



Agroresursu un
ekonomikas
institūts

Lauksaimniecībā izmantojamā zinātniskā projekta

„Dzeltenās rūsas slimības ierosinātāja *Puccinia striiformis* Wes. rasu izplatība Latvijā un pasākumi tās postīguma ierobežošanai kviešu sējumos”

ATSKAITE

SIA LAAPC valdes locekle

Projekta vadītāja



Mg. agr. Regīna Rancāne

Mg. biol. Līga Feodorova-Fedotova

Rīga, 2017

Projekta izpildītāji:

LLU SIA Latvijas Augu aizsardzības pētniecības centrs:

Olga Treikale, Dr. biol., vadošā pētniece
Līga Feodorova-Fedotova, Mg. biol., asistente
Zane Vigule, Mg. biol., asistente
Jānis Landorfs, agronoms

LLU APP Agroresursu un ekonomikas institūts:

Vija Strazdiņa, Mg. agr., pētniece,
Valentīna Fetere, Mg. agr., asistente
Iveta Ronberga, zemkopības laborants

SIA Latvijas Lauku konsultāciju un izglītības centrs

Oskars Balodis, Mg. agr., nodaļas vadītājs, agronoms konsultants
Aigars Šutka, Mg. agr., agronoms konsultants

Saturs

KOPSAVILKUMS	4
IEVADS	6
1. METEOROLOĢISKO DATU KOPSAVILKUMS UN ANALĪZE	8
2. DZELTENĀS RŪSAS MONITORINGS KVIEŠU SĒJUMOS LATVIJAS TERITORIJĀ	10
2.1. PARAUGU IEVĀKŠANAS METODIKA.....	10
2.2. RASU IDENTIFIKĀCIJA	11
3. DAŽĀDU GRUPU FUNGICĪDU EFEKTIVITĀTES NOVĒRTĒJUMS DZELTENĀS RŪSAS IZPLATĪBAS IEROBEŽOŠANAI	14
3.1. METODIKA	14
3.2. ZIEMAS KVIEŠI	16
3.2.1. <i>Ķīmiskie augu aizsardzības līdzekļi</i>	16
3.2.2. <i>Bioloģiskie preparāti</i>	23
3.3. VASARAS KVIEŠI	27
3.3.1. <i>Ķīmiskie augu aizsardzības līdzekļi</i>	27
3.3.2. <i>Bioloģiskie preparāti</i>	33
4. PLAŠĀK AUDZĒTO UN PERSPEKTĪVO ZIEMĀJU UN VASARĀJU KVIEŠU ŠĶIRŅU IZTURĪBAS PRET DZELTENĀS RŪSAS INFEKCIJU IZVĒRTĒJUMS	39
4.1. KOPSAVILKUMS	39
4.2. IZMĒĢINĀJUMA METODIKA	41
4.3. IZMĒĢINĀJUMA REZULTĀTI UN DISKUSIJA	43
5. DIFERENCIATORU ŠĶIRŅU NOVĒROJUMS	60
6. DZELTENĀS RŪSAS DATORMODEĻA PROGNOŽU PRECIZITĀTES NOVĒRTĒJUMS LATVIJAS AGROKLIMATISKAJOS APSTĀKĻOS	62
7. INFORMĀCIJAS IZPLATĪŠANA	68
IZMANTOTĀ LITERATŪRA	69
1. PIELIKUMS	70

Kopsavilkums

Projekta mērķis ir izstrādāt rekomendācijas dzeltenās rūsas izplatības ierobežošanai kviešu sējumos Latvijā. Projekta rezultāti būs tieši pielietojami lauksaimnieciskās produkcijas ražotājiem, lai veiktu pamatotu augu aizsardzības pasākumu izvēli dzeltenās rūsas efektīvai ierobežošanai.

Projekta ietvaros pētniecību plānots veikt četros blokos: (i) izpētīt Latvijā sastopamo *Puccinia striiformis* rasu ģeogrāfisko izplatību; (ii) noskaidrot tirgū pieejamo fungicīdu efektivitāti dzeltenās rūsas ierobežošanai; (iii) izvērtēt plašāk audzēto un perspektīvo kviešu šķirņu izturību pret dzeltenās rūsas infekciju un (iv) analizēt dzeltenās rūsas prognožu datormodeļa piemērotību izmantošanai Latvijā.

2017. gads bija pirmais projekta realizēšanas gads un katrā no projekta aktivitātēm iegūta būtiska informācija par dzeltenās rūsas attīstības īpatnībām Latvijā, kas, tiks ņemta vērā, plānojot novērojumus un izmēģinājumus lauka apstākļos, nākamajos gados.

Projekta uzdevumi 2017. gadam:

1. Veikt dzeltenās rūsas monitoringu kviešu sējumos Latvijas teritorijā un analizēt ierosinātāja populācijas struktūru
 - 1.1. Paraugu ievākšana vasarāju un ziemāju sējumos (50 kolekcijas) no dažādiem Latvijas reģioniem
 - 1.2. Paraugu sagatavošana sūtīšanai uz Orhūsas universitāti
 - 1.3. *P. striiformis* rasu noteikšana sadarbībā ar Orhūsas universitāti
2. Novērtēt dažādu grupu fungicīdu efektivitāti dzeltenās rūsas izplatības ierobežošanai
 - 2.1. Lauka izmēģinājumu veikšana 15 fungicīdu efektivitātes demonstrēšanai uz divām kviešu šķirnēm (viena vasaras, viena ziemas)
 - 2.2. Lauka izmēģinājumu veikšana četru bioloģisko preparātu efektivitātes novērtēšanai bioloģiskajā audzēšanas sistēmā uz divām kviešu šķirnēm (viena vasaras, viena ziemas)
3. Novērtēt plašāk audzēto un perspektīvo ziemāju un vasarāju kviešu šķirņu izturību pret dzeltenās rūsas infekciju
 - 3.1. Lauka izmēģinājumu veikšana, iekļaujot dažāda agrīnuma ziemas un vasaras kviešu šķirnes (astoņas ziemas un septiņas vasaras kviešu šķirnes), un novērtēt to ieņēmību pret *P. striiformis* rūsas infekciju provokācijas fonā
 - 3.2. Rūsas infekcijas radītās šķirņu ražības un kvalitātes rādītāju izmaiņu novērtēšana, salīdzinot ar to vērtībām šķirņu sējumos ar rūsas infekcijas ierobežošanu (ar fungicīda lietojumu)
4. Izvērtēt dzeltenās rūsas datormodeļa prognožu precizitāti Latvijas agroklimatiskajos apstākļos
 - 4.1. Veikt datormodeļa dzeltenās rūsas infekcijas prognozes un lauka uzskaišu datu informācijas uzkrāšanu
 - 4.2. Veikt iegūto datu analīzi par prognožu precizitāti un pielietojamību praktiskajā lauksaimniecībā
5. Projekta rezultātu izplatīšana
 - 5.1. Izplatīt informāciju par projektu mērķa grupām semināros, lauku dienās un populārzinātnisku publikāciju veidā

Atbilstoši projekta uzdevumiem 2017. gada vasarā tika ievāktas kviešu lapas ar dzeltenās rūsas pazīmēm no dažādām Latvijas vietām un nosūtītas uz Dāniju, Orhūsas Universitātes Flakkebjergas zinātnisko centru rasu identifikācijai ar fenotipēšanas un genotipēšanas metodēm. Rasu identificēšanā Orhūsas universitātē piedalījās projekta vadītāja Līga Feodorova-Fedotova no LAAPC, iegūstot būtiskas zināšanas un pieredzi par šo metožu praktisko pielietojumu. Rasu

identifikācija turpinās, jo daudziem paraugiem pēc to saņemšanas Flakkebjergā bija būtiski samazināta slimības ierosināja dzīvotspēja un detalizēti rezultāti būs pieejami vēlāk.

Fungicīdu efektivitātes novērtēšanai pēc konsultācijām ar nozares profesionāļiem tika izvēlēti 17 ķīmiskie fungicīdi un 6 bioloģiskie preparāti. Meteoroloģisko apstākļu ietekmē dzeltenās rūsas attīstība pavasarī aizkavējās un būtiska infekcijas izplatība ziemas kviešos sākās jūnija pirmajā dekādē, sasniedzot augstāko punktu jūlijā. Vasaras kviešos dzeltenās rūsas aktīva izplatība sākās jūnija trešajā dekādē, bet plašāka infekcija, konstatēta jūlija otrajā un trešajā dekādē. Turklāt, novērotas atšķirības dzeltenās rūsas infekcijas izplatībā vienai un tai pašai vasaras kviešu šķirnei ('Uffo') dažādos laukos.

Izmēģinājumā lietotie ķīmiskie fungicīdi uzrādīja labu efektivitāti slimības ierobežošanā slimības izplatīšanās sākotnējā stadijā, jo apstrādes tika veiktas pēc pirmo pazīmju konstatēšanas. Tā kā infekcijas izplatīšanās sākotnējā stadijā noritēja lēni, mēnesi pēc apstrāžu veikšanas vidējā slimības attīstības pakāpe kontrolē nepārsniedza 5%. Strauja dzeltenās rūsas izplatīšanās sākās vairākas nedēļas pēc apstrāžu veikšanas, kad fungicīdi jau bija pilnībā vai daļēji noārdījušies, kā rezultātā, lai arī izmēģinājuma beigās varēja novērot atšķirības starp kontroli un apstrādātajiem variantiem, slimība netika ierobežota vēlamajā apjomā. Ziemas kviešiem būtu bijusi nepieciešama otra apstrāde vārpošanas fāzē.

Bioloģiskie preparāti uzrādīja pozitīvu tendenci samazināt dzeltenās rūsas attīstību, un tika novērots arī statistiski būtisks efekts, piemēram, – ziemas kviešos 20. jūnijā veiktajā uzskaitē uz pirmās lapas apstrādātajos variantos bija aptuveni uz pusi zemāka slimības attīstība, nekā kontrolē. Pēc pirmā gada rezultātiem var secināt, ka būtu nepieciešams veikt vairāk apstrāžu ar bioloģiskajiem līdzekļiem, kā arī nepieciešama papildus analīze optimālo apstrādes laiku noskaidrošanai

Izvērtējot kviešu šķirņu izturību pret dzeltenās rūsas infekciju, tika novērotas atšķirības gan pirmo slimības pazīmju parādīšanās laikā, gan infekcijas attīstības pakāpē. Pirmās infekcijas pazīmes ziemas kviešos konstatētas šķirnei 'Fredis', kad augi bija sasnējuši stiebrošanas fāzi. Tālākajā veģetācijas perioda laikā variantā bez fungicīdu apstrādes dzeltenā rūsa tika konstatēta visām ziemas kviešu šķirnēm. Pret dzelteno rūsu neizturīgākajām ziemas kviešu šķirnēm: 'Fredis', 'Edvins', 'SW Magnifik' un 'Talsis' infekcijas pakāpe sasniedza 60-80%. Vismazāk inficētas ar dzelteno rūsu bija šķirnes 'Skagen' un 'Zeppelin' (1-5%).

Izvērtējot septiņas vasaras kviešu šķirnes, infekcijas attīstības pakāpe līdz 10% bija šķirnēm 'Hamlet' un 'Taifun', bet šķirnēm 'Robijs', 'Uffo' un 'Zebra' infekcijas pakāpe bija 50%. Vismazāk inficēta bija vēlinā šķirne 'Willow' - 5%. Gan ziemas, gan vasaras kviešu šķirnēm fungicīdu lietojums būtiski samazināja slimības attīstību un apstrādātajos variantos infekcijas attīstības pakāpe nepārsniedza 5%.

Dzeltenās rūsas infekcijas prognozēšanai tika izvēlēts austriešu kompānijas Pessl Instruments GmbH izstrādātais rūsu prognozēšanas modelis, kam izmantoja datus no AREI Stendes pētniecības centra meteoroloģiskās stacijas. Pēc pirmā gada rezultātiem ir redzama tendence, ka pirmās dzeltenās rūsas pazīmes uz dažām šķirnēm parādās pēc tam, kad ir akumulējušies vairākkārtēji prognožu modeļa signāli, kas pārsniedz 50% risku. Tāpat var novērot, ka ziemas kviešu šķirnes inficējas ar dzelteno rūsu ļoti atšķirīgi, ko visticamāk, nosaka šo šķirņu ģenētiskās īpašības un mijiedarbība ar konkrēto *P. striiformis* rasi.

Ievads

Dzeltenā rūsa ir viena no nozīmīgākajām kviešu un tritikāles slimībām Latvijā, ko ierosina sēne *Puccinia striiformis*. Dzeltenai rūsai raksturīga agresivitāte, spēja pielāgoties dažādai gaisa temperatūra, kā arī plaša mēroga izplatība ar sporu palīdzību. Ir zināms, ka dzeltenās rūsas sporas spēj pārvietoties ar vēja palīdzību tūkstošiem kilometru rādiusā ap infekcijas vietu. (Chen et al. 2011). Dzeltenā rūsa ir biotrofisks patogēns ar sarežģītu attīstības ciklu, kas, kā primāro saimnieku izmanto kviešus un savvaļas graudzāles, bet, kā starpsaimnieku var izmantot parasto bārbeli. Dzeltenajai rūsai raksturīga ģenētiskā mainība, mutācijas, dažādas rases (Chen et al. 2011).

Dzeltenā rūsa ir izplatīta dažādās pasaules valstīs, kur ir atbilstoši agroklimatiskie apstākļi. Vēsturiski tika uzskatīts, ka dzeltenā rūsa izplatās mērenā klimata joslās, taču 2000. gadā siltākajās klimata joslās tika novērotas liela mēroga epidēmijas, kuras izraisīja divas dzeltenās rūsas veidi, kam raksturīga agresivitāte un izturība pret siltu gaisa temperatūru (+18°C un vairāk), īsāks latentais periods, pastiprināta sporu dīgšana. (Hovmoller et al. 2011).

Dzeltenā rūsa var izraisīt būtiskus ražas zudumus, īpaši, ja inficēšanās notikusi agrā auga attīstības stadijā. Ja stiebrošanas fāzē dzeltenās rūsas izplatība ir 5%, tad ražas zudumi var būt līdz 75%, ja infekcijas intensitāte vārpošanas fāzē ir 5%, tad ražas zudumi var būt 15% (www.vaad.gov.lv). Vidēji novēroti 40-50% lieli zudumi graudaugu sējumos. Īpaši lieli zudumi novērojami, ja tiek inficētas karoglapas un vārpu plēksnes (www.agro.basf.lv).

Pēc zemnieku novērojumiem, Latvijā dzeltenā rūsa kļuvusi par aktuālu problēmu tieši pēdējos 2-3 gados. Pēc Orhūsas Universitātes veiktajiem pētījumiem, Eiropā no Himalaju reģiona ir ienākušas agresīvas *P. striiformis* rases: 'Warrior', 'Kranich' un 'Triticale aggressive'. Jaunās rases 2009.-2010. gada sezonā izsauca epidēmijas veida dzeltenās rūsas uzliesmojumus Dānijā, kur bioloģiskajās saimniecībās gāja bojā līdz pat 90-100% ziemas tritikāles ražas (Hansen, 2013).

Latvijas Augu aizsardzības pētniecības centrā (LAAPC) ir veikti novērojumi un uzskaites, lai noskaidrotu graudaugu slimību izplatību Latvijā, taču līdz šim padziļināti pētījumi par dzeltenās rūsas attīstību nav veikti. No 18 ziemas kviešu šķirnēm LAAPC speciālisti 2016. gada jūlija pirmajā dekādē konstatēja dzelteno rūsu uz 11 šķirnēm. Īpaši stipri bija inficēti ziemas kvieši 'Fredis' un 'Magnific', ir novērojumi par dzeltenās rūsas sastopamību šķirnē 'Edvins', 'Skagen' un 'Zentos', kuras plaši audzē Zemgalē.

Latvijā, Pēterlaukos ir identificēta 'Warrior(-)' dzeltenās rūsas rase, paraugs ievākts 31.05.2016. un nosūtīts uz Global Rust Reference Centre Dānijā identifikācijai (www.eurowheat.org).

Lai iegūtu pamatinformāciju par Latvijā sastopamajām *P. striiformis* rasēm ir nepieciešams ievākt inficēto augu paraugus visā Latvijas teritorijā un veikt rasu identificēšanu. Tā kā dažādām rasēm ir atšķirīga spēja inficēt kviešu šķirnes, var veidoties situācija, kad šķirnes, kuras bija izturīgas pret līdz šim izplatītajām dzeltenās rūsas rasēm, var būt ieņēmīgas pret jaunajām rasēm. Tādēļ projekta ietvaros iegūtā informācija par *P. striiformis* populācijas struktūru, būs noderīga gan graudaugu audzētājiem, gan selekcionāriem.

Tā kā dažādu preparātu efektivitāte dzeltenās rūsas ierobežošanā atšķiras, zemniekiem ir nepieciešama objektīva informācija, par tirgū esošo fungicīdu efektivitāti pret dzelteno rūsu. Tā kā dzeltenā rūsa ir īpaši bīstama bioloģiskajiem sējumiem, tad projektā tiek veikta arī vairāku bioloģisko preparātu efektivitātes novērtēšana.

Lai noskaidrotu plašāk audzēto un perspektīvo ziemāju un vasarāju kviešu šķirņu reakciju uz rūsas infekciju – spēju pretoties slimībai un slimības ietekmi uz ražu, projektā tiek veikts lauka pētījums, audzējot dažādas šķirnes slimības provokācijas fonā. Pētījumā tiek noteikta inficēto sējumu ražība, salīdzinot to ar sējumiem, kur infekcija tiek kontrolēta ar fungicīdu. Kā rezultātā, tiek iegūta būtiska informācija par slimības ietekmi uz katras konkrētās šķirnes ražas rādītājiem.

Lai savlaicīgi iegūtu informāciju par kritiskiem slimības izplatīšanās periodiem, visā pasaulē pieaug datormodeļu prognožu izmantošana. Datormodeļa prognozi zemnieki var izmantot, lai noteiktu optimālo laiku smidzinājumu veikšanai, nodrošinot maksimālu fungicīda efektivitāti, kas ir īpaši svarīgi bioloģiskajām saimniecībām. Projektā tiek veikta dzeltenās rūsas prognožu modeļa izvērtēšana un novērtēta iespēja to adaptēt Latvijas agroklimatiskajiem apstākļiem.

1. Meteoroloģisko datu kopsavilkums un analīze

1.tabula

Agroklimatiskais raksturojums (Stendes HMS dati) 2016/2017 g.

