

Atskaite

par ZM subsīdiu 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

2018

Galvenie izpildītāji:

Gunita Bimšteine
Zinta Gaile
Ilze Vircava
Maija Ausmane
Roberts Vucāns
Madara Darguža
Linda Litke
Merabs Katamadze
Ingrīda Neusa-Luca

ANOTĀCIJA

Bankina B. (2018). **Minimālās augsnes apstrādes ietekme uz augsnes auglības saglabāšanu, kaitīgo organismu attīstību un izplatību, ražu un tās kvalitāti bezmaiņas sējumos: projekta atskaite.** Lauksaimniecības universitāte. Jelgava, LLU, 33 lpp.

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

Pētījumu mērķis: Turpināt izmēģinājumus iekārtotajā stacionārajā laukā, lai bezmaiņas un dažādas augu rotācijas sējumos skaidrotu bezapgūšanas augsnes apstrādes ietekmi uz augsnes īpašību un ķīmiskā sastāva izmaiņām ilgtermiņā, kaitīgo organismu attīstību un izplatību, ražas lielumu un kvalitāti salīdzinājumā ar tradicionālo audzēšanas tehnoloģiju.

Pētījuma uzdevumi: noteikt augu augšanas un attīstības rādītājus veģetācijas periodā; noteikt pētāmo faktoru ietekmi uz dažādās augmaiņas iekļauto kultūragu ražību, ražas kvalitāti, augu barības vielu izmantošanos un kopējo augsekas enerģētisko produktivitāti; noteikt nozīmīgākos augsnes fizikālos rādītājus un augsnes oglekļa saturu veģetācijas periodā; noteikt nezāļu spektra izmaiņas ilgtermiņā; noteikt augu slimību izplatību un to ierosinātāju spektru atkarībā no augsnes apstrādes un augu maiņas varianta.

Izmēģinājumā iekļauti trīs augu maiņas varianti divos blokos 1) aršana 22 – 24 cm dziļumā; A2 – bez apgūšanas apstrāde līdz 10 cm dziļumam. 2018. kviešus audzēja sekojošos variantos: 1) ziemas kvieši bezmaiņas sējumā (K-K-K); 2) ziemas kvieši pēc ziemas kviešiem, priekš-priekšaug rapsis (R-K-K); 3) ziemas kvieši pēc rapša, priekš-priekšaug kvieši (K-R-K).

2018. gada vasara bija pārāk sausa, augi visā veģetācijas periodā izjuta sausuma stresu. Vislielākā ziemas kviešu raža iegūta neartajā laukā, kur kvieši bija pēc rapša, bet zemākā kviešu bezmaiņas sējumā bez aršanas. Augsnes apstrādes veids būtiski neietekmēja lauka pupu ražas, turpretim miežu raža bija lielāka neartajos laukos. Augstākā enerģētiskā produktivitāte iegūta, ka kvieši audzēti pēc rapša neartajā variantā, bet zemākā – neartajā kviešu bezmaiņas sējumā.

Artajos laukos augsnes tilpummasas samazināšanās (izmēģinājumu laukos augsne ir pārākā blīva) notiek vienmērīgāk un visos dziļumos. Laukos, kur augsne nav arta, kapilārā porainība uzlabojas tikai augsnes virskārtā, turpretim artajā variantā kapilārā porainība pieaug visā aramkārtas dziļumā.

Ziemas kviešu sējumos 2018. gadā dominēja maura sūrene un ķeraiņu madara, augsnes apstrādes veids un augu maiņas variants nezāļu skaitu un spektru būtiski neietekmēja. Vasaras miežu sējumos neartajā variantā bija būtiski lielāks nezāļu skaits, salīdzinot ar artajiem laukiem. Pupu sējumos dominē ložņu vārpata un baltā balanda. Aršanas aizstāšana ar bezapgūšanas tehnoloģiju veicina daudzgadīgo nezāļu savairošanos.

Kviešu lapu dzeltenplankumainības (ier. *Pyrenophora tritici-repentis*) attīstību būtiski palielina kviešu audzēšana bezmaiņas sējumā. Lielākais slimības attīstības risks ir atkārtotos kviešu sējumos, ja augsne netiek arta. Agrotehnisko paņēmieni ietekme uz pārējo slimību attīstību netika novērota, jo izmēģinājuma laikā tās nebija dominējošas.

33 lpp., 7 tab., 25 att.

IEVADS

Bezapgūšanas augsnes apstrādes tehnoloģijas kļūst aizvien populārākas, jo tās ļauj taupīt resursus, un, tiek uzskatīts, novērš augsnes eroziju. Tajā pašā laikā augu atlieku uzkrāšanās augsnes virskārtā var veicināt kaitīgo organismu savairošanos un nezāļainības palielināšanos. Tirgus situācija veicina kviešu īpatsvara palielināšanos sējumu struktūrā, tādējādi bieži kvieši tiek audzēti bezmaiņas sējumos vai “īsaajā 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 augmaiņas 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⁻¹.

Augsnes agrofizikālās īpašības nosaka organiskā oglekļa (C_{org}) uzkrāšanos un gaisa/ūdens režīmu augsnē. Iepriekšējie pētījumi ir pierādījuši, ka Eiropas valstīs pēdējās desmitgadēs organiskā oglekļa saturam aramzemēs ir tendence samazināties. Oglekļa uzkrāšanās augsnē ir saistīta ar SEG emisiju samazināšanas iespējām. 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 ilgtermiņā integrētajā laukaugu audzēšanā. Šādi pētījumi ir jāturpina daudzus gadus, pat gadu desmiti, jo, kā rāda 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: Turpināt izmēģinājumus iekārtotajā stacionārajā laukā, lai bezmaiņas un dažādas augu rotācijas sējumos skaidrotu bezapgūšanas augsnes apstrādes ietekmi uz augsnes īpašību un ķīmiskā sastāva izmaiņām ilgtermiņā, kaitīgo organismu attīstību un izplatību, ražas lielumu un kvalitāti salīdzinājumā ar tradicionālo audzēšanas tehnoloģiju periodā no aprīļa līdz oktobrim:

Pētījuma uzdevumi:

1. noteikt augu augšanas un attīstības rādītājus veģetācijas periodā (aprīlis – augusts);
2. noteikt pētāmo faktoru ietekmi uz dažādās augmaiņas iekļauto kultūraugu ražību, ražas kvalitāti, augu barības vielu izmantošanos un kopējo augsekas enerģētisko produktivitāti (kJ ha⁻¹) (augusts – oktobris);
3. noteikt nozīmīgākos augsnes fizikālos rādītājus un augsnes oglekļa saturu veģetācijas periodā;
4. noteikt nezāļu spektra izmaiņas ilgtermiņā;
5. noteikt augu slimību izplatību un to ierosinātāju spektru atkarībā no augsnes apstrādes un augu maiņas varianta (maijs – oktobris).

1. METODIKA

1.1. Izmēģinājuma iekārtošana

Lai skaidrotu minimālās (reducētās) augsnes apstrādes bezmaiņas (minimālas augu rotācijas) sējumos ietekmi uz ražas lielumu un tās kvalitāti, augsnes fizikālo īpašību un ķīmiskā sastāva izmaiņām ilgtermiņā salīdzinājumā ar tradicionālo audzēšanas tehnoloģiju 2008. gada rudenī LLU mācību pētījumu saimniecībā „Pēterlauki” speciāli šim nolūkam tika veikti nepieciešamie pasākumi stacionāra iekārtošanai ar vienotu ziemas kviešu un ziemas rapša fonu variantos ar tradicionālo un minimālo augsnes apstrādi. 2009. un 2010. gadā tika pakāpeniski apgūta plānotā augu rotācija tradicionālās un minimālās augsnes apstrādes fonos. Kopumā izmēģinājumā iekļauti 6 graudaugu un rapšu rotācijas varianti divos blokos (1. tab.). Kopumā dati tiek kārtoti sekojoši:

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

2) augu maiņa (B1 – kvieši bezmaiņas sējumā; B2 – kvieši un rapsis; B3 – augu maiņa, kur iekļauti arī mieži un lauka pupas).

Saskaņā ar izmēģinājumu shēmu, katru gadu ir 12 ziemas kviešu lauki, tomēr to izvietojums augmaiņā ir atšķirīgs. 2018. gadā bija sekojoši varianti:

1) ziemas kvieši bezmaiņas sējumā (K-K-K);

2) ziemas kvieši pēc ziemas kviešiem, priekš-priekšaugš rapsis (R-K-K);

3) ziemas kvieši pēc rapša, priekš-priekšaugš kvieši (K-R-K).

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 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 uzbriedušie māla minerāli, iespējama virsūdeņu uzkrāšanās augsnes virspusē. Augsne salīdzinoši labi iekopta, ar neitrālu reakciju, vidēji augstu P_2O_5 un augstu K_2O saturu.

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	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. kvieši
2021	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. kvieši
2022	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. rapsis	Z. rapsis
	1.	2.	3.	4.
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	Z. rapsis	Z. rapsis	Pupas	Pupas
2021	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. kvieši
2022	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. rapsis	Z. rapsis
	5.	6.	7.	8.
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	Z. rapsis	Z. rapsis	Z. kvieši	Z. kvieši
2021	V. mieži	V. mieži	Z. rapsis	Z. rapsis
2022	Pupas	Pupas	V. mieži	V. mieži
	9.	10.	11.	12.

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

1.2. Agrotehniskie pasākumi

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 (2. tabula).

2. tabula

Agrotehniskie pasākumi 2017.–2018. gadā.

Ziemas kvieši		
Augsnes apstrāde	Arts	Nearts
	Aršana 08.09.17. Aruma šļūkšana – 26.09.17. Apstrāde ar kompaktoru 4 – 5 cm dziļumā – 28.09.17.	Disku lobīšana 2 reizes 09.09.17. Apstrāde ar kompaktoru 4 – 5 cm dziļumā – 28.09.17
Pamatmēslojums	NPK 10-26-26 250 kg ha ⁻¹ (reizē ar sēju)	
Sēkla	Šķirne – `Skagen` Kodne - Maxim Star 025FS, deva 1.5 L t ⁻¹ (fludioksonils 75 g L ⁻¹ ; ciprokonazols 25 L ⁻¹).	
Sējas laiks	30.09.2017	
Papildmēslojums	Amonija nitrāts (N 34.4 %) 250 kg ha ⁻¹ (16.04.2018) Amonija nitrāts (N 34.4 %) 200 kg ha ⁻¹ (07.05.2018)	
Augu aizsardzības līdzekļi un ārpussakņu mēslojums	Mustang Forte 0.8 L ha ⁻¹ (aminopiralīds 10 g L ⁻¹ , florasulams 5 g L ⁻¹ , 2.4-D 180 g L ⁻¹); 07.05.2018. Cycocel 750 1 L ha ⁻¹ (hlormekvāta hlorīds, 750 g L ⁻¹); 07.05.2018. Medax Top 1 L ha ⁻¹ + PROFI Basis Plus 1 L ha ⁻¹ (kalcija proheksadions 50 g L ⁻¹ ; mepikvāta hlorīds 300 g L ⁻¹); 23.05.18. YaraVita™ Thiotrac 1 L ha ⁻¹ (sērs 300 g L ⁻¹ ; slāpeklis 200 g L ⁻¹); 13.06.18. Adexar 2 L ha ⁻¹ (epoksikonazols 62.5 g L ⁻¹ ; fluksapiroksāds 62.5 g L ⁻¹); 13.06.18. Fastac 50 0.25 L ha ⁻¹ (alfa-cipermetrīns 50 g L ⁻¹); 13.06.18.	

Ziemas rapsis – pārsēts ar vasaras rapsi		
Augsnes apstrāde	Arts	Nearts
	Aršana – 14.08.17	Disku lobīšana 2 reizes – 14.08.17
	Aruma šļūkšana – 16.08.17	Apstrāde ar kompaktoru 3–4 cm dziļumā – 17.08.17
	Apstrāde ar kompaktoru 3–4 cm dziļumā – 17.08.17	
Pamatmēslojums	NPK 10- 26 -26 230 kg ha ¹ (reizē ar sēju)	
Sēkla	Šķirne – `Visby` (kodināts)	
Izsējas norma	80 dīgstošas sēklas m ²	
Sējas laiks	18.08.2017; pārsēts 07.05.2018., šķirne `Trapper`; 80 dīgstošas sēklas m ²	
Papildmēslojums	Amonija nitrāts (34.4 % N) 250 kg ha ⁻¹ ; 16.04.2018. Amonija nitrāts (34.4 % N) 200 kg ha ⁻¹ ; 28.05.2018. Amonija nitrāts (34.4 % N) 120 kg ha ⁻¹ ; 16.06.2018.	
Augu aizsardzības līdzekļi un ārpussakņu mēslojums	Butisan Star 2 L ha ⁻¹ (kvinmeraks 83.0 g L ⁻¹ ; metazahlor 333.0 g L ⁻¹); 08.05.2018. Fastac 0.25 L ha ⁻¹ (alfa-cipermetrīns 50 g L ⁻¹); 15.05.18. Fastac 0.25 L ha ⁻¹ (alfa-cipermetrīns 50 g L ⁻¹); 06.06.18. YaraVita™ BRASSITREL PRO1 L ha ⁻¹ (N-NH ₂ 69 g L ⁻¹ ; MgO 118 g L ⁻¹ ; CaO 125 g L ⁻¹ ; B 60 g L ⁻¹ ; Mn 71 g L ⁻¹ ; Mo 5 g L ⁻¹); 06.06.18. Avaunt 0.17 L ha ⁻¹ (indoksakarbs 150 g L ⁻¹); 09.06.18. Targa Super 1 L ha ⁻¹ (etil-kvizalofops 50 g L ⁻¹); 09.06.18. Biscaya 0.17 L ha ⁻¹ (tiakloprīds, 240 g L ⁻¹); 14.06.18. YaraVita™ Thiotrac 1 L ha ⁻¹ (sērs 300 g L ⁻¹ ; slāpekļis 200 g L ⁻¹) + PROFI BORON 150 1 L ha ⁻¹ (bors 150 g L ⁻¹); 14.06.18.	
Vasaras mieži		
Augsnes apstrāde	Arts	Nearts
	Aršana 08.09.17	Disku lobīšana 2 reizes 09.09.17
	Aruma šļūkšana – 26.09.17	Apstrāde ar kompaktoru 4–5 cm dziļumā – 28.09.17 un 28.04.18
	Apstrāde ar kompaktoru 4–5 cm dziļumā – 28.09.17 un 28.04.18	
Pamatmēslojums	NPK 15-15-15 + 10S 250 kg ha ⁻¹ (reizē ar sēju)	
Sēkla	Šķirne `Tocada`. Kodne Maxim Star 025FS, deva 2.0 L t ⁻¹ (fludioksonils 75 g L ⁻¹ ; ciprokonazols 25 L ⁻¹).	
Izsējas norma	450 dīgstošas sēklas m ²	
Sējas laiks	29.04.18.	
Papildmēslojums	Amonija nitrāts 200 kg ha ⁻¹ ; 07.05.18.	
Augu aizsardzības līdzekļi	Mustang Forte 0.6 L ha ⁻¹ (aminopiralīds 10 g L ⁻¹ , florasulams 5 g L ⁻¹ , 2,4-D 180 g L ⁻¹); 30.05.18.	

