

# Atskaite

*par ZM subsīdiju projektu*

**„Minimālās augsnes apstrādes ietekme uz augsnes  
auglības saglabāšanu, kaitīgo organismu attīstību un  
izplatību, ražu un tās kvalitāti bezmaiņas sējumos”**

Projekta vadītāja:

**Biruta Bankina, Dr. biol.,**

vadošā pētniece, profesore

**Jelgava  
2020**

**Galvenie izpildītāji:**

Gunita Bimšteine  
Zinta Gaile  
Ilze Vircava  
Madara Darguža  
Adrija Dorbe  
Linda Šterne

**Studējošie:**

Jānis Kaņeps  
Zane Daugule  
Irina Petrova  
Baiba Buša  
Kalvis Bērziņš  
Edgars Bajinskis – brīvprātīgais darbs, izstrādā bakalaura darbu  
Kristaps Zemītis – brīvprātīgais darbs, izstrādā bakalaura darbu  
Ričards Dāvis Lellis – brīvprātīgais darbs, izstrādā bakalaura darbu

**Pārējie:**

Ingrīda Neusa-Luca  
Inga Skuja  
Andris Bāliņš  
Nauris Cielava

## ANOTĀCIJA

*Minimālās augsnes apstrādes ietekme uz augsnes auglības saglabāšanu, kaitīgo organismu attīstību un izplatību, ražu un tās kvalitāti bezmaiņas sējumos* (2020). Latvijas Lauksaimniecības universitāte. Jelgava, LLU. 41 lpp., 4 tab., 39. att.

2008. gada rudenī LLU mācību pētījumu saimniecībā „Pēterlauki” iekārtos stacionārs ar trim augu maiņas variantiem un diviem augsnes apstrādes veidiem – tradicionālo un minimālo augsnes apstrādi: 1) augsnes apstrāde (A1 – aršana 22 – 22 cm dziļumā; A2 – bez apvēršanas apstrāde (lobīšana) līdz 10 cm dziļumā, turpmāk tekstā “arts” un “nearts”); 2) augu maiņa (B1 – ziemas kvieši bezmaiņas sējumā; B2 – ziemas kvieši–ziemas kvieši–ziemas rapsis; B3 – ziemas kvieši–ziemas rapsis–mieži–pupas).

Pētījumu mērķis: ir skaidrot bezapvēršanas augsnes apstrādes, salīdzinājumā ar tradicionālo (aršanu) augsnes apstrādi, bezmaiņas un dažādas augmaiņas sējumos ietekmi uz augsnes izmantošanas ilgtspējību un bioloģiskās daudzveidības saglabāšanu: ražas lielumu un kvalitāti, augsnes fizikālo īpašību un ķīmiskā sastāva izmaiņām ilgtermiņā, kaitīgo organismu attīstību un izplatību.

2020. gadā augstākā kviešu raža iegūta variantā, kur augsne netika arta, bet tikai tajos laukos, kur priekšaugi bija kultūraugi ar dziļu, zarotu sakņu sistēmu. Sējot kviešus atkārtoti, augstāka raža iegūta artajā variantā. 2020. gadā augsnes apstrādes veids neietekmēja rapša un pupu ražu. Kultūraugu dažādošana augu maiņā palielināja kviešu ražu un līdz ar to augu maiņas kopējo enerģētisko produktivitāti, ja salīdzina ar kviešu bezmaiņas variantu. Augsnes apstrādes veids neietekmēja iegūtās enerģijas daudzumu.

Ilggadīgā izmēģinājuma augšņu agrofizikālo īpašību pētījuma dati 10 gadus, parāda, ka ir mainījušās augsnes īpašības. Augsnes īpašībās mainās lēni, pirmās izmaiņas konstatētas tikai pēc sešiem gadiem. Ilgtermiņā lielāka augsnes sablīvēšanās novērojama neartajos laukos visā augsnes profilā. Visu barības elementu (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O) mazāka iznese novērota bezmaiņas sējumā, ja augsne nav tikusi arta. Neartajos laukos organiskā oglekļa daudzums ir samazinājies par 0.6%, bet artajos laukos samazinājums nav novērojams.

Augsnes aršana būtiski samazina gan nezāļu skaitu, gan nezāļu zaļās masas lielumu.

Kviešu nozīmīgāko lapu slimību – kviešu lapu dzeltenplankumainības un pelēkplankumainības sastopamība mainās pa gadiem, dominējošā slimība ir dzeltenplankumainības. Dzeltenplankumainības attīstības pakāpe visos augu maiņas variantos ir augstāka nekā laukos, kur augsne arta. Agrotehniskie paņēmieni neietekmē pelēkplankumainības attīstību.

Kviešu stiebra pamatnes slimības galvenokārt ierosina sēnes no *Fusarium* un *Oculimacula* ģintīm. Kopumā inficētajos stiebrus atrastas sēnes no dažādām ekoloģiskajām nišām. Precīza identifikācija iespējama tikai izmantojot molekulāri-ģenētiskās metodes, turklāt sugu noteikšanai ir jāsekvencē specifiski reģioni.

Dažādu agrotehnisko paņēmieni ietekmi uz augu attīstību un ražas veidošanos, augsnes fizikālajām un ķīmiskajām īpašībām, bioloģisko daudzveidību var noteikt tikai ilgtermiņa izmēģinājumos, jo rezultātus ietekmē dažādu faktoru kopums.

## IEVADS

Mūsdienās izvirzītie jautājumi par augsnes auglības saglabāšanu un pārtikas nodrošināšanu arvien pieaugošajam cilvēku skaitam nav nekas jauns. Tie iztirzāti jau Sanskrita rakstos (3500–4000 g. p.m.ē.): „No nelielā augsnes daudzuma atkarīga mūsu izdzīvošana. Kopiet to, un tā dos mums pārtiku, kurināmo, pajumti un ieskaus mūs ar skaistumu. Ja to izmantosiet ļaunprātīgi, augsne ies bojā, paņemot līdzī cilvēkus”.

Pēdējās desmitgadēs dažādos kontekstos arvien biežāk izvirzās prasība saimniekot ilgtspējīgi, t.i., tā, lai arī nākamās paaudzes varētu sevi nodrošināt ar pārtiku, lopbarību, šķiedru, biomasu ekonomiski izdevīgā ražošanas procesā, vienlaikus neveicinot augsnes un vides kopumā degradāciju un piesārņošanu. Lielbritānijas zinātnieki (Johnston, Poulton, 2018) raksta, ka vienīgais reālais lauksaimniecības sistēmas ilgtspējas novērtējums ir kultūraugu raža, un, lai ražu saglabātu esošā līmenī vai palielinātu, ir jābūt harmonijai starp audzēto kultūraugu, augsni, klimatu un sistēmas apsaimniekošanu.

Lai saņemtu atbildes uz jautājumiem, kā to vislabāk izdarīt, liela nozīme ir ilggadīgiem lauka izmēģinājumiem, kas balstās uz atkal un atkal atkārtotiem vienu un to pašu rādītāju mērījumiem, kas ir vienīgā praktiskā iespēja novērtēt zemkopības sistēmas ilgtspēju ilgā laika periodā konkrētā agroekoloģiskā zonā, kurā izmēģinājumi ierīkoti. Jāuzsver tas, ka lielākā daļa galveno izmaiņu notiek ilgstošā laika periodā, nevis īstermiņā, kādi ir vairums lauka pētījumu. Par ilggadīgu uzskata lauka izmēģinājumu, kurā vērtējumi veikti 20 gadus un ilgāk, bet par klasisku ilggadīgo izmēģinājumu – tādu, kur pētījumi veikti jau 50 gadus un ilgāk. Ilggadīgo lauka izmēģinājumu spilgtākie piemēri pasaulē un Latvijā ir aprakstīti iepriekš (Gaile, Ruža, 2017), dodot nelielu ieskatu arī par 2008. g. rudenī LLU LF MPS „Pēterlauki” uzsākto ilggadīgo lauka izmēģinājumu.

Bezapgūšanas augsnes apstrādes tehnoloģijas kļūst aizvien populārākas, jo tās ļauj taupīt resursus, un, tiek uzskatīts, novērst augsnes eroziju. Tajā pašā laikā augu atlieku uzkrāšanās augsnes virskārtā var veicināt kaitīgo organismu savairošanos, kā arī paaugstina sējumu nezālainību. Tirgus situācija veicina kviešu īpatsvara palielināšanos sējumu struktūrā, tādejādi bieži kvieši tiek audzēti bezmaiņas sējumos vai “ītajā rotācijā” – kvieši un rapsis.

Raža un tās kvalitāte ir galvenais rādītājs agrotehnisko pasākumu efektivitātes izvērtēšanā, taču, lai izprastu iegūtos rezultātus, ir nepieciešams izvērtēt augu fenoloģisko attīstību un ražas struktūrelementus. Katra augu maiņas varianta kopējās produktivitātes novērtēšanai artajā un neartajā variantā vairāku gadu garumā ir nepieciešams vienots rādītājs. Dažādu kultūraugu produktivitāti var savstarpēji salīdzināt, aprēķinot iegūtās ražas enerģētisko vērtību, to izsakot MJ ha<sup>-1</sup>.

Augsnes agrofizikālās īpašības nosaka gaisa un ūdens attiecību, mitruma saglabāšanu. Lietotā mēslojuma efektivitāte ir atkarīga no tā, cik efektīvi augi to izmanto, lai to aprēķinātu, ir jānosaka augu barības elementu saturs augā un kopējā barības vielu iznese.

Dažādu kviešu slimību attīstību lielā mērā nosaka augsnes apstrādes un augu maiņas variants. Kviešu stiebra pamatnes slimība ir kompleksa, to ierosina vairāki patogēni, kas atšķirīgi reaģē uz fungicīdu lietošanu un agrotehniskajiem pasākumiem, tāpēc būtiski svarīga ir to precīza identifikācija, ko var veikt tikai ar ģenētiski molekulārajām metodēm.

Atkarībā no augsnes apstrādes paņēmiena un augu maiņas mainās nezāļu spektrs, līdz ar to jānovērtē iespējamie riski ilgtermiņā.

Ir nepieciešamas agroekonomiski izvērtēt jauno tehnoloģiju priekšrocības un trūkumus, kā arī dot priekšlikumus par šādu tehnoloģiju izmantošanas iespējām integrētajā laukaugu audzēšanā. Šādi pētījumi ir jāturpina daudzus gadus, pat gadu desmiti, jo, kā parāda Eiropas prakse, audzēšanas tehnoloģiju ietekme ir novērtējama tikai ilgstošā laika periodā. Ilgtspējīgas augkopības pamatā ir racionāla augsnes izmantošana un pakāpeniska

tās auglības uzlabošana, tādēļ ir nepieciešamas zināšanas par tehnoloģiju ietekmi uz augsnes auglības izmaiņām, mēslošanas un augu aizsardzības pasākumu nepieciešamību.

**Pētījumu mērķis: ir skaidrot** bezapvēršanas augsnes apstrādes, salīdzinājumā ar tradicionālo (aršanu) augsnes apstrādi, bezmaiņas un dažādas augu maiņas sējumos ietekmi uz augsnes izmantošanas ilgtspējību un bioloģiskās daudzveidības saglabāšanu: ražas lielumu un kvalitāti, augsnes fizikālo īpašību un ķīmiskā sastāva izmaiņām ilgtermiņā, kaitīgo organismu attīstību un izplatību.

**Pētījuma uzdevumi:**

1. Noteikt kultūraugu ražību un ražas kvalitāti, kā arī kopējo produktivitāti atkarībā no augsnes apstrādes un augu maiņas varianta:
  - 1.1. Vērtēt augu fenoloģisko attīstību;
  - 1.2. Noteikt ražu, ražas kvalitāti un tās struktūrelementus;
  - 1.3. Vērtēt augu maiņas variantu kopējo produktivitāti ( $\text{MJ ha}^{-1}$ ).
  
2. Noteikt augsnes agrofizikālos rādītājus un barības vielu izmantošanos atkarībā no augsnes apstrādes un augu maiņas varianta:
  - 2.1. Noteikti augsnes agrofizikālās īpašības (ūdens filtrācijas spēju, kapilāro porainību, augsnes drupatainību u.c.);
  - 2.2. Noteikt augu barības vielu izmantošanos;
  - 2.3. Noteikt oglekļa uzkrāšanos.
  
3. Noteikt sējumu nezālainību un kviešu slimību attīstību atkarībā no augsnes apstrādes un augu maiņas:
  - 3.1. Noteikt sējumu nezālainību;
  - 3.2. Noteikt kviešu lapu slimību attīstības pakāpi;
  - 3.3. Noteikt stiebra pamatnes slimību izplatību un identificēt tās ierosinātājus, izmantojot ģenētiski molekulārās metodes.
  
4. Izvērtēt tehnoloģiju priekšrocības un trūkumus ilgstošā laika periodā, sniegt priekšlikumus par šo tehnoloģiju izmantošanas iespējām integrētajā laukaugu audzēšanā (novembris-marts).

# 1. METODIKA

## 1.1. Izmēģinājumu iekārtošana

LLU LF MPS "Pēterlauki" 2008. gada rudenī iekārtoja divfaktoru izmēģinājums ar mērķi skaidrot bezapvēršanas augsnes apstrādes, salīdzinājumā ar tradicionālo (aršanu) apstrādi, ietekmi uz augsnes izmantošanas ilgtspējību un bioloģiskās daudzveidības saglabāšanu dažādos augu maiņas variantos.

1. tabula

Izmēģinājumu shēma 2012 - 2022. g. ražai\*.

Gads	1. sleja	2. sleja	3. sleja	4. sleja
	Nearts	Arts	Arts	Nearts
2012	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. kvieši
2013	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. rapsis	V. rapsis
2014	V. kvieši	V. kvieši	V. kvieši	V. kvieši
1015	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. kvieši
2016	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. rapsis	Z. rapsis
2017	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. kvieši
2018	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. kvieši
2019	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. rapsis	Z. rapsis
2020	<b>Z. kvieši</b>	<b>Z. kvieši</b>	<b>Z. kvieši</b>	<b>Z. kvieši</b>
2021	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. kvieši
2022	Z. kvieši <b>1. lauks</b>	Z. kvieši <b>2.</b>	Z. rapsis <b>3.</b>	Z. rapsis <b>4.</b>
2012	Z. kvieši	Z. kvieši	V. rapsis	V. rapsis
2013	V. rapsis	Z. rapsis	Z. kvieši	Z. kvieši
2014	V. mieži	V. mieži	Z. rapsis	Z. rapsis
1015	V. rapsis	V. rapsis	V. mieži	V. mieži
2016	Z. kvieši	Z. kvieši	Pupas	Pupas
2017	Z. rapsis	Z. rapsis	Z. kvieši	Z. kvieši
2018	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. rapsis	Z. rapsis
2019	Z. kvieši	Z. kvieši	V. mieži	V. mieži
2020	<b>Z. rapsis</b>	<b>Z. rapsis</b>	<b>Pupas</b>	<b>Pupas</b>
2021	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. kvieši
2022	Z. kvieši <b>5.</b>	Z. kvieši <b>6.</b>	Z. rapsis <b>7.</b>	Z. rapsis <b>8.</b>
2012	V. rapsis	V. rapsis	Z. mieži	Z. mieži
2013	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. rapsis	V. rapsis
2014	Pupas	Pupas	V. kvieši	V. kvieši
1015	Z. kvieši	Z. kvieši	Pupas	Pupas
2016	Z. rapsis	Z. rapsis	Z. kvieši	Z. kvieši
2017	V. mieži	V. mieži	Z. rapsis	Z. rapsis
2018	Pupas	Pupas	V. mieži	V. mieži
2019	Z. kvieši	Z. kvieši	Pupas	Pupas
2020	<b>Z. rapsis</b>	<b>Z. rapsis</b>	<b>Z. kvieši</b>	<b>Z. kvieši</b>
2021	V. mieži	V. mieži	Z. rapsis	Z. rapsis
2022	Pupas <b>9.</b>	Pupas <b>10.</b>	V. mieži <b>11.</b>	V. mieži <b>12.</b>

\*Tabulā ir 1. atkārtojums, 2. atkārtojums tādā pašā secībā, lauku numuri no 13 līdz 24.

Vispirms 2008./2009. gadā bija iesēts izlīdzinošais sējums – ziemas kvieši (*Triticum aestivum*) visā lauka platībā, bet 2010. gadā saskaņā ar izmēģinājuma shēmu tika iekļauts arī ziemas rapsis (*Brassica napus*), 2011. gadā – vasaras mieži (*Hordeum vulgare*), bet, sākot ar 2016. gadu, arī lauka pupas (*Vicia faba*). Pašlaik ir trīs augmaiņas varianti: B1 – ziemas kvieši bezmaiņas sējumā; B2 – ziemas kvieši–ziemas kvieši–ziemas rapsis; B3 ziemas kvieši–ziemas rapsis–mieži–pupas (1. tabula).

#### **Izmēģinājuma varianti:**

1) augsnes apstrāde (A1 – aršana 22 – 24 cm dziļumā (turpmāk tekstā – arts); A2 – bez apvēršanas apstrāde (lobīšana) līdz 10 cm dziļumā (turpmāk tekstā “nearts”);

2) augu maiņa (B1 – ziemas kvieši bezmaiņas sējumā, turpmāk tekstā K-K-K; B2 – ziemas kvieši–ziemas kvieši–ziemas rapsis, turpmāk tekstā K-K-R; B3 ziemas kvieši–ziemas rapsis–mieži–pupas; turpmāk tekstā K-R-M-P).

Lauka izmēģinājums iekārtots divos atkārtojumos (pēc nepieciešamības tiek iekārtoti sub-atkārtojumi) viena lauka platība – ap 0.25 ha, lai varētu pielietot ražošanā izmantojamo tehniku un lauka izmēģinājums būtu maksimāli tuvināts ražošanas apstākļiem. Izmēģinājuma lauka kopējā platība ir 6 ha.

Pētījums veikts putekļaina smilšmāla lesivētā brūnaugsnē ar vidēji labu dabisko drenētību, taču atsevišķos periodos, kad augsne ir piesātināta ar ūdeni un plaisas nobloķējuši uzbrīdušie māla minerāli, iespējama virsūdeņu uzkrāšanās augsnes virspusē. Augsne ir salīdzinoši labi iekopta, ar neitrālu reakciju, vidēji augstu P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> un augstu K<sub>2</sub>O saturu.

## **1.2. Agrotehniskie pasākumi 2019.–2020. gadā**

Izmēģinājumā izmantota tradicionālā agrotehnika, kas raksturīga katram kultūraugam Zemgales reģionā. Visos variantos veikti vieni un tie paši sējumu kopšanas pasākumi neatkarīgi no priekšauga un augsnes apstrādes varianta.

**Ziemas kvieši** iesēti 2019. gada 10. septembrī, augsnes apstrāde un priekšaugi atbilstoši shēmai, izmantota šķirne ‘Skagen’, izsējas norma 500 dīgstošas sēklas m<sup>2</sup>.

Sēkla kodināta, izmantojot kodni Celest Trio 060 FS (25 g L<sup>-1</sup> fludioksonils; 25 g L<sup>-1</sup> difenokonazols; 10 g L<sup>-1</sup> tebukonazols) ar deva 1.5 L t<sup>-1</sup>.

Pamatmēslojumā iestrādāts kompleksais mēslojums reizē ar sēju 250 kg ha<sup>-1</sup> (NPK 10-26-26). Papildmēslojumā lietots amonija nitrāts (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>) 24.03.20 250 kg ha<sup>-1</sup>, otrā papildmēslošana veikta 28. aprīlī, lietojot amonija nitrātu 200 kg ha<sup>-1</sup>. Lietots ārpussakņu mēslojums YaraVita® GRAMITREL (N – 3.9%; MgO – 15.2%; Cu – 3.0%; Mn – 9.1%, Zn – 4.9%) 2 L ha<sup>-1</sup> 20. aprīlī, Nitrophoska 20-20-20 1.5 kg ha<sup>-1</sup> 23. maijā un YaraVita® THIOTRA (N 10.5 %; S 22.8 %) 2 L ha<sup>-1</sup> 17. jūnijā.

Sējumā izmantoti sekojoši pesticīdi:

- ✓ Herbicīds Hussar Activ Plus (2,4-D 2-etilheksil esteris 300 g L<sup>-1</sup>; Nātrija metiljodosulfurons 10 g L<sup>-1</sup>; Metil-tiēnkarbazons 7,5 g L<sup>-1</sup>) devu 1 L ha<sup>-1</sup> 20. aprīlī.
- ✓ Augšanas regulatori Cycocel 750 (hlormekvāta hlorīds 750.0 g L<sup>-1</sup>), deva 1 L ha<sup>-1</sup> 20. aprīlī un Medax Max (kalcijs proheksadions 50 g kg<sup>-1</sup>, etil-trineksapaks 75 g kg<sup>-1</sup>), deva 0.5 kg ha<sup>-1</sup> 23. maijā.
- ✓ Fugicīds Opera N (epoksikonazols 62.5 g L<sup>-1</sup>, piraklostrobīns; 85.0 g L<sup>-1</sup>), deva 1.2 L ha<sup>-1</sup> 17. jūnijā.