Mēnesis	Gaisa vidējā temperatūra, °C						Nokrišņu summa, mm					
	I	II	III	Vidēji mēnesī	Norma	Norma +/-	I	II	III	Mēnesī	Norma	Norma %
2016 Septembris	15.5	12.4	10.9	12.9	11.4	1.5	11.3	0.0	15.1	26.4	75.0	35.2
Oktobris	8.4	2.9	3.9	5.1	6.6	-1.5	31.2	0.0	20.0	51.2	71.0	72.1
Novembris	-1.2	2.3	2.1	1.1	1.8	-0.7	17.8	16.3	17.4	51.5	63.0	81.7
Decembris	-0.1	0.6	3.3	1.3	-2.0	3.3	6.9	5.4	10.4	22.7	47.0	48.3
2017 Janvāris	-4.7	-2.2	-0.1	-2.3	-4.6	2.3	25.0	10.9	4.8	40.7	37.0	110.0
Februāris	-5.0	-1.0	0.7	-1.8	-4.7	2.9	1.8	3.2	22.4	27.4	26.0	105.4
Marts	0.8	2.3	2.8	2.0	-1.5	3.5	15.3	3.2	7.2	25.7	29.0	88.6
Aprīlis	6.4	1.0	3.7	3.7	4.3	-0.6	4.0	29.0	42.7	75.7	37.0	204.6
Maijs	6.3	11.5	13.1	10.3	10.2	0.1	1.2	2.6	10.7	14.5	45.0	32.2
Jūnijs	12.4	15.3	13.9	13.9	14.2	-0.3	17.7	18.2	22.7	58.6	57.0	102.8
Jūlijs	14.3	15.1	17.2	15.5	16.3	-0.8	19.9	28.7	6.9	55.5	87.0	63.8
Augusts	17.3	17.4	14.1	16.3	15.5	0.8	18.5	16.9	16.0	51.4	87.0	59.1

Ziemāju sēju 2016. gadā Stendē uzsāka septembra otrajā dekādē. Septembris bija silts un sauss, vidējā gaisa temperatūra bija par 1.5 °C augstāka, salīdzinot ar ilggadējo vidējo, bet nokrišņu daudzums - 35.2 % no normas (1. tabula). Šajā laikā meteoroloģiskie un augsnes apstākļi bija labvēlīgi ziemas kviešu sējai, sadīgšanai un tālākai attīstībai. Oktobrī vidējā diennakts gaisa temperatūra bija nedaudz zemāka par ilggadīgo vidējo (-1.5 °C) un nokrišņu daudzums sasniedza 72.1 % no normas. Otrajā oktobra dekādē gaisa temperatūra pazeminājās līdz 2.9 °C, līdz ar to augu augšana sāka palēnināties. Augu veģetācija turpinājās līdz 11. oktobrim, kad gaisa vidējā diennakts temperatūra pazeminājās līdz 4.3°C. Novembrī gaisa vidējā diennakts temperatūra un nokrišņu daudzums bija zem normas (-0.7°C; 81.7%), bet decembra mēnesis savukārt bija par 3.3 °C siltāks, salīdzinot ar ilggadējiem vidējiem rādītājiem. Nokrišņu daudzums šajā mēnesī sasniedza 48.3% no normas. Ziemas mēneši janvāris un februāris bija siltāki (2.3 un 2.9°C), salīdzinot ar ilggadīgajiem rādītājiem, bet nokrišņu daudzums nedaudz virs normas (110.0 un 105.4%). Martā diennakts vidējā temperatūra bija par 3.5°C virs normas, bet nokrišņu daudzums sasniedza 88.6%. Augu veģetācija sāka atjaunoties pirmajā aprīļa dekādē, kad temperatūra sasniedza 6.4°C. Kopumā aprīlis bija vēss (-0.6°C), ar lielu nokrišņu daudzumu - 204.6%. Maijā vidējā diennakts temperatūra bija normas robežās, bet nokrišņu daudzums tikai 32.2%. Vissiltākā bija maija 3.dekāde (vidējā diennakts temperatūra 13.1°C). Jūlijā, sakot no otrās dekādes, vidējā diennakts gaisa temperatūra paaugstinājās līdz 17.2°C, bet trešajā dekādē tā atkal pazeminājās, kopumā mēneša vidējā diennakts temperatūra bija par 0.8°C zemāka, salīdzinot ar normu. Nokrišņu daudzums visa mēneša garumā bija

salīdzinoši mazāks (63.8%), salīdzinot ar ilggadējo vidējo. Augsts bija par 0.8°C siltāks, bet nokrišņu daudzums sasniedza 59.1% no ilggadējās normas.

Kopumā ziemošanas apstākļi bija labvēlīgi visām ziemas kviešu šķirnēm. Pavasarī augu tālākā attīstība bija apmierinoša, bet vasaras mēnešos jūnijā un jūlijā pazeminātās gaisa temperatūras pagarināja augu veģetācijas periodu, un agrīnās ziemas kviešu šķirnes pilngatavību sasniedza tikai augusta pirmajā dekādē, bet vēlākās šķirnes - otrās dekādes vidū. Laika apstākļi nelabvēlīgi ietekmēja arī vasaras kviešu nobriešanu, un aizkavēja ražas novākšanu par 7-10 dienām.

Garais augu veģetācijas periods, ka arī vēsā un pietiekami mitrā vasara veicināja dzeltenās rūsas attīstību Latvijā. Laika apstākļi Stendē jūnija otrajā dekādē bija ļoti labvēlīgi dzeltenās rūsas attīstībai ziemas kviešu sējumos. Vasaras kviešos dzeltenā rūsa izplatība konstatēta jūnija trešajā dekādē, bet slimība aktīvi izplatījās jūlija otrajā un trešajā dekādē.

2. Dzeltenās rūsas monitorings kviešu sējumos Latvijas teritorijā

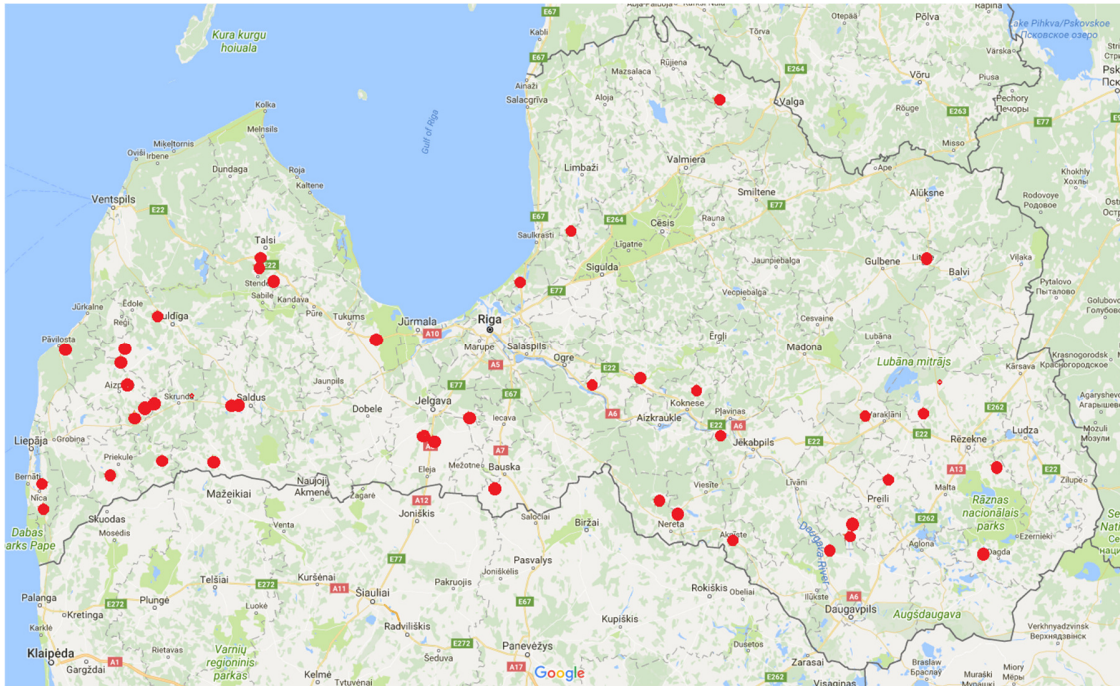
Tā kā dzeltenajai rūasai raksturīga ģenētiskā mainība un veidojas dažādas rases, kurām ir atšķirīgas spējas inficēt saimniekaugu un arī infekcijas pazīmes var izpausties atšķirīgi, ir būtiski noskaidrot konkrētajā valstī vai reģionā sastopamās *P. striiformis* rases. Rasu sastāva noskaidrošanai 2017. gadā, sadarbībā ar Valsts augu aizsardzības dienestu (VAAD) tika ievākti inficētu kviešu lapu paraugi visā Latvijas teritorijā.

2.1. Paraugu ievākšanas metodika

Paraugi ievākti pēc Starptautiskā rūsas references centra (Global Rust Reference Center, GRRC) izstrādātās metodikas - Sample collection procedure for GRRC race analyses of wheat rusts 2016 (1. pielikums).

- No viena lauka randomizēti tika ievāktas 1 - 5 kviešu lapas ar dzeltenās rūsas pazīmēm.
- Tika vāktas jaunas, zaļas lapas ar pēc iespējas mazāku citu kviešu patogēnu klātesamību.
- Lapas netika vāktas, ja lauks pēdējo dienu laikā bijis apstrādāts ar pesticīdiem.
- Lapa tika norauta no auga un pārlocīta uz pusēm tā, ka dzeltenās rūsas pustulas atradās iekšpusē. Lapa salocītā veidā ievietota papīra maisiņā, tas aizlocīts ciet, ievietots aploksnē un klāt tika pievienota informācija par paraugu.
- Tika pierakstīta informācija par
 - paraugu ievākšanas datumu
 - lauka koordinātēm, adresi, pasta indeksu
 - graudaugu kultūru
 - šķirni
 - augu attīstības stadiju (AS)
 - kura auga lapa ir ievākta
 - fungicīdiem (ir lietoti, vai nav)
- Lapas no atšķirīgiem laukiem tika ievietotas atsevišķos maisiņos.
- Lai izvairītos no lapu sarullēšanās un bojāšanās, papīra maisiņi uz 12-24 stundām novietoti istabas temperatūrā zem spiedes un izžāvēti.
- Pēc lapu izžāvēšanas, nospiešanas, ievāktie paraugi nosūtīti Latvijas Augu aizsardzības pētniecības centram (LAAPC).
- LAAPC saņemtos paraugus izšķiroja un labākās lapas nosūtīja uz Orhūsas Universitātes Flakkebjergas zinātnes centru, Dānijā.

2017. gadā tika ievākti 65 kviešu lapu paraugi no dažādām Latvijas vietām (1. attēls). 50 paraugi tika nosūtīti uz Orhūsas Universitātes Flakkebjergas zinātnisko centru rasu identificēšanai.



1. attēls. Dzeltenās rūsas monitoringa lapu paraugu ievākšanas vietas.

2.2. Rasu identifikācija

Dzeltenās rūsas rasu identifikācija var tikt veikta divos veidos – izmantojot fenotipēšanas vai genotipēšanas metodi. Fenotipēšanas procesa laikā ar dzeltenās rūsas sporām tiek inficētas specifiskas kviešu šķirnes - diferenciatori, jo katra no šķirnēm satur noteiktus rezistences gēnus. Tāpat katra dzeltenās rūsas rase satur zināmus gēnus, kas reaģējot ar kviešu rezistences gēniem veido (vai neveido) vizuālas infekcijas izpausmes uz lapām. Šo pazīmju vērtēšana tiek izmantota par pamatu rasu identifikācijai.

Pētījums notiek laboratorijas apstākļos, sterilā vidē ar noteiktu gaismas (16h dienas gaisma ar papildus mākslīgo apgaismojumu - 100 $\mu\text{E}/\text{m}^2/\text{s}$, kad dienas gaisma $<10,000$ lux), gaisa temperatūras (12°C naktī - 17°C dienā) un mitruma daudzumu (70-80%). Genotipēšanu veic izmantojot molekulārās bioloģijas metodi – SSR (*simple sequence repeat*) sekvenčēšanu.

Projekta ietvaros tiek plānota rasu identifikācija izmantojot gan fenotipēšanas metodi, gan genotipēšanas metodi.

Detalizēts fenotipēšanas metodes apraksts

Pēc paraugu saņemšanas Orhūsas Universitātes Fljakkebergas zinātniskajā centrā lapas tiek izšķirotas. Labākie lapu fragmenti ar redzamām slimības pazīmēm tiek ievietoti Petri platēs uz filtrpapīra, klāt pielej 3 ml ūdens (2. attēls).



2. attēls. Inficētie lapu fragmenti sagatavoti ievietošanai inkubatorā.

Papildus no tā paša parauga lapām tiek izgriezti lapu fragmenti ar dzeltenās rūsas bojājumiem un ievietoti plastmasas stobriņos DNS izdalīšanai. Petri plates tiek ievietotas inkubatorā (+17°C) uz vienu dienu, šādi apstākļi ļauj sporām ātrāk attīstīties. Nākamajā dienā notiek augu inficēšana ar lapu fragmentiem (3. attēls).



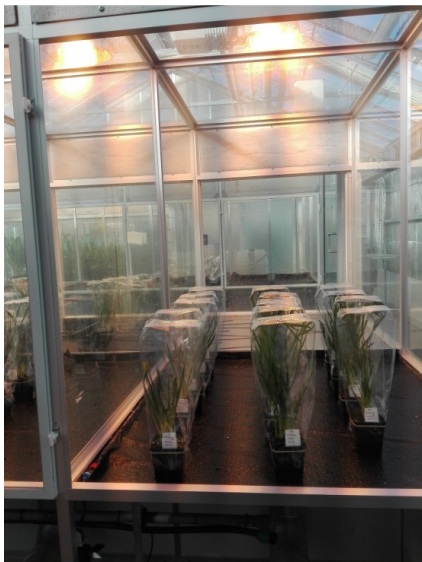
3. attēls. Augs inficēšanas procesa laikā. Blakus trauciņi ar lapu fragmentiem DNS izdalīšanai.

Ja nav zināma dzeltenās rūsas rase, parasti izmanto trīs dažādus (Cartago, Morocco, W514) 2 nedēļas vecus diferenciatorus, kas ir ieņēmīgi pret dažādām dzeltenās rūsas rasēm. Vienā veģetācijas traukā ir iestādītas vairākas sēklas no katras šķirnes. Inficētais lapas fragments tiek vairākas reizes novilkts gar veselā auga lapām, lai pārnestu sporas no inficētās lapas uz jauno augu. Augs pēc tam apsmidzināts ar ūdeni un novietots guļus kastē uz palikņa. Kastē ir ieklāts mitrs audums. Tiek uzlikts virsū vāks (4. attēls).



4. attēls. Inficētie augi pirms ievietošanas inkubatorā.

Augus ievieto inkubatorā (+10°C) uz vienu diennakti. Pēc tam augi tiek pārvietoti uz siltumnīcu un audzēti desmit dienas laboratorijas apstākļos. Pēc desmit dienām augiem, lai izvairītos no infekcijas pārvešanas uz blakus augiem, veģetācijas traukiem tiek uzlikti virsū plastmasas maisiņi, kurus nostiprina ar gumiju (5. attēls). Pēc 2-3 nedēļām var sākt novērot pirmās slimības pazīmes uz inficētajiem augiem un veikt uzskaites.



5. attēls. Inficētie augi siltumnīcā pārsegti ar gaismas caurlaidīgiem maisiņiem, kas novērš sporu izplatīšanos uz citiem augiem.

Šobrīd kviešu lapu paraugi atrodas Orhūsas Universitātes Flakkebjergas zinātnes centrā, kur turpinās rasu identifikācija ar fenotipēšanas un genotipēšanas metodēm. Detalizēti rezultāti būs pieejami tuvākajā laikā.

3. Dažādu grupu fungicīdu efektivitātes novērtējums dzeltenās rūsas izplatības ierobežošanai

Lai graudu ražotāji varētu veikt pamatotu un izmaksu efektīvu dzeltenās rūsas ierobežošanu savos sējumos, nepieciešama objektīva informācija par augu aizsardzības līdzekļu efektivitāti (AAL), vēlamu apstrāžu skaitu un optimālajiem apstrādes laikiem.

Izmēģinājumā izmantoto ķīmisko augu aizsardzības līdzekļu saraksts (3. tabula) tika sagatavots, konsultējoties ar Latvijas lauku konsultāciju un izglītības centra speciālistiem un augu aizsardzības līdzekļu ražotāju pārstāvjiem. Tika ņemts vērā tas, kādus produktus praktiski lieto graudkopības nozarē Latvijā, kā arī apstākļi, ka daļa no triazolus saturošajiem līdzekļiem tuvākajā laikā varētu vairs nebūt pieejami, saistībā ar stingrāku ES regulējumu.

Tā kā dažādiem AAL var būt atšķirīgi optimālie apstrādes laiki, iedarbības ilgums un vēlamais apstrādes reižu skaits, tad, lai novērtētu produktu primāro efektivitāti dzeltenās rūsas ierobežošanai, tika nolemts pirmajā gadā gan vasaras, gan ziemas kviešiem veikt vienu apstrādi uzreiz pēc pirmo simptomu parādīšanās.

Produktu saraksts izmantošanai bioloģiskajā audzēšanas sistēmā (5. tabula) sagatavots vadoties pēc informācijas zinātniskajā literatūrā un ņemot vērā produktu pieejamību Latvijā. Viens no izplatītākajiem bioloģiskajiem fungicīdiem ir Serenade Aso (darbīgā sastāvdaļa mikroorganisms *Bacillus subtilis* QST713), kas spēj samazināt dzeltenās rūsas attīstību no 30% līdz 60%, atkarībā no slimības izplatības biežuma (Reiss, Jørgensen 2016). Tā kā produkts Latvijā nav reģistrēts lietošanai graudaugu sējumos dzeltenās rūsas ierobežošanai, tika saņemta VAAD atļauja produkta lietošanai. Projekta laikā tika pārbaudīti arī citi produkti – Bactoforce un BactoMix, kuri nav augu aizsardzības līdzekļi, bet arī satur *Bacillus spp.* mikroorganismus. Pētījumā iekļauti arī citi bioloģiskie līdzekļi, kuriem nav tiešas ietekmes uz *P. striiformis*, bet kuru lietošana bioloģiskajā audzēšanas sistēmā varētu dot pozitīvu efektu uz slimības ierobežošanu. ChitoPlant un Albit ir dabīgas izcelsmes produkti, kas uzlabo auga spēju pretoties slimībām, palielina ražas daudzumu, kā arī palielina auga izturību nelabvēlīgos klimatiskajos apstākļos, piemēram, sausumā. Balstoties uz literatūrā pieejamo informāciju un to, ka bioloģisko produktu iedarbības veids būtiski atšķiras no ķīmiskajiem produktiem, tika nolemts sējumus ar bioloģiskajiem līdzekļiem apstrādāt četras reizes.

3.1. Metodika

Lauka izmēģinājumi iekārtoti Stendes Pētniecības centrā LLU APP Agroresursu un ekonomikas institūtā ziemas kviešu un vasaras kviešu sējumos konvencionālajā un bioloģiskajā audzēšanas tehnoloģijā. Izmēģinājumi iekārtoti un uzskaites veiktas vadoties pēc EPPO (Efficacy evaluation of plant protection products) vadlīnijām:

PP 1/26(4) Foliar and ear diseases on cereals,

PP 1/135(4) Phytotoxicity assessment,

PP 1/152(4) Design analysis of efficacy evaluation trials,

PP 1/181(4) Conduct and reporting of efficacy evaluation trials including GEP.

Izmēģinājumi izvietoti randomizētos lauciņos, 4 atkārtojumos; viena lauciņa izmēri 25 m² (2,5*10m)

Augu aizsardzības līdzekļu lietošana tika veikta pēc ražotāju norādēm, kā arī vadoties pēc Ministru kabineta [2011. gada 13.decembra noteikumiem Nr.950 "Augu aizsardzības līdzekļu lietošanas noteikumi"](#).

Smidzinātāja tehniskie parametri

Apstrādēm ar fungicīdu tika izmantots augsta spiediena mugurasomas tipa smidzinātājs Baumann Saatzuchtbedarf 6101B, tā tehniskie dati: darba platums 2.5 m, sprauslu skaits 5, sprauslu attālums 50.0 cm, sprauslas *fullcone*, spiediens redukcijas ventilī 3.5 bāri, izmantotais ūdens daudzums - 250 L ha⁻¹.