Lauka pupas		
Augsnes apstrāde	Arts	Nearts
	Aršana 08.09.17 Aruma šļūkšana - 26.09.17 Apstrāde ar kompaktoru 4 – 5 cm dziļumā – 28.09.17 un 23.04.18	Disku lobīšana 2 reizes 09.09.17 Apstrāde ar kompaktoru 4 – 5 cm dziļumā – 28.09.17 un 23.04.18
Pamatmēslojums	MAP NP 15-52 120 kg ha ⁻¹ (reizē ar sēju)	
Šķirne	‘Laura’	
Izsējas norma	45 dīgstošas sēklas m ²	
Sējas laiks	23.04.18.	
Augu aizsardzības līdzekļi un ārpussakņu mēslojums	Stomp CS 2 L ha ⁻¹ (pendimetalīns 330 g L ⁻¹); 24.04.18. Basagran 480 1.5 L ha ⁻¹ (bentazons 480 g L ⁻¹) + Dash 0.5 L ha ⁻¹ (virsmas aktīvā viela); 29.05.18. Targa Super 1 L ha ⁻¹ (etil-kvizalofops 50 g L ⁻¹); 09.06.18. YaraVita™ Bortrac (bors 150 g L ⁻¹) 1.5 L ha ⁻¹ + HiFos (P ₂ O ₅ 440 g L ⁻¹ ; K ₂ O 74 g L ⁻¹ ; Mg 78 g L ⁻¹) 1.5 L ha ⁻¹ ; 09.06.18. Proteus OD (tiakloprīds 100 g L ⁻¹) 0.75 L ha ⁻¹ ; 09.06.18.	

1.3. Meteoroloģiskās situācijas raksturojums

2017. gada rudenī ziemāju sējai nebija labvēlīgi apstākļi. Optimālajos sējas laikos bija sauss, taču pēc sējas nokrišņu bija pārāk daudz (1. att.). 2017. gada oktobris bija nokrišņiem bagāts, kopējais nokrišņu daudzums sasniedza 80 mm, kas salīdzinājumā ar ilgtermiņa vidējiem rādītājiem pārsniedz mēneša nokrišņu normu par 20 mm. Mēneša vidēja temperatūra bija 8.0°C grādi. Mēneša pirmā un trešā dekāde bija par 2.5°C siltāka, bet trešā dekāde bija par 1.8°C vēsāka salīdzinājumā ar ilgtermiņa vidējo temperatūrām.

Novembrī mēneša vidējā temperatūra bija 3.9 °C grādi, tas ir par 2 °C siltāks nekā ilgtermiņa vidējā temperatūra. Kopējais mēneša nokrišņu daudzums bija 45.4 mm, no kuriem 23.8 mm nolija mēneša otrajā dekādē.

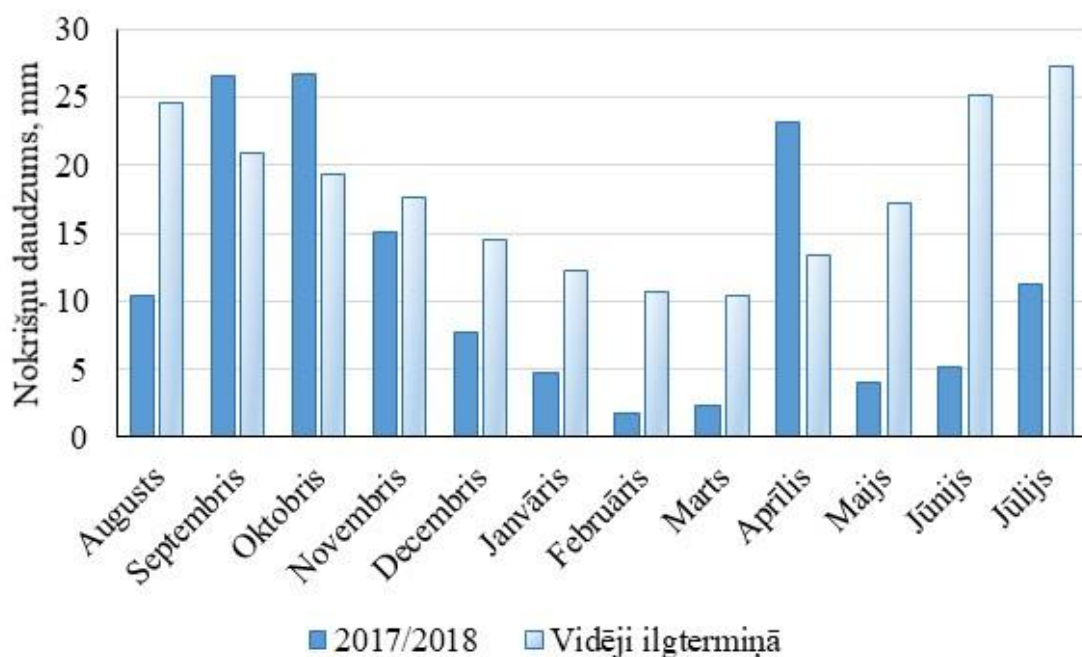
Februāris bija neparasti auksts (2. att.), turklāt sniega sega neizveidojās. Rezultātā ziemas rapsis nepārziemoja.

2018. gada aprīļa mēneša pirmā dekāde bija salīdzinoši silta un ļoti bagāta ar nokrišņiem (2. att). Dekādes vidējā temperatūra bija 6.4 °C grādi, kas ir par 3.2 °C grādiem vairāk salīdzinot ar ilgtermiņa vidējo temperatūru. Pirmajā dekādē nolija 35.5 mm nokrišņu, kas ir trīs reizes vairāk par ilgtermiņā novērtēto 1. aprīļa dekādes nokrišņu daudzumu. Viss mēnesis vidēji bija 2.6 – 5.1°C grādiem siltāks nekā parasti.

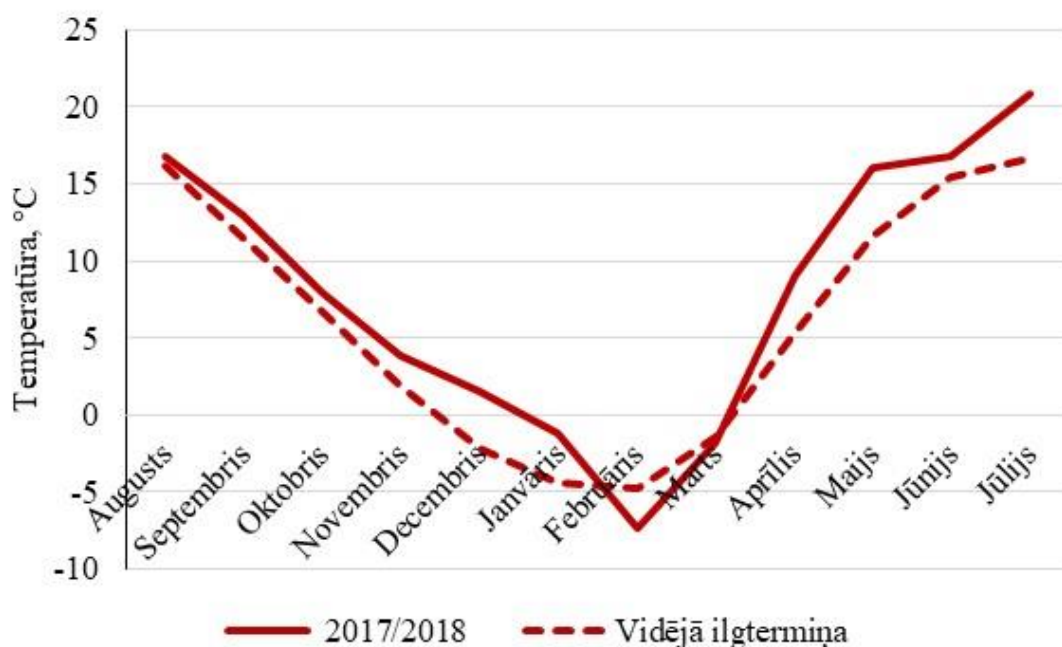
2018. gads bija ekstrēmi sauss, it īpaši kultūraugiem kritiskajā periodā – no maija līdz jūlijam. Maija mēnesis kopumā bija netipiski silts, vidējā mēneša temperatūra bija 16.1 °C. Vidējās dekāžu temperatūras bija par 4.0 – 4.8 °C grādiem augstākas salīdzinājumā ar ilgtermiņa novērojumiem, taču nolija tikai 12 mm nokrišņu.

Jūnijā turpinājās sausums, nolija tikai 15.6 mm nokrišņu. Vidējā mēneša gaisa temperatūra bija 16.8°C, un dekāžu vidējā gaisa temperatūra caurmērā bija par 1.6 – 2.7 °C grādiem augstāka nekā ilgtermiņa vidējo temperatūru rādītāji.

Jūlijs arī bija izteikti sauss mēnesis ar 33.6 mm nokrišņu, kas bija nepietiekami, lai izbeigtu netipisko sausumu, it īpaši tādēļ, ka turpinājās karstums, jūlija vidējā temperatūra bija 20.9 °C.



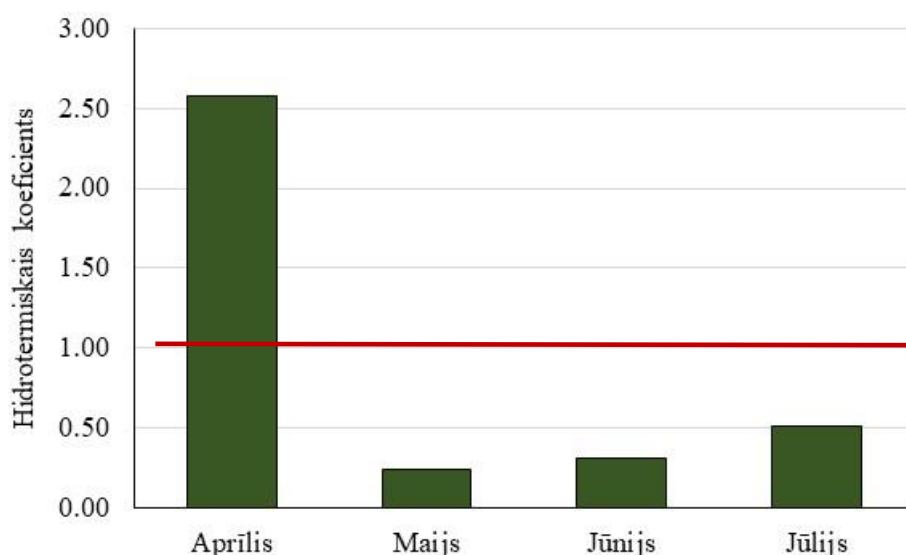
1. att. Nokrišņu daudzums MPS “Pēterlauki” 2017-2018 veģetācijas sezonā, salīdzinot ar ilggadīgiem rādītājiem



2. att. Gaisa temperatūra MPS “Pēterlauki” 2017-2018 veģetācijas sezonā, salīdzinot ar ilggadīgiem rādītājiem

Kultūraugu augšanas un attīstības laikā temperatūra bija augstāka nekā parasti, augstā temperatūra palielināja sausuma radīto stresu.

Kopumā meteoroloģisko situāciju veģetācijas periodā vislabāk raksturo hidrotermiskais koeficients (HTK), kas parāda attiecību starp temperatūrām un nokrišņu daudzumu. Ja koeficients ir viens – tas nozīmē, ka temperatūras un nokrišņu attiecība ir optimāla, ja virs viena – ir pārmitrs, bet ja zem viena – pārāk sauss. Koeficients precīzi viens ir ļoti reti, par normālu var uzskatīt ar nelielu novirzi ± 0.2 , vai tuvu tam. Hidrotermiskie koeficienti 2018. gada veģetācijas sezonā ir parādīti 3. attēlā.



3. att. Hidrotermiskais koeficients 2018. gada veģetācijas periodā.

Aprīlī nokrišņu bija pārāk daudz, taču visu turpmāko sezonu turpinājās karstums un sausums, kas būtiski ietekmēja kultūraugu ražu un kvalitāti.

