteņiem nozīmē mazāku spiedienu uz augsni.** Darba gājienu skaits ir tikpat svarīgs, cik tas, lai aprīkojuma kopējais svars būtu cik zems vien iespējams.

Augsnes penetrācijas pretestība un tilpums

Augsnes penetrācijas pretestība norāda, kāds spēks ir jāpielieto uz laukuma vienību, lai caurdurtu augsnes slāni. Tas ļauj izdarīt secinājumus par augsnes sablīvēšanās un struktūras izmaiņām, kā arī augsnes nestspēju. Pētījumā penetrācijas pretestības **mērījumu veikšanas mērķis ir noskaidrot** uztvērējaugu ietekmi uz augsnes (penetrometrisko) pretestību 2 saimniecībās: “Lielvaicēnos” Vītiņu pag. un Agroresursu un ekonomikas institūta Stendes pētniecības centrā, nosakot tos uztvērējaugu izmēģinājumos katru gadu pavasarī, un rudenī laika periodā no 2020. līdz 2022. gadam.

Augsnes tilpummasa ir absolūti sausas, dabiskas un neizjauktas sakārtas augsnes parauga vienas tilpuma vienības masa, tas nav konstants lielums, ja augsnes masa paliek nemainīga, tad aizņemtais tilpums mainās, mainoties mitruma apstākļiem.

Noteikšanas metodika

Rādījumus, kas iegūti ar penetrometru, sauc par konusa indeksu. Rādījumi jāveic, kad viss profils ir apmēram 24 stundas pēc lietus. Vislabākais gada laiks blīvējuma mērījumiem ir pavasarī, jo ziemā viss profils parasti ir rūpīgi samitrināts. Ja augsne ir pārāk mitra (dubļaina), sablīvēšanās var tikt novērtēta par zemu, jo augsne darbojas kā šķidrums. Ja augsne ir pārāk sausa, sablīvēšanās var tikt pārvērtēta, jo saknes spēs iekļūt augsnē, kad tā samitrinās. Ideja par penetrometra izmantošanu ir tāda, ka tas ir labākais veids kā noteikt augsnes stāvokli, lai konstatētu vai tas labvēlīgs sakņu augšanai. Vai saknes varēs iekļūt augsnē, kurai ir zema iespēšanās pretestība. Iespēšanās pretestība palielināsies, kad augsne izzūš, un tad var sagaidīt, ka sakņu augšana būs ierobežota. Tomēr, kad augsnes mitruma saturs atkal palielinās, iekļūšanas pretestība samazināsies, un sakņu augšana atsāksies.

Penetrometra stienis jāievada augsnē ar ātrumu aptuveni 1 colla sekundē. Iespējot penetrometru augsnē, pierakstiet dziļumu, kurā tiek pārsniegts 300 psi līmenis, izmantojot gradientus uz penetrometra stienī. Šis līmenis ir sablīvētās zonas augšdaļa. Turpiniet nospiegt penetrometru uz leju. Reģistrējiet dziļumu, kurā iespēšanās nokrītas zem 300 psi. Šī ir sablīvētās zonas apakšdaļa. Katram mērīšanas punktam ir divi cipari: blīvēšanas zonas augšdaļa un blīvēšanas zonas apakšdaļa. Ja iespēšanās pretestība nekad nepalielinās, virs 300 psi, abās telpās būs tukšas vietas, kas norāda, ka nav nopietnas saknes ierobežojošas blīvēšanas. Ja iespēšanās pretestība palielinās, virs 300 psi, bet nekad nenokrīt zem 300 psi, tad blīvēšanas zonai nav apakšas.

Konusa indekss jāmēra atbilstoši augsnes apstrādes reljefam, riteņu sliedēm, augu rindām un citiem atpazīstamiem rakstiem uz lauka. Nolasījumu skaits laukā ir atkarīgs no vēlamās precizitātes. Lai izstrādātu paraugu ņemšanas stratēģiju, vispirms veiciet dažus sākotnējos rādījumus dažās vietās uz lauka. Konusa indeksa vērtības, visticamāk, ir diezgan mainīgas, tāpēc katram laukam ir nepieciešami vairāki rādījumi. Lai izstrādātu pārlicinošu ieteikumu, ieteicams veikt vienu rādījumu ik pēc 30 līdz 45 m vai četrus rādījumus uz 0.5 ha. Ir ārkārtīgi noderīgi salīdzināt konusa indeksa vērtības uz lauka ar mērījumiem neskartās vietās, piemēram, žogu rindās.

Augsnes pretestības noteikšanu veica divas reizes gadā, reizē ar augšņu analīžu noņemšanu rudenī pirms ziemāju sējas un pavasarī, atjaunojoties veģetācijai vai pirms augsnes apstrādes. Augšņu pretestība sējumos noteikta, izmantojot sertificētu Eijkelkamp firmas rokas penetrometru. Eijkelkamp rokas penetrometrs (06.01 Handsondeerapparaat Eijkelkamp), uzgaļa 3 laukums $3 \frac{1}{3} \text{ cm}^2$, diametrs 20.60 mm, manometra nolasījums N), uztvērējaugu izmēģinājumos 12 mērījumi katrā variantā. Manometra mērīšanas diapazons ir $10000 \text{ kN} / \text{m}^2 (= 10000 \text{ kPa})$. Skala ir no 0 līdz 1.0 kPa. Precizitāte ir +/- 8% ieteicamajā mērīšanas diapazonā. Eijkelkamp rokas penetrometra komplekts atrodas kompaktā koferītī. Penetrometrs sastāv no mērinstrumenta, zondēšanas stieņa un konusa. Instrumentu iespējams augsnē taisnā leņķī, vienādi nospiežot abus rokturus. Pēkšņš spiediena pieaugums dod pārāk augstas vērtības, spiedienam jābūt vienmērīgam. Konusā izmērīto pretestību var nolasīt no manometra, kas norāda to ar melnu rādītāju. Maksimālo pretestību, ko nolasa mērīšanas laikā, norāda ar sarkanu rādītāju. Izturība pret iespiešanos (kPa / cm^2) var noteikt, dalot nolasījuma vērtību ar konusa laukumu. Paredzamā iespiešanās pretestības vērtība arī nosaka, kuru konusu izmantot. Neliels konuss tiek izmantots augstām vērtībām, bet lielāks - mazām vērtībām. Jo lielāks konuss, jo precīzāka ir pretestības mērījuma vērtība.

Augšņu pretestību (ko dažkārt sauc arī par penetrometrisko pretestību) izsaka ņūtonos uz vienu cm^2 (N/cm^2). Augsnes pretestība noteikta dziļumā līdz 30 cm. Aprēķināta vidējā augsnes pretestība no 12 mērījumiem. Augsnes pretestība atkarīga no mitruma daudzuma augsnē. Lielāks mitrums - pretestība mazāka. Nekorekti būtu salīdzināt rādītājus ar vairāku dienu (dažkārt pat stundu) intervālu, jo nokrišņu daudzums var stipri izmainīt augsnes mitruma daudzumu. Vienā saimniecībā visos variantos pretestību noteica dažu stundu laikā bez nokrišņiem, bet atšķirīgās saimniecībās atšķirīgās dienās. Aprēķināto vidējo augsnes pretestības skaitlisko vērtību katrā variantā izteica mega paskālos (MPa). Veicot augsnes pretestības datu analīzi, salīdzinātas izmaiņas 30 cm dziļā augsnes slānī, lai raksturotu sablīvēšanos augsnes slānī, kur notiek augu sakņu attīstība, taču virskārtā ir vairāk izjūtama mitruma svārstību ietekme, īpaši ilgstoša sausuma apstākļos var veidoties cieta augsnes garoza, kas var būtiski palielināt vidējo augsnes pretestības rādījumu, konstatēts 2008. gada Mg.biol. Dagnija Lazdiņas pētījumā (Latvijas Valsts mežzinātnes institūts „Silava”). Viņi konstatējuši, ka 10-30 cm augsnes slānī vairs nav tik izjūtama augsnes mitruma svārstību ietekme⁹.

Kopumā tradicionālajā augsnes apstrādē vidēji visos mērījumu dziļumos pavasarī pretestība bija viszemākā. Minimālajā augsnes apstrādē sablīvētākais slānis ir vērojams tūlīt zem šķīvju lobītāju darbības zonas, t. i., 10 cm. Minimālajā augsnes apstrādē vidēji 0–50 cm astoņos gados pretestība pavasarī sasniedza $197 \text{ N}/\text{cm}^2$, bet tradicionālajā – $178 \text{ N}/\text{cm}^2$. Matemātiski pierādītu pretestību pieaugums vai tā tendences gan minimālajā, gan tradicionālajā apstrādē rudenī pierādās gandrīz visos gados 20–50 cm dziļumā, bet minimālajā augsnes apstrādē šī robeža pārvietojas daudz augstāk – pat uz 10 cm no augsnes virskārtas. Aprēķinot vidējos rādītājus rudens periodā 0–50 cm dziļumam attiecībā uz penetrometrisko pretestību, konstatēts, ka minimālajā apstrādē rudenī tie sasniedz 207, turpretim tradicionālajā – tikai $187 \text{ N}/\text{cm}^2$. Abos gadījumos sevišķi sablīvēts ir 40–50 cm dziļais augsnes slānis – vidēji astoņos gados $255\text{--}247 \text{ N}/\text{cm}^2$ ¹⁰.

Augsnes tilpummasu noņēma ar speciālu zondi - divcilindru paraugu ņēmēju, paraugi žāvēti $105 \text{ }^\circ\text{C}$ - 3 stundas, noteikts a - cilindra svars pirms žāvēšanas (g), b - svars pēc žāvēšanas (g), c - noteikts cilindra tilpums (cm^3), kas mūsu gadījumā bija 114.66, lai aprēķinātu d - tilpummasu cilindra svars pēc žāvēšanas dalīts ar cilindra tilpumu ($d=b/a$). Aprēķināts e - mitrums pēc formulas: $e=(a-b)/c*100$ ¹¹.

⁹ Lazdiņa D. (2008). Pārskats par meža attīstības fonda atbalstīto pētījumu Mehanizētās ietvarstādu stādīšanas tehnoloģiju mežsaimnieciskais novērtējums.

¹⁰ Ruža A., Bērziņš A. (2017). Kā apstrāde ietekmē augsnes agrofizikālās īpašības. Agro Tops.

¹¹ Agroķīmiķa rokasgrāmata (1978). Sast. A. Pāvule. Rīga: Liesma. 399 lpp.

Dabiskā sakņu augšana ir ierobežota, jo augsnes tilpummasu kļūst lielāka par $1,5 \text{ g cm}^{-3}$ smalkas tekstūras (māla) augsnē un par $1,7 \text{ g cm}^{-3}$ smilšainā¹².

Kāpēc tas ir svarīgi: tilpuma blīvums atspoguļo augsnes spēju funkcionēt strukturālajam atbalstam, ūdens un izšķīdušo vielu kustībai un augsnes aerācijai. Tilpuma blīvums, kas pārsniedz sliekšņus, norāda uz traucētu funkciju (skat. 1.29. tabulu). Tilpuma blīvumu izmanto arī, lai konvertētu augsnes svaru un tilpumu. To izmanto, lai izteiktu augsnes fizikālos, ķīmiskos un bioloģiskos mērījumus uz tilpuma pamata augsnes kvalitātes novērtēšanai un apsaimniekošanas sistēmu salīdzināšanai.

Augsts tilpuma blīvums liecina par zemu augsnes porainību un augsnes sablīvēšanos. Tas var izraisīt sakņu augšanas ierobežojumus un sliktu gaisa un ūdens kustību augsnē. Sablīvētā augsnē augu saknes veidojas virspusē un augi slikti aug, ietekmējot ražu un samazinot pieejamo veģetatīvo segumu, lai aizsargātu augsni no erozijas. Samazinot ūdens iesūkšanos augsnē, sablīvēšanās var izraisīt palielinātu noteci un eroziju no slīpām vietām vai pārmitrām augsnēm līdzenās vietās. Parasti augsnes sablīvēšana, lai ierobežotu ūdens kustību caur augsnes profilu, ir pozitīva sausos apstākļos, bet mitros apstākļos sablīvēšanās samazina ražu.

1.29.tabula

General relationship of soil bulk density to root growth based on soil texture/ Augsnes mīkstuma blīvuma vispārējā saistība ar sakņu augšanu, pamatojoties uz augsnes struktūru

Soil Texture	Ideal bulk densities for plant growth (g/cm ³)	Bulk densities that restrict root growth (g/cm ³)
Sandy	< 1.60	> 1.80
Silty	< 1.40	> 1.65
Clayey	< 1.10	> 1.47

Sablīvēšanos veicina: ilgstoša augsnes apstrāde vienā dziļumā; ierobežotu augseku izmantošana bez izmaiņām sakņu struktūrā vai sakņu dziļumā; smagas tehnikas pārvietošanās uz mitras augsnes; sistemātiska pēcplaujas augu atlieku aizvākšana; pārmērīga ganīšana un ilgstoša lopu barošanās vietu un taku izmantošana.

Ko varam darīt: izmantot jebkura praksi, kas uzlabo augsnes struktūru, samazina tilpuma blīvumu; tomēr dažos gadījumos šie uzlabojumi var būt tikai īslaicīgi. Piemēram, augsnes apstrāde veģetācijas sezonas sākumā uz laiku samazina masas blīvumu un izjauc sablīvētos augsnes slāņus, bet turpmākie lauksaimniecības tehnikas, nokrišņu, dzīvnieku un citu traucējošu darbību izbraucieni pa lauku var atkārtoti sablīvēt augsni. Var palīdzēt sistēma, kurā tiek izmantotas segkultūras, kultūraugu atliekas, daudzgadīga velēna un/vai samazināta augsnes apstrāde, kas palielina augsnes organisko vielu, samazina traucējumus un samazina tilpuma blīvumu. Turklāt vairāku kultūraugu sistēmu izmantošana, kas ietver augus ar dažādu sakņu dziļumu, var palīdzēt sadalīt sablīvētos augsnes slāņus. Kā arī tehnikai izmantot paredzētos lauka ceļus vai tehnoloģiskās sliedes, kopumā samaziniet braucienu skaitu.

¹² Mukhopadhyay S., Masto R.E., Tripathi R.C., Srivastava N.K. (2018) Chapter 14 - Application of Soil Quality Indicators for the Phytoremediation of Mine Spoil Dumps, In: Phytomanagement of Polluted Sites. Market Opportunities in Sustainable Phytoremediation, Book 2018.



1.31.att. Augsnes tilpuma noteikšanas cilindri.

Rezultāti

Augsta ražība un dziļa sakņu iespiešanās var rasties augsnēs, kas pārsniedz 2.5 MPa¹³. Parasti kultūraugu sakņu augšanu sāk ierobežot, ja iespiešanās pretestība pārsniedz 1.5 MPa un ir stipri ierobežota pie 2.5 MPa vai vairāk.

Rezultātus 2020. gadā, iespējams, ietekmēja tas, ka pagājušā gadā neizveidojās liela uztvērējaugu biomasa un variantos tāpat kā kontrolē sadīga ievērojams skaits novāktu kultūraugu – sārņaugu. Meteoroloģiski ziema pagājušā gadā nebija, vidējā gaisa temperatūra janvārī bija augstāka nekā martā, rudens pārgāja pavasarī. Rudenī mērījumi veikti oktobra beigās vai novembra sākumā, īsi pirms augu veģetācijas beigām. Pavasarī augsnes pretestības mērījumi lauksaimniecības zemē augsnē veikti marta mēneša beigās un aprīļa sākumā. Penetrācijas pretestības mērījumu rezultāti apkopoti 1.30.-1.35. tabulā.

1.30.tabula

Penetrācijas pretestības (30 cm slānī) mērījumi uztvērējaugu sējumos rudenī un pavasarī veģetācijai atjaunojoties, Lielvaicēni, 2019./20. gads

Varianti	I sējas laiks				II sējas laiks			
	Rudens		Pavasaris		Rudens		Pavasaris	
	Vid. MPa	Augsnes mitrums, %	Vid. MPa	Augsnes mitrums, %	Vid. MPa	Augsnes mitrums, %	Vid. MPa	Augsnes mitrums, %
kontrolē – diskota rugaine	-	-	2.14	-	-	-	2.14	-
rudzi /z.rapši /facēlija	-	-	2.35	-	-	-	2.31	-
auzas/v.(z.)vīķi/facēlija	-	-	2.24	-	-	-	2.10	-
auzas/sinepe	-	-	2.24	-	-	-	2.29	-
s.redīss(eļļas rutks)/sinepe	-	-	2.20	-	-	-	1.88	-
vieng. airene/griķi/facēlija	-	-	2.03	-	-	-	2.19	-
v. airene(auzas)/ink.ābol./facēlija	-	-	2.16	-	-	-	2.17	-

1.31.tabula

¹³ Susan Edinger Marshall, Humboldt State University Allison Tokunaga, NRCS June 28, 2006. Pieejams: <https://ucanr.edu/sites/scnew/files/51855.pdf>

Penetrācijas pretestības (30 cm slānī) mērījumi uztvērējaugu sējumos rudenī un pavasarī
veģetācijai atjaunojoties, Lielvaicēni, 2020./21. gads

Varianti	I sējas laiks				II sējas laiks			
	Rudens		Pavasaris		Rudens		Pavasaris	
	Vid. MPa	Augsnes mitrums, %	Vid. MPa	Augsnes mitrums, %	Vid. MPa	Augsnes mitrums, %	Vid. MPa	Augsnes mitrums, %
kontrolē – diskota rugaine	2.17	27.76	2.33	29.90	2.17	27.76	2.33	29.90
z. rapsis/z.(v.)vīķi/rudzi	3.10	29.72	3.15	29.63	2.55	29.91	2.68	28.18
auzas/facēlija/v.(z.)vīķi	2.92	31.96	2.87	28.06	2.55	28.56	3.25	28.48
auzas/sinepe	2.77	27.75	3.25	27.07	2.92	27.47	3.33	26.08
s.redīss(eļļas rutks)/sinepe	2.40	30.81	2.91	29.97	2.12	27.67	2.57	26.45
vieng. airene/griķi/facēlija	2.53	31.17	2.76	30.32	2.23	27.64	2.48	28.50
S/5 maisījums 20	2.48	31.63	2.16	29.76	2.22	28.66	2.41	29.32
S/5 maisījums 10	2.27	31.43	2.56	28.64	2.00	29.00	2.78	27.14
v. airene(auzas)/ink..ābol./facēlija	2.46	29.02	3.32	30.47	2.22	29.54	2.83	31.55

Augsnes pretestība starp variantiem atšķiras maz, ja salīdzina ar arto variantu SPC, tad par 1.23 Mpa, rudens un ziemas mērījumi arī maz atšķiras, būtiskas atšķirības ir starp augu sekas laukiem.

Augsnes tilpums visās vietās un ņemšanas laikos bija lielāks par 1 g cm^{-3} , kas atbilst ideāliem apstākļiem priekš sakņu augšanas.

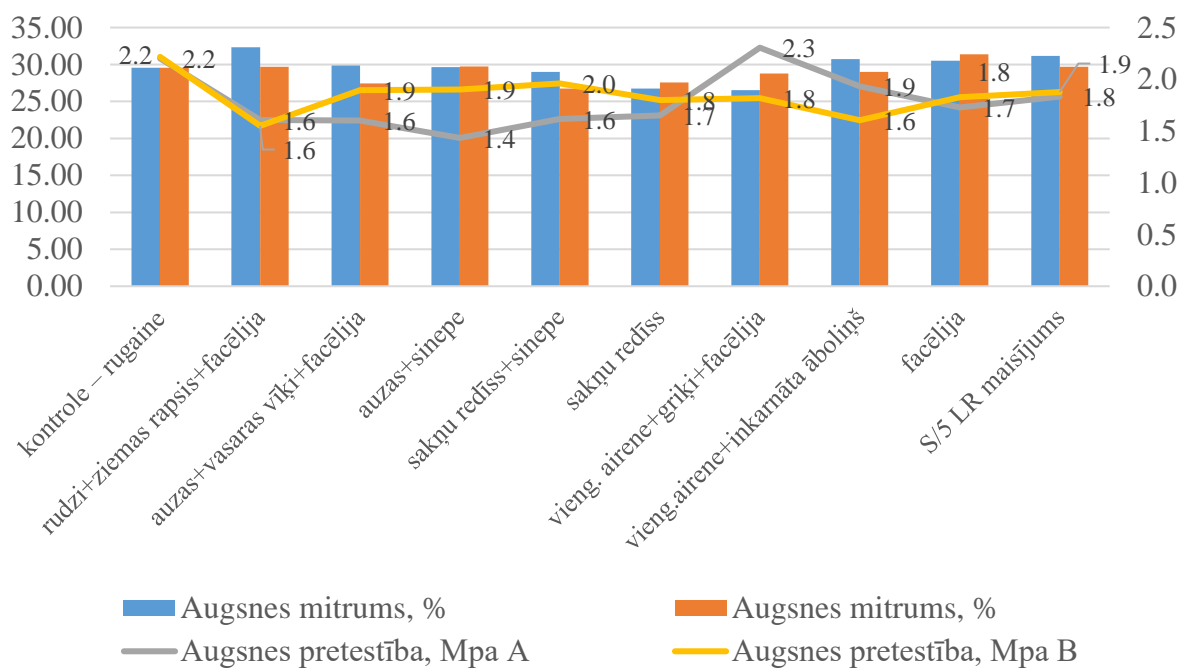
1.32.tabula

Penetrācijas pretestības (30 cm slānī) mērījumi uztvērējaugu sējumos rudenī un pavasarī
veģetācijai atjaunojoties, Lielvaicēni, 2021./22. gads

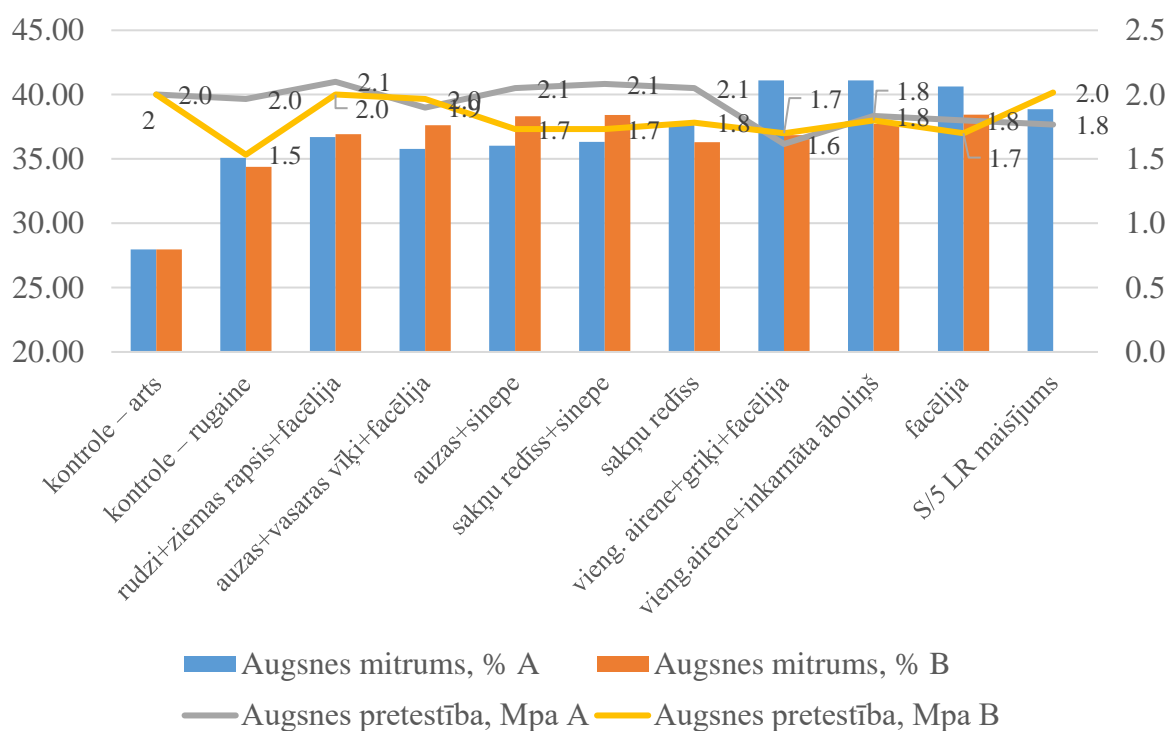
Varianti	I sējas laiks				II sējas laiks			
	Rudens		Pavasaris		Rudens		Pavasaris	
	Vid. MPa	Augsnes mitrums, %	Vid. MPa	Augsnes mitrums, %	Vid. MPa	Augsnes mitrums, %	Vid. MPa	Augsnes mitrums, %
kontrolē – diskota rugaine	2.07	29.56	1.58	33.82	2.07	29.56	1.58	33.82
z. rapsis/z.(v.)vīķi/rudzi	1.66	32.33	1.60	34.73	1.50	29.68	1.42	31.62
auzas/facēlija/v.(z.)vīķi	1.48	29.86	1.55	34.95	1.93	27.46	1.45	30.80
auzas/sinepe	1.48	29.65	1.40	33.78	2.22	29.74	1.63	29.78
s.redīss(eļļas rutks)/sinepe	1.70	29.01	1.65	33.43	2.08	26.75	1.42	29.17
vieng. airene/griķi/facēlija	2.55	26.52	1.53	33.39	1.85	28.79	1.55	24.83
S/5 maisījums 10	1.72	31.18	1.40	32.29	1.92	29.70	1.47	26.93
v. airene(auzas)/ink..ābol./facēlija	2.33	30.73	1.50	33.81	1.60	29.00	1.58	26.12
sakņu redīss	1.42	26.73	1.58	33.53	1.97	27.58	1.65	27.63
facēlija	1.70	30.50	1.47	32.82	1.53	31.40	1.50	26.97

Penetrācijas pretestības (30 cm slānī) mērījumi uztvērējaugu sējumos rudenī un pavasarī
veģetācijai atjaunojoties, Stendes PC, 2019./20. gads

Varianti	I sējas laiks				II sējas laiks			
	Rudens		Pavasaris		Rudens		Pavasaris	
	Vid. MPa	Augsnes mitrums, %	Vid. MPa	Augsnes mitrums, %	Vid. MPa	Augsnes mitrums, %	Vid. MPa	Augsnes mitrums, %
kontrolē – diskota rugaine	-	-	-	-	-	-	1.19	-
z. rapsis/z.(v.)vīķi/rudzi	-	-	-	-	-	-	2.14	-
auzas/facēlija/v.(z.)vīķi	-	-	-	-	-	-	2.14	-
auzas/sinepe	-	-	-	-	-	-	2.11	-
s.redīss(eļļas rutks)/sinepe	-	-	-	-	-	-	1.58	-
vieng. airene/griķi/facēlija	-	-	-	-	-	-	1.36	-
vasaras rudzi/vasaras vīķi	-	-	-	-	-	-	1.25	-
v. airene(auzas)/ink..ābol./facēlija	-	-	-	-	-	-	1.40	-



1.32.att. Augsnes mitrums un pretestība, LIE, rudens 2021. g. (A – I sējas laiks, B – II sējas laiks).



1.33.att. Augsnes mitrums un pretestība, SPC, rudens 2021. g. (A – I sējas laiks, B – II sējas laiks).

1.34.tabula

Penetrācijas pretestības (30 cm slānī) mērījumi uztvērējaugu sējumos rudenī un pavasarī veģetācijai atjaunojoties, Stendes PC, 2020./21. gads

Varianti	I sējas laiks				II sējas laiks			
	Rudens		Pavasaris		Rudens		Pavasaris	
	Vid. MPa	Augsnes mitrums, %	Vid. MPa	Augsnes mitrums, %	Vid. MPa	Augsnes mitrums, %	Vid. MPa	Augsnes mitrums, %
kontrolē - arts	1.47	26.63	1.73	31.62	1.75	17.98	1.97	26.58
kontrolē - rugaine	2.70	29.55	1.65	32.13	3.52	23.78	3.27	27.02
kontrolē – diskota rugaine	3.05	28.75	3.02	33.56	3.42	23.51	3.63	25.61
z. rapsis/z.(v.)vīķi/rudzi	2.20	28.66	1.63	35.46	3.73	23.19	3.62	25.01
auzas/facēlija/v.(z.)vīķi	2.45	29.45	1.87	34.86	3.60	23.35	4.13	26.53
auzas/sinepe	2.38	29.02	1.98	33.68	3.60	23.17	4.23	25.88
s.redīss(eļļas rutks)/sinepe	2.45	28.84	2.27	33.51	3.92	22.88	4.37	26.13
vieng. airene/griķi/facēlija	2.58	29.57	2.43	34.84	3.80	22.94	4.05	27.58
S/5 maisījums 20	2.68	29.22	2.30	35.65	3.87	24.73	3.65	27.85
v. airene(auzas)/ink. ābol./facēlija	2.73	28.09	2.60	34.69	3.83	24.59	4.18	27.16

Penetrācijas pretestības (30 cm slānī) mērījumi uztvērējaugu sējumos rudenī un pavasarī
veģetācijai atjaunojoties, Stendes PC, 2021./22. gads

Varianti	I sējas laiks				II sējas laiks			
	Rudens		Pavasaris		Rudens		Pavasaris	
	Vid. MPa	Augsnes mitrums, %	Vid. MPa	Augsnes mitrums, %	Vid. MPa	Augsnes mitrums, %	Vid. MPa	Augsnes mitrums, %
kontrolē - arts	2.00	27.97	2.17	31.63	-	-	-	-
kontrolē – diskota rugaine	1.97	35.08	2.40	32.88	1.53	34.38	2.17	27.58
z. rapsis/z.(v.)vīķi/rudzi	2.10	36.71	2.58	33.36	2.00	36.92	2.35	32.28
auzas/facēlija/v.(z.)vīķi	1.90	35.78	2.42	35.85	1.97	37.62	2.45	27.53
auzas/sinepe	2.05	36.04	2.57	34.49	1.73	38.33	2.18	30.18
s.redīss(eļļas rutks)/sinepe	2.08	36.33	2.50	32.08	1.73	38.41	2.40	29.06
vieng. airene/griķi/facēlija	1.62	41.12	2.20	32.30	1.70	36.86	2.15	29.51
S/5 maisījums 20	1.77	38.88	2.40	28.27	2.02	36.73	2.38	29.43
v.air.(auzas)/ink.ābol./fac.	1.83	41.10	2.08	31.80	1.80	37.72	2.15	29.38
sakņu redīss	2.05	37.73	2.42	31.31	1.78	36.30	2.07	29.21
facēlija	1.80	40.64	2.33	28.00	1.70	38.44	2.42	28.91

1.36.tabula

Augsnes pretestība un tilpums, SPC, pavasaris 2021. g., I uztvērējaugu sējas laiks

25.03.21.	Augsnes pret., Mpa	Mitrums, %	Augsnes tilpums, g/cm ³	Mitrums, %
kontrolē - arts	1.95	30.63	1.10	31.56
kontrolē - rugaine	1.60	29.83	1.10	28.64
kontrolē – diskota rugaine	2.90	34.68	1.26	31.16
z. rapsis/z.(v.)vīķi/rudzi	1.80	35.00	1.18	32.16
auzas/facēlija/v.(z.)vīķi	1.70	35.08	1.13	31.18
auzas/sinepe	1.75	32.33	1.12	31.52
s.redīss(eļļas rutks)/sinepe	2.00	31.63	1.16	28.77
vieng. airene/griķi/facēlija	2.35	35.38	1.09	30.52
S/5 maisījums 20	3.10	36.70	1.11	32.86
v. airene(auzas)/ink.ābol./fac.	2.30	32.73	1.12	30.04

1.37.tabula

Augsnes pretestība un tilpums, SPC, pavasaris 2021. g., II uztvērējaugu sējas laiks

31.03.21.	Augsnes pret., Mpa	Mitrums, %	Augsnes tilpums, g/cm ³	Mitrums, %
kontrolē - arts	2.45	17.55	1.21	19.79
kontrolē - rugaine	2.15	24.40	1.21	21.28
kontrolē – diskota rugaine	3.35	24.05	1.26	22.74
z. rapsis/z.(v.)vīķi/rudzi	2.85	24.33	1.26	22.07
auzas/facēlija/v.(z.)vīķi	4.25	22.83	1.29	23.27
auzas/sinepe	3.50	22.40	1.20	21.44
s.redīss(eļļas rutks)/sinepe	3.70	21.10	1.29	22.20
vieng. airene/griķi/facēlija	3.80	25.08	1.28	22.51
S/5 maisījums 20	4.00	22.83	1.29	22.06
v. airene(auzas)/ink.ābol./fac.	3.55	26.38	1.29	22.69

Augsnes pretestība un tilpums, Lielvaicēni, pavasaris 2021. g. I uztvērējaugu sējas laiks

29.03.21.	Augsnes pret., Mpa	Mitrums, %	Augsnes tilpums, g/cm ³	Mitrums, %
kontrolē – diskota rugaine	2.25	29.55	1.13	26.39
z. rapsis/z.(v.)vīķi/rudzi	2.85	28.63	1.33	25.31
auzas/facēlija/v.(z.)vīķi	2.73	29.25	1.29	25.69
auzas/sinepe	3.33	27.83	1.30	25.46
s.redīss(eļļas rutks)/sinepe	3.03	30.33	1.34	24.80
vieng. airene/griķi/facēlija	3.13	31.35	1.35	26.49
S/5 maisījums 20	1.88	30.55	1.32	25.92
S/5 maisījums 10	2.15	29.75	1.32	25.62
v. airene(auzas)/ink.ābol./fac.	3.08	30.65	1.33	25.62

Augsnes pretestība un tilpums, Lielvaicēni, pavasaris 2021. g. II uztvērējaugu sējas laiks

29.03.21.	Augsnes pret., Mpa	Mitrums, %	Augsnes tilpums, g/cm ³	Mitrums, %
kontrolē – diskota rugaine	2.25	29.55	1.13	26.39
z. rapsis/z.(v.)vīķi/rudzi	3.35	29.28	1.33	24.29
auzas/facēlija/v.(z.)vīķi	2.55	28.90	1.30	24.29
auzas/sinepe	3.40	25.15	1.36	23.06
s.redīss(eļļas rutks)/sinepe	2.55	27.30	1.34	24.11
vieng. airene/griķi/facēlija	2.35	27.63	1.41	25.14
S/5 maisījums 20	2.15	29.18	1.39	25.59
S/5 maisījums 10	3.60	28.23	1.33	26.15
v. airene(auzas)/ink.ābol./fac.	3.03	31.53	1.19	24.96

Augsnes pretestība un tilpums, SPC, rudens 2021. g. I uztvērējaugu sējas laiks

09.11.21.	Augsnes pret., Mpa	Mitrums, %	Augsnes tilpums, g/cm ³	Mitrums, %
kontrolē - arts	1.90	26.37	1.07	31.73
kontrolē – diskota rugaine	1.85	37.58	1.10	33.43
z. rapsis/z.(v.)vīķi/rudzi	2.05	38.00	1.11	33.90
auzas/facēlija/v.(z.)vīķi	1.85	33.98	1.07	32.07
auzas/sinepe	2.00	39.45	1.09	34.08
s.redīss(eļļas rutks)/sinepe	1.95	35.20	1.10	33.02
sakņu redīss	2.00	38.25	1.09	34.51
vieng. airene/griķi/facēlija	1.65	41.83	1.08	34.40
v. airene(auzas)/ink.ābol./fac.	1.90	41.13	1.13	32.13
Facēlija	2.20	39.45	1.12	31.48
S/5 maisījums 20	1.60	37.38	1.14	32.29

Augsnes pretestība un tilpums, SPC, rudens 2021. g. II uztvērējaugu sējas laiks

	Augsnes pret., Mpa	Mitrums, %	Augsnes tilpums, g/cm ³	Mitrums, %
kontrolē – arts	1.55	33.25	1.11	32.84
kontrolē – diskota rugaine	1.90	36.28	1.14	36.70
z. rapsis/z.(v.)vīķi/rudzi	2.10	37.15	1.12	34.37
auzas/facēlija/v.(z.)vīķi	1.60	38.80	1.10	35.69
auzas/sinepe	1.65	38.40	1.08	34.36
s.redīss(eļļas rutks)/sinepe	1.85	34.58	1.08	35.91
sakņu redīss	1.90	35.48	1.14	34.45
vieng. airene/griķi/facēlija	1.70	38.38	1.09	34.31
v. airene(auzas)/ink.ābol./fac.	1.65	39.35	1.08	35.98
facēlija	2.00	37.43	1.05	34.12
S/5 maisījums 20	1.55	33.25	1.11	32.84

Augsnes pretestība un tilpums, Lielvaicēni, rudens 2021. g. I uztvērējaugu sējas laiks

	Augsnes pret., Mpa	Mitrums, %	Augsnes tilpums, g/cm³	Mitrums, %
kontrolē – diskota rugaine	2.15	31.40	1.09	24.64
z. rapsis/z.(v.)vīķi/rudzi	1.90	33.70	1.17	32.28
auzas/facēlija/v.(z.)vīķi	1.55	30.63	1.12	28.98
auzas/sinepe	1.35	28.40	1.08	28.67
s.redīss(eļļas rutks)/sinepe	1.40	28.30	1.11	27.88
sakņu redīss	1.60	25.75	1.10	28.20
vieng. airene/griķi/facēlija	2.25	26.20	1.08	26.62
v. airene(auzas)/ink.ābol./fac.	1.90	30.28	1.09	27.12
Facēlija	1.90	30.83	1.17	29.77
S/5 maisījums 20	1.90	32.03	1.06	28.83

1.43.tabula

Augsnes pretestība un tilpums, Lielvaicēni, rudens 2021. g. II uztvērējaugu sējas laiks

	Augsnes pret., Mpa	Mitrums, %	Augsnes tilpums, g/cm³	Mitrums, %
kontrolē – diskota rugaine	2.15	31.40	1.09	24.64
z. rapsis/z.(v.)vīķi/rudzi	1.65	29.30	1.14	30.14
auzas/facēlija/v.(z.)vīķi	1.95	26.75	1.15	29.37
auzas/sinepe	1.95	30.05	1.17	28.51
s.redīss(eļļas rutks)/sinepe	1.95	27.30	1.21	26.82
sakņu redīss	1.85	27.45	1.17	27.53
vieng. airene/griķi/facēlija	1.95	29.43	1.14	28.32
v. airene(auzas)/ink.ābol./fac.	1.65	28.80	1.18	29.00
facēlija	1.90	34.15	1.11	30.03
S/5 maisījums 20	2.05	30.05	1.07	27.73

1.44.tabula

Augsnes pretestība un tilpums, SPC, pavasaris 2022. g. I uztvērējaugu sējas laiks

	Augsnes pret., Mpa	Mitrums, %	Augsnes tilpums, g/cm³	Mitrums, %
kontrolē - arts	2.25	30.73	1.12	29.38
kontrolē – diskota rugaine	2.35	29.28	1.03	31.26
z. rapsis/z.(v.)vīķi/rudzi	2.60	33.53	1.06	33.11
auzas/facēlija/v.(z.)vīķi	2.45	33.18	1.05	30.28
auzas/sinepe	2.65	33.65	1.09	32.47
s.redīss(eļļas rutks)/sinepe	2.45	30.25	1.13	32.50
sakņu redīss	2.40	31.58	1.06	31.83
vieng. airene/griķi/facēlija	2.20	32.88	1.13	32.23
v. airene(auzas)/ink.ābol./fac.	2.15	33.08	1.08	30.85
Facēlija	2.70	27.30	1.15	31.74
S/5 maisījums 20	2.40	28.30	1.17	31.68

1.45.tabula

Augsnes pretestība un tilpums, SPC, pavasaris 2022. g. II uztvērējaugu sējas laiks

	Augsnes pret., Mpa	Mitrums, %	Augsnes tilpums, g/cm³	Mitrums, %
kontrolē – arts	2.25	30.73	1.12	29.38
kontrolē – diskota rugaine	2.25	26.48	1.12	31.71
S/5 maisījums 20	2.40	31.73	1.05	31.68
z. rapsis/z.(v.)vīķi/rudzi	2.45	32.10	1.10	32.38
auzas/facēlija/v.(z.)vīķi	2.50	28.70	1.10	31.84
auzas/sinepe	2.35	29.53	1.10	32.26
s.redīss(eļļas rutks)/sinepe	2.20	29.88	1.06	31.94
sakņu redīss	2.00	28.58	1.11	31.90
vieng. airene/griķi/facēlija	2.00	32.28	1.08	32.87
v. airene(auzas)/ink.ābol./fac.	2.15	30.10	1.08	33.30
facēlija	2.55	28.43	1.07	31.78

Augsnes pretestība un tilpums, Lielvaicēni, pavasaris 2022. g. I uztvērējaugu sējas laiks

	Augsnes pret., Mpa	Mitrums, %	Augsnes tilpums, g/cm ³	Mitrums, %
kontrolē – diskota rugaine	1.60	32.90	1.11	32.22
z. rapsis/z.(v.)vīķi/rudzi	1.65	34.50	1.17	32.09
auzas/facēlija/v.(z.)vīķi	1.40	35.15	1.16	31.71
auzas/sinepe	1.30	34.15	1.16	31.82
s.redīss(eļļas rutks)/sinepe	1.70	34.78	1.08	31.86
sakņu redīss	1.55	33.73	1.00	30.43
vieng. airene/griķi/facēlija	1.45	32.83	1.01	30.82
v. airene(auzas)/ink.ābol./fac.	1.50	33.38	1.05	32.26
Facēlija	1.55	32.98	1.07	31.95
S/5 maisījums 20	1.50	30.80	1.01	30.99

1.47.tabula

Augsnes pretestība un tilpums, Lielvaicēni, pavasaris 2022. g. II uztvērējaugu sējas laiks

	Augsnes pret., Mpa	Mitrums, %	Augsnes tilpums, g/cm ³	Mitrums, %
kontrolē – diskota rugaine	1.60	32.90	1.11	32.22
z. rapsis/z.(v.)vīķi/rudzi	1.25	30.90	1.06	31.30
auzas/facēlija/v.(z.)vīķi	1.50	30.20	1.02	30.10
auzas/sinepe	1.60	30.15	1.11	30.46
s.redīss(eļļas rutks)/sinepe	1.35	28.95	1.18	29.80
sakņu redīss	1.55	28.03	1.10	30.37
vieng. airene/griķi/facēlija	1.60	25.38	1.07	30.44
v. airene(auzas)/ink.ābol./fac.	1.60	27.00	1.07	32.21
facēlija	1.75	27.43	1.09	31.37
S/5 maisījums 20	1.60	26.93	1.13	30.46

Pēckultūras ražas un graudu/sēklu kvalitāte

SPC visos pētījuma gados pēckultūra bija vasaras mieži, ražas 2020. un 2021. gadā vērtējamas kā labas, vienīgi 2022. gadā tās bija zemas, jo sēklkopības sējumos netika lietoti minerālmēsli. Ražas SPC visos variantos bija līdzvērtīgas miežiem SPC. Lielvaicēnos raža tika noteikta ievācot paraugkūlus, 2020. gadā tika audzēti mieži – ražas labas un četros variantos bija būtiski augstākas ražas I uztvērējaugu sējas laikā (skat. 1.48. tab.), bet 2021. gadā tika audzēti zirņi un 2022. gadā – lauku pupas. Zirņiem un lauku pupām ražu variācijas starp četriem atkārtojumiem bija plašā diapazonā, tāpēc dispersija netika aprēķināta. Iespējams vairāk ražu ietekmēja sējuma izlīdzinātība un gada augšanas apstākļi.

Kvalitātes rādītāji variantos bija līdzvērtīgi, atšķirības noteica gada agroklimatiskie apstākļi un audzēšanas vieta. Piemēram, 2019. gadā SPC graudu kvalitāte līdzvērtīga variantos, graudu TGM bija augsta, bet proteīns zems, savukārt Lielvaicēnos proteīns augstāks un TGM zemāka. SPC 2020. gadā redzams, ka kontroles variantos bija zemāka graudu kvalitāte.

Pēckultūras ražas un graudu/sēklu kvalitāte, 2020.

Uztvērējaugu varianti	Vasaras mieži					
	Raža, t ha ⁻¹	Proteīns,%	β- glukāni, %	Ciete,%	Tilpum- masa, g L ⁻¹	TGM, G
I uztvērējaugu sējas laiks, SPC SKL 10						
kontrole - diskota rugaine	5.61	10.94	3.98	61.81	687.7	45.98
z. rapsis/z.(v.)vīķi/rudzi	6.19	11.09	3.90	61.87	701.55	45.82
auzas/facēlija/v.(z.)vīķi	6.02	10.63	3.84	62.28	704.0	47.01
auzas/sinepe	5.99	10.45	3.91	62.17	698.5	45.45
s.redīss(eļļas rutks)/sinepe	6.34	10.95	3.88	61.54	698.2	46.11
v.airene/griķi/facēlija	5.75	11.13	4.02	61.71	701.7	45.76
vasaras rudzi/vasaras vīķi	5.77	10.63	4.16	62.15	703.2	46.41
v.airene(auzas)/ink.ābol./facēl.	5.94	10.68	3.93	62.10	693.2	47.46
II uztvērējaugu sējas laiks, SEL 5						
kontrole - diskota rugaine	6.27	10.83	3.86	61.84	690.1	42.56
z. rapsis/z.(v.)vīķi/rudzi	6.19	10.59	4.04	61.92	669.9	45.15
auzas/facēlija/v.(z.)vīķi	6.19	10.50	4.04	61.94	685.6	45.02
auzas/sinepe	6.02	10.55	3.78	61.94	678.5	46.05
s.redīss(eļļas rutks)/sinepe	6.08	10.57	3.95	61.85	683.5	45.14
v.airene/griķi/facēlija	6.59	10.93	3.91	61.76	694.3	46.31
vasaras rudzi/vasaras vīķi	7.05	11.04	4.06	61.74	696.3	46.74
v.airene(auzas)/ink.ābol./facēl.	6.27	10.72	4.09	61.94	693.3	45.21
I uztvērējaugu sējas laiks, LIE Jurgī						
kontrole - diskota rugaine	4.05	14.19	3.88	58.42	-	35.39
z. rapsis/z.(v.)vīķi/rudzi	4.11	12.94	4.15	59.91	549.2	38.70
auzas/facēlija/v.(z.)vīķi	*4.74	13.68	3.80	58.05	-	37.48
auzas/sinepe	*5.50	13.46	4.04	59.92	568.5	39.50
s.redīss(eļļas rutks)/sinepe	*6.19	13.32	4.18	59.52	566.0	43.38
v.airene/griķi/facēlija	*5.32	13.26	3.80	59.49	-	37.91
v.airene(auzas)/ink.ābol./facēl.	4.18	12.40	3.45	60.03	-	38.02
II uztvērējaugu sējas laiks, LIE Jurgī						
kontrole - diskota rugaine	4.05					
z. rapsis/z.(v.)vīķi/rudzi	*4.90	13.70	3.77	59.4	-	34.07
auzas/facēlija/v.(z.)vīķi	*6.10	12.29	4.33	58.96	535.2	41.47
auzas/sinepe	4.72	11.43	3.75	58.7	-	37.56
s.redīss(eļļas rutks)/sinepe	*5.05	13.93	3.77	58.97	-	37.42
v.airene/griķi/facēlija	4.13	13.94	3.82	58.23	-	32.85
v.airene(auzas)/ink.ābol./facēl.	*5.12	13.27	3.81	58.19	-	36.21

* salīdzinājumā ar kontroli būtisks ražas pieaugums

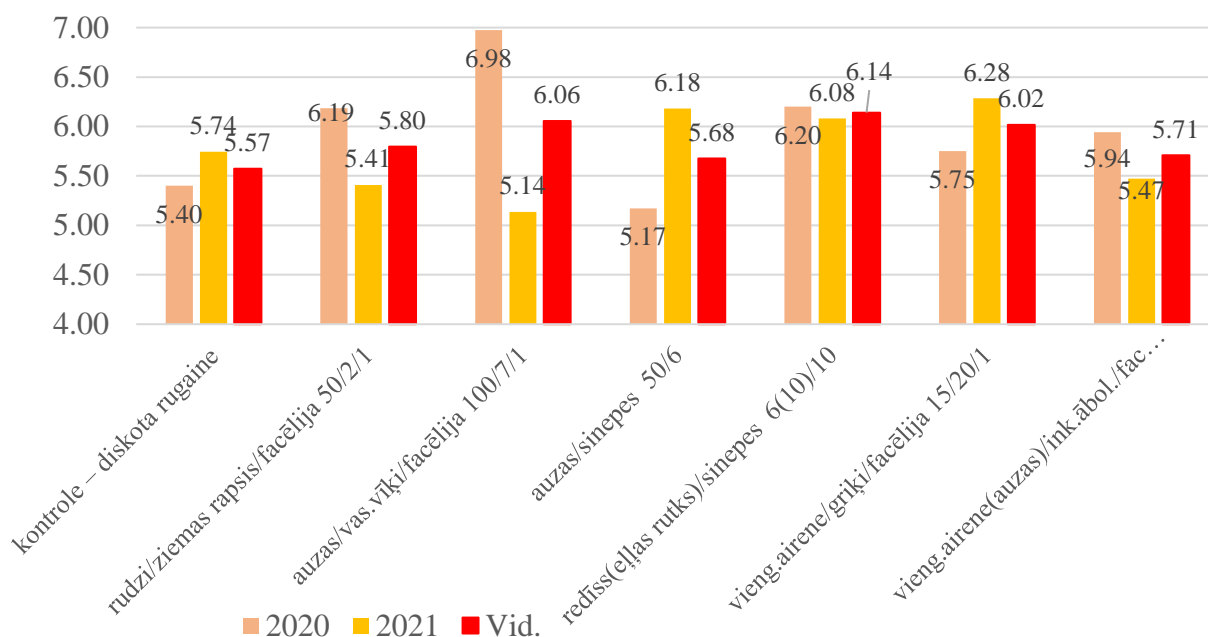
Pēckultūras ražas un graudu/sēklu kvalitāte, 2021.

Uztvērējaugu varianti	SPC SKL 22, SEL 1						LIE Bundulene		
	Vasaras mieži						Zirņi		
	Raža, t ha-1	Proteīns,%	β- glīkāni,%	Ciete,%	Tilpumsa, g L-1	TGM, G	Raža, t ha-1	Proteīns,%	TSM, g
I uztvērējaugu sējas laiks									
kontrolē - arts	4.84	12.99	3.99	60.84	655.2		-	-	
kontrolē - diskota rugaine	5.74	12.42	3.67	61.01	655.5		-	-	
kontrolē - rugaine	5.11	13.63	4.27	60.37	657.4		2.64	23.57	
z. rapsis/z.(v.)vīķi/ rudzi	5.41	14.10	4.07	60.13	665.0		2.70	24.48	
auzas/facēlija/v.(z.) vīķi	5.14	13.68	4.04	60.38	636.6		3.09	23.49	
auzas/sinepe	*6.18	13.94	4.09	59.97	659.8		3.39	24.05	
s.redīss(eļļas rutks)/ sinepe	6.08	14.52	4.19	59.72	661.6		3.15	24.22	
v.airene/griķi/facēlija	*6.28	14.48	4.29	59.56	663.3		3.11	24.75	
S/5 maisījums 20	5.56	14.32	4.05	59.65	659.7		3.52	21.43	
S/5 maisījums 10	-	-	-	-	-		3.23	22.57	
v.airene(auzas)/ink. ābol./facēlija	5.47	13.30	4.35	60.56	659.9		3.50	22.18	
II uztvērējaugu sējas laiks									
kontrolē - arts	4.47	14.44	4.42	58.94	4.47		-	-	
kontrolē - diskota rugaine	2.95	15.31	4.25	58.33	2.95		-	-	
kontrolē - rugaine	*5.12	12.94	4.37	59.57	5.12		2.64	23.57	
z. rapsis/z.(v.)vīķi/ rudzi	*4.01	13.98	4.24	58.74	4.01		3.69	21.87	
auzas/facēlija/v.(z.) vīķi	*5.29	14.31	4.37	58.12	5.29		3.61	21.55	
auzas/sinepe	*6.04	13.98	4.40	58.56	6.04		2.49	23.94	
s.redīss(eļļas rutks)/ sinepe	*6.52	13.55	4.45	59.02	6.52		3.05	23.88	
v.airene/griķi/facēlija	*5.48	12.95	4.25	59.13	5.48		3.16	22.99	
S/5 maisījums 20	*4.76	14.73	4.41	59.79	4.76		2.56	20.93	
S/5 maisījums 10	-	-	-	-	-		3.03	22.04	
v.airene(auzas)/ink. ābol./facēlija	*4.84	13.90	4.50	58.98	4.84		3.89	23.88	

* salīdzinājumā ar kontroli būtisks ražas pieaugums

Pēckultūras ražas un graudu/sēklu kvalitāte, 2022.

Uztvērējaugu varianti	SPC SKL 21						LIE Veipe		
	Vasaras mieži						Lauku pupas		
	Raža, t ha-1	Proteīns,%	β- glikāni, %	Ciete,%	Tilpumsa, L-1	TGM, G	Raža, t ha-1	Proteīns,%	TSM, g
I uztvērējaugu sējas laiks									
kontrolē - arts	2.98	11.11	3.94	62.33	657.6	39.85	-	-	-
kontrolē - diskota rugaine	3.32	11.36	3.86	62.19	645.8	38.94	6.59	30.73	678.1
z. rapsis/z.(v.)vīķi/ rudzi	3.28	11.38	3.94	62.40	656.9	40.29	5.27	31.05	722.3
auzas/facēlija/v.(z.) vīķi	3.78	11.04	4.08	62.53	659.1	39.77	6.91	31.32	694.6
auzas/sinepe	3.37	11.15	3.98	62.64	663.0	39.52	6.61	31.24	701.8
s.redīss(eļļas rutks)/ sinepe	3.36	10.54	3.98	62.70	653.6	39.82	4.16	31.12	685.3
v.airene/griķi/facēlija	3.75	11.25	4.00	62.43	664.6	40.42	6.27	30.78	698.8
S/5 maisījums	2.97	10.13	4.02	63.20	671.7	40.64	5.70	31.15	674.5
v.airene(auzas)/ink. ābol./facēlija	3.30	10.49	4.00	62.98	667.0	40.30	5.29	30.79	681.7
sakņu redīss	2.78	11.07	4.12	62.38	650.3	39.26	4.71	31.31	752.4
facēlija	3.46	10.89	4.07	62.67	672.2	41.35	7.49	30.89	683.3
II uztvērējaugu sējas laiks									
kontrolē - diskota rugaine	3.89	11.16	4.15	62.65	687.5	41.81	6.59	30.73	678.1
z. rapsis/z.(v.)vīķi/rudzi	3.63	11.19	3.97	62.63	676.3	40.80	5.52	31.19	670.0
auzas/facēlija/v.(z.) vīķi	3.94	11.01	3.84	62.69	673.8	39.31	5.23	31.40	650.2
auzas/sinepe	3.64	10.93	3.89	62.90	675.8	39.36	6.13	31.53	657.1
s.redīss(eļļas rutks)/ sinepe	3.69	10.97	3.91	62.93	675.9	39.75	5.87	31.04	666.9
v.airene/griķi/facēlija	3.81	11.02	3.98	62.85	676.1	40.87	6.89	31.31	722.7
S/5 maisījums	3.58	11.43	3.95	62.56	683.0	42.06	7.49	30.88	678.2
v.airene(auzas)/ink. ābol./facēlija	3.69	10.96	4.10	63.07	680.2	41.49	5.00	31.05	676.3
sakņu redīss	3.70	11.01	4.07	62.88	676.0	39.89	6.42	31.10	712.2
facēlija	3.87	10.21	3.93	63.38	671.8	38.26	5.79	31.59	690.8



1.34.att. Pēckultūras – vasaras miežu raža, t ha⁻¹, SPC, 2020.-2021.

Kopsavilkums par 1.2. aktivitāti

1. Biomasas izveidošanai uztvērējaugus būtiski iesēt pēc iespējas agrāk – jūlija beigās vai augusta sākumā.
2. Lielāko augu virszemes sausnu abās pētījuma vietās nodrošināja maisījumi: redīss (eļļas rutks) + sinēpes; auzas + sinēpes.
3. Lielāko sakņu daļas sausnu abās pētījuma vietās nodrošināja maisījums - viengadīgās airenēs (auzas) + inkarnāta āboliņš + facēlija.
4. Rapšu audzētājiem iesakām trīs no mūsu pētījumā iekļautajiem maisījumiem: viengadīgā airene + griķi + facēlija; auzas + vasaras (ziemas) viķi + facēlija; viengadīgā airene (auzas) + ink.āboliņš + facēlija.
5. Ziemāji un daži augi (kā viengadīgā airene) pārziemo un sagādā problēmas pēckultūrai, un izmantojot tiešo sēju, grūti ierobežojami.
6. Jānodrošina optimāla sējuma biežība, jo brīvā telpā aug ziemotspējīgās nezāles, kas rada problēmas pēckultūrai.

1.3. Uztvērējaugu audzēšanas iespējas

ZEMKOPIBAS DARBĪBAS RAKSTUROJOŠO DATU REĢISTRĒŠANAS METODOLOĢIJA

Mērķis: Projekta ietvaros, sadarbībā ar LPKS Latraps un VAKS no kooperatīva biedru un klientu vidus tiek izveidota kopumā 200 saimniecību liela kopa, kas ļaus raksturot saimniecības pēc lieluma, specializācijas, izvietojuma.

Projektā paredzēts, ka monitoringa kopā iekļautās sadarbības saimniecības sniegs informāciju par vairāku gadu ilgumā (4-5 gadi) veiktajām un reģistrētajām agronomiskajām darbībām, tajās patērētajiem resursiem (mašīnagregātu darba laiku, izmantoto mēslojuma un augu aizsardzības līdzekļu apjomiem) un no lauka iegūto produkciju (to vērtējot pēc apjoma un uztveramajiem kvalitatīvajiem rādītājiem, piemēram, graudu un rapšu sēkļu kvalitātes rādītājiem, lopbarības enerģijas un proteīna rādītājiem).

Tādējādi plānots, ka tiks izveidots datu masīvs ar kopējo reģistrēto lauk*gadu ierakstu skaitu 800-1000.

Šāda masīva apstrādei – tajā skaitā cenu, izmaksu novērtējumu, barības vielu izneses normatīvu un citas papildinformācijas pievienošanai, **ārkārtīgi svarīga ir kvalitatīva sākotnējo datu masīva izveide.**

Vienlaikus, ievērojot lielo datu sagatavošanā iesaistīto cilvēku skaitu, ir vēlams izveidot visiem dalībniekiem saprotamu un darba resursu taupošu datu ieguves un sagatavošanas tehnoloģiju ar iespējami vienkāršiem pieejamajiem līdzekļiem.

Šīs metodoloģijas mērķis ir noteikt:

- ✓ savācamo datu (rādītāju) kopu
- ✓ vienotu datu fiksēšanas interpretāciju
- ✓ to reģistrēšanas mērvienības un formātu
- ✓ datu ieguves procesā veicamās kopējās darbības

Šo metodoloģiju sagatavoja AREI pētnieku grupa Alberts Auziņš, Agnese Krieviņa, Ieva Leimane, Ligita Melece, Inga Jansone sadarbībā ar projekta partneriem SIA EDO Consult (ekonomists Andris Miglavs), LPKS Latraps (Līga Ruža) un LPKS VAKS (Māris Korņējvs).

Rezultātā mums ir datu kopa par īstenoto zemkopības praksi 2018.-2022. periodā 160 laukos, dažādos Latvijas reģionos. Dati projektā izmantoti projekta ziņojumos (Ziņojums R3.4. un R3.2.), kā arī zemkopības sistēmas izvēles lēmumu pieņemšanas rīka izstrādē (R3.3.).

Analīzes rezultāti publiskoti projekta noslēguma konferencē, izmantoti zinātniskās publikācijas sagatavošanā.

Datu kopas ir vērtīgs informācijas avots turpmākiem pētījumiem.

Metodoloģijas aprobēšanai notikušas divas projekta partneru sanāksmes online režīmā.

Ziņojuma autori: Ieva Leimane, Agnese Krieviņa, Alberts Auziņš.

Atsaukšanās uz ziņojumu un tā autoriem, izmantojot tajā publicētos rezultātus – obligāta.

Darba organizācija

Zemkopības darbības raksturojošo datu reģistrēšanu veic projekta partneri LPKS Latraps un LPKS VAKS sadarbībā ar saimniecībām no monitoringā iekļaujamo saimniecību iepriekšizveidotajām kopām.

Dati tiek reģistrēti unificētos MS Excel failos.

Kooperatīvu deleģētās - atbildīgās personas akceptētos un, vajadzības gadījumā, sadarbībā ar saimniecībām precizētos savākto datu failus nodod AREI, kā par monitoringa datu masīva izveidi un apstrādi atbildīgajam partnerim.

Uzsākot datu reģistrēšanu, AREI nosūta LPKS Latraps un LPKS VAKS atbildīgajām personām pamata failus MS Excel formātā ar nosaukumiem ZSM_LR_ vai ZSM_VK_.

Kooperatīva deleģētās personas sagatavo un monitoringa kopā iekļautajām saimniecībām nosūta katrai savu failu, bāzes faila nosaukumam formātā ZSM_LR_NNN vai ZSM_VK_NNN pievienojot saimniecības kodu (numuru, kāds tai piešķirts monitoringa kopā. **Šis numurs kļūst par lauka kodu datu tabulās (LR_xxx vai VK_xxx).**

Faili ir informāciju uzkrājoši un tiek papildināti visā projekta novērojuma laikā.