**Ziemas rapsis** iesēts 2019. gada 19. augustā, augsnes apstrāde un priekšsargs atbilstoši shēmai, izmantota šķirne 'Hymalay CL', izsējas norma 80 dīgstošas sēklas m<sup>2</sup>.

Pamatmēslojumā reizē ar sēju iestrādāts kompleksais mēslojums (NPK 10-26-26) 250 kg ha<sup>-1</sup>. Papildmēslojumā izmantots amonija nitrāts (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>) 250 kg ha<sup>-1</sup> 1. aprīlī, un 200 kg ha<sup>-1</sup> 20. aprīlī un amonija sulfāts (N-NH<sub>4</sub> 21%; S 24 %) ar devu 200 kg ha<sup>-1</sup> 8. aprīlī.

Izmantoti arī ārpussakņu mēslojumi:

- ✓ YaraVita Bortrac (Bors 10,9%) ar devu 2 L ha<sup>-1</sup> un YaraVita Brasitrel Pro (N – 4.5%; MgO – 7.7%; CaO – 8.0%; Mn – 3.6%, B – 3.9%; Mo – 0.3%) ar devu 2 L ha<sup>-1</sup> 08.04.2020;
- ✓ YaraVita Bortrac (Bors 10,9%) ar devu 2 L ha<sup>-1</sup>, YaraVita Brasitrel Pro (N – 4.5%; MgO – 7.7%; CaO – 8.0%; Mn – 3.6%, B – 3.9%; Mo – 0.3%) ar devu 2 L ha<sup>-1</sup> un YaraVita® THIOTRAC (N 15.2 %, S 22.8 %) ar devu 2 L ha<sup>-1</sup> 22.04.2020

Sējumā izmantoti sekojoši pesticīdi:

- ✓ Herbicīdi – Clamox (imazamokss 17,5 g L<sup>-1</sup>, metazahlors 375 g L<sup>-1</sup>) ar devu 2 L ha<sup>-1</sup> un virsmas aktīvā viela Dash 0.5 L ha<sup>-1</sup> 23.09.2019, kā arī lietots herbicīds Targa Super (etil-kvizalofops-P 50 g L<sup>-1</sup>) 1 L ha<sup>-1</sup> 05.09.2019 un 22.04.2020;
- ✓ Insekticīdi – Proteus OD (tiakloprīds 100 g L<sup>-1</sup>) ar devu 0.75 L ha<sup>-1</sup> 08.04.2020, Fastac (alfa-cipermetrīns 50.0 g L<sup>-1</sup>) ar devu 0.25 ha<sup>-1</sup> 22.04.2020 un Avaunt (indoksakarbs 150 g L<sup>-1</sup>) ar devu 0.17 L ha<sup>-1</sup> 27.04.2020.

**Pupas** iesētas 2020. gada 30. martā, augsnes apstrāde un priekšsargs atbilstoši shēmai, izmantota šķirne 'Laura', izsējas norma 45 dīgstošas sēklas m<sup>2</sup>.

Pamatmēslojumā iestrādāts kompleksais mēslojums reizē ar sēju 200 kg ha<sup>-1</sup> (NPK 15-15-15).

Sējumā izmantoti sekojoši pesticīdi:

- ✓ Herbicīdi – Stomp® CS (pendimetalīns 455 g L<sup>-1</sup>) ar devu 2 L ha<sup>-1</sup> 15.04.2020 un Basagran 480 (bentazons 480 g L<sup>-1</sup>) ar devu 2 L ha<sup>-1</sup> 22.05.2020
- ✓ Insekticīds Proteus OD (tiakloprīds 100 g L<sup>-1</sup>) ar devu 0.75 L ha<sup>-1</sup> 05.06.2020.

### 1.3. Izmēģinājumos veiktie novērojumi un analīzes

**Laukaugu raža** iegūta ar tiešās ražas uzskaites metodi un aprēķināta pie standartmitruma un 100 % tīrības. Standartmitrums kviešu graudiem un pupu sēklām ir 14%, bet rapsim – 8%.

Lai salīdzinātu dažādu augu maiņas shēmu efektivitāti, var izmantot enerģētisko ieguvumu, jo nevar tieši salīdzināt dažādu laukaugu ražu. **Enerģijas ieguvums** no augu maiņas un augsnes apstrādes veida aprēķināts no trīs sezonu datiem – 2016./2017. un 2017./2018 un 2018./2019. Enerģētiskā vērtība (MJ kg<sup>-1</sup>) tika iegūta atbilstoši standartam LVS EN ISO 18125:2017. Enerģētiskā vērtība tika izmantota lai aprēķinātu enerģijas ieguvumu jeb enerģētisko ražu no hektāra (GJ ha<sup>-1</sup>).

Izmēģinājumā tika noteikti ziemas kviešu **ražas struktūrelementi**: produktīvo stiebru skaits m<sup>-2</sup>, graudu skaits vārpā, 1000 graudu masa. Ražas struktūrelementu un graudu/sēklu:salmu attiecības noteikšanai ievākti augu paraugkūļi – labībām katrā atkārojumā 3 reizes 0.125 m<sup>2</sup> platībā, lauka pupām un rapsim 2 reizes 0.5 m<sup>2</sup> katrā atkārojumā. Kviešu 1000 graudu masa aprēķināta no nokultās ražas pēc standarta LVS EN ISO 520:2011.

Ziemas kviešu **ražas kvalitātes** rādītāji: proteīna saturs(%), lipekļa saturs (%), zeleny indekss un tilpummasa (kg hL<sup>-1</sup>), noteikti ar ekspresmetoti, izmantojot Infratec NOVA. Krišanas skaitlis (sek) noteikts pēc Hagberga-Pertena metodes (ISO 3093:2009).



**Augu barības elementu** (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> un K<sub>2</sub>O) bioloģiskā iznese ir barības elementu daudzums, kas tiek iznests ar visu auga masu (graudi (sēklas), salmi un saknes). Barības elementu iznese tiek matemātiski aprēķināta, ņemot vērā noteikto augu daļu ražu un barības elementu saturu tajā.

$$I = \frac{m \times s \times c}{100 \times 100} \times 1000$$

kur I – augu barības elementu (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> un K<sub>2</sub>O) iznese, kg ha<sup>-1</sup>;  
 m – kultūraugu daļas raža, t ha<sup>-1</sup>;  
 s – sausnes saturs augu daļā, %;  
 c – barības elementa (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> un K<sub>2</sub>O) saturs saussnē, %.

Izmantojot noteikto barības elementu saturu katrā augu daļā un katras augu daļas masu, tiek aprēķināta iznese ar katru augu daļu atsevišķi. Augu barības elementu saturs noteikts analītiski laboratorijā: kopslāpekļis (N) - LVS EN ISO 5983-2:2009, fosfors (P) - ISO 6491:2009, kālijs (K) - LVS EN ISO 6869-2:2002, augu daļu sausnes saturs noteikts, izmantojot testēšanas metodi LVS EN ISO 6498:2012.

Latvijā fosfora un kālija saturu tradicionāli izsaka oksīdu veidā. Noteikto barības elementu (P un K) daudzumu pārrēķina uz oksīdu izteiksmes veidu, izmantojot pārrēķina koeficientus: P × 2.29 = P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; K × 1.2 = K<sub>2</sub>O.

**Nezāļu uzskaitē** veikta divas reizes. Pirmā nezāļu uzskaitē veikta pavasarī pirms pavasara herbicīda lietošanas. Nezāļu uzskaitē veikta katrā laukā, desmit brīvi izvēlētās vietās ar rāmīti 0.1 m<sup>2</sup>. Otrā nezāļu uzskaitē veikta pirms ražas novākšanas pēc tādas pašas metodikas kā pirmajā uzskaites reizē, kā arī uzskaites laikā no katra rāmīša paņemtas rāmītī esošās nezāles, lai noteiktu nezāļu zaļo masu.

**Kviešu lapu slimību uzskaitē un datu analīzē.** Sākot no cerošanas beigām – stiebrošanas sākuma 32.–36. AE (BBCH) līdz dzeltengatavībai (80.–83. AE) reizi nedēļā veikta slimību uzskaitē visos ziemas kviešu laukos. Slimību izplatības un attīstības pakāpes noteikšanai, ejot pa diagonāli, randomizēti izvēlētas lapas (secīgi – 3. lapa, 2. lapa un karoglapa; sākot piengatavības laikā ievākta tikai karoglapa).

Pēdējā uzskaitē tika noteikts arī **lapu zaļais laukums (LZL)**, kas norāda, cik procenti no lapas plātnes vēl ir zaļi. Šajā gadījumā atspoguļojās ne tikai slimību ietekme, bet arī vispārējais augu fizioloģiskais stāvoklis.

Slimību attīstības pakāpes uzskaites izmantotas, lai aprēķinātu **laukumu zem slimības attīstības līknes** jeb AUDPC (*area under diseases progress curves*), kas parāda slimības ietekmi visā veģetācijas periodā. AUDPC aprēķina pēc formulas:

$$AUDPC = \sum_{n-1} \left[ \frac{x_1 + x_2}{2} * (t_1 - t_2) \right]$$

kur AUDPC – laukums zem slimības attīstības līknes;  
 n – uzskaites reizes;  
 x – slimības attīstības pakāpe uzskaites reizē;  
 t<sub>1</sub> – t<sub>2</sub> – laika periods starp uzskaites reizēm.

Pētāmo faktoru ietekmi uz slimību attīstību nosaka, veicot AUDPC vērtību statistisko apstrādi, izmantojot ANOVA dispersijas analīzi.

**Kviešu stiebra pamatnes puves izplatības noteikšana un ierosinātāju identifikācija.** Ziemas kviešu stiebra pamatnes un sakņu puves attīstība novērtēta īsi pirms ražas vākšanas. Katrā kviešu laukā 40 vietās, kas izvēlētas randomizētā veidā, izrauti kvieši ar visām saknēm – kvieši ņemti pēc kārtas apmēram 5 cm garumā no divām blakus esošām rindiņām. Paraugi apvienoti četros nosacītos atkārtojumos no katra lauka. Stiebra pamatnes un sakņu puves izplatība (%) vērtēta vizuāli.

No kviešu stiebriem, kam konstatētas slimības pazīmes, randomizēti izvēlēti 100 stiebri un sagatavoti mikoloģiskajām analizēm, t.i. nogriezti aptuveni 2 cm salmu un/vai sakņu kakla gabaliņi. Audu gabaliņi vienu minūti dezinficēti 1% nātrija hipohlorīta (NaOCl) šķīdumā un pēc tam trīs reizes skaloti destilētā ūdenī, ar steriliem instrumentiem izgriezti 3–4 mm gabaliņi un novietoti uz barotnes. Vienā petri platē novietoti pieci paraugi.

Izmantots kartupeļu dekstrozes agars (PDA), kam klāt ir pievienots streptomicīna sulfāts (100 ppm L<sup>-1</sup>) un penicilīns (100 ppm L<sup>-1</sup>), lai nomāktu baktēriju attīstību.

Paraugi ievietoti Memmert ICP 500 klimatiskajā kamerā 20 °C temperatūrā ar 12/12 h dienas un nakts ciklu. Pēc septiņām dienām ap inficētajiem stiebriem petri platēs ir izveidojies micēlijs, kas tiek pārsēts uz tīrām barotnēm, tādejādi tiek iegūtas sēnes tīrkultūras – izolāti.

Pēc divām nedēļām iegūtie izolāti sašķiroti atkarībā no kultūru morfoloģiskajām pazīmēm (micēlija faktūra, micēlija krāsa, barotnes krāsošanās, kolonijas malas, sporu esamība un uzbūve (ja tādas ir) un koloniju augšanas ātrums. No katras grupas divi paraugi nosūtīti molekulāri-ģenētiskajām analizēm Latvijas Biomedicīnas pētījumu un studiju centrā (BMC).

Sadarbībā ar BMC tiek identificētas sēnes līdz ģints līmenim (sekvencēts izolātu genoma ITS reģions), bet *Fusarium* ģints sēnēm tiek identificēta arī suga (papildus sekvencēts izolātu genoma TEF reģions).

Lai noskaidrotu, kuras sēnes dominē inficētajos kviešu stiebrus, rēķināts relatīvais biežums (*relative density*), t.i. aprēķināts, cik procentos ir identificēts konkrētais patogēns no visiem iegūtajiem izolātiem.

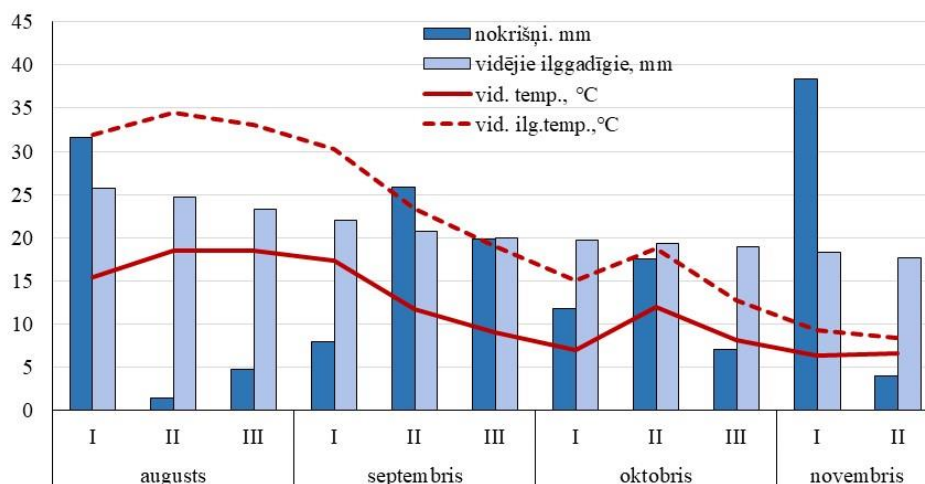
Šajā atskaitē prezentēti dati par 2012. līdz 2018. gadam (izslēdzot 2014, kad bija vasaras kvieši), jo 2019. gadā iegūto izolātu identifikācija turpinās, bet 2020. gada paraugi tiek apstrādāti.

#### **1.4. Meteoroloģiskā situācija 2019.–2020. gadā**

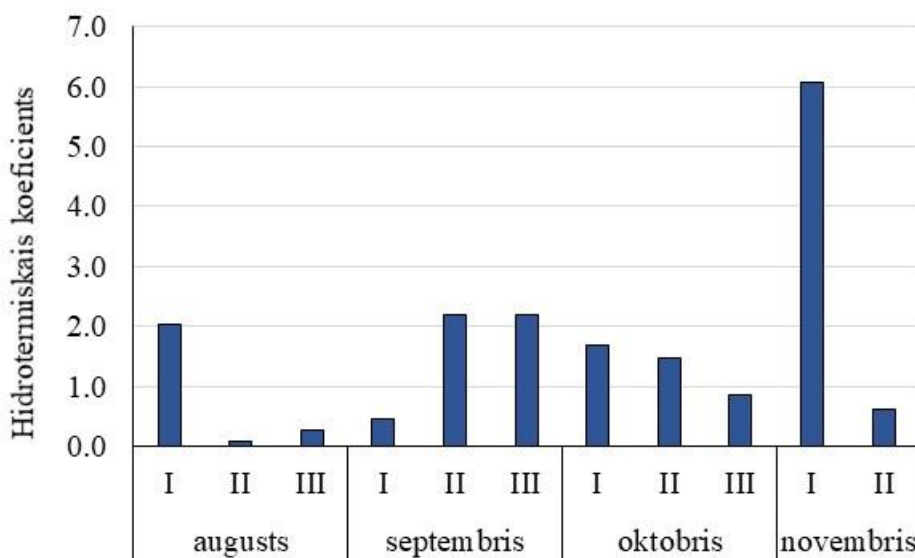
2019. gada augusta pirmā dekāde bija vēsa un nokrišņiem bagāta, taču otrā un trešā dekāde bija sausa un karsta. Septembra pirmā dekāde bija izteikti (par 4.3 °C), siltāka, nekā parasti, bet otrās un trešās dekādes vidējā gaisa temperatūra bija tuva ilggadīgajiem rādītājiem. Pirmās oktobra dekādes vidējā gaisa temperatūra bija par 1.1 °C zemāka, taču otrā un trešā dekāde bija siltas, vidējās temperatūras pārsniedza ilggadīgos rādītājus, attiecīgi par 5.1 °C 3.5 °C. Novembra pirmā un otrā dekāde bija silta, 2019. gada veģetācijas sezona noslēdzās novembra trešajā dekādē, un, salīdzinot ar vidējiem ilggadīgajiem datiem, ziemājiem 2019. gada rudens veģetācijas sezona bija par veselu mēnesi garāka.

Pieņemot, ka hidrotermiskais koeficients (HTK) 1.0 apzīmē optimālus mitruma apstākļus, tad augusta pirmā dekāde bija mitra, bet otrās un trešās dekādes HTK attiecīgi bija 0.1 un 0.3, kas norāda uz izteiktu sausumu. Sausums turpinājās arī septembra pirmajā dekādē (HTK 0.5), bet septembra otrā un trešā dekāde bija mitras (HTK 2.2). Oktobra pirmā (HTK 1.7) un otrā dekāde (HTK 1.5) bija mitra, bet trešās dekādes mitruma režīms

bija tuvu optimālam (HTK 0.9). Novembra pirmā dekāde bija izteikti slapja un ļoti bagāta ar nokrišņiem, HTK sasniedza 6.1 (1. un 2. att.).



1. att. Vidējās gaisa temperatūras un nokriekšu daudzums 2019. gada rudenī.

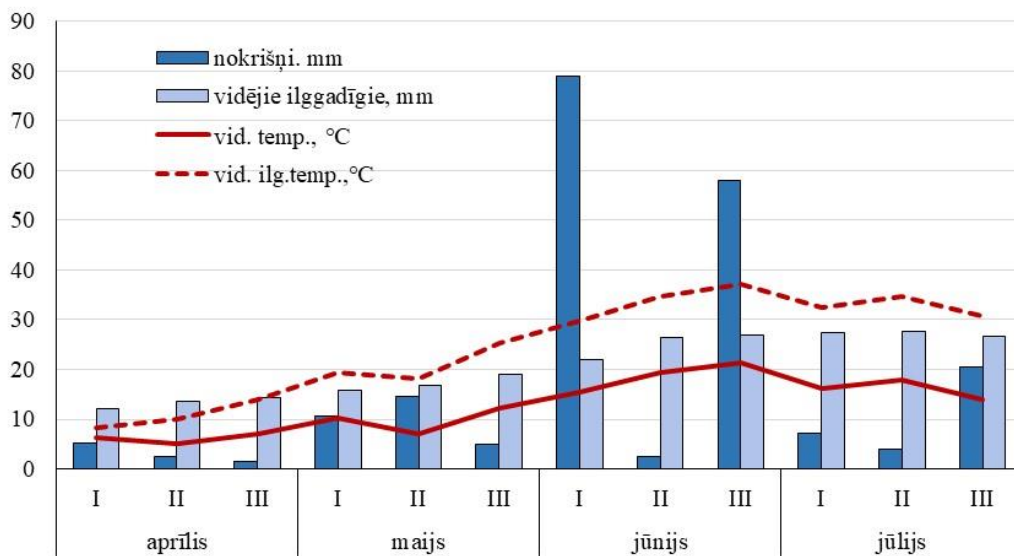


2. att. Meteoroloģiskās situācijas raksturojums 2019. gada rudenī.

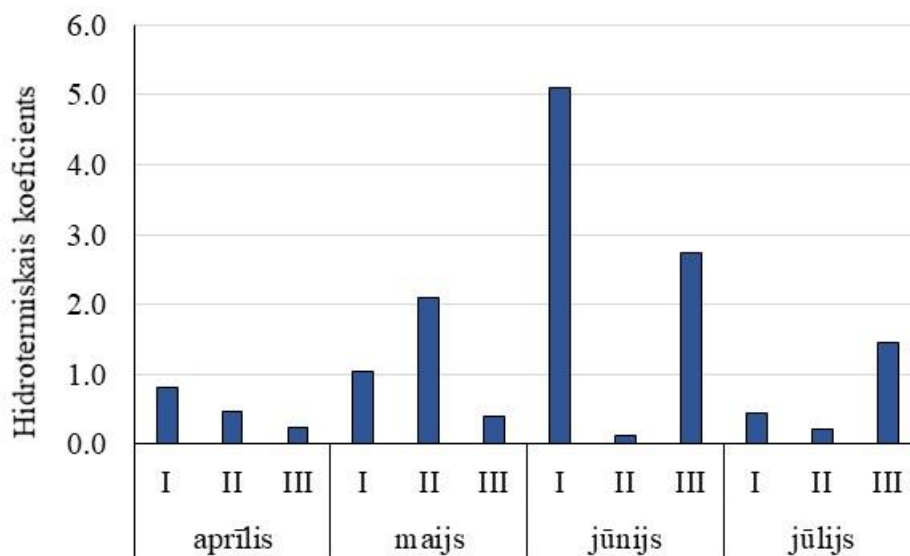
2020. gada veģetācijas sezona sākās aprīļa pirmajā dekādē, kad vidējā gaisa temperatūra, sasniedza 6.4 °C, pirmā dekāde bija par 4.4 °C siltāka salīdzinājumā ar vidējiem ilggadīgajiem rādītājiem. Otrā un trešā aprīļa dekāde temperatūru ziņā būtiski neatšķīrās no ilggadīgajiem datiem. Maija pirmajā un trešajā dekādē vidējās gaisa temperatūras bija tuvas ilggadīgajiem datiem, bet otrās dekādes vidējā temperatūra bija būtiski zemāka (par 4.2 °C) nekā vidēji ilggadīgie rādītāji. Jūnijs bija silts, bet jūlija pirmā un trešā dekādē bija nedaudz vēsākas, bet otrā – nedaudz siltāka, salīdzinot ar ilggadīgajiem rādītājiem.