Slimību uzskaitē

Dzeltenās rūsas uzskaites veiktas ar 10 dienu intervālu, sākot no pirmajām slimības pazīmēm līdz AS 75 (piengatavības vidus);

Slimību uzskaites uz augu lapām veiktas 10 randomizēti izvēlētiem augiem katrā lauciņā, nosakot slimības rezultātā radušos lapas bojājuma pakāpi procentos pēc izvietojuma uz lapas.

Dzeltenās rūsas uzskaiti veikšanai izmantota slimības pazīmju skala (0;1;5;15;25;50;75;100). Kviešu augšanas stadiju noteikšanai izmantota AS pazīmju skala.

Ražas novākšana, graudu analīzes

Raža novākta ar izmēģinājumu kombainu Wintersteiger (2,1 x 10m) kultūraugu gatavības fāzē, nosakot katra lauciņa ražu un graudu mitrumu.

Sēklu pirmapstrāde - vidējā parauga tīrīšana, žāvēšana, paraugu sagatavošana graudu analīzēm.

Analīzes - 1000 graudu masa g (TGM), graudu tilpummasa, proteīna saturs.

Fungicīdu lauka izmēģinājumos izmantotās kviešu šķirnes:

Ziemas kvieši 'Fredis' – integrētajā audzēšanas sistēmā;

Ziemas kvieši 'Edvins' – bioloģiskajā audzēšanas sistēmā;

Vasaras kvieši 'Uffo' - integrētajā un bioloģiskajā audzēšanas sistēmā.

AUDPC aprēķins

AUDPC (laukums zem slimības attīstības līknes) ir rādītājs, kas atklāj kompleksu slimības ietekmi uz augiem visā veģetācijas periodā, to lieto augu slimības ietekmes novērtēšanā.

$$A_k = \sum_{i=1}^{N_i-1} \frac{(y_i + y_{i+1})}{2} (t_{i+1} - t_i)$$

AUDPC rēķina pēc formulas $A_k = \sum_{i=1}^{N_i-1} \frac{(y_i + y_{i+1})}{2} (t_{i+1} - t_i)$, kur n ir uzskaites reizes, y - slimības attīstības pakāpe uzskaites brīdī un t_{i+1} - t_i laika periods starp uzskaites reizēm.

AUDPC mēra nosacītās vienībās.

Datu apstrāde

Lauka izmēģinājumos iegūtie dati tika matemātiski apstrādāti, izmantojot datu analīzes programmu *ARM 2017* (Gylling Data Management) robežstarpības (*rs_{0.05}*) aprēķināšanai un MS Excel 2010.

3.2. Ziemas kvieši

3.2.1. Ķīmiskie augu aizsardzības līdzekļi

2. tabula

Izmēģinājuma vieta	LLU AREI Stendes PC, Dižstende, Latvija
Šķirne	'Fredis'
Mēslojums	1. Pamatmēslojums: NPK 8-20-30 300 kg ha ⁻¹ (pirms sējas, 13.09.2016.) 2. Papildmēslojums: NS-30-7 250 kg ha ⁻¹ (03.04.2017.)
Augsnes tips	Pv, mS-S
Augsnes raksturojums	pH 5.6, org. v. saturs 1.7-1.8 %, K ₂ O 202 mg kg ⁻¹ , P ₂ O ₅ 174 mg kg ⁻¹
Priekšaugš	Griķi zaļmēslojumam
Sēkla	Kodināta
Izsējas norma	250 kg ha
Sēja	Sējmašīna WADERSTAD RAPID 21.09.2016., rindstarpu attālums: 12,5 cm
Herbicīds	Komplet (flufenacets 280 g/l; diflufenikans 280 g/l) 0.5 L ha ⁻¹ (22.09.2016.)
Platība	25 m ² (2,5x10 m)
Atkārtojumi	4
Variantu skaits	18
Ražas datums	14.08.2017.
Uzskaites	Veiktas septiņas dzeltenās rūsas uzskaites uz piecām auga lapām: 08.05.2017. AS 34 29.05.2017. AS 39 08.06.2017. AS 45-49 14.06.2017. AS 59-61 20.06.2017. AS 65 (tikai kontroles) 27.06.2017. AS 71 06.07.2017. AS 79

Izmēģinājuma lauciņi ar augu aizsardzības līdzekļiem apstrādāti vienu reizi 11.05.2017. AS 32-33. Katrs izmēģinājuma variants apstrādāts ar citu augu aizsardzības līdzekli, viens variants atstāts neapstrādāts kā kontrole. Detalizēts augu aizsardzības līdzekļu saraksts un pielietotās devas redzamas 3. tabulā.

Augu aizsardzības līdzekļu saraksts ziemas kviešu izmēģinājumā integrētajā audzēšanas sistēmā.

Nr.	AAL	Aktīvā viela	Deva, L ha ⁻¹
1.	Kontrolē	-	-
2.	Leander	Fenpropidīns, 750g/l	0.5
3.	Maredo 125 SC	Epoksikonazols, 125g/l	1.0
4.	Tango Super	Epoksikonazols, 84g/l Fenpropimorfs, 150g/l	1.5
5.	Falcon Forte	Protiokonazols, 53g/l Spiroksamīns, 224g/l Tebukonazols, 148g/l	0.8
6.	Akanto 250 s.k.	Pikoksistrobīns, 250g/l	1.0
7.	Amistar Xtra	Azoksistrobīns, 200g/l Ciprokonazols, 80g/l	1.0
8.	Amistar Opti 480 SC	Azoksistrobīns, 80g/l Hlortalonils, 400g/l	2.0
9.	Imbrex	Fluksapiroksāds, 62,5g/l	2.0
10.	Priaxor	Fluksapiroksāds, 75g/l Piraklostrobīns, 150g/l	1.3
11.	Siltra Xpro	Biksafēns, 60g/l Protiokonazols, 200g/l	1.0
12.	Bell Super	Boskalīds, 140g/l Epoksikonazols, 50g/l	2.5
13.	Elatus Era	Benzovindiflupirs, 75g/l Protiokonazols, 53g/l	1.0
14.	Adexar	Fluksapiroksāds, 62,5g/l Epoksikonazols, 62,5g/l	2.0
15.	Ascra Xpro	Biksafēns, 65g/l Protiokonazols, 130g/l Fluopirams, 65g/l	1.5
16.	Variano Xpro	Biksafēns, 40g/l Fluoksastrobīns, 50g/l Protiokonazols, 100g/l	1.25
17.	Viverda	Boskalīds, 140g/l Piraklostrobīns, 60g/l Epoksikonazols, 50g/l	2.5
18.	Cerix	Fluksapiroksāds, 41,6g/l Epoksikonazols, 41,1g/l Piraklostrobīns, 66,6g/l	2.5

Rezultāti

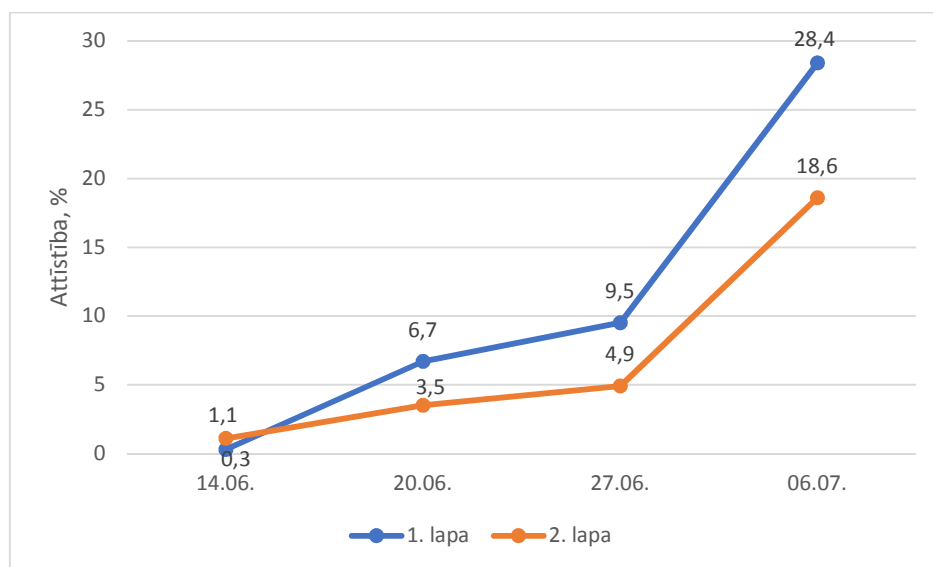
Pirmās dzeltenās rūsas pazīmes ziemas kviešu 'Fredis' sējumā novērotas 11.05.2017.

Izmēģinājuma lauciņu apstrāde ar augu aizsardzības līdzekļiem veikta pēc pirmo dzeltenās rūsas pazīmju konstatēšanas, 11.05.2017., AS 32.

2017. gada sezonā maija mēnesī bija neliels nokrišņu daudzums (1. tabula), laika apstākļi nebija labvēlīgi dzeltenās rūsas turpmākai attīstībai un tālākai izplatībai no primārās infekcijas vietas.

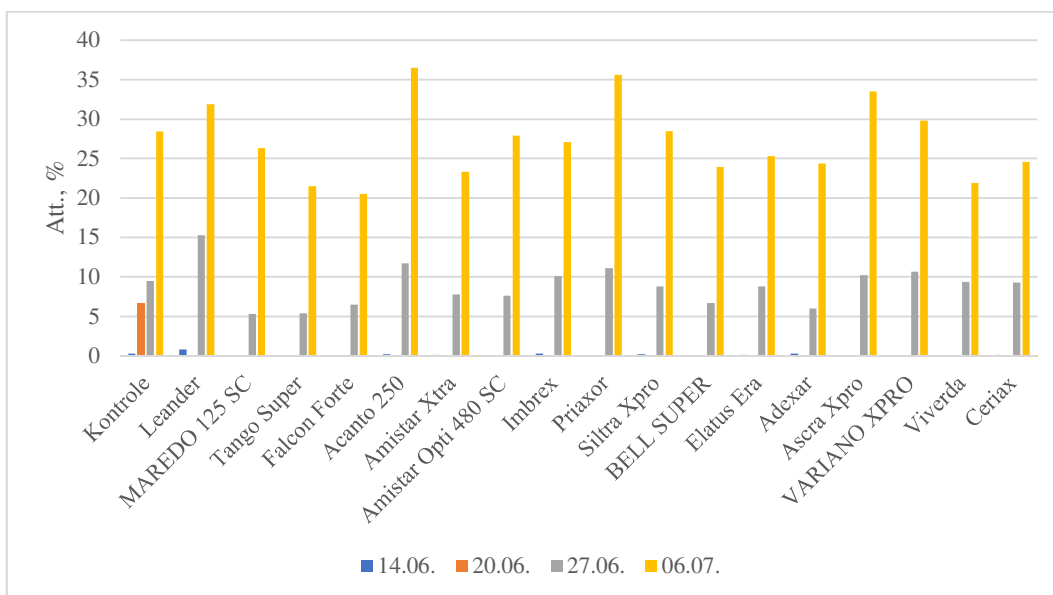
Maija mēnesī ziemas kviešu 'Fredis' sējumā zemāko lapu līmeņos dzeltenā rūsā attīstījās lēni un nevienmērīgi.

Paaugstināta gaisa temperatūra, pietiekamais nokrišņu daudzums un gaisa mitrums maija beigās un jūnija sākumā labvēlīgi ietekmēja slimības attīstību un izplatību uz augšējām kviešu lapām (6. att.).

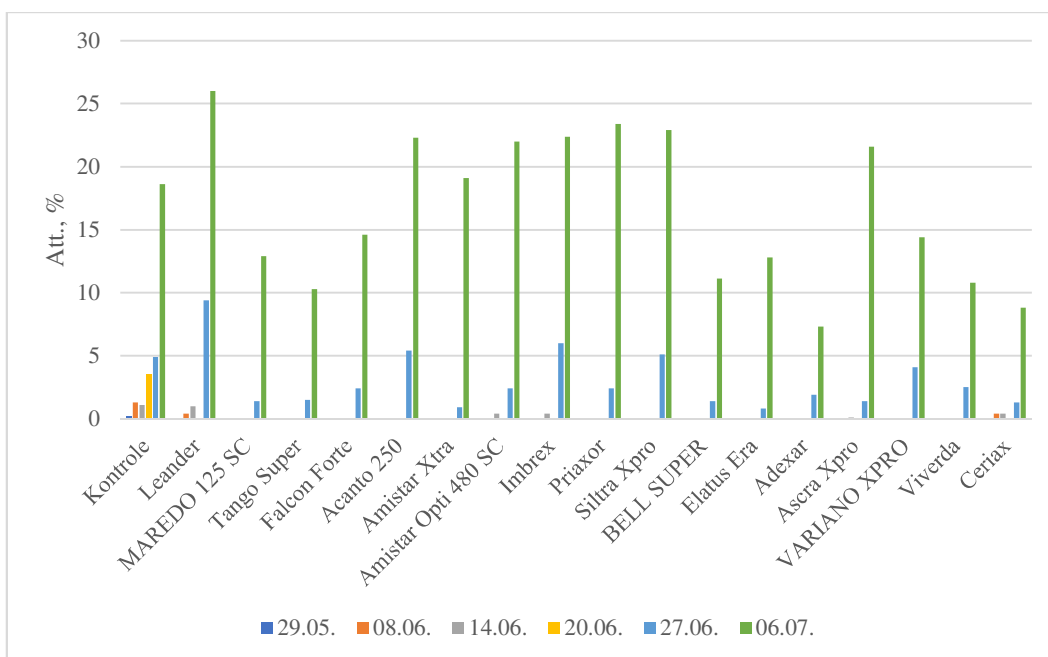


6. attēls. Dzeltenās rūsas attīstība neapstrādātā variantā ziemas kviešu izmēģinājumā integrētajā audzēšanas sistēmā uz pirmās un otrās lapas.

Jūnija otrās dekādes sākumā, AS 51-59, dzeltenās rūsas attīstība uz karoglapām sasniedza vidēji 6.7%. Jūnija beigās, AS 69-71, dzeltenās rūsas attīstība uz pirmās un otrās lapas sasniedza 9.5%. Jūlija sākumā, AS 73-75, dzeltenās rūsas attīstība neapstrādātā lauciņā bija 28.4% (7., 8. att.).



7. attēls. Dzeltēnās rūsas attīstība ziemas kviešu izmēģinājumā integrētajā audzēšanas sistēmā uz pirmās lapas.



8. attēls. Dzeltēnās rūsas attīstība ziemas kviešu izmēģinājumā integrētajā audzēšanas sistēmā uz otrās lapas.

Pētījumā izmantotie augu aizsardzības līdzekļi uzrādīja labu efektivitāti dzeltēnās rūsas ierobežošanā agrīnajā slimības attīstības periodā, pēc pirmo slimības pazīmju parādīšanās. 8.06.2017., AS 49, 28 dienas pēc apstrādes dzeltēnās rūsas pazīmes bija redzamas variantos, kuri apstrādāti ar Leander 0.5 L ha⁻¹, Akanto 1.0 L ha⁻¹, Ceriax 2.5 L ha⁻¹.

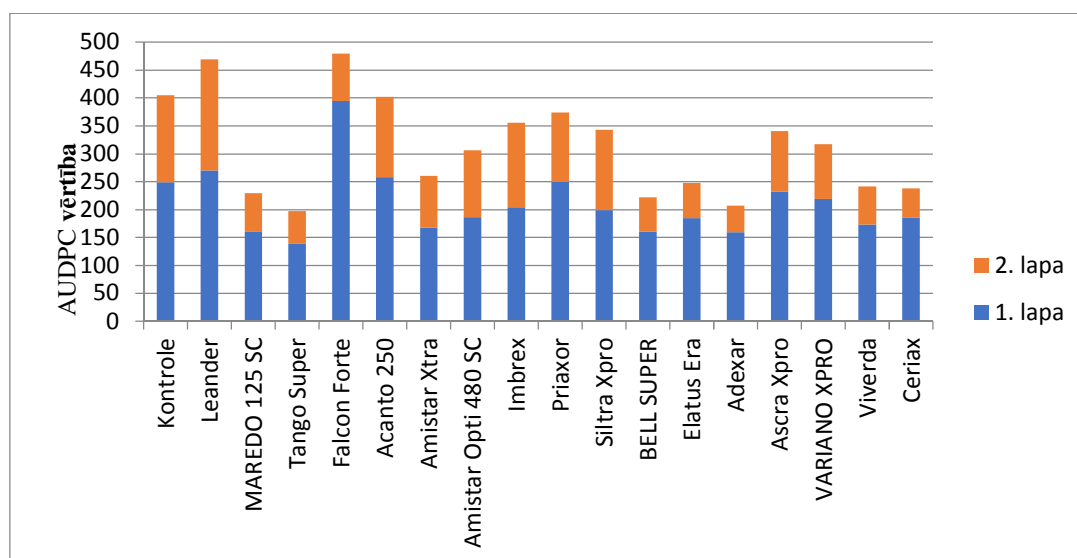
14.06.2017., AS 55-59, 34 dienas pēc apstrādes dzeltenās rūsas attīstība novērota arī variantos: Amistar XTRA 1.0 L ha⁻¹, Amistar Opti 2.0 L ha⁻¹, Imbrex 2.0 L ha⁻¹, Siltra Xpro 1.0 L ha⁻¹, Elatus Era 1.0 L ha⁻¹, Adexar 2.0 L ha⁻¹, Ascra Xpro 1.5 L ha⁻¹.

27.06.2017., AS 69-71, 47 dienas pēc apstrādes slimības attīstība bija novērota variantos: Maredo 125 SC 0.5 L ha⁻¹, Tango Super 1.5 L ha⁻¹, Falcon Forte 0.8 L ha⁻¹, Bell Super 2.5 L ha⁻¹, Priaxor 1.5 L ha⁻¹, Variano Xpro 1.25 L ha⁻¹, Viverda 2.5 L ha⁻¹.

6.07.2017., AS 73-75, 56. dienā pēc smidzināšanas visiem izmēģinājuma variantiem uz karoglapām novērota augsta dzeltenās rūsas attīstības pakāpe (7. att.).