Katru gadu rudenī LPKS Latraps un LPKS VAKS atbildīgās personas nosūta AREI visu monitoringa kopas failu kopijas, aizpildītas ar informāciju par iepriekšējo periodu (periodiem).

Saimniecībās un kooperatīvos tie paliek kā turpināmi darba faili līdz projekta beigām.

Datu ieguves formas

Dati par augkopības ražošanas saimniecisko praksi katrā ražas gadā tiek sagatavoti harmonizētā viendimensijas datu matricas formā - tabulā (turpmāk saukta – datu vektors), kas ļauj gan vienkāršot datu ievākšanu, gan izveidot ekonometriski apstrādājamu datu masīvu.

Katrs datu vektors raksturo augkopības ražošanas saimniecisko praksi:

- ✓ vienas saimniecības
- ✓ vienā laukā
- ✓ vienā lauksaimniecības gadā.

Pēc datu satura un to ieguves periodiskuma katram datu vektoram ir 2 daļas:

- **pastāvīgā daļa** – raksturo konkrētā lauka agroklimatiskos un saimniekošanas apstākļus. Detalizēts apraksts sadaļā „Pastāvīgā daļa. Datu lapa Nr.1”.

- **ikgadējās saimniekošanas prakses daļa**. Raksturo konkrētajā ražas gadā īstenoto saimniekošanas praksi un tās rezultātus. Detalizēts apraksts sadaļā „Ikgadējās saimniekošanas prakses fiksācija. Datu lapa Nr.2.”.

Tāpēc praktiski informācijas ieguve tiek organizēta 2 atsevišķās datu tabulās:

- ✓ Datu lapa Nr.1 – pastāvīgā daļa;
- ✓ Datu lapa Nr.2 – ikgadējā prakse.

1. Pastāvīgā daļa. Datu lapa Nr.1

Pastāvīgo daļu kā atsevišķu datu tabulu izveido monitoringa sākumā, līdz ar pirmā gada datu vektora izveidošanu, un papildina novērojumu periodā ar iztrūkstošo informāciju.

Tā ietver 2 informācijas blokus:

- ✓ monitoringā iekļauto lauku raksturojošie parametri;
- ✓ augsnes raksturojums laukā.

1.1. Monitoringā iekļauto lauku raksturojošie parametri. Lauka kods un kodi V010-V070.

Kods	Rādītājs	Skaidrojums
V010	Lauka kods	5 zīmju kods, kur 1-2. zīme ir burti, bet 3 nākamās zīmes - brīvi izraudzīti skaitļi. Kodu piešķir, attiecīgi – LPKS Latraps un LPKS VAKS par monitoringa organizāciju atbildīgā persona. LPKS Latraps partnersaimniecībām kods sākas ar burtu LR, bet LPKS VAKS partnersaimniecībām – ar burtu VK. Pārējās zīmes tiek piešķirtas brīvi izraudzītā kārtībā.
V020	Pagasts	No saraksta izvēlas pagastu, kurā izvietots lauks (saimniecības adrese un centrs var atrasties arī citā pagastā). Informācija tiks izmantota saimniekošanas agroklimatisko apstākļu (zonas) raksturošanai.
V031	Lauka koordinātes: platums, grādos	Koordinātas norādāmas kādam lauka teritorijā esošam punktam grādos ar decimāldaļām. Ja nav zināmas, koordinātes var atrast, izmantot karšu servisu balticmaps.eu : kartē atrodot konkrēto lauku un ar orientējoši lauka centrālajā daļā novietotu kursoru nospiežot peles labo taustiņu. Uz ekrāna tiek parādītas punkta koordinātes: platums (Lat) un garums (Lon). Principā līdzīgā veidā var izmantot arī google.com \maps servisu. Var tikt izmantots kādu citu valsts ģeotelpiskās informācijas sistēmās esošu datu piesaistīšanai konkrētajam laukam, piemēram, VAAD īstenoto monitoringu dati.
V032	Lauka koordinātes: garums, grādos	
V040	Saimniecības lielums	Raksturo saimniecības kopējo apsaimniekotās LIZ platību. Jāizvēlas no saraksta viena no piedāvātajām iespējām: līdz 50 ha, 50-200 ha, >200 ha.
V050	Specializācija	Jāizvēlas no saraksta vienu no piedāvātajām iespējām: augkopība augkopība + lopkopība
V060	Lauksaimniecības sistēmas veids laukā	Jāizvēlas no saraksta vienu no piedāvātajām iespējām: konvencionālā bioloģiskā integrētā
V070	Lietotā augsnes apstrādes sistēma	Jāizvēlas no saraksta vienu no piedāvātajām iespējām: Tradicionālā (ar augsnes virskārtas apvēršanu) Visa lauka samazināta augsnes apstrāde. Visa lauka vienlaidus apstrādei tiek izmantotas augsnes apstrādes tehnoloģijas, kas neapvērš augsnes virskārtu. Lokāla samazināta augsnes apstrāde (lokāla, piemēram, rindu). Neapvēršot virskārtu, tiek veikta augsnes apstrāde sējas zonās. Nulles apstrāde. Tieša kultūraugu sēja velēnā.

1.2. Augsnes raksturojums novērojuma laukā. Kods A010-A190

Kods	Rādītājs	Skaidrojums
A010	Vai laukā tiek veikts VAAD īstenotais augsnes minerālā slāpekļa monitorings Īpaši jutīgajās teritorijās	Izvēlas vienu no 2 piedāvātajām iespējām. Jā. Ja laukā tiek veikts VAAD īstenotais augsnes minerālā slāpekļa monitorings Īpaši jutīgajās teritorijās. Nē. Ja būs „jā” – datus apstrādājot, tiks mēģināts pievienot lauka parametriem VAAD datus no šīs monitoringa kopas.
A020	Augsnes tips	Izvēlas vienu no piedāvātajām iespējām: velēnu karbonātaugsne (VK), velēnu podzolaugsne (PVv), velēnglejtota augsne (GLg), velēnu glejaugsne (GLv), trūdainā glejaugsne (GLr), velēnpodzolētā glejaugsne (PGv), velēnpodzolētā glejtota augsne (PGg) Noteikšanas sarežģītumu gadījumā lēmumu par augsnes piederību tipam pieņem attiecīgā LPKS agronoms. Nepieciešamības gadījumā ir iespēja ierakstīt arī citu variantu.
A030	Augsnes granulometriskais sastāvs	Izvēlas vienu no piedāvātajām iespējām: māls, smags smilšmāls, vidējs smilšmāls, viegls smilšmāls, mālsmilts, smilts, kūdra
A040	Augsnes rādītāji novērojumu sākumā	Norāda pēdējo tuvāko analīžu veikšanas gadu 4 zīmju skaitļa formātā, piemēram, 2018.
A050	Analīžu izpildes laboratorija	Tā kā praksē analīzes tiek veiktas 2 laboratorijās ar atšķirīgu izmantoto metodoloģiju un rezultātu pasniegšanas formātu, izvēlas vienu no piedāvātajām iespējām: VAAD Vācija Nepieciešamības gadījumā ir iespēja norādīt citu variantu
A060	Organiskās vielas saturs, %	Norāda skaitlisko vērtību %
A070	Augsnes pH	Norāda skaitlisko vērtību
A080	K2O līmenis augsnē	Ja analīzes veiktas VAAD laboratorijā, norāda analīzēs noteikto K2O skaitlisko vērtību. Ja analīze veikta Vācijas laboratorijā – vērtība ir 0.
A090	K līmenis augsnē	Ja analīzes veiktas Vācijas laboratorijā, norāda analīzēs noteikto K skaitlisko vērtību. Ja analīze veikta VAAD laboratorijā – vērtība ir 0.
A100	P2O5 līmenis augsnē	Ja analīzes veiktas VAAD laboratorijā, norāda analīzēs noteikto P2O5 skaitlisko vērtību. Ja analīze veikta Vācijas laboratorijā – vērtība ir 0.
A110	P līmenis augsnē	Ja analīzes veiktas Vācijas laboratorijā, norāda analīzēs noteikto P skaitlisko vērtību. Ja analīze veikta VAAD laboratorijā – vērtība ir 0.
A120	Augsnes rādītāji novērojumu beigās	Norāda pēdējo analīžu veikšanas gadu 4 zīmju skaitļa formātā, piemēram, 2022.
A140	Organiskās vielas saturs	Norāda noslēguma analīzēs noteiktās vērtības.
A150	Augsnes pH	Norāda noslēguma analīzēs noteiktās vērtības.
A160	K2O līmenis augsnē	Norāda noslēguma analīzēs noteiktās vērtības.
A180	P2O5 līmenis augsnē	Norāda noslēguma analīzēs noteiktās vērtības.

2. Ikgadējās saimniekošanas prakses fiksācija. Datu lapa Nr.2.

Šī tabula (vektors) tiek veidota atsevišķi par katru ražas gadu, sākot ar darbībām pēc iepriekšējā gada ražas novākšanas un noslēdzot ar pārskata gada ražas novākšanas darbībām. Tātad tā gandrīz pilnīgi noteikti aptver darbības 2 kalendārajos gados – kārtējā – ražas gadā un iepriekšējā gadā.

V010	Lauka kods	Kods V010 no vispārējo datu tabulas. Nodrošina šīs tabulas datu sasaisti ar vispārējiem un agroķīmiskajiem datiem. Tas ir konkrētajam laukam piešķirtais kods, kas nemainās visā novērojumu periodā.
G010	Ražas gads	Ražas gads 4 zīmju formātā, piemēram, 2018

Šai tabulai arī ir vairākas daļas –

- A Audzētie kultūraugi
- B Veiktās agrotehniskās darbības
 - a) Attiecībā uz pamatkultūru
 - b) Attiecībā uz uztvērējaugu (starpkultūru), ja tāda ir bijusi
- C Minerālvielu lietošana
- D Organiskā un cita mēslojuma lietošana
- E Augu aizsardzības līdzekļu lietošana
- F Ražas parametri
- G Īpašie apstākļi un piezīmes

Katrā datu laukā vispārējā gadījumā norāda:

konkrētās skaitliskās vērtības, ja šis rādītājs ir relevants konkrētā novērojamajā laukā dotajā ražas gadā veiktajām darbībām un to rezultātiem.

Vai atbilstīgo variantu no izvēlnē piedāvātajām iespējām.

Sīkāk par katru no sadaļām:

2.1. Kultūraugi

R010	Priekšaugi (pamatkultūra)	Norāda iepriekšējā ražas gada pamatkultūru, Izvēlas vienu no LAD klasifikatorā izmantotajiem kultūru kodiem.
R020	Uztvērējaugi starpsezonā	Par uztvērējaugiem šajā novērojumā uzskatām pēc pamatražas novākšanas sētās starpkultūras. Ja bijusi uztvērējaugu „tīrkultūra”, izvēlas vienu no LAD klasifikatorā izmantotajiem kultūru kodiem. Ja maisījums, izvēlas iespēju ‘maisījums’
R030	Ja maisījums, tad atšifrēt	Brīvā tekstā ieraksta maisījumā izmantotos augus.
R040	Uztvērējauga sējas datums	Ja izmantoti uztvērējaugi, norāda to sējas datumu.
R050	Izsējas norma, kg/ha	Norāda skaitlisko vērtību
R060	Audzētā pamatkultūra	Izvēlas vienu no LAD klasifikatorā izmantotajiem kultūru kodiem.
R070	Sējas/stādīšanas datums	Norāda to sējas datumu. Ja tā ir vairāk gadīga kultūra, kas sēta iepriekšējā ražas gadā, norāda faktisko sējas datumu
R080	Izsējas norma, kg/ha	Norāda skaitlisko vērtību
R085	Vai iegādājāties jau kodinātu sēklu	Izvēlne „jā/nē”
R090	Ražas novākšanas datums	Norāda pamatkultūras ražas novākšanas datumu. Zālaugu vairāku plāvumu gadījumā norāda pēdējā plāvuma datumu

2.2. Veiktās agrotehniskās darbības

Praktiski visām šajā sadaļā minētajām darbībām vienkārši tiek fiksēta to iekļaušana agrotehniskajā sistēmā, norādot apstrādes reižu skaitu. Datu masīvu apstrādājot, katrai šai darbībai tiks piemeklēti standartizcenojumi, vienādi visiem novērojumiem.

2.2.1. Attiecībā uz pamatkultūru

R100	Aršana	Ja darbība notikusi, norāda izpildes reižu skaitu kā skaitlisku vērtību. Ja darbība nav veikta, norāda „0”
R110	Kaļķošana	- „ -
R115	Dziļirdināšana	- „ -
R120	Šķīvošana/diskošana	- „ -
R121	Lauka virsmas šļūksšana	- „ -
R122	Kultivēšana	- „ -
R125	Kombinētā augsnes pirmapstrāde	- „ -
R130	Sēšana/stādīšana	Šeit norāda skaitlisko vērtību, ja šajā vienā darba gājienā veikta tikai sēšana bez cita veida augsnes apstrādes operācijām. Ja darbība notikusi, norāda izpildes reižu skaitu kā skaitlisku vērtību. Pārsēšanas gadījumā, kopējais sēšanas operāciju skaits būs attiecīgi lielāks. Ja darbība nav veikta, norāda „0”
R131	vai vienlaicīgi veikta minerālmēslu iestrāde	Ja ar sēšanu vienlaicīgi vienā darba gājienā veikta arī minerālmēslu iestrāde, izvēlnē attiecīgi norāda jā/nē.
R135	Kombinētais agregāts (augšnes apstrāde+sēšana)	Ja līdz ar sēšanu vienā darba gājienā veiktas arī citas augsnes apstrādes operācijas. Ja darbība notikusi, norāda izpildes reižu skaitu kā skaitlisku vērtību. Ja darbība nav veikta, norāda „0”
R136	vai vienlaicīgi veikta minerālmēslu iestrāde	Ja ar sēšanu vienlaicīgi vienā darba gājienā veikta arī minerālmēslu iestrāde, izvēlnē attiecīgi norāda jā/nē.
R140	Pievelšana	Ja darbība notikusi, norāda izpildes reižu skaitu kā skaitlisku vērtību. Ja darbība nav veikta, norāda „0”
R150	Sējumu/stādījumu ecēšana	- „ -
R160	Minerālmēslu izkliešana	- „ -
R165	Smidzināšana (AAL, mikroelementi)	- „ -
R170	Organiskā mēslojuma izkliešana	- „ -
R180	Ražas novākšana	- „ -
R181	Salmu smalcināšana (ja nenotiek vienlaikus ar ražas novākšanu)	Norāda tikai tad, ja salmi nav smalcināti un izkliekti jau kombinēšanas procesā. Ja darbība notikusi, norāda izpildes reižu skaitu kā skaitlisku vērtību. Ja darbība nav veikta, norāda „0”
R185	Salmu presēšana	Faktiski norāda, ka salmi tiek savākti novākšanai no lauka un ir potenciāla produkcija. Ja darbība notikusi, norāda izpildes reižu skaitu kā skaitlisku vērtību. Ja darbība nav veikta, norāda „0”
R191	Vagu uzfrēzēšana	Kartupeļu audzēšanas gadījumā. Ja darbība notikusi, norāda izpildes reižu skaitu kā skaitlisku vērtību. Ja darbība nav veikta, norāda „0”
R192	Vagošana	- „ -
R193	Lakstu pļaušana	- „ -

2.2.2. Attiecībā uz uztvērējaugu

R210	Sējas veids	Izvēlas vienu no izvēlnē piedāvātajiem: tiešā sēja, izkliešanas sēja, kombinētais variants
R220	Augu pievelšana un sadalīšana	Ja uztvērējaugi tiek mehāniski apstrādāti augšanas ierobežošanai. Ja darbība notikusi, norāda izpildes reižu skaitu kā skaitlisku vērtību. Ja darbība nav veikta, norāda „0”
R230	Augu ķīmiskā ierobežošana	Ja uztvērējaugi tiek ķīmiski apstrādāti augšanas ierobežošanai Ja darbība notikusi, norāda izpildes reižu skaitu kā skaitlisku vērtību. Ja darbība nav veikta, norāda „0”

2.3. Minerālvielu lietošana

Augsnes agroķīmiskā režīma uzlabošanā izmantotie līdzekļi šajā datu tabulā ir sadalīti 2 daļās.

Aplūkoti minerālie līdzekļi, norādot to patēriņu tīrvielā, atbilstīgi Latvijā pieņemtajiem tīrvielas novērtēšanas paņēmieniem. Izņēmums ir kaļķošanas materiāls, kas novērtējams faktiskajā masā.

R310	N, kg/ha	Slāpekļa kopējo lietojumu ražas gada ietvaros norāda N tīrvielā
R311	t.sk. N no karbamīda (urīnvielas)	Ja kā mēslošanas līdzeklis izmantots karbamīds - šeit tiek norādīta šajā formā izmantotā slāpekļa tīrvielas daudzums (tas ir iekļauts arī kopējā lietotā N daudzumā!).
R312	no kopējā N kā virsmēslojums, kg/ha	Ja slāpekļi (jebkurā tā formā) lietots arī kā virsmēslojums - šeit tiek norādīta šim mērķim izmantotā slāpekļa tīrvielas daudzums (tas ir iekļauts arī kopējā lietotā N daudzumā!).
R320	P2O5, kg/ha	Fosfora kopējo lietojumu ražas gada ietvaros norāda tā oksīda P2O5 tīrvielā
R330	K2O, kg/ha	Kālija kopējo lietojumu ražas gada ietvaros norāda tā oksīda K2O tīrvielā
R340	S, kg/ha	Sēra kopējo lietojumu ražas gada ietvaros norāda S tīrvielā
R350	Kaļķošanas materiāla deva, t/ha	Norāda tā patēriņš faktiskajā masā
R351	vai lietojat ātrās iedarbības kaļķošanas materiālu?	Izvēlas no piedāvātajiem variantiem „jā/nē”

2.4. Organiskā un cita mēslojuma lietošana

R400	Mēslojuma veids	Te jāizvēlas no izvēlnē piedāvātajiem: fermentācijas atliekas (digestāts) – gadījumā, ja organiskā masa vispirms ir izgājusi biogāzes ražošanas fermentācijas procesu, šķidrmēsli, vidēji šķidri kūtsmēsli, cietie kūtsmēsli, mēslu sula (virca), pakaišu kūtsmēsli, kompostēti kūtsmēsli
R410	Mēslojuma izcelsme	Te jāizvēlas no izvēlnē piedāvātajiem variantiem, pēc izlietotā mēslojuma veidojošā pamatelementa: liellopu mēsli, cūku mēsli, putnu mēsli, augu atliekas un zaļā masa
R420	Mēslojuma izkliedes veids	Jāizvēlas viens no piedāvātajiem: izkliedēšana uz lauka virsmas, izkliedēšana uz lauka virsmas ar vienlaicīgu iestrādi, inžekcija augsnē, jebkāda tās formā.
R430	Mēslojuma deva, t/ha	Norāda faktiskā izlietotās masas daudzumu tonnās uz ha.
R440	Vai tiek izmantoti citi bioloģiskie mēslošanas līdzekļi (Kelpak, Physio Natur PKS 41 u.c.)	Izvēlne „jā/nē”
R445	Ja jā, tad mēslojuma daudzums	Ievērojot lielo citu mēslošanas līdzekļu izvēles iespēju, īpaši bioloģiskās saimniecības sistēmas ietvaros, vispārīgā veidā norāda faktiskā izlietotā mēslojuma naudisko vērtību (iegādes cenās) , EUR/ha.

2.5. Augu aizsardzības līdzekļu lietošana

Ievērojot ārkārtīgi lielo augu aizsardzības līdzekļu izvēles iespēju, vispārīgā veidā tie norādāmi pēc izmantotā daudzuma vērtības, EUR/ ha.

Bet – dalījumā pa augu aizsardzības līdzekļu veidiem, pēc to pielietojuma, kas ļautu novērtēt atšķirīgo AAL vajadzību pie dažādām zemkopības sistēmām.

R510	Kodne	Norāda skaitlisko vērtību (EUR/ha)
R520	Herbicīdi	- „ -
R530	Limacīdi	- „ -
R540	Fungicīdi	- „ -
R550	Insekticīdi	- „ -
R560	Retardanti	- „ -
R570	Desikanti	- „ -
R580	Bioloģiskie AAL	- „ -

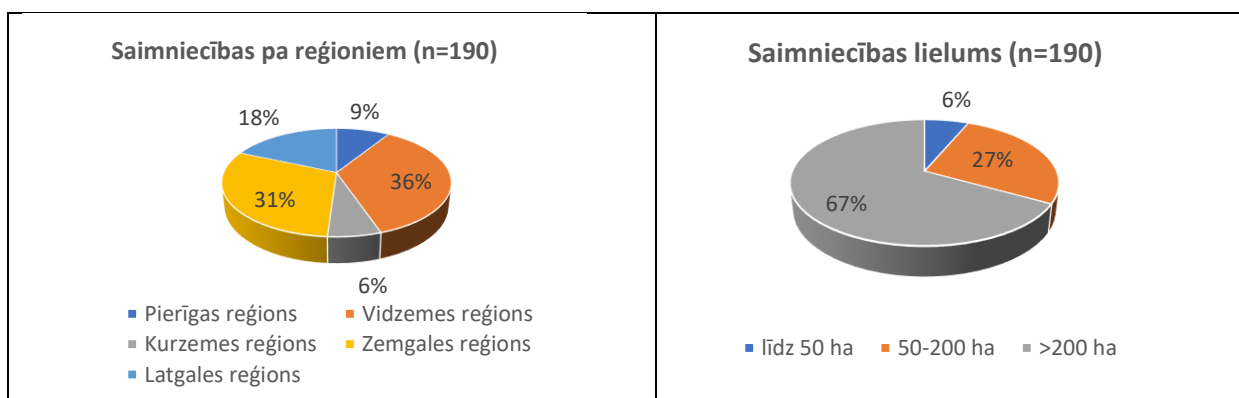
2.6. Ražas parametri

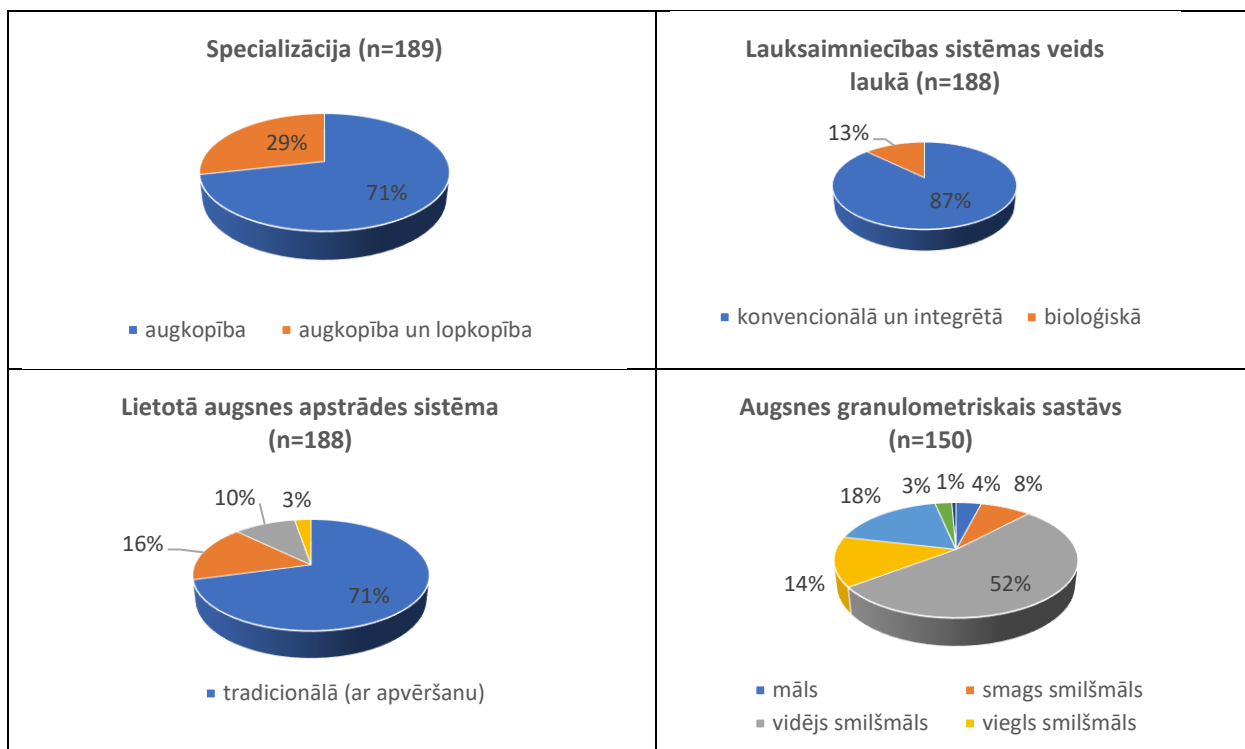
R600	Tehnoloģijas plāna raža, t/ha	Norāda ražas gadam plānoto ražību, kam atbilstīgi veidots mēslošanas plāns
R610	Iegūtā raža, t/ha	Norāda faktiskā ražas daudzumu fiziskā apjomā
R620	Mitrums, %	Iepriekš norādītās ražas novērtētais mitruma daudzums, procentos no norādītās masas
R630	Citu sēkļu piemaisījums ražai, %	Iepriekš norādītās iegūtās ražas novērtētais piemaisījumu daudzums, procentos no norādītās masas
R640	Proteīna saturs (% sausnē)	Iepriekš norādītās iegūtās ražas novērtētais proteīna saturs, procentos no norādītās masas
R650	Tauku (eļļas) saturs (% sausnē)	Iepriekš norādītās iegūtās ražas (rapšu un citu eļļsēkļu gadījumā) tauku (eļļas) saturs, %
R660	Tilpummasa, g/l	Ja iegūtā raža ir graudi, šeit norādāma tās tilpummasa

2.7. Īpašie apstākļi

R700	Mitruma režīms veģetācijas laikā	Izvēle no piedāvātās izvēlnes, atbilstīgi savam subjektīvam novērtējumam par ražas augšanas apstākļiem ražas gada ietvaros: normāls, pārmitrs, nepietiekams
R710	Salnu ietekme	Norāda savu subjektīvo vērtējumu par salnu ietekmi uz ražu, kā orientējošo ražas zudumu procentos no plānotā. Ja salnas nav bijusi postoša ietekme – uzrādāms novērtējums „0”
R720	Vai pārsēti ziemāji	Izvēlne „jā/ nē”
R800	Piezīmes	Lauks, kurā brīvā teksta formā var pievienot jebkādu informāciju par saimniekošanas praksi un to ietekmējušajiem apstākļiem, kā arī novērtējumu dotajā ražas gadā

LATRAPS un VAKS monitoringa datu kopas raksturojums





Monitoringa datu pilotkopa (augu maiņas raksturojums)

Galveno kultūraugu audzēšanas biežums (n=178) monitoringa pilotkopā (2018-2020.g.)

Gadu skaits	Gadi ar kādu "L"		Gadi ar LKV		Gadi ar ERA		Gadi ar PAK un TAU		Gadi bez LKV un ERA		Gadi bez "L" un ERA	
	Lauku skaits	%	Lauku skaits	%	Lauku skaits	%	Lauku skaits	%	Lauku skaits	%	Lauku skaits	%
0	8	4.5%	26	14.6%	90	50.6%	137	77.0%	60	33.7%	103	57.9%
1	33	18.5%	57	32.0%	86	48.3%	37	20.8%	69	38.8%	55	30.9%
2	102	57.3%	85	47.8%	2	1.1%	3	1.7%	29	16.3%	13	7.3%
3	35	19.7%	10	5.6%	0	0.0%	1	0.6%	20	11.2%	7	3.9%
	178	100%	178	100%	178	100%	178	100%	178	100%	178	100%

Dominē lauki, kuros vismaz vienu reizi audzēti kvieši (85.4%), t.sk., 5.6% lauku kvieši audzēti visus 3 gadus.

Rapši vismaz vienu reizi trīs gadu periodā audzēti pusē no monitoringa laukiem, savukārt sēklu pākšaugi 23% lauku.

Lauku skaits pilotkopā, kuriem pieejama informācija par 2018.-2020.g.	178	
t.sk. monokultūra	16	9.0%
LKV	10	5.6%
KUK	1	0.6%
TAU	1	0.6%
ZAL	4	2.2%
t.sk. "absolūtā monokultūra"	11	6.2%
Z_LKV	5	2.8%
V_KUK	1	0.6%
V_TAU	1	0.6%
Z_ZAL	4	2.2%

Kultūraugu audzēšanas biežums 3 gadu periodā

Kultūru skaits periodā	Lauku skaits	%	
1	16	9.0%	Audzēta tikai viena kultūra (monokultūra)
2	102	57.3%	Divkultūra
3	60	33.7%	Katru gadu cita kultūra audzēta
	178	100%	

2. AKTIVITĀTE “VIDE”

REKOMENDĀCIJA “SLĀPEKĻA IZMANTOŠANAS EFEKTIVITĀTES PROGNOZĒŠANAS RISINĀJUMS IZMANTOŠANAI LATVIJAS AUGKOPIBĀ”

Mērķis: izstrādāt risinājumu slāpekļa izmantošanas efektivitātes vērtēšanai un veikt slāpekļa izmantošanas novērtējumu dažādiem zemkopības sistēmas elementiem, balstoties uz projektā iegūtajiem empīriskajiem datiem.

Ziņojuma autori: Dace Piliksere, Alberts Auziņš.

Atsaukšanās uz ziņojumu un tā autoriem, izmantojot tajā publicētos rezultātus – obligāta.

Ievads – slāpekļa izmantošanas efektivitātes (NUE) mērīšana/novērtēšana, tipiskākās N zudumu formas

Kopš 2013. gada slāpekļa mēslošanas līdzekļu izmantošana Latvijā lauksaimniecības kultūraugu audzēšanai vidēji jau pārsniedz 60 kg ha⁻¹ sējumu kopplatības (pārrēķinot 100% augu barības vielās), turklāt pieaugums ir vērojams visās kultūraugu grupās.¹⁴ Lai arī lauksaimniecības kultūraugu ražu pieaugums ir ar pozitīvu tendenci, tomēr šīs ražas pa gadiem būtiski atšķiras, kas norāda uz risku neefektīvai slāpekļa mēslošanas līdzekļu izmantošanai. Slāpekļa zudumi no augkopības rada vairākas negatīvas sekas uz vidi un cilvēku veselību. Slāpekļa emisijas no aramzemēm, galvenokārt, reaģējot uz pastiprinātu slāpekļa mēslošanas līdzekļu izmantošanu, galvenokārt slāpekļa oksīda, N₂O, kas ir viena no siltumnīcefekta gāzēm (SEG), veidā, klimata pārmaiņu rezultātā netieši ietekmē bioloģisko daudzveidību dažādās ekosistēmās. N₂O ir reģistrēts kā dominējošā 21. gadsimtā emitētā ozona slāni noārdošā viela. Slāpekļa zudumi nitrātu, NO₃⁻ veidā, izskalošanās rezultātā veicina ūdens ekosistēmu eutrofikāciju un paskābināšanos, kā arī gruntsūdeņu un dzeramā ūdens piesārņojumu.^{15,16,17,18}

Slāpekļa aprite ir komplikēts process un lauka mērogā tā ietver gan slāpekli, kas dažādos veidos nonāk uz lauka un augsnē, gan slāpekli, kas dažādos veidos un formās atstāj lauku. Slāpekļa aprites jautājumi šobrīd ir kļuvuši aktuālāki, ko nosaka ne tikai ekonomiskie aspekti, piemēram, slāpekļa mēslojuma cenu pieaugums, bet arī Eiropas Zaļais kurss, it īpaši topošais ES Taksonomijas regulējums. Slāpekļa jautājumus paredzēts iekļaut tehniskās pārbaudes kritērijos, pēc kuriem vērtēs lauksaimniecības vides ilgtspēju. Taksonomijas regulā¹⁹ ir noteikti vides mērķi, kā klimata pārmaiņu mazināšana un bioloģiskās daudzveidības un ekosistēmu aizsardzība un atjaunošana. 2021. gada augustā Ilgtspējīgas finansēšanas platforma ierosināja slāpekļa izmantošanas efektivitāti (NUE) kā svarīgu kritēriju augkopības vides ilgtspējības novērtēšanai

¹⁴ <https://stat.gov.lv/lv/metadati/2788-meslojuma-iestrade-un-augsnes-kalkosana>

¹⁵ Hirel B., Tetu T., Lea P. J., Dubois F. Improving nitrogen use efficiency in crops for sustainable agriculture. *Sustainability*, vol. 3(9), 2011, pp. 1452-1485. [online] [30.03.2022]. Available at: <https://www.mdpi.com/2071-1050/3/9/1452/htm>.

¹⁶ Diaz, R.J.; Rosenberg, R. Spreading dead zones and consequences for marine ecosystems. *Science* 2008, vol. 321, pp. 926–929

¹⁷ Erisman J.W., Galloway J.N., Seitzinger S., Bleeker A., Dise N.B., Petrescu A.M.R., Leach A.M., de Vries W. Consequences of human modification of the global nitrogen cycle. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, vol. 368, 2013, pp.1-9. [online] [30.03.2022]. Available at: <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2013.0116>.

¹⁸ De Vries W. Impacts of nitrogen emissions on ecosystems and human health. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, vol. 21, 2021, pp. 1-8. [online] [30.03.2022]. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.coesh.2021.100249>

¹⁹ Regulation (EU) 2020/852 of the European Parliament and of the Council of 18 June 2020 on the establishment of a framework to facilitate sustainable investment, and amending Regulation (EU) 2019/2088. [online] [30.03.2022]. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32020R0852>.

ES Taksonomijas ietvaros.²⁰ Turklāt augkopībai Platforma ierosināja minimālo NUE 70%. Šis 70% sliekšnis ir radījis bažas par šāda NUE līmeņa sasniegšanu Latvijas tradicionālajā un integrētajā augkopībā.²¹

Slāpekļa izmantošanas efektivitāte izriet no slāpekļa bioģeoķīmiskās aprites cikla un tajā notiekošajiem slāpekļa pārveides un kustības procesiem. Slāpekļa bioģeoķīmiskās aprites cikla pamatā ir septiņi slāpekļa pārveides procesi. No tiem trīs – fiksācija, mineralizācija, nitrifikācija – palielina augiem pieejamo slāpekļa daudzumu, bet pārējie četri – denitrifikācija, iztvaikošana, imobilizācija, izskalošanās – rezultējas pastāvīgā vai pagaidu zudumā no sakņu zonas.²²

Slāpekļa fiksācija ir atmosfēras slāpekļa (N_2) pārvēršana augiem pieejamā formā, kas notiek vai nu rūpnieciskā procesā (minerālmēsļu ražošana), vai arī bioloģiskā procesā (ar pākšaugiem un tauriņziežu zālaugiem). Slāpekļa fiksācijai ir nepieciešama enerģija, enzīmi un minerāli, tāpēc, ja slāpekļis ir klātesošs jau augiem pieejamā formā, kultūraugs izmantos to nevis fiksēs slāpekli no gaisa.

Slāpekļa mineralizācija ir process, kurā mikroorganismi noārda organisko slāpekli no organiskās vielas (piemēram, kūtsmēsliem, augu atliekām u. c.) līdz amonija joniem (NH_4^+). Šo slāpekļa mineralizācijas posmu sauc par amonifikāciju. Tā kā tas ir bioloģisks process, ko veic dzīvie organismi, mineralizācijas ātrums variē atkarībā no augsnes temperatūras, mitruma un skābekļa daudzuma augsnē (aerācijas), arī pH, C:N attiecību un atlieku organiskā materiāla tipu. Mineralizācija viegli notiek siltās (20-35 °C), labi-aerētās un mitrās augsnēs. Latvijā šādas augsnes temperatūras tiek sasniegtas tikai īsu periodu veģetācijas sezonas laikā.

Nitrifikācijas process seko pēc slāpekļa mineralizācijas procesa. Nitrifikācija ir process, kurā mikroorganismi pārvērš amonija jonus nitrātajonos (NO_3^-), lai iegūtu enerģiju. Nitrātajoni ir vispieejamākā slāpekļa forma augiem, taču arī ļoti jutīgi pret izskalošanos. Nitrifikācija noris visstraujāk, kad augsne ir silta (19-30 °C), mitra, labi aerēta, bet gandrīz nenotiek zem 5 °C un virs 50 °C robežas.

Denitrifikācijas procesā slāpekļis no augsnes tiek zaudēts ar nitrātujonu pārvēršanos slāpekļa gāzveida formās, tādās kā N monoksīds (NO), dislāpekļa oksīds (N_2O), gāzveida slāpekļis (N_2). Tā notiek, kad augsne ir piesātināta un baktērijas izmanto nitrātu kā skābekļa avotu. Denitrifikācija ir izplatīta slikti drenētās augsnēs. Tās straujāku norisi veicina temperatūra starp 24 un 35 °C, zems skābekļa līmenis augsnē (kad augsnes poras ir piesātinātas ar ūdeni), augsnes pH > 6 un oglekļa avota (organiskās vielas) klātbūtne. Denitrifikācija ļoti variē starp vietām un gadalaika, bet parasti tā reprezentē tikai nelielu procentu no kopējā slāpekļa zuduma.

Iztvaikošana ir slāpekļa zudumi no augsnes ar amonija pārvēršanos amonjaka gāzē (NH_3), kas iztvaiko atmosfērā. Iztvaikošanas zudumi pieaug pie augstāka augsnes pH un apstākļiem, kas veicina iztvaikošanu (piemēram, karsts un vējains).

Imobilizācija ir pretējs process mineralizācijai. Visām dzīvajām būtnēm nepieciešams slāpekļis, tāpēc mikroorganismi augsnē par to konkurē ar kultūraugiem. Imobilizācija ir process, kurā nitrātajoni un amonija joni tiek uzņemti ar augsnes organismiem un kļūst nepieejami kultūraugiem. Materiālu ar augstu oglekļa-slāpekļa (C:N) attiecību (piemēram, zāģu skaidas,

²⁰ Platform on Sustainable Finance: Technical Working Group. Part B – Annex: Full list of Technical Screening Criteria, 2021. [online] [30.03.2022]. Available at: https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/business_economy_euro/banking_and_finance/documents/210803-sustainable-finance-platform-report-technical-screening-criteria-taxonomy-annex_en.pdf

²¹ Auziņš A., Leimane I., Varika A., Bobovičs V., Jansons I., Dreijere S. (2022). ES regulējuma par ilgtspējīgu ieguldījumu veicināšanu ietekmes izvērtējums uz lauksaimniecības nozari. <https://www.lbtu.lv/lv/projekti/apstiprinatie-projekti/2022/es-regulejuma-par-ilgtspejigu-ieguldijumu-veicinasanu-ietekmes> (skatīts 30.03.2023.)

²² Johnson C., Albrecht G., Ketterings Q., Beckman J., Stockin K. (2005). Nitrogen basics – The nitrogen cycle. Agronomy Fact Sheet Series, Fact sheet 2, Cornell University, Department of Crop and Soil Sciences, College of Agriculture and Life Sciences, 1-2. Pieejams: <http://cconondaga.org/resources/nitrogen-basics-the-nitrogen-cycle>

salmus u.c.) iestrādāšana, paaugstinās bioloģisko aktivitāti un izraisīs lielāku pieprasījumu pēc slāpekļa, tādējādi veicinot slāpekļa imobilizāciju. Imobilizācija tikai uz laiku aiztur slāpekli. Kad mikroorganismi iet bojā, organiskie slāpekļa savienojumi, ko saturēja to šūnas, mineralizācijas un nitrifikācijas procesos tiek pārvērsti augiem pieejamos nitrātos.

Izskalošanās ir slāpekļa zudumi no augsnes galvenokārt nitrātu (NO_3^-) formā. Augsnes daļiņas neaiztur nitrātus ļoti labi, jo abi ir ar negatīvu lādiņu. Tā rezultātā nitrāti viegli pārvietojas ar ūdeni augsnē. Izskalošanās ātrums ir atkarīgs no augsnes drenāžas, nokrišņiem, augsnē esošo nitrātu daudzuma un to uzņemšanu ar kultūraugiem. Labi drenētas augsnes, zema kultūraugu raža, augsta slāpekļa ievade (īpaši ārpus augšanas sezonas) un lieli nokrišņi palielina nitrātu izskalošanās iespēju. Zudumi ir mazāki no smagāka granulometriskā sastāva augsnēm, tie ir atkarīgi arī no gruntsūdens atrašanās dziļuma. Drenu sistēmas saīsina ūdeņu ceļu cauri augsnes profilam un nodrošina augsnē aerobus apstākļus, veicinot nitrifikācijas un samazinot denitrifikācijas procesus. Izskalošanos var ietekmēt augsnes struktūra, makroporu izplatība un to veids. Pa slieku ejām un plaisām tiek nodrošināta ātra nokrišņu ūdeņu infiltrācija, līdz aiznesot tajā izšķīdušās vielas, sevišķi tad, ja tās nespēj adsorbēties uz augsnes cietdaļiņu virsmas. No laukam iedotā minerālmēslojuma un organiskā mēslojuma vidēji izskalojas 23% slāpekļa^{23,24}. Ar uztvērējaugu audzēšanu var samazināt slāpekļa izskalošanos no organiskā mēslojuma un no virszemes un pazemes augu atliekām.

Slāpekļa aprīte dabā ir samērā sarežģīta un grūti pielāgojama vai pakļaujama cilvēku vajadzībām. Iejaukšanās šajā aprītē, piemēram, ar mēslojuma lietošanu, var uzlabot augšņu auglību, var dot ievērojamus kultūraugu ražas pieaugumus, taču nepamatoti lielas mēslojuma normas, nepārdomāti mēslošanas laiki un paņēmieni var būtiski ietekmēt vides kvalitāti.²⁵ Lai paaugstinātu slāpekļa izmantošanas efektivitāti un uzlabotu vides kvalitāti, jābūt priekšstatam par slāpekļa resursiem dažādās augsnēs laukaugu veģetācijas laikā un to pārpalikumu augsnē pēc ražas novākšanas, kad vairs nenotiek slāpekļa akumulēšana biomasā.²⁶

Slāpekļa izmantošanas efektivitātes vērtēšanai izmanto slāpekļa bilances rādītāju. Augu barības vielu bilances definīcijā (OECD)²⁷ minēts, ka augu barības vielu bilance sniedz informāciju par ietekmi uz vidi. Barības vielu deficīts (negatīva vērtība) norāda uz augsnes auglības samazināšanos. Barības vielu pārpalikums (pozitīva vērtība) norāda uz augsnes, ūdens un gaisa piesārņošanas risku, īpaši amonjaka vai siltumnīcefekta gāzu emisiju dēļ. Barības vielu līdzsvaru definē kā atšķirību starp barības vielu ienesi lauksaimniecības sistēmā (galvenokārt ar kūstmēsliem un mēslošanas līdzekļiem) un barības vielu iznesi, kas izplūst no sistēmas (barības vielu uzņemšana augkopības un lopbarības ražošanai). Lauksaimniecības sistēmās augu barības vielu izmantošana ir nepieciešama, lai saglabātu un palielinātu kultūraugu un lopbarības produktivitāti. Augu barības vielu pārpalikums, kas pārsniedz tūlītējās augkopības un lopbarības vajadzības, var izraisīt barības vielu zudumus. Slāpekļa neefektīva izmantošana ir saistīta ne tikai ar nelietderīgi izmantotu slāpekli (neekonomisku saimniekošanu), bet arī ar nodarīto kaitējumu videi kā, piemēram, SEG emisijas, vides eutrofikācija.

Slāpekļa uzņemšana ar kultūraugiem ir galvenais mērķis slāpekļa apsaimniekošanai saimniecībās. Vislielākā efektivitāte ir, kad pietiekams slāpekļa daudzums tiek lietots laikā, kad

²³ Sudars R., Berzina L., Grinberga L. (2016) Analysis of Agricultural Run-Off Monitoring Program Results for Estimation of Nitrous Oxide Indirect Emissions in Latvia. ENGINEERING FOR RURAL DEVELOPMENT. Jelgava. Pieejams: <http://tf.llu.lv/conference/proceedings2016/Papers/N198.pdf>

²⁴ LATVIA'S NATIONAL INVENTORY REPORT 1990 – 2018, 519 p.

²⁵ Līpenīte I., Kārklīšs A., Ruža A. (2017b). Ražā nesaistītais slāpekļis veģetācijas perioda beigās – veidošanās un samazināšanas iespējas. Līdzsvarota lauksaimniecība: zinātniski praktiskās konferences raksti. 23.02.2017., LLU, Jelgava, Latvija, 55-63

²⁶ Līpenīte I., Kārklīšs A., Ruža A. (2017a). Minerālā slāpekļa monitorings augsnē Vecauce. Ražas svētki "Vecauce - 2017": Lauksaimniecības zinātne Latvijas simtgades gaidās. Zinātniskā semināra rakstu krājums. Jelgava, LLU, 2017., 53-56

²⁷ <https://data.oecd.org/agrland/nutrient-balance.htm> (skatīts 28.06.2021.)

kultūraugi aktīvi to uzņem. Efektīva slāpekļa izmantošana ir atkarīga arī no vairākiem citiem faktoriem, ieskaitot temperatūru, augsnes mitrumu, augsnes sablīvētību, kaitīgo organismu ietekmi u. c. Mitrā mērenajā klimatā augsnē pēc augšanas sezonas palikušais nitrātu slāpekļlis tiks zaudēts starp kultūrauga ražas novākšanu un nākamo stādīšanas sezonu izskalošanās vai denitrifikācijas procesos. Efektīva slāpekļa izmantošana augšanas sezonas laikā un uztvērējaugu izmantošana var samazināt šos zudumus.

Slāpekļa bilanci veido ienese, iznese un zudumi, kā arī slāpekļa krājumu izmaiņas augsnē.

Slāpekļa ienesi veido: sēkla, minerālmēsli, organiskais mēslojums (t.sk., digestāts), piesaiste no atmosfēras (pākšaugi un tauriņziežu zālaugi), nenovāktās priekšauga virszemes augu atliekas, priekšauga pazemes augu atliekas, iepriekšējās starpkultūras virszemes un pazemes biomasa.

Slāpekļa iznesi veido: raža (graudi, sēklas, pupiņas u.c.), salmi u.c. virszemes biomasa (kas nav raža), pazemes biomasa (izņemot ražu), starpkultūras virszemes un pazemes biomasa.

Slāpekļa zudumus veido: dislāpekļa oksīda (N_2O) emisijas, amonjaka (NH_3) emisijas, slāpekļa oksīdu NO_x emisijas, nitrātjonu (NO_3^-) emisijas, slāpekļa gāzes (N_2) emisijas.

Slāpekļa krājumu izmaiņa: slāpekļa krājumi augsnē (laukā) perioda sākumā; slāpekļa krājumi augsnē (laukā) perioda beigās.

Slāpekļa zudumi no lauka attiecīgi būtu tiešās dislāpekļa oksīda (N_2O) emisijas, amonjaka (NH_3) iztvaikošana, slāpekļa oksīdu NO_x iztvaikošana un nitrātjonu (NO_3^-) noteces/izskalošanās, kā arī slāpekļa gāzes (N_2) emisijas.

Slāpekļa izmantošanas efektivitāte (NUE) ir atkarīga no augsnes apstrādes tehnoloģijas, augsnes granulometriskā sastāva, augsnes reakcijas pH, audzētā kultūrauga, plānotās ražas.

Slāpekļa zudumi ir nevēlams arējās izneses veids. Tiem ir būtiska ietekme uz mēslojuma vajadzību. Faktiski šis slāpekļa bilances elements limitē ražu, jo pie noteiktiem ražas līmeņiem zudumi pieaug eksponenciāli.

Slāpekļa zudumus pamatā veido trīs komponentes – tiešās dislāpekļa oksīda emisijas, iztvaikošana amonjaka un slāpekļa oksīdu formā un slāpekļa izskalošanās un noteces nitrātjonu formā. Tiešās dislāpekļa oksīda emisijas veidojas praktiski no visām ienesēm, taču tās parasti ir samērā mazas – ap 1%. Amonjaka un slāpekļa oksīdu emisijas pamatā ir saistītas minerālmēsliem un organisko mēslojumu. Tās var sasniegt 10%, 20% un pat vairāk. Vairumā gadījumu galvenais slāpekļa zudumu veids ir nitrātjonu noteces un izskalošanās, kuras veidojas praktiski no visām ienesēm. Šie zudumi sasniedz vairākus desmitus procentus.

Papildus vēl pastāv videi nekaitīgas slāpekļa gāzes emisijas, kas rodas pilnās denitrifikācijas procesā. Tās vairāk raksturīgas mitrām augsnēm (piem., mitrainēm) un augstām temperatūrām. Šobrīd trūkst informācijas par šādu slāpekļa zudumu apmēru no aramzemēm.

Slāpekļa bilances modelēšana, mēslojuma vajadzības plānošana – “jaunā pieeja”

Lai arī slāpekļa izmantošanas efektivitātes aprēķinos praksē lieto dažādus modeļus un pieejas²⁸, tomēr tās samērā nepilnīgi aplūko slāpekļa apriti lauka līmenī. Projekta ietvaros ir izveidots slāpekļa bilances modelis N aprites lauka līmenī modelēšanai. Šis modelis balstās uz masas nezūdamības likumu, ka N iznese ir vienāda ar N ienesi. Projekta jauninājums ir, ka slāpekļa iznese un ienese ir sadalītas divās komponentēs. Tādējādi N iznesi veido ārējā un iekšā iznese, kur ārējā iznese ir slāpekļlis, kas atstāj lauku, bet iekšējā iznese ir slāpekļlis, kas lauku neatstāj jeb

²⁸ Congreves K. A., Otchere O., Ferland D., Farzadfar S., Williams S., Arcand M. M. (2021). Nitrogen Use Efficiency Definitions of Today and Tomorrow. *Front. Plant Sci.*, 12:637108, 1-10

atgriežas atpakaļ laukā. Līdzīgi N ienesi veido ārējā un iekšējā ienese, kur ārējā ienese ir no ārienes laukā ienācis slāpeklis, bet iekšējā ienese ir slāpeklis, kas ienāk no nosacīti iekšējiem avotiem.

$$N_{iznese} = N_{ienese}$$

$$N_{iznese_ārējā} + N_{iznese_iekšējā} = N_{ienese_ārējā} + N_{ienese_iekšējā}, \quad (1)$$

kur	N_{iznese}	–	slāpekļa iznese no lauka, kg N;
	N_{ienese}	–	slāpekļa ienese laukā, kg N;
	$N_{iznese_ārējā}$	–	ārējā slāpekļa iznese no lauka, kg N;
	$N_{iznese_iekšējā}$	–	iekšējā slāpekļa iznese no lauka, kg N;
	$N_{ienese_ārējā}$	–	ārējā slāpekļa ienese laukā, kg N;
	$N_{ienese_iekšējā}$	–	iekšējā slāpekļa ienese laukā, kg N.

Slāpekļa ārējo iznesi veido iznese ar ražu (arī novāktie salmi) un slāpekļa zudumi. Iekšējo iznesi veido salmi jeb virszemes augu atliekas, pazemes augu atliekas, kā arī iepriekšējā gada virszemes augu atliekas, kas nav sadalījušās un kurās esošais slāpeklis pārnesas uz nākamo gadu. Iekšējo iznesi veido arī organiskā mēslojuma daļa, kas nav sadalījusies un kurā esošais slāpeklis pārnesas uz nākamo gadu. Iekšējo N iznesi veido arī slāpeklis, kas ir nonācis un saistījies augsnes organiskajā vielā. Ja tiek audzēti uztvērējaugi jeb starpkultūras, tad iekšējo N iznesi veido arī šo uztvērējaugu virszemes un pazemes biomasu, kā arī daļa no iepriekšējā gada uztvērējaugu virszemes biomasas, kas nav sadalījusies un kurā esošais slāpeklis pārnesas uz nākamo gadu.

$$N_{iznese} = F_{raza1} + F_{virs_z1} + F_{pa_z1} + F_{OM*1} + F_{virs_z*0} + F_{zud1} +$$

$$+ F_{uztv_v1} + F_{uztv_p1} + F_{uztv_v*0} +$$

$$+ F_{OV1} + \dots, \quad (2)$$

kur	F_{raza}	–	slāpekļa iznese ar ražu, kg N;
	F_{virs_z1}	–	iznese ar virszemes augu atliekām (1.gads), kg N;
	F_{pa_z1}	–	iznese pazemes augu atliekām (1.gads), kg N;
	F_{OM*1}	–	kūtsmēslu apjoms, kas iedots 1.gadā, bet kas pārnesas uz nākošo gadu, kg N;
	F_{virs_z*0}	–	N no 0.gada (iepriekšējā gada) virszemes atliekām, kas pārnesas uz nākošo gadu, kg N;
	F_{zud1}	–	N zudumi 1.gadā
	F_{uztv_v1}	–	iznese ar uztvērējaugu virszemes biomasu, kg N;
	F_{uztv_p1}	–	iznese ar uztvērējaugu pazemes biomasu, kg N;
	F_{uztv_v*0}	–	N no 0.gada (iepriekšējā gada) uztvērējauga biomasas, kas pārnesas uz nākošo gadu, kg N;
	F_{OV1}	–	N, kas papildus nonācis augsnes organiskajā vielā (1.gadā) un tur saglabāsies ilgāku laiku, kg N

Ārējo N ienesi veido ar minerālmēsliem un organisko mēslojumu ienestais slāpeklis, kā arī ar sēklu ienestais slāpeklis. Iekšējo N iznesi veido iepriekšējā gada organiskā mēslojuma daļa, kas pārnesusies uz ražas gadu, iepriekšējā gada augu virszemes un pazemes atliekas, kurās esošais slāpeklis atbrīvojas ražas gadā, un pirms iepriekšējā gada augu virszemes atliekas, kurās esošais slāpeklis pārnesies uz ražas gadu. Ja tiek audzēti uztvērējaugi, tad ārējo ienesi veido uztvērējaugu sēklas, bet iekšējo ienesi veido iepriekšējā gada uztvērējauga virszemes un pazemes biomasu, kā arī pirms iepriekšējā gada uztvērējauga virszemes biomasu, kurā esošais slāpeklis ir pārnesies uz ražas gadu.

$$N_{ienese} = F_{MM1} + F_{OM1} + F_{OM*0} + F_{sek1} + F_{virs_z0} + F_{pa_z0} + F_{virs_z*-1} +$$

$$+ F_{uztv_sek10} + F_{uztv_v0} + F_{uztv_p0} + F_{uztv_v*-1} +$$

$$+ F_{bio_fiks1} + \dots, \quad (3)$$

kur	F_{MM1}	–	ienese ar minerālmēsliem (1.gads), kg N;
	F_{OM1}	–	ienese ar organisko mēslojumu (1.gadā uzliktais), kg N;
	F_{OM*0}	–	organiskais mēslojums no 0.gada, kas nav sadalījies un pārnesies uz 1.gadu, kg N;
	F_{sekl1}	–	ienese ar sēklu (1.gada sēja), kg N;
	F_{virs_z0}	–	ienese no 0.gada (iepriekšējā gada) virszemes atliekām, kg N;
	F_{pa_z0}	–	ienese no 0.gada (iepriekšējā gada) pazemes atliekām, kg N;
	F_{virs_z*-1}	–	N no -1.gada (pirms iepriekšējā gada) virszemes atliekām, kas nav sadalījies 0.gada laikā un pārnesies uz 1.gadu, kg N;
	F_{uztv_sekl0}	–	ienese ar uztvērējauga sēklu (0.gadā pēc pamatkultūras iesēta);
	F_{uztv_v0}	–	ienese no 0.gada (iepriekšējā gada) uztvērējaugu virszemes biomasas, kg N;
	F_{uztv_p0}	–	ienese no 0.gada (iepriekšējā gada) uztvērējaugu pazemes biomasas, kas pārnesusies uz 1.gadu
	F_{uztv_v*-1}	–	N no -1.gada (pirms iepriekšējā gada) uztvērējaugu virszemes biomasas, kas nav sadalījusies 0.gada laikā un pārnesusies uz 1.gadu; kg N;
	F_{bio_fiks1}	–	1.gadā bioloģiski fiksētais N, kg N.

Šis bilances vienādojums attēlo, kā veidojas mēslojuma vajadzība. No vienādojuma izriet, ka mēslojuma vajadzība ir vienāda ar ārējo un iekšējo N iznesi, no kuras tiek atņemtas:

- 1) ārējās un iekšējās N ieneses, ko veido iepriekšējā gada organiskais mēslojums, ražas gada sēkla un iepriekšējā gada virszemes un pazemes augu atliekas un pirms iepriekšējā gada nesadalījušās augu atliekas;
- 2) ārējās un iekšējās N ieneses, kas saistītas ar iepriekšējā gadā iesētajiem uztvērējaugiem;
- 3) bioloģiski fiksētais slāpekļis.

$$\begin{aligned}
 F_{mēslojums1} &= [N_{iznese_ārējā1} + N_{iznese_iekšējā1}] - \\
 &- [F_{OM*0} + F_{sekl1} + F_{virs_z0} + F_{pa_z0} + F_{virs_z*-1}] - \\
 &- [F_{uztv_sekl0} + F_{uztv_v0} + F_{uztv_p0} + F_{uztv_v*-1}] - F_{bio_fiks1} \\
 F_{MM1} &= F_{mēslojums1} - F_{OM1}, \quad (4)
 \end{aligned}$$

kur $F_{mēslojums1}$ – mēslojuma vajadzība (1.gads), kg N.

Šajā sakarībā ietverts, ka gan minerālmēsli, gan organiskais mēslojums vienlaikus rada arī slāpekļa zudumus, kas ir iznese. Vajadzība pēc minerālmēsliem nav aritmētiska starpība starp kopējo mēslojuma vajadzību un ražas gadā uzlikto organisko mēslojumu. Organiskā mēslojuma ietekme ir sarežģītāka, jo ražas gadā uzliktais organiskais mēslojums ietekmē arī iekšējās un ārējās N izneses, proti, daļa N pārnesas uz nākamo gadu jeb kļūst par iekšējo iznesi, bet daļa kļūst par slāpekļa zudumiem jeb ārējo iznesi.

Šajā vienādojumā pieņemts, ka vairums organiskā mēslojuma (izņemot vircu) sadalās divu gadu laikā (attiecīgi dodot mēslojumu diviem gadiem un arī ģenerējot N zudumus divus gadus). Pazemes augu atliekām un uztvērējaugu pazemes biomasai pieņemts, ka tā sadalās gada laikā, savukārt virszemes augu atliekas un uztvērējaugu biomasas – divu gadu laikā. Pieņemts, ka zināma N daļa no organiskā mēslojuma, augu virszemes un pazemes atliekām un uztvērējaugu virszemes un pazemes biomasas (kas nav aizgājusi uz pamatkultūru vai zudumu veidā pametusi lauku) paliek/noglabājas augsnes organiskajā vielā.

Slāpekļa zudumus veido, pirmkārt, zudumi no ražas gadā lietotajiem minerālmēsliem un organiskā mēslojuma, kā arī no iepriekšējā gada organiskā mēslojuma, kas turpina sadalīties ražas

gadā. Zudumus samazinošs elements ir ražas gada beigās iesētie uztvērējaugi, kuriem ir potenciāls vismaz uz laiku samazināt slāpekļa zudumus. Otrkārt, ražas gada slāpekļa zudumus veido zudumi no iepriekšējā gada augu atlieku sadalīšanās un pat no pirms iepriekšējā gada virszemes augu atlieku sadalīšanās. Treškārt zudumus veido arī iepriekšējā gadā iesēto uztvērējaugu biomasas sadalīšanās un arī pirmsiepriekšējā gada uztvērējaugu virszemes biomasas sadalīšanās.

$$F_{zud} = F_{N2O} + F_{NH3/NOx} + F_{NO3-} + F_{N2}$$

$$F_{zud1} = [F_{zud_MM1} + F_{zud_OM1} + F_{zud_OM*0}] - \Delta_{uztv1} +$$

$$+ [F_{zud_virz0} + F_{zud_pa0} + F_{zud_virz*-1}] +$$

$$+ [F_{zud_uztv_v0} + F_{zud_uztv_p0} + F_{zud_uzt_v*-1}], \quad (5)$$

kur	F_{N2O}	–	tiešās dislāpekļa oksīda (N ₂ O) emisijas, kg N;
	$F_{NH3/NOx}$	–	iztvaikošana amonjaka (NH ₃) un slāpekļa oksīdu (NO _x) formā, kg N;
	F_{NO3-}	–	slāpekļa izskalošanās un noteces nitrātjonu (NO ₃ -) formā, kg N;
	F_{N2}	–	gāzveida slāpekļa (N ₂) emisijas, kg N;
	F_{zud_MM1}	–	N zudumi no ražas gadā (1.gadā) lietotajiem minerālmēsliem, kg N;
	F_{zud_OM1}	–	N zudumi no 1.gadā lietotā organiskā mēslojuma, kg N;
	F_{zud_OM*0}	–	N zudumi no iepriekšējā gada organiskā mēslojuma ²⁹ , kg N;
	Δ_{uztv1}	–	uztvērējaugu (pēc 1.gada kultūras iesēto) samazinošā ietekme uz N zudumiem, kg N;
	F_{zud_virz0}	–	N zudumi no 0.gada (iepriekšējā gada) virszemes augu atliekām, kg N;
	F_{zud_pa0}	–	N zudumi no 0.gada (iepriekšējā gada) pazemes augu atliekām, kg N;
	$F_{zud_virz*-1}$	–	zudumi N, kas pārnesies no -1.gada (pirms iepriekšējā gada) virszemes augu atliekām, kg N;
	$F_{zud_uztv_v0}$	–	N zudumi no 0.gada (iepriekšējā gada) uztvērējauga virszemes biomasas, kg N;
	$F_{zud_uztv_p0}$	–	N zudumi no 0.gada (iepriekšējā gada) uztvērējauga pazemes biomasas, kg N;
	$F_{zud_uztv_v-1}$	–	zudumi N, kas pārnesies no -1.gada (pirms iepriekšējā gada) uztvērējauga virszemes biomasas, kg N.