3. REZULTĀTI

3.1. Augu augšanas un attīstības rādītāji veģetācijas periodā

2017. gada rudenī ziemas kviešu sēja tika novēlota (30. septembris), jo lauki bija pārāk slapji, lai sagatavotu augsni sējai. No sējas līdz dīgšanai gaisa vidējā temperatūra bija 8.5 °C grādi, aktīvo temperatūru summa 119.4 °C grādi un nokrišņu summa bija 40.2 mm. HTK bija 3.37, tātad augsne bija pārmitra, sēklas sadīga 13 dienu laikā. Pirmo lapu attīstības fāzē gaisa vidējā temperatūra bija 6.6 °C, aktīvo temperatūru summa 89.3 °C grādi, 18.6 mm nokrišņi, un HTK bija 1.86. Šāds HTK norāda, ka kopumā ir nodrošināti piemēroti apstākļi kviešu attīstībai, tomēr pārmērīgais mitruma daudzums, kas tika saņemts iepriekš, kopumā aizkavēja kviešu attīstību, tādēļ kvieši pirms ziemošanas sasniedza tikai 21 attīstības etapu, augi nebija sākuši cerot.

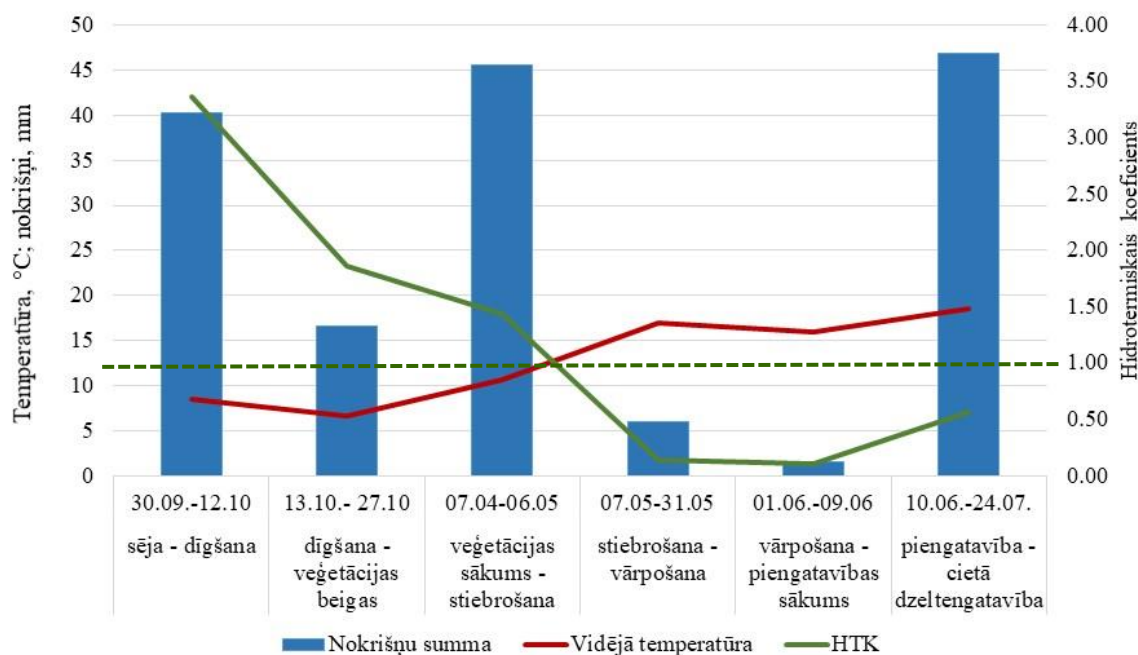
Pavasaris bija vēls, un cerošana sākās tikai 7. aprīlī, kas ilga 30 dienas. No cerošanas līdz stiebrošanas sākumam gaisa vidējā temperatūra bija 10.6 °C grādi, aktīvo temperatūru summa 317.3 °C grādi, nokrišņu daudzums sasniedza 45.6 mm. Šajā laikā HTK bija 1.44, apstākļi bija labvēlīgi ziemas kviešu cerošanai.

Stiebrošanas laikā, kura ilga 24 dienas, nolija tikai 6 mm nokrišņu, turklāt vidējā gaisa temperatūra bija 17.0 °C, aktīvo temperatūru summa stiebrošanas laikā bija 425.6 °C. Hidrotermiskais koeficients šajā laika periodā bija 0.14, kas norāda, ka ziemas kvieši sāka piedzīvot stipru sausuma stresu.

1. jūnijā sākās ziedēšana, bet jau 10. jūnijā sākās piengatavība, ziemas kviešus novāca 27. jūlijā. Sausuma stress turpinājās arī no vārpošanas līdz graudu veidošanās fāzei. Šajos attīstības periodos hidrotermiskais koeficients bija tikai 0.11, gaisa vidējā temperatūra bija 16.0 °C grādi, aktīvo temperatūru summa 143.8 °C grādi, nokrišņu daudzums bija tikai 1.6 mm. Sausuma stresa ietekmē ziemas kvieši no vārpošanas sākuma līdz graudu veidošanās fāzei nonāca jau 10 dienās.

No graudu veidošanās līdz graudu cietgatavības sasniegšanai pagāja 44 dienas. Šajā laikā nolija 45.6 mm, kas pie gaisa vidējās temperatūras 18.6 °C un aktīvo temperatūru summas 834.7 °C bija nepietiekami, lai pārtrauktu sausumu un tā negatīvo ietekmi uz kviešiem. Šajā laika periodā HTK bija 0.52, kas liecina, ka vēl aizvien kvieši izjuta sausuma stresu.

Kopumā veģetācijas sezona nebija labvēlīga kviešu augšanai un attīstībai (4. att.).



4. att. Vidējā gaisa temperatūra, nokrišņi un hidrotermiskais koeficients kviešu attīstības fāzēs.

Ziemas rapsis sadīga vēlu, pirms ziemošanas bija izveidojušās tikai pirmās lapas, tādēļ tas nepārziemoja un pavasarī nācās piesēt vasaras rapsi. Līdz ar to rapša raža nebija vērtējama, taču tika saglabāta izmēģinājuma shēma.

Vasaras mieži iesēti 29. aprīlī, novākti 1. augustā.

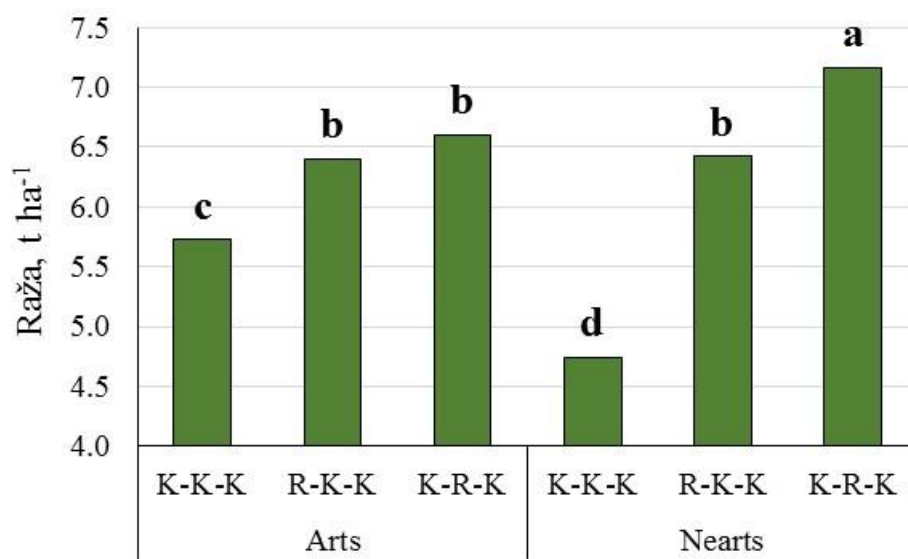
Pupas sētas 6. maijā, ziedpumpuri sāka veidoties 28. maijā, ziedēšana sākās 6. jūnijā.

SECINĀJUMI.

2017.–2018. gada veģetācijas sezona bija nelabvēlīga kultūraugu attīstībai. Rudens bija pārāk mitrs, tādēļ kviešu un rapša attīstība aizkavējās. Kailsals februārī iznīcināja ziemas rapša sējumus. 2018. gada vasara bija pārāk sausa, augi visā veģetācijas periodā izjuta sausuma stresu. Ekstremālā sausuma un karstuma rezultātā kviešu ziedēšana un graudu veidošanās norisinājās ļoti ātri, kas negatīvi ietekmēja graudu kvalitāti.

3.2. Kultūraugu ražība, ražas kvalitāte, augu barības vielu izmantošanās un kopējā augsekas enerģētiskā produktivitāte

Ziemas kviešu **ražas** iegūtas ar tiešo kulšanas metodi, aprēķinot ražu pie standartmitruma (14%) un 100% tīrības. 2018. gada vasara nebija labvēlīga augstu ražu iegūšanai, tomēr ziemas kviešu raža bija apmierinoša, atkarībā no variantā tā svārstījās no 4.72 līdz 7.16 t ha⁻¹. Ziemas kviešu ražu būtiski ietekmēja augsnes apstrādes varianta un augmaiņas mijiedarbība (5. att.).



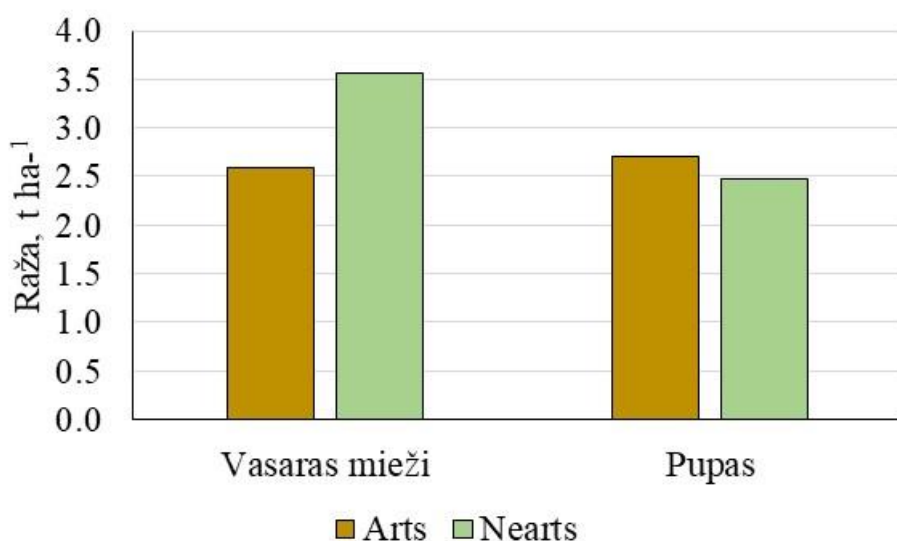
5. att. Ziemas kviešu raža atkarībā no augsnes apstrādes un augu maiņas varianta: K-K-K – kvieši bezmaiņas sējuma; R-K-K – kvieši pēc kviešiem, priekš-priekšaugš - rapsis; K-R-K – kvieši pēc rapša, priekš-priekšaugš kvieši.

***Atšķirīgi burti nozīmē, ka vērtības ir statistiski būtiski atšķirīgas.**

Būtiski zemāka kviešu raža iegūta variantā, kur kvieši bezmaiņas sējuma audzēti, neizmantojot aršanu, artajā variantā bezmaiņas kviešu raža ir augstāka. Tomēr visaugstākā kviešu raža iegūta variantā, kur kvieši sēti pēc rapša, taču augsne nav arta.

Rezultāti pierāda, ka svarīga ir augu maiņa ilgtermiņā. 2018. gadā variantā, kur tiek audzēti tikai rapsis un kvieši, ražas ir būtiski augstākas nekā kviešu bezmaiņas sējuma, lai gan šajā gadījumā priekšaugš ir bijis kvieši. Rezultātu ietekmēja priekš-priekšaugš un, iespējams, vēl agrākie priekšaugi.

Augsnes apstrādes variants neietekmēja pupu ražu, taču miežu raža bija būtiski augstāka, ja augsne netika arta (6. att.).



6. att. Lauka pupu un vasaras miežu raža atkarībā no augsnes apstrādes veida.

2018. gadā kviešu **graudu kvalitāte** bija zema, un vairumā gadījumu tā neatbilda pārtikas graudu prasībām. Tomēr arī šajos apstākļos agrotehniskie paņēmieni būtiski ietekmēja līpekļa ($p=0.003$) un cietes saturu ($p=0.006$), kā arī sedimentācijas vērtību ($p=3.9$), turpretim tilpummasa, tūkstošgraudu masa un krišanas skaitlis nebija atkarīgs no augsnes apstrādes un augu maiņas varianta.

Līpekļa saturs bija 16.4 līdz 22.1% atkarībā no varianta. Būtiski augstāks līpekļa saturs (tomēr nepietiekams) bija variantos, kur kvieši sēti pēc rapša, turklāt statistiski nozīmīgi lielāks bija variantā, kur lauks netika arts (attiecīgi 22.1 un 19.5%). Likumsakarīgi, ka variantā ar visaugstāko līpekļa saturu bija zemākais cietes saturs – 69.2%, bet pārējos variantos cietes saturs bija 70.0 līdz 70.4%. Zeleny indekss (sedimentācijas vērtība) bija – 19.9 līdz 30.2 cm³. Tāpat kā attiecībā uz citiem kvalitātes rādītājiem, būtiski augstāks un atbilstošs pārtikas graudu kvalitātes prasībām Zeleny indekss bija variantā, kur lauks nebija arts, bet kvieši audzēti pēc rapša. Novērojama tendence, ka šajā variantā arī tilpummasa un tūkstošgraudu masa bija augstāka. Tilpummasa bija 78.8 līdz 80.8 kg L⁻¹, tūkstošgraudu masa 40.7 līdz 42.7 g, bet krišanas skaitlis 329 līdz 351 s.

Augsnes apstrādes variants neietekmēja vasaras miežu graudu kvalitāti (3. tab.), lai gan atšķirības tika novērotas, taču tās nebija statistiski būtiskas. Miežiem nedaudz zemāks proteīna saturs bija variantā, kur izmantota bezapvēršanas tehnoloģija, taču tas, iespējams, skaidrojams ar lielāku ražu.