Aprīlis bija sauss, HTK svārstījās no 0.2 līdz 0.8. Maijā nokrišņi bija nevienmērīgi, pirmajā dekādē HTK bija 1.0, otrajā 2.1 un trešajā tikai 0.4. kas liecina par nevienmērīgu nokrišņu sadalījumu. Jūnija pirmajā un trešajā dekādē bija lietusgāzes, tādēļ kopējais nokrišņu daudzums ievērojami pārsniedz ilggadīgos vidējos rādītājus, turpretim otrā dekādē bija ļoti sausa. Jūlija pirmā un otrā dekādē bija sausas (HTK attiecīgi 0.4 un

0.2), bet, lai gan trešajā dekādē nokrišņu daudzums bija tuvs ilggadīgajiem rādītājiem, tomēr HTK bija 1.5, jo vidējā gaisa temperatūra bija salīdzinoši zema (3. un 4. att.).



3. att. Vidējās gaisa temperatūras un nokriekšņu daudzums 2020. gada vasarā.



4. att. Meteoroloģiskās situācijas raksturojums 2020. gada vasarā.

## 2. REZULTĀTI

### 2.1. Kultūraugu ražība un kvalitāte, kopējā produktivitāte

#### 2.1.1. Augu fenoloģiskā attīstība

**Ziemas rapsis** iesēts 2019. gada 19. augustā, kas ir vēlāks par optimālu termiņu. Sējas laikā augsne bija samērā sausa, jo augusta otrajā un trešajā dekādē nokrišņi bija niecīgi. Tas veicināja rapša dīgšanas aizkavēšanos, rezultātā rapsis sadīga nevienmērīgi, arī tālākā augu attīstība noritēja nevienmērīgi līdz pat ziemošanas sākumam. Maigā ziema bija labvēlīga augu pārziemošanai. Veģetācijas atjaunošanās novērota jau 2020. gada februāra beigās. Rapša ziedēšana ilga trīs nedēļu garumā. Raža novākta 2020. gada 17. jūlijā.

**Ziemas kviešu** sēja veikta optimālā termiņā – 2019. gada 10. septembrī. Septembra otrajā un trešajā dekādē nokrišņu daudzums un siltums bija labvēlīgs vienmērīgai kviešu sadīgšanai, HTK bija 2.2, kas liecināja par labvēlīgiem apstākļiem dīgšanai. Ziemāji pārziemoja labi. Kviešu raža tika novākta 2020. gada 8. augustā.

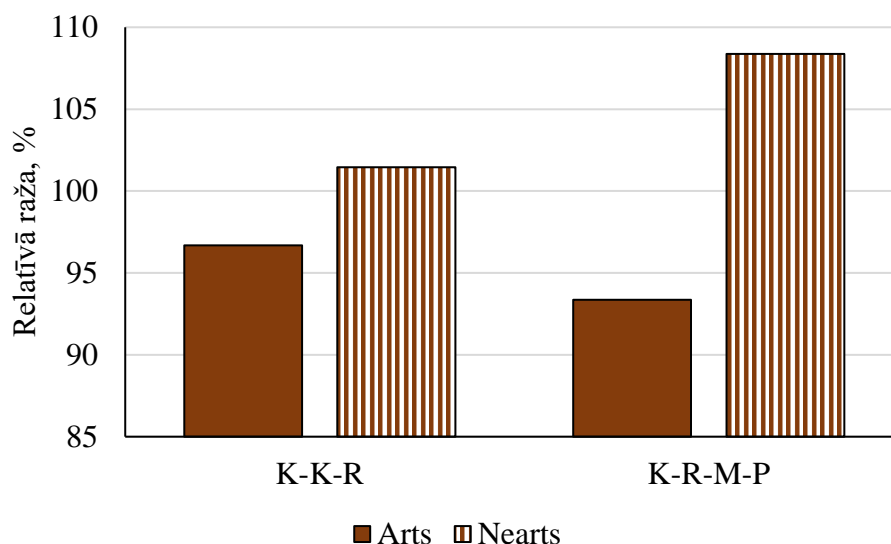
Ziemas kviešu ražu un kvalitāti varēja ietekmēt sējumu veldrešanās pēc spēcīgajām lietus gāzēm 29. jūnijā. Izmēģinājuma laukiem noteiktā veldres noturība bija no 1 līdz 9 ballēm, vidēji 6.4 (9 ballu skalā). Zemākā veldres noturība fiksēta atkārtotos kviešu sējumos artajā variantā, bet augstākā atkārtotu kviešu sējumos – neartajā variantā.

**Lauka pupas** iesētas 2020. gada 30. martā. Visu aprīļa mēnesi mitruma nodrošinājums bija zems (HTK vid. aprīlī 0.5), kas kavēja pupu dīgšanu, pirmie pupu dīgsti konstatēti 30. aprīlī. Augšanu un attīstību kopumā ietekmēja zems mitruma līmenis augsnē sējas laikā un pēc tā, un augsta gaisa temperatūra ziedēšanas laikā (jūnija II un III dekāde), kas traucēja apputeknētus ziediem un veidoties produktīvajām pākstīm. Lauka pupu gatavība iestājās septembra sākumā (04.09.2020), un ražas novākšana veikta 7. septembrī.

#### 2.1.2. Raža, ražas kvalitāte un ražas struktūrelementi

**Ziemas rapsis** 2019./2020. gadā auga divos dažādos augu maiņas variantos (K-K-R un K-R-M-B), kur rotācijā ar kviešiem rapsis tiek sēts reizi trīs gados, un četru dažādu augu maiņā, kur rapsis tiek sēts reizi četros gados. Ziema rapša ražība bija no 2.46 t ha<sup>-1</sup> (K-R-M-P augu maiņā artajā variantā) līdz 2.85 t ha<sup>-1</sup> (K-R-M-P augu maiņā neartajā variantā), ražu procentuālā atšķirības pret vidējo ražu attēlotas 5. att.

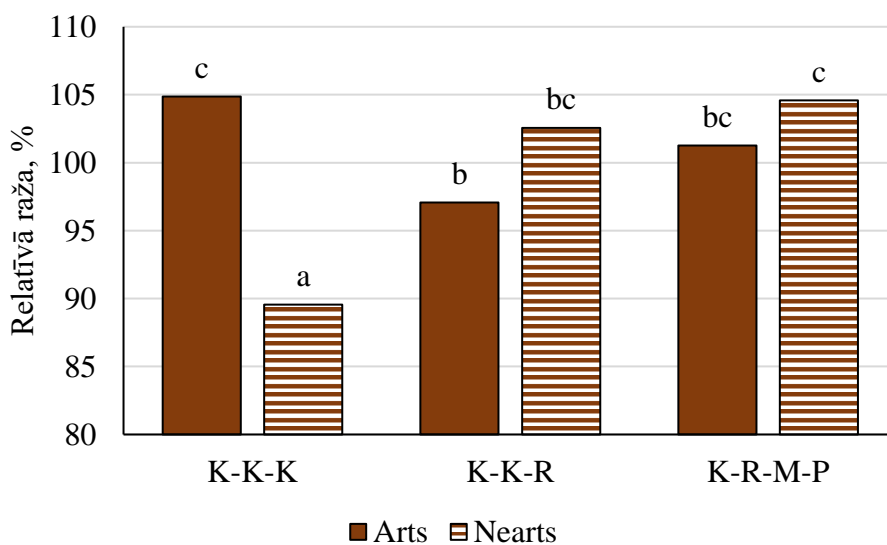
Ziema rapša ražu statistiski būtiski neietekmēja ne augsnes apstrādes veids, ne augu maiņas variants ( $p > 0.05$ ). Tomēr, zināmas atšķirības ir novērotas, augstākā raža iegūta, ja augsne nebija arta abos augu maiņas variantos, vidēji neartajā variantā ieguva par 260 kg ha<sup>-1</sup> augstāku ražu, salīdzinot ar ražu, kas iegūta artajos laukos. Šajā gadā augu maiņas variants ražu neietekmēja.



**5. att. Rapša relatīvā raža augu maiņas variantos un augsnes apstrādes veidos:**

K-K-K – atkārtots kviešu sējums; K-K-R – augmaiņā rapsis un kvieši; K-R-M-P augmaiņā četri dažādi kultūraugi – kvieši-rapsis-mieži-pupas

Ziemas kviešu vidējā graudu raža 2020. gadā bija no 5.57 t ha<sup>-1</sup> līdz 6.52 t ha<sup>-1</sup>. 2020. gada ražu būtiski ietekmējusi augu maiņas variants ( $p=0.03$ ) un mijiedarbība starp augu maiņu un augsnes apstrādes veidu ( $p<0.01$ ). Ražu procentuālās atšķirības pret vidējo ražas līmeni skatāmas 6. att.

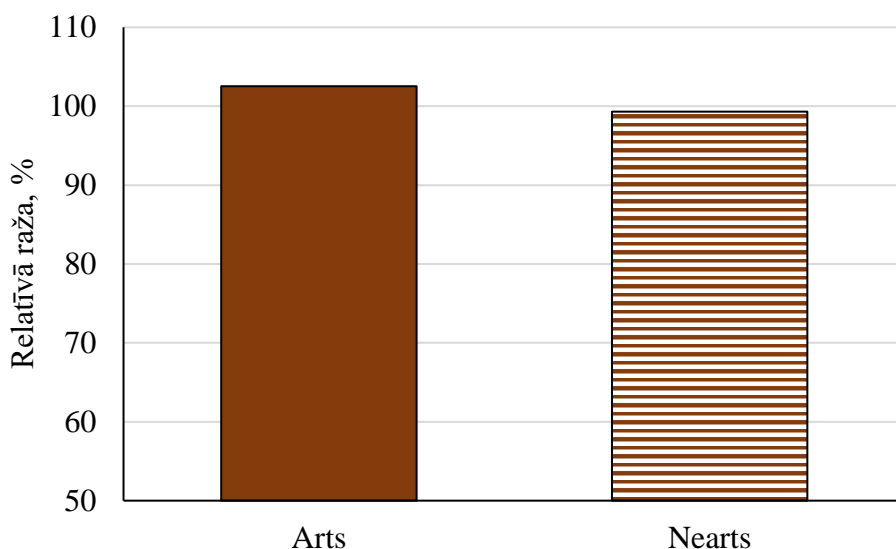


**6. att. Kviešu relatīvā raža atkarībā no augmaiņas varianta un augsnes apstrādes veida:**

K-K-K – atkārtots kviešu sējums; K-K-R – augmaiņā rapsis un kvieši; K-R-M-P augmaiņā četri dažādi kultūraugi – kvieši-rapsis-mieži-pupas (atšķirīgi burti nozīmē statistiski būtiskas atšķirības faktora ietvaros).

Ziemas kviešiem augstākā vidējā raža iegūta atkārtotos kviešu sējumos artajā variantā un četru dažādu kultūraugu maiņā neartajā variantā. Ir novērota tendence, ka augu maiņas, kur ir iekļauti augi ar dziļu zarotu sakņu sistēmu (rapsis un pupas) vidējās ražas ir augstākas, ja augsne netiek arta.

**Lauka pupām** 2020. gadā vērtēta ražu līmeņu atšķirība atkarībā no augsnes apstrādes veida. Vidējā raža bija 2.63 t ha<sup>-1</sup>. Konstatēts, ka augsnes apstrādes veids nav būtiski ietekmējis ražas līmeni, tomēr, augstāka raža iegūta artajos laukos. Ražu procentuālās atšķirības pret vidējo ražas līmeni skatāmas 7. att.



**7. att. Pupu relatīvā raža atkarībā no augsnes apstrādes veida**

Vidējais lauka pupu ražas līmenis vērtējams kā zems. To ietekmēja zemais mitruma līmenis augsnē sējas laikā un pēc sējas (HTK aprīlī 0.5), kā arī augstā gaisa temperatūra pupu ziedēšanas laikā, kas traucēja produktīvu apputeknēšanos.

**Ražas kvalitāte.** Augsnes apstrādes veids un augu maiņas variants neietekmēja ziemas rapša un lauka pupu ražas kvalitāti, bet ziemas kviešiem atšķirības tika novērotas.

2020. gadā ziemas kviešu graudu vidējie kvalitātes rādītāji bija zemāki par pārtikas klasei atbilstošajam normām, ko nosaka graudu iepircēji, piem. AS Dobeles dzirnavnieks, SIA Scandargra un SIA Elagro Trade. Graudu pieņemšanas brīdī tiek vērtēts proteīna, saturs, lipekļsaturs, tilpummasa un krišanas skaitlis, un graudi tiek ieskaitīti grupā, pie kuras pieder zemākais rādītājs, tāpēc, lai arī izmēģinājuma variantos atsevišķi rādītāji sasniedza noteikto normu, tomēr cits šī paša varianta rādītājs neatbilda pārtikas grupai. Vērtējot augu maiņas un augsnes apstrādes veida ietekmi uz graudu kvalitatīvajiem rādītājiem, noskaidrots, ka proteīna saturu, lipekļa saturu, tilpummasu un tūkstošgraudu masu būtiski ietekmēja abi pētītie faktori.

Augstāko proteīna un lipekļa saturu, kas atbilst vairāku iepircēju prasībām pārtikas kvalitātes klasei, sasniedza tikai atkārtotajos kviešu sējumos artajos laukos (2. tab.). Starp augu maiņu variantiem būtiski augstāks proteīna (vidēji 12.2%) un lipekļa (24.9%) saturs iegūts atkārtotos kviešu sējumos. Augstāks proteīna un lipekļa saturs bija kviešos, kas audzēti artajos laukos.

Ziemas kviešu graudu proteīna saturs bija robežās no 10.6% (K-K-R artajā variantā un K-R-M-P – neartajā variantā) līdz 13.5% (atkārtotos kviešu sējumos artajos laukos). 2020. gadā proteīna saturs negatīvi korelē ar tūkstošgraudu masu, tilpummasu un veldres noturību. Veldres noturībai ir cieša pozitīva sakarība ar tūkstošgraudu masu un tilpummasu, no kā var izteikt minējumu, ka veldres rezultātā ir veidojušies sīkāki graudi ar augstāku proteīna koncentrāciju graudā. Lipekļa daudzums cieši korelēja ar proteīna saturu.

**Kviešu ražas kvalitāte atkarībā no augsnes apstrādes sistēmas un augu maiņas varianta**

Kvalitātes rādītāji	Arts			Nearts		
	K-K-K*	K-K-R	K-R-M-P	K-K-K	K-K-R	K-R-M-P
Proteīns, %	13.5 c**	10.6 a	11.6 b	11.0 ab	11.1 ab	10.6 a
Lipeklis, %	28.5 c	20.4 a	24.2 b	21.3 ab	21.9 ab	20.8 a
Tūkstošgraudu masa, g	36.6 a	41.9 b	41.7 b	43.1 b	43.5 b	43.3 b
Tilpummasa, kg hL <sup>-1</sup>	71.8a	74.5b	74.8b	74.3b	74.5b	75.3b
Krišanas skaitlis	350	373	360	347	341	308

\* K-K-K – atkārtots kviešu sējums; K-K-R – augmaiņā rapsis un kvieši; K-R-M-P augmaiņā četri dažādi kultūraugi – kvieši-rapsis-mieži-pupas

\*\*atšķirīgi burti nozīmē statistiski atšķirīgas vērtības

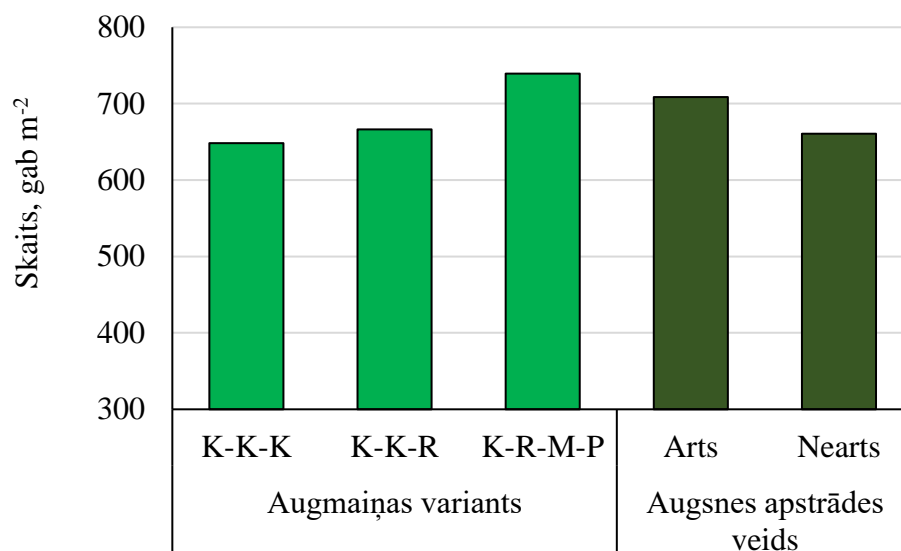
Tūkstošgraudu masai un tilpummasai konstatēta vidēji cieša pozitīva sakarība ar veldres noturību. Zemākā tūkstošgraudu masa bija atkārtotu kviešu izmēģinājuma laikā artajā variantā (36.6 g), pārējos variantos tā bijusi būtiski augstāka. Virs 43.0 g tūkstošgraudu masa bijusi visos neartajos variantos. Tāpat arī būtiski zemākā tilpummasa konstatēta artajā variantā atkārtotu kviešu sējumā (71.8 kg hL<sup>-1</sup>), salīdzinot ar pārējām kombinācijām. Graudu tilpummasa virs 75.3 kg hL<sup>-1</sup> sasniegta neartās augsnes apstrādes variantā četrus dažādu kultūraugu augmaiņā.

Krišanas skaitļa lielumam nav konstatēta būtiska augmaiņas vai augsnes apstrādes ietekme, tāpat arī nav novērota korelatīva sakarība starp izmēģinājuma lauciņu veldres noturību un krišanas skaitļa rādītāju. Visos variantos krišanas skaitļa lielums bija virs noteiktās normas, lai graudi būtu izmantojami pārtikas miltu pārstrādei.

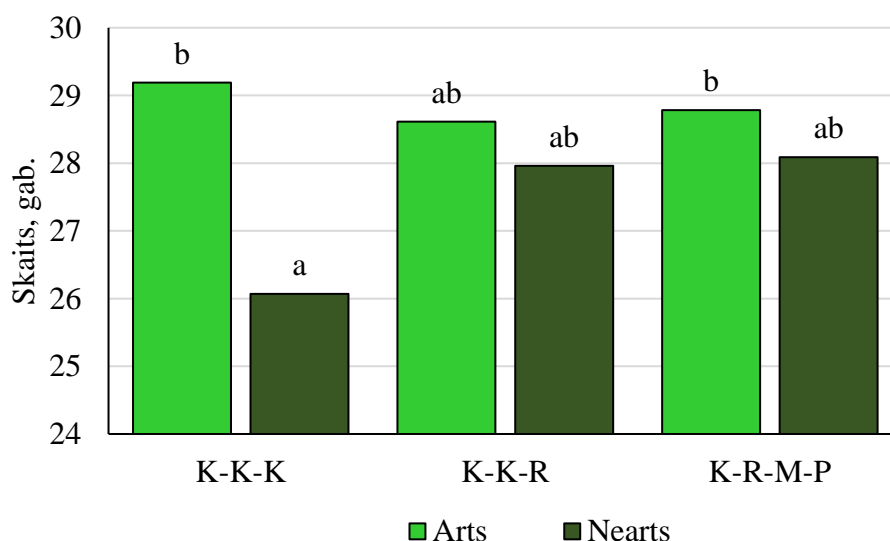
**Ražas struktūrelementi.** Ziemas kviešu **produktīvo stiebru skaitu** uz vienu kvadrātmetru matemātiski būtiski nebija ietekmējis ne augmaiņas variants, ne augsnes apstrādes veids. Tomēr pēc iegūtajiem datiem var secināt, ka artajā augsnes apstrādes variantā produktīvo stiebru skaits ir bijis par gandrīz 50 stiebrēm lielāks. Arī augmaiņu variantos novērota tendence ( $p=0.067$ ), ka četrus dažādu augu maiņā (K-R-M-P) produktīvo stiebru skaits ir bijis lielāks kā abos pārējos variantos (par 73 – 91 stiebru vairāk) (8. att.).