Ja slāpekļa zudumus vērtē garākā laika intervālā, tad uztvērējaugu ietekme uz slāpekļa zudumiem ir atkarīga no tā, cik liela ir šī “delta” un cik lieli ir zudumi no uztvērējaugu biomasas sadalīšanās nākamajā gadā. Lai uztvērējiem būtu zudumus samazinošs efekts, “deltai” ir jāpārsniedz šie nākamajā gadā gaidāmie zudumi.

$$\text{Mērķis: } \Delta_{uztv1} > [F_{zud_uztv_v1} + F_{zud_uztv_p1} + F_{zud_uzt_v*1}]$$

Būtisks slāpekļa bilances rādītājs ir NUE, kas iekļauts arī topošā Taksonomijas regulējuma tehniskās pārbaudes kritērijos. NUE raksturo lietderīgās N izneses attiecību pret ārējo N ienesi. NUE var rēķināt gan lauka līmenī, gan saimniecības līmenī, gan augstākā līmenī. Šajā projektā NUE skatīts lauka līmenī, jo projekts primāri saistīts ar augkopību. Lauka līmenī NUE veido N izneses ar ražu attiecība pret N ienesi ar sēklu, minerālmēsliem un organisko mēslojumu, kā arī bioloģiski fiksēto slāpekli. Ņemot vērā, ka slāpekļa bilanci gada ietvaros ietekmē dažādi faktori no iepriekšējiem gadiem, projektā NUE analīze veikta garākam laika periodam. Piemēram, analizējot uztvērējaugu ietekmi, vērtēta divu gadu kopējā NUE. Savukārt, analizējot augsnes apstrādes un augu maiņas ietekmi, vērtēts trīs un vairāku gadu periods. Ilgtspējīga finansējuma platforma Taksonomijas regulējuma kontekstā ir piedāvājusi vērtēt NUE trīs gadu periodam.

²⁹ N zudumi, kas rodas, ražas gadā turpinot sadalīties iepriekšējā gadā iedotajam organiskajam mēslojumam

$$NUE = N_{liet_iznese} / N_{ienese_ārējā}$$

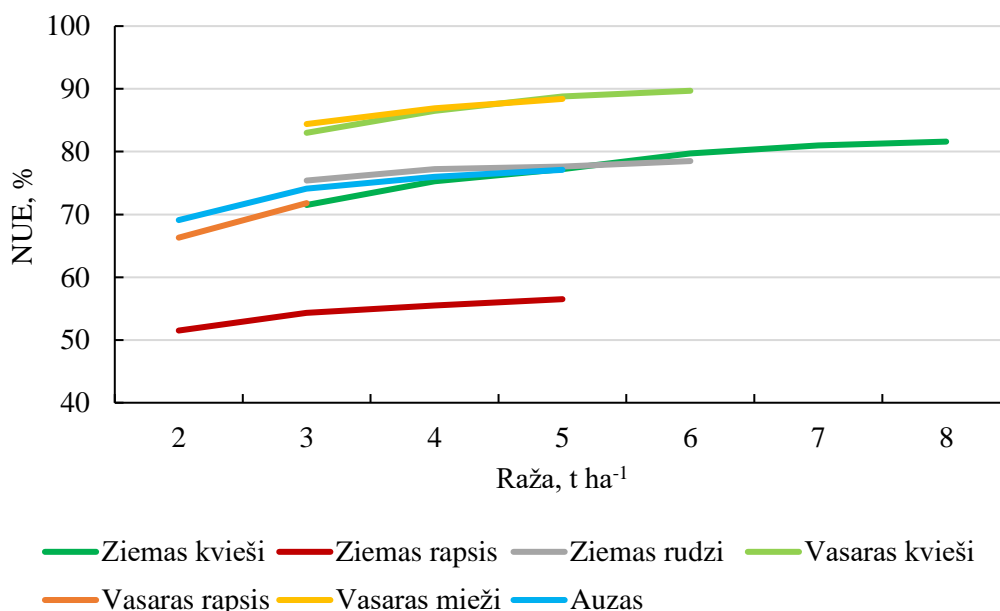
$$NUE = F_{raza} / (F_{sekl} + F_{OM} + F_{MM} + F_{bio_fiks}), \quad (6)$$

kur N_{liet_iznese} – lietderīgā N iznese, kg N.

NUE atkarībā no audzētā kultūrauga

Izmantojot aršanu kā augsnes apstrādes veidu, NUE atkarībā no audzētā kultūrauga un plānotā ražas līmeņa atsevišķām graudaugu sugām parādīti 2.1. attēlā. Aprēķini veikti, vadoties pēc LLKC Eiropas Lauksaimniecības fonda lauku attīstībai (ELFLA) projektā “Lauku saimniecību pārvaldības elektroniskās sistēmas izveide” (2019-2023) izstrādātiem modeļiem. Pie katrai sugai optimālās izsējas normas un vienādiem augšanas apstākļiem vasaras kviešiem un vasaras miežiem NUE ir augstāks (virs 80%) nekā ziemas kviešiem, ziemas rudziem un auzām (no 70-80%). Ziemas rapsim NUE ir salīdzinoši zems, nesasniedzot 60% robežu. Vasaras rapsim NUE ir pie augstākas plānotās ražas var pārsniegt 70% robežu.

Kultūraugu šķirņu ar uzlabotu slāpekļa izmantošanas efektivitāti audzēšana var samazināt nitrātu NO_3^- (arī amonija un nitrīta) izskalošanās zudumus, kā arī tiešās un netiešās N_2O emisijas un NH_3 emisijas līdz 10%³⁰.



2.1. att. NUE atkarībā no audzētā kultūrauga un plānotā ražas līmeņa, %

Pieņēmumi: augsne vidējs smilšmāls ar organiskās vielas saturu 3% un pH 6, priekšaugi vasaras kvieši, augsnes apstrādes veids – aršana, izsējas norma ziemas kviešiem 230, vasaras kviešiem 220, ziemas rudziem 180, vasaras miežiem 240, auzām 200, ziemas un vasaras rapsim 3.8 kg ha⁻¹

³⁰ Price N., Harris J. P., Taylor M., Williams J. R., Anthony S. G., Duethmann D., Gooday R. D., Lord E. I., Chambers B. J., Chadwick D. R., Misselbrook T. H. (2011). An inventory of mitigation methods and guide to their effects on diffuse water pollution, greenhouse gas emissions and ammonia emissions from agriculture. Prepared as part of DEFRA project WQ0106 by North Wyke Research & ADAS

Plānotā ražas līmeņa ietekme uz NUE

Pēdējā laikā pasaulē ir aktualizējušies pētījumi par slāpekļa efektivitāti dažādām laukaugu sugām (piemēram, kokvilna³¹, labība³² u.c.). Plānotā kultūraugu ražas līmeņa ietekme uz NUE ir cieši saistīta ar lietotajām slāpekļa mēslojuma normām, kuru optimizēšanai pētījumi ir veikti arī Latvijā. Slāpekļa mēslojuma lietošana var nodrošināt augstākas kultūraugu ražas un to kvalitāti, tomēr slāpekļa izmantošanas efektivitāte nereti ir zema.

Intensīvas audzēšanas tehnoloģijas un aizvien intensīvāka tipa laukaugu šķirnes ar ievērojami augstāku ražības potenciālu, lai izmantotu to ģenētisko ražības potenciālu, bez visu citu agrotehnisko pasākumu stingras ievērošanas prasa arī salīdzinoši augstu barības vielu nodrošinājumu. Atkarībā no plānoto ražu līmeņa ievērojami mainās augu barības vielu patēriņš, taču ievērojami pieaug atsevišķu barības elementu saturs ražā un vairumā gadījumu – tieši blakusprodukcijā. Atkarībā no slāpekļa mēslojuma normas un līdz ar to arī ražas lieluma izmainās augu barības vielu izmantošanas koeficienti no minerālmēslojuma. It īpaši tas attiecas uz slāpekļa un kālija izmantošanu. Tajā pašā laikā dažādām laukaugu sugām šie rādītāji ir ievērojami atšķirīgi.³³

Ziemas rudziem mēslojuma devas N_{30-90} $kg\ ha^{-1}$ nodrošināja būtisku graudu ražas palielinājumu, bet ar mēslojuma devām virs N_{120} $kg\ ha^{-1}$ būtisks graudu ražas pieaugums netika iegūts. Augstāks N izmantošanas koeficients bija ar zemākām mēslojuma normām – N_{30} , N_{60} , palielinot slāpekļa mēslojuma normu, izmantošanas koeficients pakāpeniski samazinājās. Palielinot slāpekļa mēslojuma normu, slāpekļa un kālija iznese ar ražu pieauga, fosfora iznesi slāpekļa mēslojuma norma būtiski neietekmēja.³⁴

Atkarībā no veģetācijas perioda meteoroloģiskās situācijas ziemas kviešu ražas lielumu būtiski ietekmē slāpekļa mēslojuma norma līdz $N_{120-150}$. Tālāka slāpekļa mēslojuma normas palielināšana ražas līmeni neietekmē. Proteīna saturs stabili palielinās līdz slāpekļa mēslojuma normai N_{180} $kg\ ha^{-1}$. Palielinoties slāpekļa mēslojuma normai, samazinās iegūto graudu masa uz izlietotā slāpekļa vienību un minerālā slāpekļa izmantošanas koeficients. Tajā pašā laikā P_2O_5 un K_2O izmantošana nepārtraukti palielinās.³⁵

Vasaras kviešiem vidēji trijos gados slāpekļa mēslojuma normas 50 , 100 un 150 $kg\ ha^{-1}$ N palielina graudu ražu salīdzinājumā ar variantu bez slāpekļa mēslojuma – attiecīgi par 0.58 , 0.81 , 0.83 $t\ ha^{-1}$ graudu, bet tālāka slāpekļa normas palielināšana neizraisīja būtisku graudu ražas pieaugumu.³⁶

Ziemas rapsi vairākums lauksaimnieku izvēlas audzēt pēc intensīvas audzēšanas tehnoloģijas, kas lielākoties nozīmē lielu slāpekļa minerālmēsli normu lietošanu. Divu gadu pētījumu rezultāti atšķirīgā meteoroloģiskajā situācijā uzrāda tikai tendenci, ka sēklu raža pieaug

³¹ Luo Z., Liu H., Li W., Zhao Q., Dai J., Tian L., Dong H. Effects of reduced nitrogen rate on cotton yield and nitrogen use efficiency as mediated by application mode or plant density. *Field Crops Research*, vol. 218, 2018, pp. 150–157.

³² Duncan E.G., Sullivan C. A., Roper M. M., Biggs J. S., Peoples M. B. Influence of co-application of nitrogen with phosphorus, potassium and sulphur on the apparent efficiency of nitrogen fertiliser use, grain yield and protein content of wheat: review. *Field Crops Research*, vol. 226, 2018, pp. 56–65

³³ Ruža A., Skrabule I., Maļeckā S., Kreita Dz., Gaile Z., Balodis O., Vaivode A., Katamadze M. (2012a). Slāpekļa mēslojuma normu ietekme uz barības vielu izmantošanās rādītājiem laukaugiem. *Zinātne Latvijas lauksaimniecības nākotnei: pārtika, lopbarība, šķiedra un enerģija*. Zinātniski praktiskās konferences raksti. Jelgava, LLU, 23.-24.02.2012., 29-32

³⁴ Maļeckā S., Skrabule I., Vaivode A., Ruža A. (2012). Slāpekļa mēslojuma normu ietekme uz barības vielu izmantošanās rādītājiem rudziem. *Zinātne Latvijas lauksaimniecības nākotnei: pārtika, lopbarība, šķiedra un enerģija*. Zinātniski praktiskās konferences raksti. Jelgava, LLU, 23.-24.02.2012., 78-82

³⁵ Ruža A., Maļeckā S., Kreita Dz. (2012b). Slāpekļa mēslojuma normu ietekme uz barības vielu izmantošanās rādītājiem ziemas kviešiem. *Zinātne Latvijas lauksaimniecības nākotnei: pārtika, lopbarība, šķiedra un enerģija*. Zinātniski praktiskās konferences raksti. Jelgava, LLU, 23.-24.02.2012., 82-86

³⁶ Jerušs A. (2010). Slāpekļa mēslojuma normas optimizācija vasaras kviešiem smilšmāla un mālsmits augsnē pēc dažādiem priekšaugiem. Promocijas darba KOPSAVILKUMS Dr. agr. Zinātniskā grāda iegūšanai. Jelgava. 51 lpp.

līdz slāpekļa mēslojuma normai N120-150 kg ha⁻¹, turpmāks mēslojuma palielinājums vai nu nedod būtisku ražas pieaugumu, vai pat var radīt ražas samazinājumu. Meteoroloģiskie apstākļi abos izmēģinājuma gados un abās izmēģinājumu vietās bija krasi atšķirīgi, kas būtiski ietekmēja rezultātus.³⁷

Slāpekļa mēslojuma normas palielinājums virs N120 kg ha⁻¹ nenodrošina nozīmīgu ražas pieaugumu kartupeļiem. Palielinot slāpekļa mēslojuma normu, pieaug lakstu raža un to īpatsvars kopējā ražā. Efektīvāka slāpekļa mēslojuma izmantošana bumbuļu un lakstu ražas veidošanai notika līdz normai N120 kg ha⁻¹. Lietojot mazākas mēslošanas normas, papildus tika izmantoti augsnē esošie slāpekļa savienojumi, bet, saņemot lielākas mēslojuma normas, kartupeļi slāpekļa mēslojumu neizmantoja pilnībā.³⁸

Slāpekļa satura sausnas ražā vērtības katram laukaugam ir publicētas A. Kārklīņa un A. Ružas izstrādātajos lauku kultūraugu mēslošanas normatīvos.³⁹

Literatūras analīzi ar mērķi noskaidrot faktoros, kas izraisa būtisku minerālā slāpekļa savienojumu daudzumu uzkrāšanos augsnē veģetācijas perioda beigās, lai apzinātu iespējas ražā nesaistītā slāpekļa krājumu un vides piesārņošanas risku samazināšanai, veikuši I. Līpenīte u.c. (2017b).⁴⁰ Kā būtiskākie faktori minēti kūtsmēsli un minerālmēsli lietošana, nesabalansēta mēslošana, ūdens deficīts veģetācijas laikā, augsnes apstrādes metodes un laiks. Minerālā slāpekļa krājumi augsnē ir atkarīgi no lietotā mēslojuma daudzuma, no mineralizācijas un imobilizācijas procesu intensitātes, no augu slāpekļa patēriņa, kā arī no slāpekļa zudumiem izskalošanās un emisijas rezultātā. Nosakot minerālā slāpekļa saturu augsnē, agri pavasarī veģetācijas perioda sākumā var iegūt informāciju par potenciālo augu slāpekļa nodrošinājumu un mēslošanas līdzekļu lietošanas nepieciešamību, izvēlēties piemērotas slāpekļa mēslojuma normas, lai attiecīgajās augu attīstības fāzēs nodrošinātu tā vajadzību. Savukārt apzinot minerālā slāpekļa saturu augsnē augu veģetācijas perioda beigās, nereti tiek konstatēts liels audzētā kultūrauga biomasā nesaistītā minerālā slāpekļa pārpalikums. Tas var būt noderīgs, lai apgādātu ziemājus vai starpkultūru ar rudens periodā veģetatīvās masas veidošanai nepieciešamo slāpekli, bet visbiežāk neizmantotais minerālā slāpekļa uzkrājums nitrātu veidā izskalojas no augsnes, radot neproduktīvus slāpekļa zudumus, kā arī apkārtējās vides piesārņojumu.

Vislielākie minerālā slāpekļa krājumi augsnēs tika novēroti pavasarī pēc mēslojuma lietošanas, bet tie pakāpeniski samazinājās augu intensīvas augšanas un barošanās periodā. Trūdaini kūdrainajā glejaugsnē periodā pēc ražas novākšanas konstatēta minerālā slāpekļa krājumu palielināšanās, kas ir saistīta ar organisko vielu mineralizācijas procesu turpināšanos rudens periodā.⁴¹

³⁷ Ruža A., Gaile Z., Balodis O., Kreita Dz., Katamadze M. (2012c). Slāpekļa mēslojuma normu ietekme uz barības vielu izmantošanās rādītājiem ziemas rapsim. Zinātne Latvijas lauksaimniecības nākotnei: pārtika, lopbarība, šķiedra un enerģija. Zinātniski praktiskās konferences raksti. Jelgava, LLU, 23.-24.02.2012., 86-90

³⁸ Skrabule I., Vaivode A., Ruža A. (2012). Slāpekļa mēslojuma normu ietekme uz barības vielu izmantošanās rādītājiem kartupeļiem. Zinātne Latvijas lauksaimniecības nākotnei: pārtika, lopbarība, šķiedra un enerģija. Zinātniski praktiskās konferences raksti. Jelgava, LLU, 23.-24.02.2012., 90-94

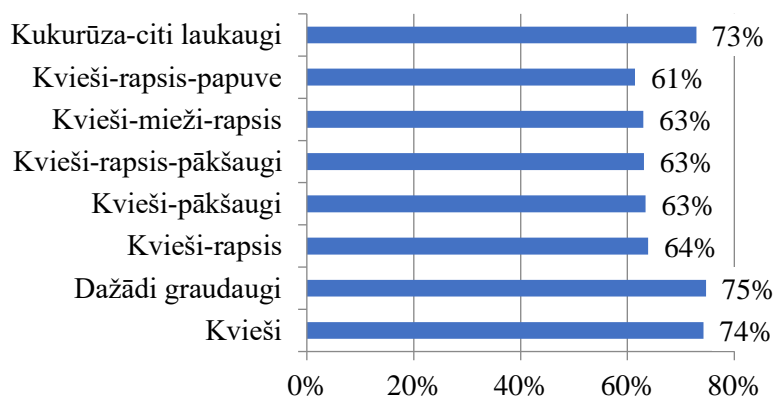
³⁹ Kārklīņš A., Ruža A. Lauku kultūraugu mēslošanas normatīvi. Jelgava LLU, 2013. 55 lpp.

⁴⁰ Līpenīte I., Kārklīņš A., Ruža A. (2017b). Ražā nesaistītais slāpekļis veģetācijas perioda beigās – veidošanās un samazināšanas iespējas. Līdzsvarota lauksaimniecība: zinātniski praktiskās konferences raksti. 23.02.2017., LLU, Jelgava, Latvija, 55-63

⁴¹ Līpenīte I., Kārklīņš A., Ruža A. (2017a). Minerālā slāpekļa monitorings augsnē Vecaucē. Ražas svētki "Vecauce - 2017": Lauksaimniecības zinātne Latvijas simtgades gaidās. Zinātniskā semināra rakstu krājums. Jelgava, LLU, 2017., 53-56

Augu maiņas ietekme uz NUE

Augu maiņas ietekmes uz NUE vērtēšanai tika analizēti projekta ietvaros veiktā saimniecību monitoringa dati. Šajā monitoringā tika fiksēta informācija par gandrīz 200 saimniecību laukiem vairāku gadu garumā. NUE aprēķiniem izmantots periods no 2018. līdz 2021. gadam, analizējot astoņas populārākās augu maiņas. Augkopības saimniecībām kā kritēriju saimniecības vides ilgtspējai Ilgtspējīga finansējuma platformas topošā Taksonomijas regulējums piedāvā NUE minimālo robežvērtību 70%. Iegūtie rezultāti liecina, ka tikai trijām augu maiņām (kviešu monokulturai, dažādu graudaugu (labību) augu maiņai, kukurūzas un citu laukaugu augu maiņai) vidējā NUE pārsniedz 70% (2.2. att.). Tomēr šie rezultāti nenozīmē, ka kviešu monokultūra vai labības augu maiņas ir videi draudzīgākas un ilgtspējīgākas nekā daudzveidīgākas augu maiņas, jo tie atspoguļo tikai slāpekļa izmantošanas efektivitāti, ne daudzus citus ar vidi saistītus aspektus. Turklāt rezultātus augu maiņām, kurās iekļauti pākšaugi, būtiski ietekmē bioloģiski fiksētā slāpekļa novērtējums. Bioloģiski fiksēto slāpekli nav iespējams tik precīzi novērtēt kā ar minerālmēsliem iedoto slāpekli. Tādēļ šīm augu maiņām novērtēto NUE ietekmē lietotie pieņēmumi par slāpekļa fiksēšanu, kuri var nebūt pietiekoši precīzi. Treškārt, saskaņā ar šobrīd Latvijā lietotajām standarta iznesēm rapsim, it īpaši ziemas rapsim, ir zema NUE, kas attiecīgi negatīvi ietekmē visas augu maiņas NUE. Taču projekta ietvaros dažas veiktās rapšu sēklu laboratoriskās analīzes liecina, ka ziemas rapsim faktiskais N saturs un attiecīgi iznese varētu būt pat par 20% augstāka nekā šobrīd lietotā standartvērtība. Šī hipotēze vēl jāpierāda, taču, ja tā apstiprināsies, tas nozīmē, ka augu maiņām ar rapsi faktiskā NUE ir augstāka.



2.2. att. Augu maiņas ietekme uz NUE 2018.-2021. gadā.

NUE efektivitāti var novērtēt augu maiņas (rotācijas) ciklam, izmantojot formulu (7).

$$NUE = \frac{\sum_{j=1}^m F_{razaj}}{\sum_{j=1}^m (F_{sj} + F_{SNj} + F_{ONj} + F_{bio_fiks_j})}, \quad (7)$$

- kur NUE – slāpekļa izmantošanas efektivitāte augu maiņas ciklā;
 m – augu maiņas cikla garums, gadi
 F_{razaj} – ar ražu iznestais slāpeklis augu maiņas j gadā, kg N;
 F_{seklj} – ar sēklu ienestais slāpeklis maiņas j gadā, kg N;
 F_{MMj} – ar minerālmēsliem iedotais slāpeklis augu maiņas j gadā, kg N;
 F_{OMj} – ar organisko mēslojumu iedotais slāpeklis augu maiņas j gadā, kg N;
 $F_{bio_fiks_j}$ – bioloģiski fiksētais slāpeklis maiņas j gadā, kg N.

Pētījumi rāda, ka no slāpekļa, ko atstāj priekšaugi, nākamais kultūraugs var izmantot mazāk nekā 15-20%.⁴²

Vasaras kviešu priekšaugi būtiski ietekmē slāpekļa daudzumu augsnē: lielāko slāpekļa krājumu aramkārtā atstāj zālaugi, vidēji 47 kg ha⁻¹ N 20 cm slānī, bet mazāko – graudaugi: vidēji 40 kg ha⁻¹ N 20 cm slānī. Vasaras kviešu ražas lielumu ietekmē priekšaugi: lielākā graudu raža iegūta, audzējot tos pēc kartupeļiem – par 0.4-0.7 t ha⁻¹ vairāk nekā audzējot kviešus pēc graudaugiem vai zālaugiem.⁴³

No ES valstīm monokultūras sistēmas, kas ietver graudaugus, galvenokārt ir identificētas Ziemeļeiropā. Tomēr monokultūras sistēmas nav ieteicamas, jo tās palielina lauku/tīrumu piesārņojuma risku ar tiem pašiem kaitēkļiem un nezālēm, var negatīvi ietekmēt augsnes kvalitāti, izraisīt bioloģiskās daudzveidības samazināšanos lauku ainavā.⁴⁴

N bioloģiskās fiksācijas (pākšaugi u. c. tauriņzieži) ietekme uz NUE

Atmosfēras gaisā virs katra zemes virsmas hektāra ir apmēram 70000 t slāpekļa. Tomēr šis slāpekļis vairumam augu nav izmantojams. Ar nokrišņiem augsne gadā saņem 2.5-4 kg ha⁻¹ slāpekļa, – kad elektriskās izlādēšanās laikā atmosfērā veidojas slāpekļa oksīdi, kuri pārveidojas slāpekļskābē un kopā ar nokrišņiem nonāk augsnē. Gandrīz viss augsnes slāpekļis ir radies bioloģiskos procesos un tas augsnē atrodas galvenokārt organiskos savienojumos, kuri tiešā veidā augiem nav izmantojami. Augsnē brīvi dzīvojošie mikroorganismi saista 5-15 kg slāpekļa gadā uz 1 ha. Gumiņu baktērijas saista 70-200 kg slāpekļa uz 1 ha. Šiem mikroorganismiem ejot bojā un to ķermeņiem sadaloties, organiskie slāpekļa savienojumi mineralizējas un augsnē rodas minerāli slāpekļa savienojumi (amonija sāļi un nitrāti), kurus augi var uzņemt.⁴⁵

Pākšaugi un citi tauriņzieži (piemēram, lucerna, soja, āboliņi) veido simbiotiskas attiecības ar specifiskām baktērijām, lai pārvērstu atmosfēras slāpekli (N₂) formā, ko augi spēj izmantot. Piesaistītais slāpekļa daudzums variē starp augiem un augšanas apstākļiem. Simbiotiskās attiecības ir sugai specifiskas, piemēram, baktēriju sugas, kas saista N₂ ar soju, nav efektīvas N₂ saistīšanai ar lucernu. Saskaņā ar pētījumu projektu “Pākšaugu atbalstītās kultūraugu sistēmas Eiropai (Legume Futures)” vidēji pie 14% standarta mitruma katra lauka pupu ražas tonna fiksē 62.4 kg N, soja – 50.2 kg N, lauka zirņi – 40.2 kg N, bet vīķi – 63.2 kg N.⁴⁶ Bioloģisko slāpekļa fiksācijas procesu paātrina nitrogenāzes enzīms, ko ietekmē vairāki augsnes (piemēram, ļoti zema augsnes reakcija pH vai liels daudzums pieejamā minerālā slāpekļa) un meteoroloģiskie apstākļi⁴⁷. Kad pākšaugi tiek iearti augsnē, to saknēs uzkrātais slāpekļis tiek atbrīvots un kļūst pieejams nākamajam kultūraugam, vai arī zūd vidē, atkarībā no saimniekošanas.

Zemkopības sistēmās ar pākšaugu un tauriņziežu zālaugu audzēšanu slāpekļa bioģeoķīmiskās aprites cikls ietver visus 1. nodaļā aprakstītos procesus, ieskaitot atmosfēras slāpekļa fiksāciju ar pākšaugu un tauriņziežu zālaugu sakņu gumiņiem (2.3. att.).

⁴² Līpenīte I., Kārklīņš A. (2015). Tauriņziežu audzēšana un vides riski. Līdzsvarota lauksaimniecība: zinātniski praktiskās konferences raksti. 19.-20.02.2015., LLU, Jelgava, Latvija, 24-37

⁴³ Jermušs A. (2010). Slāpekļa mēslojuma normas optimizācija vasaras kviešiem smilšmāla un mālsmits augsnē pēc dažādiem priekšaugiem. Promocijas darbs KOPSAVILKUMS Dr. agr. Zinātniskā grāda iegūšanai. Jelgava. 51 lpp.

⁴⁴ [European Commission – DG ENV. Environmental impacts of different crop rotations in the European Union. Final report, September 2010. 149 p. [online] [30.03.2022]. Available at: https://ec.europa.eu/environment/agriculture/pdf/BIO_crop_rotations%20final%20report_rev%20executive%20summary.pdf

⁴⁵ Žezelis N., Panteļejeva J. Agroķīmija. Izdevniecība “Zvaigzne”, Rīgā, 1968, 272 lpp.

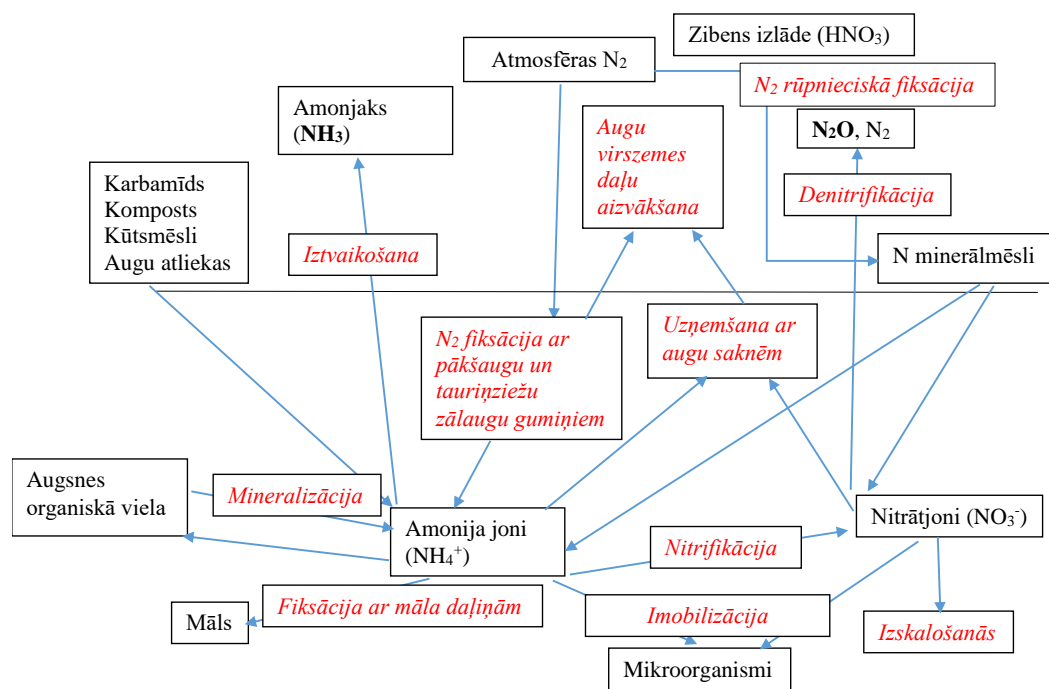
⁴⁶ Baddeley J.A., Jones S., Topp C.F.E., Watson C.A., Helming J., Stoddard F.L. Biological nitrogen fixation (BNF) by legume crops in Europe. Legume Futures Report 1.5., 2013. 27 p. [online] [30.03.2022]. Available at https://www.legumefutures.de/images/Legume_Futures_Report_1.5.pdf

⁴⁷ Espinoza, L., Norman, R., Slaton, N., and Daniels, M. 2013. The nitrogen and phosphorus cycle in soils. University of Arkansas-Extension. FSA-2148. Pieejams: <http://www.uaex.edu/publications/pdf/FSA-2148.pdf> (skatīts 09.04.2021.)

Dažādām tauriņziežu sugām ir atšķirīga atmosfēras slāpekļa saistīšanas spēja, akumulācija to virszemes biomasā un uzkrājumu veidošana augsnē. Pastāv pieņēmums, ka pastiprināta nitrātu izskalošanās no augsnes pēc pākšaugu audzēšanas ir saistīta ar 1) pākšaugu salīdzinoši vāji attīstīto sakņu sistēmu, 2) nelielu augsnes slāpekļa resursu izmantošanu veģetācijas perioda laikā, un 3) augstu slāpekļa saturu biomasā. Pētījumā noskaidrots, ka lielāko daļu no pākšaugu biomasā uzkrātā slāpekļa veido bioloģiski saistītais slāpekklis. Lauka pupu virszemes masā tas sastādīja 99%, lupīnas – 75%, bet zirņu – 52% no kopējā slāpekļa daudzuma biomasā. Lizimetru izmēģinājumā nitrātu izskalošanās, audzējot pākšaugus, ir bijusi 67.5 kg ha⁻¹ N zem lauka pupām, 75.7 kg ha⁻¹ N zem lupīnas un 83.0 kg ha⁻¹ N zem zirņiem. Salīdzinājumam izskalošanās kontrolē zem auzām – 59.3 kg ha⁻¹ N. Augsnes slāpekļa balance, audzējot pākšaugus (bez mēslojuma lietošanas), ir bijusi negatīva lupīnas un zirņu gadījumā, bet pozitīva, audzējot pupas. Arī citā pētījumā pupas saistījušas vairāk atmosfēras slāpekļa un atstājušas vairāk N augsnē, salīdzinājumā ar zirņiem un lupīnu, tādējādi radot lielāku izskalošanās risku.⁴⁸

Zālāju sistēmās āboliņa izmantošana slāpekļa mēslojuma vietā samazinās NO₃ (arī amonija un nitrīta) izskalošanās zudumus līdz pat 20%. Tiešās N₂O emisijas samazinātos līdz 50%, netiešās – līdz 20%. NH₃ emisiju samazinājums būs apmēram 50%.⁴⁹

Dabīgi augsnē esošo mikorizas sēņu iesaistīšanos trīspusējā simbiozē ar gumiņbaktērijām un soju var ietekmēt arī augsnes apstrādes veids.⁵⁰



2.3. att. Slāpekļa bioģeokīmiskās aprites cikls zemkopības sistēmās ar pākšaugu un tauriņziežu zālaugu audzēšanu

⁴⁸ Līpenīte I., Kārklīņš A. (2015). Tauriņziežu audzēšana un vides riski. Līdzsvarota lauksaimniecība: zinātniski praktiskās konferences raksti. 19.-20..02.2015., LLU, Jelgava, Latvija, 24-37

⁴⁹ Price N., Harris J. P., Taylor M., Williams J. R., Anthony S. G., Duethmann D., Gooday R. D., Lord E. I., Chambers B. J., Chadwick D. R., Misselbrook T. H. (2011). An inventory of mitigation methods and guide to their effects on diffuse water pollution, greenhouse gas emissions and ammonia emissions from agriculture. Prepared as part of DEFRA project WQ0106 by North Wyke Research & ADAS

⁵⁰ Dubova L. (2020). Simbiotisko asociāciju ietekme uz pupu (*Vicia faba* L.) produktivitāti. Promocijas darbs. Latvijas Lauksaimniecības universitāte: Jelgava

Augsnes apstrādes veida ietekme uz NUE

Augsnes apstrādes sistēma (AAS) ietver tādus augsnes apstrādes veidus, kā aršana un samazināta augsnes apstrāde bez augsnes apvēršanas – minimālā augsnes apstrāde (mintils), sleju apstrāde (striptils), tiešsēja (notils).

Balstoties uz projekta ietvaros saimniecībās veiktiem izmēģinājumiem, tika vērtēta augsnes apstrādes sistēmas ietekme uz NUE, analizējot periodu no 2020. līdz 2022. gadam. Saimniecības iedalītas trīs grupās – saimniecības, kurās audzē tikai labību, saimniecības, kurās augu maiņā iekļauta kukurūza, un saimniecības, kurās audzē labību, rapsi un lauka pupas.

Rezultāti iegūti pretrunīgi. Piemēram, saimniecībā, kurā audzēta tikai labība, aršanas variantā NUE bija par 6% augstāks nekā minimālās augsnes apstrādes variantā, bet par 2% zemāks nekā tiešsējas variantā. Savukārt saimniecībā, kurā augu maiņā iekļauta kukurūza, tiešsējas variantā NUE bija par 10% zemāks nekā minimālās augsnes apstrādes variantā. Saimniecību grupā, kurās audzēja labību, rapsi un lauku pupas, aršanas variantā NUE bija augstāks nekā variants ar samazinātu augsnes apstrādi, turklāt šis atšķirības pieaugu virzienā: aršana – minimālā augsnes apstrāde – sleju apstrāde – tiešsēja. Tomēr jāņem vērā, ka piecās no sešām saimniecībām līdz šim tika praktizēta aršana un samazinātā augsnes apstrāde tika izmēģināta tikai projekta ietvaros. Tikai vienā saimniecībā samazinātā augsnes apstrāde tiek praktizēta vairāk nekā 10 gadus, un šajā saimniecībā tiešsējas variantā tika iegūts par 2% augstāks NUE nekā minimālās augsnes apstrādes variantā. Turklāt šajā saimniecībā, kurā nav iepriekš ilgstoši praktizēta aršana, NUE sasniedz un pat pārsniedz 80%. Tik augsts līmenis netika fiksēts nevienā citā saimniecībā, izņemot vienu gadījumu. Pārējās saimniecībās zemāka NUE samazinātas augsnes apstrādes variantos, iespējams, ir saistīta ar pārejas procesiem augsnē, kas rodas, pārtraucot aršanu. Šajā pārejas procesā notiek pastiprināta organiskās vielas veidošanās augsnē, kas faktiski nozīmē arī slāpekļa piesaisti organiskajā vielā. Tādēļ zemāka NUE neliecina, ka ir bijuši lielāki slāpekļa zudumi. Kad šie pārejas procesi beidzas un stabilizējas organiskās vielas saturs augsnē, tad vairs nenotiek pastiprināta slāpekļa uzkrāšanās augsnē un visdrīzāk slāpekļa izmantošanas efektivitāte sasniedz augstāku līmeni nekā aršanas periodā.

Augsnes apstrādes veida maiņa no aršanas uz samazinātu augsnes apstrādi (mintils, striptils, notils) būtiski izmaina augsnē notiekošos procesus, tai skaitā augu barības elementu apriti. Pirmkārt, samazinās lauksaimniecības tehnikas radītā mehāniskā iedarbība uz augsni, izmainās augsnes fizikālās īpašības un darbības vide augsnes mikroorganismiem. Otrkārt, atkarībā no audzētajām laukaugu sugām augsnē nonāk pēc kvantitātes un ķīmiskā sastāva atšķirīga biomasa. Tās mineralizācijas ātrums, ko ietekmē C:N attiecība, lignīna un citu sekundāro oglekļa savienojumu klātbūtne, nosaka slāpekļa un citu augu barības elementu apriti un nodrošinājumu augsnē.⁵¹

Augsnes apstrādes veids un laiks arī ietekmē minerālā slāpekļa daudzumu augsnē. Augu atlieku iestrāde augsnē, labāka augsnes aerācija un citu augsnes fizikālo īpašību izmaiņas rada labvēlīgus apstākļus mikroorganismu darbībai un organiskās vielas mineralizācijai. Augsnes apstrādes izraisītā augsnes struktūragregātu noārdīšanās veicina arī mikroagregātos ieslēgtās organiskās vielas sadalīšanos. Taču minerālā slāpekļa krājumu palielināšanās var būt saistīta ne tikai ar mineralizācijas veicināšanu, bet arī ar slāpekļa patēriņa pārtraukšanu, iestrādājot augsnē uz tās augošos augus un nezāles. Straujāka mineralizācija un lielāks minerālā slāpekļa uzkrājums novērots veicot aršanu (20-25 cm dziļi) pēc iepriekšējā kultūrauga novākšanas agri rudenī. Seklāka augsnes virskārtas kultivēšana (10-12 cm dziļi) kavējusi minerālā slāpekļa uzkrājumu veidošanos.

Aizstājot augsnes aršanu agri rudenī pret vēlāku termiņu vai atstājot to uz pavasari, ir iespējams gandrīz uz pusi samazināt minerālā slāpekļa daudzumu, kas rudens-ziemas periodā var

⁵¹ Kārklīšs A., Līpenīte I. (2013). Apmežotas lauksaimniecībā izmantojamās zemes augsnes īpašību izpētes rezultāti. Lauksaimniecības zinātne veiksmīgai saimniekošanai. Zinātniski praktiskās konferences raksti. 21.-22.02.2013. LLU, Jelgava, Latvija, 84-88

izskalošies. Piemēram, pēc agraugsnes apstrādes rudenī, minerālā slāpekļa krājumi novembrī bija 68 kg ha^{-1} , bet tā paša lauka neuzartajā daļā tikai $39 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$. Atstājot aršanu uz pavasari, slāpekli rudenī turpina uzņemt nezāles, tādējādi samazinot pavasarī kultūraugam viegli pieejamo slāpekļa daudzumu, kas graudu ražu varētu samazināt līdz pat 40%. Tomēr, lai samazinātu nitrātu izskalošanos, tiek rekomendēta vasarājiem paredzētās zemes apstrāde vēl rudenī vai pat pavasarī.

Minimālā augsnis apstrāde salīdzinājumā ar konvencionālo apstrādi augsnis virsējā slānī veido atšķirīgus apstākļus organisko vielu mineralizācijai. Apstrādājot augsnis, pēcplaujas atliekas izvietojas dažādos dziļumos, izmainās arī augsnis fizikālo īpašību rādītāji, kas nosaka augsnis cietās fāzes un poru attiecību. Minerālā slāpekļa dinamikas pētījumi variantos ar atšķirīgu apstrādes dziļumu un intensitāti būtiskas atšķirības neuzrāda. Nedaudz mazāki (vidēji par 8%) minerālā slāpekļa krājumi konstatēti minimālās augsnis apstrādes rezultātā, taču rudenī pārpalikums no lietotajiem minerālmēsliem praktiski neatšķiras.

Organisko vielu mineralizācija un minerālā slāpekļa krājumu veidošanās ļoti strauji norisinās pēc dabisko un sēto zālāju lauku aparšanas.⁵²

Augsnis apstrāde vasarāju laukaugiem pavasarī, nevis rudenī var samazināt NO_3^- izskalošanās zudumus par 20-50%. Aramzemē, kur lietoti kūtsmēsli, samazinājums būs lielāks. Netiešās N_2O emisijas tiktu samazinātas nedaudz.

Minimālās augsnis apstrādes efektivitāte NO_3^- izskalošanās zudumu samazināšanā var sasniegt 20%. Efektivitāte būs augstāka augsnēs, kur tiek izmantoti kūtsmēsli. Efektivitāte netiešo N_2O emisiju samazināšanā var būt neliela, vai arī nebūt vispār.⁵³

Augsnis apstrāde izmaina augsnis struktūru, skābekļa un ūdens daudzumu augsnē, tas savukārt izmaina mikroorganismu aktivitāti un savstarpējo mijiedarbību. Labvēlīga mikroorganismu mijiedarbība ir sevišķi nozīmīga, veidojoties simbiotiskajām asociācijām. Augsnis apstrāde var stimulēt saprofīto mikroorganismu aktivitāti, bet, piemēram, negatīvi ietekmēt to mikorizas sēņu izplatību, kuru hifu fragmenti pēc to sadalīšanas neveido jaunas propagules. Pētījumos ar kukurūzu un kviešiem apstrādātā un neapstrādātā augsnē novēroja, ka, izjaucot augsnis sakārtu, ir traucēta gan sakņu kolonizācija, gan fosfora uzņemšana. Izteikta hipotēze, ka ātrāka un plaša mikorizas kolonizācija notiek augsnē ar neizjauktu sakārtu, kas pākšaugu saknēs var labvēlīgi ietekmēt arī gumiņbaktēriju iedzīvošanos. Novēroja, ka agrāku gumiņu veidošanos sojai veicināja sakņu kolonizācija ar mikorizas sēnēm, kas rezultātā paaugstināja N_2 fiksāciju. Gatavības stadijā salīdzinot augos no atmosfēras saistīto slāpekļa daudzumu, secināts, ka apstrādātajā augsnē tas bija 12%, bet neapstrādātajā 32%. Tā kā augsnis sakārtas sajaukšana intensificē organiskā N mineralizāciju, tad tiek aizkavēta simbiotiskā N_2 saistīšana. Tajā pašā laikā nenovēroja atšķirību starp no augsnis uzņemtā slāpekļa daudzumu.⁵⁴

Uztvērējaugu ietekme uz NUE

Galvenie slāpekļa resursi augsnēs atrodas organiskās vielas sastāvā. Mineralizācijas procesos augsnē bagātinās ar augiem viegli izmantojamiem savienojumiem, taču mineralizācijas gaita un intensitāte ir atkarīga no dažādiem faktoriem, kas apgrūtina augu slāpekļa nodrošinājuma prognozēšanu. Augsnēs ar lielu organiskās vielas saturu minerālā slāpekļa krājumi var ievērojami pārsniegt laukaugu slāpekļa vajadzību, ja mēslojums lauka dažādās daļās ar atšķirīgu augsnis netiek

⁵² Līpenīte I., Kārklīšs A., Ruža A. (2017b). Ražā nesaisītais slāpekļis veģetācijas perioda beigās – veidošanās un samazināšanas iespējas. Līdzsvarota lauksaimniecība: zinātniski praktiskās konferences raksti. 23.02.2017., LLU, Jelgava, Latvija, 55-63

⁵³ Price N., Harris J. P., Taylor M., Williams J. R., Anthony S. G., Duethmann D., Gooday R. D., Lord E. I., Chambers B. J., Chadwick D. R., Misselbrook T. H. (2011). An inventory of mitigation methods and guide to their effects on diffuse water pollution, greenhouse gas emissions and ammonia emissions from agriculture. Prepared as part of DEFRA project WQ0106 by North Wyke Research & ADAS

⁵⁴ Dubova L. (2020). Simbiotisko asociāciju ietekme uz pupu (*Vicia faba* L.) produktivitāti. Promocijas darbs. Latvijas Lauksaimniecības universitāte: Jelgava

diferencēts. Veģetācijas perioda beigās veidojas ievērojams ražā nesaistīta slāpekļa uzkrājums, kas var izskaloties no augsnes, radot vides piesārņojuma risku.⁵⁵

Rudenī sētiem uztvērējaugiem efektivitāte NO₃⁻ izskalošanās zudumu samazinājumā sējas gadā var sasniegt 30-60%. Samazinājums būs lielāks auglīgākās augsnes un/vai augsnes, kur regulāri tiek lietoti kūstmēsli. Uztvērējaugu audzēšanas rezultātā nedaudz samazinātos arī amonija un nitrītu zudumi ūdenī, kā arī netiešās N₂O emisijas⁵⁶.

Projekta ietvaros analizēta uztvērējaugu izmantošanas ietekme uz NUE divu gadu periodā, kas ietver gadu pirms un gadu pēc uztvērējaugiem. Tabulās ir atspoguļota NUE attiecīgajiem divu gadu pāriem, salīdzinot ar kontroles variantu, kurā nav lietoti uztvērējaugi. Izmēģinājumu ar uztvērējaugiem rezultāti Kurzemes reģiona saimniecībā liecina, ka uztvērējaugu maisījumu audzēšana palielināja divu gadu augu maiņas NUE, gan salīdzinot ar aršanas variantu kā kontroli (2.1. tabula), gan – minimālās augsnes apstrādes (diskota rugaine) variantu (2.2. tabula). Zemgales reģiona saimniecībā ne visi uztvērējaugu maisījumi vidēji deva pozitīvu rezultātu attiecībā uz NUE (2.3. tabula).

Izmēģinājumu rezultāti liecina, ka uztvērējaugiem kopumā ir pozitīva ietekme uz NUE. Kurzemē faktiski visiem sešiem uztvērējaugu maisījumiem ir bijusi pozitīva ietekme uz NUE, jo īpaši viengadīgās airenes-griķu-facēlijas maisījumam, redīsa-sinepju maisījumam un auzu-viķu-facēlijas maisījumam.

Zemgales izmēģinājumos rezultāti ir nedaudz atšķirīgi. Divi maisījumi neuzrādīja pozitīvu ietekmi uz NUE, taču pārējiem četriem ir bijusi pozitīva ietekme, īpaši redīsa-sinepju maisījumam un auzu-sinepju maisījumam.

2.1. tabula

Uztvērējaugu maisījumu audzēšanas ietekme uz NUE ziemas kviešu – vasaras miežu augu maiņā Kurzemes reģionā (kontrolē – aršana rudenī)

KURZEME	2020-2021	2021-2022	Vidēji
Rudzi + ziemas rapsis + facēlija/ ziemas vīķi	+8.5%	+3.3%	+5.9%
Auzas + vasaras vīķi + facēlija	+4.1%	+6.6%	+5.4%
Auzas + sinepe	+15.0%	+3.4%	+9.2%
Redīss/ eļļas rutks + sinepe	+16.7%	+1.8%	+9.2%
Viengadīgā airene + griķi + facēlija	+18.4%	+7.8%	+13.1%
Viengadīgā airene + inkarnāta āboliņš	+6.6%	+0.9%	+3.7%

2.2. tabula

Uztvērējaugu maisījumu audzēšanas ietekme uz NUE ziemas kviešu – vasaras miežu augu maiņā Kurzemes reģionā (kontrolē – minimālā augsnes apstrāde (diskota rugaine))

KURZEME	2019-2020	2020-2021	2021-2022	Vidēji
Rudzi + ziemas rapsis + facēlija/ ziemas vīķi	+5.9%	+2.7%	-0.8%	+2.6%
Auzas + vasaras vīķi + facēlija	+9.1%	-1.4%	+2.3%	+3.3%
Auzas + sinepe	-3.7%	+8.9%	-0.7%	+1.5%
Redīss/ eļļas rutks + sinepe	+5.6%	+10.5%	-2.3%	+4.6%
Viengadīgā airene + griķi + facēlija	+3.0%	+12.1%	+3.5%	+6.2%
Viengadīgā airene/ auzas + inkarnāta āboliņš + facēlija*	+2.7%	+0.9%	-3.2%	+0.2%

*Auzas un facēlija tikai 2019-2020

⁵⁵ Līpenīte I., Kārklīšs A., Ruža A. (2017a). Minerālā slāpekļa monitorings augsnē Vecauce. Ražas svētki "Vecauce - 2017": Lauksaimniecības zinātne Latvijas simtgades gaidās. Zinātniskā semināra rakstu krājums. Jelgava, LLU, 2017., 53-56

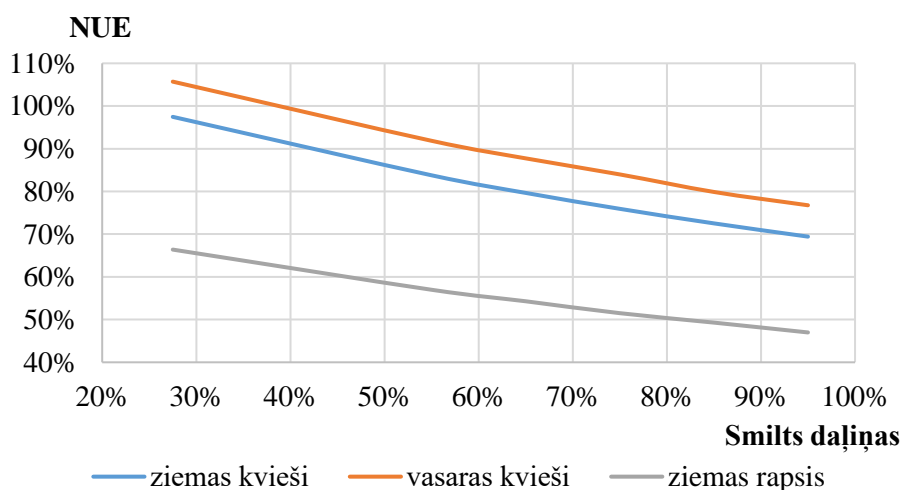
⁵⁶ Price N., Harris J. P., Taylor M., Williams J. R., Anthony S. G., Duethmann D., Gooday R. D., Lord E. I., Chambers B. J., Chadwick D. R., Misselbrook T. H. (2011). An inventory of mitigation methods and guide to their effects on diffuse water pollution, greenhouse gas emissions and ammonia emissions from agriculture. Prepared as part of DEFRA project WQ0106 by North Wyke Research & ADAS

Uztvērējaugu maisījumu audzēšanas ietekme uz NUE divu gadu augu maiņā Zemgales reģionā (kontrolē – minimālā augsnes apstrāde (diskota rugaine))

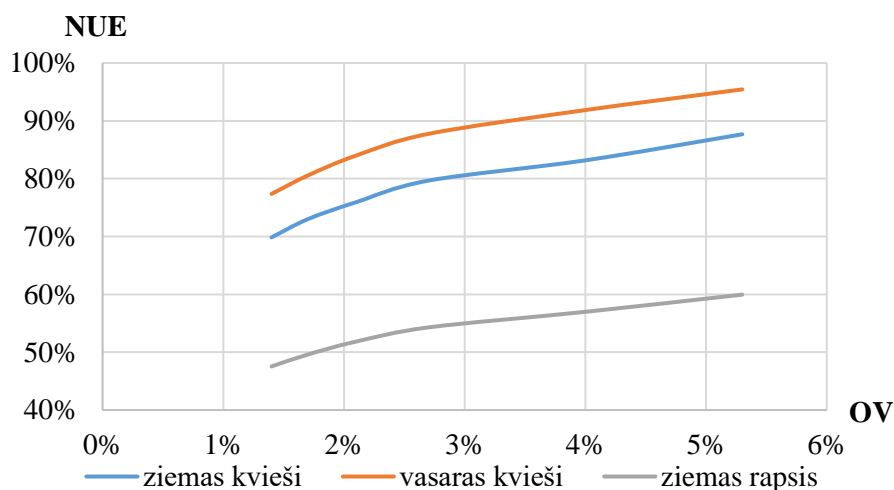
ZEMGALE	2019-2020	2020-2021	2021-2022	Vidēji
	ziemas kvieši – vasaras mieži	ziemas kvieši – sējas zirņi	ziemas kvieši – lauka pupas	
Rudzi + ziemas rapsis + facēlija	-3.9%	+2.2%	-0.1%	-0.6%
Auzas + vasaras vīki + facēlija	+3.7%	+2.1%	+1.2%	+2.3%
Auzas + sinepe	+11.3%	+5.6%	+1.0%	+5.9%
Redīss/eļļas rutks + sinepe	+18.0%	+4.7%	-0.8%	+7.3%
Viengadīgā airene + griķi + facēlija	+9.1%	+5.7%	-0.1%	+4.9%
Viengadīgā airene/ auzas + inkarnāta āboliņš + facēlija	-4.9%	+1.3%	-0.8%	-1.5%

Augsnes granulometriskā sastāva un organiskās vielas satura ietekme uz NUE

Kultūraugu NUE ietekmē arī augsnes granulometriskais sastāvs. Augstāks NUE būs kultūraugiem, kas audzēti smilšmāla augsnēs ar lielāku māla daļiņu īpatsvaru (2.4. att.) un augstāku organiskās vielas saturu augsnē (2.5. att.). No augsnes granulometriskā sastāva ir atkarīgs augsnes ūdens-gaisa režīms, līdz ar to arī ar slāpekļa apriti saistītie procesi augsnē.



2.4. att. NUE tipiskai standartražai atkarībā no augsnes GM sastāva.



2.5. att. NUE tipiskai standartažai atkarībā no OV satura augsnē

Divu gadu pētījumā Vecaucē, kurā tika salīdzināti minerālā slāpekļa krājumi divos poligonos ar dažādiem augšņu tiptiem (trūdaini kūdrainā glejaugsne, kuras sastāvs līdz 47 cm dziļumam ir labi sadalījusies kūdra, un velēnu glejaugsne, kuras granulometriskais sastāvs ir mālsmilts), rezultāti parādīja, ka minerālā slāpekļa krājumi ražošanas laukā izveidotajos izpētes poligonos bija atšķirīgi, un vidēji divos gados būtiski lielāks minerālā slāpekļa daudzums augsnes 0-90 cm slānī ir ar organisko vielu bagātajā trūdaini kūdrainajā glejaugsnē.⁵⁷

Cita pētījuma rezultāti Latvijā liecina, ka smilšmāla augsnē slāpekļa krājums aramkārtā ir vidēji par 17 kg ha⁻¹ N lielāks nekā mālsmilts augsnē. Lietojot palielinātas slāpekļa mēslojuma normas, minerālā slāpekļa saturs smilšmāla augsnē pieaug galvenokārt aramkārtā (0-20 cm), bet mālsmilts augsnē tas palielinās arī dziļākajos slāņos (līdz 60 cm), kas liecina par slāpekļa piesārņojuma bīstamību vieglāka granulometriskā sastāva augsnēs. Vasaras kviešu audzēšanai piemērotāka izrādījās mālsmilts augsne, kur iegūta par 0.27-0.40 t ha⁻¹ lielāka graudu raža nekā smilšmāla augsnē.⁵⁸ Savukārt pētījumos Zviedrijā viegla granulometriskā sastāva augsnes apstrāde minerālā slāpekļa krājumus augsnes profilā (0-90 cm) palielinājusi pat līdz 55 kg ha⁻¹ N, bet smagākās augsnēs mazāk – vidēji par 10 kg ha⁻¹ N. Izmēģinājumā vidēja māla augsnē aršanas ietekmē minerālā slāpekļa krājumi rudenī palielinājušies par 20-30 kg, augsnes kultivēšanas ietekmē vidēji par 3 kg un ecēšanas rezultātā – par 8 kg ha⁻¹. Smaga granulometriskā sastāva augsnē mazāk izteikta radušos slāpekļa savienojumu vertikāla pārvietošanās uz dziļākiem horizontiem, tie mazāk pakļauti izskalošanās procesam, tādēļ ir potenciāli vairāk izmantojami sekojošās sezonas kultūraugu ražas veidošanai.⁵⁹

Augsnes organiskās vielas uzturēšana un palielināšana veicinās NO₃⁻ (arī amonija un nitrīta) izskalošanās zudumus, īpaši, ja rudens periodā tiek izlietots liels kūtsmēsļu daudzums ar viegli pieejamu slāpekli (līdz 20% no kopējā izmantotā slāpekļa). Tiktu palielinātas arī tiešās un netiešās N₂O emisijas un NH₃ emisijas. Tomēr samazinātos nepieciešamība pēc N mēslojuma.⁶⁰

⁵⁷ Līpenīte I., Kārklīšs A., Ruža A. (2017a). Minerālā slāpekļa monitorings augsnē Vecaucē. Ražas svētki "Vecauce - 2017": Lauksaimniecības zinātne Latvijas simtgades gaidās. Zinātniskā semināra rakstu krājums. Jelgava, LLU, 2017., 53-56

⁵⁸ Jermušs A. (2010). Slāpekļa mēslojuma normas optimizācija vasaras kviešiem smilšmāla un mālsmilts augsnē pēc dažādiem priekšaugiem. Promocijas darba KOPSAVILKUMS Dr. agr. Zinātniskā grāda iegūšanai. Jelgava, 51 lpp.

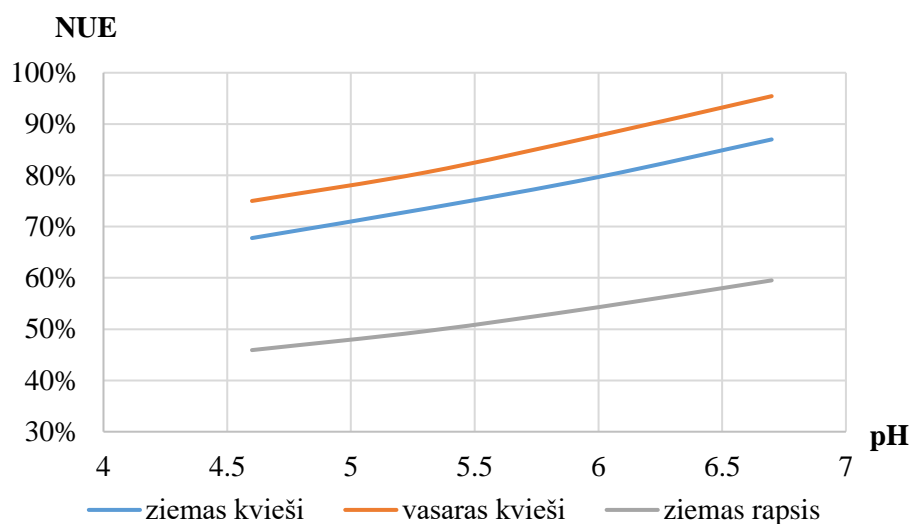
⁵⁹ Līpenīte I., Kārklīšs A., Ruža A. (2017b). Ražā nesaistītais slāpekļlis veģetācijas perioda beigās – veidošanās un samazināšanas iespējas. Līdzsvarota lauksaimniecība: zinātniski praktiskās konferences raksti. 23.02.2017., LLU, Jelgava, Latvija, 55-63

⁶⁰ Price N., Harris J. P., Taylor M., Williams J. R., Anthony S. G., Duethmann D., Gooday R. D., Lord E. I., Chambers B. J., Chadwick D. R., Misselbrook T. H. (2011). An inventory of mitigation methods and guide to their effects on

Augsnes pH ietekme uz NUE

Augsnes reakcija (pH) ietekmē kultūraugu minerālās barošanās apstākļus un līdz ar to arī kultūraugu slāpekļa izmantošanās efektivitāti (NUE). Kultūraugu NUE palielinās virzienā no skābām uz neitrālām augsnēm (2.6. att.).

Augsnes pH ietekmē arī gumiņbaktēriju aktivitāti.⁶¹ Vairumam gumiņbaktēriju optimālais augsnes pH ir 6.5-7.5, bet augšana apstājas vai ir aizkavēta kā skābā augsnē (pH 4.5-5.0), tā arī sārmainā (pH 8). Skāba augsne ir piemērota tikai atsevišķām gumiņbaktēriju sugām, bet vairumam gumiņbaktēriju sugu populācijas blīvums skābā augsnē strauji samazinās.



2.6. att. NUE tipiskai standartažai atkarībā no augsnes pH.