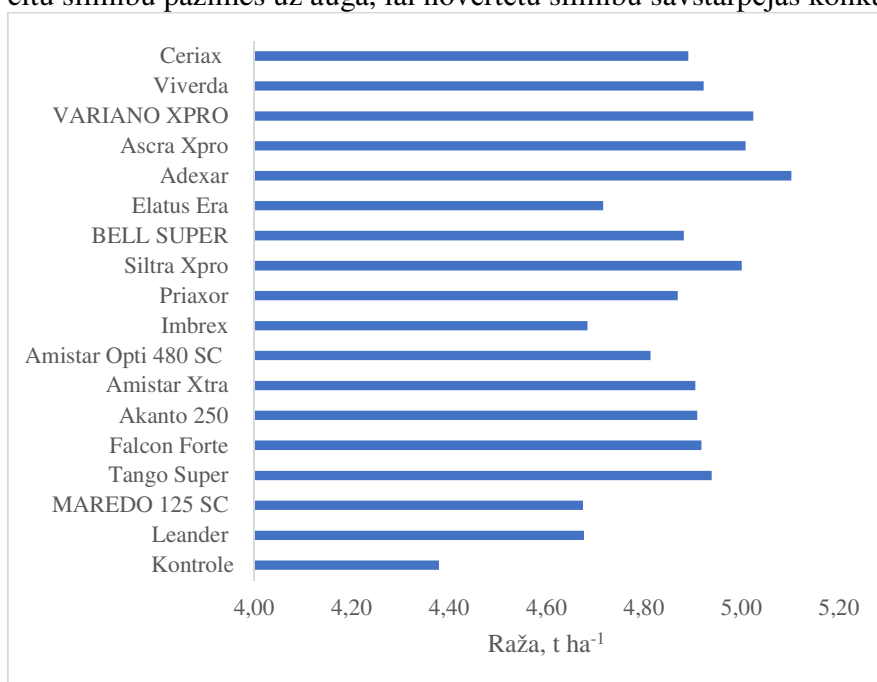
Tā kā strauja slimības attīstība apstrādātajos variantos sākās AS 69-71, aptuveni 47 dienas pēc apstrādes brīža, izvēlētie augu aizsardzības līdzekļi vairs nespēja nodrošināt pietiekošu aizsardzību šajā posmā. Ņemot vērā 2017. gada sezonas meteoroloģiskos apstākļus un to, ka dzeltenās rūsas pazīmes tika konstatētas salīdzinoši agri, viena smidzināšanas reize nebija pietiekoši efektīva dzeltenās rūsas ierobežošanai pēc AS 60 sasniegšanas. Šādos apstākļos būtu bijusi nepieciešama otra apstrādes reize AS 55-59 laikā.

Tika novērots, ka izmēģinājuma varianti atšķīrās pēc efektivitātes dzeltenās rūsas ierobežošanā arī analizējot AUDPC vērtības (9. att.).



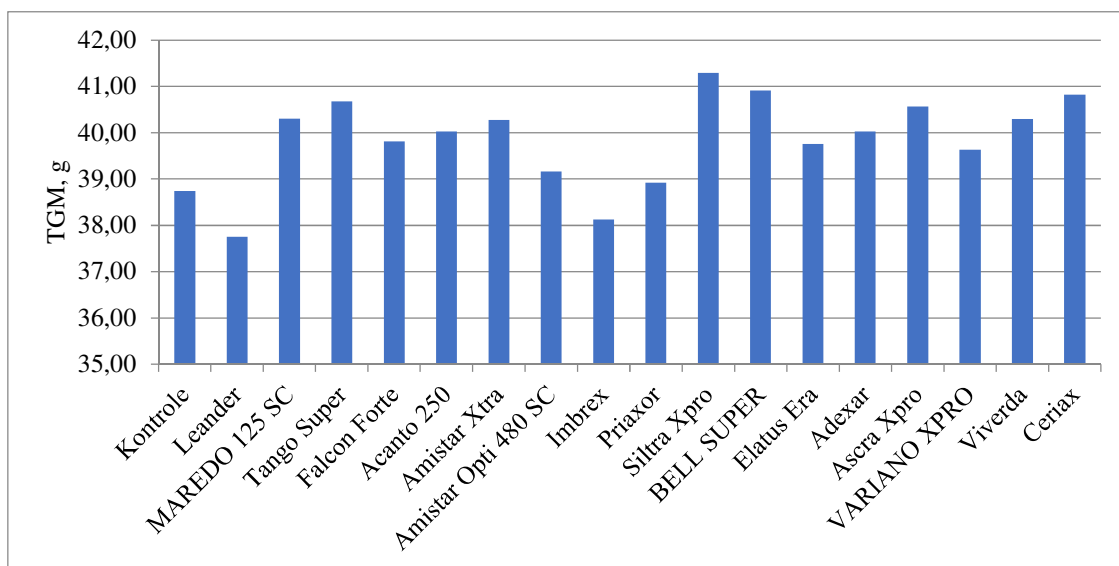
9. attēls. Dzeltenās rūsas attīstības salīdzinājums pēc AUDPC vērtībām ziemas kviešu izmēģinājumā integrētajā audzēšanas sistēmā uz pirmās un otrās lapas.

Tā kā vairākos apstrādātajos variantos novērots, ka slimība attīstības pakāpē pēdējā uzskaites reizē pārsniedz rezultātus kontrolē, turpmākajos gados būtu nepieciešams uzskaitīt arī citu slimību pazīmes uz auga, lai novērtētu slimību savstarpējās konkurences efektu.



10. attēls. Ražas daudzums ziemas kviešu izmēģinājumā integrētajā audzēšanas sistēmā.

Visos izmēģinājuma variantos novērots ražas pieaugums, salīdzinot ar kontroli (10. att.). Lai arī starp variantiem, kuri apstrādāti ar dažādiem augu aizsardzības līdzekļiem tika novērotas atšķirības pēc ražas daudzuma, tās nebija statistiski būtiskas.



11. attēls. Tūkstoš graudu masa ziemas kviešu izmēģinājumā integrētajā audzēšanas sistēmā.

Starp variantiem tika novērotas atšķirības tūkstoš graudu masas, tilpummasas un proteīna saturā (11. attēls), bet atšķirības nav statistiski būtiskas.

Secinājumi

1. Ja dzeltenās rūsas attīstība pēc pirmo simptomu parādīšanās aizkavējas, viena fungicīdu apstrāde nenodrošina pietiekošu slimības ierobežošanu.
2. Dažādu fungicīdu darbības ilgums dzeltenās rūsas ierobežošanā atšķiras.

3.2.2. Bioloģiskie preparāti

4. tabula

Izmēģinājuma vieta	LLU AREI Stendes PC, Dižstende, Latvija
Šķirne	'Edvins'
Augsnes tips	Vg,Ms
Augsnes raksturojums	pH 6.4-6.6, org. v. saturs 4.0-20.5 %, K ₂ O 61-76 mg kg ⁻¹ , P ₂ O ₅ 19-52 mg kg ⁻¹
Priekšaug	Sarkanais āboliņš zaļmēslojumam
Sēkla	Nekodināta
Izsējas norma	200 kg ha
Sēja	Sējmašīna WADERSTAD RAPID 14.09.2016., rindstarpu attālums: 12,5 cm
Platība	25 m ² (2,5x10 m)
Atkārtojumi	4
Variantu skaits	7
Ražas datums	14.08.2017.
Uzskaites	Veiktas četras dzeltenās rūsas uzskaites uz piecām auga lapām: 14.06.2017. AS 57-59 20.06.2017. AS 65 27.06.2017. AS 73-75 05.07.2017. AS 81

Izmēģinājuma lauciņi ar augu aizsardzības līdzekļiem tika apstrādāti četras reizes: 28.04.2017. AS 29; 08.05.2017. AS 31-33; 18.05.2017. AS 33-34; 29.05.2017. AS 39. Katrs izmēģinājuma variants apstrādāts ar citu augu aizsardzības līdzekli, viens variants atstāts neapstrādāts kā kontrole. Detalizēta augu aizsardzības līdzekļu uzskaitē un pielietotās devas redzamas 5. tabulā.

5. tabula

Produktu saraksts ziemas kviešu izmēģinājumā bioloģiskajā audzēšanas sistēmā.

Nr.	AAL	Darbīgās sastāvdaļas	Deva, L ha⁻¹
1.	Kontrole	-	-
2.	Serenade ASO	<i>Bacillus subtilis</i> QST 713 1,34% SC	4,0
3.	Bactoforce	<i>Bacillus spp.</i>	4,0
4.	BactoMix	<i>Bacillus subtilis</i> D V-845 un V-843 D, <i>Pseudomonas aurantiaca</i> , <i>Brevibacillus</i> , <i>Acinetobacter</i> . 1.3 x10 ⁹ KVV /ml	4,0
5.	Albit	Poli-beta-hidroksibutirāts 0.62%, organiskā viela 22%, NPK 7.5-6-4.5.	0,04
6.	ChitoPlant	Chitosan 99,9%	0,2 g ha ⁻¹
7.	Serenade Aso + ChitoPlant	<i>Bacillus subtilis</i> QST 713 1,34% + Chitosan 99,9%	4,0 + 0,2 g ha ⁻¹

Rezultāti

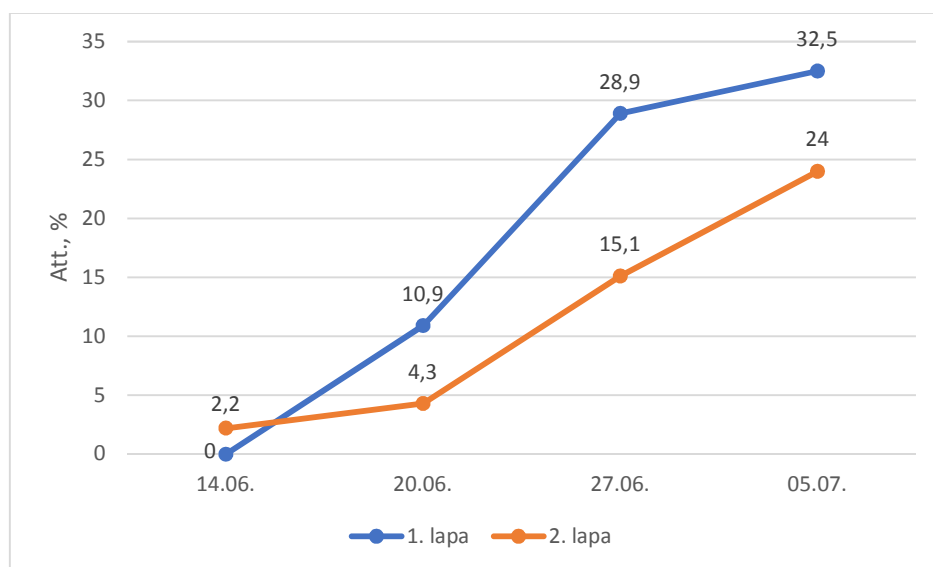
Pirmās dzeltenās rūsas pazīmes ziemas kviešu 'Edvins' bioloģiskajā sējumā novērotas aprīļa beigās, iespējams inficēšanās notikusi jau rudenī. Tā kā maijā nebija pietiekams mitruma daudzums (1. tabula), plašāka dzeltenās rūsas izplatība un attīstība netika novērota.

14.06. 2017. AS 57 otrajā un trešajā lapu līmenī (12., 14. att.) konstatētas jaunas dzeltenās rūsas uredosporas. 14.06.2017., AS 57, dzeltenās rūsas attīstība kontroles lauciņā uz otrās lapas sasniedza 2,2%, uz trešās lapas – 2%, uz pirmās lapas tā nebija sastopama. Dzeltenā rūsā bija sastopama visos izmēģinājuma variantos (12., 13. att.).

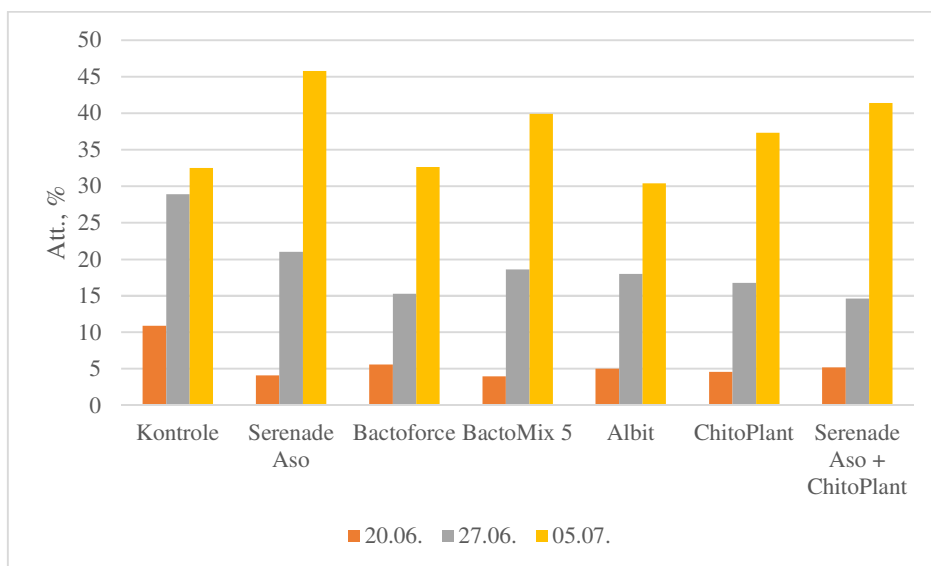
20.06. 2017., AS 65, dzeltenā rūsā konstatēta uz pirmās lapas (12., 13. att.).

Jūnijā klimatiskie apstākļi bija labvēlīgi (1. tabula) dzeltenās rūsas attīstībai bioloģiskajā sējumā, slimība strauji izplatījās ziemas kviešu pirmās, otrās lapas līmenī (12. att.).

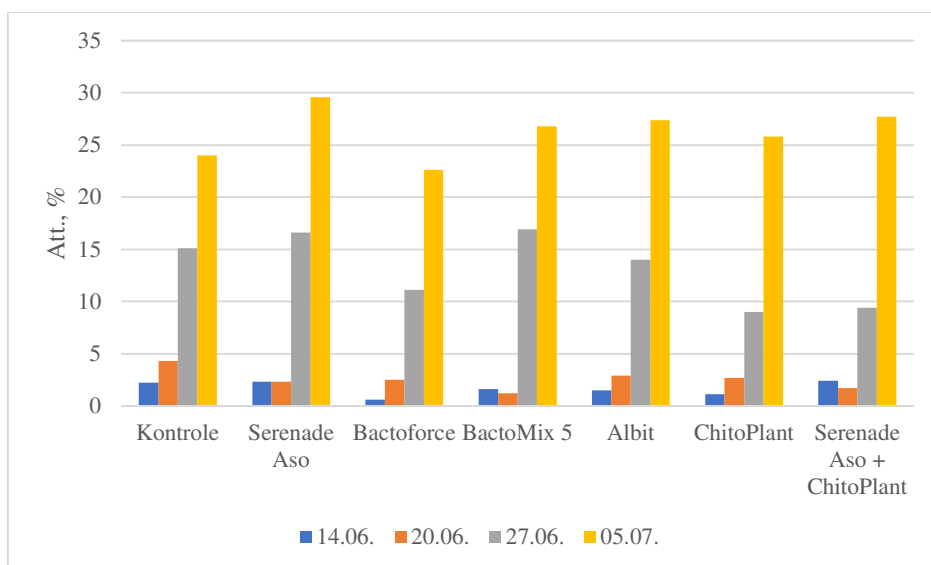
Jūnijā neapstrādātajā lauciņā bija vērojama augstāka dzeltenās rūsas attīstība nekā apstrādātajos lauciņos, savukārt, jūlijā dzeltenās rūsas attīstība bija augsta arī apstrādātajos variantos (13. att.).



12. attēls. Dzeltenās rūsas attīstība neapstrādātā variantā ziemas kviešu izmēģinājumā bioloģiskajā audzēšanas sistēmā uz pirmās un otrās lapas.

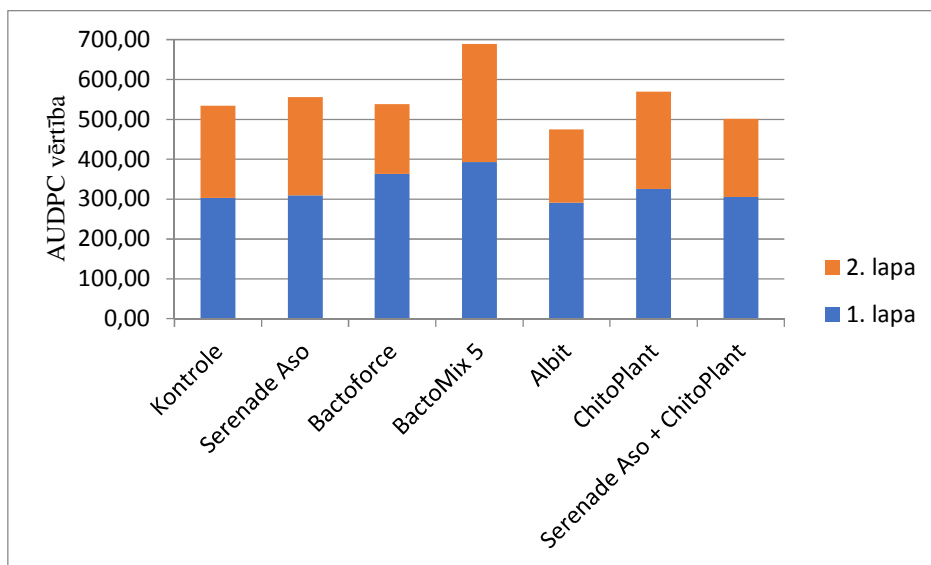


13. attēls. Dzeltēnās rūsas attīstība ziemas kviešu izmēģinājumā bioloģiskajā audzēšanas sistēmā uz pirmās lapas.



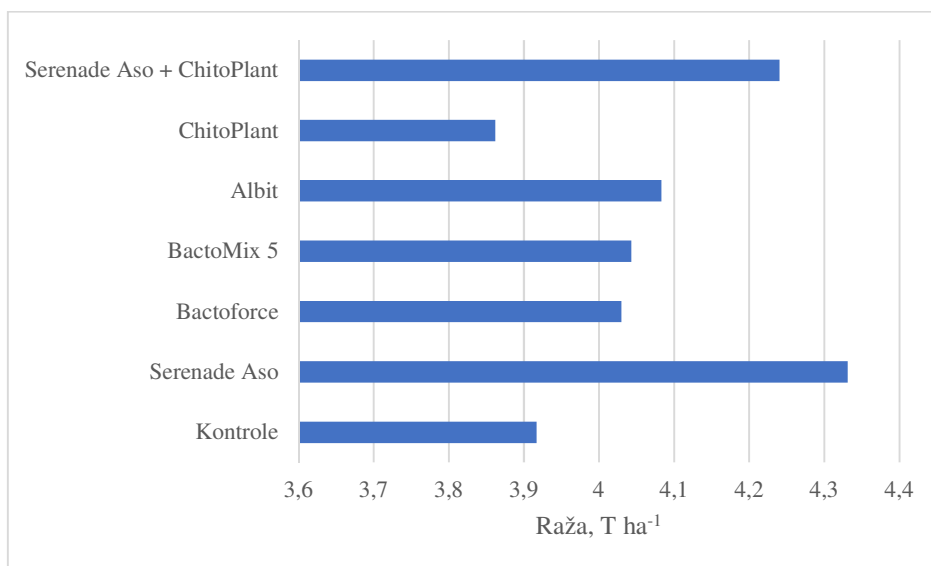
14. attēls. Dzeltēnās rūsas attīstība ziemas kviešu izmēģinājumā bioloģiskajā audzēšanas sistēmā uz otrās lapas.

Visos apstrādātajos variantos 20.06. tika novērota zemāka slimības attīstības pakāpe, gan uz pirmās, gan otrās lapas salīdzinot ar kontroli, turklāt efektivitāte uz pirmās lapas bija statistiski būtiska (14. att.). Uz pirmās lapas arī 27.06. veiktajā uzskaitē varēja novērot tendenci, ka apstrādātajos variantos ir zemāka slimības attīstības pakāpe. Pēdējā uzskaitē (5. jūlijs) slimības attīstības pakāpe starp variantiem bija izlīdzinājusies, un atšķirtības nebija statistiski būtiskas.