Augstākais vidējais **graudu skaits vārpā** novērots artajā augsnes apstrādes veidā, un tas bija būtiski ( $p=0.049$ ) augstāks kā neartajā variantā. Šāda pat tendence novērota arī iepriekšējā gadā – 2019. Augstākais graudu skaits vārpā bija variantā, kurā iegūta augstākā graudu raža (K-K-K, arts) (9. att.).



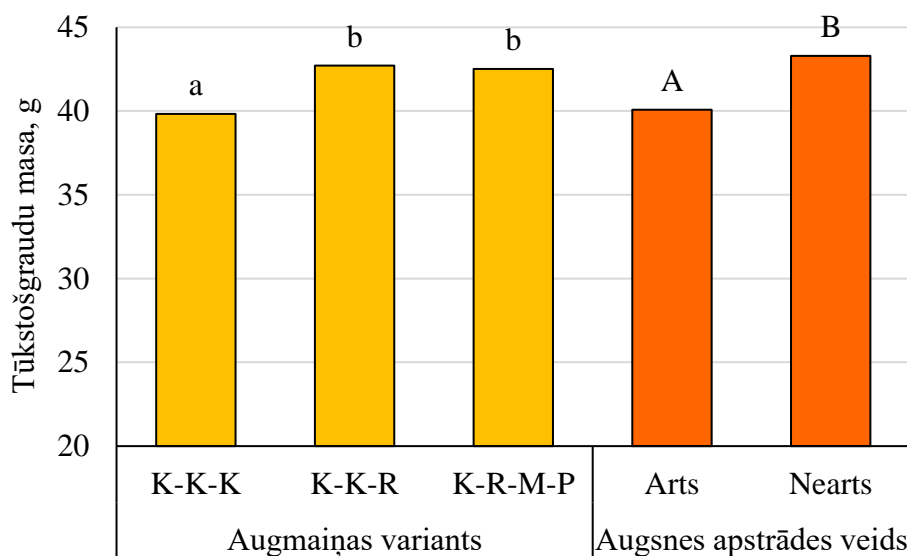


**8. att. Produktīvo stiebru skaits atkarībā no augsnes apstrādes sistēmas un augu maiņas varianta:** K-K-K – atkārtots kviešu sējums; K-K-R – augmaiņā rapsis un kvieši; K-R-M-P augmaiņā četri dažādi kultūraugi – kvieši-rapsis-mieži-pupas



**9. att. Graudu skaits vārpā atkarībā no augsnes apstrādes sistēmas un augu maiņas varianta:** K-K-K – atkārtots kviešu sējums; K-R-M-P augmaiņā četri dažādi kultūraugi – kvieši-rapsis-mieži-pupas

Starp ražu veidojošajiem struktūrelementiem pastāv mijiedarbība, iespējams, tāpēc zemākā tūkstošgraudu masa bija zemākā artajā variantā atkārtoto kviešu sējumā (K-K-K). Tāpat, salīdzinot augsnes apstrādes veidus, būtiski augstāka tūkstošgraudu masa bija neartajā variantā, kur konstatēts mazākais graudu skaits vārpā un arī mazāks produktīvo stiebru skaits. Vidējā tūkstošgraudu masa bija 41.7 g (10. att.).



**10. att. Tūkstošgraudu masa atkarībā no augsnes apstrādes sistēmas un augu maiņas varianta:** K-K-K – atkārtots kviešu sējums; K-K-R – augmaiņā rapsis un kvieši; K-R-M-P augmaiņā četri dažādi kultūraugi – kvieši-rapsis-mieži-pupas

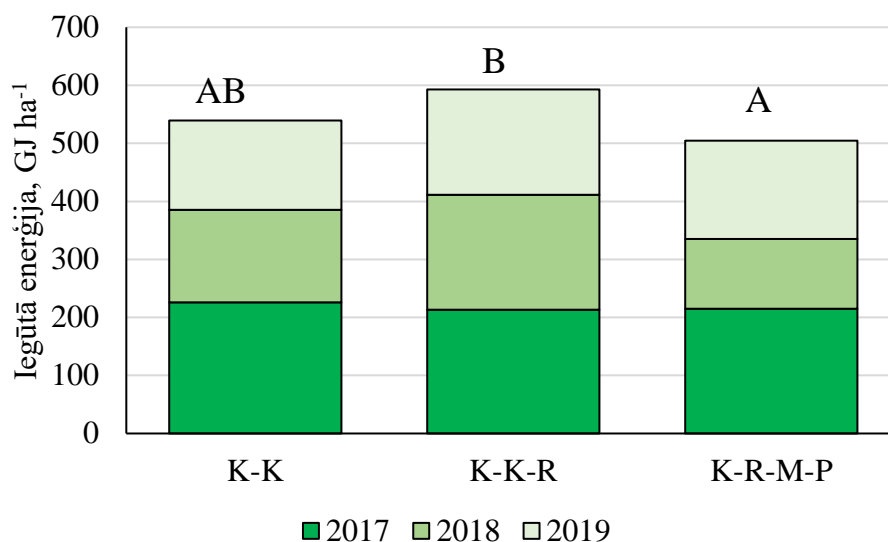
Augsnes apstrādes veida un augmaiņas variantu ietekme uz ražas struktūrelementu veidošanos netika vērtēta lauka pupām un ziemas rapsim.

### 2.1.3. Augu maiņas kopējā produktivitāte

Dažādu laukaugu produktivitāti var salīdzināt, ja kā rādītāju izmanto kopējo enerģijas ieguvumu no viena hektāra. To nosaka, izmantojot katra kultūrauga enerģētisko vērtību ( $\text{MJ kg}^{-1}$ ) un virszemes biomasas (graudu/sēklu un salmu) ražu ( $\text{t ha}^{-1}$ ).

Augu maiņu iegūtā enerģija tika vērtēta, sākot ar 2017. gadu. Enerģijas raža ( $\text{MJ ha}^{-1}$ ), kas aprēķināta no kultūraugu enerģētiskajām vērtībām un kultūraugu virszemes biomasas ražas, bija tieši saistīta ar graudu vai sēklu un salmu ražu ( $\text{t ha}^{-1}$ ). Kopējo enerģijas ražu trīs gadu periodā ietekmēja augmaiņas variants ( $p=0.002$ ) un gads ( $p<0.01$ ), bet augsnes apstrādes varianta ietekme ( $p>0.05$ ) netika novērota (11. att.).

Salīdzinot kopējo enerģijas ieguvumu (no graudiem un salmiem) no katras augu maiņas trīs gadu (2017., 2018. un 2019.) periodā, visaugstākais enerģijas iznākums iegūts variantā, kur audzēti kvieši un katru trešo gadu rapsis (K-K-R). Būtiski zemāks enerģētiskais iznākums ir augu maiņā ar četriem dažādiem kultūraugiem (K-R-M-P). Zemā produktivitāte skaidrojama ar vasarāju zemo ražu (vasaras mieži un lauka pupas), divās pēdējās sezonās, kas bija netipiski sausas (2018. un 2019. gada pavasaris un vasara) un tādejāti nelabvēlīgas vasarāju augšanai un attīstībai. Zemās biomasas ražas rezultējās zemākā enerģētiskajā ieguvumā. Atkārtoto kviešu (K-K-K) sējumu iegūtā enerģija būtiski neatšķīrās no abiem pārējiem pētītajiem augmaiņu variantiem. Augstākie enerģijas ieguvumi iegūti, audzējot kviešus, un būtiski augstāki ( $p<0.001$ ) tie bija, kad kvieši audzēti augmaiņā ar rapsi (K-K-R) un četrus dažādu kultūraugu augmaiņā (K-R-M-P).



**11. att. Kopējā iegūtā enerģija no 2017. – 2019. gadam dažādos augu maiņu variantos:** K-K-K – atkārtots kviešu sējums; K-K-R – augu maiņā rapsis un kvieši; K-R-M-P augu maiņā četri dažādi kultūraugi – kvieši-rapsis-mieži-pupas: A, B – atšķirību būtiskums iegūtajai enerģijai starp pētītajām augu maiņām.

No enerģijas ieguvuma aprēķinos izmantotajiem materiāliem, enerģētiski augstvērtīgākās bija rapša sēklas (enerģētiskā vērtība vid. 28.7 MJ kg<sup>-1</sup>; pārējo izmēģinājumā iekļauto kultūraugu graudiem/sēklām un salmiem enerģētiskā vērtība bija vid. 18 MJ kg<sup>-1</sup>). Tomēr izmēģinājuma periodā vidējais enerģijas iznākums no rapša biomasas zems, jo putekļmāla augsnē bija zema laukdīdība un rezultātā arī ražas bija salīdzinoši zemas.

## KOPSAVILKUMS.

2019. gada rudens un 2020. gada veģetācijas sezona bija samērā labvēlīga augstu ziemāju ražu ieguvei. Ražas un graudu potenciālu ziemas kviešiem varēja pazemināt lielās lietavas jūnija beigās, kuru rezultātā liela daļa izmēģinājuma lauku saveldrējās. Lauka pupu attīstībai nelabvēlīgs bija sausais pavasaris un augstās temperatūras ģeneratīvo augu orgānu veidošanās laikā.

Ziemas kviešu priekšaugu dažādošana augmaiņās 2020. gadā būtiski ietekmēja kviešu ražu, taču augsnes apstrādes veida ietekme netika konstatēta. Tomēr, 2020. gadā pastāvēja būtiska abu faktoru mijiedarbība, jo augstākā kviešu raža tika iegūta variantā, kur augsne netika arta ar nosacījumu, ka priekšaugi bija kultūraugus ar dziļu, zarotu sakņu sistēmu. Savukārt, sējot kviešus atkārtoti – augstāka raža iegūta artajā variantā. Ja vērtē tikai ražas lielumu, nav iespējams pateikt, ka viens no augsnes apstrādes veidiem būtu piemērotāks par otru.

2020. gadā augsnes apstrādes veids neietekmēja rapša un pupu ražu.

Iegūtie kviešu ražas kvalitātes rādītāji 2020. gadā neatbilda pārtikas graudu prasībām. Netika novērota sakarība starp graudu kvalitatīvajiem rādītājiem un ražas līmeni. Proteīna un lipekļa saturs bija būtiski augstāks artajā augsnes apstrādes variantā.

Augsnes apstrādes veids bija būtiski ietekmējis ražas struktūrelementu veidošanos, bet augu maiņas ietekme netika novērota. Tūkstošgraudu masa bija augstāka neartajā augsnes apstrādes veidā, bet augstāks produktīvo stiebru skaits un graudu skaits vārpā – artajā augsnes apstrādes veidā.

Visos gadījumos, kultūraugu dažādošana augu maiņā palielināja kviešu ražu un augmaiņas kopējo enerģētisko produktivitāti, ja salīdzina ar kviešu bezmaiņas variantu. Augsnes apstrādes sistēma neietekmēja iegūtās enerģijas daudzumu.

## 2.2. Augsnes agrofizikālie rādītāji un barības vielu izmantošanās

### 2.2.1. Agrofizikālās īpašības

**Augsnes granulometriskais sastāvs.** Mālu frakcijas daudzums augsnē paraugos noteikts, izmantojot lāzersedigrāfu (SedigraphII). Augsnes granulometriskais sastāvs noteikts ar mērķi, lai skaidrotu mālu frakciju daudzuma ietekmi uz augsnē agrofizikālajām īpašībām. Iegūtos rezultātus un mālu frakciju neviendabīgo izplatību galvenokārt saistot ar augsnē apstrādi (3. tab.).

Tomēr iepriekšējie pētījumi parādīja Poļu stacionāra augšņu granulometriskais sastāvs neviendabīgumu, kas galvenokārt ir saistīts ar augsnē cilmieža granulometriskā sastāvu. Tomēr veicot datu matemātisko apstrādi, noskaidrota mālu komponentes loma saistībā ar augsnē agrofizikālajām īpašībām un organiskā oglekļa uzkrāšanos.

Rezultātā sakarība starp mālu daudzumu un augsnē pretestību spiedei ir vāja, vai nepastāv, izņemot 20-40 cm dziļumā zem aramkārtas artajos laukos (3. tab.), šajā variantā korelācijas koeficients raksturo vidēji ciešu negatīvu sakarību ( $r=-0.56$ ), kas atsevišķos laukos raksturo spiedes pretestības pieaugumu gadījumā, kad augsnē samazinās mālu daļiņu īpatsvars. Un pretēji, pieaugot mālu īpatsvaram, minētajā intervālā novērojama pozitīva vidēji cieša sakarība ar augsnē mitrumu ( $r=0.65$ ).

3. tabula

**Augsnes mitruma, spiedes pretestības, organiskā oglekļa un mālu daudzuma savstarpējo vērtību korelācija artajos un neartajos 0-20 un 20-40 cm dziļumā**

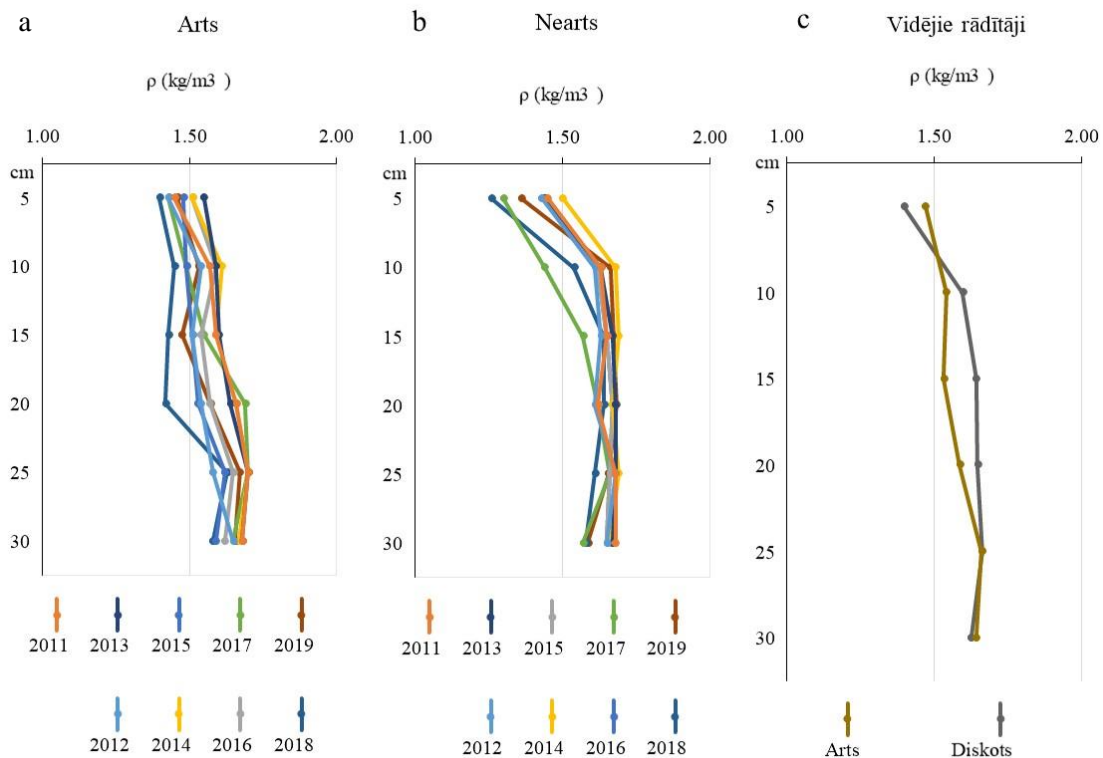
Lauka Nr.	Arts							
	0-20 cm				20-40 cm			
	māli % (<2 $\mu$ m)	mitrums (w.v.)	Corg., %	spiedes pretestība	māli % (<2 $\mu$ m)	mitrums (w.v.)	Corg., %	spiedes pretestība
2	44	19	1.31	153	52	22	0.70	277
3	45	15	0.64	143	49	20	0.25	233
6	40	12	1.39	350	35	10	0.81	523
7	45	18	1.21	243	45	17	0.90	355
14	42	16	1.17	120	35	19	1.00	270
15	42	19	1.27	168	42	19	0.70	327
18	41	12	1.19	175	40	11	0.68	532
23	38	19	1.30	217	47	18	0.96	303
<i>mitrums/ spiedes pretestība</i>			<i>r= -0.35</i>					<i>r= -0,96</i>
<i>māli/ spiedes pretestība</i>			<i>r= -0.39</i>					<i>r= -0.56</i>
<i>māli/Corg.</i>			<i>r= -0.56</i>					<i>r= -0.45</i>

Nearths									
Lauka Nr.	0-20 cm				20-40 cm				
	māli % (<2um)	mitrums (w.v.)	Corg., %	spiedes pretestība	māli % (<2um)	mitrums (w.v.)	Corg., %	spiedes pretestība	
1	38	17	1.00	200	52	20	0.50	250	
4	37	11	1.37	177	42	18	0.86	239	
5	41	11	1.41	320	46	11	0.64	513	
12	40	12	1.21	290	39	14	0.71	450	
13	38	15	1.20	225	36	17	0.88	327	
16	38	13	1.20	263	41	14	0.64	350	
17	37	9	1.23	377	45	10	0.66	527	
24	29	13	1.24	303	45	15	0.86	488	
<i>mitrums/ spiedes pretestība</i>			<i>r= -0.66</i>				<i>r= -0.87</i>		
<i>māli/ spiedes pretestība</i>			<i>r= 0.15</i>				<i>r= 0.00</i>		
<i>māli/Corg.</i>			<i>r= 0.15</i>				<i>r= -0.67</i>		

Vājo mālu un augsnes spiedes pretestības sakarību augsnes aramkārtā abos augsnes apstrādes veidos var skaidrot ar augsnes apstrādes ietekmi (veicot augsnes uzirdināšanu) uz citām augsnes īpašībām, piemēram, augsnes kapilāro porainību, blīvumu, drupatainību u.c. Jāatzīmē, ka aplūkotais intervāls (20–40cm) neuzrāda korelāciju starp mālu procentuālo daudzumu un spiedes pretestību neartajos laukos, kas iespējams skaidrojams ar augsnes agrofizikālo īpašību izmaiņām seklākos augsnes slāņos, piemēram 0–10 cm.

**Augsnes tilpummasa.** Pētītās augsnes ir blīvas un ļoti blīvas, tomēr neartajos laukos sablīvēšanās nav izteikta tikai pirmajos 5 cm no zemes virsmas un līdzīgi kā pētījuma sākumā ar nelielām variācijām pa gadiem iegūtās vērtības no dziļākajiem augsnes slāņiem atbilst ļoti blīvai augsnei (12.b. att.). Jāatzīmē, ka aršana kopumā ir pozitīvi ietekmējusi augsnes tilpummasas samazināšanos 9 gadu periodā pirmajos 25 cm no augsnes virskārtas (12.a. att.). Savukārt 30 cm dziļumā tilpummasas vērtību variācijas starp gadiem ir ļoti līdzīgas abos augsnes apstrādes veidos (12 c. att.).

**Augsnes penetrometriskā pretestība.** Pētījumā novērots, ka augsnes sablīvēšanās, t.sk. pretestība spiedei pieaug pa gadiem (13. att.). Pirmajos piecos gados abos augsnes apstrādes veidos visā pētītajā augsnes griezumā no 0–50 cm augsnes pretestība spiedei saglabājas zem 250 N/cm<sup>2</sup>, bet pieaug pēdējos 5 gados un tikai 2017. gadā ir zem 250 N/cm<sup>2</sup>. Tomēr līdzīgi kā augsnes tilpummasa arī augsnes pretestība spiedei pieaug straujāk neartajos laukos – no 10–20 cm sasniedzot vērtības virs 250 N/cm<sup>2</sup>, bet artajos laukos augsnes penetrācijas vērtību pieaugums novērojams zem 20 cm. Kopumā šādi novērojumi var liecināt par labvēlīgākiem augu augšanas apstākļiem artajos laukos, jo aramkārtā ir mazāk sablīvēta, kas veicina labvēlīgākus augsnes aerācijas apstākļus, vienmērīgāku augsnes mitrumu u.c.