Secinājumi un rekomendācijas

1. Slāpekļa izmantošanas efektivitātes (NUE) novērtēšana augkopībā ir būtiska no vides ilgtspējas mērķu sasniegšanas viedokļa, jo zema NUE var liecināt par lieliem slāpekļa (N) zudumiem izskalošanās un noteču, kā arī iztvaikošanas formā. Papildus jāatzīmē, ka NUE ir būtiska arī no ekonomiskās efektivitātes viedokļa. Zema NUE nozīmē augstākas N mēslojuma izmaksas uz iegūto ražas apjomu.
2. Lai arī NUE aprēķinos praksē lieto dažādus modeļus un pieejas, tomēr tās samērā nepilnīgi aplūko N apriti lauka līmenī. Projekta ietvaros ir izveidots N bilances modelis N aprites lauka līmenī modelēšanai. Šis modelis nodrošina jaunu skatījumu uz N apriti, N zudumiem un mēslojuma vajadzības veidošanos, kā arī uz NUE novērtēšanu.
3. Dažādiem kultūraugiem ir atšķirīga NUE. Pie katrai kultūraugu sugai optimālās izsējas normas un vienādiem augšanas apstākļiem vasaras kviešiem un vasaras miežiem NUE ir augstāks (virs 80%) nekā ziemas kviešiem, ziemas rudziem un auzām (no 70-80%). Ziemas rapsim NUE ir salīdzinoši zems, nesasniedzot 60% robežu. Vasaras rapsim NUE ir augstāks nekā ziemas rapsim un var pārsniegt 70% robežu (pie augstākas plānotās ražas).
4. Līdz noteiktam līmenim kultūraugu ražas paaugstināšana ir saistīta ar NUE paaugstināšanos. Tomēr, sasniedzot noteiktu ražas līmeni, NUE vairs nepieaug un pat sāk samazināties (ja notiek tālāka ražas kāpināšana). Tāpēc ir būtiski dot optimālu N mēslojuma daudzumu, lai kultūraugu audzēšana būtu gan ekonomiski efektīva (saimnieciski izdevīga), gan netiktu

diffuse water pollution, greenhouse gas emissions and ammonia emissions from agriculture. Prepared as part of DEFRA project WQ0106 by North Wyke Research & ADAS

⁶¹ Dubova L. (2020). Simbiotisko asociāciju ietekme uz pupu (*Vicia faba* L.) produktivitāti. Promocijas darbs. Latvijas Lauksaimniecības universitāte: Jelgava

piesārņota vide ar N (pārsvarā NO_3^- formā) noplūdēm un notecēm un N (pārsvarā NH_3 un NO_x formā) iztvaikošanu. Dažādiem kultūraugiem optimālās mēslojuma devas ir atšķirīgas. Tās ietekmē dažādi apstākļi.

5. Augu maiņai ir būtiska ietekme uz NUE, to vērtējot NUE augmaiņas ciklam kopumā. Augstāku vidējo NUE augu maiņai var iegūt, iekļaujot tajā kultūraugus ar augstāku NUE, piem., vasaras kviešus vai vasaras miežus. Ziemas rapsim NUE ir zems, tāpēc arī augu maiņām ar ziemas rapsi būs zemāks NUE. Plānojot augu maiņu, jāņem vērā kultūraugu secība, lai nesavairotu augu slimības, kaitēkļus un nezāles.
6. N bioloģiskā fiksācija samazina vajadzību pēc N mēslojuma, t.sk. nākamajam kultūraugam. Taču noteiktās situācijās N bioloģiskā fiksācija var veicināt arī N noplūdes un izskalošanos. Lai veicinātu N bioloģisko saistītāju gumiņbaktēriju aktivitāti, jānodrošina augsnes reakciju pH 6.5-7.5.
7. Augsnes apstrādes veids ietekmē NUE. Vasarājiem paredzētā lauka apstrāde vēlu rudenī vai pat pavasarī samazina nitrātu izskalošanos. Taču lielāku N izskalošanās samazinājumu nodrošina samazinātā augsnes apstrāde un nulles augsnes apstrāde. Projekta ietvaros veiktie izmēģinājumi liecina, ka saimniecībās, kurās ilgstoši (vairāk nekā 10 gadus) ir praktizēta samazinātā augsnes apstrāde (nav praktizēta aršana) novērojama augstāka NUE nekā saimniecībās, kuras praktizē aršanu vai nesen pārgājušas uz samazinātu augsnes apstrādi. Samazināta augsnes apstrāde var veicināt N uzkrāšanos augsnes organiskajā vielā, it īpaši pirmajos gados pēc pārejas. Tādējādi var būt novērojama NUE samazināšanās.
8. Lai mazinātu N zudumus no augsnes būtiski neatstāt augsni nenosegtu ziemas periodā. Uztvērējaugi nodrošina iespēju nosegt augsni, ja tiek audzēts vasarājs. Projekta rezultāti liecina, ka uztvērējaugiem ir NUE paaugstinošs efekts, kurš atkarīgs no uztvērējaugu sugām un īpašībām. Pētījuma rezultāti liecina, ka abākie rezultāti iegūti šādiem uztvērējaugu maisījumiem: 1) viengadīgā airene-griķi-facēlija, 2) redīss/eļļas rutks-sinepes, 3) auzas-sinepes.
9. Augsnes granulometriskais sastāvam ir būtiska ietekme uz NUE. Ja citi nosacījumi (piem., organiskās vielas saturs, augsnes pH līmenis) ir vienādi, tad augstāks NUE ir novērojams augsnēs ar lielāku māla daļiņu īpatsvaru. No augsnes granulometriskā sastāva ir atkarīgs augsnes ūdens-gaisa režīms, līdz ar to arī ar N saistītie procesi augsnē.
10. Organiskās vielas (OV) saturam augsnē ir vērā ņemama ietekme uz NUE. Ja citi nosacījumi (piem., granulometriskais sastāvs, augsnes pH līmenis) ir vienādi, tad augsnēs ar augstāku OV saturu, ir augstāka NUE. Piemēram, OV saturam pieaugot no aptuveni 2% līdz 5%, NUE var palielināties par 10 procentpunktiem.
11. Augsnes reakcija (skābums) ietekmē kultūraugu NUE. Kultūraugu NUE palielinās virzienā no skābām uz neitrālām augsnēm (ja citi nosacījumi nemainās). Augsnes reakcija pH 6.5-7.5 robežās veicinās gumiņbaktēriju aktivitāti. Jāatzīmē, ka pie augsnes pH >6.5 NUE var būt par 10-15 procentpunktiem augstāks nekā pie pH 5.
12. Lai uzlabotu slāpekļa izmantošanas efektivitāti un pie zemākām slāpekļa devām paaugstinātu kultūraugu ražas, vienlaikus jāabalansē vairāki augu augšanas noteicošie faktori.

3. AKTIVITĀTE “EKONOMIKA”

Projekta 1. aktivitātes (Augkopība) 1.3. Zemkopības sistēmu novērtēšana Latvijā, 3.aktivitātes (Ekonomika) 3.1.2. Monitoringa datu masīva matemātiski statistiskā analīze saimnieciskā izdevīguma novērtēšanai un 3.2. Projektā pētīto zemkopības sistēmu elementu un uztvērējaugu izmantošanas agronomiskā efekta saimnieciskā izdevīguma novērtējums iegūto empīrisko datu novērtējuma rezultātus.

Mērķis: izmantojot projektā iegūtos empīriskos datus, definēt izplatītākās zemkopības sistēmas Latvijā un novērtēt to saimniecisko izdevīgumu.

Ziņojuma autores: Agnese Krieviņa, Ieva Leimane.

Atsaukšanās uz ziņojumu un tā autoriem, izmantojot tajā publicētos rezultātus – obligāta.

Novērtējuma metodoloģija

No projekta sadarbības partneru (kooperatīva VAKS un Latraps) aizpildītajām anketām iegūtie dati par katru monitoringa lauku (rezultāti ziņoti uz 1 ha) un katru gadu sākotnēji ar hipersaitēm apkopoti Excel failos, kur veikta papildu rādītāju pievienošana (agrotehnisko darbību cenas, izejvielu cenas, produktu cenas, agrotehnisko darbību degvielas patēriņš, organisko mēsļu N, P₂O₅, K₂O saturs), kas nepieciešams, lai turpat veiktu saimnieciskā izdevīguma aprēķinus. Pirms papildu datu pievienošanas un aprēķinu veikšanas, īstenota apjomīga no anketām iegūto datu pārbaude pēc nosacījumiem un atbilstoša datu papildināšana un precizēšana.

Tālāka apkopoto datu un aprēķinu analīze veikta, izmantojot R programmēšanas iespējas (Excel faili tiek padoti kā ieejas dati - kopumā 4 Excel faili par 2018., 2019., 2020. un 2021.gadu). Tāpat R izmantots, lai iegūtu uz nosacījumiem balstītos cenu, degvielas patēriņa un citus vektorus, kas izmantoti aprēķiniem Excel failos. R kalpo arī kā Excel failos veikto aprēķinu un anketās sniegto datu papildu pārbaudes un grupēšanas rīks.

Saimnieciskā ienākuma novērtējums

Saimnieciskais ienākums (bruto segums) katram monitoringa laukam par katru gadu (2018., 2019., 2020. un 2021.) tiek noteikts kā starpība starp ieņēmumiem un mainīgajām izmaksām. Tas tiek novērtēts EUR uz vienu ha.

Ieņēmumi

Ieņēmumi katram monitoringa laukam par katru gadu veido kultūrauga iegūtā raža t uz ha (R610) no anketām, kā arī atbilstoši pievienotā kultūrauga pārdošanas cena. Novērtējums veikts salīdzināmās 2020.gada cenās.

3.1. tabula

Novērtējumā izmantotās kultūraugu cenas

Kultūraugs	Cena (EUR/t)
111 V Kvieši	170
112 Z Kvieši	170
113 V Kvieši, ar pasēju	170
115 V Speltas kvieši	174
116 Z Speltas kvieši	174
121 Rudzi	114
122 Rudzi, Kaupo	118
123 Rudzi, populācijas, izņemot “Kaupo”	118
131 V Mieži	143

Kultūraugs	Cena (EUR/t)
132 Z Mieži	143
133 V Mieži, ar pasēju	143
140 Auzas	151
141 Auzas, ar pasēju	151
150 V Triticāle	133
151 Z Triticāle	133
152 V Triticāle, ar pasēju	133
160 Griķi	440
161 Griķi ar tauriņz. Pasēju	440
170 Kaņepes	1763
211 V_Rapsis	359
212 Z_Rapsis	359
213 V_Rapsis	780
214 Z_Rapsis	780
215 Sinepe (zaļmēslojums)	0
216 Sinepe ar tauriņz. Pasēju (zaļmēslojums)	0
310 Lini, šķiedras	100
330 Lini, eļļas	286
410 Lauka pupas	220
420 Zirņi	190
430 Lupīna	190
441 V_Viķi	190
442 Z_Viķi	190
443 Soja	460
445 Graudaugu un zirņu vai viķu maisījums, kur proteīnaugi >50%	21
446 Graudaugu un zirņu vai viķu maisījums ar pasēju, kur proteīnaugi >50%	21
610 Papuve	0
713 Citur neminētas stiebrzāles	24
715 Facēlija (sēkla)	2500
716 Facēlija ar tauriņz. Pasēju (zaļmēslojums)	0
720 Aramzemē sēts stiebrzāļu un/vai lopbarības zālaugu (iesk. proteīnaugu) maisījums	24
723 Sarkanais āboliņš (zaļmasa/sēkla)	21/2700
724 Baltais āboliņš	21
725 Bastarda āboliņš	21
726 Lucerna	21
727 Austrumu galega	21
728 Ragainais vanagnadziņš	21
729 Amoliņš	21
731 Pļavas timotiņš, sēklas ieguvei	1172
732 Pļavas auzene, sēklas ieguvei	1103
733 Hibrīdā airene, sēklas ieguvei	1112
734 Daudzziedu viengadīgā airene, sēklas ieguvei	1018
735 Sarkanā auzene, sēklas ieguvei	1103
736 Ganību airene, sēklas ieguvei	1112
737 Niedru auzene, sēklas ieguvei	1401
738 Pļavas skarene, sēklas ieguvei	3296
739 Kamolzāle, sēklas ieguvei	1172

Kultūraugs	Cena (EUR/t)
741 Citur neminēta kukurūza	33
760 Stiebz. vai tauriņz. maisīj., tauriņz.>50%	24
761 Auzenairene sēklai	1112
791 Kukurūza biogāzes ieguvei	33
825 Cietes kartupeļi	120
831 Lopbarības bietes, cukurbietes	44

Izmaksas

Izmaksas katram monitoringa laukam uz ha par katru gadu (2018., 2019., 2020. un 2021.) tiek iegūtas, summējot atsevišķās mainīgo izmaksu pozīcijas sekojošām agrotehniskajām darbībām un izejvielām no anketām:

- kaļķošanai (R100) un kaļķošanas materiālam (R350);
- aršanai (R110);
- dziļirdināšanai (R115);
- šķīvošanai/diskošanai (R120);
- lauka virsmas šļūkšanai (R121);
- kultivēšanai (R122);
- kombinētās augsnes pirmapstrādei (R125);
- sēšanai/stādīšanai pamatkultūrai (R130) un uztvērējaugam (R210), kā arī pamatkultūras (R080) un uztvērējauga (R050) sēklai;
- kombinētā agregāta izmantošanai (R135);
- pievelšanai (R140);
- sējumu/stādījumu ecēšanai (R150);
- minerālmēsļu izkliešana (R160) un minerālmēsliem (R310, R320, R330);
- smidzināšanai (R165) un augu aizsardzības līdzekļiem (R520, R530, R540, R550, R560, R570, R580);
- organiskā mēslojuma izkliešana (R170) un organiskā mēslojuma daudzumam (R430, R440);
- ražas novākšanai (R180);
- salmu smalcināšanai (R181);
- salmu presēšanai (R185);
- vagu uzfrēžēšanai (R191);
- vagošanai (R192);
- lakstu pļaušanai (R193);
- uztvērējaugu pievelšanai un sadalīšanai (R220);
- augu veģetācijas pārtraukšanai ar ķīmiskajiem līdzekļiem (R230).

Agrotehnisko darbību izmaksas

Konkrētās agrotehniskās darbības izmaksas katram monitoringa laukam uz ha tiek noteiktas, ņemot vērā anketās uzrādīto darbības veikšanas reizu skaitu un pievienotās atbilstošās agrotehniskās darbības vienas izpildes reizes cenu/izmaksas. Izņēmums ir organisko mēsļu izkliešana, kam agrotehniskā darbības cena/izmaksas noteiktas uz izklieyto tonnu, līdz ar to organiskā mēslojuma izkliešanas izmaksas tiek iegūtas, ņemot vērā anketās uzrādīto izklieyto organiskā mēslojuma daudzumu un atbilstošo izkliešanas cenu uz tonnu. Novērtējums veikts salīdzināmās 2020.gada cenās.

Novērtējumā izmantotās agrotehnisko darbību cenas/izmaksas

Agrotehniskās darbības	vienības	Cena (EUR/ha vai EUR/t)
Kaļķošana	EUR/ha	22.10
Aršana	EUR/ha	57.06
Dziļirdināšana	EUR/ha	73.36
Šķīvošana/diskošana	EUR/ha	29.60
Lauka virsmas šļūksana	EUR/ha	26.36
Kultivēšana	EUR/ha	15.73
Kombinētā augsnes pirmapstrāde (rugaines kultivators+diski+veltnis)	EUR/ha	36.08
Sēšana, bez augsnes apstrādes	EUR/ha	22.97
Sēšana kopā ar minerālmēsli iestrādi, bez augsnes papildapstrādes	EUR/ha	33.86
Sēja kopā ar augsnes apstrādi sēklas dziļumā, bez minerālmēsli iestrādes	EUR/ha	49.15
Sēja kopā ar augsnes apstrādi sēklas dziļumā, ar minerālmēsli iestrādi	EUR/ha	63.89
Tiešsēja velēnā sēklas dziļumā	EUR/ha	65.61
Pievelšana	EUR/ha	25.86
Ecēšana	EUR/ha	12.65
Minerālmēsli izkliešana (virssēja)	EUR/ha	7.99
Smidzināšana (AAL, mikroelementi)	EUR/ha	8.38
Organiskā mēslojuma izkliešana uz lauka virsmas	EUR/t	3.72
Šķidro organisko mēsli izliešana uz lauka virsmas (nokarenās caurules vai sprauslas) bez iestrādes	EUR/t	2.39
Šķidro organisko mēsli izliešana uz lauka virsmas (nokarenās caurules vai sprauslas) ar iestrādi	EUR/t	2.68
Šķidro organisko mēsli injekcija augsnē, jekādā tās formā	EUR/t	3.34
Ražas novākšana, ar smalcinātu salmu izkliešanu	EUR/ha	75.78
Ražas novākšana, bez salmu smalcināšanas un izkliešanas	EUR/ha	61.29
Kukurūzas novākšana	EUR/ha	222.02
Salma smalcināšana (ja nenotiek vienlaikus ar ražas novākšanu)	EUR/ha	24.15
Salma vai zāles rituļu presēšana	EUR/ha	34.26
Kartupeļu stādīšana	EUR/ha	60.00
Vagu uzfrēzēšana kartupeļiem	EUR/ha	46.44
Vagošana kartupeļiem	EUR/ha	24.29
Lakstu pļaušana kartupeļiem	EUR/ha	19.10
Kartupeļu/lopbarības biešu novākšana	EUR/ha	227.34
Zālāju pļaušana	EUR/ha	24.99
Starpkultūras pievelšana un sadalīšana	EUR/ha	25.86

Atsevišķām agrotehniskajām darbībām izdalīti vairāki varianti, kam katram no tiem piemērojama atbilstoša cena/izmaksas.

Sēšana var tik veikta bez augsnes apstrādes (R130) vai ar kombinēto agregātu (R135), abi gadījumi var būt ar vienlaicīgu minerālmēsli iestrādi vai bez minerālmēsli iestrādes (R131 un R136). Parastās sējas (R130) atzīmēšanas gadījumā, vēl iespējama tiešsēja velēnā.

Lai katram monitoringa laukam noteiktu atbilstošo cenu/izmaksas vienkāršākos gadījumos tika izmantota Excel IF funkcija, bet sarežģītākos gadījumos – R algoritmi. Atbilstošā cena kombinētā agregāta (R135) izmantošanas gadījumā noteikta pēc IF funkcijas, ņemot vērā, vai norādīta vienlaicīga minerālmēsli iestrāde (R136="jā").

Parastās sējas (R130) gadījumā R izveidota nosacījumu kopa, kas ar FOR iteratīvo ciklu ļauj iegūt uz nosacījumiem balstītu katram monitoringa laukam atbilstošu cenu/izmaksu vektoru. Nosacījumi paredz izmantot sēšanas bez minerālmēsļu iestrādes cenu, ja nav atzīmēts “jā” pie R131, kā arī ir veikta aršana (R110) vai šķīvošana/diskošana (R120), vai kāda no pārējām augsnes apstrādes darbībām pirms sējas (R115, R121, R122, R125). Savukārt, ja pie R131 atzīmēts “jā”, tad pie pārējiem iepriekšminētajiem nosacījumiem tiek izmantota sēšanas cena ar minerālmēsļu iestrādi. Ja nav veikta neviena no augsnes apstrādes darbībām pirms sējas, tad tiek izmantota tiešās sējas velēnā cena. Piemērā (3.1. att.) ir redzams R algoritms, kas apstrādā anketas datus par 2021. gadu.

```
df <- Anketa_2021 %>% select(R130, R131, R110, R120, R115, R121, R122, R125, R060, "Lauka kods")
df <- df %>% add_column(cena = NA)

for(row in 1:nrow(df)) {
  if(df[row,]$R130 == 0){
    df[row,]$cena <- 0
  }else if((df[row,]$R060 != "825 Cietes kartupeļi") &
    (df[row,]$R110 >= 1 | df[row,]$R120 >= 1 |
    df[row,]$R115 >= 1 | df[row,]$R121 >= 1 |
    df[row,]$R122 >= 1 | df[row,]$R125 >= 1) &
    df[row,]$R130 >= 1 & df[row,]$R131 != "jā"){
    df[row,]$cena <- 22.97 #Sēšana, bez augsnes apstrādes
  }else if((df[row,]$R060 != "825 Cietes kartupeļi") &
    (df[row,]$R110 >= 1 | df[row,]$R120 >= 1 |
    df[row,]$R115 >= 1 | df[row,]$R121 >= 1 |
    df[row,]$R122 >= 1 | df[row,]$R125 >= 1) &
    df[row,]$R130 >= 1 & df[row,]$R131 == "jā"){
    df[row,]$cena <- 33.86 #Sēšana kopā ar minerālmēsļu iestrādi, bez augsnes papildapstrādes
  }else if(df[row,]$R060 == "825 Cietes kartupeļi" &
    (df[row,]$R110 >= 1 | df[row,]$R120 >= 1) & df[row,]$R130 >= 1){
    df[row,]$cena <- 60 #Kartupeļu stādīšana
  }else if(df[row,]$R060 != "825 Cietes kartupeļi" &
    (df[row,]$R110 == 0 & df[row,]$R120 == 0 &
    df[row,]$R115 == 0 & df[row,]$R121 == 0 &
    df[row,]$R122 == 0 & df[row,]$R125 == 0) & df[row,]$R130 >= 1){
    df[row,]$cena <- 65.61 #Tiešsēja velēnā sēklas dziļumā
  }
}
```

3.1. att. Sēšanas R algoritma anketas dati par 2021. gadu.

Uztvērējaugu sēšanas (R210) gadījumā iespējama tiešā sēja, izkliedes sēja un kombinētais variants. Tiešās sējas gadījumā izmantota tiešās sējas velēnā cena, izkliedes sējas – minerālmēsļu izkliedēšanas cena, kombinētā varianta – kombinētā agregāta (bez minerālmēsļu iestrādes) cena.

Organisko mēsļu izkliedēšana arī var notikt vairākos veidos, ar atšķirīgu cenu uz iestrādāto organisko mēsļu tonnu, kas katram monitoringa laukam tiek noteikta ar R algoritma palīdzību, iegūstot atbilstošu cenu vektoru. Piemērs (3.2. att.) par 2021. gadu.

```
df <- Anketa_2021 %>% select(R400, R420)
df <- df %>% add_column(cena = NA)

for(row in 1:nrow(df)) {
  if(df[row,]$R400 == 0 & df[row,]$R420 == 0){
    df[row,]$cena <- 0
  }else if((df[row,]$R400 == "fermentācijas atliekas (digestāts)" |
    df[row,]$R400 == "šķīdriemēsli" |
    df[row,]$R400 == "vidēji šķīdri kūtsmēsli" |
    df[row,]$R400 == "mēsļu sula (virca)" &
    df[row,]$R420 == "izkliedēšana uz lauka virsmas"){
    df[row,]$cena <- 2.39
  }else if((df[row,]$R400 == "fermentācijas atliekas (digestāts)" |
    df[row,]$R400 == "šķīdriemēsli" |
    df[row,]$R400 == "vidēji šķīdri kūtsmēsli" |
    df[row,]$R400 == "mēsļu sula (virca)" &
    df[row,]$R420 == "izkliedēšana uz lauka virsmas ar vienlaicīgu iestrādi"){
    df[row,]$cena <- 2.68
  }else if((df[row,]$R400 == "fermentācijas atliekas (digestāts)" |
    df[row,]$R400 == "šķīdriemēsli" |
    df[row,]$R400 == "vidēji šķīdri kūtsmēsli" |
    df[row,]$R400 == "mēsļu sula (virca)" &
    df[row,]$R420 == "inžekcija augsnei"){
    df[row,]$cena <- 3.34
  }else if((df[row,]$R400 == "cietie kūtsmēsli" |
    df[row,]$R400 == "pakaišu kūtsmēsli" |
    df[row,]$R400 == "kompostēti kūtsmēsli")){
    df[row,]$cena <- 3.72
  }
}
```

3.2. att. Organisko mēsļu izkliedēšanas R algoritma anketas dati par 2021. gadu.

Ražas novākšana var notikt vienlaicīgi ar salmu smalcināšanu un izkliedi vai bez darbībām ar salmiem, tāpat zālāji tiek plauti, kukurūzas novākšanai pastāv atšķirīga cena. Lai katram monitoringa laukam noteiktu atbilstošo cenu ražas novākšanas darbībai (R180), R vidē izveidota nosacījumu kopa. Nosacījumi paredz, ka pamatkultūrām, kas nav zālāji (izņemot sēklu ieguvei), kukurūza, kartupeļi vai bietes, tiek izmantota ražas novākšanas cena bez salmu smalcināšanas un izkļiedes, ja papildus atzīmēta arī salmu smalcināšana (R181) vai salmu presēšana (R185). Savukārt, ja nav veikta kāda no iepriekš minētām papildu darbībām ar salmiem, tiek piemērota cena ražas novākšanai ar smalcinātu salmu izkliedi. Piemērs (3.3. att.) par 2021. gadu, attiecībā uz sarkano āboliņu atbilstošā ražas novākšanas cena tiek pievienota manuāli, ņemot vērā zaļmasas vai sēklas iegūšanu (vadoties no ražas apjoma un piezīmēm).

```
df <- Anketa_2021 %>% select(R180, R181, R185, R060, Kult_kods)
df <- df %>% add_column(cena = NA)

for(row in 1:nrow(df)) {
  if(df[row,]$R180 == 0){
    df[row,]$cena <- 0
  }else if((df[row,]$R060 != "741 Citur neminēta kukurūza" &
    df[row,]$R060 != "831 Lopbarības bietes, cukurbietes" &
    df[row,]$R060 != "825 Cietes kartupeļi"&
    (df[row,]$Kult_kods != "ZAL" | df[row,]$R060 == "732 Pļavas auzene, sēklas ieguvei") &
    df[row,]$Kult_kods != "TAU") &
    (df[row,]$R181 >= 1 | df[row,]$R185 >= 1) & df[row,]$R180 >= 1){
    df[row,]$cena <- 61.29 #Ražas novākšana, bez salmu smalcināšanas un izkļiedēšanas
  }else if((df[row,]$R060 != "741 Citur neminēta kukurūza" &
    df[row,]$R060 != "831 Lopbarības bietes, cukurbietes" &
    df[row,]$R060 != "825 Cietes kartupeļi"&
    (df[row,]$Kult_kods != "ZAL" | df[row,]$R060 == "732 Pļavas auzene, sēklas ieguvei") &
    df[row,]$Kult_kods != "TAU") &
    (df[row,]$R181 == 0 & df[row,]$R185 == 0) & df[row,]$R180 >= 1){
    df[row,]$cena <- 75.78 #Ražas novākšana, ar smalcinātu salmu izkļiedēšanu
  }else if(((df[row,]$Kult_kods == "ZAL" & df[row,]$R060 != "732 Pļavas auzene, sēklas ieguvei") |
    df[row,]$Kult_kods == "TAU") & df[row,]$R180 >= 1){
    df[row,]$cena <- 24.99 #Zālāju pļaušana
  }else if((df[row,]$R060 == "825 Cietes kartupeļi" |
    df[row,]$R060 == "831 Lopbarības bietes, cukurbietes") & df[row,]$R180 >= 1){
    df[row,]$cena <- 3*75.78 #Kartupeļu novākšana/Lopbarības biešu novākšana
  }else if(df[row,]$R060 == "741 Citur neminēta kukurūza" & df[row,]$R180 >= 1){
    df[row,]$cena <- 222.02 #Kukurūzas novākšana
  }
}
```

3.3. att. Ražas novākšana R algoritma anketas dati par 2021. gadu.

Izejvielu izmaksas

Sēklas izmaksas tiek iegūtas, ņemot vērā anketās uzrādīto izsējas normu (R080) un pievienoto atbilstošo sēklas cenu (nekodinātai sēklai, izņemot rapšu, kam izmantota kodinātas sēklas cena). Novērtējums veikts salīdzināmās 2020.gada cenās.

3.3. tabula

Novērtējumā izmantotās sēklu cenas

Kultūraugs	Cena (EUR/kg)
111 V Kvieši	0.31
112 Z Kvieši	0.31
113 V Kvieši, ar pasēju	0.31+
115 V Speltas kvieši	0.65
116 Z Speltas kvieši	0.65
121 Rudzi	0.28
122 Rudzi, Kaupo	0.28
123 Rudzi, populācijas, izņemot "Kaupo"	0.28
131 V Mieži	0.28
132 Z Mieži	0.28
133 V Mieži, ar pasēju	0.28+
140 Auzas	0.30
141 Auzas, ar pasēju	0.30+
150 V Tritikāle	0.28
151 Z Tritikāle	0.28

Kultūraugs	Cena (EUR/kg)
152 V Tritikāle, ar pasēju	0.28+
160 Griķi	0.30
161 Griķi ar tauriņz. pasēju	0.30+
170 Kaņepes	4.30
211 V_Rapsis	7.50
212 Z_Rapsis	17.0
213 V_Rapsis	2.50
214 Z_Rapsis	2.50
215 Sinepe	2.80
216 Sinepe ar tauriņz. pasēju	3.20
310 Lini, šķiedras	1.85
330 Lini, eļļas	1.85
410 Lauka pupas	0.33
420 Zirņi	0.30
430 Lupīna	0.30
441 V_Viķi	0.25
442 Z_Viķi	0.32
443 Soja	1.20
445 Graudaugu un zirņu vai viķu maisījums, kur proteīnaugi >50%	0.32
446 Graudaugu un zirņu vai viķu maisījums ar pasēju, kur proteīnaugi >50%	0.32
610 Papuve	0.00
713 Citur neminētas stiebrzāles	3.50
715 Facēlija	6.95
716 Facēlija ar tauriņz. pasēju	5.50
720 Aramzemē sēts stiebrzāļu un/vai lopbarības zālaugu (iesk. proteīnaugu) maisījums	2.50
723 Sarkanais āboliņš	4.95
724 Baltais āboliņš	3.90
725 Bastarda āboliņš	7.60
726 Lucerna	5.95
727 Austrumu galega	5.95
728 Ragainais vanagnadziņš	11.40
729 Amoliņš	3.90
731 Pļavas timotiņš, sēklas ieguvei	3.30
732 Pļavas auzene, sēklas ieguvei	3.95
733 Hibrīdā airene, sēklas ieguvei	2.95
734 Daudzziedu viengadīgā airene, sēklas ieguvei	2.20
735 Sarkanā auzene, sēklas ieguvei	3.60
736 Ganību airene, sēklas ieguvei	2.95
737 Niedru auzene, sēklas ieguvei	4.55
738 Pļavas skarene, sēklas ieguvei	7.95
739 Kamolzāle, sēklas ieguvei	4.15
741 Citur neminēta kukurūza	2.74
760 Stiebz. vai tauriņz. maisīj., tauriņz.>50%	2.50
761 Auzeņairene sēklai	2.50
791 Kukurūza biogāzes ieguvei	2.74
825 Cietes kartupeļi	0.65
831 Lopbarības bietes, cukurbietes	8.90

Ja anketās uzrādīts, ka izmantota jau kodināta sēkla (R085="jā"), graudaugiem pie sēklas cenas veikts kodnes izmaksu pierēķins, pieņemot, ka kodnes deva ir 1 l uz tonnu sēklu un cena – 22.52 eur/l.

Tāpat uztvērējaugu sēklas izmaksas tiek noteiktas no to izsējas normas (R050), kas uzrādīta anketās, un atbilstošās pievienotās cenas.

Minerālmēslu izmaksas tiek noteiktas pēc anketās uzrādītā tīrvielu daudzuma (R310, R320, R330, R340) un pievienotajām atbilstošajām cenām. Novērtējums veikts salīdzināmās 2020.gada cenās.

3.4. tabula

Novērtējumā izmantotās minerālmēslu cenas

Tīrviela	Cena (EUR/t)
N	632
P ₂ O ₅	383
K ₂ O	523
S	193

Organisko mēslu izmaksas tiek novērtētas pēc anketās uzrādītā organiskā mēslojuma patērētā daudzuma (R430) un novērtētā N, P₂O₅, K₂O daudzuma tajā, kā arī pievienotajām atbilstošajām tīrvielu cenām. Tāpat tiek pieskaitītas citas bioloģisko mēslošanas līdzekļu izmaksas, kas anketās tiek uzrādītas vērtības izteiksmē (R440).

3.5. tabula

Novērtējumā izmantotais N, P₂O₅, K₂O saturs organiskajos mēslos⁶²

Mēslojuma veids	Mēslojuma izcelsme	N saturs (kg/t)	P ₂ O ₅ saturs (kg/t)	K ₂ O saturs (kg/t)
Digestāts	kūtsmēslu, augu biomasas	2.5	1.5	3.3
Pakaišu	Liellopu	5.9	3.2	5.3
Pakaišu	Broileru	27.6	12.1	13.8
Cietie	Dējējvistas, būru baterejas	21.0	11.3	7.8
Granulas (Organīq)	Putnu	40 (30)	30 (70)	20 (12)
Šķīdumēsli	Liellopu	4.2	2.1	2.9

Monitoringa laukiem atbilstošais N, P₂O₅, K₂O tiek iegūts kā vektors R vidē ar nosacīju kopu, kas izriet no uzrādītā mēslojuma veida (R400) un mēslojuma izcelsmes (R410). Piemērā (zemāk) ir redzams R algoritms, kas apstrādā anketas datus par 2021. gadu, sākotnēji nosakot N, tad P₂O₅ un K₂O daudzumus.

⁶² Organiskā mēslojuma veidiem, kas atzīmēti anketās

```

df <- Anketa_2021 %>% select(R400,R410)
df <- df %>% add_column(N = NA)

for(row in 1:nrow(df)) {
  if(df[row,]$R400 == 0 & df[row,]$R410 == 0){
    df[row,]$N <- 0
  }else if(df[row,]$R400 == "fermentācijas atliekas (digestāts)){
    df[row,]$N <- 2.5
  }else if((df[row,]$R400 == "cietie kūtsmēsli" |
    df[row,]$R400 == "pakaišu kūtsmēsli" |
    df[row,]$R400 == "kompostēti kūtsmēsli") &
    df[row,]$R410 == "liellopu mēsli"){
    df[row,]$N <- 5.9
  }else if(df[row,]$R400 == "pakaišu kūtsmēsli" &
    df[row,]$R410 == "putnu mēsli"){
    df[row,]$N <- 27.6
  }else if(df[row,]$R400 == "cietie kūtsmēsli" &
    df[row,]$R410 == "putnu mēsli"){
    df[row,]$N <- 21
  }else if((df[row,]$R400 == "Granulētais" |
    df[row,]$R400 == "Putnu mēsļu granulas") &
    (df[row,]$R410 == "putnu mēsli" |
    df[row,]$R410 == "vistu mēsli")){
    df[row,]$N <- 40
  }else if(df[row,]$R400 == "Putnu mēsļu granulas" &
    df[row,]$R410 == "Organīq"){
    df[row,]$N <- 30
  }else if(df[row,]$R400 == "šķidrmēsli" &
    df[row,]$R410 == "liellopu mēsli"){
    df[row,]$N <- 4.2
  }else if(df[row,]$R400 == "vidēji šķidri kūtsmēsli" &
    df[row,]$R410 == "liellopu mēsli"){
    df[row,]$N <- (4.2+5.9)/2
  }
}

df <- Anketa_2021 %>% select(R400,R410)
df <- df %>% add_column(P = NA)

for(row in 1:nrow(df)) {
  if(df[row,]$R400 == 0 & df[row,]$R410 == 0){
    df[row,]$P <- 0
  }else if(df[row,]$R400 == "fermentācijas atliekas (digestāts)){
    df[row,]$P <- 1.5
  }else if((df[row,]$R400 == "cietie kūtsmēsli" |
    df[row,]$R400 == "pakaišu kūtsmēsli" |
    df[row,]$R400 == "kompostēti kūtsmēsli") &
    df[row,]$R410 == "liellopu mēsli"){
    df[row,]$P <- 3.2
  }else if(df[row,]$R400 == "pakaišu kūtsmēsli" &
    df[row,]$R410 == "putnu mēsli"){
    df[row,]$P <- 12.1
  }else if(df[row,]$R400 == "cietie kūtsmēsli" &
    df[row,]$R410 == "putnu mēsli"){
    df[row,]$P <- 11.3
  }else if((df[row,]$R400 == "Granulētais" |
    df[row,]$R400 == "Putnu mēsļu granulas") &
    (df[row,]$R410 == "putnu mēsli" |
    df[row,]$R410 == "vistu mēsli")){
    df[row,]$P <- 30
  }else if(df[row,]$R400 == "Putnu mēsļu granulas" &
    df[row,]$R410 == "Organīq"){
    df[row,]$P <- 70
  }else if(df[row,]$R400 == "šķidrmēsli" &
    df[row,]$R410 == "liellopu mēsli"){
    df[row,]$P <- 2.1
  }else if(df[row,]$R400 == "vidēji šķidri kūtsmēsli" &
    df[row,]$R410 == "liellopu mēsli"){
    df[row,]$P <- (2.1+3.2)/2
  }
}
}

```

```

df <- Anketa_2021 %>% select(R400,R410)
df <- df %>% add_column(K = NA)

for(row in 1:nrow(df)) {
  if(df[row,]$R400 == 0 & df[row,]$R410 == 0){
    df[row,]$K <- 0
  }else if(df[row,]$R400 == "fermentācijas atliekas (digestāts)"){
    df[row,]$K <- 3.3
  }else if((df[row,]$R400 == "cietie kūtsmēsli" |
    df[row,]$R400 == "pakaišu kūtsmēsli" |
    df[row,]$R400 == "kompostēti kūtsmēsli") &
    df[row,]$R410 == "liellopu mēsli"){
    df[row,]$K <- 5.3
  }else if(df[row,]$R400 == "pakaišu kūtsmēsli" &
    df[row,]$R410 == "putnu mēsli"){
    df[row,]$K <- 13.8
  }else if(df[row,]$R400 == "cietie kūtsmēsli" &
    df[row,]$R410 == "putnu mēsli"){
    df[row,]$K <- 7.8
  }else if((df[row,]$R400 == "Granulētais" |
    df[row,]$R400 == "Putnu mēsļu granulas") &
    (df[row,]$R410 == "putnu mēsli" |
    df[row,]$R410 == "vistu mēsli")){
    df[row,]$K <- 20
  }else if(df[row,]$R400 == "Putnu mēsļu granulas" &
    df[row,]$R410 == "Organic"){
    df[row,]$K <- 12
  }else if(df[row,]$R400 == "šķīdri mēsli" &
    df[row,]$R410 == "liellopu mēsli"){
    df[row,]$K <- 2.9
  }else if(df[row,]$R400 == "vidēji šķīdri kūtsmēsli" &
    df[row,]$R410 == "liellopu mēsli"){
    df[row,]$K <- (2.9+5.3)/2
  }
}

```

3.4. att. Organisko mēsļu R algoritma anketas dati par 2021. gadu.

Augu aizsardzības līdzekļu izmaksas tiek iegūtas, summējot anketās uzrādītos AAL veidus – herbicīdus (R520), limacīdus (R530), fungicīdus (R540), insekticīdus (R550), retardantus (R560), desikantus (R570) un bioloģiskos AAL (R580), kas uzrādīti naudas izteiksmē.

Kodnes izmaksas tiek novērtētas, ja graudaugiem nav uzrādīts, ka izmantota jau kodināta sēkla (R085). Novērtējums tiek veikts, pieņemot, ka kodnes deva ir 1 l uz tonnu sēklu un cena – 22.52 eur/l.

Kaļķošanas materiāla izmaksas tiek novērtētas, ņemot vērā anketās uzrādīto kaļķojamā materiāla patēriņu (R350), kā arī atbilstošās pievienotās cenas. Novērtējumā ātrās iedarbības kaļķošanas materiālam izmantota cena 125 EUR/t, bet lēnās iedarbības – 28.2 EUR/t. Novērtējums veikts salīdzināmās cenās.

Degvielas patēriņa novērtējums

Kopējā degvielas patēriņa novērtējums katram monitoringa laukam par katru gadu (2018., 2019., 2020. un 2021.) tiek veikts, summējot individuālos degvielas patēriņus visām uz lauka veiktajām agrotehniskām darbībām, kas atzīmētas anketās:

- kaļķošanai (R100) un kaļķošanas materiālam (R350);
- aršanai (R110);
- dziļirdināšanai (R115);
- šķīvošanai/diskošanai (R120);
- lauka virsmas šļūkšanai (R121);
- kultivēšanai (R122);
- kombinētās augsnes pirmapstrādei (R125);
- sēšanai/stādīšanai pamatkultūrai (R130) un uztvērējaugam (R210);

- kombinētā agregāta izmantošanai (R135);
- pievelšanai (R140);
- sējumu/stādījumu ecēšanai (R150);
- minerālmēslu izkliešanasai (R160);
- smidzināšanai (R165);
- organiskā mēslojuma izkliešanasai (R170);
- ražas novākšanai (R180);
- salmu smalcināšanai (R181);
- salmu presēšanai (R185);
- vagu uzfrēžēšanai (R191);
- vagošanai (R192);
- lakstu pļaušanai (R193);
- uztvērējaugu pievelšanai un sadalīšanai (R220);
- augu veģetācijas pārtraukšanai ar ķīmiskajiem līdzekļiem (R230).

Konkrētās agrotehniskās darbības degvielas patēriņš katram monitoringa laukam tiek noteiktas, ņemot vērā anketās uzrādīto darbības veikšanas reīžu skaitu un pievienotās atbilstošās agrotehniskās darbības vienas izpildes reizes degvielas patēriņu. Izņēmums ir organisko mēslu izkliešana, kam agrotehniskā darbības degvielas patēriņš noteiktas uz izklieyto tonnu un līdz ar to atkarīgs no kopējā izklieyto mēslu daudzuma.

3.6. tabula

Novērtējumā izmantotais agrotehnisko darbību degvielas patēriņš

Agrotehniskās darbības	vienības	Patēriņš (l/ha vai l/t)
Kaļķošana	l/ha	3.54
Aršana	l/ha	18.52
Dziļirdināšana	l/ha	31.85
Šķīvošana/diskošana	l/ha	8.18
Lauka virsmas šļūķšana	l/ha	8.29
Kultivēšana	l/ha	5.33
Kombinētā augsnes pirmapstrāde (rugaines kultivators+diski+veltnis)	l/ha	11.11
Sēšana, bez augsnes apstrādes	l/ha	5.83
Sēšana kopā ar minerālmēslu iestrādi, bez augsnes papildapstrādes	l/ha	8.00
Sēja kopā ar augsnes apstrādi sēklas dziļumā, bez minerālmēslu iestrādes	l/ha	8.08
Sēja kopā ar augsnes apstrādi sēklas dziļumā, ar minerālmēslu iestrādi	l/ha	10.50
Tiešsēja velēnā sēklas dziļumā	l/ha	17.08
Pievelšana	l/ha	5.67
Ecēšana	l/ha	2.68
Minerālmēslu izkliešana (virssēja)	l/ha	1.70
Smidzināšana (AAL, mikroelementi)	l/ha	1.88
Organiskā mēslojuma izkliešana uz lauka virsmas	l/t	0.64
Šķidro organisko mēslu izliešana uz lauka virsmas (nokarenās caurules vai sprauslas) bez iestrādes	l/t	0.53
Šķidro organisko mēslu izliešana uz lauka virsmas (nokarenās caurules vai sprauslas) ar iestrādi	l/t	0.53
Šķidro organisko mēslu inžekcija augsnē, jēlkādā tās formā	l/t	0.70
Ražas novākšana, ar smalcinātu salmu izkliešanu	l/ha	17.51
Ražas novākšana, bez salmu smalcināšanas un izkliešanas	l/ha	13.17

Agrotehniskās darbības	vienības	Patēriņš (l/ha vai l/t)
Kukurūzas novākšana	l/ha	35.56
Salmu smalcināšana (ja nenotiek vienlaikus ar ražas novākšanu)	l/ha	7.22
Salmu vai zāles rituļu presēšana	l/ha	6.27
Vagu uzfrēzēšana kartupeļiem	l/ha	14.81
Kartupeļu stādīšana	l/ha	14.81
Vagošana kartupeļiem	l/ha	6.98
Lakstu pļaušana kartupeļiem	l/ha	4.44
Kartupeļu/lopbarības biešu novākšana	l/ha	52.53
Zālāju pļaušana	l/ha	6.58
Starpkultūras pieveļšana un sadalīšana	l/ha	5.67

Atbilstošais degvielas patēriņš agrotehniskajām darbībām, kam izdalīti vairāki varianti – sēšana, organisko mēsļu izkliešana un ražas novākšana, tiek pievienots pēc tādiem pašiem nosacījumiem, kā to atbilstošo cenu/izmaksu pievienošanas gadījumā.

Atbilstošais degvielas patēriņš kombinētā agregāta (R135) izmantošanas gadījumā noteikta pēc IF funkcijas, ņemot vērā, vai norādīta vienlaicīga minerālmēsļu iestrāde (R136="jā"). Savukārt *parastās sējas* (R130) gadījumā R izveidota nosacījumu kopa, kas ar FOR iteratīvo ciklu ļauj iegūt uz nosacījumiem balstītu katram monitoringa laukam atbilstošo degvielas patēriņa vektoru. Piemērā (3.5.att.) ir redzams R algoritms, kas apstrādā anketas datus par 2021. gadu.

```
df <- Anketa_2021 %>% select(R130, R131, R110, R120, R115, R121, R122, R125, R060, "Lauka kods")
df <- df %>% add_column(paterins = NA)

for(row in 1:nrow(df)) {
  if(df[row,]$R130 == 0){
    df[row,]$paterins <- 0
  }else if((df[row,]$R060 != "825 Cietes kartupeļi") &
    (df[row,]$R110 >= 1 | df[row,]$R120 >= 1 | df[row,]$R115 >= 1 |
    df[row,]$R121 >= 1 | df[row,]$R122 >= 1 | df[row,]$R125 >= 1) &
    df[row,]$R130 >= 1 & df[row,]$R131 != "jā"){
    df[row,]$paterins <- 5.83 #Sēšana, bez augsnes apstrādes
  }else if((df[row,]$R060 != "825 Cietes kartupeļi") &
    (df[row,]$R110 >= 1 | df[row,]$R120 >= 1 | df[row,]$R115 >= 1 |
    df[row,]$R121 >= 1 | df[row,]$R122 >= 1 | df[row,]$R125 >= 1) &
    df[row,]$R130 >= 1 & df[row,]$R131 == "jā"){
    df[row,]$paterins <- 8.00 #Sēšana kopā ar minerālmēsļu iestrādi, bez augsnes papildapstrādes
  }else if(df[row,]$R060 == "825 Cietes kartupeļi" &
    (df[row,]$R110 >= 1 | df[row,]$R120 >= 1) & df[row,]$R130 >= 1){
    df[row,]$paterins <- 14.81 #Kartupeļu stādīšana
  }else if((df[row,]$R060 != "133 Mieži vasaras ar stiebrzāļu vai tauriņziežu pasēju" &
    df[row,]$R060 != "141 Auzas ar stiebrzāļu vai tauriņziežu pasēju" &
    df[row,]$R060 != "825 Cietes kartupeļi") &
    (df[row,]$R110 == 0 & df[row,]$R120 == 0 & df[row,]$R115 == 0 &
    df[row,]$R121 == 0 & df[row,]$R122 == 0 & df[row,]$R125 == 0) & df[row,]$R130 >= 1){
    df[row,]$paterins <- 17.08 #Tiešsēja velēnā sēklas dzjumā
  }
}
```

3.5. att. R algoritma anketas dati par 2021. gadu.

Katram monitoringa laukam atbilstošais *organisko mēsļu izkliešanas* (R170) degvielas patēriņa uz izklieyto tonnu tiek iegūts ar Piemērā (zemāk) redzamo R algoritma palīdzību, kas Piemērā apstrādā anketas datus par 2021. gadu.


```

df <- Anketa_2021 %>% select(R400, R420)
df <- df %>% add_column(paterins = NA)

for(row in 1:nrow(df)) {
  if(df[row,]$R400 == 0 & df[row,]$R420 == 0){ # Ja ir 0 abos tad = 0
    df[row,]$paterins <- 0
  }else if((df[row,]$R400 == "fermentācijas atliekas (digestāts)" |
    df[row,]$R400 == "šķīdzmēsli" |
    df[row,]$R400 == "vidēji šķīdri kūtsmēsli" |
    df[row,]$R400 == "mēsļu sula (virca)") &
    df[row,]$R420 == "izklīdēšana uz lauka virsmas"){
    df[row,]$paterins <- 0.53
  }else if((df[row,]$R400 == "fermentācijas atliekas (digestāts)" |
    df[row,]$R400 == "šķīdzmēsli" |
    df[row,]$R400 == "vidēji šķīdri kūtsmēsli" |
    df[row,]$R400 == "mēsļu sula (virca)") &
    df[row,]$R420 == "izklīdēšana uz lauka virsmas ar vienlaicīgu iestrādi"){
    df[row,]$paterins <- 0.53
  }else if((df[row,]$R400 == "fermentācijas atliekas (digestāts)" |
    df[row,]$R400 == "šķīdzmēsli" |
    df[row,]$R400 == "vidēji šķīdri kūtsmēsli" |
    df[row,]$R400 == "mēsļu sula (virca)") &
    df[row,]$R420 == "inžekcija augsnē"){
    df[row,]$paterins <- 0.70
  }else if((df[row,]$R400 == "cietie kūtsmēsli" |
    df[row,]$R400 == "pakaišu kūtsmēsli" |
    df[row,]$R400 == "kompostēti kūtsmēsli")){
    df[row,]$paterins <- 0.64
  }
}

```

3.6. att. Organisko mēsļu izklīdēšanas R algoritma anketas dati par 2021. gadu.

Tāpat R algoritms tiek izmantots, lai katram monitoringa laukam noteiktu atbilstošo degvielas patēriņu ražas novākšanas darbībai (R180). Piemērs (3.7.att.) par 2021. gadu.

```

df <- Anketa_2021 %>% select(R180, R181, R185, R060, Kult_kods)
df <- df %>% add_column(paterins = NA)

for(row in 1:nrow(df)) {
  if(df[row,]$R180 == 0){
    df[row,]$paterins <- 0
  }else if((df[row,]$R060 != "741 Citur neminēta kukurūza" &
    df[row,]$R060 != "831 Lopbarības bietes, cukurbietes" &
    df[row,]$R060 != "825 Cietes kartupeļi"&
    (df[row,]$Kult_kods != "ZAL" | df[row,]$R060 == "732 Pļavas auzene, sēklas ieguvei") &
    df[row,]$Kult_kods != "TAU") &
    (df[row,]$R181 >= 1 | df[row,]$R185 >= 1) & df[row,]$R180 >= 1){
    df[row,]$paterins <- 13.17 #Ražas novākšana, bez salmu smalcināšanas un izklīdēšanas
  }else if((df[row,]$R060 != "741 Citur neminēta kukurūza" &
    df[row,]$R060 != "831 Lopbarības bietes, cukurbietes" &
    df[row,]$R060 != "825 Cietes kartupeļi"&
    (df[row,]$Kult_kods != "ZAL" | df[row,]$R060 == "732 Pļavas auzene, sēklas ieguvei") &
    df[row,]$Kult_kods != "TAU") &
    (df[row,]$R181 == 0 & df[row,]$R185 == 0) & df[row,]$R180 >= 1){
    df[row,]$paterins <- 17.51 #Ražas novākšana, ar smalcinātu salmu izklīdēšanu
  }else if((df[row,]$Kult_kods == "ZAL" & df[row,]$R060 != "732 Pļavas auzene, sēklas ieguvei") |
    df[row,]$Kult_kods == "TAU") & df[row,]$R180 >= 1){
    df[row,]$paterins <- 6.58 #Zālāju pļaušana
  }else if((df[row,]$R060 == "825 Cietes kartupeļi" |
    df[row,]$R060 == "831 Lopbarības bietes, cukurbietes") & df[row,]$R180 >= 1){
    df[row,]$paterins <- 3*17.51 #Kartupeļu novākšana/Lopbarības biešu novākšana
  }else if(df[row,]$R060 == "741 Citur neminēta kukurūza" & df[row,]$R180 >= 1){
    df[row,]$paterins <- 35.56 #Kukurūzas novākšana
  }
}

```

3.7. att. Ražas novākšanas darbību R algoritma anketas dati par 2021. gadu.

Grupēšana

Augu maiņu veidu grupas

Lai sagrupētu monitoringa laukus pēc pielietotajām augu maiņām 4 gadu periodā, ar R palīdzību tika izstrādāts grupēšanas algoritms funkciju veidā, kas automātiski atlasa rindas – monitoringa laukus, kuros minētajā laika posmā audzētas tikai norādītās kultūras. Pēc piemērā (3.8.att.) redzamā algoritma iegūtas kviešu, kviešu-rapšu, kviešu-pākšaugu, kviešu-rapšu-pākšaugu, kviešu-miežu-rapšu un kviešu-rapšu-papuves augu maiņu grupas.

```

augseka_grupas <- function(kult_kodi){
  data <- subset(DB18_21, subset = Kult_kods_2018 %in% kult_kodi &
    Kult_kods_2019 %in% kult_kodi &
    Kult_kods_2020 %in% kult_kodi &
    Kult_kods_2021 %in% kult_kodi)

  rows_to_remove <- c()

  for (row in 1:nrow(data)) {
    kodi <- unique(as.character(data[row,c('Kult_kods_2018', 'Kult_kods_2019',
      'Kult_kods_2020', 'Kult_kods_2021')]))
    if(length(kodi) < length(kult_kodi)){
      rows_to_remove <- append(rows_to_remove, row)
    }
  }

  if(length(rows_to_remove) > 0){
    data <- data[-rows_to_remove,]
  }
  return(data)
}

```

3.8. att. Grupēšanas algoritms R algoritma anketas dati par 2021. gadu.

Atsevišķa funkcija tika izveidota, lai iegūtu monitoringa lauku grupu, kuros 4 gadu periodā audzēti dažādi graudaugi (neietverot laukus, kur kvieši audzēta kā monokultūra visus 4 gadus).

```

augseka_grupas_graudi <- function(kult_kodi){
  data <- subset(DB18_21, subset = Kult_kods_2018 %in% kult_kodi &
    Kult_kods_2019 %in% kult_kodi &
    Kult_kods_2020 %in% kult_kodi &
    Kult_kods_2021 %in% kult_kodi)

  rows_to_remove <- c()

  for (row in 1:nrow(data)) {
    kodi<-as.character(data[row,c('Kult_kods_2018', 'Kult_kods_2019',
      'Kult_kods_2020', 'Kult_kods_2021')]))

    if(all(kodi == "LKV")){
      rows_to_remove <- append(rows_to_remove, row)
    }
  }

  if(length(rows_to_remove) > 0){
    data <- data[-rows_to_remove,]
  }
  return(data)
}

```

3.9. att. R algoritma anketas dati par 2021. gadu.

Savukārt pēc piemērā (3.10.att.) redzamā algoritma iegūta kukurūzas& grupa, atlasot laukus, kur norādītā kultūra 4 gadu periodā audzēta vismaz vienu reizi.

```

augseka_grupas_kuk <- function(kult_kodi){
  data <- subset(DB18_21, subset = Kult_kods_2018 %in% kult_kodi |
    Kult_kods_2019 %in% kult_kodi |
    Kult_kods_2020 %in% kult_kodi |
    Kult_kods_2021 %in% kult_kodi)
  return(data)
}

```

3.10. att. R algoritma anketas dati par 2021. gadu.

Katras atlasītās grupas ietvaros, turpmākā saimnieciskā izdevīguma rādītāju analizē tiek izmantoti tikai tie monitoringa lauki, kur ražošana nenotiek ar bioloģiskās lauksaimniecības metodēm, kā arī izmaksas un ieņēmumi ir lielāki par 0 visos 4 gados (izņemot gadu ar papuvi).

Augsnes apstrādes veidu grupas

Novērtējumā pieņemts, ka tiek izmantota aršanas sistēma, ja konkrētais monitoringa lauks 4 gadu periodā ir arts katru gadu. Attiecībā uz samazināto augsnes apstrādi tiek pieņemts, ka 4 gadu laika periodā monitoringa lauks nav arts vismaz 3 gadus (aršana pieļaujama kādā no 4 gadiem).

Katras atlasītās grupas ietvaros, saimnieciskā izdevīguma rādītāju analīzē tiek izmantoti tikai tie monitoringa lauki, kur ražošana nenotiek ar bioloģiskās lauksaimniecības metodēm, kā arī izmaksas un ieņēmumi ir lielāki par 0 visos 4 gados. Piemērā (3.11.att.) vispirms ir redzams R algoritms, kas tiek izmantots saimnieciskās ienākuma rādītāju analīzei par kviešu-rapšu augu maiņu aršanas sistēmā, tam seko R algoritms minēto rādītāju analīzei kviešu-rapšu augu maiņai samazinātās augsnes apstrādes sistēmā.

```
kviesi_rapsi <- augseka_grupas(c("LKV", "ERA"))
df <- kviesi_rapsi
#write_xlsx(df, "my_data.xlsx")
df[is.na(df)] <- 0

Total_costs <- c()
Total_revenue <- c()
Lauks <- c()

for(row in 1:nrow(df)) {
  if(df[row,]$V060_2018!="bioloģiskā" &
    df[row,]$Costs_2018>0 & df[row,]$R610_R_2018>0 &
    df[row,]$Costs_2019>0 & df[row,]$R610_R_2019>0 &
    df[row,]$Costs_2020>0 & df[row,]$R610_R_2020>0 &
    df[row,]$Costs_2021>0 & df[row,]$R610_R_2021>0){
    if(df[row,]$R110_2018>=1 & df[row,]$R110_2019>=1 & df[row,]$R110_2020>=1 &
      df[row,]$R110_2021>=1){
      Total_costs <- append(Total_costs, df[row,]$Total_costs)
      Total_revenue <- append(Total_revenue, df[row,]$Total_revenue)
      Lauks <- append(Lauks, df[row,]$`Lauka kods_2018`)
    }
  }
}
length(Total_costs)
mean(Total_costs)
mean(Total_revenue)

kviesi_rapsi <- augseka_grupas(c("LKV", "ERA"))
df <- kviesi_rapsi
df[is.na(df)] <- 0

Total_costs <- c()
Total_revenue <- c()
Lauks <- c()
for(row in 1:nrow(df)) {
  if(df[row,]$V060_2018!="bioloģiskā" &
    df[row,]$Costs_2018>0 & df[row,]$R610_R_2018>0 &
    df[row,]$Costs_2019>0 & df[row,]$R610_R_2019>0 &
    df[row,]$Costs_2020>0 & df[row,]$R610_R_2020>0 &
    df[row,]$Costs_2021>0 & df[row,]$R610_R_2021>0){
    if(df[row,]$R110_2018==0 & df[row,]$R110_2019==0 &
      df[row,]$R110_2020==0 & df[row,]$R110_2021==0){
      Total_costs <- append(Total_costs, df[row,]$Total_costs)
      Total_revenue <- append(Total_revenue, df[row,]$Total_revenue)
      Lauks <- append(Lauks, df[row,]$`Lauka kods_2018`)
    }else if(df[row,]$R110_2018>=1 & df[row,]$R110_2019==0 &
      df[row,]$R110_2020==0 & df[row,]$R110_2021==0){
      Total_costs <- append(Total_costs, df[row,]$Total_costs)
      Total_revenue <- append(Total_revenue, df[row,]$Total_revenue)
      Lauks <- append(Lauks, df[row,]$`Lauka kods_2018`)
    }else if(df[row,]$R110_2018==0 & df[row,]$R110_2019==1 &
      df[row,]$R110_2020==0 & df[row,]$R110_2021==0){
      Total_costs <- append(Total_costs, df[row,]$Total_costs)
      Total_revenue <- append(Total_revenue, df[row,]$Total_revenue)
      Lauks <- append(Lauks, df[row,]$`Lauka kods_2018`)
    }else if(df[row,]$R110_2018==0 & df[row,]$R110_2019==0 &
      df[row,]$R110_2020==1 & df[row,]$R110_2021==0){
      Total_costs <- append(Total_costs, df[row,]$Total_costs)
      Total_revenue <- append(Total_revenue, df[row,]$Total_revenue)
      Lauks <- append(Lauks, df[row,]$`Lauka kods_2018`)
    }else if(df[row,]$R110_2018==0 & df[row,]$R110_2019==0 &
      df[row,]$R110_2020==0 & df[row,]$R110_2021==1){
      Total_costs <- append(Total_costs, df[row,]$Total_costs)
      Total_revenue <- append(Total_revenue, df[row,]$Total_revenue)
      Lauks <- append(Lauks, df[row,]$`Lauka kods_2018`)
    }
  }
}
length(Total_costs)
mean(Total_costs)
mean(Total_revenue)
```

3.11. att. R algoritma anketas dati par 2021. gadu.

Datu kopas raksturojums

Lauku skaits

Kopējais anketu skaits – novērtēšanai nodotas anketas par 188 monitoringa laukiem (viena anketa par vienu monitoringa lauku), kas aptver lauka vēsturi par 2018., 2019., 2020. un 2021.gadu.

Ģeogrāfiskais izvietojums

Monitoringa lauku ģeogrāfiskais izvietojums pa statistiskajiem reģioniem redzams 3.7.att.. Salīdzinot ar CSP datiem par aramzemes sadalījumu valstī, anketu datus aptverts vairāk lauku Vidzemē, bet mazāk – Kurzemē.

3.7. tabula

Monitoringa lauku ģeogrāfiskais izvietojums pa statistiskajiem reģioniem

Reģions	Lauku skaits	Struktūra
Vidzeme	69	37%
Zemgale	57	30%
Latgale	34	18%
Pierīga	17	9%
Kurzeme	11	6%
Kopā	188	100%

Augsnes veids un kvalitāte

Biežāk sastopamie augsnes tipi monitoringa laukos ir velēnu podzolaugsne un velēnu karbonātaugsne, kas abi kopā uzrādīti 62% lauku. Kopējā lauku struktūra pa augsnes tipiem redzama zemāk 3.8.att.