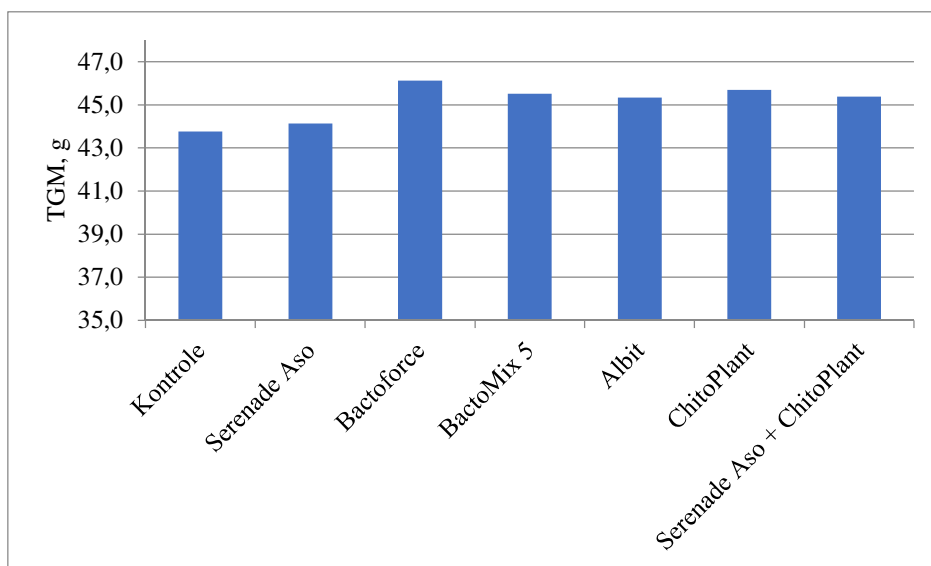
15. attēls. Dzeltēnās rūsas salīdzinājums pēc AUDPC vērtībām ziemas kviešu izmēģinājumā bioloģiskajā audzēšanas sistēmā.

Tā kā vairākiem produktiem kopējā AUDPC vērtība bija lielāka nekā kontroles variantā (15. att.), nākamajā sezonā būtu nepieciešams apsvērt iespēju iekļaut papildus kontroli, kurā apstrādes tiktu veiktas tikai ar ūdeni, bez darbīgās vielas. Šādu papildus kontroli bieži izmanto pētījumos, kuros līdz ar produktu augs saņem būtisku ūdens daudzumu, kas savukārt ietekmē auga augšanu un slimību izplatīšanos.



16. attēls. Ražas daudzums ziemas kviešu izmēģinājumā bioloģiskajā audzēšanas sistēmā.

Vislielākais ražas daudzums bija vērojams variantos, kuri apstrādāti ar Serenade Aso 4,0 L ha⁻¹ – 4,33 T ha⁻¹, un Serenade Aso 4,0 L ha⁻¹ + ChitoPlant 0,2 g ha⁻¹ – 4,24 T ha⁻¹ (16. att.), bet ražas daudzuma atšķirība starp dažādiem variantiem nav statistiski būtiska.



17. attēls. Tūkstoš graudu masa ziemas kviešu izmēģinājumā bioloģiskajā audzēšanas sistēmā.

Starp variantiem tika novērotas atšķirības tūkstoš graudu masas, tilpummasas un proteīna saturā (13. attēls), bet atšķirības nav statistiski būtiskas.

Secinājumi

1. Bioloģiskie produkti uzrāda pozitīvu tendenci slimības ierobežošanā.
2. Četras apstrādes reizes nenodrošināja būtisku slimības ierobežošanu līdz novērojumu beigām.

3.3. Vasaras kvieši

3.3.1. Ķīmiskie augu aizsardzības līdzekļi

6. tabula

Izmēģinājuma vieta	LLU AREI Stendes PC, Dižstende, Latvija
Šķirne	'Uffo'
Mēslojums	NPK 15-15-15 300 kg ha ⁻¹ (pirms sējas, 15.04.2017.)
Augsnes tips	Pv, mS

Augsnes raksturojums	pH 5.8, org. v. saturs 2.0 %, K ₂ O 148 mg kg ⁻¹ , P ₂ O ₅ 139 mg kg ⁻¹
Priekšaugš	Ziemas rapsis
Sēkla	Kodināta
Izsējas norma	245 kg ha
Sēja	Sējmašīna WADERSTAD RAPID 24.04.2017., rindstarpu attālums: 12,5 cm
Herbicīds	Estet (600 g/l 2,4-D, (905 g/l 2,4-D 2-etilheksilestera formā) 0.5 L ha ⁻¹ un Sekator OD (amidosulfurons 100 g/l, nātrija metiljodosulfurons 25 g/l) 0.1 L ha ⁻¹ (25.05.2017.)
Platība	25 m ² (2,5x10 m)
Atkārtojumi	4
Variantu skaits	18
Ražas novākšana	09.09.2017. raža novākta ar izmēģinājumu kombainu Wintersteiger (2,1 x 10m) kultūraugu gatavības fāzē, nosakot katra lauciņa ražu un graudu mitrumu.
Uzskaites	Veiktas trīs dzeltenās rūsas uzskaites uz piecām auga lapām: - 14.07.2017. AS 61 - 20.07.2017. AS 65 - 31.07.2017. AS 71

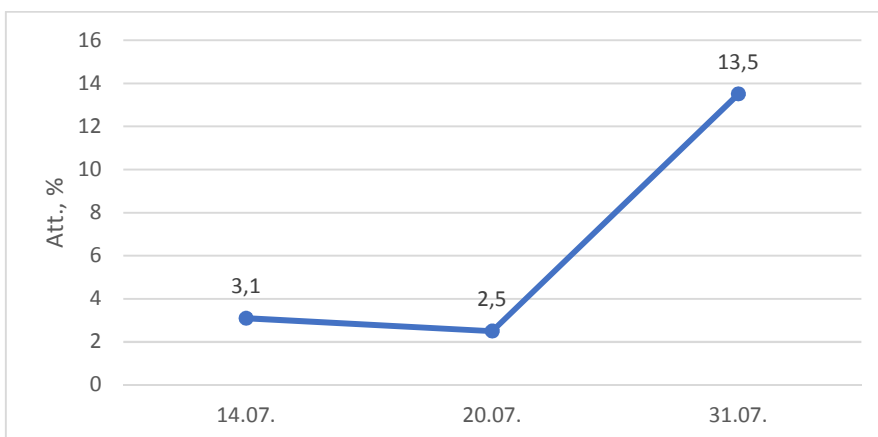
Rezultāti

Izmēģinājuma lauciņi ar augu aizsardzības līdzekļiem tika apstrādāti vienu reizi - 08.06.2017. AS 31. Katrs izmēģinājuma variants tika apstrādāts ar citu produktu, viens variants tika atstāts neapstrādāts kā kontrole. Detalizēta produktu uzskaitē un pielietotās devas redzamas 7. tabulā.

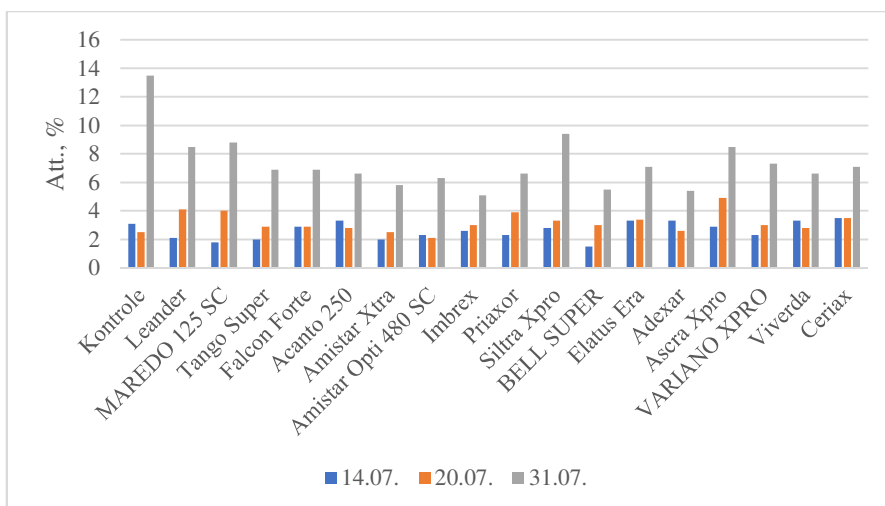
Augu aizsardzības līdzekļu saraksts vasaras kviešu izmēģinājumā integrētajā audzēšanas sistēmā.

Nr.	AAL	Aktīvā viela	Deva, L ha ⁻¹
1.	Kontrole	-	-
2.	Leander	Fenpropidīns, 750g/l	0.5
3.	Maredo 125 SC	Epoksikonazols, 125g/l	1.0
4.	Tango Super	Epoksikonazols, 84g/l Fenpropimorfs, 150g/l	1.5
5.	Falcon Forte	Protiokonazols, 53g/l Spiroksamīns, 224g/l Tebukonazols, 148g/l	0.8
6.	Acanto 250	Pikoksistrobīns, 250g/l	1.0
7.	Amistar Xtra	Azoksistrobīns, 200g/l Ciprokonazols, 80g/l	1.0
8.	Amistar Opti 480 SC	Azoksistrobīns, 80g/l Hlortalonils, 400g/l	2.0
9.	Imbrex	Fluksapiroksāds, 62,5g/l	2.0
10.	Priaxor	Fluksapiroksāds, 75g/l Piraklostrobīns, 150g/l	1.3
11.	Siltra Xpro	Biksafēns, 60g/l Protiokonazols, 200g/l	1.0
12.	Bell Super	Boskalīds, 140g/l Epoksikonazols, 50g/l	2.5
13.	Elatus Era	Benzovindiflupirs, 75g/l Protiokonazols, 53g/l	1.0
14.	Adexar	Fluksapiroksāds, 62,5g/l Epoksikonazols, 62,5g/l	2.0
15.	Ascra Xpro	Biksafēns, 65g/l Protiokonazols, 130g/l Fluopirams, 65g/l	1.5
16.	Variano Xpro	Biksafēns, 40g/l Fluoksastrobīns, 50g/l Protiokonazols, 100g/l	1.25
17.	Viverda	Boskalīds, 140g/l Piraklostrobīns, 60g/l Epoksikonazols, 50g/l	2.5
18.	Cerix	Fluksapiroksāds, 41,6g/l Epoksikonazols, 41,1g/l Piraklostrobīns, 66,6g/l	2.5

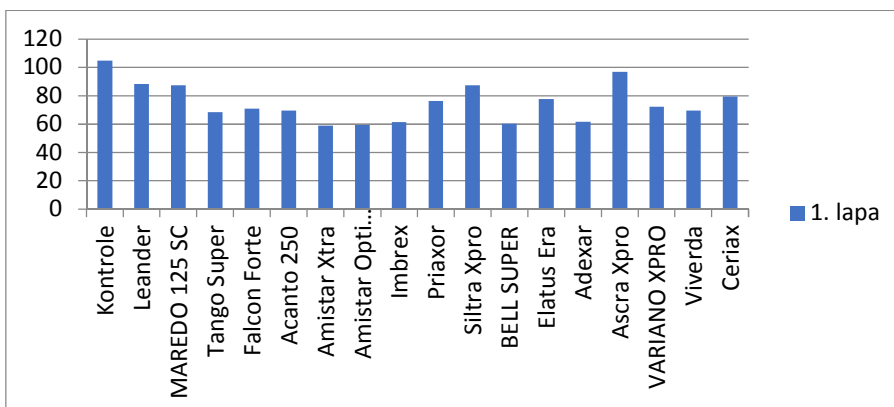
Būtiska dzeltenās rūsas attīstība vasaras kviešu 'Uffo' sējumā novērota sākot no 14.07.2017., AS 69, uz augu pirmajām lapām. Slimības izplatība un attīstība nebija augsta un pēc 17 dienām bojājumu pakāpe neapstrādātajos lauciņos sasniedza 13.5% (16. att.).



18. attēls. Dzeltēnās rūsas attīstība neapstrādātā variantā vasaras kviešu izmēģinājumā integrētajā audzēšanas sistēmā uz pirmās lapas.



19. attēls. Dzeltēnās rūsas attīstība vasaras kviešu izmēģinājumā integrētajā audzēšanas sistēmā uz pirmās lapas.

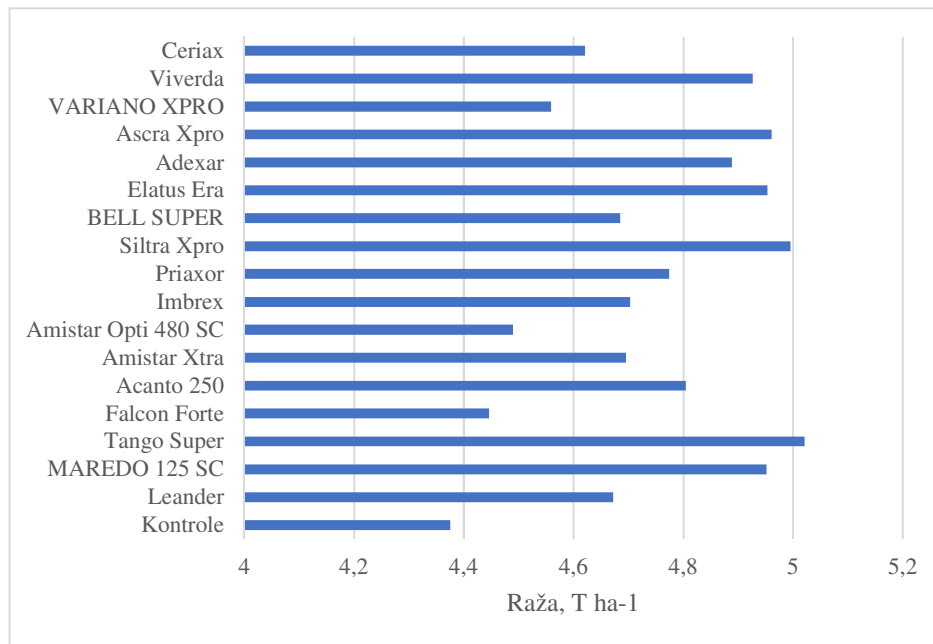


20. attēls. Dzeltēnās rūsas attīstības salīdzinājums pēc AUDPC vērtībām vasaras kviešu izmēģinājumā integrētajā audzēšanas sistēmā.

Vasaras kviešu 'Uffo' izmēģinājuma rezultāti liecina par dzeltenās rūsas attīstības prognozēšanas svarīgumu, lai pareizi izvēlētos smidzināšanas termiņus.

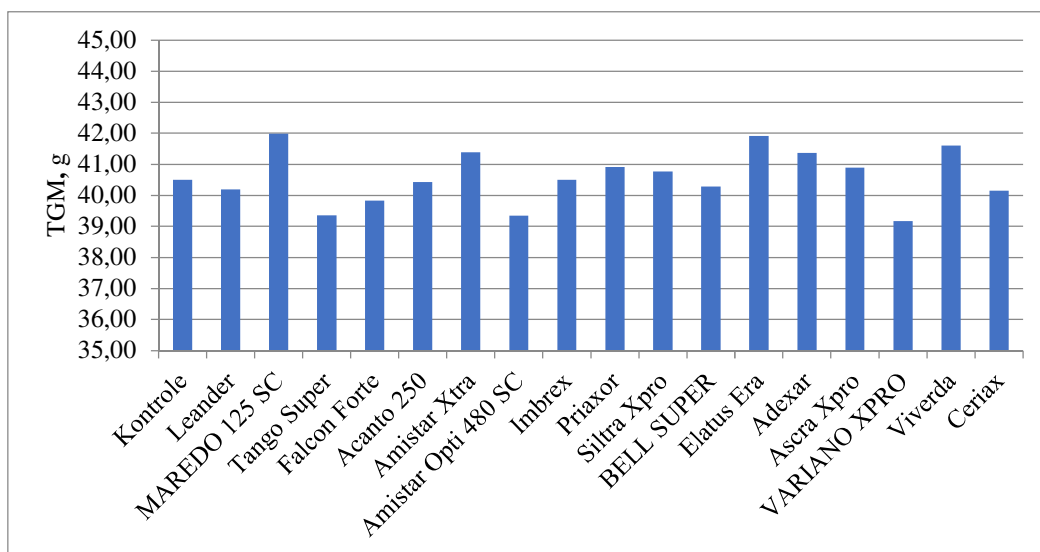
Laika periods starp augu apstrādi ar AAL un brīdi līdz aktīvai slimības izplatībai bija 36 dienas. Šādā laika periodā fungicīdu darbīgās vielas sadalās un to zemā koncentrācija augu lapās neatstāja būtisku ietekmi uz rūsas attīstību pirmajās divās uzskaites reizēs.

Lai arī 31. jūlijā veiktajā uzskaitē variantos, kuri apstrādāti ar AAL ir zemāka slimības attīstība (19. att.), arī kontrolē ir fiksēta diezgan zema slimības attīstība, tādēļ objektīvus secinājumus no šādiem datiem par līdzekļu efektivitāti izdarīt nevar.



21. attēls. Ražas daudzums vasaras kviešu izmēģinājumā integrētajā audzēšanas sistēmā.

Vasaras kviešu 'Uffo' izmēģinājumā fungicīdu smidzināšanas rezultātā tika novērota tendence ražas pieaugumam ar AAL apstrādātajos variantos (21. attēls).



22. attēls. Tūkstoš graudu masa vasaras kviešu izmēģinājumā integrētajā audzēšanas sistēmā.

Starp variantiem tika novērotas atšķirības tūkstoš graudu masas, tilpummasas un proteīna saturā, bet atšķirības nav statistiski būtiskas.

Secinājumi

1. Ja dzeltenās rūsas attīstība pēc pirmo simptomu parādīšanās aizkavējas, viena fungicīdu apstrāde nenodrošina pietiekošu slimības ierobežošanu.

3.3.2. Bioloģiskie preparāti

8. tabula

Izmēģinājuma vieta	LLU AREI Stendes PC, Dižstende, Latvija
Šķirne	'Uffo'
Augsnes tips	Vg, mS
Augsnes raksturojums	pH 6.7, org. v. saturs 3.2 %, K ₂ O 48 mg kg ⁻¹ , P ₂ O ₅ 34 mg kg ⁻¹
Priekšaugi	Griķi zaļmēslojumam
Sēkla	Nekodināta
Izsējas norma	200 kg ha
Sēja	Sējmašīna WADERSTAD RAPID 24.04.2017., rindstarpu attālums: 12,5 cm
Platība	25 m ² (2,5x10 m)
Atkārtojumi	4
Variantu skaits	7
Ražas datums	09.09.2017.
Uzskaites	Veiktas piecas dzeltenās rūsas uzskaites uz piecām auga lapām: 27.06.2017. AS 37-39 05.07.2017. AS 55-59 14.07.2017. AS 61-63 20.07.2017. AS 63-65 31.07.2017. AS 73

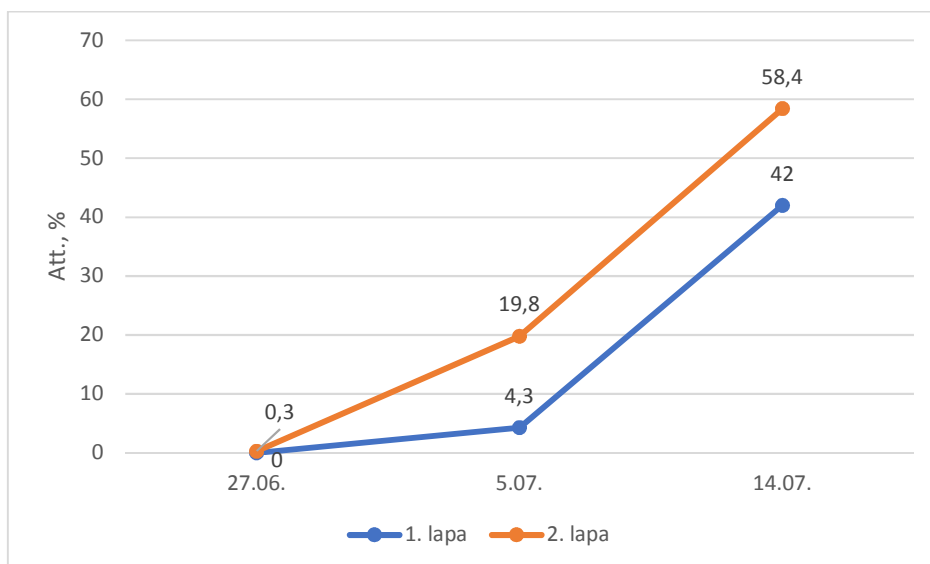
Izmēģinājuma lauciņi ar augu aizsardzības līdzekļiem tika apstrādāti četras reizes: 14.06.2017. AS 33; 27.06.2017. AS 37-39; 05.07.2017. AS 51-59; 14.07.2017. AS 61-63. Smidzināšana uzsākta pēc pirmo slimības pazīmju konstatēšanas. Katrs izmēģinājuma variants tika apstrādāts ar citu augu aizsardzības līdzekli, viens variants tika atstāts neapstrādāts kā kontrole. Detalizēta augu aizsardzības līdzekļu uzskaitē un pielietotās devas redzamas 9. tabulā.