Proteīna saturs pupu sēklās nebija atkarīgs no augsnes apstrādes veida, taču pārējie kvalitātes rādītāji bija labāki variantā, kur augsne nebija arta.

3. tabula

Vasaras miežu graudu un pupu sēkļu kvalitāte atkarībā no augsnes apstrādes veida

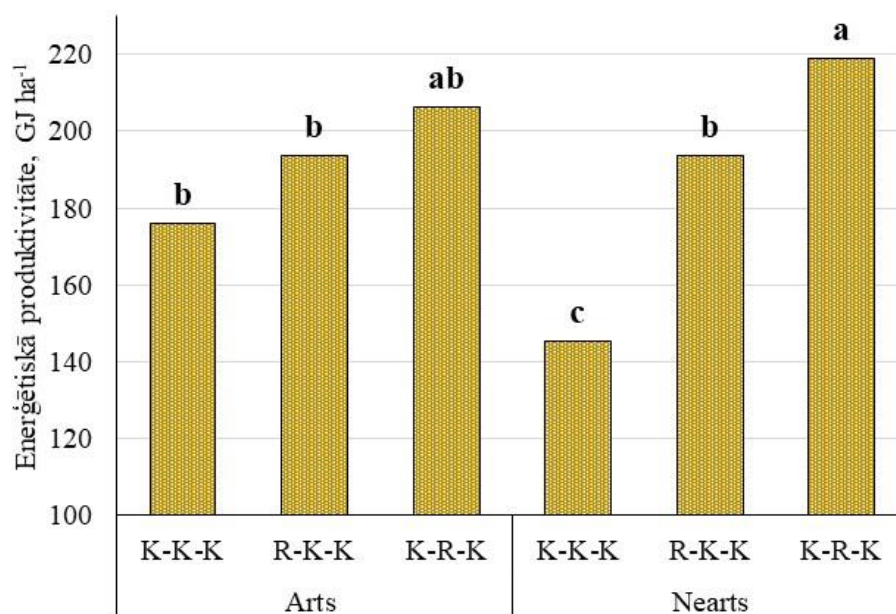
Augsnes apstrāde	Vasaras mieži			Pupas		
	Proteīns, %	Cietes saturs, %	Tilpummasa, Kg L ⁻¹	Proteīns, %	Tilpummasa, Kg L ⁻¹	Tūkstošsēkļu masa, g
Arts	13.3	60.4	59.2	32.5	692	412
Nearts	12.9	60.7	60.4	32.8	763	542
P vērtība	0.13	0.26	0.21	0.63	0.001	<0.001
RS _{0.05}	x	x	x	x	28.0	30.5

Lai noteiktu kviešu **ražas enerģētisko produktivitāti**, kviešu graudu un salmu paraugiem tika noteikta enerģētiskā vērtība jeb siltumietilpība (MJ kg⁻¹). Kviešu energoietilpība ($Q_{\text{gross db.}}$) noteikta ar metodi LVS EN 14918:2010, kas ir līdzvērtīgs standartam LVS EN ISO 18125:2017. Salmu raža aprēķināta no salmu: graudu attiecības pēc paraugkūļu analīzes. Ražas enerģētiskā produktivitāte (GJ ha⁻¹) noteikta graudu un salmu sausnas ražai (t ha⁻¹).

Enerģētiskā produktivitāte ir rādītājs, ar kuru novērtēt katru augmaiņas variantu atsevišķi. Aprēķinot iegūto enerģiju no katra kultūrauga, tos var savstarpēji salīdzināt – gan kā enerģiju no galvenās produkcijas (graudi/salmi), gan blakus produkcijas (salmi), ka arī kopējās.

Vairāku gadu rezultāti ļaus salīdzināt visa augu maiņas varianta efektivitāti, bet vienas sezonas ietvaros tika noteikta produktivitāte kviešu ražai, lai salīdzinātu dažādu variantu efektivitāti.

Viszemākā kopējā enerģētiskā produktivitāte iegūta bezmaiņas kviešu sējumos, neartajā variantā, bet būtiski augstāka variantā, kur kvieši sēti pēc rapša, bet augsne nav arta (7. att.).

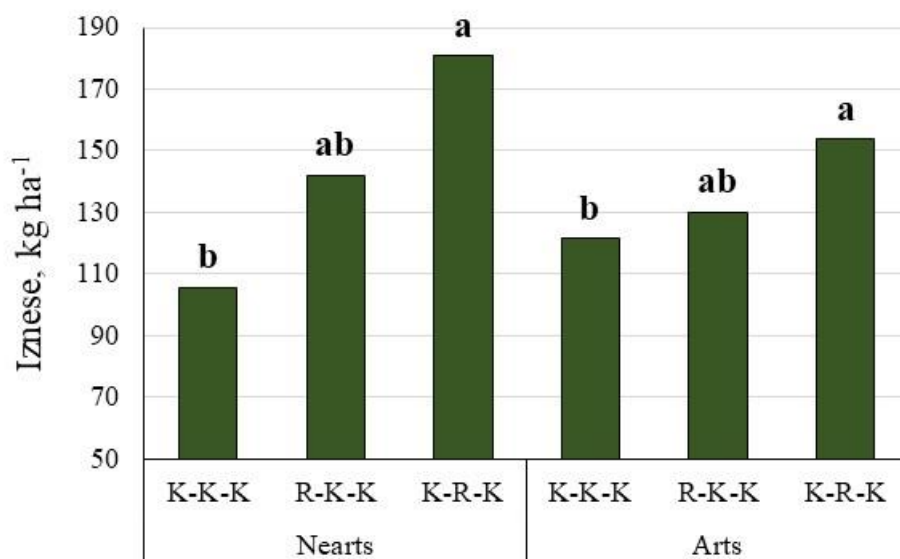


7. att. Kviešu graudu un salmu enerģētiskā produktivitāte atkarībā no augsnes apstrādes un augu maiņas variantā: K-K-K – kvieši bezmaiņas sējumā; R-K-K – kvieši pēc kviešiem, priekš-priekšaugi - rapsis; K-R-K – kvieši pēc rapša, priekš-priekšaugi kvieši.

***Atšķirīgi burti nozīmē, ka vērtības ir statistiski būtiski atšķirīgas.**

Raža un ražas kvalitāte ir saistīta ar barības vielu izmantošanu no augsnes un mēslojuma. Barības vielu patēriņš parāda, cik daudz barības vielu tiek paņemtas no augsnes, lai nodrošinātu konkrēto ražas lielumu un kvalitāti. Kopējo patēriņu rēķina, ņemot vērā ne tikai graudu/sēklu ražu, bet arī salmu un sakņu masu.

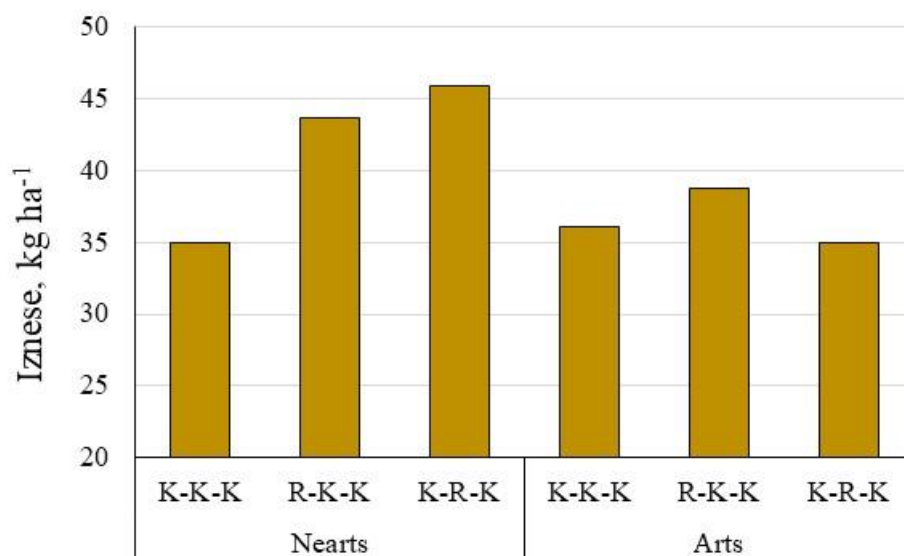
Slāpekļa (N) izmantošanu ar kviešu ražu neietekmē augsnes apstrādes paņēmieni, bet augmaiņas variants to ietekmē būtiski (8. att.). Visvairāk slāpekļi tiek izmantoti variantā, kur kvieši audzēti pēc rapša, bet vismazāk, ja kvieši sēti bezmaiņas sējumā. Tas nozīmē, ka pie vienas un tās pašas mēslojuma normas, augmaiņas variantā slāpekļi kviešu sējumos tiek izmantoti efektīvāk.



8. att. Slāpekļa iznese ar kviešu graudiem un blakusprodukciju atkarībā no augsnes apstrādes veida un augu maiņas: K-K-K – kvieši bezmaiņas sējumā; R-K-K – kvieši pēc kviešiem, priekš-priekšaugi - rapsis; K-R-K – kvieši pēc rapša, priekš-priekšaugi kvieši.

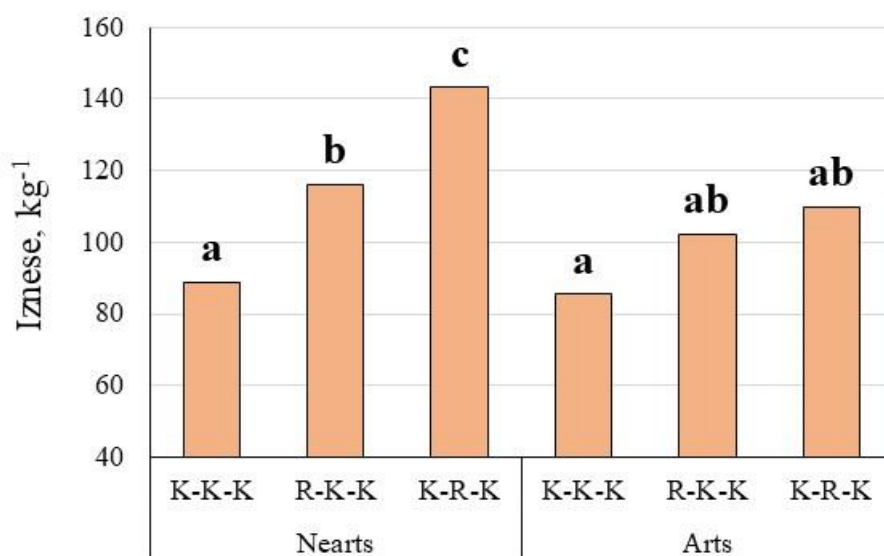
***Atšķirīgi burti nozīmē, ka vērtības ir statistiski būtiski atšķirīgas.**

Fosfora (P_2O_5) iznese ar kviešu sējumos ne augsnes apstrādes veids, ne augu maiņas variants būtiski neietekmēja (9. att.). Tomēr novērota tendence, ka neartajos laukos fosfora iznese ir bijusi lielāka.



9. att. Fosfora iznese ar kviešu graudiem un blakusprodukciju atkarībā no augsnes apstrādes veida un augu maiņas: K-K-K – kvieši bezmaiņas sējumā; R-K-K – kvieši pēc kviešiem, priekš-priekšaugi - rapsis; K-R-K – kvieši pēc rapša, priekš-priekšaugi kvieši.

Kālija (K_2O) iznesi kviešu sējumos būtiski neietekmēja ne augsnes apstrādes tehnoloģija, ne augu maiņas variants, taču abu faktoru kombinācija bija statistiski nozīmīga (10. att.).

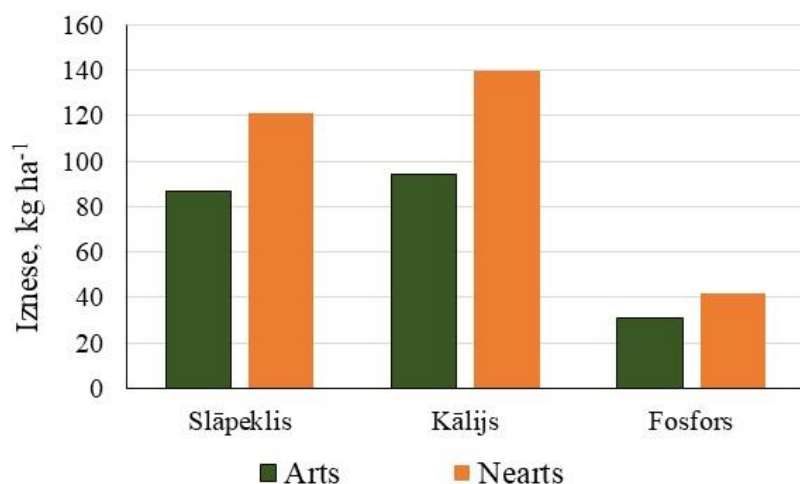


10. att. Kālija iznese ar kviešu graudiem un blakusprodukciju atkarībā no augsnes apstrādes veida un augu maiņas: K-K-K – kvieši bezmaiņas sējumā; R-K-K – kvieši pēc kviešiem, priekš-priekšaugi - rapsis; K-R-K – kvieši pēc rapša, priekš-priekšaugi kvieši.

***Atšķirīgi burti nozīmē, ka vērtības ir statistiski būtiski atšķirīgas.**

Vislielākā kālija iznese novērota variantā, kur lauks bija nearts un kvieši audzēti augmaiņā, bet būtiski zemāka – ja kvieši audzēti pēc kviešiem.