3.8. tabula

Kopējā lauku struktūra pa augsnes tipiem

Augsnes tips	Lauku skaits	Struktūra
velēnu podzolaugsne (PVv)	61	32%
velēnu karbonātaugsne (VK)	55	29%
velēnpodzolētā glejaugsne (PGv)	30	16%
velēnglejotā augsne (GLg)	17	9%
velēnpodzolētā glejotā augsne (PGg)	13	7%
velēnu glejaugsne (GLv)	10	5%
trūdainā glejaugsne (GLr)	2	1%
Kopā	188	100%

Savukārt noteicošais augsnes granulometriskais sastāvs monitoringa laukos ir vidējs smilšmāls – 54% lauku, kopā smilšmāla augsnes veido 76% no anketās aptvertajiem laukiem.

3.9. tabula

Augsnes granulometriskais sastāvs

Augsnes sastāvs	Skaits	Struktūra
vidējs smilšmāls	102	54%
mālsmilts	34	18%
viegls smilšmāls	28	15%
smags smilšmāls	13	7%
māls	5	3%
smilts	5	3%
kūdra	1	1%
Kopā	188	100%

Vērtējot pēc augsnes organiskā vielas satura novērojumu sākumā, lielākajai daļai monitoringa lauku tas sasniedz vismaz 2.5%, tajā skaitā 43% no kopējā lauku skaita organiskās vielas saturs ir virs 3%.

3.10. tabula

Augsnes organiskā vielas saturs

Organiskā vielas saturs	OV vidēji (%)	Lauku skaits	Struktūra
nepietiekams (<2.5%)	2.16	27	14%
optimāls (2.5-3.0%)	2.79	79	42%
paaugstināts (3.1-10.0%)	3.81	81	43%
Kopā	3.14	187	100%

*bez lauka ar kūdras augsni, kam organiskās vielas saturs norādīts 32.8%

Savukārt pēc augsnes pH līmeņa tuvu pusei monitoringa lauku augsne ir normāla, vēl gandrīz 30% tā ir vāji skāba.

3.11. tabula

Augsnes augsnes pH līmenis

Augsnes pH	pH līmenis vidēji	Lauku skaits	Struktūra
stipri skāba (<5.0)	4.65	10	5%
skāba (5.0-5.3)	5.21	16	9%
vidēji skāba (5.4-5.7)	5.54	25	13%
vāji skāba (5.8-6.3)	6.08	50	27%
normāla (>6.3)	6.92	87	46%
Kopā	6.24	188	100%

Lauksaimniecības sistēmas veids

Nedaudz vairāk kā par ¾ lauku norādīts, ka tajos tiek izmantota konvencionālā saimniekošanas sistēma, savukārt bioloģiskās lauksaimniecības metodes tiek lietotas 13% monitoringa lauku.

3.12. tabula

Lauksaimniecības sistēmas veids

Lauksaimniecības sistēmas veids	Lauku skaits	Struktūra
konvencionālā	143	76%
integrētā	21	11%
bioloģiskā	24	13%
Kopā	188	100%

Augsnes apstrādes sistēmas veids

Novērojuma sākumā par 70% monitoringa lauku tika norādīts, ka tajos tiek veikta tradicionālā augsnes apstrāde ar apvēršanu, pārējos – samazinātā augsnes apstrāde, tajā skaitā 4 laukos tiek veikta nulles apstrāde.

3.13. tabula

Lauksaimniecības sistēmas veids

Augsnes apstrādes sistēma	Lauku skaits	Struktūra
tradicionālā (ar apvēršanu)	132	70%
samazinātā augsnes apstrāde (visa lauka)	31	16%
samazinātā augsnes apstrāde (lokāla, piemēram, rindu)	21	11%
nulles apstrāde	4	2%
Kopā	188	100%

Savukārt apkopotā informācija no anketām par augsnes apstrādes praksi, kas īstenota laukos laika periodā 2018.-2021.gads, rāda, ka tradicionālā augsnes apstrāde ar apvēršanu (aršana visus 4 gadus) veikta 57 monitoringa laukos, savukārt samazinātā augsnes apstrāde (pieļaujot aršanu vienu gadu) – 56 laukos.

Audzēto kultūraugu veidi

Kopējais unikālo kultūraugu veidu skaits, kas audzēts monitoringa laukos laika periodā 2018.-2021.gads, ir 32. Visvairāk audzētais kultūraugs visus gadus bijuši ziemas kvieši, kas 2021.gadā bija gandrīz pusē lauku, tam seko ziemas rapši, kam augstākā izplatības bija vērojama 2020.gadā – tas auga 21% lauku. Atsevišķos gados vairāk kā 5% lauku tika audzēti vasaras mieži, auzas un vasaras rapsis.

3.14. tabula

Kultūraugu veidu skaits, kas audzēts monitoringa laukos

Kultūraugs	Lauku skaits				Struktūra			
	2018	2019	2020	2021	2018	2019	2020	2021
111 Kvieši, vasaras	25	17	12	12	13%	9%	6%	6%
112 Kvieši, ziemas	58	72	83	87	31%	38%	44%	47%
121 Rudzi	3	8	5	7	2%	4%	3%	4%
122 Rudzi, Kaupo šķirnes	1	1	0	2	1%	1%	0%	1%
131 Mieži, vasaras	16	7	9	5	9%	4%	5%	3%
132 Mieži, ziemas	1	1	0	5	1%	1%	0%	3%
133 Mieži vasaras ar stiebrzāļu vai tauriņziežu pasēju	0	0	0	2	0%	0%	0%	1%
140 Auzas	9	13	9	5	5%	7%	5%	3%
141 Auzas ar stiebrzāļu vai tauriņziežu pasēju	2	2	3	2	1%	1%	2%	1%
151 Triticāle, ziemas	0	1	0	1	0%	1%	0%	1%
160 Griķi	0	1	1	2	0%	1%	1%	1%
170 Kaņepes	1	0	0	0	1%	0%	0%	0%
211 Rapsis, vasaras	12	5	1	1	6%	3%	1%	1%
212 Rapsis, ziemas	13	26	39	30	7%	14%	21%	16%
215 Sinepe	1	0	0	0	1%	0%	0%	0%
410 Lauka pupas	10	9	7	2	5%	5%	4%	1%
420 Zirņi	5	5	2	2	3%	3%	1%	1%
441 Vīķi, vasaras	0	0	0	1	0%	0%	0%	1%
445 Graudaugu un zirņu vai vīķu maisījums, kur proteīnaugi >50%	0	0	0	1	0%	0%	0%	1%
610 Papuve	5	6	4	5	3%	3%	2%	3%
620 LIZ, par kuru kārtējā gadā nevar saņemt atbalstu	2	0	0	0	1%	0%	0%	0%
710 Ilggadīgie zālāji	12	6	4	2	6%	3%	2%	1%
715 Facēlija	0	0	0	1	0%	0%	0%	1%
720 Aramzemē sētu stiebrzāļu vai lopbarības zālaugu maisījums	3	2	3	6	2%	1%	2%	3%
723 Sarkanais āboliņš	2	2	3	2	1%	1%	2%	1%
726 Lucerna	1	0	0	0	1%	0%	0%	0%
732 Pļavas auzene, sēklas ieguvei	1	0	0	0	1%	0%	0%	0%
741 Citur neminēta kukurūza	3	2	2	3	2%	1%	1%	2%
760 Aramzemē sētu stiebrzāļu vai tauriņziežu maisījums, kur tauriņzieži >50%	0	1	0	0	0%	1%	0%	0%
825 Cietes kartupeļi	2	0	0	1	1%	0%	0%	1%
831 Lopbarības bietes, cukurbietes	0	1	0	0	0%	1%	0%	0%
873 Pārējie citur neminētie kultūraugi, sēti kā kultūraugu maisījums aramzemē	0	0	1	0	0%	0%	1%	0%

Izplatītākā **augu maina** monitoringa laukos bijusi kvieši-rapši, kas īstenota 51 laukā (4 gadu periodā konkrētajā laukā audzēti tikai kvieši un rapši), tam seko kvieši-rapši-pākšaugi (4

gadu periodā konkrētajā laukā audzēti tikai kvieši, rapši un pākšaugi), kā arī dažādi graudaugi (4 gadu periodā audzēti dažādi graudaugi, izņemot laukus, kur kvieši bijuši monokultūra).

3.15. tabula

Augu maiņa monitoringa laukos monitoringa laukos

Augu-maiņa	Lauku skaits
kvieši-rapši	51
kvieši-rapši-pākšaugi	19
dažādi graudaugi	17
kvieši-mieži-rapši	12
kvieši-pākšaugi	7
kvieši-rapši-papuve	7
kukurūza&	7
kvieši	5
kvieši-rudzi-rapši	4
kvieši-auzas-rapši	3
kvieši-mieži-pākšaugi	3
kvieši-mieži-papuve	1
kvieši-pākšaugi-papuve	1
kvieši-papuve	1
zālāji&	23

Kukurūza& attiecas uz monitoringa laukiem, kur 4 gadu periodā kukurūza audzēta vismaz vienu reizi, tāpat zālāji&co ir lauki, kur zālāji auguši vismaz vienu reizi 4 gados.

Periodā 2018.-2021.gads uztvērējaugu audzēšana anketās atzīmē tikai trīs monitoringa laukos – 2019., 2020., 2021. gadā pa vienam dažādam laukam.

Novērtējuma rezultāti

Ievērojot iepriekš aprakstīto metodoloģiju, monitoringa laukiem veikts saimnieciskā izdevīguma novērtējums, kā rezultāti aprakstīti turpmāk. Visi novērtētie rādītāji raksturo izdevīgumu uz 1 ha zemes.

Saimnieciskais ienākums

Augu maiņas

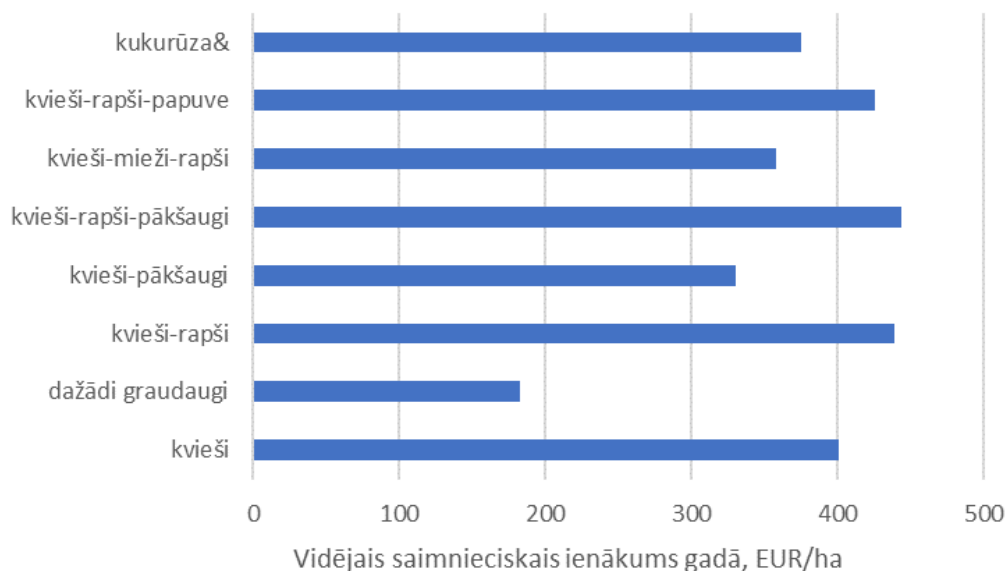
Novērtējot saimniecisko ienākumu galvenajiem augu maiņu veidiem, visaugstākais vidējais rādītājs gadā iegūts kviešu-rapšu un kviešu-rapšu-pākšaugu augu maiņās, kas skaita ziņā ir izplatītākie augu maiņu veidi monitoringa laukos.

3.16. tabula

Novērtētais vidējais saimnieciskais ienākums dažādiem augu maiņu veidiem

Augu maiņa	Lauku skaits	Vidējie summārie ieņēmumi 4 gados, EUR/ha	Vidējās summārās izmaksas 4 gados, EUR/ha	Vidējais summārais saimnieciskais ienākums 4 gados, EUR/ha	Vidējais saimnieciskais ienākums gadā, EUR/ha
kvieši	5	3 895	2 293	1 602	401
dažādi graudaugi	15	2 670	1 938	732	183
kvieši-rapši	51	4 139	2 382	1 758	439
kvieši-pākšaugi	7	3 530	2 208	1 322	331
kvieši-rapši-pākšaugi	19	3 972	2 197	1 766	444
kvieši-mieži-rapši	11	3 713	2 280	1 433	358
kvieši-rapši-papuve	7	3 037	1 761	1 276	425
kukurūza&	6	4 193	2 693	1 500	375

* vidējais ienākums gadā iegūts, vidējo summāro ienākumu dalot ar 4, kvieši-rapši-papuve gadījumā – ar 3



* vidējais ienākums gadā iegūts, vidējo summāro ienākumu dalot ar 4, kvieši-rapši-papuve gadījumā – ar 3

3.12. att. Dažādu augu maiņu veidu vidējais saimnieciskais ienākums gadā

Salīdzinoši mazāks vidējais saimnieciskais ienākums gadā iegūts dažādu graudaugu augu maiņā (bez monitoringa laukiem, kur kvieši audzēti kā monokultūra), kas skaidrojams ar augsto vasarāju īpatsvaru šajā augu maiņā.

Kā jau iepriekš tika atzīmēts, katras atlasītās grupas ietvaros, saimnieciskā izdevīguma rādītāju analizē tiek izmantoti tikai tie monitoringa lauki, kur ražošana nenotiek ar bioloģiskās lauksaimniecības metodēm, kā arī izmaksas un ieņēmumi ir lielāki par 0 visos 4 gados (izņemot gadu ar papuvi).

Tālāk 3.17. tabulā apkopotas augu maiņu veidu vidējo saimniecisko ienāku gadā 90% ticamības intervāla apakšējās un augšējās robežas vērtības.

3.17. tabula

Dažādu augu maiņu veidu vidējā saimnieciskā ienākuma gadā ticamības intervāla robežas (90%)

Augu maiņa	Vidējais saimnieciskais ienākums gadā, EUR/ha	Apakšējā robeža, EUR/ha	Augšējā robeža, EUR/ha
kvieši	401	217.4	583.6
dažādi graudaugi	183	117.0	248.8
kvieši-rapši	439	401.3	477.5
kvieši-pākšaugi	331	294.7	366.4
kvieši-rapši-pākšaugi	444	407.0	480.5
kvieši-mieži-rapši	358	270.9	445.6
kvieši-rapši-papuve	425	291.0	559.6
kukurūza&	375	298.4	451.7

Zemāk redzama augu maiņu veidu 90% ticamības intervālu pārklāšanās (P)/nepārklāšanās (N) matrica vidējiem saimnieciskajiem ienākumiem gadā. Ja augu maiņu veidu saimniecisko ienākumu vidējo vērtību ticamības intervāli nepārklājas, tad ar nozīmības līmeni 0.1 var pieņemt, ka tajās gūtjie vidējie ienākumi gadā atšķiras statistiski nozīmīgi.

Dažādu augu maiņu veidu vidējā saimnieciskā ienākuma gadā ticamības intervālu pārklāšanās/nepārklāšanās matrica

	kvieši	dažādi graudaugi	kvieši-rapši	kvieši-pākšaugi	kvieši-rapši-pākšaugi	kvieši-mieži-rapši	kvieši-rapši-papuve	kukurūza&
kvieši	P	P	P	P	P	P	P	P
dažādi graudaugi	P	P	N	N	N	N	N	N
kvieši-rapši	P	N	P	N	P	P	P	P
kvieši-pākšaugi	P	N	N	P	N	P	P	P
kvieši-rapši-pākšaugi	P	N	P	N	P	P	P	P
kvieši-mieži-rapši	P	N	P	P	P	P	P	P
kvieši-rapši-papuve	P	N	P	P	P	P	P	P
kukurūza&	P	N	P	P	P	P	P	P

Ievērojot to, ka ticamības intervāli nepārklājas, kvieši-rapši augu maiņas vidējais saimnieciskais ienākums gadā statistiski nozīmīgi atšķiras no vidējā ienākuma kvieši-pākšaugi augu maiņā, kā arī no vidējā ienākuma dažādu graudaugu augu maiņā. Arī kvieši-rapši-pākšaugi augu maiņas vidējais ienākums statistiski nozīmīgi atšķiras no kvieši-pākšaugi un dažādu graudaugu augu maiņu vidējā ienākuma. Augu maiņas kvieši vidējie ienākumi statistiski būtiski neatšķiras ne no viena no pārējiem analizētajiem augu maiņu veidiem. Savukārt dažādu graudaugu augu maiņas vidējais saimnieciskais ienākums gadā statistiski nozīmīgi atšķiras no visu pārējo grupu vidējiem rādītājiem, izņemot kviešu augu maiņu.

Augsnes apstrādes sistēmas

Novērtējot vidējo saimniecisko ienākumu gadā izplatītākajā augu maiņā kvieši-rapši (pārējo augu maiņu veidu grupās atsevišķu lauku skaits, kas pieder katrai augsnes apstrādes sistēmai ir nepietiekams analīzes veikšanai), augstāks rādītājs tiek iegūts samazinātās augsnes apstrādes grupā.

Novērtētais vidējais saimnieciskais ienākums dažādiem augsnes apstrādes veidiem kvieši-rapši augu maiņā

Rādītājs	kvieši-rapši	
	aršana	samazinātā augsnes apstrāde
Lauku skaits	14	21
Vidējais summārie ieņēmumi 4 gados, EUR/ha	3 957	4 270
Vidējais summārās izmaksas 4 gados, EUR/ha	2 448	2 321
Vidējais summārais saimnieciskais ienākums 4 gados, EUR/ha	1 509	1 949
Vidējais saimnieciskais ienākums gadā, EUR/ha	377	487

Ja analizē monitoringa lauku izvietojumu katrā no grupām, samazinātās augsnes apstrādes grupā ir lielāks Zemgales īpatsvars, bet aršanas grupā – palielināts Pierīgas īpatsvars.

Kā atzīmēts iepriekš metodoloģijā, novērtējumā pieņemts, ka tiek izmantota aršanas sistēma, ja konkrētais monitoringa lauks 4 gadu periodā ir arts katru gadu. Attiecībā uz samazināto augsnes apstrādi tiek pieņemts, ka 4 gadu laika periodā monitoringa lauks nav arts vismaz 3 gadus (aršana pieļaujama kādā no 4 gadiem).

**Monitoringa lauku ģeogrāfiskais izvietojums pa augsnes apstrādes veidiem
kvieši-rapši augu maiņā**

Reģions	kvieši-rapši			
	aršana		samazinātā augsnes apstrāde	
	lauku skaits	struktūra	lauku skaits	struktūra
Pierīga	5	36%	1	5%
Vidzeme	2	14%	3	14%
Kurzeme	1	7%	2	10%
Zemgale	4	29%	13	62%
Latgale	2	14%	2	10%
Kopā	14	100%	21	100%

**Dažādu augsnes apstrādes veidu vidējā saimnieciskā ienākuma gadā ticamības intervāla
robežas (90%) kvieši-rapši augu maiņā**

Augu apstrādes veids	kvieši-rapši		
	Vidējais saimnieciskais ienākums gadā, EUR/ha	Apakšējā robeža, EUR/ha	Augšējā robeža, EUR/ha
aršana	377	302.5	452.0
samazinātā augsnes apstrāde	487	437.6	537.1

Nosakot abiem augsnes apstrādes veidiem vidējā saimnieciskā ienākuma gadā ticamības intervāla robežas, redzams, ka abi ticamības intervāli pārklājas, tas nozīmē, ka vidējie ienākuma rādītāji starp abām augsnes apstrādes sistēmām kvieši-rapši augu maiņā neatšķiras statistiski nozīmīgi.

AAL līdzekļu patēriņš

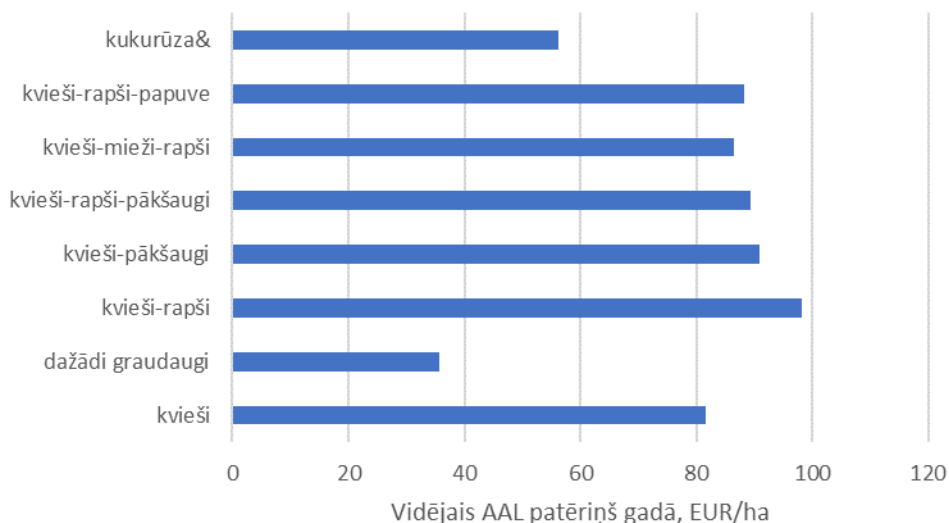
Augu maiņas

Apkopojot augu aizsardzības līdzekļu lietojumu dažādās augu maiņās, tiek iegūts, ka visvairāk AAL gadā izmanto kvieši-rapši augu maiņā, kam seko pārējās augu maiņas, kur iekļauti pākšaugi vai rapsis. Salīdzinoši mazāks vidējais AAL patēriņš gadā vērojams kviešu, pārējo graudaugu, kā arī augu maiņā, kur vismaz reizi 4 gadu periodā audzēta kukurūza.

Vidējais AAL patēriņš dažādiem augu maiņu veidiem

Rādītājs	kvieši	dažādi graudaugi	kvieši-rapši	kvieši-pākšaugi	kvieši-rapši-pākšaugi	kvieši-mieži-rapši	kvieši-rapši-papuve	kukurūza&
Lauku skaits	5	15	51	7	19	11	7	6
Vidējais summārais AAL patēriņš 4 gados, EUR/ha	327	143	393	364	357	346	264	225
<i>herbicīdi</i>	127	76	138	120	165	134	96	129
<i>limacīdi</i>	0	0	2	0	1	7	1	2
<i>fungicīdi</i>	157	48	164	166	131	146	120	59
<i>insekticīdi</i>	28	17	36	26	31	31	32	20
<i>retardanti</i>	14	1	34	32	18	23	10	10
<i>desikanti</i>	0	1	13	20	9	3	2	5
<i>bioloģisko AAL</i>	0	0	5	0	1	2	3	0
Vidējais AAL patēriņš gadā, EUR/ha	82	36	98	91	89	87	88	56

* vidējais AAL patēriņš gadā iegūts, vidējo summāro AAL patēriņu dalot ar 4, kvieši-rapši-papuve gadījumā – ar 3



* vidējais ienākums gadā iegūts, vidējo summāro ienākumu dalot ar 4, kvieši-rapši-papuve gadījumā – ar 3

3.13. att. Dažādu augu maiņu veidu vidējais AAL patēriņš gadā

Tālāk tabulā apkopotas augu maiņu veidu vidējā AAL patēriņa gadā 90% ticamības intervāla apakšējās un augšējās robežas vērtības.

3.23. tabula

Dažādu augu maiņu veidu vidējā AAL patēriņa gadā ticamības intervāla robežas (90%)

Augu maiņa	Vidējais AAL patēriņš gadā, EUR/ha	Apakšējā robeža, EUR/ha	Augšējā robeža, EUR/ha
kvieši	82	39.1	124.3
dažādi graudaugi	36	25.6	45.8
kvieši-rapši	98	91.2	105.2
kvieši-pākšaugi	91	59.5	122.5
kvieši-rapši-pākšaugi	89	77.6	101.0
kvieši-mieži-rapši	87	74.8	98.4
kvieši-rapši-papuve	88	73.0	103.3
kukurūza&	56	38.4	74.1

Atbilstoši augu maiņu veidu 90% ticamības intervālu pārklāšanās (P)/nepārklāšanās (N) matricai, augu maiņās, kur ir rapši vai pākšaugi, vidējais AAL patēriņš gadā savstarpēji neatšķiras statistiski būtiski, tas neatšķiras arī no vidējā AAL patēriņa gadā kviešu augu maiņā. Taču to vidējais patēriņš atšķiras statistiski būtiski no AAL patēriņa dažādu graudaugu un kukurūza& augu maiņās (pēdējā gadījumā izņēmums ir kvieši-pākšaugi un kvieši-rapši-papuve augu maiņas).

Dažādu augu maiņu veidu vidējā AAL patēriņa gadā ticamības intervālu pārklāšanās/nepārklāšanās matrica

	kvieši	dažādi graudaugi	kvieši-rapši	kvieši-pākšaugi	kvieši-rapši-pākšaugi	kvieši-mieži-rapši	kvieši-rapši-papuve	kukurūza&
kvieši	P	P	P	P	P	P	P	P
dažādi graudaugi	P	P	N	N	N	N	N	P
kvieši-rapši	P	N	P	P	P	P	P	N
kvieši-pākšaugi	P	N	P	P	P	P	P	P
kvieši-rapši-pākšaugi	P	N	P	P	P	P	P	N
kvieši-mieži-rapši	P	N	P	P	P	P	P	N
kvieši-rapši-papuve	P	N	P	P	P	P	P	P
kukurūza&	P	P	N	P	N	N	P	P

Augsnes apstrādes sistēmas

Apkopojums par augu aizsardzības līdzekļu patēriņu dažādās augsnes apstrādes sistēmās kvieši-rapši augu maiņai rāda, ka vidēji gadā tas ir gandrīz vienāds, ar minimālu pārsvaru samazinātās augsnes apstrādes sistēmā.

Vidējais AAL patēriņš dažādiem augsnes apstrādes veidiem kvieši-rapši augu maiņā

Rādītājs	kvieši-rapši	
	aršana	samazinātā augsnes apstrāde
Lauku skaits	14	21
Vidējais summārais AAL patēriņš 4 gados, EUR/ha	355	365
<i>herbicīdi</i>	119	133
<i>limacīdi</i>	3	6
<i>fungicīdi</i>	140	128
<i>insekticīdi</i>	32	29
<i>retardanti</i>	38	36
<i>desikanti</i>	8	20
<i>bioloģiskie AAL</i>	15	14
Vidējais AAL patēriņš gadā, EUR/ha	89	91

Nosakot abiem augsnes apstrādes veidiem vidējā AAL patēriņa gadā ticamības intervāla robežas, redzams, ka abi ticamības intervāli pārklājas, tas nozīmē, ka vidējais AAL patēriņš starp abām augsnes apstrādes sistēmām kvieši-rapši augu maiņā neatšķiras statistiski nozīmīgi.

Dažādu augsnes apstrādes veidu vidējā AAL patēriņa gadā ticamības intervāla robežas (90%) kvieši-rapši augu maiņā

Augu apstrādes veids	kvieši-rapši		
	Vidējais AAL patēriņš gadā, EUR/ha	Apakšējā robeža, EUR/ha	Augšējā robeža, EUR/ha
aršana	89	73.2	104.5
samazinātā augsnes apstrāde	91	63.9	118.7

N patēriņš

Augu maiņas

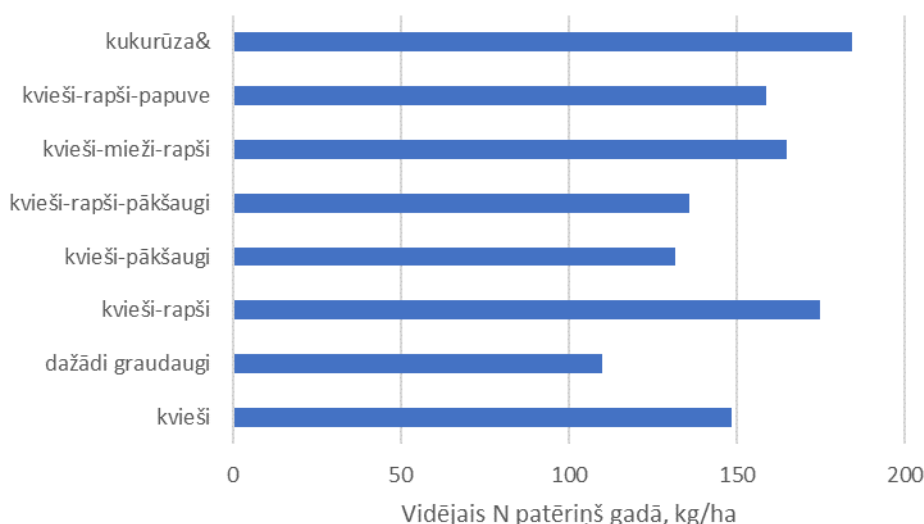
Vērtējot slāpekļa (no minerālmēsliem un novērtēto N no kūtsmēsliem) izmantošanu, visvairāk tas vidēji gadā lietots kukurūzas ar citiem laukaugiem un kvieši-rapši augu maiņām, kam seko kvieši-mieži-rapši un kvieši-rapši-papuve augu maiņa, kā arī kvieši augu maiņas. Mazāks N lietojums vērojams, ja līdztekus kviešiem un rapšiem audzē pākšaugus, kā arī vienā augu maiņā iekļauj dažādus graudaugus (ar lielāku vasarāju īpatsvaru).

3.27. tabula

Novērtētais vidējais N patēriņš dažādiem augu maiņu veidiem

Augu maiņa	Lauku skaits	Vidējais summārais N patēriņš 4 gados, kg/ha	Vidējais N patēriņš gadā, kg/ha
kvieši	5	594	149
dažādi graudaugi	15	440	110
kvieši-rapši	51	699	175
kvieši-pākšaugi	7	527	132
kvieši-rapši-pākšaugi	19	543	136
kvieši-mieži-rapši	11	660	165
kvieši-rapši-papuve	7	476	159
kukurūza&	6	736	184

* vidējais ienākums gadā iegūts, vidējo summāro ienākumu dalot ar 4, kvieši-rapši-papuve gadījumā – ar 3



* vidējais ienākums gadā iegūts, vidējo summāro ienākumu dalot ar 4, kvieši-rapši-papuve gadījumā – ar 3

3.14. att. Dažādu augu maiņu veidu vidējais N patēriņš gadā

Lai novērtētu, vai atšķirības vidējā N patēriņā starp augu maiņu veidiem ir statistiski nozīmīgas, visām augu maiņu grupām noteikti vidējā N patēriņa gadā 90% ticamības intervāli.

3.28. tabula

Dažādu augu maiņu veidu vidējā N patēriņa gadā ticamības intervāla robežas (90%)

Augu maiņa	Vidējais N patēriņš gadā, kg/ha	Apakšējā robeža, kg/ha	Augšējā robeža, kg/ha
kvieši	149	101.7	195.4
dažādi graudaugi	110	95.6	124.5
kvieši-rapši	175	168.7	180.9
kvieši-pākšaugi	132	102.8	160.7
kvieši-rapši-pākšaugi	136	129.3	142.2
kvieši-mieži-rapši	165	146.5	183.5
kvieši-rapši-papuve	159	151.4	165.9
kukurūza&	184	131.9	236.3

Atbilstoši augu maiņu veidu ticamības intervālu pārklāšanās (P)/nepārklāšanās (N) matricai, kvieši-rapšu augu maiņai, kas ir populārākā monitoringa laukos, vidējais N patēriņš atšķiras statistiski nozīmīgi no dažādu graudaugu, kviešu-pākšaugu, kviešu-rapšu-pākšaugu un kviešu-rapšu-papuves augu maiņām. Savukārt kviešu-rapšu-pākšaugu augu maiņas vidējais N patēriņš gadā neatšķiras statistiski nozīmīgi tikai no kviešu, kviešu-pākšaugu un kukurūzas ar citiem laukaugiem augu maiņām. Vidējais N patēriņš gadā kukurūzas ar citiem laukaugiem augu maiņā atšķiras statistiski nozīmīgi tikai no dažādu graudaugu vidējā N lietojuma. Tāpat vidējais N patēriņš kviešu-pākšaugu augu maiņā atšķiras statistiski nozīmīgi tikai no vidējā rādītāja kviešu-rapšu augu maiņā. Dažādu graudaugu augu maiņas vidējam N patēriņš gadā atšķiras statistiski nozīmīgi no visām augu maiņu grupām, izņemot kviešus un kviešus-pākšaugus.

3.29. tabula

Dažādu augu maiņu veidu vidējā N patēriņa gadā ticamības intervālu pārklāšanās/nepārklāšanās matrica

	kvieši	dažādi graudaugi	kvieši-rapši	kvieši-pākšaugi	kvieši-rapši-pākšaugi	kvieši-mieži-rapši	kvieši-rapši-papuve	kukurūza&
kvieši	P	P	P	P	P	P	P	P
dažādi graudaugi	P	P	N	P	N	N	N	N
kvieši-rapši	P	N	P	N	N	P	N	P
kvieši-pākšaugi	P	P	N	P	P	P	P	P
kvieši-rapši-pākšaugi	P	N	N	P	P	N	N	P
kvieši-mieži-rapši	P	N	P	P	N	P	P	P
kvieši-rapši-papuve	P	N	N	P	N	P	P	P
kukurūza&	P	N	P	P	P	P	P	P

Augsnes apstrādes sistēmas

Salīdzinot vidējo slāpekļa patēriņu gadā starp augsnes apstrādes sistēmām kvieši-rapši augu maiņā, N vidēji gadā nedaudz vairāk lietots aršanas sistēmā.

3.30. tabula

Novērtētais vidējais N patēriņš dažādiem augsnes apstrādes veidiem kvieši-rapši augu maiņā

Rādītājs	kvieši-rapši	
	aršana	samazinātā augsnes apstrāde
Lauku skaits	14	21
Vidējais summārais N patēriņš 4 gados, kg/ha	709	669
Vidējais N patēriņš gadā, kg/ha	177	167

Taču, nosakot abiem augsnes apstrādes veidiem vidējā N patēriņa gadā 90% ticamības intervāla robežas, redzams, ka abi ticamības intervāli pārklājas, tas nozīmē, ka vidējais N patēriņš gadā starp abām augsnes apstrādes sistēmām kvieši-rapši augu maiņā neatšķiras statistiski nozīmīgi.

3.31. tabula

Dažādu augsnes apstrādes veidu vidējā N patēriņa gadā ticamības intervāla robežas (90%) kvieši-rapši augu maiņā

Augu apstrādes veids	kvieši-rapši		
	Vidējais N patēriņš gadā, kg/ha	Apakšējā robeža, kg/ha	Augšējā robeža, kg/ha
aršana	177	161.1	193.7
samazinātā augsnes apstrāde	167	146.6	187.8

Degvielas patēriņš

Augu maiņas

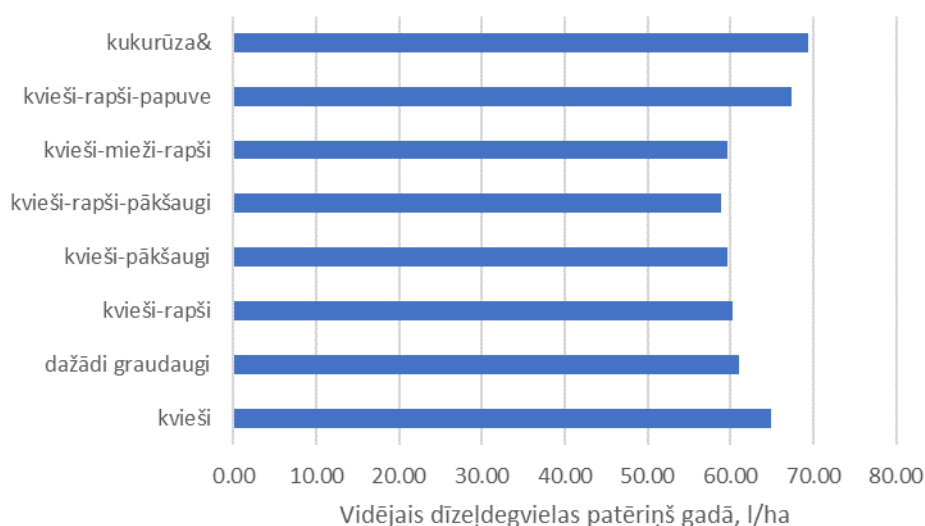
Novērtējums par dīzeļdegvielas patēriņu dažādos augu maiņu veidos liecina, ka vislielākais vidējais rādītājs gadā tiek iegūts augu maiņā, kur 4 gadu periodā vismaz vienu gadu audzēta kukurūza, kam seko kvieši-rapši-papuve un kvieši augu maiņas. Pārējās augu maiņās vidējais dīzeļdegvielas patēriņš ir salīdzinoši līdzīgs.

3.32. tabula

Novērtētais vidējais dīzeļdegvielas patēriņš dažādiem augu maiņu veidiem

Augu maiņa	Lauku skaits	Vidējais summārais dīzeļdegvielas patēriņš 4 gados, l/ha	Vidējais dīzeļdegvielas patēriņš gadā, l/ha
kvieši	5	259	65
dažādi graudaugi	15	244	61
kvieši-rapši	51	241	60
kvieši-pākšaugi	7	238	60
kvieši-rapši-pākšaugi	19	235	59
kvieši-mieži-rapši	11	238	60
kvieši-rapši-papuve	7	202	67
kukurūza&	6	278	69

* vidējais degvielas patēriņš gadā iegūts, vidējo summāro degvielas patēriņu dalot ar 4, kvieši-rapši-papuve gadījumā – ar 3



* vidējais ienākums gadā iegūts, vidējo summāro ienākumu dalot ar 4, kvieši-rapši-papuve gadījumā – ar 3

3.15. att. Dažādu augu maiņu veidu vidējais dīzeļdegvielas patēriņš gadā

Kvieši-rapši-papuve augu maiņā augstāks vidējais degvielas patēriņš gadā skaidrojams ar to, ka atsevišķos monitoringa laukos dažas agrotehniskās darbības tiek veiktas arī gadā, kad laukā ir papuvs, kas palielina vidējo degvielas patēriņu uz 3 gadu periodu (kad tiek gūti ienākumi).

Lai novērtētu, vai atšķirības vidējā dīzeļdegvielas patēriņā starp augu maiņu veidiem ir statistiski nozīmīgas, noteikti vidējā degvielas patēriņa gadā ticamības intervāli visām augu maiņu grupām.

Vidējā degvielas patēriņa gadā 90% ticamības intervālu pārklāšanās (P)/nepārklāšanās (N) matrica dažādiem augu maiņu veidiem liecina, ka visi intervāli pārklājas, līdz ar to vidējais degvielas patēriņš gadā nevienā no augu maiņu veidiem neatšķiras statistiski nozīmīgi.

Dažādu augu maiņu veidu vidējā dīzeļdegvielas patēriņa gadā ticamības intervāla robežas (90%)

Augu maiņa	Vidējais dīzeļdegvielas patēriņš gadā, l/ha	Apakšējā robeža, l/ha	Augšējā robeža, l/ha
kvieši	65	59.2	70.5
dažādi graudaugi	61	57.5	64.4
kvieši-rapši	60	58.4	62.1
kvieši-pākšaugi	60	52.8	66.3
kvieši-rapši-pākšaugi	59	55.7	61.9
kvieši-mieži-rapši	60	55.6	63.5
kvieši-rapši-papuve	67	58.0	76.8
kukurūza&	69	50.2	88.7

Dažādu augu maiņu veidu vidējā dīzeļdegvielas patēriņa gadā ticamības intervālu pārklāšanās/nepārklāšanās matrica

	kvieši	dažādi graudaugi	kvieši-rapši	kvieši-pākšaugi	kvieši-rapši-pākšaugi	kvieši-mieži-rapši	kvieši-rapši-papuve	kukurūza&
kvieši	P	P	P	P	P	P	P	P
dažādi graudaugi	P	P	P	P	P	P	P	P
kvieši-rapši	P	P	P	P	P	P	P	P
kvieši-pākšaugi	P	P	P	P	P	P	P	P
kvieši-rapši-pākšaugi	P	P	P	P	P	P	P	P
kvieši-mieži-rapši	P	P	P	P	P	P	P	P
kvieši-rapši-papuve	P	P	P	P	P	P	P	P
kukurūza&	P	P	P	P	P	P	P	P

Augsnes apstrādes sistēmas

Salīdzinot dīzeļdegvielas patēriņu kvieši-rapši augu maiņai aršanas un samazinātās augsnes apstrādes sistēmās, mazāks vidējais degvielas patēriņš gadā tiek iegūts samazinātās augsnes apstrādes gadījumā.

Novērtētais vidējais dīzeļdegvielas patēriņš dažādiem augsnes apstrādes veidiem kvieši-rapši augu maiņā

Rādītājs	kvieši-rapši	
	aršana	samazinātā augsnes apstrāde
Lauku skaits	14	21
Vidējais summārais dīzeļdegvielas patēriņš 4 gados, l/ha	268	219
Vidējais dīzeļdegvielas patēriņš gadā, l/ha	67	55

Nosakot vidējā degvielas patēriņa gadā 90% ticamības intervālu katram no augsnes apstrādes veidiem, redzams, ka ticamības intervāli nepārklājas. Tas nozīmē, ka pie 0.1 nozīmības līmeņa, vidējais dīzeļdegvielas patēriņš gadā starp abām augsnes apstrādes sistēmām kvieši-rapši

augu maiņā atšķiras statistiski nozīmīgi – samazinātās augsnes apstrādes gadījumā ir mazāks degvielas patēriņš.

3.36. tabula

Dažādu augsnes apstrādes veidu vidējā dīzeldegvielas patēriņa gadā ticamības intervāla robežas (90%) kvieši-rapsi augu maiņā

Augu apstrādes veids	kvieši-rapsi		
	Vidējais dīzeldegvielas patēriņš gadā, l/ha	Apakšējā robeža, l/ha	Augšējā robeža, l/ha
aršana	67	64.7	69.3
samazinātā augsnes apstrāde	55	47.9	61.4

Secinājums

Latvijā integrēti apsaimniekoti tiek aptuveni 1.2milj. ha aramzemes. 75% no kopējās platības aizņem TOP 4 kultūraugi: kvieši, rapsis, mieži un auzas, turklāt kvieši un rapsis dominē, kopā aizņemot vairāk nekā 60% no integrēti apsaimniekotās aramzemes platības Latvijā.

Augu maiņas analīze liecina, ka kvieši tiek audzēti visā Latvijas teritorijā, vairumā gadījumu mijoties ar rapsi vai citām labībām, turklāt 6% no platības kvieši tiek audzēti monokultūrā. Rapsis pārsvarā gadījumos tiek audzēts augu maiņas iekļaujot vienu reizi piecu gadu augu maiņas ciklā, tomēr ir lauki, kur rapsis atgriežas vismaz divas reizes piecu gadu augu maiņā. Pākšaugu vai citu proteīnaugu iekļaušana augu maiņā nav izplatīta prakse Latvijā, tauriņzieži un pākšaugi aizņem tikai 3% no kopējās integrēti apsaimniekotās aramzemes.

Projektā iegūtie empīriskie dati ļāvuši novērtēt dažādu Latvijā izplatītu augu maiņu saimnieciskos rezultātus, vērtējot bruto segumu (EUR/ha) vidēji gadā, pilnā augu maiņas periodā. Novērtējot saimniecisko ienākumu galvenajiem augu maiņu veidiem, visaugstākais vidējais rādītājs gadā iegūts *kviešu-rapšu* un *kviešu-rapšu-pākšaugu* augu maiņās, kas skaita ziņā ir izplatītākie augu maiņu veidi gan Latvijas laukkopībā, gan projekta monitoringa laukos. Augsts vidējais ienākums gadā novērots arī augu maiņā, kur kvieši audzēti kā monokultūra. Saimnieciskie rezultāti apliecina, ka augu maiņas izvēli, kā arī saimnieku vēlmi iekļaut augu maiņā rapsi, Latvijā noteic ekonomiskie aspekti.

Lai gan projektā novērots augsts vidējais saimnieciskais ienesīgums arī augu maiņā *kvieši-rapsis-pākšaugi*, šāda augu maiņa nav izplatīta Latvijā. Tomēr arī iepriekšējo pētījumu rezultāti liecina, ka pākšaugiem kā priekšaugam var būt pozitīva ietekme uz nākamā kultūrauga ražu (noteic ieņēmumu potenciālu), un mazāku nepieciešamību pēc N (ietekmē izmaksu apmēru).

Saimnieciskā ienesīguma izvērtējums dažādiem augsnes apstrādes veidiem tika veikts, pamatojoties uz lauku izmēģinājumiem, kas projekta ietvarā tika veikti komerciālajās saimniecībās. Dažādu augsnes veidu (aršana, minimālā augsnes apstrāde un bezaršana (nulles apstrāde)), neatklāj viendabīgus rezultātus. Tas liecina, ka ekonomiskos rādītājus nosaka ne tikai augsnes apstrādes veids, bet arī citi faktori.

Tā kā komerciālo saimniecību īstenotajos lauku izmēģinājumos trīs gadu periodā katrā no saimniecībām tika piemērota individuāla augu maiņa un individuāla (bet visos augsnes apstrādes veidos vienāda) agro-tehnoloģija (attiecībā uz mēslojuma un AAL lietojumu), tad atšķirīgie rezultāti bija atkarīgi no sasniegtā ražas līmeņa katrā no augsnes apstrādes veidiem, kā arī ar augsnes apstrādi saistīto resursu ieguldījumu. Tā kā minimālā augsnes apstrāde ir resursu patēriņa ziņā mazākietilpīga, tad saimniecisko ienesīgumu noteica, vai ražas rādītāji dažādos augsnes apstrādes veidu izmēģinājumos bija būtiski atšķirīgi (augstāki, vienādi vai zemāki), tādējādi radot pamatu būtiski atšķirīgiem ieņēmumiem (izmaksu segšanai). Saskaņā ar iepriekšējo pētījumu rezultātiem, pārejot no tradicionālās aršanas uz minimālās augsnes apstrādes veidiem, sākotnējos

periodos nereti novērotas zemākas kultūraugu ražas. Projekta empīriskie dati par sasniegtajām ražām pie dažādiem augsnes apstrādes veidiem atšķiras no gadījuma uz gadījumu.

Saimnieciskā izdevīguma novērtējums, kas saistīts ar dažādiem augsnes apstrādes veidiem un tika īstenots, pamatojoties uz lauku monitoringa datiem visizplatītākajai augu maiņai kvieši-rapsis, norādīja uz augstāku bruto peļņu iespējams iegūt, piemērojot minimālās augsnes apstrādes tehniku. Daļēji tas skaidrojams ar lielāku Zemgales reģionam piederošo monitoringa lauku īpatsvaru, kuros atrodas auglīgākās augsnes, kā arī ar lielāku ziemas kviešu un ziemas rapša īpatsvaru monitoringa laukos, kas piemēro minimālo augsnes apstrādes praksi, salīdzinot ar tiem, kas izmanto aršanu. Vidējais AAL patēriņš abās augsnes apstrādes sistēmās *kviešu-rapša* augu maiņā bijis gandrīz vienāds. Vidējais gada N patēriņš bijis nedaudz lielāks, praktizējot aršanu.

Gan lauku izmēģinājumos, gan lauku monitoringa dati pie kviešu-rapšu augu maiņas pārliecinoši norāda uz dīzeļdegvielas mazāku patēriņu vidēji gadā trīs gadu periodā, tas saistīts gan ar zemākām izmaksām, gan SEG emisijām no agrotehniskajām darbībām.

4. ZEMKOPIBAS SISTĒMAS IZVĒLES LĒMUMU PIENĒMŠANAS ATBALSTA RĪKS

Aptver: Projekta 3.aktivitātes (Ekonomika) 3.3. Zemkopības sistēmas lēmumu pieņemšanas rīka izveide ietvaros veiktās darbības.

Šī ziņojuma mērķis: sniegt ieskatu par rīka tapšanu, struktūru un izmantošanas iespējām. (Rīka izstrādes mērķis bija radīt zemkopības sistēmas praktiskas izvēles instrumentu, kas balstītos uz izvēles iespējās iekļauto zemkopības sistēmu kvantificētu novērtējumu, ietverot gan ekonomiskos, gan vides aspektus).

Ziņojuma autors: Andris Miglavs

Atsaukšanās uz ziņojumu un tā autoru, izmantojot tajā publicēto informāciju – obligāta.

Rīks piemērotākās zemkopības sistēmas izvēlei (turpmāk tekstā Rīks) izstrādāts projektā "Progresīva zemkopības sistēma kā pamats vidi saudzējošai un efektīvai Latvijas augkopībai" (projekta Nr. 19-00-A01612-000011)".

Rīka atbildīgais izstrādātājs SIA EDO Consult ekonomists Andris Miglavs, kurš uzņemas atbildību arī par visām iespējamajām tehniskajām kļūmēm vai citām nepilnībām.

Rīka izstrādē cieši piedalījās SIA EDO Consult ekonomiste Astra Varika.

Rīka izstrādē atbalstu ar savām esošajām un projekta ietvaros gūtajām zināšanām produktīvi dalījās projekta grupas kolēģi no AREI - Alberts Auziņš, Ieva Leimane, Agnese Krieviņa, Inga Jansone, Līvija Zariņa, Solveiga Maļeckā, Inga Morozova, kā arī zinošā lietpratēja no projektā iesaistītās partnersaimniecības Iveta Grudovska.

Neatsveramu atbalstu ar savām zināšanām sniedza LLKC Inženiertehniskās nodaļas vadītājs Jānis Kažotnieks.

Bez visu šo zinošo ļaužu iesaistes tā tapšanā pašlaik nebūtu bijis iespējams Rīku nodot publiskai izmantošanai. Paldies viņiem par nesavtīgu iesaisti kopdarbā.

Mērķis un uzdevumi

Rīka izstrādes mērķis bija radīt zemkopības sistēmas praktiskas izvēles instrumentu, kas balstītos uz izvēles iespējās iekļauto zemkopības sistēmu kvantificētu novērtējumu, ietverot gan ekonomiskos, gan vides aspektus.

Tā kā projekta ietvaros pētītās zemkopības sistēmas veido vairāki mijiedarbībā esoši elementi:

- Augmaiņas (tās var būt līdz 7 gadus ilga cikla augmaiņas, bet var būt arī pat monokultūras augmaiņas);
- Augsnes apstrādes sistēmas (projektā apskatītas 4 augsnes apstrādes sistēmu, turpmāk tekstā AAS, varianti:
 1. aršana,
 2. minimālā apstrāde,
 3. slejapstrāde,
 4. tiešsēja,
- uztvērējaugu kā starpkultūru izmantošana starpsezonā,

un katram no šiem elementiem ir sava atšķirība, bieži pat pretrunīga ietekme – daļēji tas var samazināt augsnes apstrādes izmaksas, pie zināmas pacietības ar laiku var palielināt ražību, samazināt barības vielu zudumus augsnē, bet vienlaikus, piemēram, uztvērējaugu izmantošana var

palielināt agrotehniskās izmaksas, bet bezaršana var radīt papildus izaicinājumus augu aizsardzībai.

Vienlaikus, dažādiem audzētajiem produktiem ir atšķirīgas tirgus vērtības, kas tirgus pārmaiņu ietekmē var radīt atšķirīgus lauka saimnieciskās izmantošanas ienesīguma rādītājus. Bet dažādās saimniecībās izmantotajiem agrotehnisko darbību kompleksiem ir atšķirīgi izmaksu un degvielaas ietilpības rādītāji.

Tāpēc Rīka uzdevums ir sniegt iespēju kvantitatīvi novērtēt visu šo darbību ietekmi to kopsakarībā.

Savā būtībā, Rīks ir praktiski ekonomiski matemātisks modelis, kas matemātiski apraksta dažādu zemkopības sistēmu veidojošo saimniecisko darbību un izmantojamo resursu kopuma radīto rezultātu un ļauj analizēt dažādus ZS veidošanas scenārijus. No modelēšanas aspekta, tas ir kalkulatorisks simulācijas modelis, kas ļauj vienlaikus analizēt vairāku scenāriju saimniecisko un vides ietekmi uz VIENA konkrēta dotajā brīdī analizētā lauka tipa.

Rīka sniedz iespēju salīdzināt jēlkurus no lietotāja paša veidotajiem 3 zemkopības sistēmas scenārijiem, ciktāl tos ietekmē tieši ar tās atšķirībām saistītie parametri, pie citiem salīdzināmiem apstākļiem – meteo, tirgus, šķirnes, minerālmēsļu veidi, tehnoloģisko darbību izpildes izmaksas un tml.

Aprēķinātie rezultāti

Katram scenārijam Rīks producē 2 rezultatīvo rādītāju kopas:

- ekonomiskā izdevīguma rādītāji

Savā būtībā tie ir standartizēti bruto segumi dažādos to līmeņos, tajā skaitā ietverot atsevišķus politikas maksājumu elementus

- ietekmes uz vides rādītāji

Šajā pētījumā par tādiem izvēlēti primāri divi vides ietekmes novērtēšanas rādītāju kopumi: siltumnīcefekta gāzu emisiju novērtētais apjoms, tajā skaitā no degvielas patēriņa pie izvēlētas tehnoloģijas, un slāpekļa izmantošanas efektivitāte.

Norobežojumi

1. Rīks nav optimizācijas modelis.

Tas neveic iekšējas iterācijas, meklējot saimnieciski vai citādi izdevīgāko mērķa scenāriju, bet kalkulatoriski novērtē lietotāja izveidotā scenārija starndartrezultātus.

2. Rīks nav un nebūs izmantojams kā mobilās viedierīces lietotne.

Tā struktūra ir pārāk sarežģīta, bet izmantošanai savā būtībā ir stratēģiskās un ne operatīvās izvēles atbalsta nozīme, lai programmētu mazajos ekrānos izmantojamu lietotni.

3. Rīks neievērtē tirgus svārstības.

Rīkā izmantotā cenu un izmaksu bāzes matrica ir nemainīga visā augmaiņas ciklā. Tomēr lietotājam saglabāta iespēja veidot savu scenāriju cikla vidējo cenu un izmaksu pārmaiņām.

4. Rīks nekādi neievērtē ikgadējās laika apstākļu maiņas ietekmi.

Tomēr, sniedzot bāzes produktivitātes rādītājus, Rīks ievērtējis veģetācijas ilgumu dažādās Latvijas daļās, pagastu griezumā.

5. Rīks vispār neuztver un nevērtē konkrētās saimniecības vispārējo saimniekošanas praksi, pārvaldību un finanšu saistības, pamatlīdzekļu izveidošanas konkrētās izmaksas, kā arī citus elementus.

6. Rīka produkts nav saimniecības ražošanas un finanšu plāns.

Rīks sniedz iespēju salīdzināt iespējamo saimniecisko ietekmi konkrētas zemkopības sistēmas izvēlei konkrētā laukā, izmantojot standartizētus resursu patēriņa un atdeves rādītājus.

Tomēr tas cenšas iespējami pilnīgi, atbilstoši pieejamajām zināšanām, kvantitatīvi novērtēt atšķirības starp dažādu zemkopības sistēmas elementu kompleksu izmantojumu.

7. Rīks balstās uz parametriem, kas projekta komandai bija zināmi 2023.gada pavasarī.

Rīkā ir izmantoti vairāki tūkstoši parametru vienību, kas apkopotas vairākās atsevišķās parametru kopās. Parametri iegūti gan paša projekta ietvaros veiktajos eksperimentos, gan aizgūti no projekta grupas dalībnieku agrāk izpildītajiem projektiem, gan no dažādiem, bieži pretrunīgiem pašmāju un citzemju avotiem – zinātniskām publikācijām, oficiāliem normatīviem, starptautiski izmantotām rokasgrāmatām. Gadījumos, kad bija konkrēti informācijas iztrūkumi, par kuriem projekta grupa publiski ziņoja projekta laikā notikušajos semināros un konferencēm, tika pieņemti grupas dalībnieku lietpratīgi lēmumi, atbilstīgi labākajai pieejamajai zināšanu bāzei un izpratnei par agronomiskajiem procesiem.

Gūstot jaunas zināšanas, autori patur tiesības precizēt parametrus un izmantotās sakarības, attiecīgi projekta mājlappā publicējot jaunas rīka versijas

8. Rīkā nav iekļauta aizsardzība pret “nenormālībām”.

Rīks izstrādāts ar pieņēmumu, ka zemkopības sistēmas scenāriji tiks veidoti jēgpilni, neradot agronomiski absurdas augmaiņas ar nesamērīgām ražībām un organiskā mēslojuma lietošanas normām.

Tāpēc, un arī ievērojot ārkārtīgi daudzveidīgos iespējamos zemkopības sistēmu scenāriju variantus.

Kā sākt?

Rīka iegūšana lietošanai

Darbu ar rīku var sākt pēc tā lejuplādes no oficiālās tā publicēšanas vietnes AREI

Publicēšanas tīmekļa adrese ir:

Rīks ir radīts **Excel 365 versijā**. Vienkārši tāpēc, ka šī Excel versija lietotājam un programmētājam sniedz iespējas un ērtības, kas tik sarežģītu uzdevumu risināšanai nebija pieejamas agrākajās versijās.

Tāpēc tas noteikti strādās nepilnīgi vecākās Excel versijās.

Ja būs lietotāju pieprasījums, Rīka izstrādātāji adaptēs to izmatošanai arī Excel 2007 versijā, tiesa gan, iespējams, daļēji zaudējot lietošanas ērtības funkcionalitāti

Rīka kopiju saglabāšana

Ir ieteicama:

1. lejuplādēto oriģinālkopiju vispirms saglabāt sev izvēlētajā darba mapē kā kopiju ar sevis piešķirto darba nosaukumu;
2. visas tālākās darbības veikt saglabātajā excel darba failā vai tā tālākajos atvasinājumos.

Rīka struktūra

Izmantošanai publicētais Rīks strukturēts vienotā MS Excel failā, vairākās darba lapās.

Īsumā par katru no tām.

1. Galvenā lapa

Galvenā lapa ir galvenā darba lapa, ar kuru strādā lietotājs. Tajā tiek veidoti zemkopības sistēmas analizējamie scenāriji un publiskoti iegūtie salīdzinošie rezultāti.

Galvenā lapa strukturēta vairākās daļās:

1.1. Pamatdati

I Pamatdati						
Pašlaik ir	2023	ražas gads		Zemkopības sistēmu sākam plānot ar	2024	ražas gadu
Lauks atrodas (pagasts, pilsēta)	Staiceles pagasts	Norādiet, lūdzu, pagasta/pilsētas nosaukumu				

Svarīgākā šeit ir pagasta izvēle. No tās izriet:

- noteicošais augsnes granulometriskais sastāvs;
- veģetācijas dienu skaits;
- pagastam tipiskā augmaiņa.

Lauks pirmsplāna gadā				
Šajā,	2023	ražas gadā	Ja ir lietots organiskais mēslojums (OM), norādām tā veidu, izcelsmi un devu:	
Laukā ir/bija pamatkultūra	212 Z_Rapsis	E sēkla	OM veids	NELIETO
pirms tās uztvērējaugs	993 Auzas120/ viki7/ facēlija1		OM izcelsme	Nav lietoti
laukā izmantotā augsnes apstrādes sistēma (AAS)	Aršana		uzliktā OM deva, t/ha	0
			Izstrādes veids	0

Un tiek norādīti vērtējamā lauka izmantošanas parametri pirmsplāna gadā. Tie tālāk tiek izmantoti vērtējot augu atlieku un barības vielu aprites plānošanā visos analizētajos scenārijos.

Augsnes raksturojums					
	Novadam raksturīgais	Mans lauks		Augsnes analīžu dati	
				Raksturīgie	Mani
Granulometriskais sastāvs	viegls smilšmāls	māls, smags smilšmāls	Organiskā viela	2,5	2,5 %
Veģetācijas dienu skaits gadā	192	192	P2O5	90	90 mg/kg
			K2O	70	70 mg/kg
	Jūsu laukam nepieciešama augsnes kaļķošana!		Skābums	5,5	5,5 pH

Augsni raksturojošie rādītāji, kurus lietotājs var pielāgot savai situācijai, tālāk izmantojas kā pamatfaktori barības vielu vajadzības plānošanai.

Šajā projektā, diemžēl nebija iespējams kvantificēti iekļaut augsnes kaļķošanas ietekmi uz barības vielas izmantošanas efektivitāti, tomēr tā neapšaubāmi, kā zināms no citiem pētījumiem, ir milzīga.

1.2. Zemkopības sistēmas plānošanas sadaļa

II Zemkopības sistēmas plānošana									
Plānošanas soļi:	Pagastam tipiskā prakse				Mana prakse				
	Ražas gads	UA kultūra	Galvenā kultūra	Ražība (t/ha)	AAS	UA kultūra	Galvenā kultūra	Ražība (t/ha)	AAS
1.solis. Plānošanu sāk ar augmaiņas cikla izveidi, atbilstīgi izvēloties kultūras katrā no augmaiņas cikla gadiem. Cikls var būt no 1 gada (monokultūra) līdz 7 gadiem. Iesākām ciklu plānot ne mazāk kā 4 gadu periodam. 2.solis. Katrai kultūrai katram no plāna gadiem norāda plānoto ražību un izmantojamo augsnes apstrādes sistēmu (AAS). 3.solis. Papildus var izvēlēties izmantojamo uztvērējaugu (UA) starpkultūras veidu, ko izmanto ražas gadā pirms galvenās kultūras.	1.gads	990 NAV izmantots	112 Z_Kvieši	5,14	Aršana	990 NAV izmantots	112 Z_Kvieši	5,14	Mintils
	2.gads	990 NAV izmantots	131 V_Mieži	3	Aršana	990 NAV izmantots	131 V_Mieži	3	Mintils
	3.gads	990 NAV izmantots	112 Z_Kvieši	5,14	Aršana	990 NAV izmantots	112 Z_Kvieši	5,14	Mintils
	4.gads	990 NAV izmantots	121 Rudzi	4,3	Aršana	990 NAV izmantots	121 Rudzi	4,3	Mintils
	5.gads	990 NAV izmantots	611 Zajmēslojuma pa	24,45	Aršana	990 NAV izmantots	611 Zajmēslojuma	24,45	Mintils
	6.gads	990 NAV izmantots				990 NAV izmantots	000 Nav augmaiņā	0	Mintils
	7.gads	990 NAV izmantots				990 NAV izmantots	000 Nav augmaiņā	0	Mintils

Pagastam tipiskā prakse tiek ģenerēta automātiski, un lietotājs to nevar mainīt, bet viņam ir iespēja ievēdot savus 3 patstāvīgus izmantojamās zemkopības sistēmas scenārijus:

- Mana [līdzšinējā] prakse,
- Plāna 1.scenārijs,
- Plāna 2.scenārijs.