9. tabula

Augu aizsardzības līdzekļu saraksts vasaras kviešu izmēģinājumā integrētajā audzēšanas sistēmā.

Nr.	AAL	Sastāvdaļas	Deva, L ha ⁻¹
1.	Kontrole	-	-
2.	Serenade ASO	<i>Bacillus subtilis</i> QST 713 1,34% SC	4,0
3.	Bactoforce	<i>Bacillus spp.</i>	4,0
4.	BactoMix	<i>Bacillus subtilis</i> D V-845 un V-843 D, <i>Pseudomonas aurantiaca</i> , <i>Brevibacillus</i> , <i>Acinetobacter</i> . 1.3 x10 ⁹ KVV /ml	4,0
5.	Albit	Poli-beta-hidroksibutirāts 0.62%, organiskā viela 22%, NPK 7.5-6-4.5.	0,04

6.	ChitoPlant	Chitosan 99,9%	0,2 g ha ⁻¹
7.	Serenade Aso + ChitoPlant	<i>Bacillus subtilis</i> QST 713 1,34% + Chitosan 99,9%	4,0 + 0,2 g ha ⁻¹



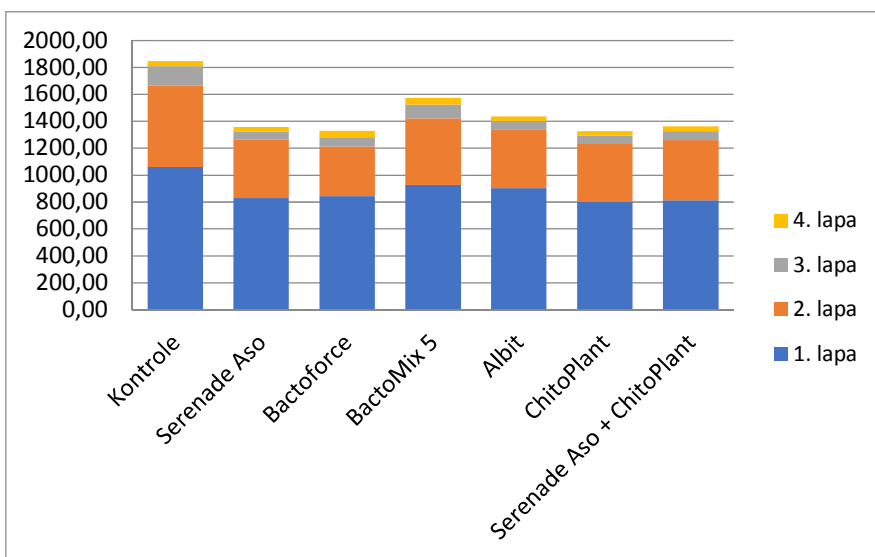
23. attēls. Dzeltenās rūsas attīstība neapstrādātā variantā vasaras kviešu izmēģinājumā bioloģiskajā audzēšanas sistēmā uz pirmās un otrās lapas.

Vasaras kviesu ‘Uffo’ bioloģiskajā laukā 2017. gada sezonā novērota augsta dzeltenas rūsas attīstības pakāpe (23. att.).

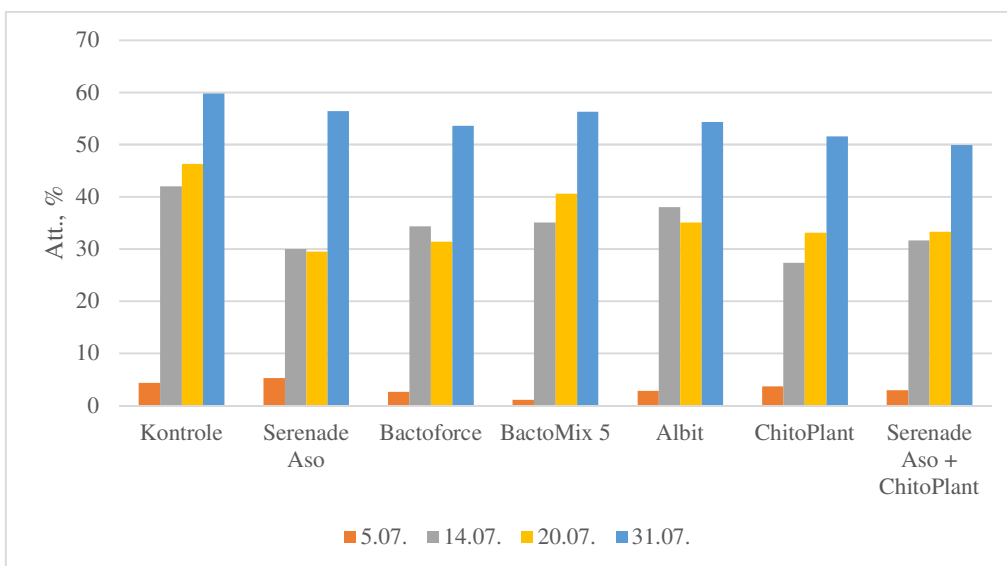
Jūnija beigās, AS 39, slimība strauji attīstījās uz apakšējām kviešu lapām, kur parasti ir vērojams paaugstināts mitruma līmenis. Astoņas dienas vēlāk, AS 59, dzeltenā rūsa parādījās arī uz kviešu augšējām lapām. Jūlija vidū, AS 63, tika novērota augsta slimības attīstība uz kviešiem visos lapu līmeņos (25.-28. att.).

Tā kā dzeltenās rūsas attīstība vasaras kviešu ‘Uffo’ sējumā bija augsta, apstrāde ar bioloģiskajiem produktiem samazināja dzeltenās rūsas attīstību, bet pilnībā to neierobežoja (24. att.).

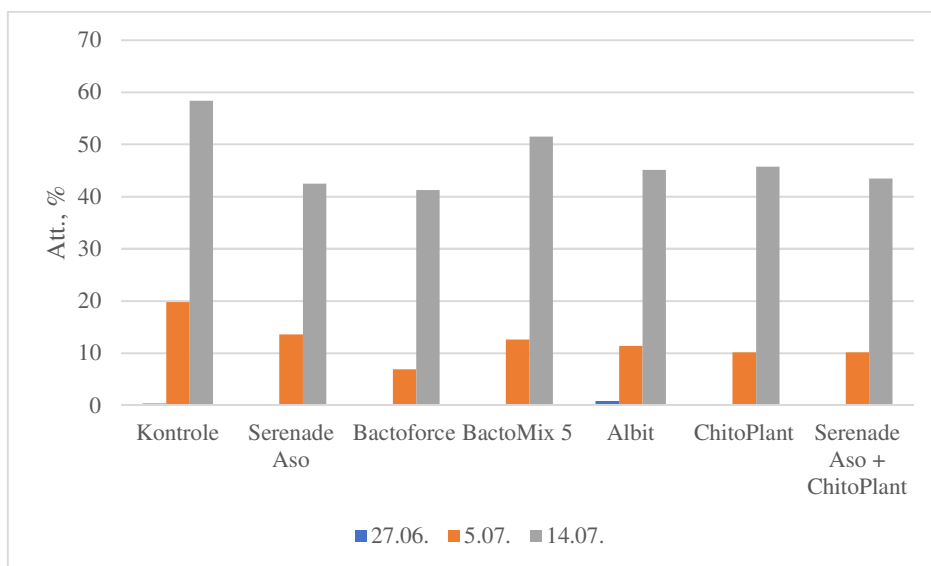
Tendence uz palēninātu slimības attīstību ir redzama arī pēc AUDPC vērtībām, summējot datus no visām lapām (24. att.).



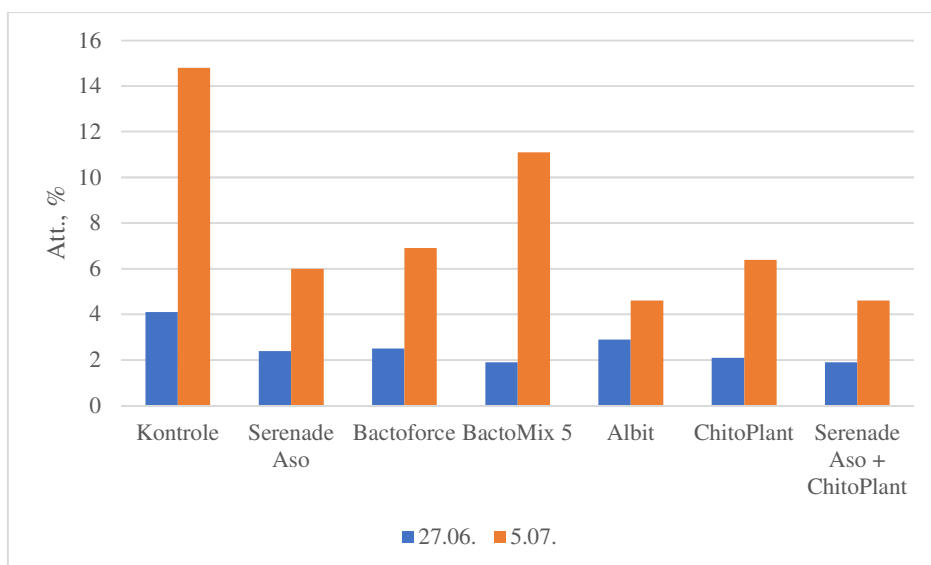
24. attēls. Dzeltēnās rūsas attīstības salīdzinājums pēc AUDPC vērtībām vasaras kviešu izmēģinājumā bioloģiskajā audzēšanas sistēmā.



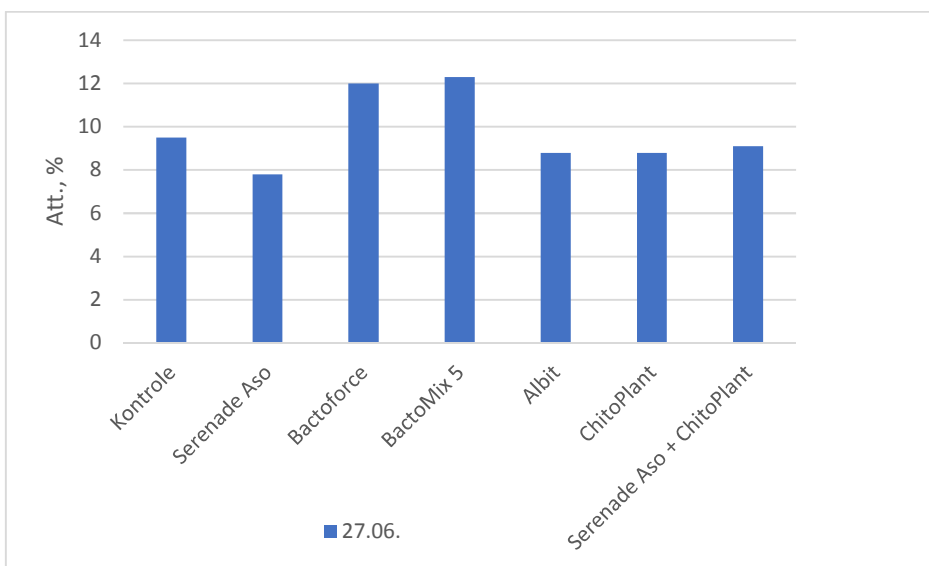
25. attēls. Dzeltēnās rūsas attīstība vasaras kviešu izmēģinājumā bioloģiskajā audzēšanas sistēmā uz pirmās lapas.



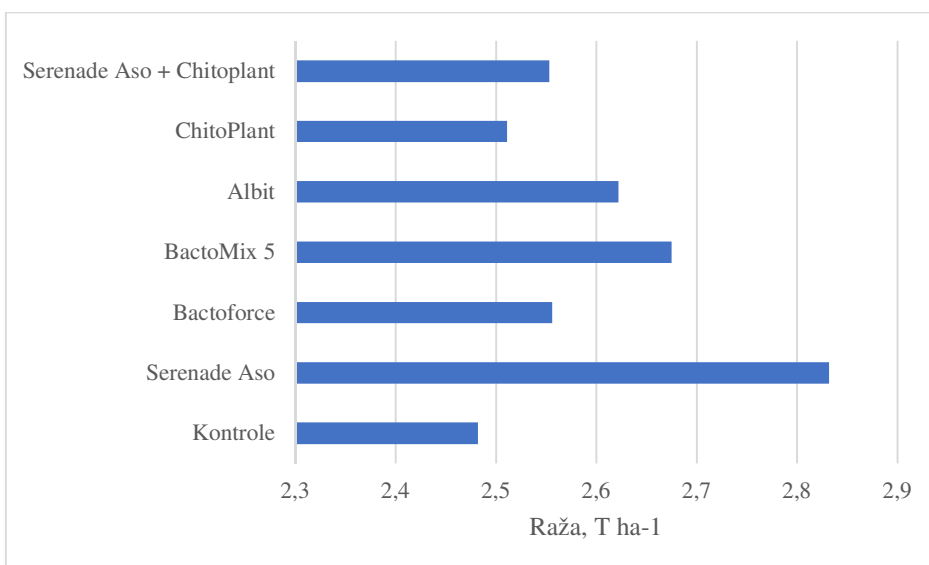
26. attēls. Dzeltēnās rūsas attīstība vasaras kviešu izmēģinājumā bioloģiskajā audzēšanas sistēmā uz otrās lapas.



27. attēls. Dzeltēnās rūsas attīstība vasaras kviešu izmēģinājumā bioloģiskajā audzēšanas sistēmā uz trešās lapas.



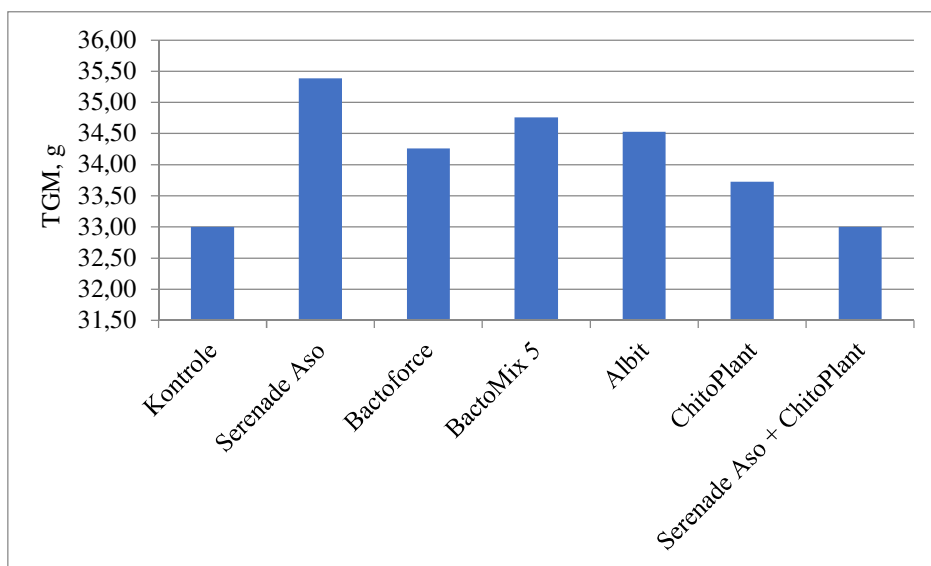
28. attēls. Dzeltēnās rūsas attīstība vasaras kviešu izmēģinājumā bioloģiskajā audzēšanas sistēmā uz ceturtais lapas.



29. attēls. Ražas daudzums vasaras kviešu izmēģinājumā bioloģiskajā audzēšanas sistēmā.

Bioloģisko produktu pielietošana vasaras kviešos atstāja pozitīvu ietekmi uz ražas veidošanos (29. att), tomēr būtisks ražas pieaugums, salīdzinot ar kontroli, netika pierādīts.

Bioloģisko produktu pielietošana izmēģinājumā deva pozitīvu ietekmi uz TGM (30. attēls).



30. attēls. Tūkstoš graudu masa vasaras kviešu izmēģinājumā bioloģiskajā audzēšanas sistēmā.

Secinājumi

1. Bioloģiskie produkti uzrāda pozitīvu tendenci slimības ierobežošanā.
2. Izvēlētais apstrādes režīms nenodrošināja būtisku slimības ierobežošanu līdz novērojumu beigām.

4. Plašāk audzēto un perspektīvo ziemāju un vasarāju kviešu šķirņu izturības pret dzeltenās rūsas infekciju izvērtējums

Dzeltenā rūsa *Puccinia striiformis*, Wes. ir viena no bīstamākajām kviešu slimībām pasaulē. Latvijā kviešu selekcijas sējumos Stendē tā tika novērota jau 1970.-1980. gados. Slimības plašāku izplatību konstatēja 2010. gadā Ziemeļkurzemē, bet 2015. gadā dzeltenā rūsa bija sastopama jau visos Latvijas reģionos. Pēdējos gados meteoroloģiskie apstākļi Latvijā ir labvēlīgi slimības attīstībai, un tā nodara būtisku kaitējumu kviešu audzētājiem, samazinot ziemas un vasaras kviešu šķirņu graudu ražu un kvalitāti.

Lai noskaidrotu Latvijā plašāk audzēto un perspektīvo ziemas un vasaras kviešu šķirņu reakciju uz dzeltenās rūsas infekciju, Stendē iekārtoja izmēģinājumus ar astoņām ziemas un septiņām vasaras kviešu šķirnēm. Graudu ražas un kvalitātes salīdzināšanai, šķirnes bija izvietotas divos blokos: 1) dzeltenās rūsas ierobežošana veikta, apstrādājot augus ar fungicīdiem un 2) identisks šķirņu izkārtojums laukā bez fungicīdu apstrādes.