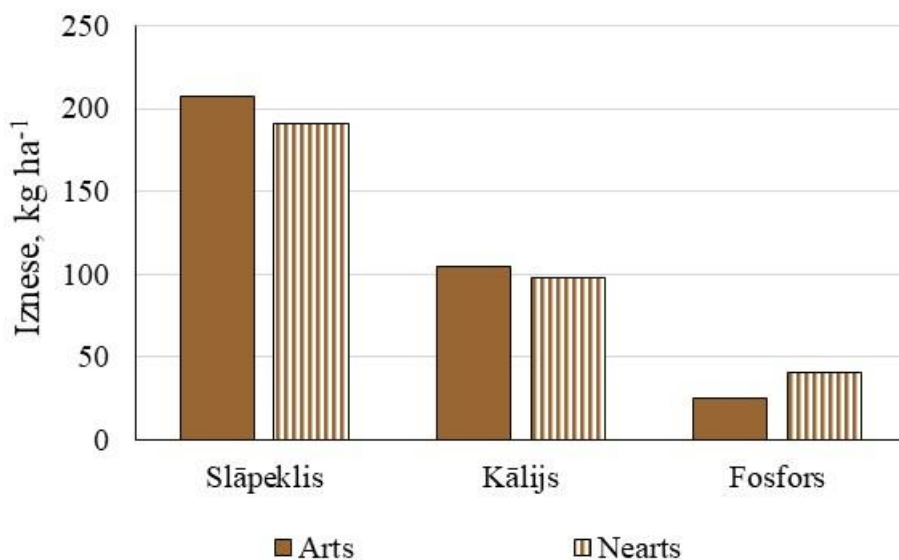
2018. gadā miežu sējumos barības vielu iznesi būtiski ietekmēja augsnes apstrādes veids. (11. att.). Visu trīs barības elementu (N, P_2O_5 , K_2O) iznese bija ievērojami lielāka neartā variantā, kas skaidrojams ar iegūtu augstāko ražu, salīdzinot ar klasisko augsnes apstrādi. Kālija iznese ar salmiem bija 3.7 – 4.8 reizes lielāka, nekā iznese ar graudiem. Tātad, salmu novākšana un aizvešana no lauka samazina augsnes nodrošinājumu ar barības elementiem, īpaši kāliju.



11. att. Barības vielu iznese ar miežu graudiem un blakus produkciju atkarībā no augsnes apstrādes veida.

Ņemot vērā, ka pupas ir proteīnaugi, kuru sausrnē ir augsts N saturs (4.98-5.67 % N sausrnē), slāpekļa iznese ar pupām ir lielāka nekā graudaugu sējumos.

Pupu sējumos augsnes apstrādes veids būtiski neietekmēja ražu, tādēļ arī atšķirības barības vielu iznesēm nav lielas (12. att.). Tomēr novērojama tendence, ka fosfora iznese lielāka bija neartā laukā, bet kālija iznese – artajā variantā.



12. att. Barības vielu iznese ar pupu sēklām un blakus produkciju atkarībā no augsnes apstrādes veida.

Barības vielu iznesi rapša sējumos nebija iespējams korekti novērtēt, jo ziemas rapsim bija piesēts vasaras rapsis un sējumi bija nevienmērīgi. Izmēģinājumā pirmkārt bija jānodrošina rapsis (vienalga, vasaras vai ziemas), lai nejauktu kopējo izmēģinājumu shēmu.

Barības vielu izneses pirmkārt, ir atkarīgas no iegūtās ražas, taču tomēr to ietekmē arī kultūraugu produktivitāte.

4. tabula

**Barības vielu izneses atkarībā no kultūraugiem un
to audzēšanas agrotehnikas, kg ha⁻¹**

Kultūraugs	Agrotehnika	Barības vielas		
		Slāpekļlis	Fosfors	Kālijs
Kvieši	nearts, kvieši bezmaiņas sējumā	105	35	89
	nearts, priekšaug kvieši, priekš-priekšaug rapsis	142	44	116
	nearts, priekšaug rapsis, priekš-priekšaug kvieši	181	46	143
	arts, kvieši bezmaiņas sējumā	121	36	85
	arts, priekšaug kvieši, priekš-priekšaug rapsis	130	39	102
	arts, priekšaug rapsis, priekš-priekšaug kvieši	154	35	110
Mieži	nearts	121	42	140
	arts	87	31	94
Pupas	nearts	191	41	98
	arts	207	25	105

Visvairāk slāpekļa bija nepieciešams pupu ražas nodrošināšanai, bet kviešu sējumos tas bija lielā mērā atkarīgs no agrotehnikajiem paņēmieniem. Kāliju visvairāk patērēja kvieši, it īpaši variantā, kur iegūta augstākā raža (nearts, kviešu priekšaug rapsis), taču salīdzinoši daudz kālijs iznests arī ar miežiem, Fosfora izneses ir salīdzinoši līdzīgas, tomēr izneses pupu sējumos ir mazākas.

SECINĀJUMI.

Ziemas kviešu raža bija atkarīga no augu maiņas un augsnes apstrādes paņēmiena mijiedarbības – vislielākā raža iegūta neartajā laukā, kur kvieši bija pēc rapša, bet pārējos augmaiņas variantos aršana nodrošināja augstāku ziemas kviešu ražu.

Augsnes apstrādes veids būtiski neietekmēja lauka pupu ražas, turpretim miežu raža bija lielāka neartajos laukos.

Augstāki kviešu graudu kvalitātes rādītāji bija tajā pašā variantā, kur iegūta augstākā raža, tomēr tie bija salīdzinoši zemi un vairumā gadījumu neatbilda pārtikas graudu kvalitātes rādītājiem.

Augsnes apstrādes variants neietekmēja vasaras miežu graudu kvalitāti, taču pupu sēkļu kvalitāte bija augstāka variantā, kur augsne nebija arta.

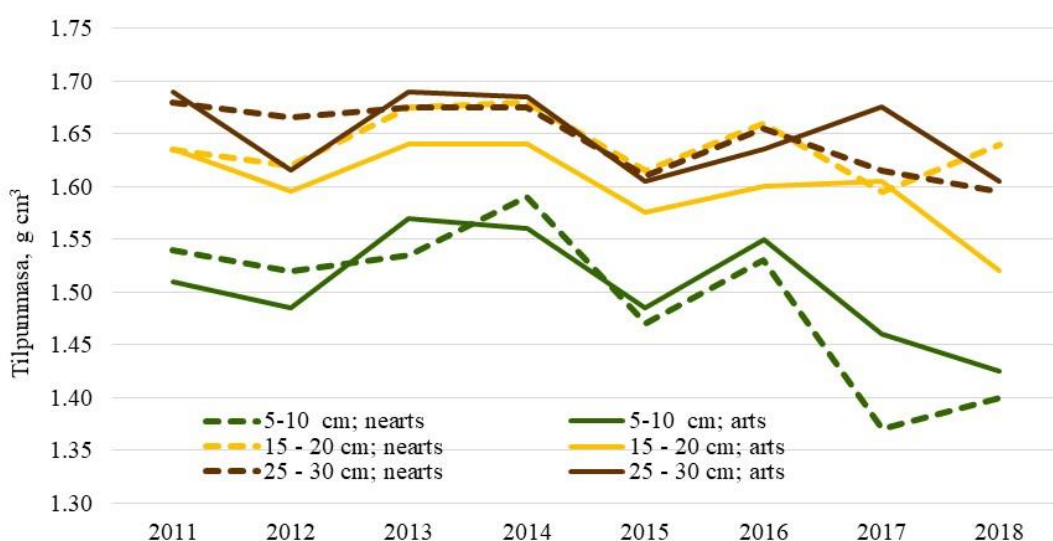
Augstākā enerģētiskā produktivitāte iegūta, ka kvieši audzēti pēc rapša neartajā variantā, bet zemākā – neartajā kviešu bezmaiņas sējumā.

Slāpekļa iznese ar kviešu graudiem un blakusprodukciju bija būtiski augstāka variantos, kur ievērota augu maiņa, neatkarīgi no augsnes apstrādes veida, tātad šajā gadījumā slāpekļa izmantošanās bija labāka. Kālija iznese visaugstākā bija variantā, kur iegūta augstākā raža un lauki nebija arti. Miežu sējumos visu barības elementu iznese lielāka variantā, kur augsne nebija arta, bet pupu sējumos starpības nebija būtiskas.

Šī gada rezultāti nedod iespēju izdarīt secinājumus par tehnoloģiju ietekmi, jo gads bija ekstremāli sauss.

3.3. Augsnes fizikālie rādītāji un oglekļa saturs augsnē

Augsnes tilpummasa ir augsnes porainības un sablīvētības indikators, ko ietekmē augsnes apstrāde un ir būtisks faktors augu sakņu attīstībai un ūdens režīma nodrošinājumam. Mālainās augsnēs, tādās kā izmēģinājumu laukā, optimālā tilpummasa ir mazāka par 1 g cm^{-3} , tātad, pašreiz tilpummasa ir pārāk augsta, kas sasniedzot vērtības virs 1.4 g cm^{-3} ir raksturojama kā blīva un pat ļoti blīva augsne, kurā pazemināta mitruma apstākļos var tikt kavēta augu sakņu attīstība. Tilpummasas izmaiņas izmēģinājumu periodā parādītas 13. attēlā.



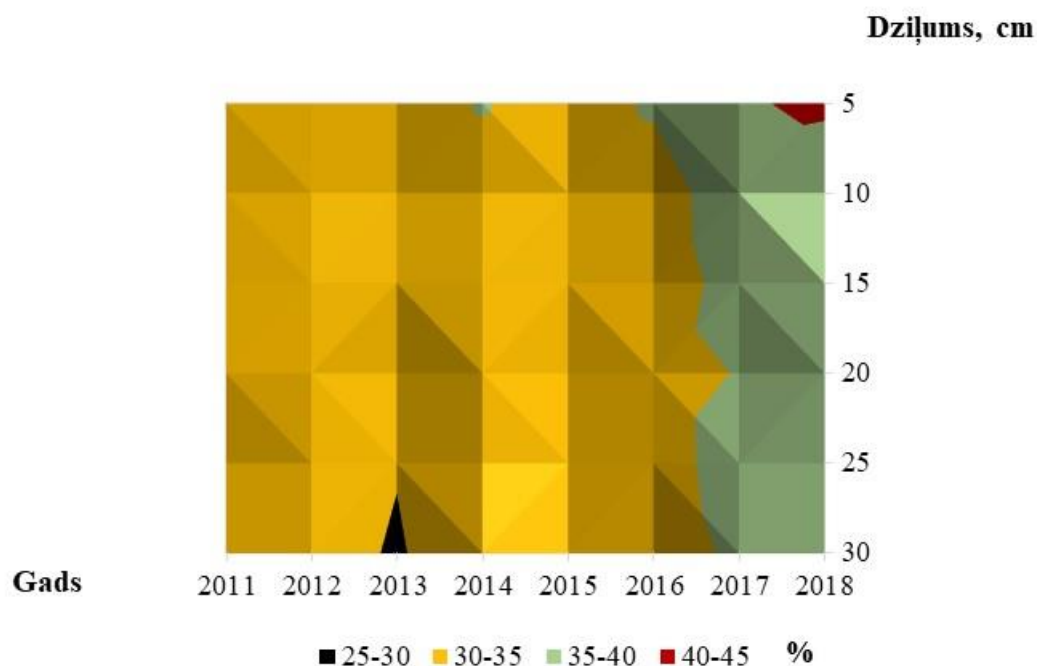
13. att. Augsnes tilpummasas izmaiņas atkarībā no augsnes apstrādes metodes.

Jāatzīmē, ka pēdējos gados augsnes virskārtā (0–20 cm) vērojama tilpummasu vērtību pazemināšanās neartajos laukos, tomēr nevienmērīgā vērtību s pa gadiem liecina par augu maiņas ietekmi uz tilpummasas rādītājiem, tādēļ turpmāk šie rādītāji būtu apskatāmi kompleksi. Tomēr iegūtie rezultāti rāda kopēju tendenci – tilpummasas vērtības izlīdzinās, pieaugot augsnes dziļumam gan pie minimālās, gan tradicionālās augsnes apstrādes.

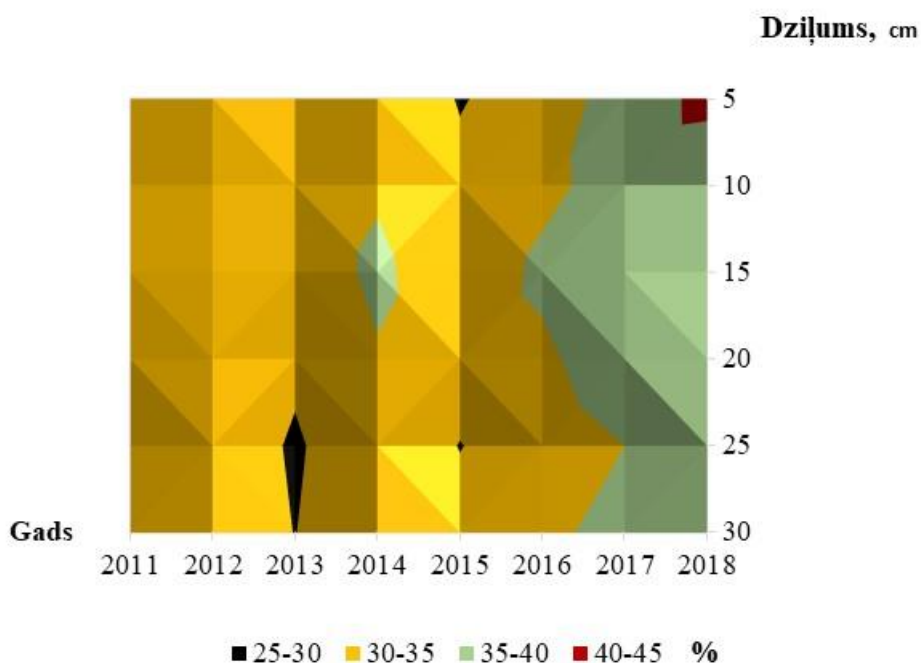
Izmēģinājuma laikā gan artajos, gan neartajos laukos novērojama pakāpeniska tilpummasas samazināšanās. Tas nozīmē, ka augsnes kvalitāte pakāpeniski uzlabojas. Artajos laukos tilpummasas samazināšanās notiek vienmērīgāk un visos dziļumos. Neartajā variantā rezultāti ir nevienmērīgāki, straujākas izmaiņas vērojamas tikai augsnes virskārtā – līdz 10 cm dziļumam.