Katra scenārija plānošana notiek 3 soļos.

1.solis. Plānošanu sāk ar augmaiņas cikla izveidi, atbilstīgi izvēloties kultūras katrā no augmaiņas cikla gadiem. Cikls var būt no 1 gada (monokultūra) līdz 7 gadiem. Iesakām ciklu plānot ne mazāk kā 4 gadu periodam.

2.solis. Katrai kultūrai katram no plāna gadiem norāda plānoto ražību un izmantojamo augsnes apstrādes sistēmu (AAS).

3.solis. Papildus var izvēlēties izmantojamo uztvērējaugu (UA) starpkultūras veidu, ko izmantos ražas gadā pirms galvenās kultūras.

Lejuplādētajā failā sākotnēji ir doti būtībā 4 citādi vienādi scenāriji – **atšķirīgas ir tikai AAS**. Rezultātu sadaļā tas diezgan tieši parāda tieši atšķirīgo AAS izmantošanas ekonomiskos un vides ietekmes salīdzinošos rezultātus.

Sadaļā „Manu parametru pielāgošana” ir iespējams novirzīties uz aprēķinos izmantotām 4 parametru kopām, kas iekļautas atsevišķās faila darba lapās.

- Kultūru ražības,
- produkcijas un sēklas cenas,
- agrotehnisko darbību standartizmaksas,
- izmantoto degvielas un mēslošanas līdzekļu (tīrvielās) cenas.

II.A Manu parametru pielāgošana

PIELĀGOT AIZVĒRT PIELĀGOŠANU

Uztvērējaugu izvēles palīgs **PALĪGS UZTVĒRĒJAUGU IZVĒLEI**

Aprēķinos izmantotās ražības, produkcijas un sēklas cenas apskatāmas un maināmas šeit **APSKATĪT/MAINĪT**

Aprēķinos izmantotās agrotehnisko darbību izmaksas un degvielas patēriņa normatīvi apskatāmi un maināmi šeit **APSKATĪT/MAINĪT**

Ja saimniecībā tiek izmantots organiskais mēslojums (vai tiek plānots to darīt), lietotājs var zemkopības sistēmas scenāriju var papildināt ar sevis izveidoto organiskā mēslojuma izmantošanas plānu.

II.B Organiskā mēslojuma (OM) lietojuma plānošana

PLĀNOT OM LIETOŠANU AIZVĒRT OM PLĀNOŠANU

Plānošanas gads	Pagastam tipiskā prakse				Mana prakse				0				
	Ražas gads	Organisko mēsļu veids	Mēslojuma izcelsme	Deva (t/ha)	Iestrādes veids	Organisko mēsļu veids	Mēslojuma izcelsme	Deva (t/ha)	Iestrādes veids	Organisko mēsļu veids	Mēslojuma izcelsme	Deva (t/ha)	Iestrādes veids
1.gads	NELIETO		Nav lietoti	0	0	NELIETO	Nav lietoti	0	0	NELIETO	Nav lietoti	0	0
2.gads	NELIETO		Nav lietoti	0	0	NELIETO	Nav lietoti	0	0	NELIETO	Nav lietoti	0	0
3.gads	NELIETO		Nav lietoti	0	0	NELIETO	Nav lietoti	0	0	NELIETO	Nav lietoti	0	0
4.gads	NELIETO		Nav lietoti	0	0	NELIETO	Nav lietoti	0	0	NELIETO	Nav lietoti	0	0
5.gads	NELIETO		Nav lietoti	0	0	NELIETO	Nav lietoti	0	0	NELIETO	Nav lietoti	0	0
6.gads	NELIETO		Nav lietoti	0	0	NELIETO	Nav lietoti	0	0	NELIETO	Nav lietoti	0	0

Organiskā Mēslojuma izmantošanas plānošanas soļi:

1.solis. Plānošanu sāk ar organiskā mēslojuma veida izvēli katrā no augmaiņas cikla gadiem.

2.solis. Ja izmantots organiskais mēslojums, izvēlamies attiecīgā veida mēslojuma izcelsmes avotu (tiem ir dažāds barības vielu saturs).

3.solis. Norādām izmantoto devu, t/ha.

4.solis. Norādām plānoto iestrādes veidu- svarīgs izmaksu novērtēšanai un valsts atbalsta nosacījumu izpildei

Ja saimniecībā organiskais mēslojums netiek un netiks izmantots, ir iespēja šo darba lapas daļu aizvērt.

1.3. Rezultātu sadaļa

Kā augstāk teikts, rezultāti tiek raksturoti, no 2 aspektiem:

- Ekonomiskais: ienākumu novērtējums
- Vides ietekmes: SEG emisiju, kopējā slāpekļa zudumi un slāpekļa izmantošanas efektivitātes rādītāji.

Rezultāti ģenerējas automātiski, atbilstīgi veiktajām pārmaiņām scenārijos un parametru pielāgojumos.

Lietotājam ir iespēja izvēlēties:

1. saīsināto atspoguļošanas formu:

III Rezultātu salīdzinājums.		Vērtējam (1) saimniecisko ienākumu un (2) ietekmi uz vidi		Isais formāts
	Pagastam tipiskā prakse	Mana prakse	Plāna 1. scenārijs	
1. Ienākumu novērtējums, <i>Vidēji augmaiņas cikla gadā no 1 ha</i>				
Saimnieciskais ieguvums kopā, vidēji gadā EUR/ha	276,9	313,0	319,1	
2. Ietekmes uz vidi indikatīvs novērtējums Vērtējam (1) SEG emisijas (2) N zudumus, (3) N izmantošanas efektivitāti NUE, (4) Kaitējuma da				
2.1. SEG emisijas, t.sk. kg CO ₂ /ha	976,6	834,8	773,9	
2.2. N zudumi kopā, t.sk. kg N/ha	54,1	41,3	35,7	
2.3. N izmantošanas efektivitāte NUE, ieskaitot bioloģiski fiksēto N %	54%	61%	64%	
2.4. Kaitējuma dabai aplēstā vērtība, EUR	108,0	85,8	76,2	
3. Saimnieciskā peļņa no sabiedrības aspekta, kopā EUR/ha	169,0	227,2	242,9	

Tajā ir tikai 6 apkopojošie rādītāji.

2. paplašināto atspoguļošanas formu:

Tajā ir iekļauti arī papildinošie (galvenos rādītājus veidojošie) palīg rādītāji.

III Rezultātu salīdzinājums.		Vērtējam (1) saimniecisko ienākumu un (2) ietekmi uz vidi	
	Pagastam tipiskā prakse	Mana prakse	
1. Ienākumu novērtējums, <i>Vidēji augmaiņas cikla gadā no 1 ha</i>			
Saimnieciskais ieguvums kopā, vidēji gadā EUR/ha	276,9	313,0	
<i>ko veido:</i>			
1.1. Atbalsta politikas sniegtais ienākums EUR	175,4	187,4	
1.2. Produkta tirgus vērtības gūtais ienākums EUR	101,5	125,6	
<i>ko aprēķina kā starpību starp:</i>			
- Iegūtās produkcijas indikatīvā tirgus vērtība EUR	533,4	515,8	
- Indikatīvās lauka izmaksas EUR	431,8	390,2	
2. Ietekmes uz vidi indikatīvs novērtējums Vērtējam (1) SEG emisijas (2) N zudumus, (3) N izm			
2.1. SEG emisijas, t.sk. kg CO ₂ /ha	976,6	834,8	
- No izmantotās degvielas kg CO ₂ /ha gadā	135,8	100,3	
- N tiešās un netiešās emisija kg CO ₂ /ha gadā	840,8	734,5	
2.2. N zudumi kopā, t.sk. kg N/ha	54,1	41,3	
N ₂ O emisijas kg N/ha	1,37	1,24	
NH ₃ /NO _x emisijas kg N/ha	11,22	9,94	
N noplūdes/izskalošanās kg N/ha	41,54	30,11	
2.3. N izmantošanas efektivitāte NUE, ieskaitot bioloģiski fiksēto N %	54%	61%	
NUE, neieskaitot bioloģiski fiksēto N %	54%	61%	
2.4. Kaitējuma dabai aplēstā vērtība, EUR	108,0	85,8	
- CO ₂ emisiju sabiedr. izmaksā (pierēķināta) EUR	33,63	29,38	
- N piesārņojuma (noplūdes un iztvaikošana) sabiedr. izmaksā (pierēķināta) EUR	74,32	56,41	
3. Saimnieciskā peļņa no sabiedrības aspekta, kopā EUR/ha	169,0	227,2	

Papildus jāpaskaidro „Kaitējuma dabai vērtības” aplēšanas metodoloģija, kas citos šā projekta līdz šim publicētajos materiālos nav atspoguļota.

Tās ir novērtētas izmaksas, kas pagaidām neietekmē nevienu no tirgus dalībniekiem.

Tomēr:

- SEG emisijām vispārējā gadījumā ir savs starptautisks novērtējums. Pašlaik tas ir 40 EUR par katru pierēķināto SEG izmešu CO2 nosacīto tonnu.
- Savukārt N noplūžu dabā novērtēšanai sabiedrības izmaksu novērtēšanai izmantoti jau vairāk nekā 15 gadus Latvijā spēkā esošie vides piesārņojuma novērtēšanā izmantotie normatīvi ~1400 EUR par katru kopējā N tonnu.

1.4. Valsts politikas finansiālās motivācijas ietekme

Galvenās lapas 4.sadaļā interesenti var iepazīties ar to, kā patlaban spēkā esošā (līdz 2027.gadam) valsts atbalsta politika novērtē saimniecības izvēlēto zemkopības sistēmu – kā veidojas augmaiņas cikla vidējie platības maksājumi. Augmaiņām esot ilgākām par 2027.gadu, tiek pieņemts, ka valsts atbalsta politika turpinās 2027.gada nosacījumos.

2. Lapa „Maksājumi”

Šajā lapā sniegti apraksti katram no Rīkā ievērtētajiem maksājumu veidiem.

Maksājumu saņemšanas nosacījumi		ATGRIEZTES ZEMKOPĪBAS SISTĒMAS PLĀNOŠANĀ
Avots: MKN projekts "Tiešo maksājumu piešķiršanas un administrēšanas kārtība" https://tapportals.mk.gov.lv/legal_acts/19554c99-fcc4-42e3-80a3-6d82bdecf43e		
Atgrieztas zemkopības sistēmas plānošanā	Ilgspēju sekmējošais ienākumu pamatatlis: Vispārējā ISIP likme	Ilgspēju sekmējošo ienākumu pamatatlis saskaņā ar regulas Nr. 2021/2115 22.pantu diferencē pa šādām teritoriju grupām, kurās ir līdzīgi sociālekonomiski un agronomiski apstākļi: 114.1. valstspilsētas un Aizkraukles novads, Ādažu novads, Bauskas novads, Dienvidkurzemes novads, Dobeles novads, Jelgavas novads, Jērkāpils novads, Kuldīgas novads, Ķekavas novads, Limbažu novads, Līvānu novads, Mārupes novads, Ogres novads, Olaines novads, Preiļu novads, Ropažu novads, Salaspils novads, Saldus novads, Saulkrastu novads, Siguldas novads, Talsu novads, Tukuma novads, Valmieras novads, Vazlēnu novads, Ventspils novads - novadi, kas nerobežojas ar valstīm, kas nav Eiropas Savienības dalībvalstis, un kuros veģetācijas perioda ilgums ir vismaz 195 dienas vai lauksaimniecības zemes kvalitatīvais vērtējums ir vismaz 38 balles
Atgrieztas zemkopības sistēmas plānošanā	Ilgspēju sekmējošais ienākumu pamatatlis: piemaksa noteiktos novados	Ilgspēju sekmējošo ienākumu pamatatlis saskaņā ar regulas Nr. 2021/2115 22.pantu diferencē pa šādām teritoriju grupām, kurās ir līdzīgi sociālekonomiski un agronomiski apstākļi: 114.2. Alūksnes novads, Augšdaugavas novads, Balvu novads, Cēsu novads, Gulbenes novads, Krāslavas novads, Ludzas novads, Madonas novads, Rēzeknes novads, Smiltenes novads, Valkas novads - novadi, kuros veģetācijas perioda ilgums ir īsāks par 195 dienām un lauksaimniecības zemes kvalitatīvais vērtējums ir mazāks nekā 38 balles, vai kas robežojas ar valstīm, kas nav Eiropas Savienības dalībvalstis.

3. Agrotehnisko darbību izmaksu darblapa

Lapā „Manas_AT_darb_izmaksas”:

- 1) parādītas Rīkā izmantotās agrotehnisko darbību standartizmaksas (pelēkajās šūnās) - kopējās un tajā skaitā esošās degvielas patēriņa;
- 2) piedāvāta iespēja lietotājam koriģēt šīs izmaksas atbilstīgi savai praksei vai izpratnei par to, izdarot to attiecīgi dzeltenī iekrāsotajās šūnās. Atbilstīgi Rīks izmantos Lietotāja pielāgotos datus. Tomēr Lietotājam katrā laikā ir iespējams atjaunot sākotnējos uzstādījumus.

Agrotehnisko darbību izmaksas un degvielas patēriņa normatīvi		Atgrieztas zemkopības sistēmas plānošanā									
Agrotehniskās darbības kods	Agrotehniskās DARBĪBAS	Vienība	Standartizmaksas				Manas izmaksas				
			Degviela (l/vien.)	Degvielas daļa izmaksās, EUR/ha	Pārējās izmaksas, EUR/ha	Izmaksas kopā (EUR/ha)	Degviela (l/vien.)	Pārējās izmaksas (EUR/ha)	Degvielas daļa izmaksās, EUR/ha	Izmaksas kopā (EUR/ha)	
100	Kaļķošana	/ha	3,54	4,25	17,85	22,10	3,54	17,85	2,83	20,68	
110	Aršana	/ha	18,52	22,22	34,84	57,06	18,52	34,84	14,82	49,65	
115	Dzīrīnāšana	/ha	31,85	38,22	35,14	73,36	31,85	35,14	25,48	60,62	
120	Šķīvošana/diskošana	/ha	8,18	9,82	19,78	29,60	8,18	19,78	6,54	26,33	
121	Lauka virsmas šķīšana	/ha	8,29	9,95	16,41	26,36	8,29	16,41	6,63	23,04	
122	Kulivēšana	/ha	5,33	6,40	9,33	15,73	5,33	9,33	4,26	13,60	
125	Kombinētā augsnes pirmaprāde (rūgaines kultivators+disk+veltnis)	/ha	11,11	13,33	22,75	36,08	11,11	22,75	8,89	31,64	
130	Sēšana, bez augsnes apstrādes	/ha	5,83	7,00	15,97	22,97	5,83	15,97	4,66	20,64	
131	Sēšana kopā ar minerālmēslu iestrādi, bez augsnes papildaprādes	/ha	8,00	9,60	24,26	33,86	8,00	24,26	6,40	30,66	
132	Sēšana ar pasēšanu (ābola, stēbrzāļu vai cita), kopā ar ecēšanu	/ha	5,56	6,67	14,34	21,01	5,56	14,34	4,45	18,79	
133	Sēšana ar pasēšanu (ābola, stēbrzāļu vai cita), bez ecēšanas	/ha	5,28	6,34	13,62	19,96	5,28	13,62	4,22	17,85	
135	Sēja kopā ar augsnes apstrādi sēklas dzīlumā, bez minerālmēslu iestrādes	/ha	8,08	9,70	39,45	49,15	8,08	39,45	6,46	45,92	

4. Cenu lapa

Darba lapa „Manas_cenas” ietver 2 darba tabulas:

- **Kultūru ražību, sēklas patēriņa, un produkcijas cenu lapa.**

Tajā, pēc analogijas ar iepriekšējo lapu ir demonstrēti Rīkā iekļautie standatrādītāji un sniegta iespēja lietotājam tos koriģēt atbilstīgi savai izpratnei par lietu kārtību.

Bet, vajadzības gadījumā, ir iespēja atgriezties pie sākotnējiem uzstādījumiem.

Kultūru ražību, sēklas patēriņa, un produkcijas cenu lapa						ATGRIEZTES ZEMKOPĪBAS SISTĒMAS PLĀNOŠANĀ			
Kultūraugi	Pamat- produkts	Standart- ražība pagastā, t/ha	Produkcijas standartcena, EUR/t	Sēklas standartcena, EUR/kg	Pasēja sēklas cena, EUR/kg	Mana ražība, t/ha	Mana produkcijas cena, EUR/t	Mana pamatkultūras sēklas cena, EUR/kg	Mana pasēja sēklas cena, EUR/kg
.11 V_Kvieši	Graudi	3,38	170	0,31		3,38	170	0,31	0,00
.12 Z_Kvieši	Graudi	5,14	170	0,31		5,14	170	0,31	0,00
.13 V_Kvieši, ar pasēju	Graudi	2,54	170	0,31		2,54	170	0,31	0,00
.15 V_Speltas kvieši	Graudi	3,38	174	0,65		3,38	174	0,65	0,00
.16 Z_Speltas kvieši	Graudi	5,14	174	0,65		5,14	174	0,65	0,00
.17 Z_Kvieši, ar pasēju	Graudi	3,86	170	0,31		3,86	170	0,31	0,00
.18 V_Speltas kvieši, ar pasēju	Graudi	2,54	174	0,65		2,54	174	0,65	0,00
.19 Z_Speltas kvieši, ar pasēju	Graudi	3,86	174	0,65		3,86	174	0,65	0,00
.21 Rudzi	Graudi	4,3	114	0,28		4,30	114	0,28	0,00

- **Materiālo resursu cenu lapa.**

Pilnīgi analogiska pieeja kā iepriekšējās Rīka „uzskaņošanas” tabulās.

Materiālo resursu cenas			
Resurss	Mērvienība	Resursu standartcena	Mana cena
Enerģijas cenas			0
Dīzeldegviela	EUR/l	0,80	0,80
Mēslošanas līdzekļu cenas, EUR/t tīrvielas			
N	EUR/t	632	777
P2O5	EUR/t	383	383
K2O	EUR/t	523	523
S	EUR/t	193	193

5. Uztvērējaugu rīks

Darblapa „Uztvērējaugu rīks” Rīka failā ir iekļauta kā izzinošs palīgs uztvērējaugu izvēlei, ja lietotājam tāds patiešām nepieciešams.

Uztvērējaugu izmantošanas lēmumu pieņemšanas atbalsta rīku pirms vairākiem gadiem ciešā sadarbībā izstrādāja Vides politikas centra (Lietuva) vides eksperti un Agroresursu un ekonomikas institūta (Latvija) un Vītauta Dižā universitātes Lauksaimniecības akadēmijas (Lietuva) lauksaimniecības eksperti LLI-49 projektā CATCH POLLUTION, kas saņēma atbalstu no Interreg V-A Latvijas un Lietuvas pārrobežu sadarbības programmas 2014.-2020. gadam.

Rīks papildināts ar zināšanām no projekta "Progresīva zemkopības sistēma kā pamats vidi saudzējošai un efektīvai Latvijas augkopībai" (projekta Nr. 19-00-A01612-000011)

Rīks sniedz gana daudzpusīgu par izmantojamajiem uztvērējaugiem un to maisījumiem.

Tomēr ir cieši jāievēro, ka visas instrumenta piedāvātās aplēses ir jāuztver ļoti piesardzīgi un jāuzskata par indikatīvām, jo rezultāti var ievērojami atšķirties atkarībā no vietējiem apstākļiem, apsaimniekošanas prakses un citiem faktoriem.

Ir jāņem vērā arī tas, ka rīks sniedz novērtējumu tikai par īstermiņa rezultātiem. Vairāku gadu perspektīvā uztvērējaugi sniegs daudzas citas priekšrocības, piemēram, uzlabotu augsnes kvalitāti un lielāku bioloģisko daudzveidību, mazākus erozijas radītus zaudējumus, un tas ļaus


ietaupīt papildu līdzekļus un panākt labāku ražu. Un — vissvarīgākais — uztvērējaugu audzēšana palīdzēs slāpeklim nenonākt ūdens tilpnēs un ļaus ievērojami samazināt ūdens piesārņojumu.

Bet vienlaikus, dotā gada meteoroloģiskie apstākļi var radīt pilnīgu vilšanos uztvērējauga izmantošanas rezultātos.

INFORMATĪVS PALĪGS PIEMĒROTĀKO UZTVĒRĒJAUGU IZVĒLEI

Rīks izveidots ar projektā LLI - 49 Optimāli uztvērējaugu izmantošanas risinājumi pārrobežu – Venta un Lielupe – baseinu piesārņojuma mazināšanai (CATCH POLLUTION)
Projekts finansēts no Interreg V-A Latvijas - Lietuvas programmas 2014 - 2020 <http://www.latlit.eu/>

Papildināts ar projektā "Progresīva zemkopības sistēma kā pamats vidi saudzējošai un efektīvai Latvijas augkopībai" (Nr. 19-00-A01612-000011) iegūtajām zināšanām

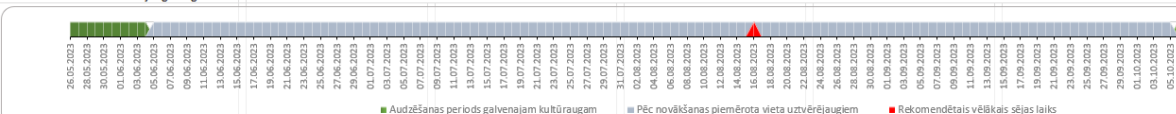


UZTVĒRĒJAUGU AUDZĒŠANAS IESPĒJU PĀRBAUDE

Atbilstošajos logos, lūdzu, norādiet Jūsu plānotos galvenās kultūras ražas novākšanas un nākamās galvenās kultūras sējas datumus

Plānotais ražas novākšanas datums	05.06.2023	ievadiet datumu
Nākamās galvenās kultūras sējas datums	05.10.2023	ievadiet datumu

Laiks uztvērējauga augšanai **JUMS IR PIEMĒROTA VIETA UZTVĒRĒJAUGAM**



PIEMĒROTĀKĀ UZTVĒRĒJAUGA IZVĒLE

Lūdzu ievadiet informāciju par savu lauku (augšnes tips, pH) un augu maiņa laukā, kur plānojat audzēt uztvērējaugu

Augšnes tips	Māls	lūdzu, izvēlieties no saraksta
Augšnes pH līmenis	6,6 - 7	lūdzu, izvēlieties no saraksta
Augu maiņa iekļautās kultūras	<input checked="" type="checkbox"/> Labības <input type="checkbox"/> Kukurūza <input checked="" type="checkbox"/> Rapsis <input type="checkbox"/> Čukurbietes <input type="checkbox"/> Kartupeļi <input type="checkbox"/> Pākšaugi	

Izvēlieties rotācijā iekļautos kultūraugus

Atrodiet piemērotus uztvērējaugus
Atgriezties zemkopības sistēmas plānošanā

IETEICAMIE UZTVĒRĒJAUGI:				
UZTVĒRĒJAUGU APRAKSTI	993 Auza120/ viki7/ facēlija	94 Airene15/ griķi20/ facēlija	10(Auza50)/ inkarnātb10/	979 Viengadīgā airene
	L/Vicia villosa/Phaseolus tanacetifolius	L/Vicia villosa/Phaseolus tanacetifolius	L/Vicia villosa/Phaseolus tanacetifolius	Lolium multiflorum
				Secale cereale L.

IETEIKUMI UZTVĒRĒJAUGU IEVIEŠĀNI UN AUDZĒŠANAI

Rīks publicēts

Rīks pieejams lejuplādei un izmantošanai projekta vadošā partnera AREI mājas lapā:

<https://www.arei.lv/lv/projekti/2019/progresiva-zemkopibas-sistema-ka-pamats-vidi-saudzjosai-un-efektivai-latvijas>

5. ZEMKOPIBAS SISTĒMU ELEMENTU, UZTVĒRĒJAUGU EKONOMISKIE UN VIDES RISISNĀJUMI (ENG)

Aptver: Projekta 2.aktivitātes (Vide) 2.2. Zemkopības sistēmu elementu un uztvērējaugu ietekmes uz vidi novērtēšana un projekta 3.aktivitātes (Ekonomika) 3.2. Projektā pētīto zemkopības sistēmu elementu un uztvērējaugu izmantošanas agronomiskā efekta saimnieciskā izdevīguma novērtējums rezultātus

Mērķis: novērtēt augsekas, starpkultūru un dažādu augsnes apstrādes veidu kā Latvijas augkopības sistēmu elementu vides un ekonomiskos rādītājus, izmantojot visaptverošu pieeju, kas integrē empīriskos datus, kas iegūti no gadījumu izpētes, lauka izmēģinājumiem un lauka monitoringa anketas un iepriekšējiem pētījumiem, lai apzinātu iespējamās jomas, kā sekmēt lauksaimniecības zemes ilgtspējīgāku izmantošanu.

Ziņojums angļu valodā, uz tā bāzes sagatavota publikācija open access žurnālam Agriculture

Ziņojuma autori: Alberts Auziņš, Ieva Leimane, Agnese Krieviņa, Inga Morozova, Andris Miglavs, Pēteris Lakovskis.

Atsaukšanās uz ziņojumu un tā autoriem, izmantojot tajā publicētos rezultātus – obligāta.

1. Introduction

In an era marked by global challenges related to climate change, resource scarcity, and food security concerns, sustainable agricultural practices have garnered increased attention [1-2], and the interplay between environmental sustainability and economic viability has come into a focus in the field of agricultural research [3-5].

To tackle these global challenges European Union (EU) Member States including Latvia are looking for new solutions to increase the sustainability of food systems, starting with the agriculture as bioresource provider. Ambitious policy initiatives towards sustainability in agri-food sector are revealed in the European Green Deal strategies: e.g., the From Farm to Fork strategy, the EU Biodiversity Strategy for 2030, the EU Taxonomy for sustainable activities, etc. [6.]. The Farm to Fork strategy stipulates a fair, healthy and environmentally friendly food system, whilst ensuring farmers' livelihoods [7-8]. The strategy aims to ensure that the food chain has a neutral or positive environmental impact; everyone has access to sufficient, nutritious, sustainable food; the affordability of food is preserved, while generating fairer economic returns in the supply chain [9]. The new paradigm makes strict requirements for agricultural production. To secure a social license to farm, the role of agricultural producers in the transition to sustainable food systems is not anymore only to produce and secure nutritious and high-value raw materials for processing, but they also can't harm the environment and have to consider social impacts. Furthermore, the EU Taxonomy for sustainable activities ("green taxonomy") as a classification system is aimed to make finance flows (investment, credits, etc.) consistent with a pathway towards low greenhouse gas (GHG) emissions and climate-resilient development [10]. Therefore, the alignment with the Taxonomy will not only reflect the sustainability of farmers but also affect their access to finance (especially bank credits) and likely to public support in the future.

Crop production makes a significant share (60%) of the agricultural goods output within the EU and 66% in Latvia (data from 2021 [11]). It is important to note that crop production systems play a vital role in the decisions concerning the utilization of agricultural land. The combination of various elements such as crop rotation, catch crops, and different tillage practices within crop production system can significantly influence both environmental and economic outcomes. Understanding the performance of each element and the complex interaction among the elements is fundamental for designing sustainable agricultural practices that promote long-term environmental benefits while also ensuring economic resilience for crop farmers.

The aim of this paper is to assess the environmental and economic performance of crop rotation, catch crops, and different tillage practices as elements of the crop production systems in Latvia, using a comprehensive approach that integrates empirical data gathered from case studies, field trials and field monitoring questionnaires, and literature studies, to identify the potential areas for improvement towards a more sustainable utilization of agricultural land.

The results of our study contribute to the broader scientific discourse on sustainable development of agricultural practices. By expanding the understanding of the environmental and economic performance of crop production system elements, we contribute to the ongoing efforts to optimize resource utilization, reduce environmental impacts, and enhance the resilience of agricultural systems. Our research findings can support the development of digital tools for farmers and aid in decision-making regarding farm management, promoting the ability of farmers to adapt to the new regulations and contributing to the implementation of the EU Green Deal Strategies.

2. Materials and Methods

The main data source for the study is unpublished information and empirical data obtained from Latvian crop farmers within the agricultural European Innovation Partnership (EIP-AGRI) project "Progressive land cultivation system as the basis for environmentally friendly and effective crop production".

During the implementation of the project, field monitoring, field case studies and field trials were carried out.

Field monitoring covered about 150 monitored fields belonging to the farms of the two largest Latvian grain cooperatives (project partners) - VAKS and Latraps. For each monitored field, general data such as location, farm size, farm specialization, farming system and tillage system were collected through questionnaires. Soil characteristics, including soil type, soil organic matter, pH, etc., were also recorded. Additionally, data on production activities and results, including crop information, agro-technical operations, use of synthetic and organic fertilizers, use of plant protection products, and yield parameters, were obtained for four consecutive years (2018, 2019, 2020 and 2021) for the same farm field and reported per 1 hectare. The cooperatives were entrusted with the selection of farms for the field monitoring, and currently, the obtained information constitutes the largest data set containing information on field histories of the main crop production in Latvia. The data set was used to analyze and compare the environmental and economic performance of crop rotation, as well as conventional tillage (ploughing) and non-inversion tillage.

Field case studies were carried out on six conventional crop farms to investigate whether different types of tillage (ploughing and non-inversion tillage, including min-till, strip-till, and no-till) reveal different economic and environmental outcomes. The tillage trials were conducted for three consecutive years (2019 – 2021), with each farm implementing at least two different types of tillage. Each farm applied its own crop rotation and cultivation technology based on the cultivated main crop. The same agrotechnology (fertilization and plant protection measures are the same) was applied for all trial fields within the given farm, to assess the potential impact of tillage type on the crop yield. The trial fields were established with a minimum size of 0.5 hectares. The farms involved in the case studies were located in different regions of Latvia, encompassing soil with various granulometric compositions. This included one farm with clay soil, while the remaining farms had varying sandy clay soils.

Field trials were conducted to obtain empirical data for catch crop performance analysis, with the focus on catch crop mixtures. Data for catch crop mixes were collected from the field trials conducted over three years (2019 – 2021) in two locations: 1) the Institute of Agricultural Resources and Economics Stende Research Center (Stende) in the Kurzeme region and 2) the agricultural farm “Lielvaiceni” (Vitini) in the Zemgale region, both located in the western part of Latvia. According to the Köppen climate classification, Latvia has a mild continental humid climate. The catch crop mixtures were grown in a randomized complete block design what included plots of 36 m² (3.0 x 12 m) in four replicates in Stende and 0.1 ha plots in Vitini.

Agro-meteorological condition characteristics were obtained from the Stende and Saldus hydrometeorological stations. In the study, the hydrothermal coefficient (HTC) was calculated for each month during the catch crop vegetation period (Fig. 5.1). The calculations were performed using the formula [12]:

$$HTC = \Sigma x / \Sigma t \times 10, \quad (1)$$

where Σx is the total precipitation for the period (mm), Σt – is the total temperature for the period in which the average temperature exceeds 10°C.

Ranges of values of this index were classified according to Selianinov coefficient modified by Skowera et al. as [13]: extremely dry – $HTC \leq 0.4$, very dry – $0.4 < HTC \leq 0.7$, dry – $0.7 < HTC \leq 1.0$, relatively dry – $1.0 < HTC \leq 1.3$, optimal – $1.3 < HTC \leq 1.6$, relatively humid – $1.6 < HTC \leq 2.0$, humid – $2.0 < HTC \leq 2.5$, very humid – $2.5 < HTC \leq 3$ and extremely humid – $HTC > 3.0$.

The meteorological data for each month represents the measurements taken during the growing season, starting from the sowing date and continuing until the cover crop termination date (biomass harvest date).

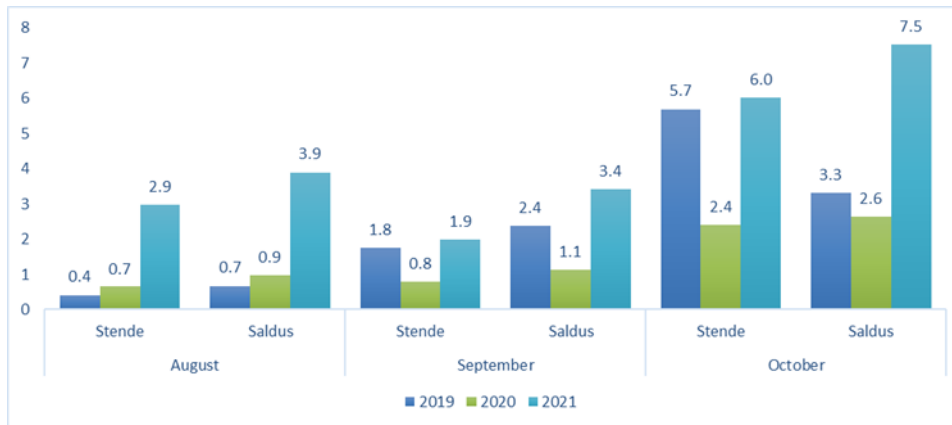


Figure 5.1. Hydrothermal coefficient (HTC) from August to October 2019 – 2021.

Catch crop species were selected based on their ability to grow rapidly during the autumn in a short-term fallow period until winter. There were three non-legume-based mixtures: 1) oats, mustard, 2) mustard, radish, 3) ryegrass, buckwheat, phacelia, and three legume-based mixtures: 1) ryegrass, crimson clover, phacelia (not sown in all years), 2) oats, vetch, phacelia, 3) rye, oilseed rape, vetch/phacelia. The following species were included in the mixtures: oats (*Avena sativa* L), ryegrass (*Lolium multiflorum*), rye (*Secale cereale* L), mustard (*Sinapis alba* L), radish (*Raphanus sativus* var. *longipinnatus* L.), oilseed rape (*Brassica napus* L.), buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench), phacelia (*Phacelia tanacetifolia* Benth.), crimson clover (*Trifolium incarnatum*), vetch (*Vicia sativa* L./ *Vicia villosa* Roth). The field was prepared and catch crops were sown immediately after the winter wheat harvesting: on 12 August 2019, 26 August 2020, and 06 August 2021 in Stende as well as on 11 August 2019, 13 August 2020, and 10 August 2021 in Vitini. The granulometric composition: sandy clay soils in both locations.

Above-ground biomass and below-ground biomass were collected from a 0.25 m² plot per replicate for four replications. Samples were washed and dried, dry matter of shoots and roots were weighed, as well as total nitrogen and carbon contents of dried samples (separately in below-ground and above-ground biomass) were determined based on the methods LVS ISO 13878:1998 and LVS ISO 10694:2006 respectively.

To study the performance of catch crop mixtures, a literature analysis was also conducted to review the influence of combining catch crops together on various aspects. These aspects include providing a source of nitrogen (in the case of legumes), nitrogen scavenging, availability of free phosphorus and potassium, erosion and weed control, topsoil loosening and subsoiling effect, nematodes and disease suppression, as well as allelopathic effects on the soil environment. Metadata analysis covering different scientific sources was used, including information from studies conducted in the USA, Germany, Estonia, France, and others.

2.1. Measuring environmental performance

In this study, the environmental performance has been evaluated by focusing on nitrogen balance because the nitrogen cycle plays a significant role in agri-food sector due to its direct impact on crop productivity, soil health, and environmental sustainability. Moreover, the Platform on Sustainable Finance (PSF) has proposed nitrogen use efficiency (NUE) as the indicator of nitrogen balance [14-15]. Thus, the NUE for a field was calculated and used as an indicator of N balance and environmental performance. According to the general methodology, NUE was calculated as the ratio of N output to N input:

$$\text{NUE} = \Sigma \text{N}_{\text{output}} / \Sigma \text{N}_{\text{input}}, \quad (2)$$

where ΣN_{output} is field's N output, kg N ha⁻¹; ΣN_{input} is field's N input, kg N ha⁻¹.

As the typical practice of crop production in Latvia is that straw and other plant above-ground residues are left on the field, it was assumed that ΣN_{output} was comprised of N removal by harvest. The N removal by harvest was assessed according to the crude protein content. To calculate N content from crude protein, the standard nitrogen to protein conversion factor (Kjeldahl method) 6.25 (in case of winter and spring wheat 5.7) specified by ISO 20483:2013(E) [16] was used. If information on the crude protein content was not available from the project empirical data, the nitrogen content in dry matter derived from the values by A.Kārklīņš and A.Ruža (see Table 1) [17] was used.

Table 5.1. Nitrogen removal by harvest of different field crops.

Field crop	Product	Dry matter, %	N content, kg·t ⁻¹ dry matter
winter wheat	grain	86	22.0
rye	grain	86	17.4
winter barley	grain	86	20.3
winter triticale	grain	86	18.6
spring wheat	grain	86	25.3
spring barley	grain	86	21.0
oats	grain	86	18.1
field peas, faba beans	seeds	86	45.7
winter oilseed rape	seeds	92	29.1
spring oilseed rape	seeds	92	38.3

Source: derived from A.Kārklīņš and A.Ruža [17].

ΣN_{input} was comprised of N inputs from seed, synthetic fertilizers, organic manure (if applied) and biological N fixation (if relevant). If trials involved sowing catch crops (grown as intermediate crops), the N inputs from their seed were considered as well. It was assumed that the N content in seed was the same as in the harvested grain or seeds. The biological N fixation was assessed by assuming that on average Faba beans fix 72.6 kg of N per tonne of dry matter (DM) yield, field peas – 46.7 kg of N per tonne of DM yield and spring vetches – 73.5 kg of N per tonne of DM yield. These assumptions were derived from the research project “Legume-supported cropping systems for Europe (Legume Futures)” [18].

To exclude short-term effects that can affect the result for a single year, NUE was calculated for a multi-year period. Such an approach complies with the recommendations of the PSF, which suggest calculating NUE as a rolling average of three years [14-15]. As the field monitoring involved a four-year period, NUE for crop rotations was calculated as the average for four years (2018-2021). NUE for different tillage types was calculated as a rolling average for a three-year period based on field case studies.

The NUE calculation results for the crop rotation considering the data from the field monitoring data set have first been assessed by D.Piliksere, A.Auzins and A.Aboltins [19]. However, the analysis at that time was based on the field monitoring's preliminary data and the available data set (particularly for 2021) was considerably smaller. Moreover, the previous research did not consider the actual crude protein content to assess N input (only the values by A.Kārklīņš and A.Ruža were used).

It should be mentioned that the PSF has proposed that biological N fixation could be excluded from N input to encourage growing legumes (pulses) [15]. If this proposal is accepted and incorporated in the technical screening criteria of the Taxonomy, crop rotations including pulses will have an advantage over crop rotations without pulses. Therefore, the assessment of the NUE for crop rotations were supplemented with the calculations where biological N fixation was excluded. The laboratory tests conducted by the Institute of Agricultural Resources and Economics within this project revealed that the N content in winter rapeseeds was likely higher than the value

reported by A.Karkliņš and A.Ruža. According to these tests, the N content was 20% higher (90% confidence interval 11%-28%). Thus, the assessment of the NUE for crop rotations was also supplemented by additional calculations where adjusted N content of winter rapeseed (by 20% higher) was used.

NUE for catch crop (intermediate crops) trials was calculated for two-year periods (2019-2020, 2020-2021 and 2021-2022). These two-year periods consisted of the year before catch crop cultivation and the year following catch crop cultivation. Such an approach allowed assessing the effect of the catch crop on reducing N losses (leaching) and transferring N to the next cash crop. The average NUE was calculated as a simple average of NUE for the periods 2019-2020, 2020-2021 and 2021-2022. The effect of catch crops on NUE was assessed by comparing the average NUE between the catch crop mixture and the control group, calculating the relative difference:

$$\text{RDNUE}_i = \text{NUE}_{\text{cci}}/\text{NUE}_{\text{con}}^{-1}, \quad (3)$$

where RDNUE_i is the relative difference for the mixture of catch crop i , NUE_{cci} is the average NUE for the mixture of catch crop i , NUE_{con} is the average NUE for the control group.

The relative differences in NUE were calculated by using both stubble after disc harrowing and ploughing as the control group. Since the trials of 2019-2020 involved only stubble after disc harrowing and did not include ploughing, the assessments and comparisons with ploughing were made excluding the period 2019-2020.

2.2. Measuring economic performance

For the study, the economic performance has been evaluated as the gross margin, which corresponds to the revenue minus variable costs. The gross margin is expressed in euros per hectare (EUR ha^{-1}). For the four-year period (2018-2021), the average annual value of the gross margin is presented.

The evaluation of the economic performance for crop rotation and different tillage types was conducted based on the data set of monitored fields (field monitoring) compiled during the implementation of the project and the information gathered from the field case studies. The revenue for each field and year (2018, 2019, 2020 and 2021) was calculated based on the crop yield in tonnes per ha (obtained from the farm questionnaires) and the corresponding sales price of the crop. The evaluation was conducted using constant 2020 prices, which were sourced from the official agricultural producer price statistics [20]. Constant prices were used in the evaluation to exclude the effect of market fluctuations or individual organizational characteristics of each farm.

The costs for each field and year were obtained by aggregating the variable costs for the following agro-technical operations and raw materials from the questionnaires: liming and liming material; ploughing; subsoiling; disc harrowing; levelling; cultivation; combined soil preparation machine; sowing/planting of main crop and catch crop, seed for the main crop and catch crop; using the combined machine; roller pressing; harrowing; spreading of synthetic fertilizers, synthetic fertilizers; spreading of plant protection products, plant protection products; spreading of animal manure or digestate, animal manure or digestate; harvesting; straw chopping; straw pressing; chemical crop termination.

The total costs of agro-technical operations for each field were determined by considering the number of times the activity was reported in the questionnaires and the associated price/cost per operation executed. However, the costs of spreading organic manure were derived from the quantities of distributed organic manure or digestate reported in the questionnaires and the corresponding spreading price/cost per tonne. The evaluation was carried out at constant 2020 prices. Information regarding the price/cost of agro-technical operations was obtained through direct communication with the expert of the Latvian Rural Advisory and Training Centre (LRATC) [21].

The costs of seeds were calculated based on the sowing rate provided in the questionnaires and the corresponding seed price for the specific crop [22]. The costs of synthetic fertilizers were determined by considering the quantity of nitrogen reported in the questionnaires and the corresponding value of nitrogen. The value of nitrogen was derived from the prices of NPK complex fertilizers, ammonia nitrate and ammonia sulphate fertilizers [22], considering their respective nitrogen (N), phosphorus (P_2O_5), potassium (K_2O) and sulphur (S) content. An equation was constructed to calculate the value of N, P_2O_5 , K_2O , S based on these factors. The costs of organic fertilizers and digestate were estimated by considering the amount of organic manure or digestate used on each field and the estimated quantities of N, P_2O_5 and K_2O present in the manure [23] or in digestate (field case studies), as well as the estimated value of the basic plant nutrients. Additionally, other costs associated with organic fertilizers, as presented in terms of value in the questionnaires, were included in the calculations. The costs of plant protection products (PPP) were obtained by summing the PPP items presented in the questionnaires, including herbicides, limacides, fungicides, insecticides, retardants, desiccants, and biological PPP. These costs were provided in monetary terms in the questionnaires. The cost of liming material was estimated by considering the consumption of liming material reported in the questionnaires, as well as the corresponding prices. For each agro-technical operation, the consumption of diesel was also estimated by the expert of LRATC [21], enabling the determination of the total diesel consumption associated with the agro-technical operations implemented for crop production in the field.

For the purpose of grouping fields by crop rotations, only those fields from the field monitoring data set were selected for the subsequent analysis, where production did not occur using organic farming methods and costs and revenue were greater than zero in all four years (excluding the year with fallow land).

The assessment of economic performance for different tillage types was based on the field case studies, as well as on information from the field monitoring.

Considering the unique nature of each field case study, the evaluation of economic performance associated with different types of tillage was conducted individually for each case. However, to facilitate better interpretation of the results, the cases were divided into three groups based on the crop rotation implemented during the respective case studies:

- group 1. crop rotation involving only cereals (1 case);
- group 2. crop rotation involving cereals, oilseed rape and faba beans (3 cases);
- group 3. maize included in crop rotation (2 cases).

When analyzing the economic performance of different tillage types using data from the field monitoring, a field was selected for the ploughing system if ploughing had been conducted every year during the four-year period. In the case of non-inversion tillage, it was required that the monitored field had not been ploughed for at least three years within the four-year period, while allowing for the possibility of ploughing in any of the four years.

The analysis of the collected data was performed using R programming language (Excel files were provided as an input data source - total of four Excel files for the years 2018, 2019, 2020 and 2021). R served as a tool for data verification, calculations, and grouping.

3. Results

3.1. Crop rotation

Crop rotation involves the sequential cultivation of different crops on the same field over a defined period, it is a traditional practice which provides benefits, including pest and disease management, nutrient cycling, it can enhance soil fertility, and contribute to the long-term sustainability of agricultural production [24]. However, the paradigm of input intensification and specialization that has contributed to large yield gains in staple crops has also led to dramatic declines in crop diversity [25].

Approximately 1.2 mill. hectares (data from 2021 [11]) of arable land in Latvia are used for conventional crop production. Wheat, oilseed rape, barley, and oats are the main crops that are cultivated in Latvia, occupying approximately 75% of the total arable land. Structural changes can be observed in the crop production in Latvia since 2015 (Fig. 5.2): the areas for wheat and oilseed rape have increased, mainly at the expense of perennial grass area, resulting in a decrease in arable land. The combined area where wheat or oilseed rape were cultivated exceeded 60% of the total in 2019.

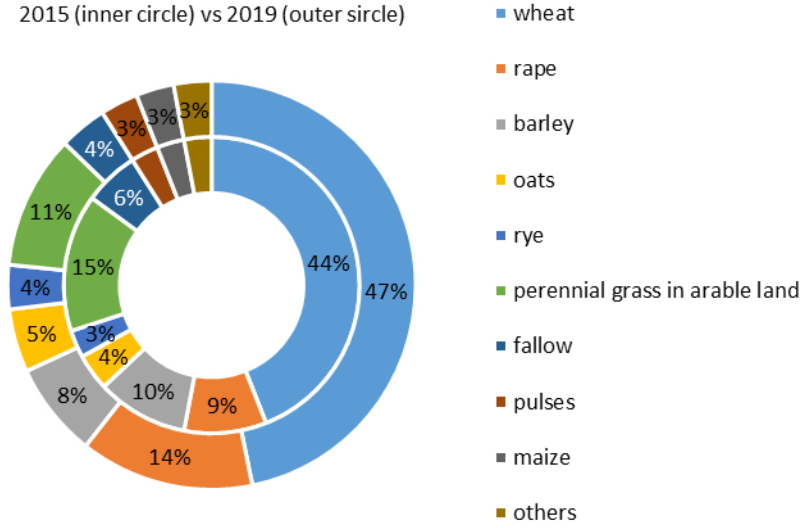


Figure 5.2. Structure of conventional crop production area in Latvia, and its dynamics 2015 vs 2019

Within the project, a spatially dynamic analysis was conducted to clarify the most typical types of crop rotation in conventional agriculture in Latvia between 2015 and 2019. The information on direct payments for declared areas and crops was used for this purpose. The results indicate that crop rotation in Latvia tends to be monotonous. Typically, two or three different crops are included in the rotation. There are fields comprising 3% of the total conventional arable land area where wheat is cultivated as a monoculture continuously for five years within the 2015-2019 period (see Table 5.2). Only 16% of the total conventional arable land area did not witness wheat cultivation at least once between 2015 and 2019.

Table 5.2. Crop rotation structure by crop areas in the total area of conventional arable land in Latvia during 2015-2019.

Number of years of occurrence in crop rotation	Share of area with wheat, %	Share of area with oilseed rape, %	Share of area with cereals (wheat excluded), %	Share of area with pulses and/or legumes, %
0	16	53.6	5	77
1	16	36	9	20
2	21	10	12	2
3	27	0.4	28	1
4	18	0	33	0
5	3	0	13	0

Oilseed rape has been cultivated on half of the total conventional arable land in Latvia. Typically, it is included in the crop rotation once within a five-year period, however, there are fields (constituting 10% of the total conventional arable land area) where oilseed rape was included in the crop rotation at least twice during a five-year’s crop rotation period. It should be mentioned,

pulses are not widely cultivated in Latvia. The spatially dynamic analysis reveals that there are fields (encompassing 77% of the total conventional arable land area) where pulses have not been cultivated at all between 2015 and 2019.

The practice of monoculture is not commonly employed in Latvia. However, it can be observed in all regions, particularly in the Zemgale region, which is of significant importance for crop production due to its fertile soil, as well as in the Kurzeme region (see Fig. 5.3). Wheat is the most common crop cultivated as a monoculture, maize (both for feed and for energy production) follows as the second most widespread crop cultivated as a monoculture.

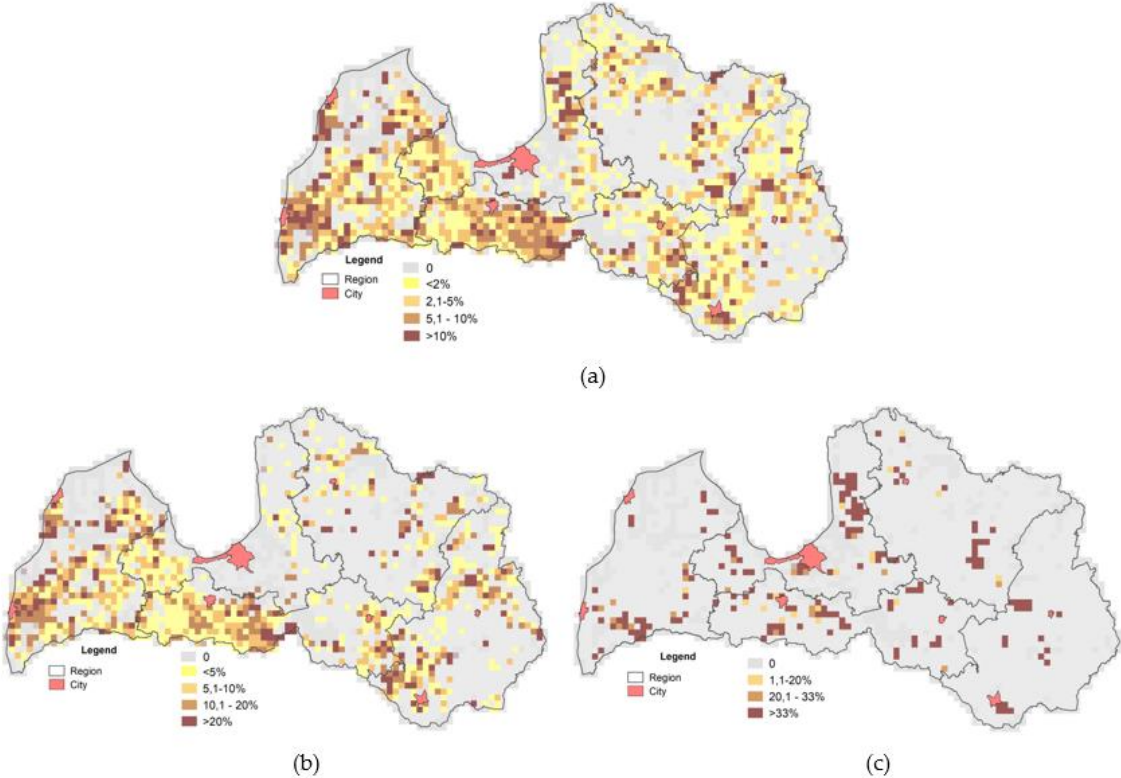


Figure 5.3. Share of area with a monoculture (a), area with wheat as a monoculture (b), area with maize as a monoculture (c), in the total area of conventional arable land, on average in 2015-2019, %

The two-crop rotation is a widely adopted practice in the Latvian crop production system, with only a few areas where it is not commonly applied (Fig. 5.4). In the majority of the country, two-crop rotation occupies less than 33% of the total conventional arable land. However, there are certain areas where two-crop rotation is the dominant practice in crop production, encompassing more than 50% of the total conventional arable land.

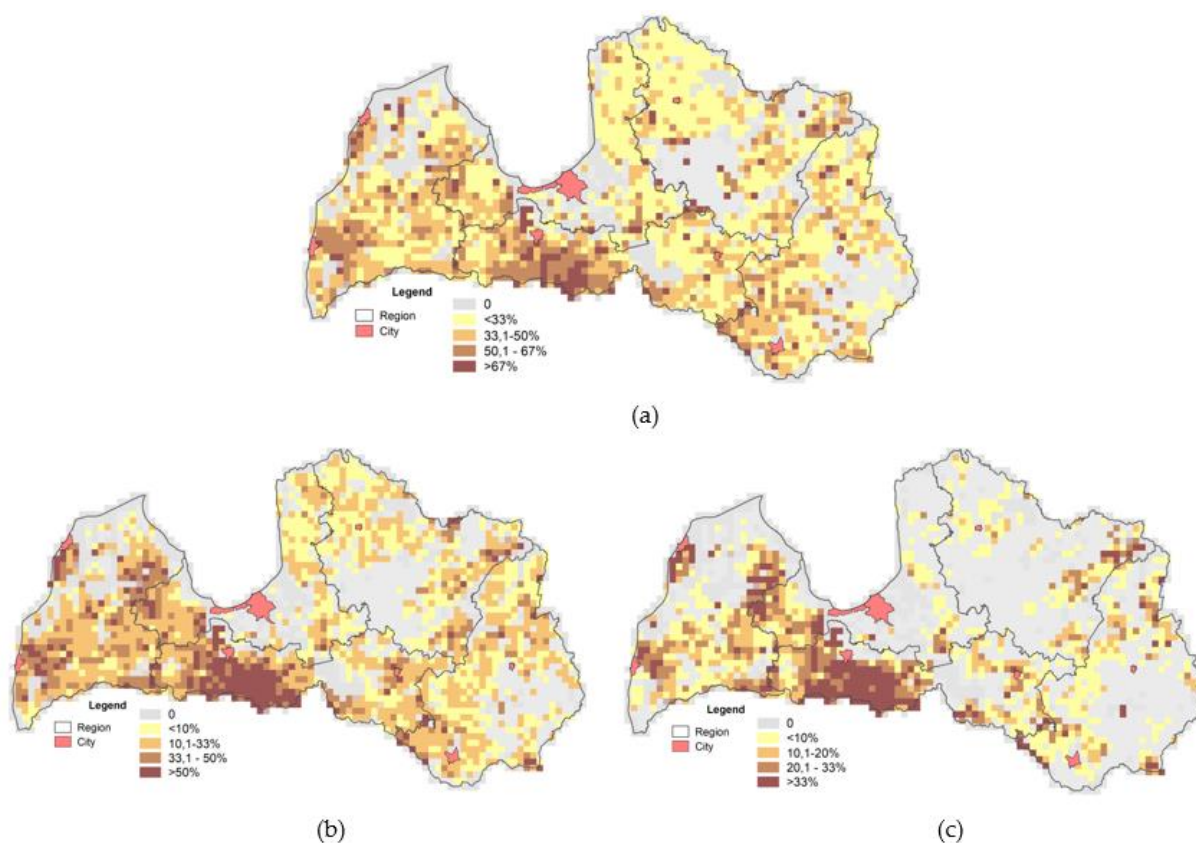


Figure 5.4. Share of area with a two-crop rotation (a), area with a two-crop rotation including wheat (b), area with a wheat-oilseed rape rotation (c), in the total area of conventional arable land in Latvia, on average in 2015-2019, %

The selection of a crop rotation practice is influenced by various factors. Assuming that the objective of crop farmers is to establish an optimal solution tailored to local conditions and maximizing the productivity potential of their fields, the prevalence of two-crop rotation in Latvian crop production indicates that farmers, whenever possible, choose to cultivate oilseed rape alongside wheat. In cases where this combination is not feasible, farmers typically opt to grow wheat in combination with other cereal crops. The incorporation of pulses and other protein crops into crop rotation is not yet widely adopted, resulting in a missed opportunity to fix nitrogen from the atmosphere and enhance the long-term sustainability of the crop production system.

3.1.1. Effect of crop rotation on NUE

The assessed average NUE and its confidence intervals for crop rotations within field monitoring are presented in Table 5.3. When applying the assumptions regarding biological nitrogen fixation described in Subsection 2.1., wheat, various cereals and green maize-other field crops rotations demonstrated the highest average NUE. However, the confidence intervals (CI) for various cereals and green maize-other field crops rotations were very wide (even extremely wide). Thus, only wheat rotation showed statistically significant difference from the other crop rotations (except various cereals and green maize-other field crops rotations). Various cereals rotation also demonstrated statistically significantly higher average NUE than wheat-oilseed rape and wheat-oilseed rape-pulses rotation, although this rotation did not outperform other crop rotations.

Table 5.3. Average NUE for different crop rotations (for the period 2018-2021).

Crop rotation	Number of farm fields*	Average NUE, %	CI for average NUE, %
wheat	5	74.3	(71.2, 77.3)
various cereals	11	74.7	(67.4, 81.9)
wheat-oilseed rape	42	63.9	(60.7, 67.1)

if N content of winter rapeseed is adjusted	42	66.1	(62.9, 69.3)
wheat-pulses	6	63.4	(58.8, 68.0)
if biological N fixation is excluded	6	81.2	(75.0, 87.3)
wheat-oilseed rape-pulses	18	63.1	(59.9, 66.2)
if biological N fixation is excluded	18	82.1	(77.4, 86.7)
if N content of winter rapeseed is adjusted	18	65.4	(62.3, 68.5)
if biological fixation is excluded and N content of winter rapeseed is adjusted	18	85.1	(80.5, 89.7)
wheat-barley-oilseed rape	9	63.0	(57.0, 69.0)
if N content of winter rapeseed is adjusted	9	65.0	(58.6, 71.4)
wheat-oilseed rape-fallow	7	61.4	(54.1, 68.8)
if N content of winter rapeseed is adjusted	7	65.2	(57.4, 73.0)
green maize-other field crops	2	72.9	(47.8, 98.0)

* Fields where only synthetic fertilizers were applied.

The low performance of crop rotations that include oilseed rape may be attributed to the N content of rapeseed derived from the value by A.Karkliņš and A.Ruža (see Section 2.1.). As already mentioned, these values are probably too low. Although the use of adjusted N content of winter rapeseed increased the average NUE as well as the lower bound confidence intervals, the increase was not significant. Therefore, these results suggest that the inclusion of winter rape in crop rotation is highly likely to reduce the NUE of crop rotation, even when assessed for a 4-year period.

The low performance of crop rotations that include pulses can be explained by the possible overestimation of biological N fixation. Consequently, the additional assessment of NUE was made by excluding biological N fixation. These results indicated significantly higher average NUE, as well as the lower bound of confidence intervals. Therefore, if the proposal by the PSF to exclude biological N fixation is applied, wheat-pulses and wheat-oilseed rape-pulses rotations demonstrate the highest average NUE. Moreover, wheat-oilseed rape-pulses rotation statistically significantly outperforms wheat rotation.

3.1.2. Effect of crop rotation on gross margin

When evaluating the gross margin for the main types of crop rotations within field monitoring, the highest average annual value was obtained in wheat-oilseed rape and wheat-oilseed rape-pulses rotations, which are the most common crop rotations in the monitored fields (see Table 5.4). Conversely, a lower average annual gross margin was obtained in the crop rotation of various cereals (excluding fields where wheat was grown as a monoculture), which can be explained by the high proportion of summer crops in this rotation. Regionally, these fields are located in parts of Latvia that are less suitable for wheat and rapeseed production. The difference between the gross margin of various cereals and other types of crop rotations (except wheat) is statistically significant (90% confidence intervals do not overlap). Another crop rotation that wheat-oilseed rape and wheat-oilseed rape-pulses rotations had statistically significant difference was wheat-pulses.

Upon summarizing the use of PPP in different crop rotations (see Table 5.4), it was observed that the highest amount of PPP was used in wheat-oilseed rape rotation, followed by crop rotations that include pulses or oilseed rape. Lower annual average PPP consumption could be observed in various cereals, as well as in crop rotation where maize (for silage and green feed) was grown at least once in a 4-year period. The average annual consumption of PPP in crop rotations including oilseed rape or pulses does not differ statistically significantly between these groups (the 90% confidence intervals overlap). However, for the most crop rotations that include oilseed rape or pulses (except for wheat-pulses and wheat-oilseed rape-fallow rotations), PPP usage differs statistically significantly from various cereals and green maize-other field crops rotations.

Table 5.4. Gross margin and consumption of PPP, N and diesel by crop rotations in monitored farm fields in 2018-2021.