**12. att. Izmaiņas augsnes tilpummasā pa gadiem: a - artajos laukos; b –neartajos laukos; c –vidējo vērtību salīdzinājums starp artajiem un neartajiem laukiem 30 cm dziļumā.**

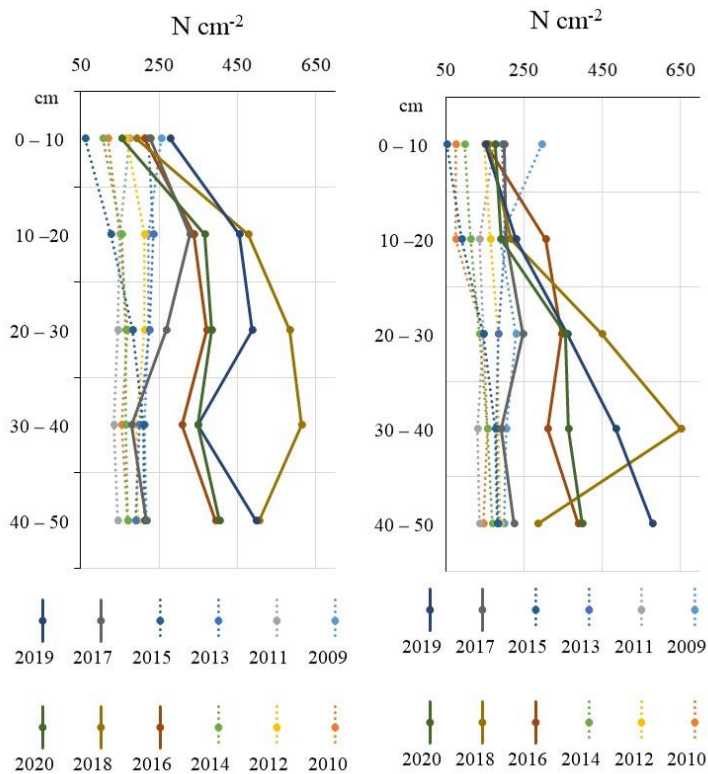
Tomēr saistību starp augsnes pretestību spiedei ir jāaplūko kompleksi kopā ar augsnes mitrumu un tilpumu, jo šīs vērtības ir savstarpēji atkarīgas (14. att.).

Abi lielumi – augsnes mitrums un augsnes pretestība spiedei mēlus saturošās augsnēs ir atkarīgi gan no augsnes sablīvēšanās, gan žūšanas, ko ietekmē gan agrotehnika, gan klimatiskie apstākļi.

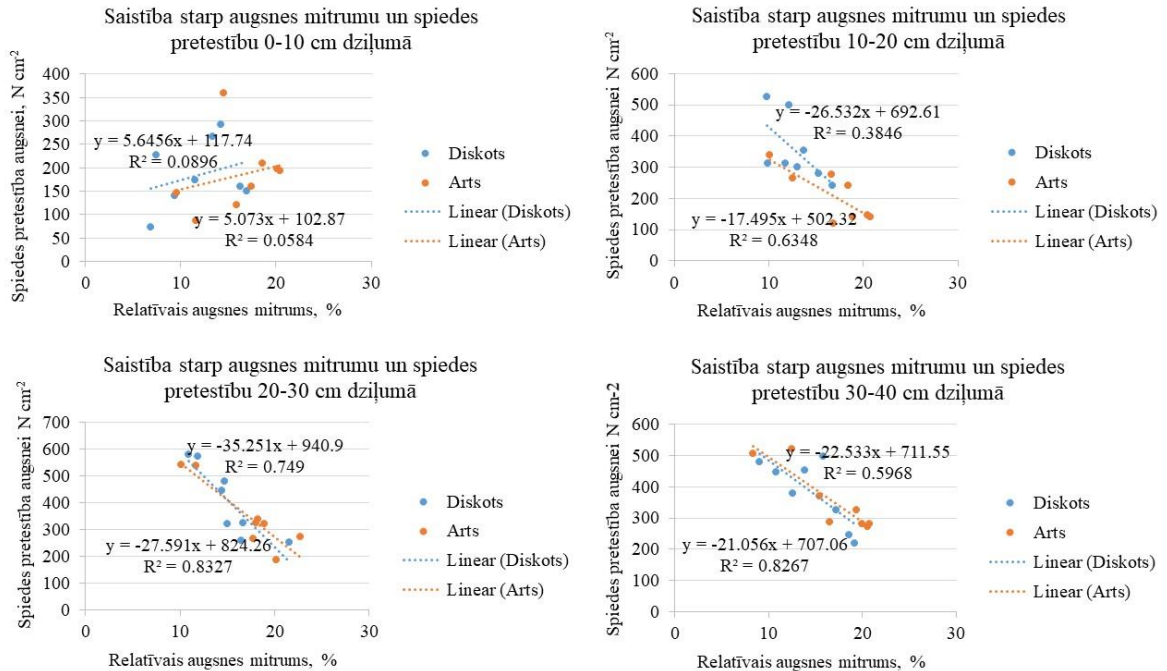
Augsnes virsējos slāņos (0–10 cm) gan artajos, gan neartajos laukos nav novērojama sakarība starp augsnes mitrumu un pretestību spiedei, jo augsnes virsma sastāv no neregulāriem dažāda izmēra un formas augsnes agregātiem, t.sk. tieši pakļauta valdošajiem laikapstākļiem (14a. att.).

Dziļākajā aramkārtas daļā (10–20 cm) artajos laukos novērojama vidēji ciešā sakarība starp augsnes mitrumu un pretestību spiedei (14b. att.), kas var norādīt uz to, ka atsevišķos laukos augsnes struktūra izlīdzinās.

Salīdzinot aramkārtas apakšējo daļu, ir būtiski atzīmēt, ka artajos laukos augsnes relatīvais mitrums ir vid. 16%, bet augsnes pretestība spiedei 217 N/cm<sup>2</sup>, savukārt neartajos laukos augsnes mitrums vid.13%, bet augsnes pretestība spiedei 353 N/cm<sup>2</sup>, kas kopumā var ietekmēt kultūraugu augšanu un ražu apjomu, tomēr ietekme var būt nebūtiska, jo augsnes dziļākajos slāņos (20-40 cm) novērojama vērtību izlīdzināšanās, kur pieaugot augsnes mitrumam, pieaug augsnes pretestība spiedei un starp abiem faktoriem novērojama cieša un vidēji cieša sakarība gan artajos, gan neartajos laukos (14c-d. att.).



13. att. Izmaiņas augsnes penetromeriskajā pretestībā pa gadiem. artajos laukos (pa kreisi); neartajos laukos (pa labi).



14. att. Sakarība starp augsnes mitrumu un spiedes pretestību artajos un neartajos laukos dažādos augsnes dziļumos: 0-10 cm; 10-20cm; 20-30 cm; 30-40 cm.

Vidēji cieša sakarība starp minētajiem parametriem konstatēta arī nearto lauku dziļākajos augsnes slāņos 40–50 cm. Savukārt artajos laukos (40–50 cm) nav novērojama sakarība starp augsnes mitrumu un pretestību spiedei, ko var skaidrot ar cilmieža neviendabīgumu pētītajā teritorijā, tomēr minēto apgalvojumu nepieciešams verificēt, izmantojot citas pētījumu metodes.

Augsnes agrofizikālās īpašības ietekmē augsnes granulometriskais sastāvs, augsnes mitrums, organiskās vielas saturs, tilpummasa, porainība u.c. Tādēļ daļai minēto parametru izvērtēta savstarpējā saistība un ietekme uz agrofizikālajiem rādītājiem (3. tab.). Kā liecina novērojumi, tad augsnes mitrumam un pretestībai ir negatīva cieša sakarība dziļākajos augsnes slāņos no 20-40 cm abos augsnes apstrādes veidos (3. tab.), savukārt aramkārtā negatīva sakarība ir vāja vai vidēji cieša, tas skaidrojams ar aramkārtas neviendabīgumu pirmajos 10 cm (14a. att.). Savukārt negatīva vidēji cieša sakarība starp mālu īpatsvaru un pretestību spiedei ir novērojama artajos laukos, kas norāda uz mālu īpatsvaru ietekmi uz agrofizikālajām īpašībām atsevišķos artajos laukos, tomēr šāda sakarība nav novērojama neartajos laukos, iespējams to ietekmē augsnes sablīvēšanās procesi (12. att.).

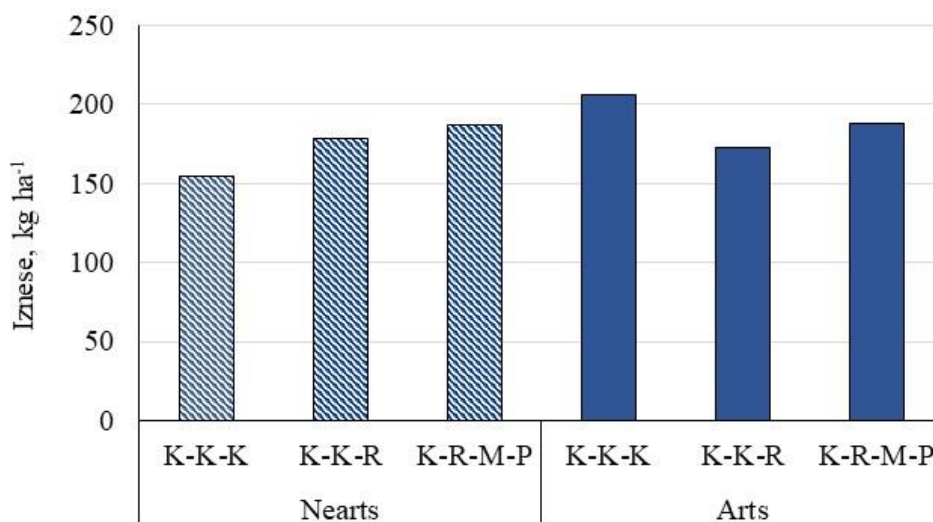
Līdzīgi ir ar organiskā oglekļa (Corg) un mālu attiecību – negatīva vidēji cieša sakarība novērojama gan artajos, gan neartajos laukos, izņemot nearto lauku aramkārtu, kur šāda sakarība nav novērojama. Iegūtie rezultāti liecina, ka atsevišķos laukos organiskā oglekļa uzkrāšanās ir daļēji saistīta ar augsnes granulometrisko sastāvu un augu maiņu, kas būtu apskatāma atsevišķi.

### 2.2.2. Barības vielu izmantošanās

Lai vērtētu barības elementu izmantošanu no iestrādātajiem mēslošanas līdzekļiem un augsnes, tiek rēķināta barības elementu bioloģiskā iznese (kultūraugu raža, blakusprodukcija un augu saknes). Ņemot vērā, ka tika lietots vienāds mēslošanas līdzekļu daudzums un identiski audzēšanas apstākļi, tad barības elementu iznese rāda priekšaugu un augsnes apstrādes veida ietekmi uz barības vielu izmantošanos.

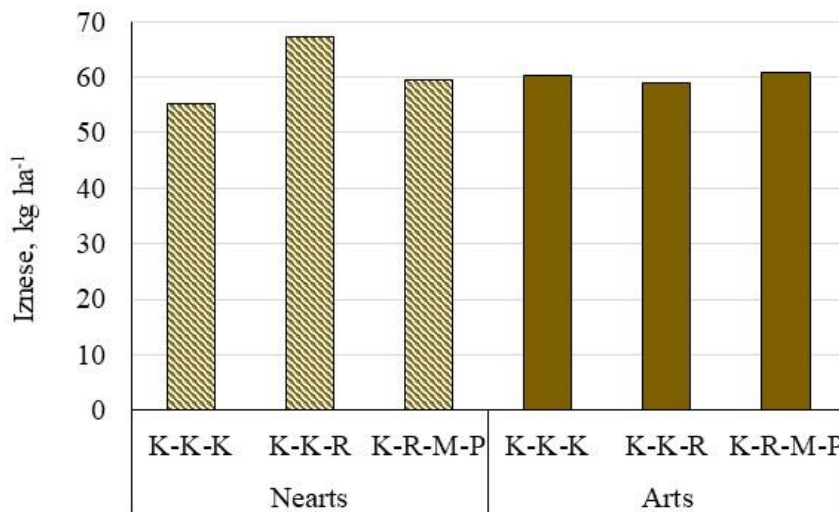
**Ziemas kvieši.** 2020. gadā slāpekļa iznese ar ziemas kviešu ražu (graudi, salmi un saknes) tika aprēķināta 154.89 – 206.05 kg ha<sup>-1</sup> atkarībā no augsnes apstrādes veida un augu maiņas (15. att.) Viszemākā slāpekļa iznese bija bezmaiņas ziemas kviešu sējumos (K-K-K), ja augsne netika arta, turpretim artajā variantā šajā augmaiņas variantā bija visaugstākā slāpekļa iznese. Salīdzinot ar 2018. un 2019. gada datiem, kad slāpekļa iznesi būtiski ietekmēja augu maiņas veids, 2020. gadā šāda likumsakarība netika novērota.





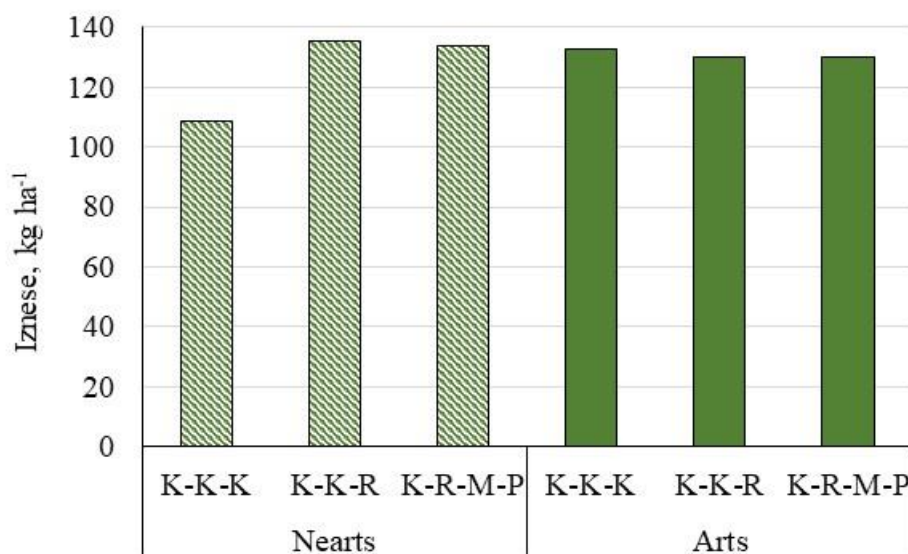
**15. att. Slāpekļa iznese ar kviešu graudiem un blakusprodukciju atkarībā no augsnes apstrādes veida un augu maiņas: K-K – kvieši bezmaiņas sējumā; K-R – rapsis un ziemas kvieši (2020. gadā priekšsaugs ziemas rapsis); AM – augu maiņa (2020. gadā priekšsaugs pupas).**

Fosfora iznese ar ziemas kviešiem svārstījās no 52.12 – 67.14 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, vismazākā iznese bija bezmaiņas kviešu sējumā neartajā variantā, bet augstākā – augmaiņas variantā ar rapsi neartajos laukos (16. att.). 2020. gadā, ja augsne nebija arta, fosfora iznese nebija atkarīga augu maiņas varianta.



**16. att. Fosfora iznese ar kviešu graudiem un blakusprodukciju atkarībā no augsnes apstrādes veida un augu maiņas: K-K – kvieši bezmaiņas sējumā; K-R – rapsis un ziemas kvieši (2020. gadā priekšsaugs ziemas rapsis); AM – augu maiņa (2020. gadā priekšsaugs pupas).**

Kālija iznesi ziemas kviešu sējumos neietekmēja ne augsnes apstrādes veids, ne augu maiņas variants (17. att.). Kālija iznese visos variantos bija līdzīga (130.26 -135.28 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O), izņemot bezmaiņas sējumus neartajā augsnes apstrādē, kur iznestais kālija daudzums bija 108.78 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O.

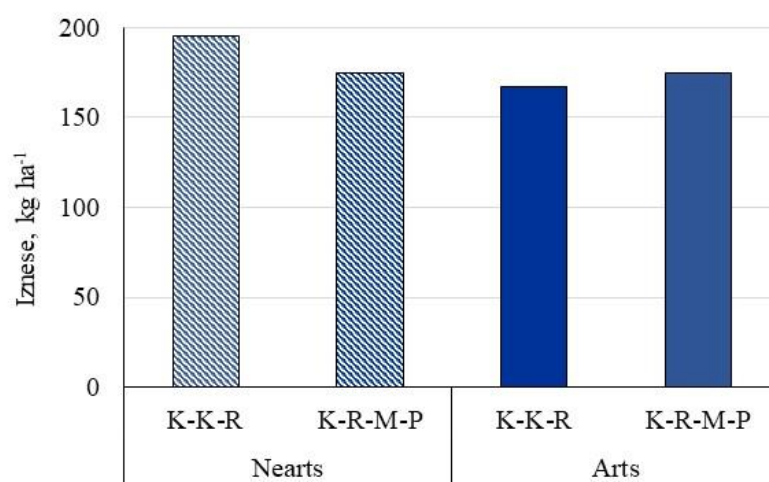


**17. att. Kālija iznese ar kviešu graudiem un blakusprodukciju atkarībā no augsnes apstrādes veida un augu maiņas:** K-K – kvieši bezmaiņas sējumā; K-R – rapsis un ziemas kvieši (2020. gadā priekšsaugs ziemas rapsis); AM – augu maiņa (2020. gadā priekšsaugs pupas).

2020. gada sezonā kviešu sējumos nebija novērotas likumsakarības attiecībā uz barības vielu iznesi.

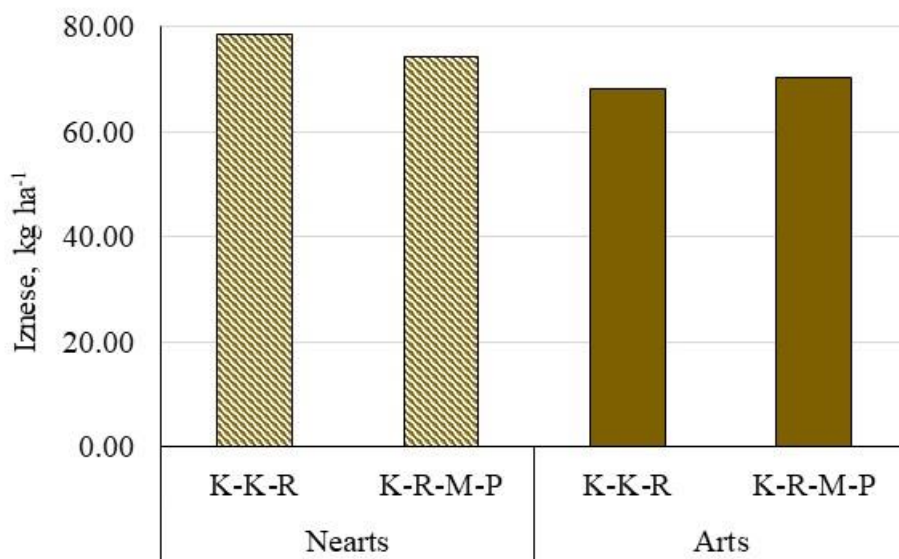
Audzējot ziemas kviešus bezmaiņas sējumā un neveicot aršanu, novērota viszemākā slāpekļa, fosfora un kālija iznese, salīdzinot ar citiem izmēģinājumu variantiem.

**Ziemas rapsis.** Augu maiņas variantā, kur rapsi audzē vienu reizi četros gados, augsnes apstrādes veids slāpekļa iznesi neietekmēja, tā bija praktiski identiska 174.6-174.9 kg ha<sup>-1</sup> (18. att.). Turpretim variantā, kur rapsi audzē “īšajā augmaiņā” t.i. tikai rapsis un kvieši, augstāka slāpekļa iznese bija variantā, kur augsne netika arta - 195.2 kg ha<sup>-1</sup> salīdzinot ar variantu, kur augsne arta (167.2 kg ha<sup>-1</sup>).



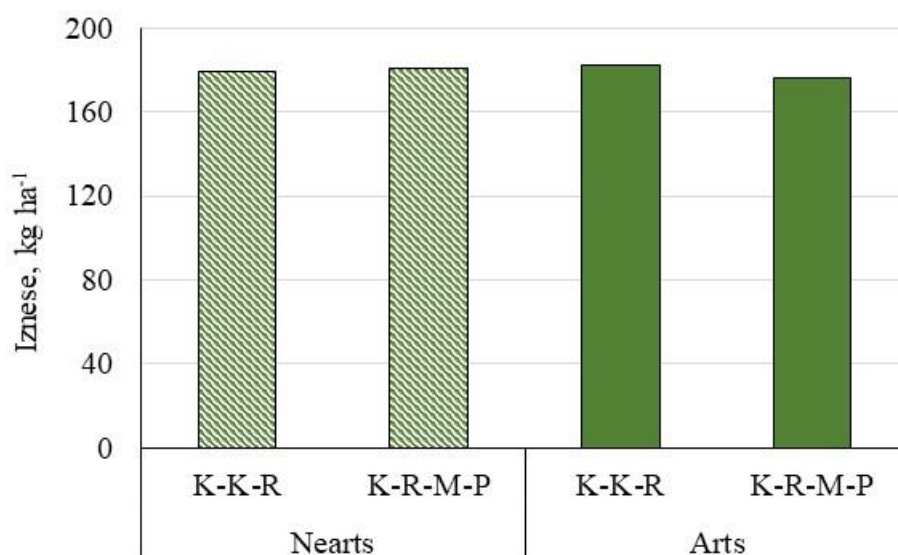
**18. att. Slāpekļa iznese ar ziemas rapšu sēklām un blakusprodukciju atkarībā no augsnes apstrādes veida un augu maiņas:** R-K – rapsis un ziemas kvieši (2020. gadā priekšsaugs ziemas kvieši); AM – augu maiņa (2020. gadā priekšsaugs ziemas kvieši).