Kapilārā porainība ir saistīta ar augsnes blīvumu un tilpummasu. Ja kapilārā porainība ir lielāka, augu saknes ir labāk nodrošinātas ar skābekli, tas nodrošina augiem labvēlīgāku ūdens režīmu.

Kapilārās porainības izmaiņas izmēģinājuma laikā ir atspoguļotas 14. un 15. attēlā.



14. att. Kapilārās porainības izmaiņas atkarībā no dziļuma, ja lietota bezaršanas tehnoloģija.

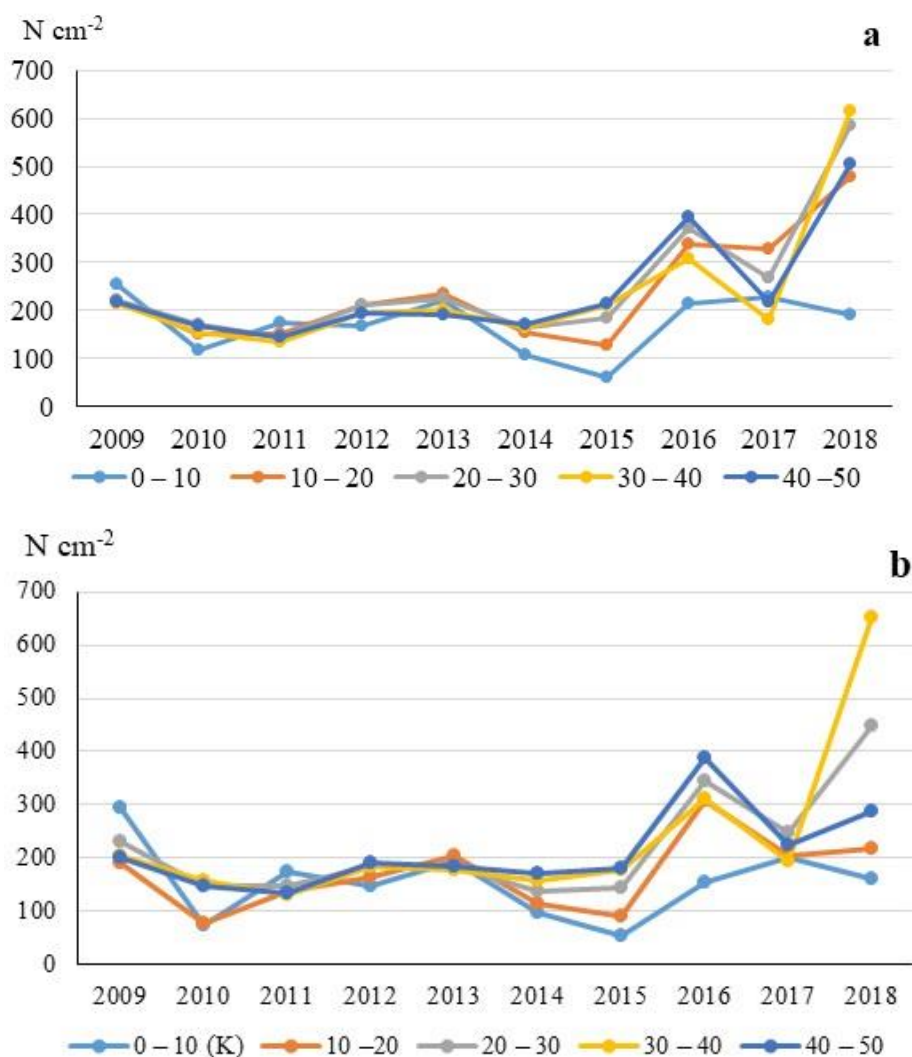


15. att. Kapilārās porainības izmaiņas atkarībā no dziļuma, ja lauki ir arti.

Kapilārajai porainībai neatkarīgi no augsnes apstrādes veida pēdējos gados ir tendence palielināties visā paraugu noņemšanas dziļumā, kas var veicināt augsnes ūdens nodrošinājumu augiem arī no augsnes zemākajiem slāņiem. Kopumā kapilārā porainība ir nepietiekama, taču novērojama pozitīva tendence, ka pamazām tā uzlabojas, jo īpaši

augšnes virskārtā. Artajos laukos kapilārā porainība ir augstāka visā aramkārtas dziļumā, taču, ja lauki netiek arti, tas novērojams tikai augšnes virskārtā.

Augsnes penetrometriskā pretestība raksturo augšnes sablīvēšanos. Augšnes penetrometriskās vērtību ievērojams pieaugums 2018. gadā ir saistīts ar klimatiskajiem apstākļiem un augšnes žūšanu, tādēļ šī gada rezultāti nav tieši salīdzināmi ar iepriekšējiem gadiem (16.att.). Tomēr salīdzinot penetrometriskās pretestības (augšnes pretestības) vērtības starp augšnes apstrādes veidiem ir novērojams straujš augšnes pretestības vērtību pieaugums jau no 20 cm dziļuma pie minimālās augšnes apstrādes (16.a.att.). Savukārt neproporcionālā augšnes pretestības vērtību maiņa augšnes profilā pie tradicionālās augšnes apstrādes un to pieaugums 20–40 cm zonā (16.b.att.) potenciāli var norādīt uz aruma zoles veidošanos pie ilgstošas un vienveidīgas agrotehnikas izmantošanas.



16. att. Augšnes pretestības ($N\text{ cm}^{-2}$) pie minimālās (a) un tradicionālās (b) augšnes apstrādes dažādos dziļumos (cm) 2009.–2018. g.

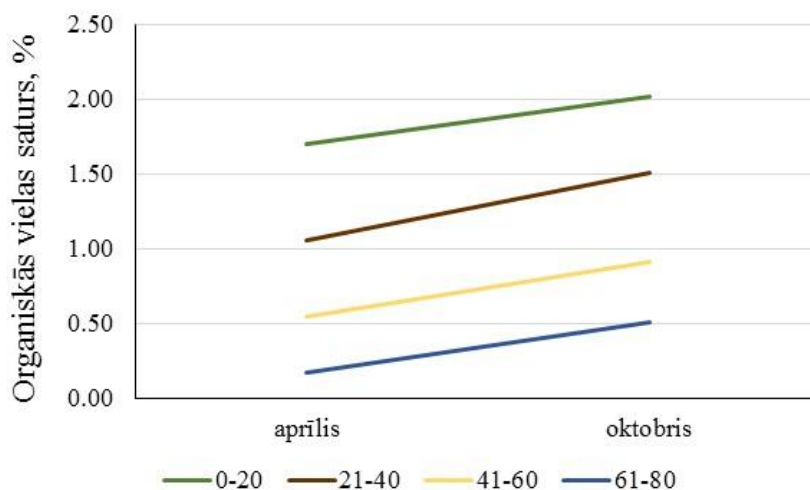
Tomēr minētos apgalvojumus ir nepieciešams un iespējams pierādīt, turpinot augšņu monitoringu un izpēti.

Organiskais ogleklis noteikts augšnes paraugos, izmantojot Walkley un Black (ISO 14235) metodi.

Organiskās vielas daudzums pieaug laikā no pavasara līdz rudenim visos dziļumos (16. att.). Tomēr tās saturs ir svārstīgs un viena gada ietvaros nav iespējams noteikt augsnes apstrādes un augu maiņas ietekmi uz organiskās vielas saturu augsnē.

Lielākais C_{org} saturs ir novērojami augsnes profila augšējā slānī (0–20cm), kam pieaugot dziļumam ir tendence proporcionāli samazināties (17.att.). Pētītajā teritorijā rudens paraugos C_{org} daudzums sasniedz 2% robežu, kas nodrošina vislabāko augsnes struktūragregātu stabilitāti, kam ir būtiska loma ūdens infiltrācijas un augsnes ūdens caurlaidības nodrošinājumam, kā arī ūdens un gaisa apmaiņai augsnē. Par kritisko robežu ar visaugstāko augsnes struktūragregātu noturību tiek uzskatīta C_{org} 2–2.5%. Savukārt, apskatot C_{org} no ražības viedokļa, C_{org} daudzums pētītajos paraugos pat 40 cm dziļumā nav mazāks par 1%, kas tiek uzskatīts par C_{org} daudzuma robežu augsnē, zem kura nav iespējams nodrošināt potenciālo ražību (17.att.).

Tomēr jāatgādinā, ka kopējais C_{org} daudzums neraksturo C_{org} savienojumu stabilitāti, kas var būtiski atšķirties, mainoties augšņu granulometriskajam un mālu minerālajam sastāvam, kā arī augsnes apstrādes veidam un augu maiņai. Apskatot organiskās vielas resursus, nākotnē ir būtiski apskatīt stabilos C_{org} savienojumus organominerālajos kompleksos augsnē, kas veido lielāko augsnes organiskās vielas daļu.



17. att. Organiskās vielas satura izmaiņas gaissausā augsnē atkarībā no paraugu ņemšanas laika un dziļuma.

Iegūtie rezultāti uzrāda par 3445 (kg/ha^{-1}) lielākus C_{org} krājumus augsnes virskārtā (0–20 cm) laukos, kuros izmantota aršana. Artajos laukos 2018. gadā C_{org} krājumi vidēji augsnes virskārtā (0–20 cm) sastāda 55690 (kg/ha^{-1}), bet neartajos laukos 52246 (kg/ha^{-1}). Šī iezīme saglabājas arī visā augsnes profilā (0–80 cm) – artajos laukos C_{org} krājumi sastāda 32178 (kg/ha^{-1}), bet neartajos 29085 (kg/ha^{-1}). Iegūtie rezultāti pagaidām ir pretrunā ar līdzšinējiem daudzajiem pētījumiem, kas pierādījuši augsnes apstrādes veida ietekmi uz C_{org} iznesi pie konvencionālās augsnes apstrādes un pretēji – uzkrāšanos pie minimālās augsnes apstrādes. Tomēr ir zināma C_{org} uzkrāšanās sarežģītā daba un vairāku faktoru ietekme uz to. Tādēļ, lai noteiktu C_{org} uzkrāšanās intensitāti, ir nepieciešami ilggadēji pētījumi, jo organiskās vielas uzkrāšanās notiek lēni. Līdz ar to, lai noteiktu iepriekš minēto faktoru (augsnas granulometriskais sastāvs, augu maiņa, augsnes apstrādes veids) ietekmi uz C_{org} uzkrāšanos, kā arī organiskās vielas akumulāciju augsnē nepieciešami mērķtiecīgi uz C_{org} izpēti vērsti ilgtermiņa pētījumi, kas ietvertu informācijas kopu par faktisko, minimālo un maksimālo C_{org} , C_{org} krājumu pieaugumu

vai samazinājumu, kā arī ilgtermiņa C_{org} izmaiņām – zudumiem vai pieaugumu dotajos monitoringa laukos.

SECINĀJUMI

Izmēģinājuma laikā gan artajos, gan neartajos laukos novērojama pakāpeniska tilpummasas samazināšanās. Artajos laukos tilpummasas samazināšanās notiek vienmērīgāk un visos dziļumos, bet neartajā variantā rezultāti ir nevienmērīgāk, straujākas izmaiņas vērojamas tikai augsnes virskārtā – līdz 10 cm dziļumam.

Laukos, kur augsne nav arta, kapilārā porainība uzlabojas tikai augsnes virskārtā, turpretim artajā variantā kapilārā porainība pieaug visā aramkārtas dziļumā.

Augsnes penetrometrisko vērtību pieaugums artajos laukos dziļumā no 20–40 cm norāda uz aruma zoles veidošanos.

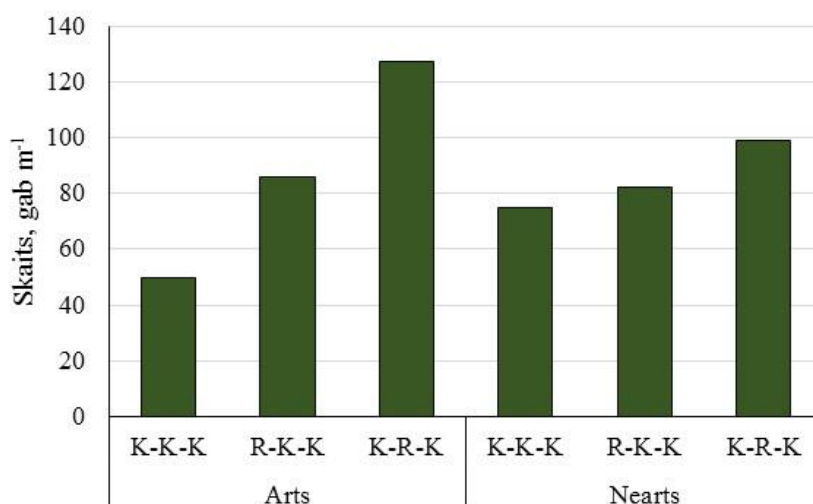
Organiskās vielas daudzums pieaug laikā no pavasara līdz rudenim visos dziļumos.

Kopumā ilggadējie pētījumi īpaši pēdējos divos gados parāda augšņu fizikālmehānisko īpašību maiņu pie dažādiem augsnes apstrādes veidiem, kas norāda uz to, ka augšņu fizikālmehāniskās īpašības pētītajā reģionā pie vienveidīgiem agrotehnikajiem pasākumiem notiek lēni, bet ilgtermiņā var ietekmēt gan C_{org} uzkrāšanos, gan ražību.