Crop rotation	Number of farm fields	Average annual gross margin, EUR ha ⁻¹	Average annual consumption of PPP, EUR ha ⁻¹	Average annual consumption of N, kg ha ⁻¹	Average annual consumption of diesel, l ha ⁻¹
wheat	5	401 (217.4, 583.6) **	82 (39.1, 124.3)	149 (101.7, 195.4)	65 (59.2, 70.5)
various cereals	15	183 (117.0, 248.8)	36 (25.6, 45.8)	110 (95.6, 124.5)	61 (57.5, 64.4)
wheat-oilseed rape	51	439 (401.3, 477.5)	98 (91.2, 105.2)	175 (168.7, 180.9)	60 (58.4, 62.1)
wheat-pulses	7	331 (294.7, 366.4)	91 (59.5, 122.5)	132 (102.8, 160.7)	60 (52.8, 66.3)
wheat-oilseed rape-pulses	19	444 (407.0, 480.5)	89 (77.6, 101.0)	136 (129.3, 142.2)	59 (55.7, 61.9)
wheat-barley-oilseed rape	11	358 (270.9, 445.6)	87 (74.8, 98.4)	165 (146.5, 183.5)	60 (55.6, 63.5)
wheat-oilseed rape-fallow *	7	425 (291.0, 559.6)	88 (73.0, 103.3)	159 (151.4, 165.9)	67 (58.0, 76.8)
green maize-other field crops	6	375 (298.4, 451.7)	56 (38.4, 74.1)	184 (131.9, 236.3)	69 (50.2, 88.7)

* The average annual values are obtained from the summed 4-year values, dividing them by 4. However, for the wheat-rape-fallow rotation, the values are divided by 3 instead. ** Numbers in brackets show the lower and upper bound of the 90% confidence interval.

After evaluating the use of nitrogen (from synthetic fertilizers and estimated N from manure), it was observed that the highest average annual usage occurred in green maize-other field crops and wheat-oilseed rape rotations (Table 5.4). These were closely followed by wheat-barley-oilseed rape and wheat-oilseed rape-fallow rotations, as well as wheat rotation. Lower nitrogen usage could be observed when pulses were grown alongside wheat or oilseed rape, as well as when various cereals (with a higher proportion of summer crops) were included in the crop rotation. For the widely adopted wheat-oilseed rape rotation, the average N consumption differs statistically significantly from all other crop rotations, except for wheat and wheat-barley-oilseed rape, as well as green maize-other field crops. Meanwhile, the N consumption of wheat-oilseed rape-pulses rotation does not differ statistically significantly from wheat, wheat-pulses and green maize-other field crops rotations. The average annual N consumption in the crop rotation of green maize-other field crops differs statistically significantly only from the average N use of various cereals. Also, the average N use of wheat-pulses rotations differs statistically significant only from the value in wheat-oilseed rape rotation. While the average N value of various cereals differs statistically significantly from all other crop rotations, except wheat and wheat-pulses.

The assessment of diesel consumption in different types of crop rotations shows (Table 5.4) that the highest annual average is obtained in the crop rotation of green maize-other field crops, followed by wheat-oilseed rape-fallow and wheat rotations. In other plant rotations, the average diesel consumption is quite similar. The higher average annual diesel consumption in wheat-oilseed rape-fallow rotation is explained by the fact that in some monitored fields, agro-technical operations were performed also in the year when there was fallow, which increases the average fuel consumption over a 3-year period when revenue was generated. As the 90% confidence intervals overlap, the average annual diesel consumption does not differ statistically significantly between any of the crop rotation types.

Along with costs, diesel consumption also impacts the production of greenhouse gas (GHG) emissions. As diesel consumption increases, so does the amount of CO₂ emissions from agricultural transport (fuel combustion). One liter of diesel emits about 2.65 kg CO₂ according to Auzins et al. 2021 [26].

3.2. Tillage

The choice of tillage type in crop production is a meaningful decision that farmers face. Conventional tillage, involving deep ploughing and soil disruption, has traditionally been practiced for weed control and seedbed preparation [27]. However, reduced or no-till have gained popularity due to their potential benefits, including improved soil structure, moisture retention, erosion control, and lower fuel consumption [28-29]. The selection of tillage type depends on various factors such as soil type, climate, crop rotation, weed pressure, equipment availability, and farmers' preferences [28]. Therefore, the development of local knowledge in this field becomes critically important, especially nowadays, by understanding how different tillage types can influence N balance and NUE, farmers can make informed decisions to enhance NUE, reduce environmental impacts, and maximize crop productivity.

3.2.1. Effect of tillage type on NUE

The assessed results of field case studies where different tillage types were applied are presented in Table 5.5. Overall, these results show divergent outcomes regarding the effect of tillage types on NUE. In almost all field trials, the average NUE for min-till was lower than for ploughing (conventional tillage). However, one trial (field A) demonstrated that no-till had higher NUE compared to both ploughing and min-till. In contrast, field B and field D indicated that the average NUE for no-till was lower than for min-till and ploughing (field D). Therefore, the findings do not suggest that lesser extent of tillage results in higher NUE.

However, the trials of field E demonstrated NUE of 80% for min-till and 82% for strip-till. These levels were significantly higher than those observed in the other cause studies (except for field B in the case of min-till).

Table 5.5. Average NUE by different tillage types (for the period 2020-2022), %.

Field case studies	Ploughing	Min-till	Strip-till	No-till
crop rotation involving only cereals				
field A	57	51	x	59
maize included in crop rotation				
field B	x	82	x	72
field C	74	63	x	x
crop rotation involving cereals, oilseed rape and faba beans				
field D	70	70	x	64
field E *	x	80	82	x
field F	75	74	72	x

* Ploughing has not been practiced for more than 10 years.

A possible interpretation of these findings is that almost all fields had undergone ploughing before the trials. The exception was field E, which had not been ploughed for more than 10 years. Consequently, the transitional processes in the soil associated with the shift from ploughing to reduced tillage types could have affected NUE and overshadowed the impact of other factors. The results of field E suggest that reduced tillage types can outperform ploughing when practiced for an extended period of time (10 years and more).

3.2.2. Effect of tillage type on gross margin

The evaluation of the economic performance associated with different tillage types, based on the field case studies, does not reveal homogeneous results (see Table 5.6, 5.7 and 5.8). This indicates that the economic performance is determined not only by the type of tillage but also by

various other factors. Considering that non- inversion tillage is less energy-intensive practice, lower diesel consumption is observed in trials with min-till or no-till compared to ploughing.

Table 5.6. Gross margin and consumption of PPP, N and diesel by tillage type in crop rotation involving only cereals, according to field case studies in 2019-2021.

Field case studies (field A)	Ploughing	Min-till/ ploughing - difference in %	No-till/ ploughing - difference in %
average annual gross margin (EUR ha ⁻¹)	73	24	87
average annual consumption of diesel (l ha ⁻¹)	65	-32	-43

Table 5.7. Gross margin and consumption of PPP, N and diesel by tillage type in crop rotation with maize included, according to field case studies in 2019-2021.

Field case studies	Field B			Field C	
	Ploughing	Min-till/ ploughing - difference in %	No-till/ ploughing - difference in %	Min-till	No-till/ min-till - difference in %
average annual gross margin (EUR ha ⁻¹)	387	31	27	297	-37
average annual consumption of diesel (l ha ⁻¹)	88	-8	-34	95	-19

Table 5.8. Gross margin and consumption of PPP, N and diesel by tillage type in crop rotation involving cereals, oilseed rape and faba beans, according to field case studies in 2019-2021.

Field case studies	Field D		Field E *			Field F		
	Ploughing	Min-till/ ploughing - difference in %	No-till/ ploughing - difference in %	Min-till	Strip-till/ min-till - difference in %	Ploughing	Min-till/ ploughing - difference in %	Strip-till/ ploughing - difference in %
average annual gross margin (EUR ha ⁻¹)	381	-1	-11	579	9	497	3	-5
average annual consumption of diesel (l ha ⁻¹)	84	-21	-39	51	-10	68	-24	-29

* Ploughing has not been practiced for more than 10 years.

The evaluation of the economic performance associated with different tillage types for the most common crop rotation within field monitoring, wheat-oilseed rape, indicated a higher gross margin for the non-inversion tillage (Table 5.9). In part, this can be explained by a higher share of monitored fields belonging to the Zemgale region, in which the most fertile soils are located, as well as a higher proportion of winter wheat and winter oilseed rape in the monitored farms practicing non-inversion tillage compared to those using ploughing. Due to the insufficient number of fields belonging to other crop rotation types, their economic analysis was not performed.

Table 5.9. Gross margin and consumption of PPP, N and diesel by tillage type in wheat-oilseed rape rotation in monitored fields in 2018-2021

Crop rotation: wheat-oilseed rape Tillage system	Number of farm fields	Average annual gross margin, EUR ha ⁻¹	Average annual consumption of PPP, EUR ha ⁻¹	Average annual consumption of N, kg ha ⁻¹	Average annual consumption of diesel, l ha ⁻¹
ploughing	14	377 (302.5, 452.0) *	89 (73.2, 104.5)	177 (161.1, 193.7)	67 (64.7, 69.3)

non-inversion tillage	21	487 (437.6, 537.1)	91 (63.9, 118.7)	167 (146.6, 187.8)	55 (47.9, 61.4)
-----------------------	----	-----------------------	---------------------	-----------------------	--------------------

* Numbers in brackets show the lower and upper bound of the 90% confidence interval.

The average annual consumption of PPP in both tillage systems for wheat-oilseed rape crop rotation was almost the same. The average annual N consumption was slightly higher when practicing ploughing. While non-inversion tillage resulted in lower average annual diesel consumption. Based on the 90% confidence intervals, diesel consumption was the only indicator that showed a statistically significant difference between the two tillage types.

3.3. Catch crops

The inclusion of catch crops as intermediate crops in crop production is a relatively new phenomenon in Latvia. This is primary due to the prevailing practice to cultivate winter crops as the main crops, as revealed by crop rotation analysis. However, considering the crop rotation in the period between 2015 and 2019, the average sowing potential of catch crops in conventional arable lands in Latvia is 272 980 ha per year. It is anticipated that availability of areas for catch crops will increase with the introduction of more legumes or other spring crops into the crop rotation (Fig. 5.5).

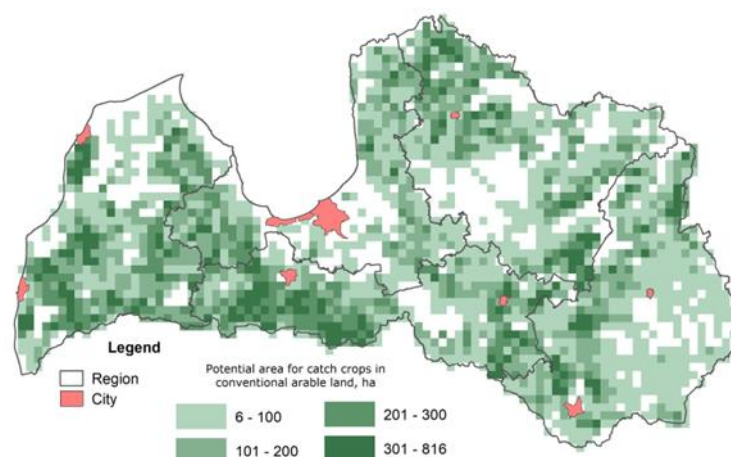


Figure 5.5. Potential area for catch crops in conventional arable land, ha on average annually, according to crop rotation in the period 2015-2019.

Recently, a focus on catch crops, particularly regarding their potential to enhance N balance and NUE in crop rotation, is rising. In some European countries, for example Denmark, cultivation of catch crops is mandatory for absorbing excess soil N during autumn season [30], and following the catch crops a mandatory reduction in the N fertilizer amount that can be applied to the succeeding crop [31]. The reduction accounts for the N derived from the mineralization of the catch crop residues, and thus compensates for the residual effect of the catch crop in the years after their incorporation [32]. There is also a great interest to include leguminous catch crops, as these can, through their biological N fixation, enhance the nitrogen supply to the subsequent crop, and thus further reduce N fertilization rates [32]. The use of mixtures of non-leguminous and leguminous catch crops has been promoted to better utilize the N fixed by legumes, without the risk of increased N losses via leaching from pure leguminous catch crops [33]. Reducing N input would be vital for improving NUE, with a current loss of 40% of the total N input via leaching, gaseous emissions and runoff [34].

3.3.1. Effect of catch crops on NUE.

The assessed relative differences between the average NUE for different catch crop mixtures and stubble after disc harrowing are presented in Table 5.10. Overall, the results indicated

that catch crop mixes increased the average NUE. In Stende, the mixture of ryegrass, buckwheat and phacelia and the mixture radish/oil radish and mustard demonstrated the highest positive impact on NUE. In Vitini, the highest positive impact was achieved by the mixture of radish/oil radish and mustard, the mixture of oats, mustard and the mixture and the mixture of ryegrass, buckwheat and phacelia. However, it should be noted that two mixtures had a negative impact on NUE according to Vitini field trials.

Table 5.10. Difference in average NUE compared to stubble after disc harrowing, %.

Tested catch crop mixtures	2019-2020	2020-2021	2021-2022	Average
Field trials in Stende:				
rye, winter oilseed rape, phacelia/winter vetch	+5.9	+2.7	-0.8	+2.6
oats, spring vetch, phacelia	+9.1	-1.4	+2.3	+3.3
oats, mustard	-3.7	+8.9	-0.7	+1.5
radish, mustard	+5.6	+10.5	-2.3	+4.6
ryegrass, buckwheat, phacelia	+3.0	+12.1	+3.5	+6.2
oats, crimson clover, phacelia *	+2.7	+0.9	-3.2	+0.2
Field trials in Vitini:				
rye, winter oilseed rape, phacelia	-3.9	+2.2	-0.1	-0.6
oats, spring vetch, phacelia	+3.7	+2.1	+1.2	+2.3
oats, mustard	+11.3	+5.6	+1.0	+5.9
radish, mustard	+18.0	+4.7	-0.8	+7.3
ryegrass, buckwheat, phacelia	+9.1	+5.7	-0.1	+4.9
oats, crimson clover, phacelia *	-4.9	+1.3	-0.8	-1.5

* Not sown in all years.

Additionally, the field trials in Stende enabled us to compare the catch crop mixtures in comparison with ploughing, which is a more typical alternative to catch crops (see Table 5.11). These results demonstrated a more convincing positive impact of catch crops on the average NUE. The best performing mixture was ryegrass, buckwheat and phacelia.

Table 5.11. Difference in average NUE compared to ploughing (in Stende), %.

Tested catch crop mixtures	2020-2021	2021-2022	Average
rye, winter oilseed rape, phacelia/winter vetch	+8.5	+3.3	+5.9
oats, spring vetch, phacelia	+4.1	+6.6	+5.4
oats, mustard	+15.0	+3.4	+9.2
radish, mustard	+16.7	+1.8	+9.2
ryegrass, buckwheat, phacelia	+18.4	+7.8	+13.1
oats, crimson clover, phacelia *	+6.6	+0.9	+3.7

* Not sown in all years.

The capacity of catch crops to reduce N leaching is directly linked to their ability (and the conditions) to generate biomass in which N is captured. Also, it is essential to consider the economic aspects of the introduction of catch crops, which involves evaluation of the costs associated with seeds, establishment operations, and, if necessary, termination operations. Within the project, we assessed the amount of N captured per hectare with the costs per unit of N captured, resulting from the introduction of catch crops (Fig. 5.6).

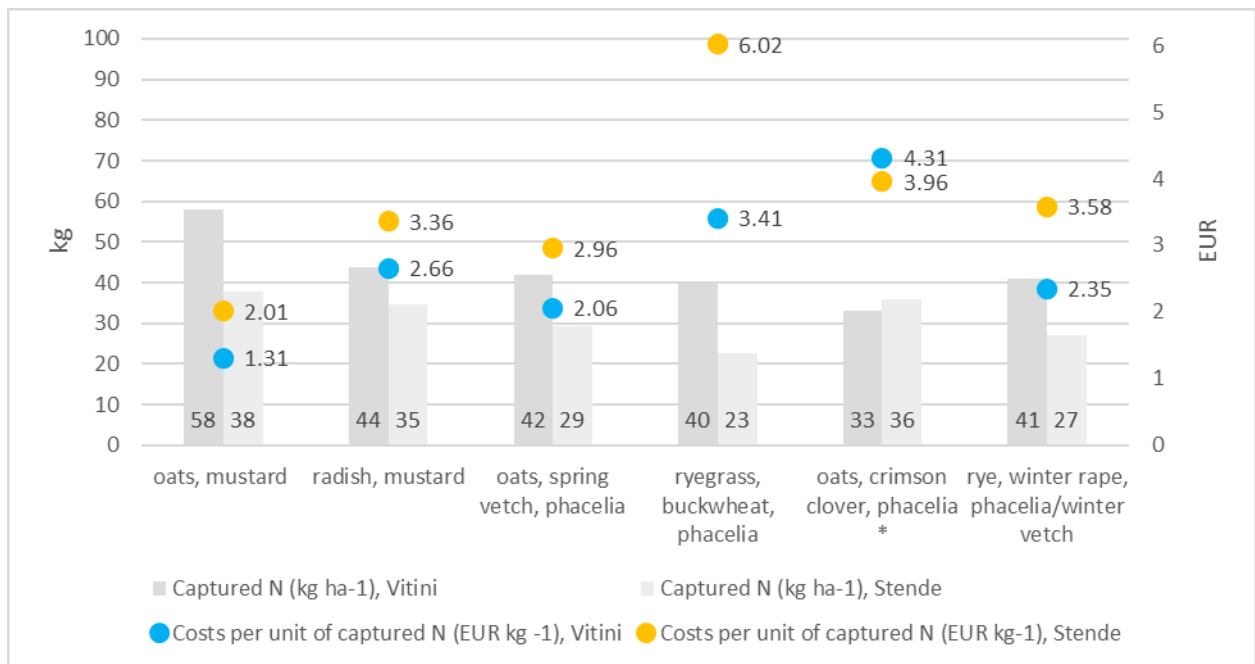


Figure 5.6. N (kg ha⁻¹) captured by catch crop mixtures and costs (EUR kg⁻¹) per unit of captured N, according to field trials in Stende and Vitini, 2021.

The capacity of the catch crop mixtures to capture N varied depending on the trial location and the composition of the mixture, ranging from 23 to 58 kg N ha⁻¹. Generally, higher levels of N captured were observed in the field trials conducted in Vitini compared to the field trials in Stende. The mixture containing mustard and oats exhibited the best ratio of N captured to costs per unit, whereas the mixtures with ryegrass, buckwheat, phacelia and oats, spring vetch, phacelia had higher production costs and relatively lower amount of N captured.

3.3.2. Other environmental effects of catch crops

Catch crop management within the cropping system can be a beneficial strategy and an addition to fulfilling specific agroecosystem function requirements. The literature presents a wide range of variations regarding the potential of catch crops, suggesting to use of them as parameters to better understand the effects of catch crops on soil and nutrient uptake. However, the effectiveness of catch crops depends on factors such as plant species, soil characteristics, climate conditions, biomass volume, and agronomic practices [35-36].

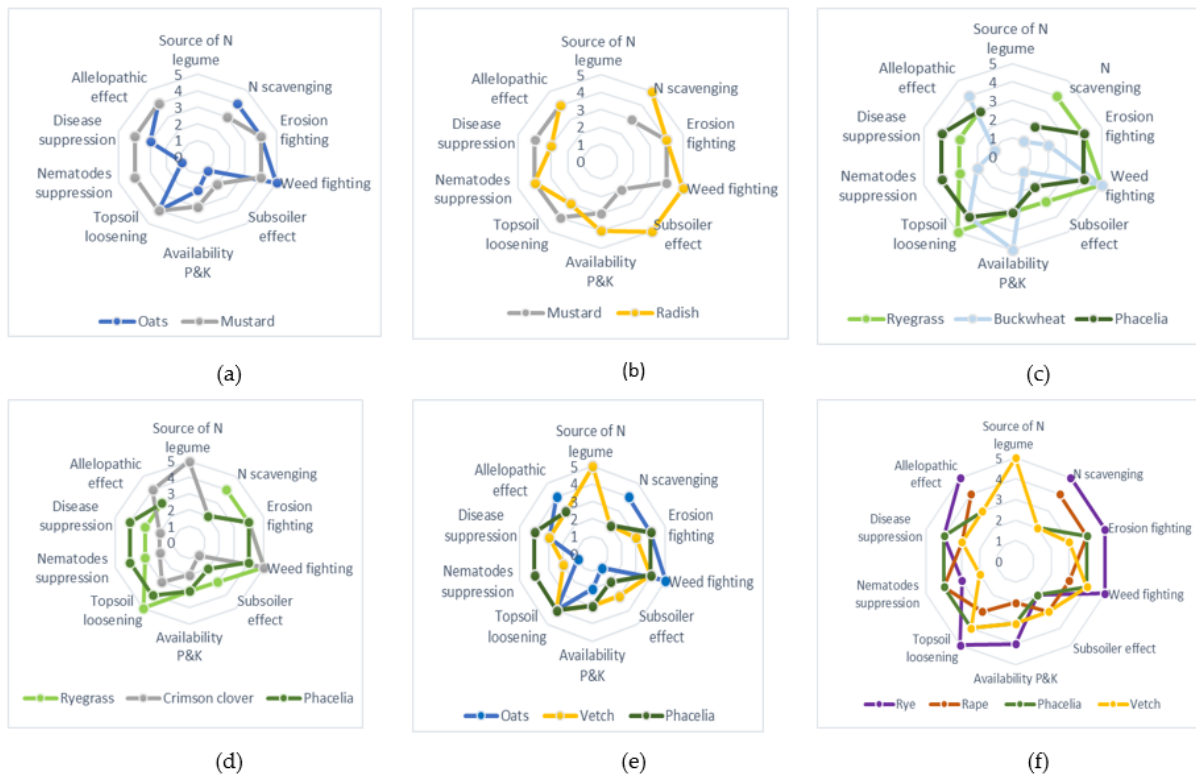


Figure 5.7. Catch crop of non-legume and legume-based mixtures performance and potential advantages. Value indicators: 1 - poor; 2 - fair; 3 - good; 4 - very good; 5 – excellent.

To better understand the potential of catch crop mixtures, expected results of catch crop performance and advantages have been summarized in the study (Fig. 5.7) [37-41]. Selected mixtures with different species can provide a varying degree of chemical, biological, and mechanical impacts. All selected species in the mixtures are more adaptive to the climatic conditions in Latvia characterized by a short growing season, rapid growth in the early stages of development. According to the conducted analysis (Figure 5.7), the mixture of rye, oilseed rape, phacelia/vetch mixture has the most impact on soil erosion, topsoil, high allelopathic effect, the release of P and K, and high nitrogen accumulation (including legume). The mustard and radish have the highest impact on the subsoiling. The ryegrass, buckwheat, and phacelia have an excellent impact on topsoil loosening and releasing P and K in available forms for plants. Three legume-based mixtures have two types of plants with different N source possibilities. All mixtures contain different species with specific natural diseases and nematodes suppression abilities in the soil, which, when incorporated into appropriate crop rotation, can limit these biological agents.

The mustard and radish mixture in Stende yielded the highest average shoot DM yield of 0.91 t ha^{-1} , while simultaneously recording the lowest average root DM yield of 0.29 t ha^{-1} compared to all other mixtures grown there (see Table 5.12). In Vitini, the range of the average shoot DM yield was 0.81 t ha^{-1} from ryegrass, crimson clover, and phacelia to 1.71 t ha^{-1} from oats and mustard mixture. The lowest average root DM yield in Vitini was 0.42 t ha^{-1} from the mustard, and radish mixture (similarly as in Stende). However, studies in Estonia and Germany revealed that the most optimal catch crop mixture is radish and mustard [42-43]. Statistically significant ($p \leq 0.01$, $p \leq 0.05$) positive correlation confirmed the relationships between shoot and root DM yield, calculated for each mixture using annual data. The obtained results indicate that as shoot dry matter (DM) yield increases, root DM yield also increases for all mixtures. However, depending on the year, the ryegrass, crimson clover, and phacelia mixture exhibited a higher root DM yield than shoot DM yield.

Depending on the year, the quantity of catch crop dry matter (DM) yield exhibited great fluctuations, which were attributed to the hydrothermal conditions during the growing season from

August to October. Our trials demonstrated that DM yield negatively correlated with the hydrothermal coefficient for each catch crop mixture. Results showed that extremely high humidity levels in the autumn had a negative impact on the DM yield of plants. Significant ($p \leq 0.01$, $p \leq 0.05$) impact on yield loss in humid conditions was observed for non-legume-based mixtures: oats and mustard, mustard and radish, ryegrass, buckwheat, and phacelia.

The study confirms that in Latvia the autumns have extremely high humidity that can negatively affect soil productive capacity, for example, N leaching. The average catch crop total N uptake was the highest in shoot DM yield for all mixtures (see Table 5.12). In Stende, the highest total N content in shoot dry matter yield was obtained from oats, vetch, phacelia, while in Vitini it was from mustard and radish. The highest N content in root dry matter yield was observed in the rye, oilseed rape, vetch/phacelia mixture, surpassing all other mixtures in both locations. The best total N balance between shoots and roots DM yield was observed in ryegrass, buckwheat, phacelia, and rye, oilseed rape, vetch/ phacelia mixture.

The highest C content of the root DM yield was observed for mustard, radish mixture in Vitini and for ryegrass, buckwheat, phacelia in Stende; while it was high in the shoot DM yield and lower in the root DM yield for oats, vetch, phacelia in both locations (see Table 5.12).

Table 5.12. Average shoots and roots dry matter (2019-2021), total N, C, and C: N ratio (2021) of different catch crop mixtures

Mix/ control	Location	Plant's part	Dry matter yield, t ha ⁻¹ ±SD	r _{dw/HTC}	r _{Shdw/Rdw}	N _{total} , g kg ⁻¹	C _{total} , g kg ⁻¹	C : N
control	S	Sh	0.37 ± 0.19	-0.85	0.62	-	-	-
		R	0.29 ± 0.20	-0.1		-	-	-
	V	Sh	0.75 ± 0.42	-0.75	0.77	-	-	-
		R	0.75 ± 0.43	-0.99***		-	-	-
oats, mustard	S	Sh	0.88 ± 0.56	-0.95**	0.99***	36.82	441.86	12
		R	0.38 ± 0.20	-0.89		15.07	346.72	23
	V	Sh	1.71 ± 0.95	-0.97**	0.99***	29.35	410.92	14
		R	0.57 ± 0.27	-0.97**		14.68	337.55	23
mustard, radish	S	Sh	0.91 ± 0.60	-0.94	0.97**	32.46	421.97	13
		R	0.29 ± 0.15	-0.83		14.14	367.76	26
	V	Sh	1.18 ± 0.81	-0.51	0.99***	31.46	377.55	12
		R	0.42 ± 0.25	-0.63		17.67	406.47	23
ryegrass, buckwheat, phacelia	S	Sh	0.60 ± 0.34	-0.91	0.98***	25.53	383.00	15
		R	0.39 ± 0.02	-0.82		19.23	403.86	21
	V	Sh	0.98 ± 0.74	-0.58	0.99***	30.24	393.18	13
		R	0.62 ± 0.28	-0.54		18.18	345.35	19
ryegrass, crimson clover, phacelia*	S	Sh	0.67 ± 0.43	-0.99***	0.83	36.72	440.66	12
		R	0.79 ± 0.34	-0.77		13.77	371.86	27
	V	Sh	0.81 ± 0.39	-0.89	0.88	26.06	364.86	14
		R	0.80 ± 0.47	-0.57		14.74	339.00	23
oats, spring vetch, phacelia	S	Sh	0.62 ± 0.41	-0.99***	0.69	39.33	432.61	11
		R	0.43 ± 0.22	-0.64		15.70	314.07	20
	V	Sh	1.23 ± 0.94	-0.53	0.99***	28.45	426.79	15
		R	0.55 ± 0.25	-0.59		10.43	229.36	22
rye, oilseed rape, winter vetch/ phacelia	S	Sh	0.52 ± 0.31	-0.84	0.83	33.06	396.73	12
		R	0.42 ± 0.21	-0.38		22.31	401.56	18
	V	Sh	1.03 ± 0.59	-0.72	0.94	30.25	363.06	12
		R	0.53 ± 0.28	-0.92		20.37	387.08	19

S – Stende; V – Vitini; Sh – Shoots; R – Roots; SD – standard deviation; rdm/HTC – correlation coefficient between plants dry matter yield and HTC; rShdm/Rdm – correlation coefficient between shoots and roots dry matter yield; * not sown in all years; ** – correlation significant at $p \leq 0.05$; *** – at $p \leq 0.01$.

A higher C: N ratio was observed in roots for all selected mixtures. Results confirm that roots decompose slowly, leading to the later release of nitrogen and a longer-lasting effect. On the other hand, the shoot mass decomposes faster, providing additional nutrients for the following main crop. Similar results have been confirmed in other experiments, such as those conducted in Estonia [44]. The rate of organic matter decomposition is determined not only by a plant species, its biomass volume and C:N ratio, but also by soil conditions (temperature, moisture content, acidity, aeration, etc.) [45]. The humification rate of organic matter from catch crops is estimated at 28%, and it is much higher than in cereal straw (11-14%) [46]. The lower C:N of the mixtures with legumes can thus potentially increase the risk of N leaching [45]. Based on an experiment in Switzerland and a linear model, which estimates the contributions of species identities and interactions on biomass, found that a combination of 24% of a legume and 76% of a non-legume cover crop produced the highest biomass [47].

4. Discussion

The PSF have proposed a minimum NUE of 70% for crop production as the important criterion of substantial contribution to the protection and restoration of biodiversity and ecosystems (the sixth environmental objective) within the framework of the EU Taxonomy [14-15]. Thus, NUE is likely to play a significant role in assessing the environmental suitability of crop production. The findings of the study indicate that achieving the minimum NUE is challenging. Only wheat rotation and various cereals rotation demonstrated the average NUE above 70%. Green maize-other field crops rotation also showed the average NUE above the threshold, although the confidence interval was extremely wide. When excluding biological N fixation, crop rotations including pulses (wheat-pulses, wheat-oilseed rape-pulses) also exhibited the average NUE above the threshold. On the other hand, crop rotations that include oilseed rape, particularly the common wheat-oilseed rape rotation, indicated the average NUE below the threshold, even when adjusting for the N content of winter rapeseed.

Although the divergent results of the field case studies limited their interpretation from the perspective of the minimum NUE criterion, they did demonstrate that the long-term practice of reduced tillage allowed reaching high NUE (above 70%), even when incorporating pulses and oilseed rape in the crop rotation. The results of the field trials mainly indicated the relative performance of catch crops. However, these results implied the potential contribution of catch crops in achieving the minimum NUE of at least 70%. For example, the mixture of oats, crimson clover, phacelia demonstrated an increase of 13% in the average NUE. Such an increase is considerable and can help to raise NUE above the threshold of 70%.

It should be mentioned that the divergent findings of the study regarding the effect of tillage types on NUE are similar to the findings of other studies. For example, C.J.Smith and P.M.Chalk reported that their results indicated minimal impact of tillage on N mineralization, immobilization and NUE [48]. The ^{15}N labeling study in Northern China reported that long-term no-tillage with wheat straw incorporation alleviated N limitation compared with conventional tillage as well as increased straw N recovered as particulate organic matter N [49]. Although this study did not specifically focus on NUE, its findings implied that no-till and possibly reduced tillage could increase NUE. Additionally, according to the study by N.Price et al., reduced tillage and no-till can reduce NO_3^- leaching loss by up to 20% [50]. Therefore, this study, which the PSF also refers to, suggests that reduced tillage and no-till have a meaningful potential to increase NUE.

The authors have introduced a novel approach how to assess the environmental performance of catch crops: calculation of a field-level NUE for two-year period that covers both the year before the catch crop and the year after the catch crop (see Subsection 2.1.). This approach has not been used in previous studies. This new approach can be easily incorporated into typical

field trials as it requires hardly any additional operations and data recording. This approach is quite general and straightforward. Therefore, it can be implemented not only in Latvia or Baltic counties but also in other countries/regions. It can also be applied to meta-analysis.

Latvian Rural Advisory and Training Centre prepares annual gross margin calculations for the main agricultural products in Latvia [22]. These calculations are essential for both newcomers and established farms as they serve as a basis for planning, representing the optimal production technology. For the past five years, the gross margin calculations for field crops by the LRATC in collaboration with the sector experts (farm managers) have also included the results for the reduced tillage system.

Based on the presented gross margins by LRARC, winter oilseed rape consistently emerges as the most profitable crop. Winter wheat follows winter oilseed rape as the next most profitable crop. In certain years, the gross margin of faba beans competes with that of winter wheat, although its ranking is more volatile from year to year. The leading crops in N consumption are winter wheat, winter oilseed rape, green maize and summer oilseed rape. While the crops with the highest consumption of PPP on average are oilseed rape, winter wheat, field peas and faba beans. These results are generally in line with the findings by the authors for the monitored fields.

Regarding the difference between ploughing and reduced tillage, the results from LRARC indicate that winter wheat in reduced tillage generated a slightly better result (almost + 20 EUR ha⁻¹ on average annually in five years, reaching + 50 EUR ha⁻¹ in 2022). The main contribution to the higher gross margin was due to lower costs of agro-technical operations and less fertilizer used. In contrast, winter oilseed rape under reduced tillage demonstrated poorer economic performance, consistently yielding a lower gross margin (on average -135 EUR ha⁻¹ annually in five-year period). This result can be attributed to higher costs of PPP and fertilizer, with the costs of agro-technical operations being lower.

When considering equal planned yields for ploughing and reduced tillage instead of yields associated with optimal technology and impacted by weather conditions, technological crop models for Latvia have been developed within EIP-Agri project “Development of electronic farm management system” [51]. According to these models, the gross margin of winter wheat with a planned yield of 5 tonnes per ha under reduced tillage is by about 50 EUR ha⁻¹ higher. This is due to the lower costs of agro-technological operations, as N consumption and fertilizer costs are higher. However, when considering winter oilseed rape with a planned yield of 3 tonnes per hectare, the gross margin under reduced tillage is lower by about 8 EUR/ha. This decrease can be attributed to higher fertilizer and PPP costs, despite the reduced expenses on agro-technical operations.

Crop production is undergoing significant changes and awaiting a new equilibrium. The rising costs of resources, specifically nitrogen (N), have significantly altered the agricultural landscape, compelling farmers to address issues that were previously considered less important. While in the past, NUE was primarily associated with mitigating N leaching and other environmental concerns, then in today's scenario, issues related to nitrogen use impact not only public interests but also directly influence the economic viability of farms. Consequently, the solutions and practices that tackle these challenges has become critically important and requires the generation of new knowledge. This newfound significance emphasizes the need for a deeper understanding of NUE issues that could support decision-making processes at both the farm level and in the formulation of future policies.

5. Conclusions

Crop rotation in Latvia tends to be monotonous; with wheat and oilseed rape dominating over 60% of the cultivated conventional area due to their profitability. The incorporation of pulses and other protein crops into crop rotation is not yet widely adopted, resulting in a missed opportunity to fix nitrogen from the atmosphere.

The findings of the study indicate that achieving the minimum NUE of 70% (as proposed by the PSF) is challenging. Crop rotations including oilseed rape, particularly the common wheat-oilseed rape rotation, have the average NUE below the proposed threshold.

The use of catch crops as intermediate crops is not yet common in crop production in Latvia, as revealed by crop rotation analysis, primarily due to the prevailing practice of cultivating winter crops as the main crops. However, it is anticipated that availability of areas for catch crops will increase with the introduction of more legumes or other spring crops into the crop rotation. Three-year field trials demonstrate that proper use of catch crops may increase nitrogen use efficiency (NUE) by up to 7 - 9%. These results imply that catch crops may decrease the leaching of nitrogen from cropping system, which leads to less nitrogen pollution to the environment. The literature review and the field study suggest that non-legume-based and legume-based catch crop mixtures may be a promising approach to increase the multi-services in cropping systems.

As in previous studies carried out by other researchers, the three-year field trials on commercial farms, where various tillage practises were applied, yielded divergent findings about the impact of conventional, reduced and no-tillage on NUE. However, the field trials in the farm, which practices reduced tillage (min-till and strip-till) for more than ten years, show higher NUE for reduced tillage if compared to ploughing. Also, the advantage of reduced tillage was supported by the obtained results indicating lower costs of agro-technical operations, including less diesel consumption.

6. Secinājumi

Augu maiņa Latvijā integrēti apsaimniekotajās aramzemēs ir vienveidīga: 75% no kopējās tās platības ikgadus aizņem TOP 4 kultūraugi: kvieši, rapsis, mieži un auzas. Kvieši un rapsis dominē vairāk nekā 60% no integrēti apsaimniekotās aramzemes platības Latvijā.

Zemkopības praksē izplatītas ir divu (39% no kopējās integrēti apsaimniekotās aramzemes) un trīs (39% no kopējās integrēti apsaimniekotās aramzemes) kultūraugu augu maiņas, tomēr sastopami arī lauki ar monokultūru (3%); savukārt lauki, kuros augu maiņā ietverti četri un vairāk kultūraugi sastopami tikai 18% no kopējās integrēti apsaimniekotās aramzemes platības. Pākšaugu un citu proteīnaugu iekļaušana augu maiņā nav plaši izplatīta (77% aramzemes tauriņzieži nav tikuši iekļauti augu maiņā periodā no 2015-2019.gadam), kā rezultātā šobrīd netiek pilnvērtīgi izmantota iespēja zemkopības sistēmās augu maiņas cikla ietvarā piesaistīt slāpekli no atmosfēras.

Saskaņā ar zinātniskajā literatūrā atrodamajām atziņām, mono un divu kultūraugu augu maiņas nav uzskatāmas par optimālām no ekoloģiskiem un arī agronomiskiem aspektiem:

1) Barības vielu izsmelšana no augsnes. Ir noteikts, ka kviešiem un rapsim ir līdzīgas prasības pēc barības vielām, audzējot šos kultūraugus vienu pēc otra un neiekļaujot augu maiņā citus kultūraugus, var iztērēt noteiktas barības vielas no augsnes, bet citas paliek neizmantotas. Laika gaitā tas var izraisīt barības vielu trūkumu vai pārmērīgu daudzumu augsnē, kas savukārt var negatīvi ietekmēt ražas potenciālu no vienas puses un augsnes struktūru (tostarp organiskās vielas samazināšanos) no otras. Tāpat šāda situācija var veicināt kultūraugu audzēšanas pārmērīgu atkarību no mēslošanas līdzekļiem.

2) Paaugstināta nezāļu un slimību izplatība. Nepārtraukta divu kultūraugu audzēšana var radīt labvēlīgus apstākļus noteiktām nezāļu sugām un slimību izplatībai, kas pielāgojas konkrētajai zemkopības sistēmai. Laika gaitā šīs nezāles un slimības var kļūt arvien grūtāk kontrolējamas, tādējādi palielinot nepieciešamību pēc pesticīdu lietošanas vai samazinot kultūraugu ražu.

3) Negatīva ietekme uz bioloģisko daudzveidību. Mono un divu kultūraugu augu maiņu augstāka atkarība no pesticīdu un mēslošanas līdzekļu lietošanas var novest pie bioloģiskās daudzveidības pasliktināšanās, negatīvi ietekmējot kukaiņu, tostarp apputeksnētāju un citu organismu dzīvotnes un pastāvēšanai nepieciešamos apstākļus.

Projektā netika iegūti empīriskie dati, kas ļautu šos secinājumus apstiprināt vai apstrīdēt. Izņemot saistībā ar augu aizsardzības līdzekli (AAL) un minerālmēsli (jo īpaši N saturošo) lietošanu dažādās augu maiņās bija iespējams novērot, ka:

1) slāpekļa (no minerālmēsliem un novērtēto N no kūtsmēsliem) izmantošana visvairāk vidēji gadā notikusi augu maiņas ar kukurūzu, kvieši-rapši augu maiņām, kvieši-mieži-rapši un kvieši-rapši-papuve augu maiņās, kā arī kvieši monokultūrā augu maiņas. Mazāks N lietojums tika novērojams, ja līdztekus kviešiem un rapšiem augu maiņa tika audzēti pākšaugi, kā arī vienā augu maiņā iekļauj dažādus graudaugus (ar lielāku vasarāju īpatsvaru);

2) monetārā izteiksmē visvairāk AAL vidēji gadā izmantoti kvieši-rapši augu maiņā, kam seko pārējās augu maiņas, kur iekļauti pākšaugi vai rapsis. Salīdzinoši mazāks vidējais AAL patēriņš gadā vērojams pārējo graudaugu augu maiņā, kā arī augu maiņā, kur vismaz reizi 4 gadu periodā audzēta kukurūza.

Ietekmes uz vidi novērtēšanai projekta ietvarā kā svarīgākais rādītājs izvēlēts slāpekļa izmantošanas efektivitāte (NUE). Secināts, ka augu maiņai ir būtiska ietekme uz NUE, to vērtējot NUE augmaiņas ciklam kopumā. Pētījuma rezultāti liecina, ka minimālā NUE sliekšņa (70 %, kā tas ierosināts ES Taksonomijas regulējumā kā svarīgs kritērijs būtiskam ieguldījumam bioloģiskās daudzveidības un ekosistēmu aizsardzībā un atjaunošanā (sestais vides mērķis)) sasniegšana ir izaicinājums. Augu maiņās, tostarp tajās, kurās iekļauts rapsis un jo īpaši kviešu-rapša augu maiņā vidējā NUE, novērtējumā piemērojot projektā apkopotus empīriskos datus, ir zemāka par šo sliekšni.

Tāpat secināts, ka N bioloģiskā fiksācija samazina vajadzību pēc N mēslojuma, t.sk. nākamajam kultūraugam. Taču noteiktās situācijās N bioloģiskā fiksācija var veicināt arī N noplūdes un izskalošanos. Lai veicinātu N bioloģisko saistītāju gumiņbaktēriju aktivitāti, jānodrošina augsnes reakciju pH 6.5-7.5 līmenī.

Kā liecina augu maiņas analīze, uztvērējaugu izmantošana laukkopībā Latvijā vēl nav izplatīta, galvenokārt tāpēc, ka dominē ziemāju kā galveno kultūru audzēšanas prakse. Tomēr ir paredzams, ka platību pieejamība uztvērējaugu ieviešanai palielināsies, augu maiņā ieviešot vairāk pākšaugus vai citus vasarāju kultūraugus.

Projektā tika veikti mērķtiecīgi vairāku uztvērējaugu maisījumu lauku izmēģinājumi. Literatūras pārskats un īstenotie lauku izmēģinājumi liecina, ka uztvērējaugu maisījumi, gan ietverot, gan neietverot pākšaugiem, var būt daudzsološa pieeja, lai palielinātu zemkopības sistēmas daudzfunkcionalitāti un veiktspēju.

Saskaņā ar veikto meta-analīzi rudzu, rapša, facēlijas/vīķu maisījumam ir vislielākā ietekme uz augsnes erozijas mazināšanu un augsta alelopātiskā efekta nodrošināšanu, P un K izdalīšanos augiem pieejamā formā un augstu N uzkrāšanu. Savukārt maisījumi, kuros ir sinepes un redīsi pozitīvi ietekmē augsnes struktūru. Viengadīgā airene, griķi un facēlija pozitīvi ietekmē augsnes virskārtas irdināšanu, kā arī P un K izdalīšanos augiem pieejamās formās. Visi maisījumi satur kultūraugus ar specifiskām dabīgām slimības nomākšanas spējām augsnē, kas, iekļaujot šos maisījumus galveno kultūraugu augu maiņā, var ierobežot šo bioloģisko aģentu izplatību un ietekmi uz galveno kultūraugu audzēšanu.

Projektā iegūtie empīriskie dati ļauj spriest par dažādu maisījumu spēju veidot biomasu un uzkrāt tajā N – dažādos uztvērējaugu maisījumos šī spēja svārstījies plašā diapazonā 23-58 kg N uz hektāru. Atkarībā no C un N attiecības un apkārtējiem apstākļiem, uztvērējaugu biomasā esošais organiskais N mineralizējas un kļūst pieejams nākamajam galvenajam kultūraugam. C: N attiecības novērtējumus maisījumu virszemes un apakšzemes atliekās apstiprina, ka saknes sadalīsies lēnāk, izraisot vēlāku slāpekļa izdalīšanos un ilgstošāku efektu. Savukārt virszemes masa sadalīsies ātrāk, atbrīvojot N un citas papildu barības vielas, kas varētu kļūt pieejami nākamajam galvenajam kultūraugam.

Trīs gadu lauka izmēģinājumi liecina, ka pareiza uztvērējaugu izmantošana var palielināt slāpekļa izmantošanas efektivitāti (NUE) līdz pat 7–9%. Šie rezultāti liecina, ka uztvērējaugi var samazināt slāpekļa izskalošanos no zemkopības sistēmas, kas savukārt rada mazāku avotu slāpekļa piesārņojumam vidē.

Iepriekšējos pētījumos augsnes apstrādes veidam (aršana, minimālā augšnes apstrāde bez apvēršanas un bezaršana (nulle augšnes apstrāde)) ir novērota ietekme uz tādiem rādītājiem augkopībā kā nezāļainība, augšnes struktūra, augšnes mitruma saglabāšana, augšnes erozija agrotehnisko darbību izmaksas u.c.

Tāpat kā iepriekšējos pētījumos, ko veikuši citi pētnieki, trīs gadus ilgajos lauka izmēģinājumos projekta ietvarā komerciālajās saimniecībās, kurās tika izmantotas dažādas augšnes apstrādes metodes, tika iegūti atšķirīgi secinājumi par dažādu augšnes apstrādes veidu ietekmi uz NUE. Tomēr lauka izmēģinājumi saimniecībā, kurā tiek praktizēta samazināta augšnes apstrāde (min-till un strip-till) vairāk nekā desmit gadus, liecina par augstāku NUE samazinātai augšnes apstrādei, salīdzinot ar aršanu.

Šo atklājumu iespējamā interpretācija ir tāda, ka gandrīz visos laukos pirms izmēģinājumiem tika veikta aršana. Izņēmums bija tās saimniecības lauks, kurā aršana netiek praktizēta jau vairāk nekā 10 gadus. Līdz ar to var secināt, ka NUE rezultātus varēja ietekmēt pārejas procesi augsnē, kas saistīti ar pāreju no aršanas uz samazinātiem augšnes apstrādes veidiem. Tāpat izpētes rezultāti liecina, ka samazināti augšnes apstrādes veidi var būt labāki par aršanu, vērtējot NUE, ja to praktizē ilgāku laiku (10 gadus un ilgāk).

References

1. Camaréna, S. Artificial intelligence in the design of the transitions to sustainable food systems. *Journal of Cleaner Production* 2020, 271, 122574.
2. Fridman, D., Koellner, T., Kissinger, M. Exploring global interregional food system's sustainability using the functional regions typology. *Global Environmental Change* 2021, 68, 102276.
3. Stoorvogel J.J., Antle J.M., Crissman C.C., Bowen W. The trade-off analysis model: Integrated biophysical and economic modeling of agricultural production systems. *Agricultural Systems* 2004, 80, pp. 43-66.
4. Vastola A., Zdruli P., D'Amico M., Pappalardo G., Viccaro M., Di Napoli F., Cozzi M., Romano S. A comparative multidimensional evaluation of conservation agriculture systems: A case study from a Mediterranean area of Southern Italy. *Land Use Policy* 2017, 68, pp. 326-333.
5. Špička J., Vintr T., Aulová R., Macháčková J. Trade-off between the economic and environmental sustainability in Czech dual farm structure. *Agricultural Economics* 2020, 66 (6), pp.243-250.
2. European Parliament. Green Deal: key to a climate-neutral and sustainable EU. Available online: <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/society/20200618STO81513/green-deal-key-to-a-climate-neutral-and-sustainable-eu>. (accessed on 15 June 2023).
3. Marvin, H. J., Bouzembrak, Y., Van der Fels-Klerx, H. J., Kempenaar, C., Veerkamp, R., Chauhan, A., ... & Tekinerdogan, B. Digitalisation and Artificial Intelligence for sustainable food systems. *Trends in Food Science & Technology* 2022, 120, pp. 344-348
4. European Parliament. Creating a sustainable food system: the EU's strategy. Available online: <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/priorities/climate-change/20200519STO79425/creating-a-sustainable-food-system-the-eu-s-strategy> (accessed on 15 June 2023).
1. European Commission. Farm to Fork Strategy: for a fair, healthy and environmentally-friendly food system. Available online: https://food.ec.europa.eu/system/files/2020-05/f2f_action-plan_en.pdf

- plan_2020_strategy-info_en.pdf (accessed on 15 June 2023).
2. European Parliament and the Council of the EU. Regulation 2020/852 (the Taxonomy Regulation). Available online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32020R0852> (accessed on 15 June 2023).
 3. Eurostat. Agriculture. Available online: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/main/data/database>. (accessed on 15 June 2023).
 4. Selyaninov, G.T. About climate agricultural estimation. In *Proceedings of Agricultural Meteorology*. 1928; 20, pp. 165–177.
 5. Skowera, B.; Jędrszczyk, E.; Kopcińska, J.; Ambroszczyk, A. M.; Kołton A. The effects of hydrothermal conditions during vegetation period on fruit quality of processing tomatoes. *Polish Journal of Environmental Studies*. 2014, 23 (1), pp. 195–202.
 6. Platform on Sustainable Finance: Technical Working Group. Part B – Annex: Full list of Technical Screening Criteria, 2021. Available online: https://finance.ec.europa.eu/document/download/f7383cf5-43b3-45f8-9c6d-ab9571918849_en?filename=210803-sustainable-finance-platform-report-technical-screening-criteria-taxonomy-annex_en.pdf (accessed on 8 June 2023).
 7. Platform on Sustainable Finance: Technical Working Group. Supplementary: Methodology and Technical Screening Criteria, 2022. Available online: https://finance.ec.europa.eu/document/download/7599ea2d-975c-4b25-adca-de1d26533e99_en?filename=221128-sustainable-finance-platform-technical-working-group_en.pdf (accessed on 8 June 2023).
 8. International Organization for Standardization. Cereals and pulses — Determination of the nitrogen content and calculation of the crude protein content – Kjeldahl method. 2nd ed.; ISO 20483:2013(E), 2013; pp. 12.
 9. Kārklīņš, A.; Ruža, A. Lauku kultūraugu mēslošanas normatīvi (Fertiliser recommendations for agricultural crops). Latvia University of Agriculture: Jelgava, Latvia, 2013; pp. 7-8 (In Latvian).
 10. Baddeley, J.A.; Jones, S.; Topp, C.F.E.; Watson, C.A.; Helming, J.; Stoddard, F.L. Biological nitrogen fixation (BNF) by legume crops in Europe. *Legume Futures Report 1.5.*, 2013. Available online: www.legumehub.eu/wp-content/uploads/2021/06/Legume-Futures-Report-1.5.pdf (accessed on 8 June 2023).
 11. Piliksere, D.; Auzins, A.; Aboltins, A. Effect of Crop Rotation on Nitrogen Use Efficiency – Case Study of Latvia. In *Proceedings of the 21th International Scientific Conference Engineering for Rural Development Proceedings*, Jelgava, Latvia, 25-27 May 2022; pp. 400-406. DOI: 10.22616/ERDev.2022.21.TF131.
 12. Central Statistical Bureau of Latvia. Purchase prices of agricultural products 1995 – 2021. Available online: https://data.stat.gov.lv/pxweb/en/OSP_PUB/START_NOZ_LA_LAC/LAC020/ (accessed on 10 December 2022).
 13. Kazotnieks, J. (Latvian Rural Advisory and Training Centre, Ozolnieki, Latvia). Personal communication, 2021.
 14. Latvian Rural Advisory and Training Centre. Lauksaimniecības bruto segumu aprēķini (Agricultural Gross Margin Calculations). Available online: <https://new.llkc.lv/lv/nozares/ekonomika/bruto-segumi> (accessed on 16 June 2023) (In Latvian).
 15. Kārklīņš, A., Līpenīte I. Aprēķinu metodes un normatīvi augsnes iekultivēšanai un mēslošanas līdzekļu lietošanai. *Rokasgrāmata (Calculation methods and standards for cultivating soil and using fertilizers. Handbook)*. Latvia University of Agriculture: Jelgava, Latvia, 2019; p. 156 (In Latvian).

16. McDaniel M.D., Tiemann L.K., Grandy A.S. Does agricultural crop diversity enhance soil microbial biomass and organic matter dynamics? A meta-analysis. *Ecological Applications* 2014, 24 (3), pp. 560-570.
17. Bowles T.M., Mooshammer M., Socolar Y., Calderón F., Cavigelli M.A., Culman S.W., Deen W., Drury C.F., Garcia y Garcia A., Gaudin A.C.M., Harkcom W.S., Lehman R.M., Osborne S.L., G. Robertson P., Salerno J., Schmer M.R., Strock J., Grandy A.S. Long-Term Evidence Shows that Crop-Rotation Diversification Increases Agricultural Resilience to Adverse Growing Conditions in North America. *One Earth* 2020, 2 (3), pp.284-293.
18. Auzins, A.; Kazotnieks, J.; Leimane, I.; Miglavs, A. Assessment of Carbon Dioxide Emissions from Different Tillage Systems. In *Proceedings of the 20th International Scientific Conference Engineering for Rural Development Proceedings*, Jelgava, Latvia, 26-28 May 2021; pp. 1558-1562. DOI: 10.22616/ERDev.2021.20.TF332.
19. Lal, R. Restoring soil quality to mitigate soil degradation. *Sustainability* 2015, 7 (5), pp. 5875-5895.
20. Derpsch, R., Friedrich, T., Kassam, A., & Hongwen, L. Current status of adoption of no-till farming in the world and some of its main benefits. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering* 2010, 3 (1), pp.1-25.
21. Pittelkow, C. M., Liang, X., Linquist, B. A., van Groenigen, K. J., Lee, J., Lundy, M. E., van Gestel, N., Six, J., Venterea, R. T., & van Kessel, C. Productivity limits and potentials of the principles of conservation agriculture. *Nature* 2015, 517 (7534), pp. 365-368.
22. Dalgaard, T., Hansen, B., Hasler, B., Hertel, O., Hutchings, N. J., Jacobsen, B. H., ... & Vejre, H. Policies for agricultural nitrogen management—trends, challenges and prospects for improved efficiency in Denmark. *Environmental Research Letters* 2014, 9 (11), 115002.
23. Aronsson, H., Hansen, E. M., Thomsen, I. K., Liu, J., Øgaard, A. F., Känkänen, H., & Ulén, B. J. J. O. The ability of cover crops to reduce nitrogen and phosphorus losses from arable land in southern Scandinavia and Finland. *Journal of Soil and water Conservation* 2016, 71 (1), pp. 41-55.
24. Vogeler I., Hansen E.M., Thomsen I.K. The effect of catch crops in spring barley on nitrate leaching and their fertilizer replacement value. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 2023, 343, 108282.
25. Thapa, R., Mirsky, S. B., & Tully, K. L. (2018). Cover crops reduce nitrate leaching in agroecosystems: A global meta-analysis. *Journal of environmental quality* 2018, 47 (6), pp. 1400-1411.
26. Kros J., Hutchings N.J., Kristensen I.T., Kristensen I.S., Børgesen C.D., Voogd J.C., Dalgaard T., de Vries W. A comparison of disaggregated nitrogen budgets for Danish agriculture using Europe-wide and national approaches. *Sci. Total Environ.*, 2018, 643, pp. 890-901.
27. Wanic M., Żuk-Gołaszewska K., Orzech K. 2019. Catch crops and the soil environment – a review of the literature. *J. Elem.* 2019, 24 (1), pp. 31-45.
28. Burger, M.; Dumlao, M.R.; Wang, J; Moradi, B.Z; Horwath, W.R.; Silk W.K. Cover Crop Development Related to Nitrate Uptake and Cumulative Temperature, *Crop Science* 2017, 57 (2), pp. 971-982.
29. Heuermann, D; Gentsch, N.; Guggenberger, G.; Reinhold-Hurek, B.; Schweneker, D.; Feuerstein, U.; Heuermann, M.C.; Groß, J.; Kümmerer, R.; Bauer, B.; von Wirén, N. Catch crop mixtures have higher potential for nutrient carry-over than pure stands under changing environments. *European Journal of Agronomy* 2022, 136, 126504.
30. Magdoff, F., van ES, H. *Building Soils For Better Crops Ecological Management For Healthy Soils*, 4th ed.; USDA (Sustainable Agriculture, Research and Education Programme (SARE)): USA, 2021; pp. 137-156. Available online: <https://www.sare.org/wp-content/uploads/Building-Soils-for-Better-Crops.pdf> (accessed on 22 June 2023).

31. LLI-49 Project. Optimal catch crop solutions to reduce pollution in the transboundary Venta and Lielupe river basins, Joint Report on Activity AT1.1. Catch crops and their growing potentials in Venta and Lielupe RBDs 2019. Available online: <https://2014-2020.latlit.eu/lli-49-optimal-catch-crop-solutions-to-reduce-pollution-in-the-transboundary-venta-and-lielupe-river-basins/>. (accessed on 22 June 2023).
32. Couëdel, A.; Kirkegaard, J.; Alletto, L; Justes É. Crucifer – legume cover crop mixtures for biocontrol: towards a new multi-service paradigm. *Advances in Agronomy* 2019, 157, pp. 55-139.
33. Clark, A. *Managing Cover Crops Profitably*. Third Edition, 3rd ed.; USDA (Sustainable Agriculture, Research and Education Programme (SARE)): USA, 2012, pp 66 – 145. Available online: <https://www.sare.org/wp-content/uploads/Managing-Cover-Crops-Profitably.pdf> (accessed on 22 June 2023).
34. Talgre L., Lauringson E., Makke A., Lauk R. Biomass production and nutrient binding of catch crops. *Zemdirbyste* 2011, 98 (3), pp. 251-258.
35. Selzer, T., Schubert S. Nutrient uptake of catch crops under non-limiting growth conditions *Ann Appl Biol.* 2019, 174, pp.179–189.
36. Talgre L., Biomass production of different green manure crops and their effect on the succeeding crops yield. A Thesis for applying for the degree of Doctor of Philosophy in Plant Production. Institute of Agricultural and Environmental Sciences Estonian University of Life Sciences. According to verdict No 134 of March 8, 2013.
37. Böldt, M., Taube, F., Vogeler, I.; Reinsch, T., Kluß, C., Loges, R. Evaluating Different Catch Crop Strategies for Closing the Nitrogen Cycle in Cropping Systems—Field Experiments and Modelling. *Sustainability* 2021, 13 (394), 13010394.
38. Thomsen I. K., Christensen B. T. Yields of wheat and soil carbon and nitrogen contents following long-term incorporation of barley straw and rye-grass catch crops. *Soil Use Manage* 2004, 20, pp. 432-438.
39. Wendling, M., Charles, R., Herrera, J., Amossé, C., Jeangros, B., Walter, A., Büchi, L. Effect of species identity and diversity on biomass production and its stability in cover crop mixtures. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2019, 281, pp. 81–91.
40. Smith, C.J; Chalk, P.M. The role of ¹⁵N in tracing N dynamics in agro-ecosystems under alternative systems of tillage management: A review. *Soil & Tillage Research.* 2020, Volume 197, pp. 1-12. DOI: 10.1016/j.still.2019.104496.
41. Liu, X.; Dong, W.; Jia, S.; Liu, Q.; Li, Y.; Hossain, M.E.; Liu, E.; Kuzyakov, Y. Transformations of N derived from straw under long-term conventional and no-tillage soils: A ¹⁵N labelling study. *Science of The Total Environment.* 2021, Volume 786, pp. 1-9. DOI: doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147428.
42. Price, N.; Harris, J.P.; Taylor, M.; Williams, J.R.; Anthony, S.G.; Duethmann ,D.; Gooday, R.D.; Lord, E.I.; Chambers, B.J.; Chadwick,D.R.; Misselbrook, T. H. *An Inventory of Mitigation Methods and Guide to their Effects on Diffuse Water Pollution, Greenhouse Gas Emissions and Ammonia Emissions from Agriculture*. DEFRA Project WQ0106. 2011, pp. 22. Available online: <https://repository.rothamsted.ac.uk/item/98583/an-inventory-of-mitigation-methods-and-guide-to-their-effects-on-diffuse-water-pollution-greenhouse-gas-emissions-and-ammonia-emissions-from-agriculture> (accessed on 22 June 2023).
43. Latvian Rural Advisory and Training Centre. *Crop Technological Models*. Unpublished data of the EIP-Agri project “Development of electronic farm management system” (No.18-00-A01612-000018).

6. AKTIVITĀTE –PUBLICITĀTE

Pētījuma rezultātu zinātniskās publikācijas (kopsavilkumi un pilnu tekstu publikācijas konferenču izdevumos, žurnālos)

1. Melece, L. & Shena, I. (2020). Improving Options of Nitrogen Use Efficiency in Latvia's Crop Production. Iesniegts publicēšanai žurnālā "Agronomy Research", ISSN 1406-894X.
2. Melece, L. & Shena, I. (2020). Adaptation to Climate Change in Agriculture: Ecosystem Based Options. Engineering for Rural Development, 1883-1891. DOI: 10.22616/ERDev2020.19.TF523. ISSN 1691-5976; Scopus, Open Access.
3. A.Auzins, J.Kazotnieks, I.Leimane, A.Miglavs.(2021) ASSESSMENT OF CARBON DIOXIDE EMISSIONS FROM DIFFERENT TILLAGE SYSTEMS. 20th International Scientific Conference ENGINEERING FOR RURAL DEVELOPMENT, Proceedings, Volume 20., May 26-28, 2021, p. 1558-1563. ISSN 1691-5976, <http://www.tf.llu.lv/conference/proceedings2021/Papers/TF332.pdf>
4. D.Piliksere, A.Auzins, A.Aboltins (2022) "EFFECT OF CROP ROTATION ON NITROGEN USE EFFICIENCY– CASE STUDY OF LATVIA", https://www.tf.llu.lv/conference/proceedings2022/Papers/Title_contents.pdf
5. Sagatavots un iesniegts publicēšanai A. Auzins, I.Leimane, A. Krievina, I.Morozova, A.Miglavs, P.Lakovskis (2023). Evaluation of Environmental and Economic Performance of Crop Production in Relation to Crop Rotation, Catch Crops and Tillage, Special Issue "Sustainable Nutrient Management in Agricultural Production", A special issue of Agriculture (ISSN 2077-0472). This special issue belongs to the section "Crop Production".2023.