Fosfora iznese abās augu maiņās bija zemāka artajā augsnes apstrādē 68.29-70.18 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (19. att.), salīdzinot ar neartajiem variantiem 74.24-78.62 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Šī atšķirība ir lielāka kviešu-rapša augmaiņā, salīdzinot ar pilnās augu maiņas variantu.



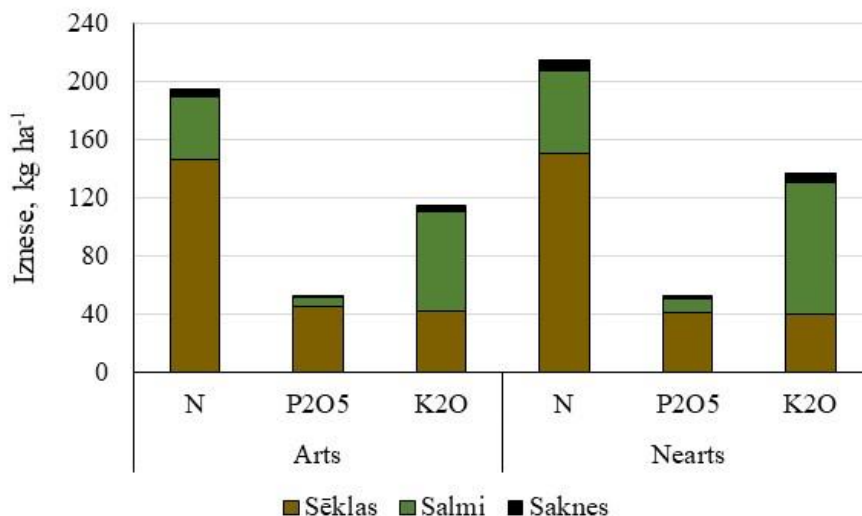
**19. att. Fosfora iznese ar ziemas rapšu sēklām un blakusprodukciju atkarībā no augsnes apstrādes veida un augu maiņas: R-K – rapsis un ziemas kvieši (2020. gadā priekšaugšs ziemas kvieši); AM – augu maiņa (2020. gadā priekšaugšs ziemas kvieši).**

Kālija iznese rapša sējumos, salīdzinot ar citiem kultūraugiem, ir lielāka, jo rapša stublāju masa ir liela un tajā ir augsts kālija saturs. Kālija iznese ziemas rapša sējumos 2020. gadā bija līdzīga visos variantos 176.41 –181.91kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O (20. att.), kas norāda, ka šajā gadā augsnes apstrādes veids un augu maiņas variants neietekmēja.



**20. att. Kālija iznese ar ziemas rapšu sēklām un blakusprodukciju atkarībā no augsnes apstrādes veida un augu maiņas: R-K – rapsis un ziemas kvieši (2020. gadā priekšaugšs ziemas kvieši); AM – augu maiņa (2020. gadā priekšaugšs ziemas kvieši).**

**Lauka pupas.** Augsnes apstrādes veids ietekmēja slāpekļa un kālija iznesi, šo barības elementu iznese bija augstāka neartajā variantā, turpretim fosfora iznese abos variantos bija līdzīga (21. att.).



**21. att. Slāpekļa, fosfora un kālija iznese ar pupu sēklām un blakusprodukciju atkarībā no augsnes apstrādes veida**

Slāpekļa iznese ar pupu ražu un blakusprodukciju bija 194.54- 214.89 kg ha<sup>-1</sup>, lielākā daļa (70-75%) bija sēklas, ar salmiem iznesa 22-26% no kopējā slāpekļa daudzuma, bet vismazāk, tikai 2.8-3.8% bija sakņu masa. Ar sēklām tika iznesta arī lielākā fosfora daļa (78 – 86%), 11.9 – 19.1% tika iznesti ar stublājiem un ar saknēm tikai 1.7-2.9% no kopējā fosfora daudzuma. Turpretim lielākā kālija daļa (60 – 66.5%) tika iznesta ar stublājiem, ar sēklām iznesa 29.2-36.2%, bet ar saknēm tikai 3.7-4.3 %.

### 2.2.3. Oglekļa uzkrāšanās

**Augsnes organiskais ogleklis un tā krājumi.** Organiskais ogleklis noteikts augsnes paraugos, izmantojot Walkley un Black (ISO 14235) metodi.

Kopumā pēdējos 3 gados, kad veiktas organiskā oglekļa analīzes, tā īpatsvars aramkārtā saglabājas virs 1% gan artajos, gan neartajos laukos, kas ir pietiekams, lai nodrošinātu augsnes auglību. Bet dziļākajos augsnes slāņos neartajos laukos novērojama organiskā oglekļa samazināšanās (22. att., 4. tab.). Kopumā pa trīs gadiem samazinoties par 0.6%. Tomēr organiskā oglekļa samazināšanās iemesli vēl ir pētāmi un tā dinamika novērojama arī turpmākajos gados.

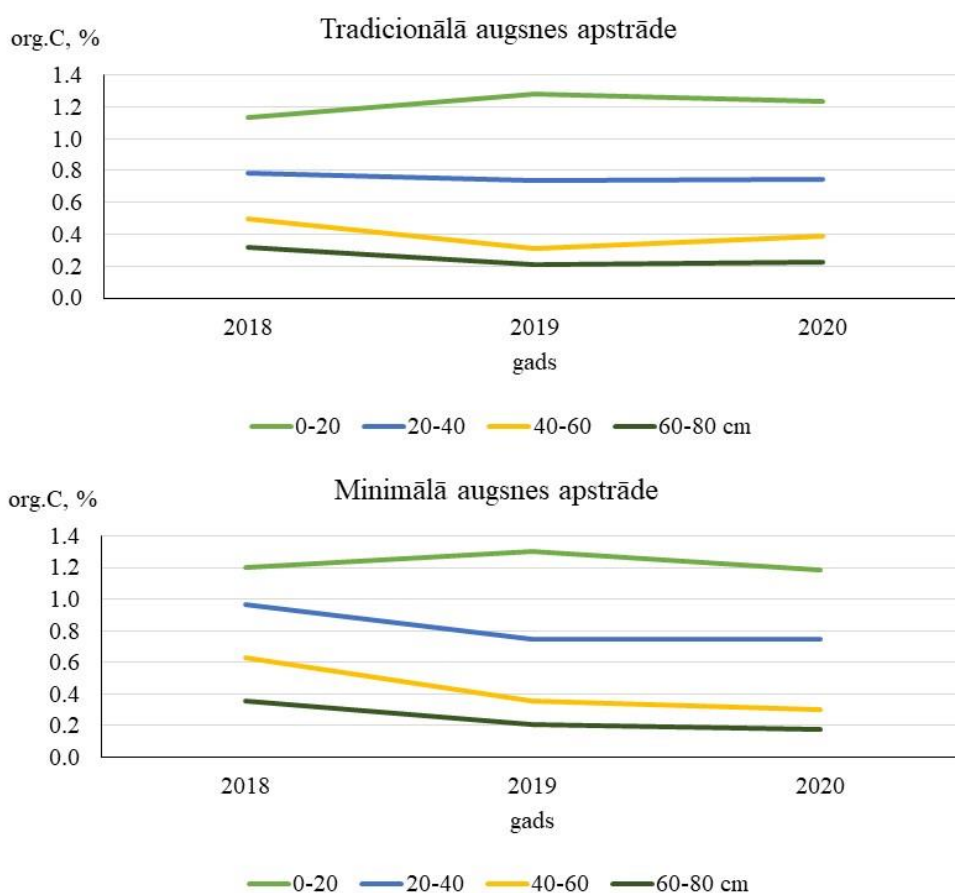
Veicot Anovas vienfaktora dispersijas analīzi, noskaidrots, ka gada ietekmes īpatsvars uz organiskā oglekļa uzkrāšanos griezumā (0-80 cm) ir salīdzinoši neliels 20%, tomēr uzskatāms par būtisku, kur pie  $\alpha=0.05$   $F=5.64 > F_{krit}=3.2$  (22. att.).

Laukos, kur tiek ievērota augu maiņa rapsis un ziemas kvieši un augu maiņa ar vairākiem kultūraugiem – mieži-pupas-kvieši-rapsis abos augsnes apstrādes veidos nav novērojamas būtiskas organiskā oglekļa krājumu izmaiņas starp 2019 un 2020. gadu. Artajos laukos, kur netiek izmantota augu maiņa īpašas izmaiņas netika konstatētas.

Lielāka organiskā oglekļa krājumu dinamika starp gadiem ir novērojama neartajos laukos. Augsnes apstrādes un augu maiņas ietekme uz organiskā oglekļa uzkrāšanos vēl ir pētāma, tomēr esošie rezultāti ļauj domāt, ka augu maiņai, ir mazāka ietekme artajos laukos, kur, iespējams, organiskās vielas sadalīšanās norit vienmērīgāk.

**Organiskā oglekļa uzkrāšanās no 2018-2020. gadam atkarībā no augsnes apstrādes veida, Corg% (0-80 cm)**

Augsnes apstrādes veids	2018	2019	2020
artie lauki	2.7	2.5	2.6
neartie lauki	3.1	2.6	2.4



**22. att. Organiskā oglekļa uzkrāšanās (%) no 2018–2019. gadam artajos un neartajos laukos, dažādos augsnes dziļumos (0-20, 20-40, 40-60, 60-80 cm).**

**KOPSAVILKUMS**

Ilggadīgā izmēģinājuma augšņu agrofizikālo datu izvērtējums par 10 gadiem sniedz ieskatu par to, kā mainās augsnes agrofizikālās īpašības pie vienveidīgas augsnes apstrādes ilgtermiņā. Iegūtie dati liecina, ka izmaiņas pētīto augšņu fizikālmehāniskajās īpašībās norit lēnām un ir konstatējamas galvenokārt instrumentāli, sākot ar 6 monitoringa gadu.

Izvērtējot aršanas un bezaršanas tehnoloģijas, nākas secināt, ka ilgtermiņā lielāka augsnes sablīvēšanās novērojama neartajos laukos visā augsnes profilā, savukārt artajos laukos augsnes tilpummasas pieaugums novērojams zem 25 cm, bet neartajos laukos jau

pēc pirmajiem 10 cm. Kopumā šādi novērojumi var liecināt par labvēlīgākiem augu augšanas apstākļiem artajos laukos, jo aramkārtā ir mazāk sablīvēta, kas veicina labvēlīgākus augsnes aerācijas apstākļus, vienmērīgāku augsnes mitrumu u.c.

Ilgtermiņā augsnes apstrādei, izmantojot aršanu, ir labvēlīgāka ietekme uz augsnes agrofizikālajām īpašībām aramkārtā nekā bezaršanas tehnoloģijai. Tomēr kā secināts iepriekšējos gados aršana ilgtermiņā var ietekmēt aruma zoles veidošanos.

2020. gadā ziemas kviešu sējumos netika novērotas likumsakarības saistībā ar barības vielu izmantošanos. Visu barības elementu (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O) mazāka iznese novērota bezmaiņas sējumā, ja augsne nav tikusi arta. Ziemas rapša sējumos slāpekļa un fosfora iznesi, audzējot rapsi augmaiņā ar labībām, ietekmēja augsnes apstrādes veids, neartajā laukā iznese bija lielāka salīdzinot ar minimālo augsnes apstrādi, savukārt kālija iznesi neietekmēja ne augsnes apstrādes veids, ne augmaiņa. Pupām slāpekļa un kālija iznese bija atkarīga no augsnes apstrādes veida, bet fosfora iznesi augsnes apstrādes veids neietekmēja.

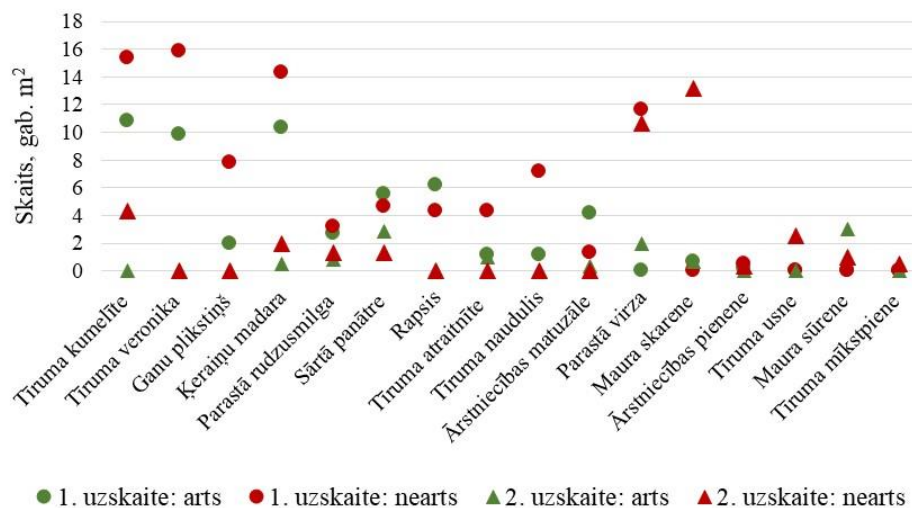
Lai gan organiskā oglekļa īpatsvars aramkārtā saglabājas virs 1% gan artajos, gan neartajos laukos un ir pietiekams, lai nodrošinātu augsnes auglību, tomēr pēdējo 3 gadu novērojumi liecina, ka organiskā oglekļa krājumi sākotnēji bija augstāki neartajos laukos nekā artajos, un trīs gadu periodā tie ir samazinājušies par 0.6%. Savukārt artajos laukos organiskā oglekļa krājumu samazinājums nav novērojams.

Augu maiņas ietekme uz organiskā oglekļa uzkrāšanos vēl ir pētāma, tomēr, ja izvērtē organiskā oglekļa krājums starp laukiem ar dažādu augu maiņu, tad organiskā oglekļa krājumi ir stabilāki artajos laukos, kas iespējams, skaidrojams ar vienmērīgāku organiskās vielas sadalīšanos augsni arot. Turpretim neartajos laukos augsnes sablīvēšanas procesi, iespējams, ietekmē organiskās vielas sadalīšanās procesu ātrumu.

## **2.3. Sējumu nezālainība un kviešu slimības**

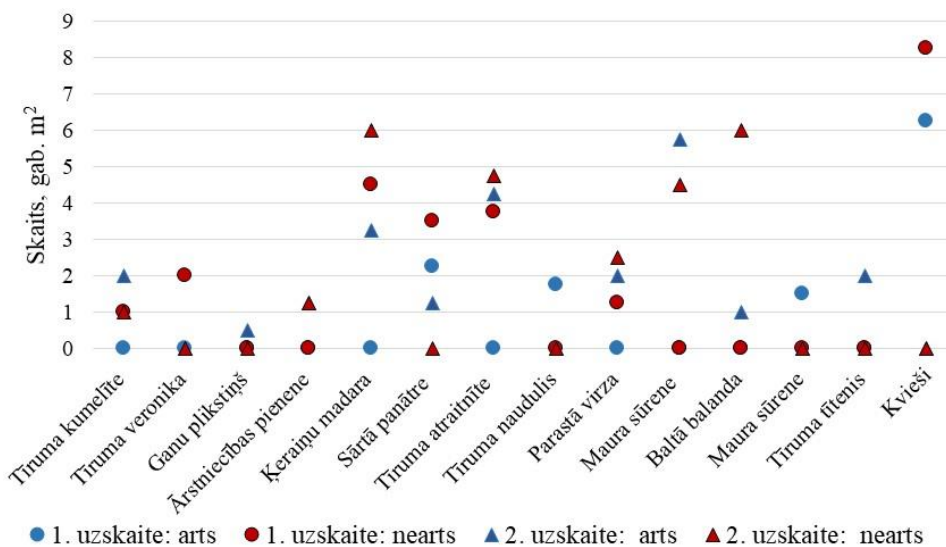
### **2.3.1. Sējumu nezālainība**

Ziemas kviešu sējumos atrastas 16 nezāļu sugas, tīrumu kumelīte (*Matricaria inodorum*), tīruma veronika (*Veronica arvensis*) un ķeraiņu madara (*Galium aparine*) bija dominējošās sugas gan artajos, gan neartajos laukos, turklāt gan pirmajā, gan otrajā uzskaites reizē. Turpretim parastā virza (*Stellaria media*) un maura skarene (*Poa annua*) bija būtiskas tikai neartajos laukos. Kopumā aršana būtiski samazināja nezāļu skaitu ziemas kviešu sējumos (23. att.).



**23. att. Nezāļu skaits ziemas kviešu sējumos atkarībā no augsnes apstrādes veida**

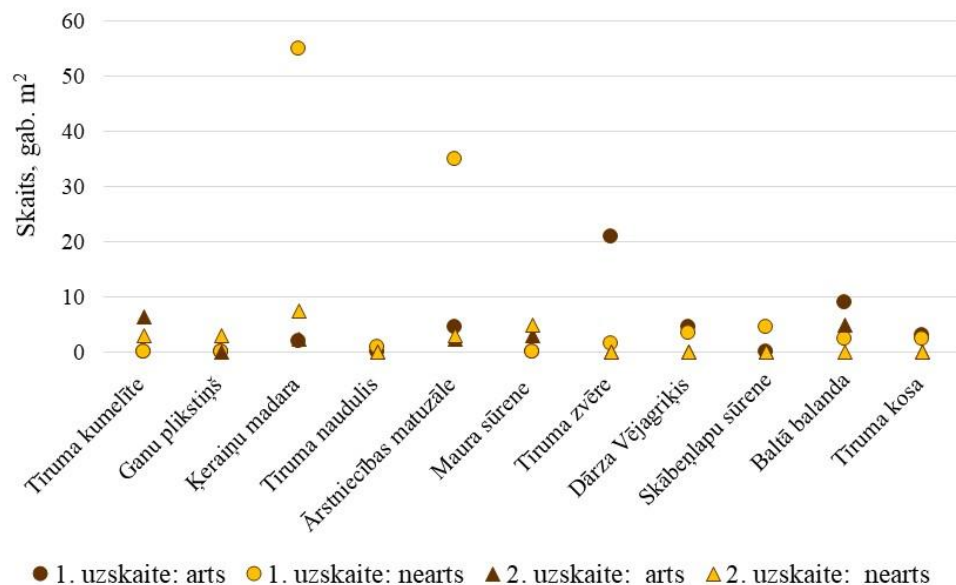
Ziemas rapša sējumos veģetācijas perioda sākumā dominē sārņaugi kvieši, taču līdz ražas vākšanai tie vairs nav būtiski. Dominējošās nezāļu sugas ir ķeraiņu madara (*Galium aparine*), sārtā panātre (*Lamium purpureum*), tīruma atraitnīte (*Viola arvensis*), maura sūrene (*Polygonum aviculare*) un baltā balanda (*Chenopodium album*).



**24. att. Nezāļu skaits ziemas rapša sējumos atkarībā no augsnes apstrādes veida**

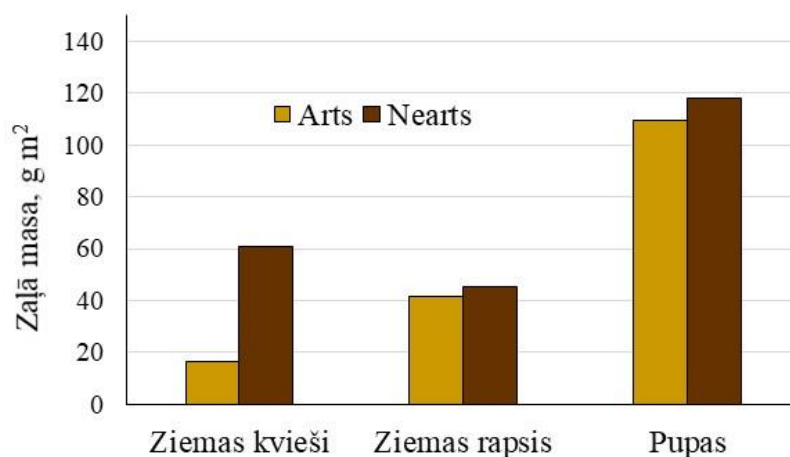
Neartajos rapša laukos ir būtiski vairāk nezāļu, salīdzinot ar laukiem, kur veikta aršana (24. att.).

Pupu sējumos būtiskas problēmas sagādā ķeraiņu madara un ārstniecības matuzāle, aršana šo nezāļu skaitu būtiski samazina (25. att.).



**25. att. Nezāļu skaits pupu sējumos atkarībā no augsnes apstrādes veida**

Lai izvērtētu nezālainības izmaiņas atkarībā no augsnes apstrādes paņēmiena, svarīgi ir ne tikai novērtēt nezāļu skaitu, bet arī to zaļo masu (26. att.).