3.4. Nezāļainība un nezāļu spektrs

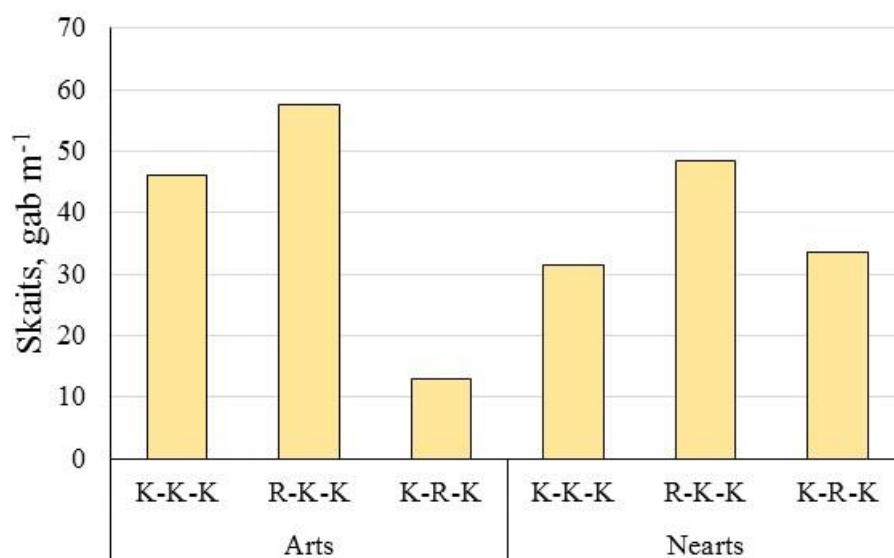
Nezāles kultūraugu sējumos uzskaitītas divas reizes veģetācijas periodā – pavasarī ziemas kviešu stiebrošanas un vasaras miežu cerošanas fāzē un otrreiz īsi pirms ražas navākšanas. Katrā laukā nezāles skaitītas 10 atkārtojumos, uzskaitē izmantojot 0.1 m² rāmīti.

Ziemas kviešu sējumos, tāpat kā iepriekšējos gados, dominēja īsmūža nezāles. Nezāļu kopējo skaitu pavasarī (15. maijā) neietekmēja ne augsnes apstrādes, ne arī priekšaugi (18. attēls).



18. att. Nezāļu skaits ziemas kviešu sējumos 15. maijā atkarībā no augsnes apstrādes un augu maiņas variantā: K-K-K – kvieši bezmaiņas sējumā; R-K-K – kvieši pēc kviešiem, priekš-priekšaugi - rapsis; K-R-K – kvieši pēc rapša, priekš-priekšaugi kvieši.

Otrajā uzskaites reizē (28. jūnijs) nezāļu skaits bija ievērojami mazāks, bet tas nebija atkarīgs ne no augsnes apstrādes, ne augu maiņas varianta (19. att.)



19. att. Nezāļu skaits ziemas kviešu sējumos 28. jūnijā atkarībā no augsnes apstrādes un augu maiņas varianta: K-K-K – kvieši bezmaiņas sējumā; R-K-K – kvieši pēc kviešiem, priekš-priekšaugi - rapsi; K-R-K – kvieši pēc rapša, priekš-priekšaugi kvieši.

Maura sūrene un ķeraiņu madara dominē visos laukos, neatkarīgi no augsnes apstrādes un augu maiņas varianta, maura sūrene vairāk izplatīta artajos laukos, bet madara – neartajos. Blanda biežāk sastopama tajos laukos, kur tiek ievērota augu maiņa (šajā gadā priekšaugi ir bijis rapsis). Vārpas un kosas savairošanās veicina atkārtoti kviešu sējumi, ja augsne netiek arta, bet rudzusmilga sastopama atkārtotos kviešu sējumos, neatkarīgi no augsnes apstrādes veida (5. tab.).

Maura skarene, sārtā panātre, tūruma naudulis, ārstnieciskā matuzāle, baltā spulgotne, izplestā balodene, skābeņlapu sūrene, ārstnieciskā pienene un sīkā peļastīte atrasta tikai atsevišķos gadījumos.

Otrajā uzskaites reizē nezāļu bija mazāk un to dažādība arī bija mazāka. Visos variantos, bet īpaši artajos, dominēja maura sūrene, bet ķeraiņu madara vairāk bija neartajos laukos (6. tab.)

**Nezāļu spektrs atkarībā no augsnes apstrādes veida un augu maiņas varianta 15.
maijā (gab m⁻²) ziemas kviešu sējumos**

Nezāļu sugas	Nearts			Arts		
	K-K*	R-K	AM	K-K	R-K	AM
Maura sūrene	10	8	17	17	37	105
Ķeraiņu madara	20	20	19	10	14	1
Tīruma zvēre	1	9	6	0	4	5
Tīruma veronika	3	7	0	1	2	0
Baltā balanda	0	5	20	1	15	11
Tīruma kumelīte	1	11	7	1	4	1
Parastā rudzusmilga	7	1	1	14	1	0
Tīruma atraitnīte	0	4	0	0	4	0
Parastā virza	15	7	1	1	1	0
Rapsis	0	7	6	0	1	1
Tīruma naudulis	0	1	9	0	0	0
Dārza vējgriķis	1	2	9	1	2	4
Tīruma kosa	6	0	4	0	0	0
Ložņu vārpata	7	0	0	0	0	0

* K-K – bezmaiņas kviešu sējumi; R-K – augmaiņā tikai rapsis un kvieši, 2018. gadā priekšaus bijis kvieši; AM – augu maiņa, 2018. gadā priekšaus bijis rapsis.

**Nezāļu spektrs atkarībā no augsnes apstrādes veida un augu maiņas varianta 28.
jūnijā (gab m⁻²) ziemas kviešu sējumos**

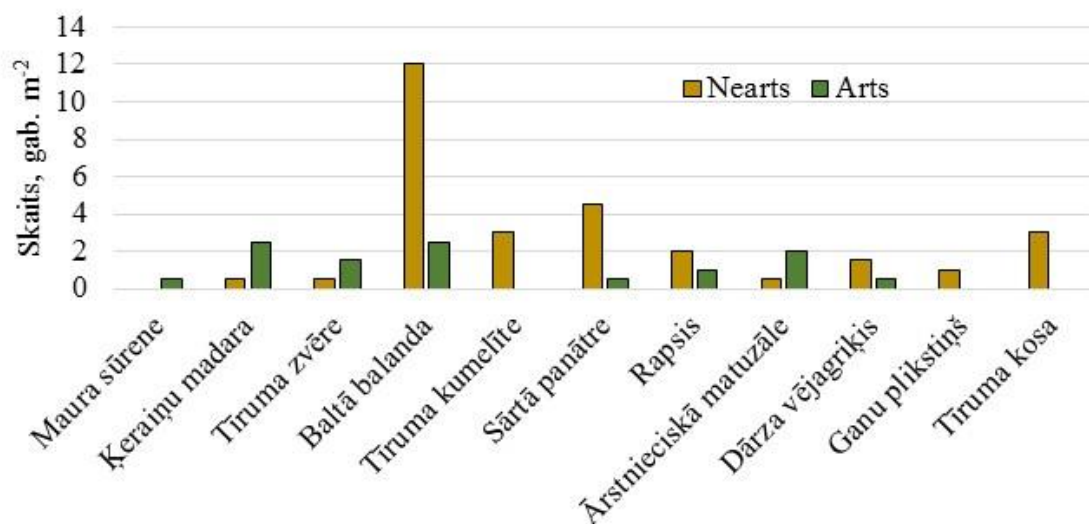
Nezāļu sugas	Nearts			Arts		
	K-K*	R-K	AM	K-K	R-K	AM
Maura sūrene	4	10	7	30	38	32
Ķeraiņu madara	16	11	5	4	6	1
Tīruma veronika	0	2	0	0	0	0
Baltā balanda	0	0	0	0	1	0
Tīruma kumelīte	0	11	0	1	4	0
Parastā rudzusmilga	1	1	0	5	1	0
Tīruma atraitnīte	1	8	0	1	4	0
Parastā virza	10	1	2	0	0	0
Dārza vējgriķis	0	5	0	1	6	1
Tīruma kosa	1	0	0	0	0	0
Maura skarene	0	0	0	4	1	0
Tīruma zilausis	0	0	0	2	0	0
Sārtā panātre	0	1	0	1	0	0

* K-K – bezmaiņas kviešu sējumi; R-K – augmaiņā tikai rapsis un kvieši, 2018. gadā priekšaus bijis kvieši; AM – augu maiņa, 2018. gadā priekšaus bijis rapsis.

Ziemas rapša sējumos nebija iespējams novērtēt nezāļu skaitu atkarībā no augsnes apstrādes variantā, jo daļēji tika pārsēts ar vasaras rapsi. Rapša sējumos dominēja maura sūrene un balanda (vairāk par 10 m⁻²). Ķeraiņu madara, tīruma kumelīte, ārstnieciskā matuzāle, kosa un usne bija atrodamas retāk – viena līdz piecas nezāles uz m².

Vasaras miežu sējumos vidēji bija 20 nezāles uz 1 m², artajos laukos nezāļu bija būtiski mazā nekā neartajos, attiecīgi 29 un 11 nezāles uz 1 m².

Miežu sējumos dominēja balanda, it īpaši neartajos laukos, salīdzinoši biežāk sastopamas bija arī sārtā panātre, tīruma kumelīte un tīruma kosa (20. att.).



20. att. Nezāļu spektrs vasaras miežu sējumos atkarībā no augsnes apstrādes veida.

Lauka pupu sējumos 29. maijā vidējais nezāļu skaits bija 25 uz 1 m², bet otrajā uzkaistes reizē (17. jūlijs) atrasta 21 nezāle uz 1m². Novērota tendence, ka artajos variantos nezāļu skaits bija mazāks. Kopā atrasta 21 nezāļu suga, taču tikai deviņas bija vairāk nekā viena nezāle uz m² (7. tab.).

7. tabula

Nezāļu spektrs lauka pupu sējumos atkarībā no augsnes apstrādes veida un uzkaistes laika

Nezāļu suga	29. maijs		17. jūlijs	
	Nearts	Arts	Nearts	Arts
Baltā balanda	0	6	2	6
Sārtā panātre	0	1	2	0
Rapsis	5	2	2	1
Tīruma naudulis	1	3	1	1
Ārstnieciskā matuzāle	2	4	0	2
Maura sūrene	0	0	0	2
Ganu plikstiņš	1	0	2	0
Tīruma kosa	3	0	0	0
Ložņu vārpata	13	5	13	6

SECINĀJUMI.

Ziemas kviešu sējumos 2018. gadā dominēja maura sūrene un ķeraļu madara, pārējās nezāles bija sastopamas samērā reti. Augsnes apstrādes veids un augu maiņas variants nezāļu skaitu un spektru būtiski neietekmēja.

Rapša sējumos dominēja maura sūrene un balanda.

Vasaras miežu sējumos neartajā variantā bija būtiski lielāks nezāļu skaits, salīdzinot ar artajiem laukiem.

Pupu sējumos dominē ložņu vārpata un baltā balanda.

Aršanas aizstāšana ar bezapvēršanas tehnoloģiju veicina daudzgadīgo nezāļu savairošanos.

3.5. Augu slimības un to ierosinātāji

Izmēģinājumos regulāri, katru nedēļu (sākot no cerošanas beigām līdz piengatavībai) tika uzskaitītas slimības, nosakot to izplatību un attīstības pakāpi, kā arī lapu zaļo laukumu (LZL), ko izsaka procentos.

Visos variantos 13.06 (tūlīt pēc ziedēšanas) lietots fungicīds (62.5 g L⁻¹ epoksikonazols un 62.5 g L⁻¹ fluksapiroksāds) 1 L ha⁻¹.

2018. gada veģetācijas sezona bija sausa, tādēļ slimību attīstības līmenis bija salīdzinoši zems.

Visos laukos novērota pelēkplankumainība (ier. *Zymoseptoria tritici*), taču tās attīstības pakāpe nevienā variantā nerasniedza pat 0.5%. Šāds līmenis ir pārāk zems, lai varētu novērtēt augsnes apstrādes vai augu maiņas varianta ietekmi.

Tika novērota arī miltresa (ier. *Blumeria graminis*), taču arī tās attīstības pakāpe nerasniedza pat 0.5%. Brūnā rūsa (ier. *Puccinia tritici*) un dzeltenā rūsa (ier. *Puccinia striiformis*) novērota tikai uz atsevišķiem augiem.

Dzeltenplankumainības (ier. *Pyrenophora tritici-repentis*) attīstības pakāpe atkarībā no varianta bija 2 līdz 10%. šāds attīstības līmenis nav saimnieciski nozīmīgs, taču tomēr ir iespējams novērtēt agrotehnisko pasākumu ietekmi uz šīs Zemgales reģionā visnozīmīgākās slimības (to pierāda pēdējo gadu pētījumi) attīstību.

Slimības kopējo attīstību parāda **laukums zem slimības attīstības līknes** jeb AUDPC (no angļu valodas – *area under the disease progress curve*). AUDPC aprēķina pēc formulas (3,) bet rēķināšanas princips parādīts formulā.