4.1. Kopsavilkums

Meteoroloģiskie apstākļi 2017. gadā Stendē vasaras periodā bija labvēlīgi dzeltenās rūsas (*Puccinia striiformis*, Wes) attīstībai ziemas un vasaras kviešu šķirņu sējumos. Izmēģinājumā ar fungicīdiem neapstrādātajā variantā, izvērtējot **astoņas ziemas kviešu šķirnes**, pirmās infekcijas pazīmes konstatētas šķirnei 'Fredis', kad augi bija sasnējuši stiebrošanas fāzi (29-32AS). Tālākajā veģetācijas perioda laikā variantā bez fungicīdu apstrādes dzeltenā rūsa tika konstatēta visām ziemas kviešu šķirnēm. Pret dzelteno rūsu neizturīgākajām ziemas kviešu šķirnēm: 'Fredis', 'Edvins', 'SW Magnifik' un 'Talsis' infekcijas pakāpe sasniedza 60-80%. Vismazāk inficētas ar dzelteno rūsu bija šķirnes 'Skagen' un 'Zeppelin' (1-5%).

Veicot ziemas kviešu apstrādi ar fungicīdiem divas reizes veģetācijas perioda laikā (T1 Falkons Forte 0.68 L ha⁻¹ (29-32AS) 06.05.2017., T2 Ascra Xpro 1.5 l ha⁻¹ (37-39 AS) 01.06.2017), dzeltenās rūsas infekcija uz augiem samazinājās un nepārsniedza vidēji 3.0%.

Ziemas kviešu **graudu raža** variantā *bez fungicīdu apstrādes* bija robežās no 4.94 – 10.84 t ha⁻¹, vidēji 8.46 t ha⁻¹. Augstākais graudu ražas līmenis >10.0 t ha⁻¹ bija šķirnēm 'Zeppelin' un 'Ceylon', bet >9.0 t ha⁻¹ šķirnēm 'Skagen' un 'Olivin'. Zemākā raža bija visagrākajai šķirnei 'Fredis' 4.94 t ha⁻¹.

Ziemas kviešu graudu raža variantā *ar fungicīdu apstrādi* iegūta augsta: robežās no 7.26 līdz 12.3 t ha⁻¹, vidēji 10.50 t ha⁻¹. Ražas pieaugums, salīdzinot ar variantu bez fungicīdu apstrādes, bija visām šķirnēm, vidēji 2.04 t ha⁻¹. Būtisks graudu ražas pieaugums ar fungicīdiem apstrādātajā variantā bija šķirnēm 'Edvins' (3.45 t ha⁻¹), 'Talsis' (3.02 t ha⁻¹), 'SW Magnifik' (2.42 t ha⁻¹), 'Fredis' (2.32 t ha⁻¹) un 'Olivin' (2.30 t ha⁻¹), kā arī 'Ceylon' (1.56 t ha⁻¹) un 'Zeppelin' (0.92 t ha⁻¹). Ziemas kviešiem 'Skagen' ražas pieaugums bija nebūtisks (0.29 t ha⁻¹). Šķirnes infekcijas pakāpe ar dzelteno rūsu nepārsniedza 1%.

Dzeltenās rūsas masveida savairošanās uz ziemas kviešiem ne tikai pazemina graudu ražu, bet arī negatīvi ietekmē graudu rupjumu (**TGM**). Variantā bez fungicīdu apstrādes vidējā TGM visām šķirnēm bija zemāka par 5.76 g, vidēji - 42.04 g. Variantā ar fungicīdu apstrādi ziemas kviešu TGM variēja robežās no 42.82 -54.17 g, vidēji 47.80 g. Tā bija būtiski lielāka visām šķirnēm, salīdzinot ar variantu bez fungicīdu lietojuma. Visrupjākie graudi >50.0 bija

šķirņem 'Skagen' un 'Zeppelin' Vislielākais TGM pieaugums bija šķirņem 'Edvins' 12.45 g, 'SW Magnifik' 9.98 g, bet šķirnei 'Fredis' 9.63 g.

Izvērtējot ziemas kviešu šķirņu **kvalitātes rādītājus** abos variantos, redzams, ka proteīna un lipekļa saturs graudos, kā arī *Zeleny* indekss būtiski neatšķiras. Graudu kvalitāti vairāk ietekmēja šķirnes ģenētiskās īpašības, ražas lielums un mēslojuma deva.

Graudu tilpummasa rādītāji bija atšķirīgi ne tikai starp variantiem, bet arī starp šķirņem. Apstrādātajā variantā fungicīdi pozitīvi ietekmējuši tilpummasas palielināšanos ziemas kviešu šķirņem 'Fredis', 'Edvins', 'Talsis' un 'SW Magnifik'. Tilpummasa variantā bez fungicīdu apstrādes nedaudz augstāka bija šķirņem 'Skagen', 'Olivin', 'Zeppelin' un 'Ceylon' nekā variantā ar fungicīda lietojumu.

Izvērtējot **septiņas vasaras kviešu šķirnes**, dzeltenās rūsas infekcijas attīstība variantā bez fungicīdu apstrādes novērota 15.07.2017. (AS 51-59). Infekcijas pakāpe līdz (10%) bija šķirņem 'Hamlet' un 'Taifun', bet šķirņem 'Robijs', 'Uffo' un 'Zebra' infekcijas pakāpe bija 50%, vismazāk inficēta bija vēlinā šķirne 'Willow'(5%). Bez apstrādes ar fungicīdiem šķirņu infekcijas pakāpe ar dzeltenu rūsu vidēji bija 30.7%.

Vasaras kviešiem veģetācijas perioda laikā apstrādi ar fungicīdu veica vienu reizi AS 40-60 AS, 15.06.2017. Augu apstrāde ar fungicīdu vasaras kviešiem, tāpat kā ziemas kviešu šķirņem, būtiski samazināja augu infekciju ar dzeltenu rūsu.

Graudu raža ar fungicīdu apstrādātāja variantā bija robežās no 6.58 līdz 8.08 t ha⁻¹, un no 3.95 līdz 6.14 t ha⁻¹ neapstrādātajā variantā. Visām šķirņem raža bija būtiski augstāka ar fungicīdiem apstrādātajā variantā, salīdzinot ar neapstrādāto variantu. Lielākais ražas pieaugums bija vasaras kviešiem, kas bija mazāk izturīgi pret dzeltenās rūsas infekciju, šķirņem – 'Zebra'(2.82 t ha⁻¹), 'Arabella' (2.48 t ha⁻¹), 'Robijs' (2.18 t ha⁻¹) un 'Taifun' (2.03 t ha⁻¹).

Dzeltenās rūsa vasaras kviešiem, tāpat kā ziemas kviešiem, bija ietekmējusi graudu raupjumu (**TGM**). Ar fungicīdiem apstrādātajā variantā TGM bija robežās no 38.85 līdz 51.13, vidējais rādītājs – 43.19 g, bet neapstrādātajā variantā robežās no 34.34 līdz 47.51 g, vidēji 38.54. TGM pieaugums, apstrādājot ar fungicīdiem, vidēji bija 4.65 g. Visvairāk uz fungicīdu apstrādi bija reaģējušas šķirnes 'Taifun' (7.22 g), 'Zebra' (5.49 g) un arī pret dzeltenu rūsu izturīgākā šķirne 'Willow' (5.33g.). Visaugstākā TGM visos variantos bija šķirnei 'Hamlet' (51.13-47.15 g), TGM ar fungicīdu apstrādātajā variantā palielinājās par 3.62 g.

Vidējais **proteīna** saturs būtiski neatšķīrās starp apstrādāto un neapstrādāto variantu – ar fungicīdiem apstrādātajā variantā tas bija vidēji 13.21 %, bet neapstrādātajā 13.18%. Visaugstākais proteīna saturs abos variantos bija šķirnei 'Taifun' 14.18-14.05%. Proteīna satura izmaiņas, salīdzinot abus variantus, nebija būtiskas, bet nedaudz uz apstrādi ar fungicīdiem bija reaģējušas šķirnes: 'Robijs', 'Zebra' un 'Uffo'.

Lipekļa satura un Zeleny indeksa izmaiņas, salīdzinot abus variantus, nebija būtiskas, bet visvairāk uz apstrādi ar fungicīdiem reaģēja šķirnes: 'Robijs', 'Zebra' un 'Taifun'.

Visām vasaras kviešu šķirņem konstatēta lielāka **tilpummasa** ar fungicīdu apstrādātajā variantā, izņemot šķirni 'Willow', kam tilpummasa variantā bez fungicīdu apstrādes bija >19.5 g L⁻¹.

Būtiski uz fungicīda apstrādi bija reaģējušas šķirnes 'Arabella', 'Robijs', 'Zebra', 'Taifun' un 'Uffo'.

4.2. Izmēģinājuma metodika

1.1.tabula

Ziemas kvieši	
Izmēģinājuma vieta	LLU AREI Stendes PC
Atrašanās vieta	Sēklkopības augu seka, lauks Nr.3
Šķirnes	1. Fredis
	2. Edvins
	3. Skagen
	4. Olivin
	5. Talsis
	6. Zeppelin
	7. Ceylon
	8. SW Magnifik
Mēslojums	1. Pamatmēslojums: N:K:P 8-20-30 300 kg ha ⁻¹
	2. Papildmēslojums: 1x N 30+S7 250 kg ha ⁻¹ ; 2x N 30+S7 150 kg ha ⁻¹
Lapu mēslojums	ZOOM 2.0 L ha ⁻¹ 25.05.2017
Augsnes tips	Velēnu vāji podzolēta smilšmāla augsne
Augsnes raksturojums	pH 5.3- 5.6, org. v. saturs 1.9 %, K ₂ O 218 mg kg ⁻¹ , P ₂ O ₅ 192 mg kg ⁻¹
Priekšaug	Ziemas rapsis
Sēkla	Kodināta
Izsējas norma	500 dīgtspējīgas sēklas uz m ²
Sēja	Ar sējmašīnu Hege 90 (sējas platums 1.2 m) 16.09.2016.
Herbicīds	Flight Forte – 1.0 + Boxer 1.0 L ha ⁻¹ ; Granstar – 0.02 g + Primus -0.08 ml + Modus start -0.3 L ha ⁻¹
Iekārtoti divi bloki	1. Ar fungicīdu apstrādātas šķirnes
	2. Ar fungicīdu neapstrādātas šķirnes
Lietotais fungicīds	T1 Falkons Forte 0.68 L ha ⁻¹ (29-32AS) 06.05.2017., T2 Ascra Xpro 1.5 l ha ⁻¹ (37-39 AS) 01.06.2017
Platība	12 m ² (1.2x10 m)
Atkārtojumi	3
Variantu skaits	48
Uzskaitāmā platība	12 m ²
Ražas novākšana	20.08.2017. raža novākta ar izmēģinājumu kombainu Wintersteiger kultūraugu gatavības fāzē, nosakot katra lauciņa ražu un graudu mitrumu.
Sēklu pirmapstrāde	Vidējā parauga tīrīšana, žāvēšana. Paraugu sagatavošana graudu analīzēm.
Uzskaites	1. Augu infekcijas pakāpe ar dzeltenu rūsu noteikta vizuāli (%), izmantojot slimības pazīmju skalu (0;1;5;10;20;30;40;50;60;70;80;90;100). Pirmā uzskaitē veikta 27.06.2017. (AS 59-69), otrā 14.07.2017 (AS 70-79)

	2. Visām šķirnēm katrā variantā (AS 80-89) analizētas 10 vārpas (noteikts vārpas garums, ka arī graudu skaits vienā vārpā).
Analīzes	1000 graudu masa g (TGM) ar graudu skaitītāju Contador Pfeuffer un nosvērts uz laboratorijas svāriem Scaltec (200x0.01 g)/. Graudu kvalitātes analīzes (proteīna un lipekļa saturs, kā arī olbaltumvielu kvalitāte un cietes saturs) noteikti ar ekspresmetodi "Infratex" 1241.

1.2.tabula

Vasaras kvieši	
Izmēģinājuma vieta	LLU AREI Stendes PC
Atrašanās vieta	Sēklkopības augu seka, lauks Nr.10
Šķirnes	1. Arabella
	2. Robijs
	3. Uffo
	4. Hamlet
	5. Taifun
	6. Zebra
	7. Willow
Mēslojums	1. Pamatmēslojums: N:K:P 15-15-15 600 kg ha ⁻¹
Augsnes tips	Velēnu vāji podzolēta smilšmāla augsne
Augsnes raksturojums	pH 6.3 -6.7, org. v. saturs 2.2-2.6 %, K ₂ O 147-197 mg kg ⁻¹ , P ₂ O ₅ 127-239 mg kg ⁻¹
Priekšaugi	kartupeļi
Sēkla	Kodināta
Izsējas norma	450 dīgtspējīgas sēklas uz m ²
Sēja	Ar sējmašīnu Hege 90 (sējas platums 1.2 m) 24.04.2017.
Herbicīds	Granstar 0.02+Primus 0.08+VAV
Iekārtoti divi bloki	3. Ar fungicīdu neapstrādātas šķirnes
	4. Ar fungicīdu apstrādātas šķirnes
Lietotais fungicīds	Ascra Xpro 1.5 l ha ⁻¹ (AS 40-60 AS) 15.06.2017
Platība	12 m ² (1.2x10 m)
Atkārtojumi	4
Variantu skaits	56
Uzskaitāmā platība	12 m ²
Ražas novākšana	31.08.2017. raža novākta ar izmēģinājumu kombainu Wintersteiger kultūraugu gatavības fāzē, nosakot katra lauciņa ražu un graudu mitrumu.
Sēklu pirmapstrāde	Vidējā parauga tīrīšana, žāvēšana. Paraugu sagatavošana graudu analīzēm.

Uzskaites	<ol style="list-style-type: none"> 1. Augu infekcijas pakāpe ar dzeltenu rūsu noteikta vizuāli (%), izmantojot slimības pazīmju skalu (0;1;5;10;20;30;40;50;60;70;80;90;100). Šķirņu novērtēšana veikta 20.07.2017 (AS 59-69). 2. Visām šķirnēm katrā variantā (AS 80-89) analizētas 10 vārpas (noteikts vārpas garums, ka arī graudu skaits vienā vārpā).
Analīzes	TGM (1000 graudu masa g) ar graudu skaitītāju Contador Pfeuffer un nosvērts uz laboratorijas svāriem Scaltec (200x0.01 g)/. Graudu kvalitātes analīzes (proteīna un lipekļa saturs, kā arī olbaltumvielu kvalitāte un cietes saturs) noteikti ar ekspresmetodi "Infratex" 1241 APP Agroresursu un ekonomikas institūta Stendes pētniecības centra Graudu tehnoloģijas agroķīmijas laboratorijā.

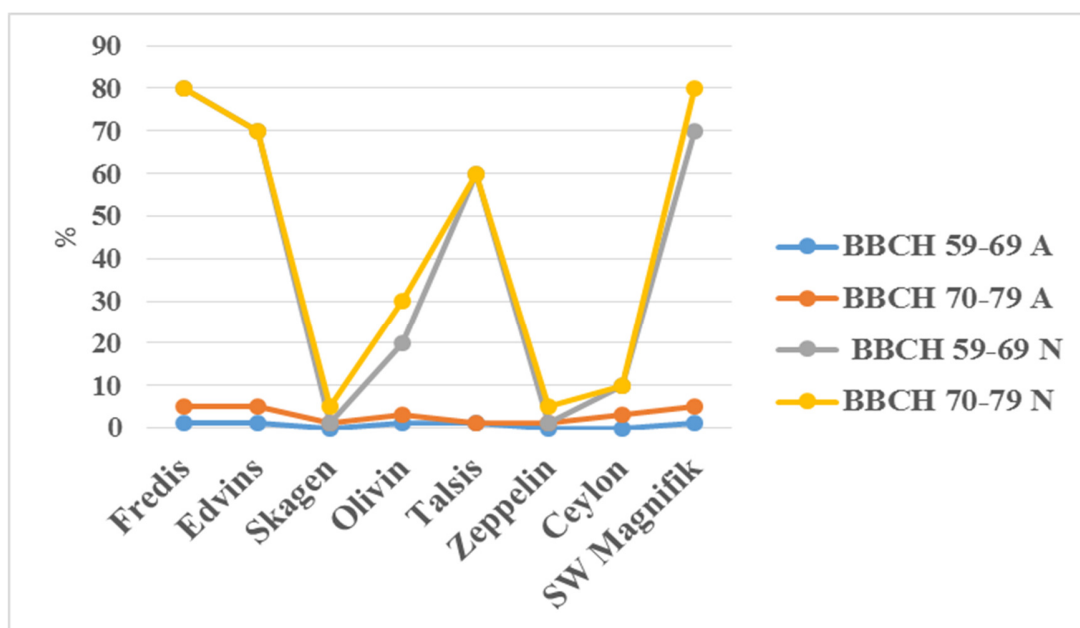
4.3. Izmēģinājuma rezultāti un diskusija

Ziemas kvieši

Pirmās augu inficēšanās pazīmes tika atzīmētas agrīnajām ziemas kviešu šķirnēm 'Fredis' un 'Edvins' maija sākumā, kad augi bija sasnējuši stiebrošanas fāzi (29-32AS). Lai pasargātu ziemas kviešu šķirnes no tālākas inficēšanās ar dzeltenu rūsu, divas reizes veģetācijas perioda laikā veica augu apstrādi ar fungicīdiem: pirmajā reizē - stiebrošanas laikā (AS 29-32), bet otro reizi pēc karoglapas parādīšanās (AS 37-39). Ar fungicīdu neapstrādātajā variantā ieņēmīgākajām šķirnēm infekcijas pakāpe ar dzeltenu rūsu sasniedza 80%. Visām šķirnēm vidējā infekcijas pakāpe bija 42.5%. Apstrāde ar fungicīdiem visām šķirnēm deva pozitīvu rezultātu, samazinot infekcijas pakāpi pirmajā uzskaites reizē (AS 59-69) vidēji līdz 0.62%. Tā kā laika apstākļi bija ļoti labvēlīgi dzeltenās rūsas attīstībai un ziemas kviešu veģetācija noritēja salīdzinoši lēnāk nekā parasti, veicot slimības uzskaiti otrajā reizē (AS 70-79, konstatēja, ka slimība ir progresējusi un infekcijas pakāpe dažām šķirnēm sasniedza 3-5%. Izvērtējot infekcijas pakāpi ar dzeltenu rūsu, konstatētas atšķirības starp apstrādāto un neapstrādāto variantu, kā arī starp šķirnēm. Kā redzams 3.1.1. tabulā, visvairāk inficētas ar dzeltenu rūsu bija agrīnās ziemas kviešu šķirnes 'Fredis' un 'Edvins,' 'Talsis' un 'SW Magnifik' (infekcijas pakāpe iepriekšminētajām šķirnēm ar fungicīdu neapstrādātajā blokā sasniedza 60-80%). Izturīgākās pret dzeltenu rūsu bija ziemas kviešu šķirnes 'Skagen' un 'Zeppelin', infekcijas pakāpe 1-5%.