**26. att. Nezāļu zaļā masa atkarībā no augsnes apstrādes veida**

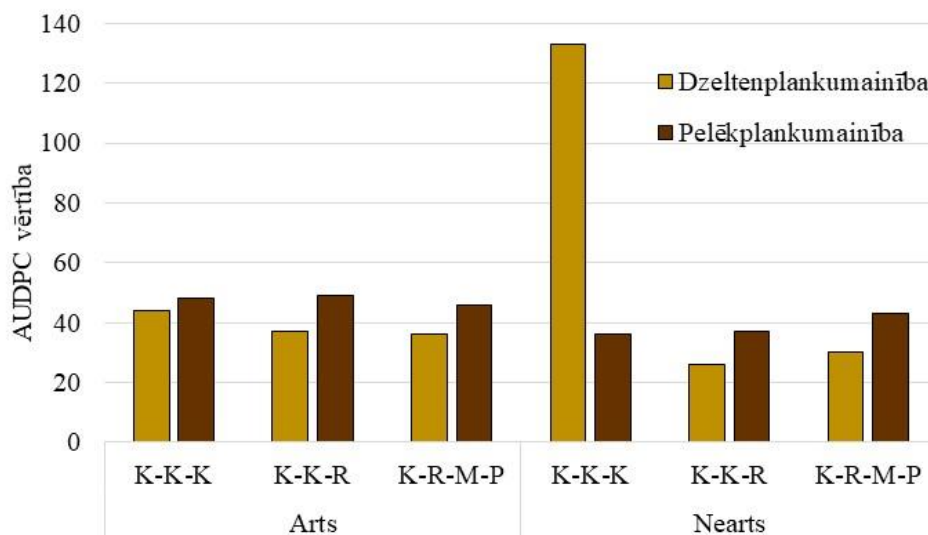
Aršana būtiski samazina nezāļu zaļo masu kviešu sējumos, attiecībā uz ziemas rapša un pupu sējumiem starpība nebija būtiska.

### 2.3.2. Kviešu lapu slimības

Kviešu lapu slimība attīstība ir atkarīga no gada agroekoloģiskajiem apstākļiem. Ir pierādījies, ka, audzējot šķirni 'Skagen', tāpat kā iepriekš 'Zentos', galvenā problēma ir lapu plankumainības – kviešu lapu dzeltenplankumainības (ier. *Pyrenophora tritici-repentis*) un kviešu lapu pelēkplankumainība (ier. *Zymoseptoria tritici*), ne rūsas, ne miltkrāsas attīstības pakāpe nesasniedz pat 1%, līdz ar to nav uzskatāma par saimnieciski nozīmīgu problēmu, vismaz pagaidām.



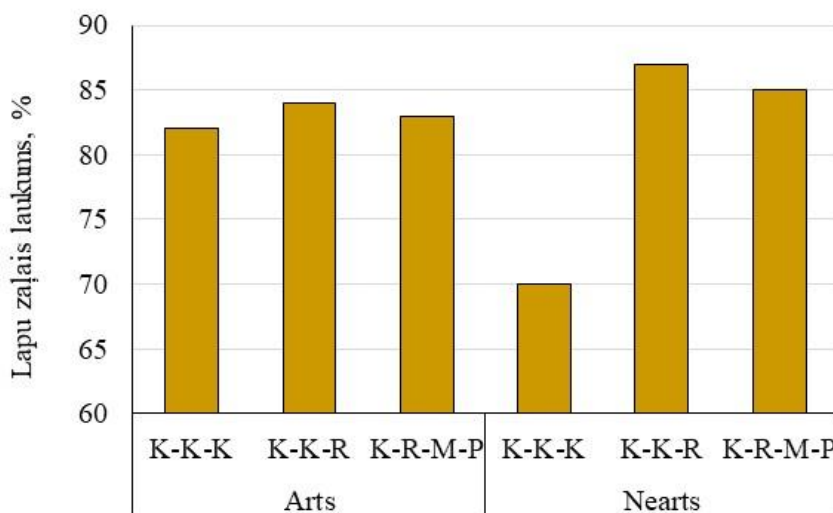
2020. gadā lapu plankumainību attīstība nebija augsta, attīstības pakāpe svārstījās no 2% līdz 15%. Šādos apstākļos grūti konstatēt pārbaudāmo faktoru ietekmi, tomēr, ievērojami augstāks dzeltenplankumainības līmenis kviešu bezmaiņas sējumā, variantā, kur augsne nav arta (27. att.).



**27. att. Kviešu lapu plankumainības 2020. gada sezonā atkarībā no augsnes apstrādes un augu maiņas varianta:**

K-K-K – kvieši bezmaiņas sējumā; K-K-R – kvieši un rapsis; K-R-M-P – kvieši, rapsis, mieži, pupas.

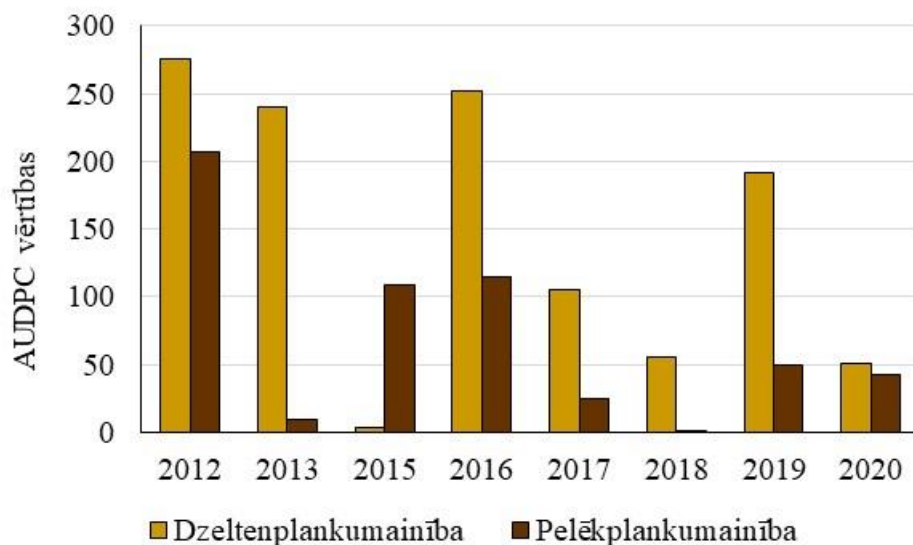
Augu kopējo veselības stāvokli raksturo lapu zaļais laukums (LZL), 2020. gadā šis rādītājs bija līdzīgs visos variantos, izņēmums ir kvieši bezmaiņas sējumos neartajā variantā, kur augi nodzeltēja būtiski ātrāk nekā citos laukos (28. att.).



**28. att. Kviešu lapu zaļais laukums atkarībā no augsnes apstrādes veida un augu maiņas varianta:**

K-K-K – kvieši bezmaiņas sējumā; K-K-R – kvieši un rapsis; K-R-M-P – kvieši, rapsis, mieži, pupas.

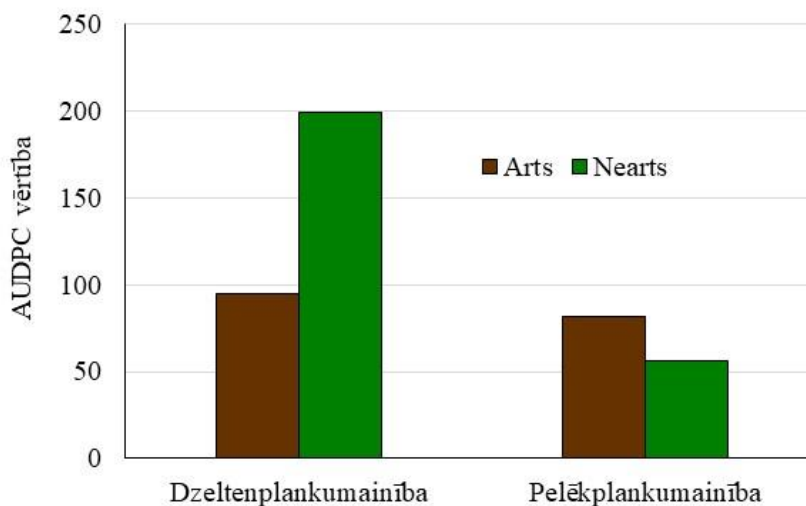
Laikā no 2012. gada līdz 2020. gadam (izņemot 2014. gadu, kad bija vasaras kvieši), lapu plankumainību attīstība bija ļoti atšķirīga (29. att.),



**29. att. Kviešu lapu plankumainību attīstība (vidējie rādītāji).**

Tikai vienā gadā no astoņiem dominēja pelēkplankumainība, visos pārējos gados tā bija dzeltenplankumainība, un tikai 2020. gadā abu slimību attīstība bija līdzīga. Rezultāti pierāda, ka Zemgalē galvenā problēma ir dzeltenplankumainība, tādējādi ierobežošanas sistēmai būtu jābūt vērstai tieši šīs slimības ierobežošanai. Jāuzsver, ka Rietumeiropā situācija ir atšķirīga, jo dzeltenplankumainības rada ražas zudumus tikai atsevišķos gadījumos.

Agrotehniskie paņēmieni ietekmē dzeltenplankumainības attīstību. Aršana būtiski (vairāk nekā divas reizes) samazina dzeltenplankumainības attīstību, bet praktiski neietekmē pelēkplankumainības attīstības pakāpi (30. att.).

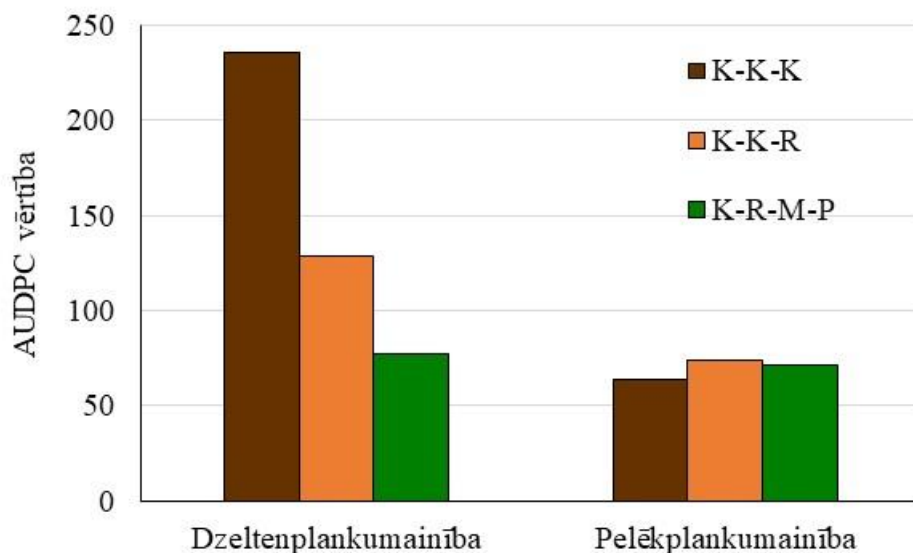


**30. att. Kviešu lapu plankumainību attīstība atkarībā no augsnes apstrādes veida (vidēji 2012-2020. gadam, izslēdzot 2014. gadu).**

Nearšana veicina dzeltenplankumainības izplatību, jo galvenais infekcijas avots ir salmi, kuros attīstās asku sporas. Attiecībā uz pelēkplankumainības attīstību situācija ir

sarežģītāka, jo Latvijas apstākļos, visticamāk, galvenais infekcijas avots ir dzīvi augi, nevis augu atliekas. No otras puses, iespējams, pelēkplankumainības augstāko attīstību artajā variantā ietekmē abu patogēnu konkurence.

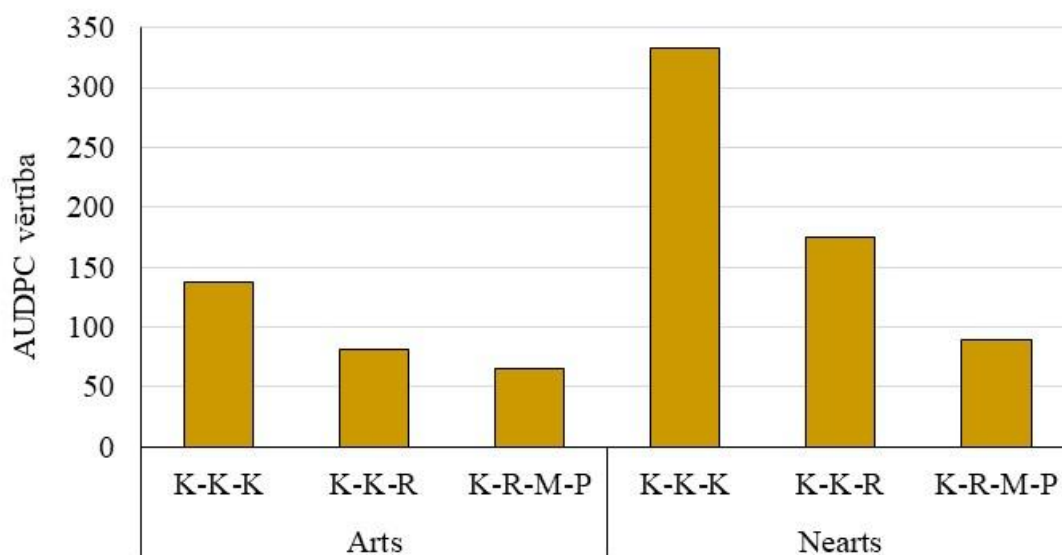
Augu maiņas ievērošana būtiski samazina dzeltenplankumainības attīstību, bet neietekmē pelēkplankumainības attīstības pakāpi (31. att.).



**31. att. Kviešu lapu plankumainību attīstība atkarībā no augu maiņas varianta (vidēji 2012-2020. gadam, izslēdzot 2014. gadu):**

K-K-K – kvieši bezmaiņas sējumā; K-K-R – kvieši un rapsis; K-R-M-P – kvieši, rapsis, mieži, pupas.

Ja izvēlas bezaršanas tehnoloģijas, tad augu maiņai ir būtiska nozīme, jo aršana lielā mērā mīkstina atkārtoto sējumu ietekmi (32. att.).



**32. att. Kviešu lapu dzeltenplankumainības attīstība atkarībā no augsnes apstrādes veida (vidēji 2012-2020. gadam, izslēdzot 2014. gadu).**

Ņemot vērā, ka intensīvos kviešu audzēšanas reģionos dzeltenplankumainības ir dominējošā slimība, augsnes nearšana būtiski veicina šīs slimības izplatību, tas nozīmē, ir nepieciešama intensīvāka fungicīdu smidzināšana.

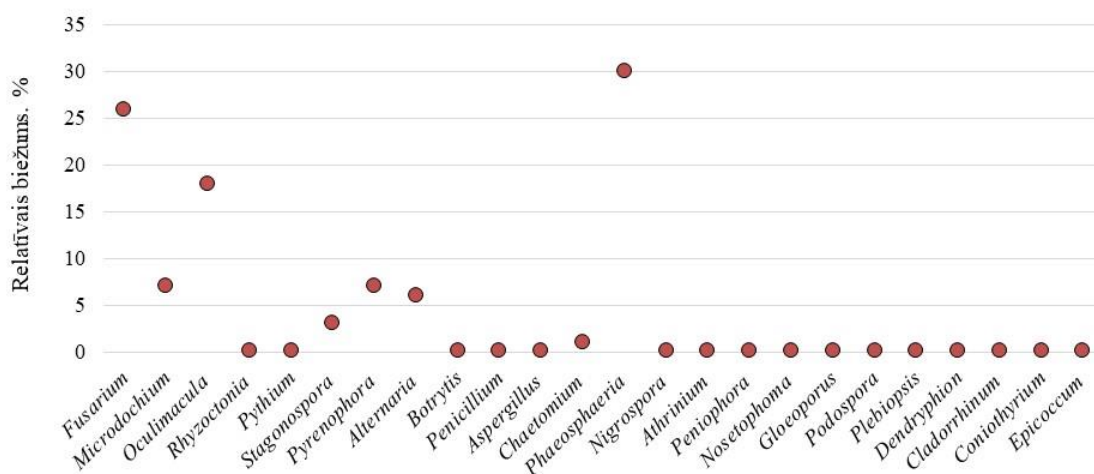
### 2.3.3. Kviešu stiebra pamatnes slimības un to ierosinātāji

2020. gadā, tāpat kā pēdējos divos gados, stiebru pamatnes puves izplatība bija tuvu 100%, neatkarīgi no augsnes apstrādes un augu maiņas varianta. Tomēr tas vēl neparāda šīs slimības postīgumu, jo, ja inficēšanās ir notikusi vēlāk un ir skarta tikai epiderma, ražas zudumi var nebūt. Slimības postīgums lielā mērā ir atkarīgs no tā, kas ir tās ierosinātāji.

Kviešu stiebra pamatnes slimības ierosina mikroorganismi no dažādām valstīm, galvenokārt tās ir sēnes. Sēņu identifikācija pēc morfoloģiskajām pazīmēm nav iespējama gan tādēļ, ka mikroorganismi, tajā skaitā sēnes, uz barotnēm veido līdzīgas kolonijas, gan arī tāpēc, ka sēnes ir ļoti daudzveidīgas, un to morfoloģiskās pazīmes variē pat vienas sugas, pat viena celma ietvaros. Tomēr, precīza sēņu identifikācija ir nepieciešama, lai saprastu tās izmaiņas, kas notiek mikroorganismu sabiedrībā (mikrobiota) augsnē un inficētajos kviešu stiebrus, gan arī tāpēc, lai izvēlētos racionālāko ierobežošanas stratēģiju. Identifikācija ir laikietilpīga, to nav iespējams paveikt viena gada ietvaros.

Laikā no 2012. gada līdz 2018. gadam (izslēdzot 2014. gadu, kad bija vasaras kvieši), pavisam iegūti, attīrīti un identificēti 6787 sēņu izolāti.

Ir atrasti izolāti, kas pieder 25 sēņu ģintīm, taču tikai astoņu ģinšu izolātu relatīvais biežums sasniedza 1% (33. att.).



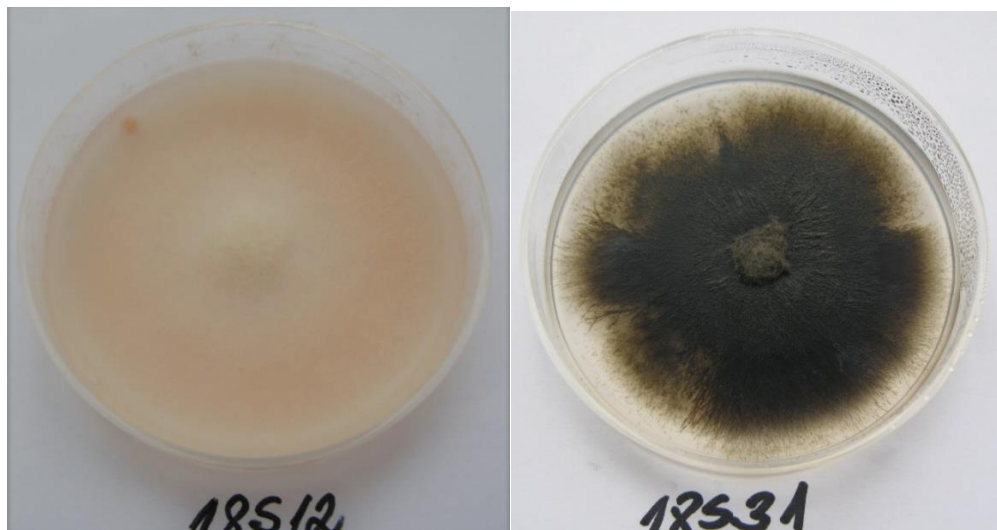
### 33. att. Sēņu ģinšu sastopamība inficētos kviešu stiebrus.

Identificētās sēnes pieder dažādām ekoloģiskajām grupām, gan augu patogēni, gan saprotrofī, gan sēnes, kuru mijiedarbība ar kviešiem nav zināma.

Būtiskākie stiebra pamatnes ierosinātāji ir sēnes no *Oculimacula* un *Fusarium* ģintīm, attiecīgi 28% un 24%, salīdzinoši bieži atrasts arī *Microdochium* spp. – 4%. Pārējie stiebra pamatnes puves ierosinātāji – *Rhizoctonia* spp., *Pythium* spp. un *Bipolaris sorokiniana* atrasti tikai dažos gadījumos.