Polulārzinātniskās publikācijas

1. L.Zariņa (2019) Augsnes apstrāde SEG emisiju aizsegā, AgroTop nr 12 Decembris 2019
2. L. Dzēdules (2020) Piemērotāko augsnes apstrādes tehnoloģiju izvēle, žurnāls Saimnieks, septembris Nr.8 (194), 40 – 42.lpp.
3. I.Jansone, S. Maļecka , I. Grudovska (2020) Universālie uztvērējaugi: kas ir kas?, žurnālā BIOLOGISKI 03/2020 44-47. lpp.
4. L. Zariņa (2020) Pirmie novērojumi bezaršanas demonstrējumu laukos AgroTop Nr 11 Novembris 2020. 36-37 lpp.
5. I.Jansone, S. Maļecka (2020) Uztvērējaugu maisījumu izvēle un efektivitāte, AgroTop Nr 12 Decembris 2020. 22 – 23 lpp.

Pētījuma rezultātu prezentēšana zinātniskās konferencēs

1. L.Zariņa, L.Zariņa, S.Maļecka. (2021) "Mitruma saturs augsnē atkarībā no augsnes apstrādes sistēmas" ziņojums Latvijas Universitātes 79. starptautiskās zinātniskās konferences sekcijā "Aktuālie jautājumi augsnes izpētē", 02.02.2021.
2. A.Auzins, J.Kazotnieks, I.Leimane, A.Miglavs.(2021) ASSESSMENT OF CARBON DIOXIDE EMISSIONS FROM DIFFERENT TILLAGE SYSTEMS. 20th International Scientific Conference ENGINEERING FOR RURAL DEVELOPMENT, 26-28.05. 2021.
3. L.Zariņa (2022)"Influence of tillage systems on soil penetration resistance in organically managed field".5th INTERNATIONAL SOIL PHYSICS SYMPOSIUM, 2–3 .06.2022.
4. I.Jansone (2022) "Effect of catch crop on barley yield" International Conference TRADITIONAL AND NOVEL TASKS FOR PLANT BREEDING, dedicated to the 100th

anniversary of Plant Breeding in Lithuania. 8–9.06.2022.

5. D.Piliksere, A.Auzins, A.Aboltins(2022) “EFFECT OF CROP ROTATION ON NITROGEN USE EFFICIENCY– CASE STUDY OF LATVIA”21st International Scientific Conference Engineering for Rural Development, 25.-27.05.2022. Jelgava, LATVIA,
6. I Lebedenko, L. Plusa, I. Jansone, S. Zute, S. Malecka and S. Cerina (2022) Development of mixed catch crops under the influence of abiotic factors and different sowing dates”, The 2nd International Agriculture Conference, Berlīne, 08.-11.12.2022.
7. I.Jansone, Projekta uzdevumi,Projekta partneru raksturojums un devums. Projekta noslēguma konference (2023) “Klimata, kultūraugu audzēšanas vietas un sējas laika ietekme uz uztvērējaugu maisījumu produktivitāti”, LLKC, Ozolniekos, 26.01.2023.
8. L.Zariņa, Augsnes apstrādes veida ietekme uz augsnes īpašībām un kultūraugu ražu. Projekta noslēguma konference (2023) “Klimata, kultūraugu audzēšanas vietas un sējas laika ietekme uz uztvērējaugu maisījumu produktivitāti”, LLKC, Ozolniekos, 26.01.2023.
9. S.Maļeckā, Klimata, kultūraugu audzēšanas vietas un sējas laika ietekme uz uztvērējaugu maisījumu produktivitāti. Projekta noslēguma konference (2023) “Klimata, kultūraugu audzēšanas vietas un sējas laika ietekme uz uztvērējaugu maisījumu produktivitāti”, LLKC, Ozolniekos, 26.01.2023.
10. I.Morozova, Uztvērējaugu ietekme uz agro-ekosistēmu. Projekta noslēguma konference (2023) “Klimata, kultūraugu audzēšanas vietas un sējas laika ietekme uz uztvērējaugu maisījumu produktivitāti”, LLKC, Ozolniekos, 26.01.2023.
11. I.Leimane, Dažādu zemkopības sistēmu saimnieciskie rezultāti: projekta empīriskie dati. Projekta noslēguma konference (2023) “Klimata, kultūraugu audzēšanas vietas un sējas laika ietekme uz uztvērējaugu maisījumu produktivitāti”, LLKC, Ozolniekos, 26.01.2023.
12. A.Auziņš, Slāpekļa aprites novērtēšana zemkopības sistēmās. Projekta noslēguma konference (2023) “Klimata, kultūraugu audzēšanas vietas un sējas laika ietekme uz uztvērējaugu maisījumu produktivitāti”, LLKC, Ozolniekos, 26.01.2023.
13. A.Miglavs Modelēšanas rīks zemkopības sistēmas izvēlei. Projekta noslēguma konference (2023) “Klimata, kultūraugu audzēšanas vietas un sējas laika ietekme uz uztvērējaugu maisījumu produktivitāti”, LLKC, Ozolniekos, 26.01.2023.
14. I.Jansone, I.Morozova, S. Malecka, I. Leimane, A. Auzins, A. Krievina, L. Zarina, S. Cerina (2023), “Progressive land cultivation system as the basis for environmentally friendly and effective crop production, EU Agri Research Conference 2023, Brisele, 31.05.-02.06.2023.

Pētījuma rezultātu prezentēšana semināros un lauka dienās

1. Seminārs “Augsnes apstrāde videi draudzīgai un efektīvai saimniekošanai”, LLKC, Ozolnieki, 25.02.2020,
2. I.Jansone, Projekta darbības virzieni un aktualitātes, seminārs “Augsnes apstrāde videi draudzīgai un efektīvai saimniekošanai”, LLKC, Ozolnieki,25.02.2020.
3. L.Zariņa, Augsnes apstrādes tehnoloģijas zemkopības sistēmu ietvaros: ko jau zinām un kas vēl jānoskaidro, seminārs “Augsnes apstrāde videi draudzīgai un efektīvai saimniekošanai”, LLKC, Ozolnieki,25.02.2020.
4. O.Balodis. Augsnes auglības saglabāšana, izmantojot augsnes apstrādes tehnoloģijas, seminārs “Augsnes apstrāde videi draudzīgai un efektīvai saimniekošanai”, LLKC, Ozolnieki,25.02.2020.
5. L.Melece. Augsnes apstrādes tehnoloģiju ietekme uz vidi (klimata, vides un augsnes faktoriem) un to novērtēšana projekta ietvaros, seminārs “Augsnes apstrāde videi draudzīgai un efektīvai saimniekošanai”, LLKC, Ozolnieki,25.02.2020.

6. R.Kadirovs, Bezāršanas un tiešās sējas pieredze (Strip Till), seminārs "Augsnes apstrāde videi draudzīgai un efektīvai saimniekošanai", LLKC, Ozolnieki, 25.02.2020.
7. K.Ruks, Bezāršanas un tiešās sējas pieredze (No Till), seminārs "Augsnes apstrāde videi draudzīgai un efektīvai saimniekošanai", LLKC, Ozolnieki, 25.02.2020.
8. M.Flaksis, Bezāršanas tehnoloģiju izmantošanas pieredze, seminārs "Augsnes apstrāde videi draudzīgai un efektīvai saimniekošanai", LLKC, Ozolnieki, 25.02.2020.
9. L.Zariņai, projekta aktivitāšu, gaitas un pieredzes publiskošana LLKC mācībās 28.04.2020.,
10. J.Kažotnieks projekta aktivitāšu, gaitas un pieredzes publiskošana semināra Ļieģu kultūras namā 16.06.2020.
11. O.Balodis "Bezāršanas augsnē apstrādes tehnoloģijas", Riebiņu novadā seminārā 23.07.2020.
12. Kronauce | Lauka diena par augsnē bezapvēršanas tehnoloģijām, 06.09.2020.
13. Lauku diena z/s Strazdi par bezāršanas tehnoloģijām, 23.09.2020.
14. L.Zariņa, Saimniecībā ierīkotā izmēģinājuma metodika un pirmie rezultāti, Lauku diena z/s Strazdi par bezāršanas tehnoloģijām, 23.09.2020.
15. A.Miglavs, I.Leimane, Cik izmaksā lauku apstrādes sistēmas?, Lauku diena z/s Strazdi par bezāršanas tehnoloģijām, 23.09.2020.
16. Lauka diena - z/s "Lielvaicēni" Zemgalē "Uztvērējaugi. Efektivitāte?" Zoom, 22.10.2020.
17. S.Maļeckā, Uztvērējaugu audzēšana z/s "Lielvaicēni" un AREI Stendes pētniecības centrā, 2019./2020. gada rezultāti. Lauka diena - z/s "Lielvaicēni" Zemgalē "Uztvērējaugi. Efektivitāte?" Zoom, 22.10.2020.
18. I.Grudovska, Uztvērējaugu demonstrējums z/s "Lielvaicēni". Iepriekšējo gadu pieredze, Lauka diena - z/s "Lielvaicēni" Zemgalē "Uztvērējaugi. Efektivitāte?" Zoom, 22.10.2020.
19. I.Leimane, Atbalsta rīks uztvērējauga izvēlei (iepazīstināšana ar INTERREG projekta CATCH POLLUTION mantojumu), Lauka diena - z/s "Lielvaicēni" Zemgalē "Uztvērējaugi. Efektivitāte?" Zoom, 22.10.2020.
20. LBLA rīkots vebinārs "Bezāršanas tehnoloģiju izmantošana bioloģiskajās saimniecībās", prezentācija Stratēģijas un iespējas veselīgas augsnē uzturēšanai, 02.03.2021.
21. Lauku dienas lauksaimniekiem Z/S Zemgale PS Līdums, "Vēģi", Īslīces pagasts, Bauskas novads, 06.10.2021.
22. Lauku dienas "Uztvērējaugu maisījumu plusi un mīnusi", AREI, Stendē, Zoom, 22.10.2021.
23. I.Jansone, S.Maļeckā, Uztvērējaugu novērtējums uz lauka, izvērtējot dažādus maisījumus un sējas laikus, Lauku dienas "Uztvērējaugu maisījumu plusi un mīnusi", AREI, Stendē, Zoom, 22.10.2021.
24. S.Maļeckā Ieskats 2019/2020 gada Uztvērējaugu maisījumu rezultātos, Lauku dienas "Uztvērējaugu maisījumu plusi un mīnusi", AREI, Stendē, Zoom, 22.10.2021.
25. I.Grudovska, Uztvērējaugu maisījumi Zemgalē - plusi un mīnusi, Lauku dienas "Uztvērējaugu maisījumu plusi un mīnusi", AREI, Stendē, Zoom, 22.10.2021.
26. Seminārs lauksaimniekiem par Uztvērējaugu un to maisījumu piemērotību Latvijas apstākļiem, "Uztvērējaugu audzēšana kā progresīvas zemkopības sistēmas elements" 01.03.2022.
27. Lauku dienas lauksaimniekiem Z/S Vidzemē, Lauku diena ZS "Bullīši", 26.09.2022.
28. I.Jansone, Progresīvās zemkopības sistēmas, Lauku dienas lauksaimniekiem Z/S Vidzemē, Lauku diena ZS "Bullīši", 26.09.2022.
29. L.Zariņa, Augsnē apstrādes agronomiskais novērtējums: pētījumu rezultāti bioloģiskajās

saimniecībās, Lauku dienas lauksaimniekiem Z/S Vidzemē, Lauku diena ZS "Bullīši", 26.09.2022.

30. I.Leimenet, Dažādu agrotehnoloģiju saimniecisko rezultātu salīdzinājums: bioloģisko saimniecību lauku izmēģinājumi, Lauku dienas lauksaimniekiem Z/S Vidzemē, Lauku diena ZS "Bullīši", 26.09.2022.

31. M.Paulovičs, SIA Bullīši saimniekošanas tehnoloģijas, to ieguvumi, pārdomas, Lauku dienas lauksaimniekiem Z/S Vidzemē, Lauku diena ZS "Bullīši", 26.09.2022.

Projekta rezultātu publiskošana (info partneru web lapās un soc tīklos)

	Publikācijas nosaukums	Datums	Saite	Vieta / Vietne
1.	Īstenos progresīvās augkopības projektu	23.12.2019	http://new.llkc.lv/lv/nozares/augkopiba-projekti/istenos-progresivas-augkopibas-projektu	www.llkc.lv
2.	Īstenos progresīvās augkopības projektu	23.12.2019	http://laukutikls.lv/nozares/lauksaimnieciba/raksti/istenos-progresivas-augkopibas-projektu	www.laukutikls.lv
3.	Progresīva zemkopības sistēma kā pamats vidi saudzējošai un efektīvai Latvijas augkopībai	23.12.2019	http://www.laukutikls.lv/progresiva-zemkopibas-sistema-ka-pamats-vidi-saudzejosai-un-efektivai-latvijas-augkopibai	www.laukutikls.lv
4.	semināra "Augsnes apstrāde videi draudzīgai un efektīvai saimniekošanai: Art vai neart?" materiāli	04.03.2020.	https://www.youtube.com/playlist?list=PLtF9tPuLditHoKgLteSKdLTJfdxfM0K1c	Youtube LLKCchannel semināra 7 prezentācijas 25.02.2020.
5.	FB LLKC 25. februāris plkst. 10:52	25.03.2020.	Ar negaidīti lielu interesi - vairāk nekā 80 klausītājiem klātienē, šodien <u>LLKC</u> notiek seminārs "Augsnes apstrāde videi draudzīgai un efektīvai saimniekošanai: Art vai neart?!"! Seminārā runātais tiks fiksēts audioierakstā un kopā ar demonstrētajām prezentācijām pēc pasākuma būs pieejams LLKC mājaslapā. https://www.facebook.com/LLKIC/posts/3004658856250881?__xts__[0]=68.ARDqB-tPuHZArLTUly5yd00hxtzSy8rZQiciR4OYdSW9xC9UX4-q5bvlwYDEhHhAz2jxr4FIHXQgRBarEyWR7ySX7AWJFYsxzDq8pCKWbbLA3P uud6pGB-CjCQ6hppUSHtsqKB73CynoFst4n24ZMGkHG7370jaitQISAIGSJKM71_dYrFAkoQTQzYNBGqdRJEIY54bJHPeHzV1Mac223aF6RKsWoMSAyMdSrIAOY5uU9gd1SvXMNdBONIVXTGhROxAoZqFtHR-TU_tF-	LLKC FaceBook
6.	Pieejami materiāli par augsnes minimālai apstrādei velītoto semināru	06.03.2020	http://new.llkc.lv/lv/nozares/augkopiba-projekti/pieejami-materiali-par-augsnes-minimalai-apstradei-veltito-seminaru	www.llkc.lv
7.	Pieejami materiāli par augsnes minimālai apstrādei velītoto semināru	06.03.2020	http://laukutikls.lv/nozares/lauksaimnieciba/raksti/pieejami-materiali-par-augsnes-minimalai-apstradei-veltito-seminaru	www.laukutikls.lv
8.	Progresīva augkopība	03.01.2020	http://new.llkc.lv/lv/nozares/projekti/progresiva_augkopiba	www.llkc.lv
9.	Uzsāktie un pabeigtie inovāciju projekti Latvijā	03.01.2020	http://www.laukutikls.lv/nozares/laukutepla/lap-pasakums-16-sadarbiba/uzsaktie-inovaciju-projekti-latvija	www.laukutikls.lv

			“Progresīva zemkopības sistēma kā pamats vidi saudzējošai un efektīvai Latvijas augkopībai” “Advance Farming Systems for Environmentally Friendly and Efficient Crop Production in Latvia”	
10	<u>Seminārs - Augsnes apstrāde videi draudzīgai un efektīvai saimniekošanai</u>	25.02.2020	https://www.arei.lv/lv/raksts/2020-02-25/seminars-augsnes-apstrade-videi-draudzigai-un-efektivai-saimniekosanai	AREI
11	Progresīva zemkopības sistēma kā pamats vidi saudzējošai un efektīvai Latvijas augkopībai (ENG)	23.04.2020	https://ec.europa.eu/eip/agriculture/en/find-connect/projects/progres%C4%ABva-zemkop%C4%ABbas-sist%C4%93mak%C4%81-pamats-vidi	EC Europa
12	Kroņauce Lauka diena par augsnes bezapvēršanas tehnoloģijām	06.09.2020.	http://www.laukutikls.lv/search/content/strazdi	VLT
13	Kroņauce Lauka diena par augsnes bezapvēršanas tehnoloģijām	06.09.2020.	http://new.llkc.lv/lv/kronauce-lauka-diena-par-augsnes-bezapversanas-tehnologijam	www.llkc.lv
14	Saimniecībā “Strazdi” diskutē par bezaršanas tehnoloģijām	14.10.2020.	http://www.laukutikls.lv/nozares/laukutelpa/raksti/saimnieciba-strazdi-diskute-par-bezarsanas-tehnologijam	VLT
15	Lauka diena z/s Strazdi par bezaršanas tehnoloģijām	13.10.2020.	https://www.youtube.com/watch?v=XS_TD2zC6Y8&feature=youtu.be	Youtube LLKCchannel
16	Saimniecībā “Strazdi” diskutē par bezaršanas tehnoloģijām	14.10.2020.	http://new.llkc.lv/lv/nozares/augkopiba/saimnieciba-strazdi-diskute-par-bezarsanas-tehnologijam	LLKC
17	<u>Saimniecībā “Strazdi” diskutē par bezaršanas tehnoloģijām</u>	15.10.2020.	https://www.arei.lv/lv/raksts/2020-10-15/saimnieciba-strazdi-diskute-par-bezarsanas-tehnologijam	AREI
18	Attālināti notiks lauka diena par uztvērējauģiem	22.10.2020	http://new.llkc.lv/lv/nozares/augkopiba/attalinati-notiks-lauka-diena-par-uztverejauģiem	LLKC
19	LLKC aicina 28. oktobrī no pulksten 9 līdz 11 pieslēgties lauka dienas Zoom semināram- UZTVĒRĒJAUGI. EFEKTIVITĀTE?	22.10.2020	https://www.facebook.com/LLKCOzolnieki/	LLKC
20	Lauka diena - z/s “Lielvaicēni” Zemgalē “Uztvērējauģi. Efektivitāte?”	22.10.2020	https://www.arei.lv/lv/notikumi/2020-10-22/lauka-diena-z-s-lielvaiceni-zemgale-uztverejauģi-efektivitate	AREI
21	E-vidē ZOOM Attālināti notiks lauka diena par uztvērējauģiem	22.10.2020	http://www.laukutikls.lv/nozares/lauksaimnieciba/notikumi/2020-10-28-000000/e-vidē-zoom-attalinati-notiks-lauka-diena-par	VLT
22	Uztvērējauģi - 28.10.2020.	29.10.2020.	https://www.youtube.com/watch?v=ifdBdJ1e7YE&feature=youtu.be	Youtube LLKCchannel semināra 7 prezentācijas
23	<u>Atskats uz lauka dienu par uztvērējauģiem</u>	12.11.2020.	https://www.arei.lv/lv/raksts/2020-11-12/atskats-uz-lauka-dienu-par-uztverejauģiem	AREI semināra 7 prezentācijas
24	<u>Atskats uz lauka dienu par uztvērējauģiem</u>	16.11.2020.	http://www.laukutikls.lv/nozares/lauksaimnieciba/raksti/atskats-uz-lauka-dienu-par-uztverejauģiem	Valsts lauku tīkls www.laukutikls.lv semināra 7 prezentācijas
25	Atskats uz lauka dienu par uztvērējauģiem	13.11.2020.	http://new.llkc.lv/lv/nozares/augkopiba/at-skats-uz-lauka-dienu-par-uztverejauģiem	LLKC.LV semināra 7 prezentācijas

26	Augsnes apstrāde. Vai esam gatavi pārmaiņām? Jānis Kažotnieks	11.11.2020.	http://new.llkc.lv/lv/nozares/augkopiba/augsnes-apstrade-vai-esam-gatavi-parmainam	LLKC.LV
27	Augsnes apstrāde. Vai esam gatavi pārmaiņām? Jānis Kažotnieks	16.11.2020.	http://www.laukutikls.lv/nozares/lauksaimnieciba/raksti/augsnes-apstrade-vai-esam-gatavi-parmainam	Valsts lauku tīkls www.laukutikls.lv
28	Augsnes apstrāde. Vai esam gatavi pārmaiņām? Jānis Kažotnieks	15.11.2020.	https://www.facebook.com/LLKCOzolnieki/photos/a.567521256631332/3711379565578803/	FB LLKC
29	Atskats uz lauka dienu par uztvērējaugiem	15.11.2020.	https://www.facebook.com/LLKCOzolnieki/photos/a.567521256631332/3711370205579739/	FB LLKC
30	Augsnes apstrāde. Vai esam gatavi pārmaiņām? Jānis Kažotnieks	13.11.2020.	http://www.laukutikls.lv/sites/laukutikls.lv/files/informativie_materiali/lauku_e-lapa_13.11.2020_0.pdf	LAUKU E-LAPA Izsūtīta Lauku e-lapas 20 000 abonementiem
31	Cik maksā tehnikas izmantošana? Jānis Kažotnieks	09.12.2020.	<u>Lauku Lapa Nr. 12 (189)</u> lauku tīkls	Valsts lauku tīkls www.laukutikls.lv Izsūtīta Lauku e-lapas 20 000 abonementiem
32	Cik maksā tehnikas izmantošana? Jānis Kažotnieks	09.12.2020.	http://new.llkc.lv/lv/nozares/ekonomika/cik-maksa-tehnikas-izmantosana	LLKC.LV
33	Progresīvās augkopības projekta aktivitātes 2020. gadā	28.12.2020.	http://llkc.lv/lv/nozares/augkopiba/progresivas-augkopibas-projekta-aktivitates-2020-gada	28.12.2021.
34	Mitruma saturs augsnē atkarīgā no augsnes apstrādes sistēmas. Līvija Zariņa, Līga Zariņa, Solveiga Maļeckā	12.02.2021.	https://www.geo.lu.lv/fileadmin/user_upload/LU.LV/Apaksvietnes/Fakultates/www.gzzf.lu.lv/79_konf._programmas/Programma_Augsnes_79.pdf	https://www.geo.lu.lv/par-mums/zinas/zina/t/62496/
35	Progresīvās augkopības projektā darbi turpinās	08.04.2021.	http://new.llkc.lv/lv/nozares/augkopiba-projekti/progresivas-augkopibas-projekta-darbi-turpinas	LLKC
36	<u>Progresīvās augkopības projektā darbi turpinās</u>	12.04.2021.	https://www.arei.lv/lv/raksts/2021-04-12/progresivas-augkopibas-projekta-darbi-turpinas	AREI
37	Dalība EIP-Agri seminārā: Eiropai-veselu augsni	15.04.2021.	https://www.arei.lv/lv/raksts/2021-04-15/eip-agri-seminars-eiropai-veselu-augsni	
38	Aicinājums uz vebināru. Vebinārs “Augumainas prakse Latvijas lauksaimniecībā. Telpisko datu izpētes rezultāti”, 01.07.2021.	01.07.2021	https://www.arei.lv/lv/raksts/2021-06-15/vebinars-augumainas-prakse-latvijas-lauksaimnieciba-telpisko-datu-izpetes	AREI
39	Raksts “Veikts unikāls pētījums – telpisko datu izpēte par augu maiņas praksi Latvijā”	20.09.2021.	http://new.llkc.lv/lv/nozares/augkopiba/veikts-unikals-petijums-telpisko-datu-izpete-par-augu-mainas-praksi-latvija	LLKC
40	Vebināra ieraksts pieejams:	01.07.2021.	https://www.arei.lv/lv/raksts/2021-07-06/augumainas-prakse-latvijas-lauksaimnieciba-telpisko-datu-izpetes-rezultati	AREI
41	Aicinājums uz Lauka dienu	04.10.2021.	https://www.arei.lv/lv/notikumi/2021-10-04/lauka-diena-bezarsanas-tehnologiju-agronomiskais-pamatojums-un-si-gada-pieredze	AREI
42	Aicinām uz lauka dienu par bezaršanas tehnoloģijām	30.09.2021	http://new.llkc.lv/lv/nozares/augkopiba/aicinam-uz-lauka-dienu-par-bezarsanas-tehnologijam	LLKC

43	Lauksaimnieki dalās pieredzē par augsnes apstrādes tehnoloģijām	28.10.2021.	http://llkc.lv/lv/nozares/aukopiba/lauksaimnieki-dalas-pieredze-par-aug-snes-apstrades-tehnologijam	LLKC
44	<u>Lauksaimnieki dalās pieredzē par augsnes apstrādes tehnoloģijām</u>	28.10.2021.	https://www.arei.lv/lv/raksts/2021-10-28/lauksaimnieki-dalas-pieredze-par-aug-snes-apstrades-tehnologijam	AREI
45	Aicinājums uz vebināru "Uztvērējaugu maisījumu plusi un mīnusi",	22.10.2021.	http://llkc.lv/lv/nozares/aukopiba/e-lauka-diena-par-angu-baribas-vielu-zudumu-samazinasanas-iespejam-augsne	LLKC
46	Aicinājums uz vebināru "Uztvērējaugu maisījumu plusi un mīnusi",	19.10.2021	https://www.arei.lv/lv/notikumi/2021-10-19/e-lauka-diena-uztverejaugu-maisijumu-plusi-un-minusi	AREI
47	E-Lauka diena par augu barības vielu zudumu samazināšanas iespējām augsnē	18.10.2021	http://llkc.lv/lv/nozares/aukopiba/e-lauka-diena-par-angu-baribas-vielu-zudumu-samazinasanas-iespejam-augsne	LLKC
48	<u>E - Lauka diena - Uztvērējaugu maisījumu plusi un mīnusi</u>	19.10.2021.	https://www.arei.lv/lv/notikumi/2021-10-19/e-lauka-diena-uztverejaugu-maisijumu-plusi-un-minusi	AREI
49	Raksts par pasākumu "Uztvērējaugu maisījumu plusi un mīnusi" pieejams	01.12.2021	http://llkc.lv/lv/nozares/aukopiba/uztverejaugu-maisijumu-plusi-un-minusi	LLKC
50	"Uztvērējaugu maisījumu plusi un mīnusi" lekciju ieraksti pieejami	01.12.2021.	https://youtu.be/BUG2SaDB7ek , https://youtu.be/e3UEH8yYv6Y , https://youtu.be/ouyH_qcCbu0	Youtube LLKCchannel
51	<u>Uztvērējaugu maisījumu plusi un mīnusi</u>	16.12.2021.	https://www.arei.lv/lv/raksts/2021-12-16/uztverejaugu-maisijumu-plusi-un-minusi	AREI
52	Sagatavots raksts "Aktivitātes projektā par progresīvu zemkopības sistēmu" 20.01.2022.	22.03.2022.	http://llkc.lv/lv/nozares/aukopiba-projekti/aktivitates-projekta-par-progresivu-zemkopibas-sistemu	LLKC
53	Sagatavots raksts "Aktivitātes projektā par progresīvu zemkopības sistēmu" 20.01.2022.	23.03.2022.	https://www.arei.lv/lv/raksts/2022-03-23/zemkopibas-sistemu-un-to-salidzinosopetijumi	AREI
54	Uztvērējaugu audzēšana kā progresīvas zemkopības sistēmas elements" 01.03.2022.	17.02.2022.	http://new.llkc.lv/lv/nozares/aukopiba/aicinam-piedalities-seminara-par-uztverejaugu-audzesanu	LLKC
55	Uztvērējaugu audzēšana kā progresīvas zemkopības sistēmas elements"01.03.2022.	17.02.2022.	https://www.arei.lv/lv/raksts/2022-02-17/aicinam-piedalities-seminara-par-uztverejaugu-audzesanu	AREI
56	Sagatavots raksts "Uztvērējaugu audzēšana kā progresīvas zemkopības sistēmas elements"01.03.2022.	22.03.2022.	http://llkc.lv/lv/nozares/aukopiba-projekti/uztverejaugu-audzesana-ka-progresivas-zemkopibas-sistemas-elements	LLKC
57	Sagatavots raksts "Uztvērējaugu audzēšana kā progresīvas zemkopības sistēmas elements"01.03.2022.	23.03.2022.	https://www.arei.lv/lv/raksts/2022-03-23/zemkopibas-sistemu-un-to-salidzinosopetijumi	AREI
58	Dalība starptautiskā augsnes simpozijā Lietuvā	13.06.2022.	http://new.llkc.lv/lv/nozares/aukopiba-projekti/daliba-starptautiska-ugsnes-simpozija-lietuva	LLKC
59	<u>Līvija Zarina uzstājās starptautiskā augsnes simpozijā Lietuvā</u>	12.06.2022.	https://www.arei.lv/lv/raksts/2022-06-12/livija-zarina-daliba-starptautiska-ugsnes-simpozija-lietuva	AREI
60	Augsnes apstrādes tehnoloģijas Lietuvā	20.06.2022.	http://new.llkc.lv/lv/nozares/aukopiba/ugsnes-apstrades-tehnologijas-lietuva	LLKC
61	Augsnes apstrādes tehnoloģijas Lietuvā	21.06.2022.	https://www.arei.lv/lv/raksts/2022-06-21/ugsnes-apstrades-tehnologijas-lietuva	AREI
62	AGRO TOPS	augusts 2022	Vienošais faktors – augsnes apstrāde bez arkla. Jānis Kažotnieks	AGRO TOPS
63	Notiks lauka diena par augsnes apstrādi bioloģiskajā saimniecībā	15.09.2022.	http://new.llkc.lv/lv/nozares/aukopiba/notiks-lauka-diena-par-ugsnes-apstradi-biologiskaja-saimnieciba	LLKC
64	Notiks lauka diena par augsnes apstrādi bioloģiskajā saimniecībā	21.09.2022.	https://www.arei.lv/lv/notikumi/2022-09-21/notiks-lauka-diena-par-ugsnes-apstradi-biologiskaja-saimnieciba	AREI
65	Notiks lauka diena par augsnes apstrādi bioloģiskajā saimniecībā	15.09.2022.	http://www.laukutikls.lv/nozares/lauksaimnieciba/raksti/notiks-lauka-diena-par-ugsnes-apstradi-biologiskaja-saimnieciba	laukutikls. lv

66	Videi draudzīgas saimniekošanas pamatā ir zinātniskie pētījumi	06.12.2022.	http://new.llkc.lv/lv/nozares/augkopiba-projekti/videi-draudzigas-saimniekosanas-pamata-ir-zinatniskie-petijumi	LLKC
67	Videi draudzīgas saimniekošanas pamatā ir zinātniskie pētījumi	30.11.2022.	https://www.arei.lv/lv/attelu-galerijas/2022-11-30/videi-draudzigas-saimniekosanas-pamata-ir-zinatniskie-petijumi	AREI
68	Videi draudzīgas saimniekošanas pamatā ir zinātniskie pētījumi	30.11.2022.	https://www.arei.lv/lv/raksts/2022-11-30/videi-draudzigas-saimniekosanas-pamata-ir-zinatniskie-petijumi	AREI
69	Noslēguma konference	19.01.2023.	http://new.llkc.lv/lv/nozares/augkopiba-lauku-attistiba/notiks-konference-progresiva-zemkopiba-augsnes-apstrades-sistemas	LLKC
70	Noslēguma konference	19.01.2023.	https://www.facebook.com/events/1300374074151773/?ref=newsfeed	LLKC
71	Noslēguma konference	20.01.2023.	https://www.arei.lv/lv/notikumi/2023-01-20/notiks-konference-progresiva-zemkopiba-augsnes-apstrades-sistemas-saimniecibu	AREI
72	Noslēguma konference	20.01.2023.	https://www.arei.lv/lv/raksts/2023-01-20/konference-progresiva-zemkopiba-augsnes-apstrades-sistemas-saimniecibu-prakses-un	AREI
73	Notiks konference “Progresīva zemkopība – augsnes apstrādes sistēmas, saimniecību prakses un izaicinājumi”	20.01.2023.	LLKC jaunumi, automātiski izsūtīti klientu e-pastos	LLKC Izsūtīta Lauku e-lapas 20 000 abonementiem
74	Notiks konference “Progresīva zemkopība – augsnes apstrādes sistēmas, saimniecību prakses un izaicinājumi”	20.21.2023.	file:///C:/Users/Sirvide/AppData/Local/Microsoft/Windows/INetCache/Content.Outlook/J2OZWJJ2/Lauku%20E-Lapa%20(20.01.2023.).pdf	LLKC Lauku Lapa
75	konference “Progresīva zemkopība – augsnes apstrādes sistēmas, saimniecību prakses un izaicinājumi	26.01.2023.	http://www.laukutikls.lv/nozares/lauksaimnieciba/raksti/notiks-konference-progresiva-zemkopiba-augsnes-apstrades-sistemas	LLKC tiešraide uz youtube
76	konference “Progresīva zemkopība – augsnes apstrādes sistēmas, saimniecību prakses un izaicinājumi	26.01.2023.	https://www.facebook.com/LLKCOzolnieki/videos/904157094276112 Konferences ieraksts	LLKC tiešraide FB
77	Konferences “Progresīva zemkopība – augsnes apstrādes sistēmas, saimniecību prakses un izaicinājumi raksts	31.01.2023.	http://new.llkc.lv/lv/nozares/augkopiba-projekti/nosledzies-projekts-par-progresivam-zemkopibas-sistemam	LLKC
78	Konferences “Progresīva zemkopība – augsnes apstrādes sistēmas, saimniecību prakses un izaicinājumi raksts	31.01.2023.	http://www.laukutikls.lv/nozares/lauksaimnieciba/raksti/nosledzies-projekts-par-progresivam-zemkopibas-sistemam	Valsts Lauku tīkls
79	Konferences “Progresīva zemkopība – augsnes apstrādes sistēmas, saimniecību prakses un izaicinājumi raksts	31.01.2023.	Iesniegts publicēšanai AREI mājas lapā	AREI

Dalība EIP darba grupas un pieredzes apmaiņas braucieni

1. EIP grupas tikšanās, I posma sanāksme 28.11.2019, Rīgā
2. EIP grupas tikšanās, rezultātu apspriešana 04.03.2020., Rīgā
3. LLKC organizētās sadarbības partneru darba grupas sanāksme 07.05.2020.
4. Projekta vadītājas un LLKC partneru organizētā tikšanās Ozolniekos 12.09.2020.

5. EDO Consult, AREI un LLKC partneru organizētā tikšanās Ozolniekos 16.09.2020.
6. Ekspertu tikšanās par Latvijas augkopības struktūru analīzes gaitu 13.11.2020., virtuāli ZOOM platformā
7. Ekspertu un saistīto partneru sanāksme, 18.12.2020., virtuāli ZOOM platformā.
8. Augumaiņas prakse Latvijas lauksaimniecībā. Telpisko datu izpētes rezultāti. 01.07.2021.
9. Ekspertu un saistīto partneru sanāksme, Zoom sanāksme 10.12.2021.
10. EIP grupas vebinārs, 20.01.2022
11. EIP ekspertu grupas tikšanās Zoom par uztvērējaugiem 04.02.2022.
12. EIP ekspertu grupas tikšanās Zoom par uztvērējaugiem 23.02.2022
13. Pieredzes apmaiņā Lietuvā 02.-03.06.2022. Augsnes apstrādes tehnoloģijas Lietuvā.
14. EIP ekspertu grupas tikšanās Zoom platformā, 27.09.2022.
15. 13.10.2022. līdz 14.10.2022. pieredzes brauciens projekta “Progresīva zemkopības sistēma kā pamats vidi saudzējošai un efektīvai Latvijas augkopībai” partneriem par uztvērējaugiem Igaunijā
16. Projekta noslēguma konference “Progresīva zemkopība – augsnes apstrādes sistēmas, saimniecību prakses un izaicinājumi”, LLKC, Ozolnieki, 26.01.2023.

Citi rezultāti

Izdāles materiāls - buklets

1) Uztvērējaugu sējplatību potenciāls integrēti apsaimniekotajās aramzēmēs, vērtējot augu maiņu 2015.-2019. periodā, ir 272 980 ha vidēji gadā.

2) Uztvērējaugu sējplatību potenciāls bioloģiski apsaimniekotajās aramzēmēs, vērtējot augu maiņu 2015.-2019. periodā, ir 24 723 ha vidēji gadā.

Progresīva zemkopības sistēma kā pamats vidi saudzējošai un efektīvai Latvijas augkopībai

Nr. 19-00-A01612-000011

Vairāk par projektu:

<https://www.arei.lv/lv/projekti>

Projekta 1.2. aktivitāti “Uztvērējaugu audzēšanas iespējas” īstenoja:
 ZS “Lielvaicēni”
 AREI Stendes PC

NACIONĀLAIS ATTĪSTĪBAS PLĀNS 2020 EIROPAS SAVIENĪBA
EIROPAS INVESTĪCĪJU PROGRAMMA
Eiropas Lauksaimniecības fonda lauku attīstībai

Atbalsta Zemkopības ministrija un Lauku atbalsta dieneste

Uztvērējaugu maisījumi Latvijā

Galvenais ieguvums no uztvērējāgiem ilgtermiņa izmantošanā ir augsnes uzlabošana:

- Uzlabo augsnes fizikālās, ķīmiskās un bioloģiskās īpašības,
- Nodrošina aizsardzību pret augsnes eroziju un barības vielu noteci,
- Nomāc nezāles,
- Palielina barības vielu izmantošanas efektivitāti.

Uztvērējāgu piemērotību ietekmē vairāki agronomiskie un klimatiskie faktori:

- Nokrišņi un temperatūra,
- Augsnes tips un pH,
- Augsnes barības vielas,
- Priekšaugu sugas,
- Sējas laiks,
- Biomases veidošana un barības vielu uzņemšana,
- Ķīmiskais sastāvs priekšaugu atliekvielās,
- Sakņu dziļums.

Sējas laiks

jūn. jūl. 15. aug.

Plusi:

Tauriņziežu dz.

Inkarnāta āboliņš, vikis

- Veido lielāku biomasas ražu pie zemākām temperatūrām.
- Piesaista atmosfēras N zemākās temperatūrās.
- Samazina augsnes eroziju.

Krustziežu dz.

Ēļas rutks, sakņu redīss, baltā sinepe, rapsis

- Ātri augoši, nomāc rudens nezāles.
- N, K uzņēmīgi no augsnes, augu atliekām sadaloties, ātri atbrīvo N augsnē.
- Augsnes apakškārtas irdinātāji - veido dziļu un plašu sakņu sistēmu.
- Ierobežo patogēno sēņu izplatību augsnē.

Graudzāļu dz.

Rudzi, sējas auzas, viengadīgā aīrene

- Ir šķiedraina sakņu sistēma, kas uzņem un saglabā N līdz pavasarim un ilgāk.
- Augsnes aramkārtas irdinātāji un augsnes erozijas samazinātāji.
- Atbrīvo augiem nepieciejamu P un K no augsnes dziļākajiem slāņiem.
- Rada alelopātisku efektu un nomāc nezāles.

Sūreņu dz.

Griķi

- Lieliski atbrīvo augiem nepieciejamu P un K no augsnes, (rekomendē sēt, ja P deficīts augsnē).
- Aramkārtas irdinātājs.
- Rada alelopātisku efektu.
- Piesaista kukaiņus, apputeksnētājus.

Skarblapju dz.

Facēlija

- Augsnes aramkārtas irdinātājs un augsnes erozijas samazinātājs.
- Atbrīvo augiem nepieciejamu P un K no augsnes dziļākajiem slāņiem.
- Piesaista kukaiņus, apputeksnētājus.

Mīnusi:

SLIMĪBĀM, KAITĒKLIEM LABVĒLĪGA VIDE

- Krustziežu dzimta
- Graudzāļu dzimta

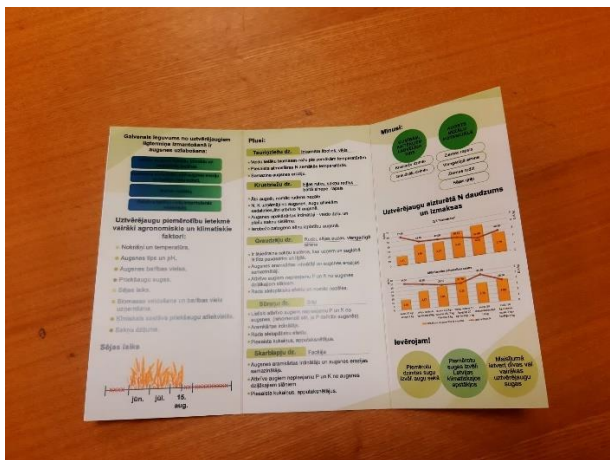
AUGSTS NEZĀĻU POTENCIĀLS

- Ziemas rapsis
- Viengadīgā aīrene
- Ziemas rudzi
- Sējas griķi

Uztvērējāgu aizturētā N daudzums un izmaksas

Ievērojam!

- Piemērotu dzimtas sugu izvēli augu sekā
- Piemērotu sugas izvēli Latvijas klimatiskajos apstākļos
- Maisījumā ietvert divas vai vairākas uztvērējāgu sugas



Pielikumi

Meteoroloģiskie rādītāji izmēģinājumu vietām tuvākajās meteostacijās 2019.-2022.gg.

	Alūksne		Bauska	Dobeļe		Kalnciems	Priekuļi		Stende		Zosēni
	Faktiski	Norma	Faktiski	Faktiski	Norma	Faktiski	Faktiski	Norma	Faktiski	Norma	Faktiski
Janvāris	-6,4	-7,6	-4,6	-3,8	-5,0	3,4	-4,9	-6,2	-3,5	-4,5	-5,7
Februāris	-0,8	-6,8	0,9	1,3	-4,7	2,6	0,1	-5,6	1,0	-4,4	-0,4
Marts	0,8	-2,5	2,9	2,9	-1,0	3,3	1,7	-1,6	1,9	-1,1	1,2
Aprīlis	7,1	4,0	8,5	8,0	5,0	6,4	8,2	4,6	7,6	4,4	6,7
Maijs	11,3	11,1	12,4	12,0	11,5	10,1	11,9	11,3	11,3	10,7	11,1
Jūnijs	18,0	14,8	19,0	19,0	15,2	19,0	18,8	15,1	18,3	14,5	17,9
Jūlijs	15,0	16,2	16,6	16,9	16,5	17,2	15,4	16,3	15,8	15,9	14,9
Augusts	15,7	15,0	17,7	17,9	15,9	17,9	16,7	15,4	16,9	15,3	15,6
Septembris	10,7	10,2	12,7	12,8	11,5	14,9	12,0	10,9	12,2	11,2	10,9
Oktobris	6,8	5,2	8,9	8,9	6,9	10,0	7,7	6,1	8,1	6,8	7,1
Novembris	2,2	-0,3	4,6	4,3	1,7	5,8	3,4	0,7	3,9	1,8	2,7
Decembris	1,1	-5,0	2,4	2,8	-2,6	0,7	...	-3,8	2,4		1,2

Mēnešu nokrišņu summa 2019

	Alūksne		Bauska	Dobeļe		Kalnciems	Priekuļi		Stende		Zosēni	
	Faktiski	Norma	Faktiski	Faktiski	Norma	Faktiski	Faktiski	Norma	Faktiski	Norma	Faktiski	
Janvāris	...		40	30,2	31,4	31	33,8	44	31	53,3	40	...
Februāris	33,6	32	30,7	23,9	23	46,6	39	22	22,1	26	47	
Marts	50,5	36	33,7	27,1	28	41,1	63	31	42,8	35	123	
Aprīlis	...	41	2,8	0,9	39	24,3	3	40	8,4	37	7,7	
Maijs	100,4	53	74,6	30,4	43	45,6	41	51	30,7	42	71	
Jūnijs	67,7	74	15,5	57	51	118	89	64	52,2	56	64,6	
Jūlijs	117	84	108,6	58,1	79	62,8	...	90	117,3	83	133,8	
Augusts	77,2	85	100,5	28,9	76	66,7	76	92	21,1	79	75	
Septembris	99,2	70	64,5	40,3	59	32,9	113	81	50,7	77	76,4	
Oktobris	81,9	62	43,1	45	53	66,2	109	64	90,3	68	83,6	
Novembris	63,3	61	44,5	50,2	55	42,7	63	60	72,9	70	67	
Decembris	47,9	54	30,2	34,8	39	45,5	77	46	47,3		71,2	

Mēnešu vidējā gaisa temperatūra 2020

	Alūksne		Bauska	Dobeļe		Kalnciems	Priekuļi		Stende		Zosēni
	Faktiski	Norma	Faktiski	Faktiski	Norma	Faktiski	Faktiski	Norma	Faktiski	Norma	Faktiski
Janvāris	1,4	-7,6	2,9	3,5	-5,0	3,4	...	-6,2	3,4	-4,5	1,6
Februāris	0,5	-6,8	2,3	2,7	-4,7	2,6	1,5	-5,6	2,2	-4,4	0,8
Marts	1,6	-2,5	3,1	3,1	-1,0	3,3	2,6	-1,6	2,5	-1,1	1,8
Aprīlis	4,3	4,0	6,0	6,4	5,0	6,4	5,2	4,6	5,2	4,4	4,6
Maijs	9,1	11,1	9,7	9,9	11,5	10,1	9,6	11,3	9,1	10,7	8,8
Jūnijs	18,3	14,8	18,4	18,0	15,2	19,0	18,5	15,1	17,4	14,5	17,7
Jūlijs	15,9	16,2	16,5	16,7	16,5	17,2	16,1	16,3	16,0	15,9	15,4
Augusts	16,0	15,0	17,6	17,8	15,9	17,9	16,8	15,4	16,9	15,3	15,7
Septembris	13,1	10,2	15,0	14,7	11,5	14,9	14,0	10,9	14,0	11,2	13,4
Oktobris	8,5	5,2	9,9	9,8	6,9	10,0	9,2	6,1	9,5	6,8	8,6
Novembris	3,3	-0,3	5,6	5,9	1,7	5,8	4,7	0,7	5,6	1,8	3,9
Decembris	-1,3		0,4	0,5		0,7	-0,1		0,5		-0,9

Mēnešu nokrišņu summa 2020

	Alūksne		Bauska	Dobeļe		Kalnciems	Priekuļi		Stende		Zosēni
	Faktiski	Norma	Faktiski	Faktiski	Norma	Faktiski	Faktiski	Norma	Faktiski	Norma	Faktiski
Janvāris	23,3	40	24,4	19,9	31	33,8	42,7	31	21,8	40	24,5
Februāris	59,5	32	39,7	36,6	23	46,6	79,3	22	72,2	26	52,5
Marts	45,7	36	33	35,6	28	41,1	55,5	31	83,5	35	36,2
Aprīlis	36,6	41	14,3	2,9	39	24,3	34,1	40	20,3	37	31
Maijs	50,1	53	21,3	32,3	43	45,6	33,6	51	37,3	42	49,3
Jūnijs	45,9	74	133,9	91,1	51	118	99,3	64	42,7	56	89
Jūlijs	82,5	84	59,3	56,6	79	62,8	133	90	60,2	83	75,9
Augusts	44,5	85	32,1	46,3	76	66,7	39,7	92	33,9	79	61,3
Septembris	67,1	70	22,5	31,4	59	32,9	68,3	81	32,4	77	56,3
Oktobris	88,2	62	67,4	56,3	53	66,2	102,2	64	41,8	68	67,3
Novembris	48,2	61	35,5	23,5	55	42,7	68,6	60	58,6	70	56,1
Decembris	41,4		29,9	24,4		45,5	30,7		19,5		35,6

Mēnešu vidējā gaisa temperatūra 2021

	Alūksne		Bauska	Dobele		Kalnciems	Priekule		Stende		Zosēni
	Faktiski	Norma	Faktiski	Faktiski	Norma	Faktiski	Faktiski	Norma	Faktiski	Norma	Faktiski
Janvāris	-5,0	-7,6	-3,9	-3,2	-5,0	-3,0	-3,8	-6,2	-2,6	-4,5	-4,4
Februāris	-7,5	-6,8	-6,6	-4,9	-4,7	-4,8	-6,2	-5,6	-4,6	-4,4	-6,7
Marts	-0,2	-2,5	1,6	2,0	-1,0	1,9	0,8	-1,6	1,3	-1,1	0,2
Aprīlis	4,7	4,0	6,1	5,7	5,0	5,7	5,2	4,6	4,7	4,4	4,6
Maijs	10,3	11,1	11,0	11,0	11,5	11,4	10,6	11,3	10,5	10,7	10,0
Jūnijs	19,0	14,8	18,7	19,1	15,2	19,7	19,5	15,1	18,1	14,5	18,4
Jūlijs	20,9	16,2	21,9	21,9	16,5	22,3	21,7	16,3	20,8	15,9	20,4
Augusts	15,1	15,0	16,1	16,1	15,9	16,1	15,6	15,4	15,4	15,3	14,9
Septembris	9,3	10,2	11,4	11,7	11,5	11,4	10,4	10,9	10,9	11,2	9,5
Oktobris	6,5	5,2	8,3	8,5	6,9	8,4	7,9	6,1	8,3	6,8	7,0
Novembris	1,8	-0,3	3,7	3,8	1,7	3,8	2,8	0,7	3,6	1,8	2,2
Decembris	-7,0	-0,3	-4,2	-3,8	1,7	-4,1	-5,3	0,7	-3,6	1,8	-6,2

Mēnešu nokrišņu summa 2021

	Alūksne		Bauska	Dobele		Kalnciems	Priekule		Stende		Zosēni
	Faktiski	Norma	Faktiski	Faktiski	Norma	Faktiski	Faktiski	Norma	Faktiski	Norma	Faktiski
Janvāris	48,1	40	27,7	36	31	73,6	30,6	31	27,4	40	37,5
Februāris	21,8	32	7,1	2,8	23	18,4	14,8	22	7,1	26	19,4
Marts	53,2	36	23,8	17,6	28	29,5	41,2	31	23,8	35	45,1
Aprīlis	38	41	22,6	19	39	33,6	39,4	40	26	37	50,3
Maijs	112,5	53	121,5	65,8	43	85,3	120,4	51	65,8	42	166,7
Jūnijs	46,4	74	58,6	32,2	51	32,5	62	66	17,3	56	49,9
Jūlijs	22,4	84	35,9	35,5	79	31,5	43,5	90	112,3	83	86,3
Augusts	151	85	126	122,3	76	126,7	94	92	139	79	155,5
Septembris	39,5	70	33,9	36,9	59	47,6	49,7	81	39,5	77	78,7
Oktobris	50	62	42,4	34,9	53	39,4	63,3	64	61,5	68	67,6
Novembris	84,1	61	50,8	43,8	55	65,3	87,9	60	60,4	70	102,8
Decembris	68,4	61	41,1	24	55	59,7	50,5	60	38,2	70	93,1

Mēnešu vidējā gaisa temperatūra 2022

	Alūksne		Bauska	Dobele		Kalnciems	Priekule		Stende		Zosēni
	Faktiski	Norma	Faktiski	Faktiski	Norma	Faktiski	Faktiski	Norma	Faktiski	Norma	Faktiski
Janvāris	-3,4	-4,9	-0,6	0,0	-2,6		-1,9	-3,7	-0,3	-2,5	-2,7
Februāris	-1,5	-5,1	0,9	1,2	-2,7		-0,4	-3,8	0,5	-2,7	-1,1
Marts	-0,6	-1,0	1,4	1,9	0,7		0,7	-0,1	1,4	0,1	-0,8
Aprīlis	4,1	5,6	5,6	5,2	6,6		4,7	6,2	4,5	5,8	4,0
Maijs	9,5	11,3	10,4	10,5	12,0		10,1	11,7	9,6	11,1	9,4
Jūnijs	16,9	15	16,9	17,0	15,6		17,3	15,3	16,7	14,7	16,5
Jūlijs	17,0	17,4	17,7	17,7	18,1		17,6	17,7	17,0	17,3	16,9
Augusts	19,2	16,1	20,4	20,2	17,4		20,0	16,7	19,4	16,6	16,7
Septembris	8,6	11,1	10,6	10,6	12,6		9,4	11,9	9,8	12,1	8,5
Oktobris	7,3	5,3	9,6	9,8	7,0		8,6	6,2	9,3	6,8	7,8
Novembris	0,7	0,4	2,7	2,7	2,5		1,8	1,5	2,9	2,5	1,2
Decembris	-4,8	-3,0	-3,4	-3,2	-0,8		-3,8	-1,8	-2,5	-0,8	-4,8

Mēnešu nokrišņu summa 2022

	Alūksne		Bauska	Dobele		Kalnciems	Priekule		Stende		Zosēni
	Faktiski	Norma	Faktiski	Faktiski	Norma	Faktiski	Faktiski	Norma	Faktiski	Norma	Faktiski
Janvāris	80,4	55,4	52,6	39,8	38,6	78,9	74,6	51,2	73,1	52,0	113,8
Februāris	74,9	43,9	50,5	41,5	29,6	64,2	74,4	40,4	68,1	39,1	100,7
Marts	4,5	40,8	10,4	2,9	29,6	14,2	5,5	37,4	4,4	38,5	14,2
Aprīlis	40,3	40,5	33,8	41,0	32,3	42	49,5	42,2	40,1	38,1	67,6
Maijs	67,9	63,1	54,4	55,2	42,9	61,8	77,7	57,6	42,0	46	134,7
Jūnijs	168,6	90,3	59	63,8	66,6	85,7	52,5	84,0	48,2	71,4	111,6
Jūlijs	51,6	82,9	93,9	80,4	77,1	91,1	61,2	85,2	159,2	78,1	71,5
Augusts	145,4	82,9	106,8	64,9	64	101,6	118	84,6	72,7	83,4	96,1
Septembris	29,8	63,7	25,5	29,1	53,8	55,4	31,4	58,1	41,1	64,0	18,3
Oktobris	62,1	73,8	29,3	22,5	62,2	41,8	88,3	77,2	34,1	47,9	88,4
Novembris	41,7	61,0	21,5	30,7	45	33,2	45,2	57,7	28,3	57,5	36,7
Decembris	45,6	52,0	43,7	37,7	38,8	56,6	56,2	50,7	44,3	52,5	46,3

Augsnes paraugu noņemšanas metodika

<https://www.vaad.gov.lv/lv/augsnes-laboratoriska-testesana>

“Vienu paraugu var ņemt no platības, kas nav lielāka par 6 ha. Katra platība veido vienu paraugu ņemšanas laukumu.

Katru paraugu ņem, ejot pa laukuma garāko diagonāli un veicot 15-20 zondējumus vai rakumus ar lāpstu 20cm dziļumā. Atsevišķos zondējumos vai rakumos paņemto augsni ievieto spainī, rūpīgi samaisa.

No samaisītās augsnes paņem vienu vidējo augsnes paraugu (apmēram 0,5 līdz 1 kg), ko ievieto tīrā traukā (piemēram, plastmasas spainī vai auduma maisiņā). Ja tiek ņemti vairāki paraugi, katru paraugu skaidri identificē.

Paraugus ņem no viendabīgas augsnes, vienā paraugā nedrīkst apvienot augsni ar atšķirīgu granulometrisku sastāvu (piemēram, smilts un māls), ar dažādu organisko vielu saturu vai no dažādiem augsnes tiptiem (piemēram, velēnu karbonātu un podzolētās augsnes).

Paraugu nedrīkst ņemt nesen kaļķotā vai mēsloātā laukā, paraugu ņem ne ātrāk kā vienu mēnesi pēc kaļķošanas vai mēslošanas.”

Paraugi, cik iespējams, nedrīkst saturēt nesadalījušās augu daļas, dzīvnieku atliekas, akmeņus vai citus piemaisījumus.

Vidējie augsnes mitruma rādītāji pa gadiem un sezonām						
	22R	22P	21R	21P	20R	20P
KAL A	-	24,3	20,1	24,3	34,7	28,2
KAL B	21,3	23,1	19,1	23,1	38,1	27,4
KAL C	15,4	33,1	24,9	33,1	37,7	30,1
TER A	12,8	21,6	6,2	21,6	18,0	18,3
TER B	8,1	25,0	7,5	25,0	23,8	22,5
STR A	13,6	28,9	14,1	28,9	22,1	19,9
STR B	17,4	28,1	14,9	28,1	25,5	23,2
STR C	16,3	30,7	17,4	30,7	30,0	25,3
KRI A	15,5	29,2	20,6	29,2	31,8	19,1
KRI B	17,0	34,1	22,9	34,1	32,3	36,9
LID B	27,1	34,7	29,7	32,1	33,6	36,2
LID C	27,1	32,3	28,0	29,2	32,0	34,9
ROZ A	25,7	37,5	26,9	34,7	24,4	34,1
ROZ B	24,7	21,3	24,7	33,5	24,4	30,3
ROZ C	23,5	24,6	25,6	33,0	24,6	28,8
RIE A	17,3	31,0	31,6	37,8	35,1	39,6
RIE B	20,8	27,9	37,6	50,5	33,8	39,3
RIE C	26,5	29,6	40,8	53,8	33,9	39,5
BUL A	17,6	21,7	24,5	37,6	24,9	34,7
BUL B	20,9	25,0	34,3	45,9	25,8	38,0

4. pielikums

Vidējie penetrometriskās pretestības rādītāji pa saimniecībām atkarībā no augsnes apstrādes tehnoloģijas un sezonas, N cm⁻².

Tehnoloģija	Gads	BUL	KRI	KAL	LID	RIE	ROZ	STR	TER
A	2020R	160	302	228		209	155	175	167
	2020P	245	302	228		242	242	175	167
B	2020R	150	260	210	172	203	154	212	307
	2020P	260	260	210	253	234	263	212	307
C	2020R			223	156	181	153	268	
	2020P			223	245	234	245	268	
A	2021R	298	302	228		306	296	175	167
	2021P	283	260	153		207	233	123	143
B	2021R	298	260	210	272	305	304	212	307
	2021P	270	202	143	227	228	261	180	275
C	2021R			223	270	310	305	268	
	2021P			226	228	225	246	237	
A	2022R	318	453	226		300	287	257	493
	2022P	300	278	235		302	284	225	162
B	2022R	324	417	335	276	315	273	238	587
	2022P	298	233	248	270	309	282	223	277
C	2022R			327	290	314	310	401	
	2022P			250	280	308	302	282	

5. pielikums

Augsnes tilpummasas rādītāji

				2021		2022	
				P	R	P	R
4.gr.	KAL	A		1,2	1,2	1,2	-
		B		1,2	1,2	1,2	1,3
		C		1,2	1,3	1,2	1,2
4.gr.	TER	A		1,2	1,3	1,2	1,3
		B		1,2	1,3	1,3	1,3
		C		1,3	1,3	1,3	1,3
3.gr.	STR	A		1,1	1,3	1,2	1,3
		B		1,2	1,3	1,1	1,2
		C		1,3	1,3	1,3	1,3
1.gr.	KRI	A		1,2	1,2	1,2	1,2
		B		1,2	1,2	1,2	1,3
1.gr.	BUL	A		1,3	1,4	1,4	1,3
		B		1,3	1,4	1,3	1,3
3.gr.	LID	B		1,3	1,2	1,2	1,2
		C		1,3	1,2	1,2	1,2
2.gr.	RIE	A		1,1	1,3	1,2	1,2
		B		1,3	1,3	1,2	1,2
		C		1,1	1,3	1,3	1,2
3.gr.	ROZ	A		1,4	1,4	1,2	1,4
		B		1,3	1,2	1,3	1,3
		C		1,4	1,4	1,4	1,4

Datu matemātiskā apstrāde

ANOVA					
Pretestība					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	106029,129	2	53014,565	8,563	,000
Within Groups	8821893,465	1425	6190,802		
Total	8927922,594	1427			

Correlations ^a			
		Pretestība	Mitrums
Pretestība	Pearson Correlation	1	-,002
	Sig. (2-tailed)		,954
	N	648	648
Mitrums	Pearson Correlation	-,002	1
	Sig. (2-tailed)	,954	
	N	648	648

a. Tehnoloģija_ = A

Correlations ^a			
		Pretestība	Mitrums
Pretestība	Pearson Correlation	1	-,312**
	Sig. (2-tailed)		,000
	N	480	480
Mitrums	Pearson Correlation	-,312**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	
	N	480	480

r=-,312**

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

a. Tehnoloģija_ = B

Correlations ^a			
		Pretestība	Mitrums
Pretestība	Pearson Correlation	1	-,348**
	Sig. (2-tailed)		,000
	N	300	300
Mitrums	Pearson Correlation	-,348**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	
	N	300	300

r=-,348**

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

a. Tehnoloģija_ = C

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: Pretestība					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1700531,786 ^a	19	89501,673	17,436	,000
Intercept	90159790,319	1	90159790,319	17564,428	0,000
Tehnoloģija	235915,885	2	117957,942	22,980	,000
Saimniecība	789598,381	7	112799,769	21,975	,000
Tehnoloģija * Saimniecība	831966,590	10	83196,659	16,208	,000
Error	7227390,808	1408	5133,090		
Total	102063976,890	1428			
Corrected Total	8927922,594	1427			

a. R Squared = ,190 (Adjusted R Squared = ,180)