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

kur AUDPC – laukums zem slimības attīstības līknes;

n – uzskaites reizes;

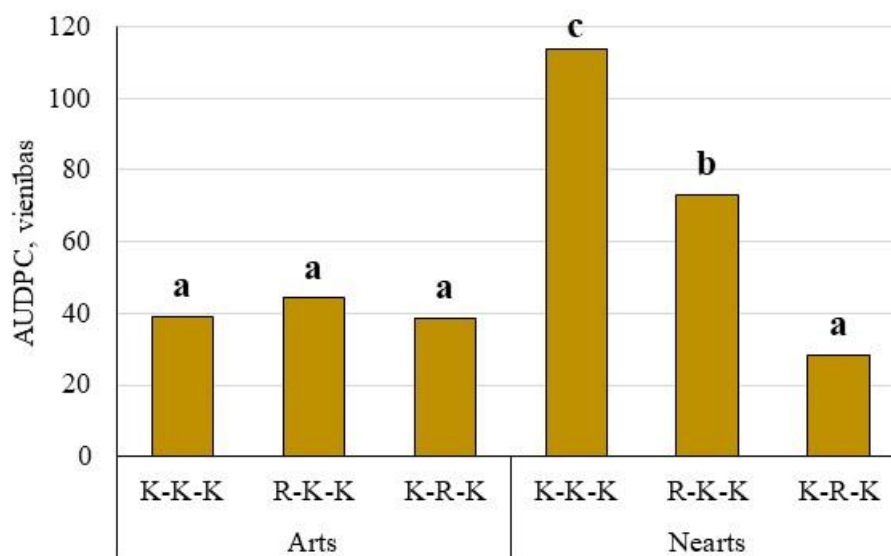
x – slimības attīstības pakāpe uzskaites reizē;

t₁ – t₂ – laika periods starp uzskaites reizēm.

Daudzgadīgo izmēģinājumu rezultātu interpretācijā ir izmantots cits rādītājs – AUDPS (*area under diseases progress stairs*/laukums zem slimības attīstības pakāpēm), kas atšķirībā no AUDPC ņem vērā eventuālo slimību ietekmi pirms pirmās un pēc pēdējās uzskaites.

Visaugstākais dzeltenplankumainības attīstības līmenis novērots kviešu bezmaiņas sējumā, ja augsne nav arta. Neartajā variantā kviešu un rapša augu maiņa būtiski nesamazināja slimības attīstību, turpretim augu maiņas variantā dzeltenplankumainības

līmenis bija tāds pats, kā artajā, taču artajā variantā dzeltenplankumainības attīstības līmenis bija zems arī bezmaiņas kviešu sējumos un kviešu-rapša augu maiņā (21. att.).



21. att. Dzeltenplankumainības attīstības pakāpe atkarībā no augsnes apstrādes un augu maiņas variantā: K-K-K – kvieši bezmaiņas sējumā; R-K-K – kvieši pēc kviešiem, priekš-priekšaugi - rapsi; K-R-K – kvieši pēc rapša, priekš-priekšaugi kvieši.

Lapu zaļais laukums svārstījās no 33 līdz 88%, būtiska agrotehnisko paņēmieni ietekme nebija novērojama.

Stiebra pamatnes slimību attīstība atkarībā no agrotehniskajiem paņēmieniem. 2018. gadā stiebra pamatnes puves izplatība bija 100%, to neietekmēja ne augu maiņa, ne augsnes apstrādes variants. Šo rezultātu ir grūti izskaidrot, nepieciešami padziļināti pētījumi, taču zināma tendence ir novērojama. Augsta (virs 90%) stiebra pamatnes slimību izplatība bija novērota 2015. gadā, kurš arī relatīvi bija sauss – hidrotermiskais koeficients (attiecība starp temperatūrām un nokrišņiem) bija 0.9, citos pētāmajos gados šis koeficients bija 1.1 līdz 2.3.

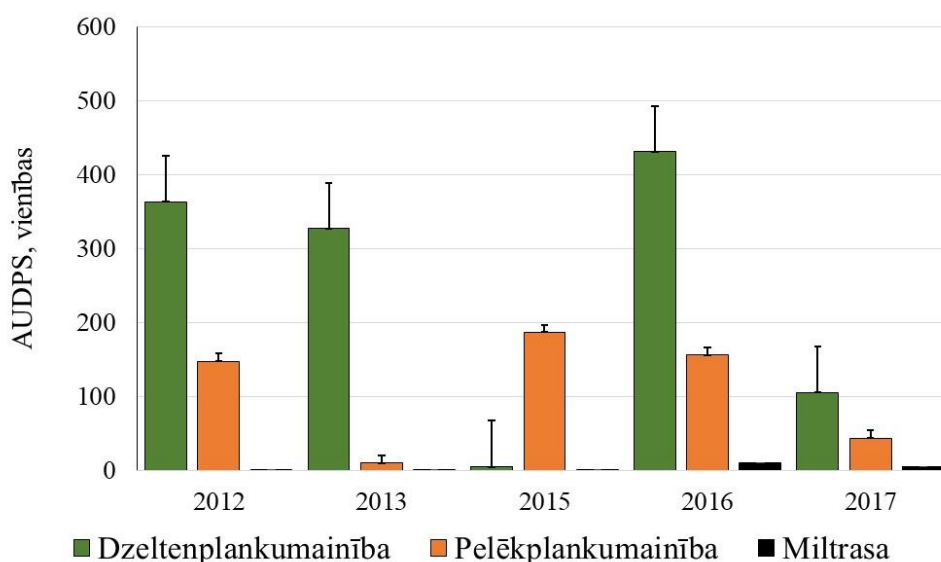
Stiebra pamatnes puves ierosinātāju identifikācija turpinās. Taču līdz šim iegūtie rezultāti un iepriekšējo gadu pieredze ļauj izteikt hipotēzi, ka dominēs *Fusarium* spp. Atsevišķas *Fusarium* sugas labāk attīstās karstā un sausā laikā, taču hipotēzes apstiprināšanai nepieciešami turpmāki pētījumi.

Vārpu fuzarioze netika novērota, un mikotoksīnu līmenis visos variantos bija zemāks par $50 \mu\text{g kg}^{-1}$.

2018. gads nebija pateicīgs slimību attīstības īpatnību skaidrošanai, taču agrotehnisko paņēmieni ietekme uz slimību attīstību konstatējama ilgtermiņā.

Lapu slimību attīstības pakāpe atkarībā no agrotehniskajiem paņēmieniem ir novērtēta ilgākā laika periodā (2012. līdz 2017. gadam, 2014. gads no aprēķiniem ir izslēgts, jo tajā gadā bija vasaras kvieši).

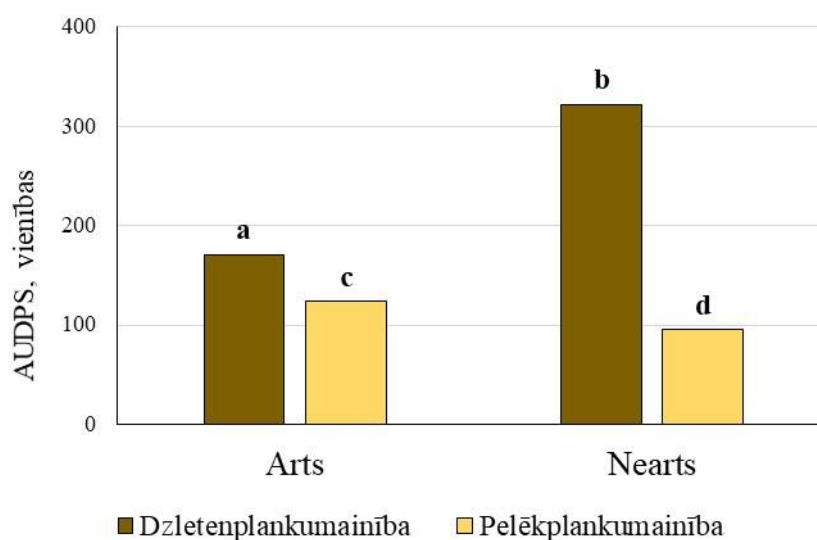
Visā izmēģinājumu periodā dominēja dzeltenplankumainība un pelēkplankumainība, miltas attīstības pakāpe nebija nozīmīga (22. att.).



22. att. Dominējošās ziemas kviešu slimības atkarībā no izmēģinājuma gada.

2015. gads bija vienīgais, kad dzeltenplankumainības attīstības pakāpe bija niecīga, bet pelēkplankumainības attīstība bija salīdzinoši augsta. Tas skaidrojams, ar to, ka 2015. gadā laikā no stiebrošanas sākuma līdz piengatavības beigām bija 56 lietainas dienas (citos gados tikai 19 līdz 36). Visos pārējos gados dominēja dzeltenplankumainība, tāpat kā citos izmēģinājumos Zemgales reģionā.

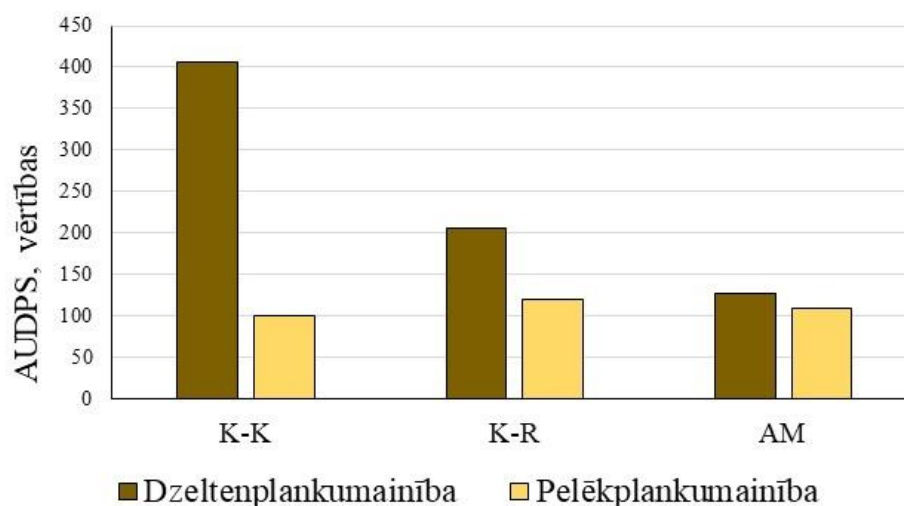
Neartajos laukos dzeltenplankumainības līmenis bija ievērojami (48%) augstāks, turpretim pelēkplankumainības līmenis artajos variantos bija par 23% augstāks (23. att.). Iespējams, to var izskaidrot ar patogēnu savstarpējo konkurenci, ja dzeltenplankumainības līmenis ir zemāks, pelēkplankumainībai lielākas iespējas attīstīties.



23. att. Dzeltenplankumainības un pelēkplankumainības attīstība atkarībā no augsnes apstrādes variantā.

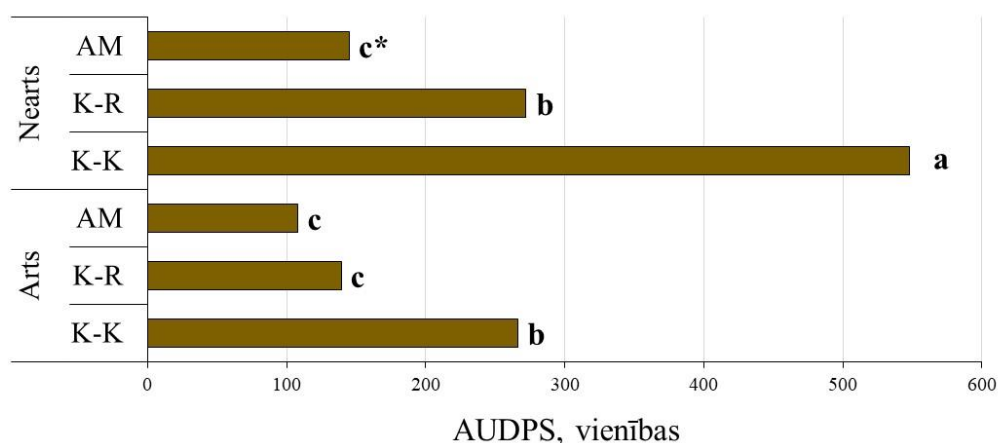
*Atšķirīgi burti nozīmē statistiski būtiskas atšķirības.

Augu maiņas variants būtiski ietekmē dzeltenplankumainības attīstību, bezmaiņas kviešu sējumos šīs slimības attīstība ir aptuveni divreiz lielāka nekā variantos ar kaut vai minimālu augu maiņu. Turpretim pelēkplankumainības attīstību augu maiņas ievērošana praktiski neietekmē (24. att.).



24. att. Dzeltenplankumainības un pelēkplankumainības attīstība atkarībā no augu maiņas variantā: K-K (bezmaiņas kviešu sējums); K-R (kvieši un rapsis); AM (augu maiņa, iekļauts rapsis, mieži un pupas).

Dzeltenplankumainības attīstību būtiski ietekmē augu maiņas variantā un augsnes apstrādes metodes mijiedarbība (25. att.).



25. att. Dzeltenplankumainības attīstība atkarībā no augsnes apstrādes metodes un augu maiņas variantā: K-K (bezmaiņas kviešu sējums); K-R (kvieši un rapsis); AM (augu maiņa, iekļauts rapsis, mieži un pupas).

*Atšķirīgi burti nozīmē, ka vērtības ir statistiski būtiski atšķirīgas.

Slimības attīstība ir būtiski augstāka variantā, kur ir kvieši bezmaiņas sējumā un lauki nav arti. Augu maiņas variantā, kur ir kvieši un rapsis, bet lauki nav arti, slimības attīstības līmenis ir tāds pats kā variantā, kur lauks arts, bet kvieši audzēti bezmaiņas

sējuma. Artajā laukā pat “īsā rotācija”, t.i. tikai kvieši un rapsis, nodrošina nozīmīgu dzeltenplankumainības ierobežošanu, taču, ja lauki netiek arti, ir nepieciešama augu maiņa.

SECINĀJUMI.

Kviešu lapu dzeltenplankumainības (ier. *Pyrenophora tritici-repentis*) attīstību būtiski palielina kviešu audzēšana bezmaiņas sējuma, kā arī lauku nearšana. Lielākais slimības attīstības risks ir atkārtotos kviešu sējumos, ja augsne netiek arta. Agrotehnisko paņēmieni ietekme uz pārējo slimību attīstību netika novērota, jo izmēģinājuma laikā tās nebija dominējošas.