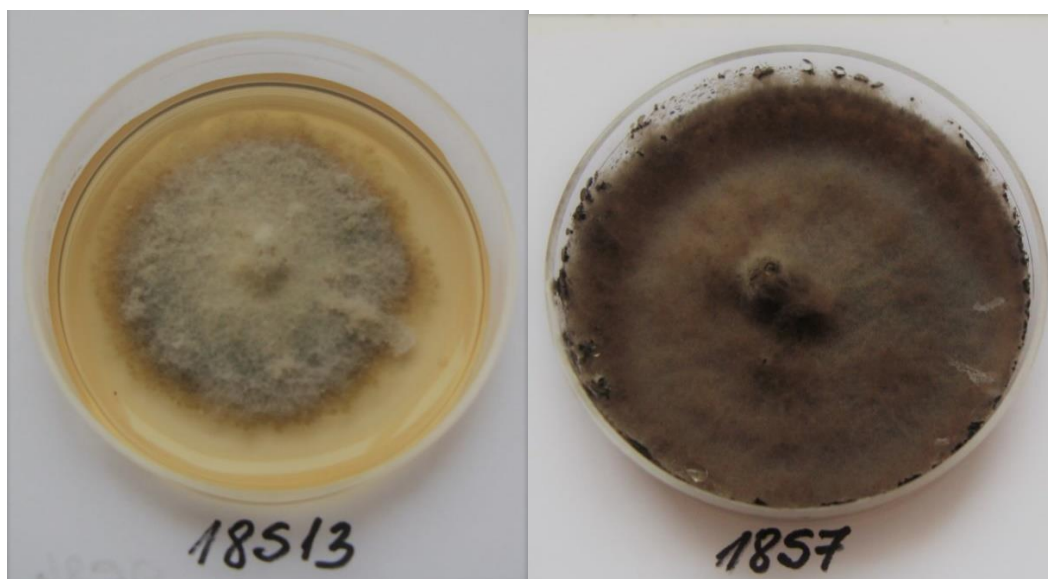
*Microdochium* spp. nozīme pasaulē pieaug, ir konstatētas jaunas sugas un patogēns ieņem jaunas ekoloģiskās nišas. Agrāk tas tika uzskatīts par sniega pelējuma ierosinātāju, bet šobrīd aizvien biežāk ierosina stiebra pamatnes slimības un pēc literatūras datiem arī lapu plankumainības. Jāatzīmē *Microdochium boley* (2%), kura morfoloģiskās īpašības ir

stipri atšķirīgas (34. att.), bet tā ekoloģiskā niša nav zināma. Šī sēne ir aprakstīta gan kā vājš patogēns, gan citu patogēnu antagonists. *M. bolleyi* tīrkultūras ir viegli atpazīt, un, lai gan tas neveido sporas, morfoloģiskās pazīmes ir pietiekami tipiskas identificēšanai. Turpretim pārējo *Microdochium* sugu morfoloģiskās īpatnības variē, un tā precīzai identifikācijai nepieciešamas molekulāri-ģenētiskās metodes.



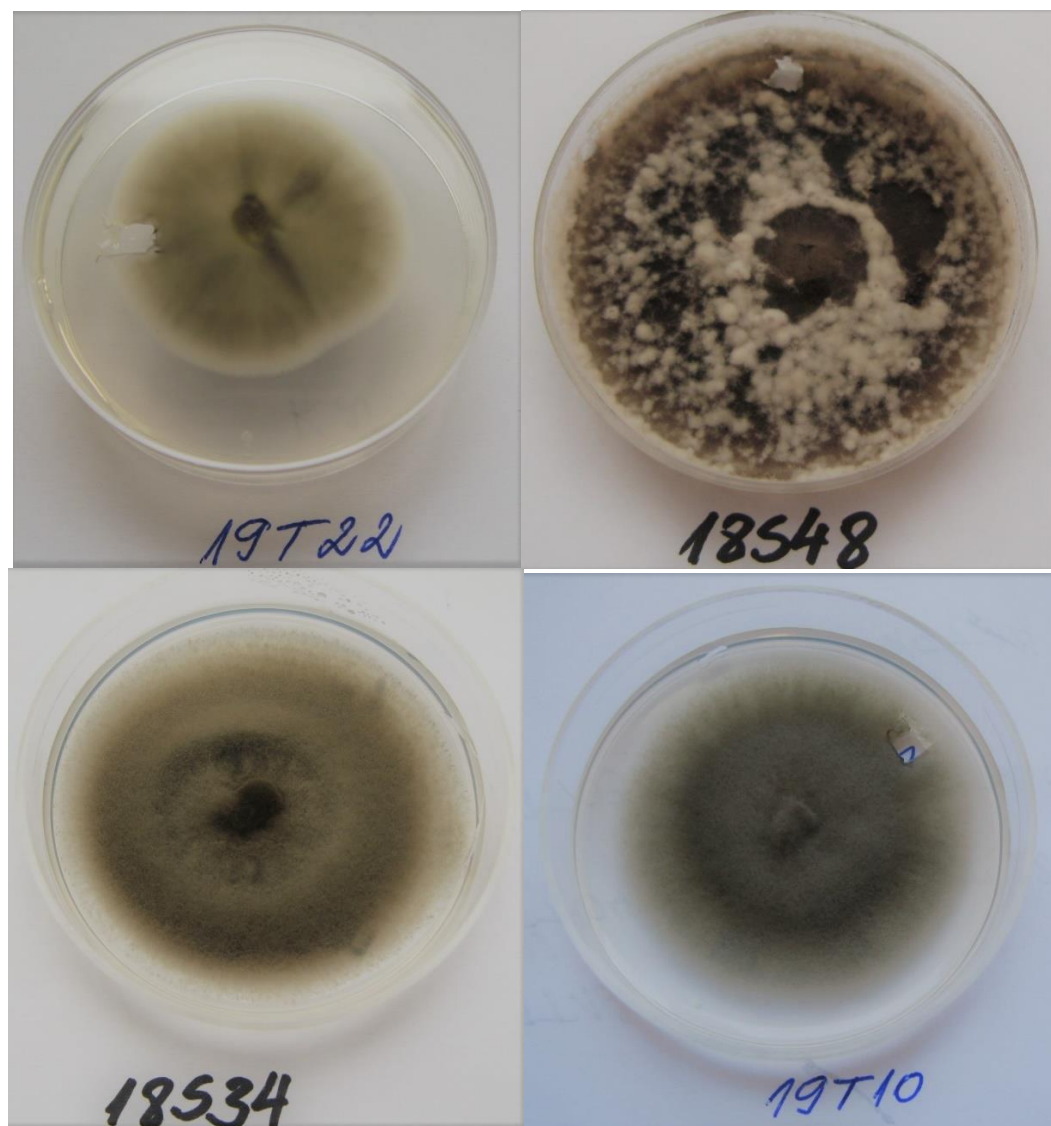
**34. att. *Microdochium nivale* (pa kreisi) un *Microdochium bolleyi* (pa labi) tīrkultūras**

Salīdzinoši bieži atrastas arī *Pyrenophora tritici-repentis* un *Stagonospora* spp., kas ierosina lapu slimības, attiecīgi 7% un 2%. Šie rezultāti vēlreiz pasvīturo, ka šie patogēni saglabājas augu atliekās kā saprotrofi. Abas iepriekšminētās sēnes ir morfoloģiski daudzveidīgas un ir grūti vai neiespējami indentificējamās (35. att.), molekulāri ģenētiskās metodes ir nepieciešamas. Sēņu genoma ITS sekvencēšana parasti identificē tikai ģinti, sugas noteikšanai nepieciešamas citu genoma lokusu sekvencēšana. Tādēļ vairumā gadījumu identifikācija ir veikta tikai līdz ģints līmenim.



**35. att. *Stagonospora* spp. (pa kreisi) un *Pyrenophora tritici-repentis* (pa labi) tīrkultūras**

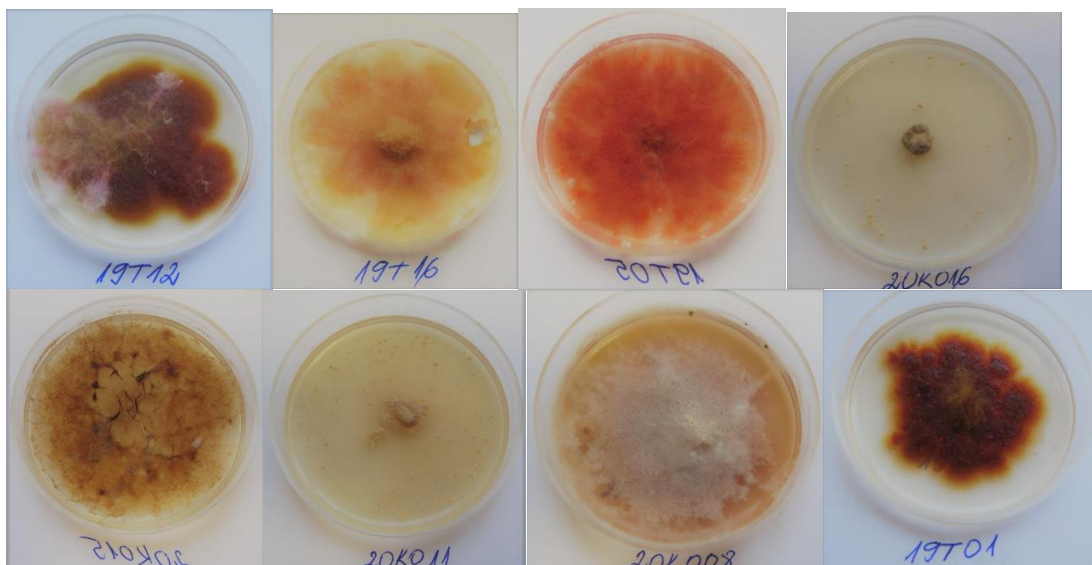
*Oculimacula yallundae* un *O. acuformis* ir nozīmīgākie stiebru pamatnes puves ierosinātāji – parasti uzskata, ka tie ierosina ascsvēda plankumainību jeb stiebru lūšanu. Tomēr jau mūsu iepriekšējie pētījumi ir pierādījuši, ka reti veidojas tipiskās pazīmes un arī šie patogēni var būt kompleksā ar citām sēnēm. *O. yallundae* un *O. acuformis* agresivitāte ir atšķirīga, iepriekšējās analīzes ir pierādījušas, ka ir sastopamas abas sugas, taču to proporcija nav zināma. Šie patogēnu morfoloģiskās īpatnības variē (36. att.), identifikācijai nepieciešamas molekulāri-ģenētiskās analīzes.



**36. att. *Oculimacula* spp. izolātu morfoloģiskā daudzveidība:**  
izolāti iegūti 2018. un 2019. g., identificēti, izmantojot molekulāri-ģenētiskās metodes  
(sekvencēts ITF reģions).

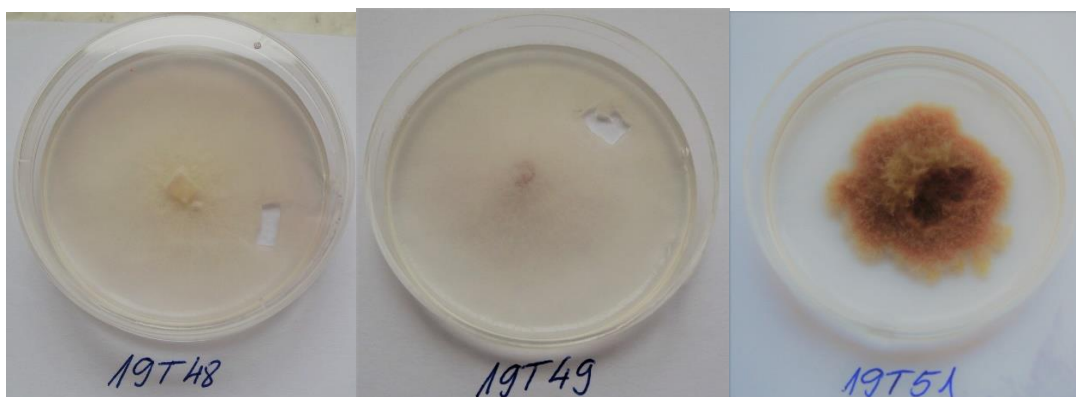
Kviešu stiebra pamatnes puvi ierosina dažādas *Fusarium* ģints sēņu sugas. Atkarībā no sugas, patogēna celma un vides apstākļiem slimības postīgums ir atšķirīgs, un, kas vēl svarīgāks, tas būtiski ietekmē mikotoksīnu veidošanos graudos.

Laikā no 2012. līdz 2018. gadam tika precīzi identificētas sešas *Fusarium* sugas: *F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. avenaceum*, *F. acuminatum*, *F. equiseti*. Arī turpmākajos gados ir atrasti *Fusarium* spp. (37. att.) izolāti, taču to identifikācija turpinās.



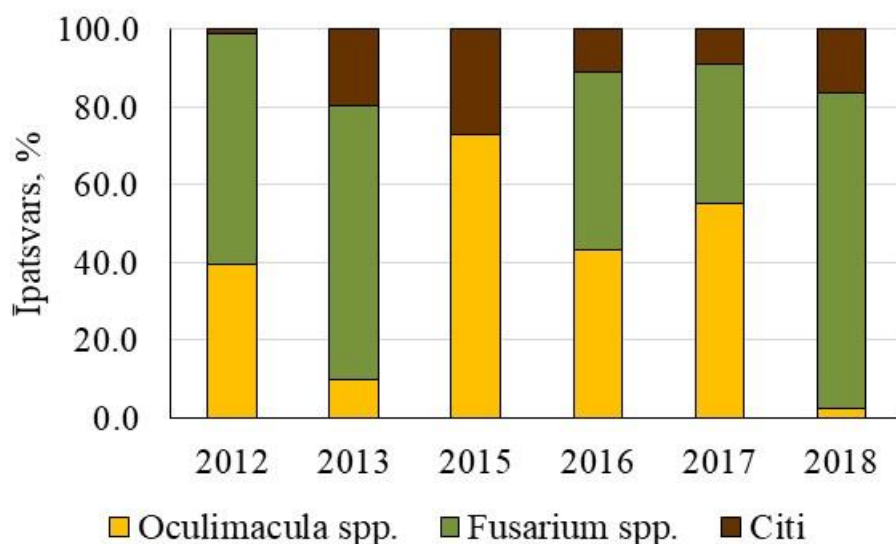
**37. att. Dažādi *Fusarium* spp. izolāti;**  
iegūti 2018. un 2019. g., identificēti, izmantojot molekulāri-ģenētiskās metodes  
(sekvencēts ITF reģions).

2020. gadā turpinās *Fusarium* sugu identifikācija un ir atrastas *F. oxysporum*, *F. redolens* un *F. tricinctum* (38. att.).



**38. att. *F. oxysporum*, *F. redolens*, *F. tricinctum* izolāti:**  
identificēti izmantojot molekulāri-ģenētiskās metodes, sekvencēts ITF un TEF  
reģioni.

Iegūto izolātu identifikācija turpinās, līdz šim iegūtie dati pierāda, ka nozīmīgāko kviešu stiebra pamatnes puves ierosinātāju *Fusarium* spp. un *Oculimacula* spp. sastopamība pa gadiem mainās (39. att.).



**39. att. Kviešu stiebra pamatnes ierosinātāju īpatsvars atkarībā no gada.**

Pētījumi jāturpina, lai skaidrotu apstākļus, kas nosaka viena vai otra patogēna dominanci konkrētajā gadā. Pagaidām nav skaidrs, kā agrotehniskie paņēmieni ietekmē konkrēto patogēnu savairošanos.

#### KOPSAVILKUMS.

Augsnes aršana būtiski samazina gan nezāļu skaitu, gan nezāļu zaļās masas lielumu.

Kviešu nozīmīgāko lapu slimību – kviešu lapu dzeltenplankumainības un pelēkplankumainības sastopamība mainās pa gadiem, ir atšķirīga arī to attīstības pakāpe, tomēr dzeltenplankumainības dominē. Augsnes aršana un augu maiņas ievērošana būtiski samazina dzeltenplankumainības attīstību. Augu maiņas ievērošana mīkstina nearšanas sekas, tomēr slimības attīstības pakāpe visos augu maiņas variantos ir augstāka nekā laukos, kur augsne arta. Agrotehniskie paņēmieni neietekmē pelēkplankumainības attīstību.

Kviešu stiebra pamatnes slimības galvenokārt ierosina sēnes no *Fusarium* un *Oculimacula* ģintīm. Kopumā inficētajos stiebrus atrastas sēnes no dažādām ekoloģiskajām nišām. Precīza identifikācija iespējama tikai izmantojot molekulāri-ģenētiskās metodes, turklāt sugu noteikšanai ir jāsekvencē specifiski reģioni. Precīza identifikācija ir nepieciešama, jo optimālai stiebra slimību ierobežošanai ir jāsaprot auga-patogēna-citu sēņu mijiedarbība, kā arī vides apstākļu, tajā skaitā agrotehnikas ietekmi uz šīm attiecībām.

#### **2.4. Tehnoloģiju priekšrocības un trūkumi ilgstošā laika periodā, priekšlikumi par šo tehnoloģiju izmantošanas iespējām integrētajā laukaugu audzēšanā**

Bezapgūšanas augsnes apstrādes tehnoloģijas kļūst aizvien populārākas, jo tās ļauj taupīt resursus, un, tiek uzskatīts, novērst arī augsnes eroziju. Tirgus situācija veicina kviešu īpatsvara palielināšanos sējumu struktūrā, tādējādi bieži kvieši tiek audzēti bezmaiņas sējumos vai “īsjājā rotācijā” – kvieši un rapsis.



Lielākā daļa pētījumu, kas publicēti pasaules, t.sk. Eiropas zinātniskajos izdevumos, ir veikti citos klimatiskajos un agrotehniskajos apstākļos, tādēļ iegūtos rezultātus nevar tieši pārnest uz Latvijas apstākļiem. Līdz ar to ir jābūt ilgstošiem pētījumiem, lai varētu reāli spriest par to, kas notiek ar augsni, augu attīstību un dažādu mikroorganismu darbību atkarībā no augsnes apstrādes veida, turklāt jāņem vērā audzētie kultūraugi un to secība.

Pētījumu mērķis: ir skaidrot bezapvēršanas augsnes apstrādes, salīdzinājumā ar tradicionālo (aršanu) augsnes apstrādi, bezmaiņas un dažādas augmaiņas sējumos ietekmi uz augsnes izmantošanas ilgtspējību un bioloģiskās daudzveidības saglabāšanu: ražas lielumu un kvalitāti, augsnes fizikālo īpašību un ķīmiskā sastāva izmaiņām ilgtermiņā, kaitīgo organismu attīstību un izplatību.

2008. gada rudenī LLU mācību pētījumu saimniecībā „Pēterlauki” iekārtos stacionārs ar trim augu maiņas variantiem un diviem augsnes apstrādes veidiem – tradicionālo un minimālo augsnes apstrādi: 1) augsnes apstrāde (A1 – aršana 22 – 24 cm dziļumā; A2 – bez apvēršanas apstrāde (lobīšana) līdz 10 cm dziļumā, turpmāk tekstā “arts” un “nearts”); 2) augu maiņa (B1 – ziemas kvieši bezmaiņas sējumā; B2 – ziemas kvieši–ziemas kvieši–ziemas rapsis; B3 – ziemas kvieši–ziemas rapsis–mieži–pupas).

2020. gada rezultāti pierāda, kultūraugu raža ir atkarīga no dažādiem apstākļiem, un augsnes apstrādes veidu – aršana vai nearšana nevar vērtēt izolēti. Ja ir augu maiņa, kur ir iekļauti kultūraugi ar dziļu, sazarotu sakņu sistēmu, tad neartajos laukos ir iespējams iegūt tikpat lielas, vai pat lielākas ražas nekā artajos. Taču, ja augu maiņa netiek ievērota, neartajos laukos raža ir būtiski zemāka. Aršana vai nearšana neietekmē kopējo iegūto enerģijas daudzumu, taču liela nozīme ir augmaiņas ievērošanai.

Barības vielu izmantošanos ietekmē galvenokārt augu maiņa, bet ne augsnes apstrāde. Lai gan augsnes īpašības mainās lēni, tomēr jau ir novērojams, ka augsnes tilpummasa un augsnes sablīvēšanās samazinās vienmērīgāk (visas aramkārtas dziļumā) artajā variantā. Neartajos variantos pozitīvas izmaiņas notiek tikai pašā augsnes virskārtā. No otras puses – ja augsne tiek arta, ir jānovērš “aruma zoles” veidošanās.

Augsnes nearšana būtiski palielina nezāļu skaita un masas daudzumu sējumos, it īpaši, ja netiek ievērota augu maiņa. Palielinās nozīmīgo nezāļu (tīruma kumelīte, tīruma veronika, ķeraīņu madara, parastā rudzuzmilga, maura skarene) daudzums. Tas nozīmē, ka neartajos sējumos ir jāpievērš lielāka uzmanība herbicīdu lietošanai un to izvēlei.

Augsnes nearšana būtiski palielina kviešu lapu dzeltenplankumainības attīstību, tas ir novērojams visos augu maiņas variantos, bet it īpaši, ja kvieši tiek audzēti atkārtoti. Tas nozīmē, ka, nearot augsni, būs jāpalielina fungicīdu lietošanas intensitāte.

Kopumā katram no augsnes apstrādes veidiem ir savas priekšrocības un trūkumi. Nevar apgalvot, ka augsnes nearšana ir vidi saudzējošāka nekā aršana un otrādi.

Agrotehnisko pasākumu ietekme uz augsnes īpašībām un bioloģisko daudzveidību nav viennozīmīga, likumsakarības atklājas tikai ilgā laika periodā. Turpmākie pētījumi ļaus izprast procesus un izmaiņas, kas notiek augsnē, kā arī dzīvo organismu (gan nezāles gan patogēni) spektra izmaiņas. Iekārtotajā izmēģinājumā ir iespējams uzsākt jaunus pētījumus, saskaņā ar nepieciešamību un zinātnes tendencēm (augu mikobiota, mālu pētījumi u.c.), kā arī ir iespēja strādāt pētniekiem no citām nozarēm, piemēram, veikt gāzu emisijas pētījumus.