**Ziemas kviešu šķirņu infekcijas pakāpe ar dzelteno rūsu (*Puccinia striiformis*, Wes),
Stendē 2017. gadā.**

Šķirne	Infekcijas pakāpe, %			
	Apstrādāts ar fungicīdiem		Bez fungicīdu apstrādes	
	AS 59-69	AS 70-79	AS 59-69	AS 70-79
Fredis	1	5	80	80
Edvins	1	5	70	70
Skagen	0	1	1	5
Olivin	1	3	20	30
Talsis	1	1	60	60
Zeppelin	0	1	1	5
Ceylon	0	3	10	10
SW Magnifik	1	5	70	80
Vidēji	0.62	3.00	39	42.5



**1.att. Ziemas kviešu šķirņu reakcija uz dzelteno rūsu (*Puccinia striiformis*, Wes) ar fungicīdu apstrādātajā (A) un neapstrādātajā blokā (N), Stendē 2017. gadā.
Graudu raža.**

Lai noskaidrotu dzeltenās rūsas infekcijas ietekmi uz Latvijā audzēto ziemas kviešu šķirņu graudu ražu un kvalitāti, izmēģinājumam izvēlējās genotipus, kas ir atšķirīgi pēc veģetācijas perioda garuma, ražības potenciāla un spējas pretoties dzeltenās rūsas infekcijai. Izmēģinājumā iegūtie dati apliecina, ka ļoti svarīgi ir veģetācijas perioda laikā aizsargāt augus no dzeltenās rūsas infekcijas. Ar fungicīdiem apstrādātajā variantā graudu raža variēja robežās no 7.26 līdz 12.03 t ha⁻¹, vidējā graudu raža bija 10.50 t ha⁻¹. Salīdzinot ar neapstrādāto variantu, graudu raža bija augstāka vidēji par 2.04 t ha⁻¹. Visaugstākā raža bija šķirnei 'Ceylon' (12.03 t ha⁻¹). Šķirnēm 'Zeppelin', 'SW Magnifik' un 'Olivin' graudu raža bija >11.0 t ha⁻¹. Graudu raža

vidējā līmenī bija šķirnēm ‘Edvins’, ‘Skagen’ un ‘Talsis’ (10.0-10.31 t ha⁻¹). Būtisks graudu ražas pieaugums ar fungicīdiem apstrādātajā variantā salīdzinot ar neapstrādāto, bija šķirnēm ‘Edvins’ (+3.45 t ha⁻¹), ‘Talsis’ (3.02 t ha⁻¹), ‘SW Magnifik’ (2.42 t ha⁻¹), ‘Fredis’ (2.32 t ha⁻¹) un ‘Olivin’ (2.30 t ha⁻¹), kā arī ‘Ceylon’ (1.56 t ha⁻¹) un ‘Zeppelin’ (0.92 t ha⁻¹). Ziemas kviešiem ‘Skagen’ ražas pieaugums bija nebūtisks (0.29 t ha⁻¹), jo šķirne ir salīdzinoši izturīgāka pret dzelteno rūsu (3.1.2. tabula).

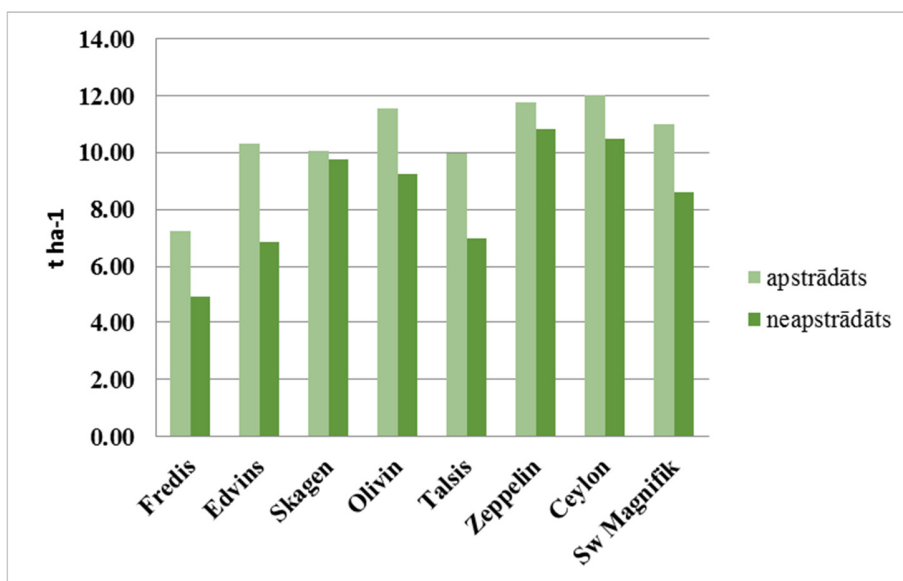
Bez fungicīdu apstrādes visām izmēģinājumā esošajām šķirnēm graudu raža bija zemāka, robežās no 4.94 – 10.84 t ha⁻¹, vidējā graudu raža 8.46 t ha⁻¹. Augstākais graudu ražas līmenis >10.0 t ha⁻¹ bija šķirnēm ‘Zeppelin’ un ‘Ceylon’, bet >9.0 t ha⁻¹ šķirnēm ‘Skagen’ un ‘Olivin’. Zemākā raža bija agrīnajai šķirnei ‘Fredis’ 4.94 t ha⁻¹.

3.1.2.tabula

Ziemas kviešu šķirņu graudu raža t ha⁻¹, Stendē 2017.

Šķirne	Graudu raža t ha ⁻¹				Ražas pieaugums t ha ⁻¹ , apstrādājot ar fungicīdiem
	Apstrādājot ar fungicīdiem		Bez fungicīdu apstrādes		
Vidējā graudu raža	10.50	± no vidējās graudu ražas	8.46	± no vidējās graudu ražas	2.04
Fredis	7.26	-3.24	4.94	-3.52	2.32
Edvins	10.31	-0.19	6.86	-1.6	3.45
Skagen	10.07	-0.43	9.78	+1.32	0.29
Olivin	11.54	+1.04	9.24	+0.78	2.30
Talsis	10.00	-0.50	6.98	-1.48	3.02
Zeppelin	11.76	+1.26	10.84	+2.38	0.92
Ceylon	12.03	+1.53	10.47	+2.01	1.56
SW Magnifik	11.01	+0.51	8.59	+0.13	2.42
Min.	7.26	-0.19	4.94	-1.48	0.29
Max.	12.03	+1.53	10.84	-3.52	3.45
	RS _{0.05} =0.48		RS _{0.05} =0.63		RS _{0.05} =0.57

Dzeltenā rūsa savairojoties masveidā, graudaugu sējumos rada būtiskus ražas zudumus līdz pat 75-90%. Aprēķinot ražas zudumus, kādi rodas audzējot ziemas kviešu šķirnes bez fungicīdu apstrādes, konstatēts, ka šķirnēm ‘Edvins’, ‘Fredis’ un ‘Talsis’ raža pazeminājās par 30 - 33%, šķirnei ‘SW Magnifik’ -22.9%, ‘Olivin’ - 19.9%, ‘Ceylon’ - 12.96%, ‘Zeppelin’ - 7.82% un ‘Skagen’ -2.87%.



2.att. Ziemas kviešu šķirņu graudu raža (t ha⁻¹) ar fungicīdu apstrādātajā un neapstrādātajā blokā, Stendē 2017. gadā.

Ziemas kviešu 1000 graudu masa (TGM).

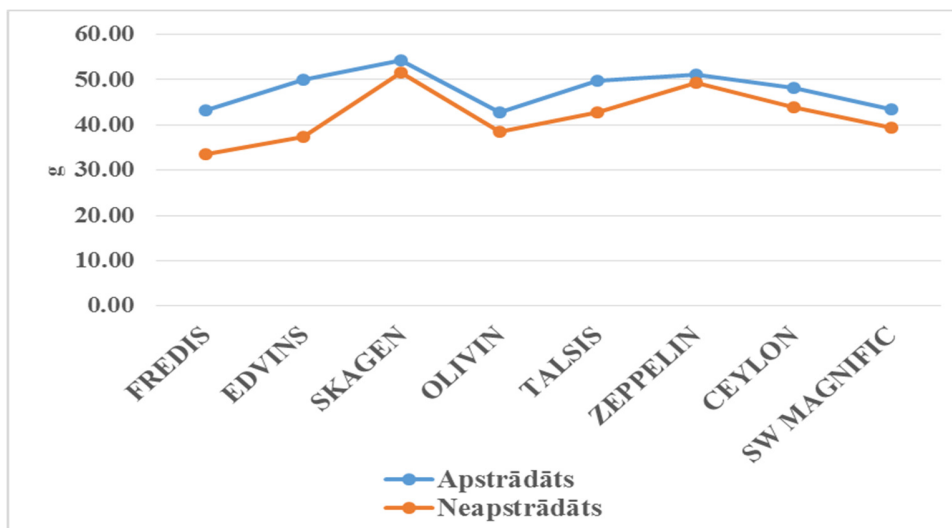
Viens no svarīgākajiem graudu kvalitātes rādītājiem un ražu veidojošiem faktoriem ir 1000 graudu masa. Graudu rupjumu nosaka gan šķirnes ģenētiskās īpašības, gan augšanas apstākļi, biotiskie un abiotiskie faktori. Blokā, kur ziemas kviešu šķirnes bija apstrādātas ar fungicīdiem, TGM variēja robežās no 42.82 -54.17 g, vidēji 47.80 g. Visrupjākie graudi >50.0 bija šķirnēm 'Skagen' un 'Zeppelin'. Lietojot fungicīdus, TGM būtiski palielinājās visām šķirnēm. Vislielākais pieaugums bija šķirnēm 'Edvins' par 12.45 g, 'SW Magnifik' par 9.98 g, bet šķirnei 'Fredis' par 9.63 g, salīdzinot ar rādītājiem, kas iegūti neapstrādātajā variantā.

3.1.3.tabula

Ziemas kviešu šķirņu 1000 graudu masa (TGM) g Stendē, 2017.

Šķirne	TGM, g				TGM pieaugums, apstrādājot ar fungicīdiem
	Apstrādājot ar fungicīdiem		Bez fungicīdu apstrādes		
Vidējā TGM	47.80	± no vidējās TGM	42.04	± no vidējās TGM	5.76
Fredis	43.22	-4.58	33.59	-8.43	9.63
Edvins	49.91	+2.11	37.46	-4.58	12.45
Skagen	54.17	+6.37	51.57	+9.53	2.60
Olivin	42.82	-4.98	38.45	-3.59	4.37
Talsis	49.84	+2.04	42.72	+0.68	7.12
Zeppelin	51.00	+3.20	49.30	+7.26	1.70
Ceylon	48.15	+0.35	43.92	-1.88	4.23
SW Magnifik	43.32	-4.48	39.34	-2.70	9.98
Min.	42.82	+0.35	33.59	-1.88	1.70
Max.	54.17	-4.58	51.57	-8.43	12.45
	RS _{0.05} =1.84		RS _{0.05} =1.46		RS _{0.05} =1.68

Savukārt bez fungicīdu apstrādes vidējā TGM visām šķirnēm bija zemāka par 5.76 g, vidēji - 42.04 g. Kā redzams 3.3. tabulā variantā bez fungicīdu apstrādes TGM > 50 g bija tikai šķirnei 'Skagen', bet šķirnēm 'Edvins' un 'Fredis' graudi bija sīki, TGM 33.59-37.46 g.



3.att. Ziemas kviešu šķirņu TGM (g) ar fungicīdu apstrādātajā un neapstrādātajā blokā, Stendē 2017. gadā.

Graudu kvalitāte

Izmēģinājumā iesētajām ziemas kviešu šķirnēm visos variantos tika analizēta graudu kvalitāte, nosakot sekojošus rādītājus: proteīna un lipekļa saturu, olbaltumvielu kvalitāti jeb *Zeleny* indeksu un tilpummasu. **Proteīna saturs** kviešu graudos ir viens no svarīgākajiem rādītājiem, kas pārsvarā būtiski negatīvi korelē ar iegūtās graudu ražas lielumu. Variantā bez fungicīdu lietojuma ražas bija iegūtas zemākas, bet proteīna saturs, salīdzinot ar apstrādāto variantu, bija nedaudz augstāks vidēji – 12.40%, apstrādātajā variantā 11.91%.

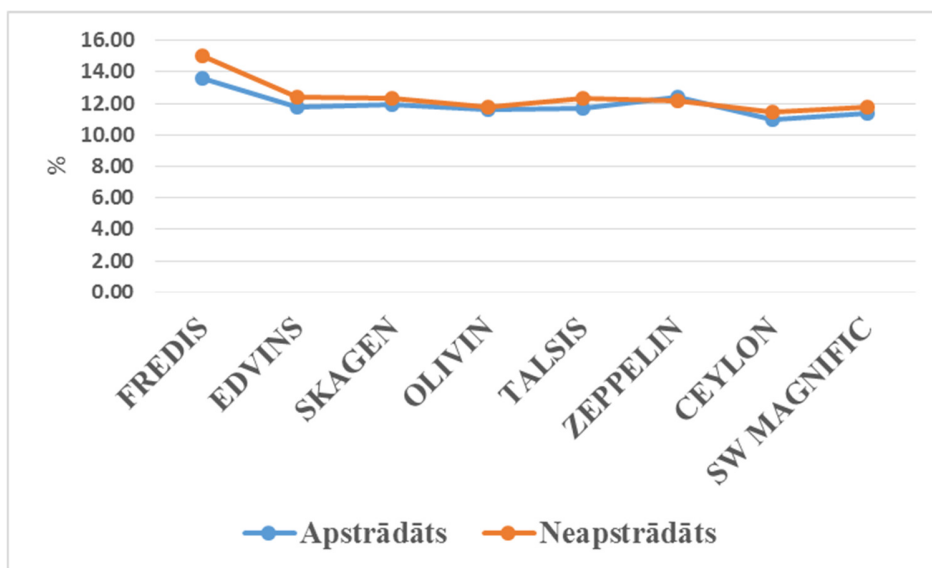
3.1.4.tabula

Ziemas kviešu šķirņu proteīna saturs graudos % Stendē, 2017.

Šķirne	Proteīna saturs, %				Proteīna satura izmaiņas apstrādātajā variantā, %
	Apstrādājot ar fungicīdiem		Bez fungicīdu apstrādes		
Vidējais proteīna saturs	11.91	± no vidējā proteīna satura	12.40	± no vidējā proteīna satura	-0.49
Fredis	13.62	+1.71	15.01	+2.61	-1.39
Edvins	11.75	-0.16	12.40	0.0	-0.65
Skagen	11.89	-0.02	12.33	-0.07	-0.44
Olivin	11.58	-0.33	11.73	-0.67	-0.15
Talsis	11.71	-0.20	12.33	-0.07	-0.62
Zeppelin	12.37	+0.46	12.20	-0.20	+0.17
Ceylon	11.00	-0.91	11.45	-0.95	-0.45
SW Magnifik	11.34	-0.57	11.77	-0.63	-0.43

<i>Min.</i>	11.00	-0.02	11.45	0.0	+0.17
<i>Max.</i>	13.62	+1.71	15.01	+2.61	-1.39
	RS _{0.05} =0.44		RS _{0.05} =0.69		RS _{0.05} =0.59

Visaugstākais proteīna saturs bija šķirnei 'Fredis' (apstrādātajā variantā 13.62, bet neapstrādātajā 15.01%) (3.4.tabula). Vismazākās proteīna satura izmaiņas, salīdzinot abus variantus, bija šķirnēm 'Olivin' un 'Zeppelin'(11.58- 11.73%; 12.37- 12.20%).Vienīgi šķirnei 'Zeppelin' proteīna saturs apstrādātajā variantā bija nedaudz augstāks nekā variantā bez fungicīda apstrādes.



4.att. Ziemas kviešu proteīna saturs (%) graudos ar fungicīdu apstrādātajā un neapstrādātajā blokā, Stendē 2017. gadā.

Lipekļa saturs kviešu graudos pozitīvi korelē ar proteīna saturu, un tāpat kā proteīna saturs, ar fungicīdiem apstrādātajā variantā bija nedaudz zemāks vidēji 23.96%,salīdzinot ar neapstrādāto variantu 24.72%. Nedaudz augstāks lipekļa saturs apstrādātajā variantā bija tikai divām šķirnēm 'Edvins' (0.16%) un 'Zeppelin'(0.48%).

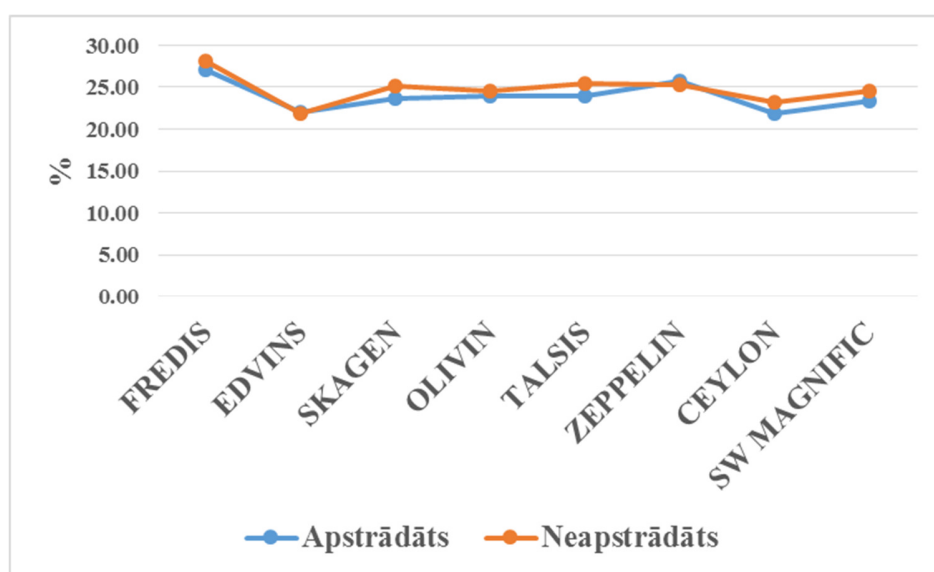
3.1.5.tabula

Ziemas kviešu šķirņu lipekļa saturs graudos % Stendē, 2017.

Šķirne	Lipekļa saturs, %				Lipekļa satura izmaiņas apstrādātajā variantā, %
	Apstrādājot ar fungicīdiem		Bez fungicīdu apstrādes		
<i>Vidējais</i>	23.96	± no vidējā lipekļa satura	24.72	± no vidējā lipekļa satura	-0.76
Fredis	27.13	+3.17	28.15	+3.43	-1.02
Edvins	21.99	-1.97	21.83	-2.89	+0.16
Skagen	23.65	-0.31	25.18	+0.46	-1.53

Olivin	23.98	+0.02	24.48	-0.24	-0.50
Talsis	23.92	-0.04	25.38	+0.66	-1.46
Zeppelin	25.75	+1.79	25.27	+0.55	+0.48
Ceylon	21.91	-2.05	23.26	-1.46	-1.35
SW Magnifik	23.35	-0.61	24.60	-0.12	-1.25
Min.	21.91	+0.02	21.83	-0.12	+0.48
Max.	27.13	+3.17	28.15	+3.43	-1.53
	RS _{0.05} =1.59		RS _{0.05} =2.12		RS _{0.05} =1.90

Visaugstākais lipekļa saturs graudos bija šķirnei 'Fredis'- apstrādātajā variantā 27.13%, bet neapstrādātajā 28.15%. Augsts lipekļa saturs graudos >25.0% un vismazākās izmaiņas konstatētas šķirnei 'Zeppelin' abos variantos. (3.1.5.tabula).



5.att. Ziemas kviešu lipekļa saturs (%) graudos ar fungicīdu apstrādātajā un neapstrādātajā blokā, Stendē 2017. gadā.

Zeleny indekss raksturo olbaltumvielu kvalitāti, un pārsvarā tas pozitīvi korelē ar proteīna saturu kviešu graudos. Līdzīgi kā proteīna un lipekļa saturs, ar fungicīdiem neapstrādātajā variantā *Zeleny* indeksa vērtība bija nedaudz zemāka (38.26) nekā bez fungicīda lietojuma.

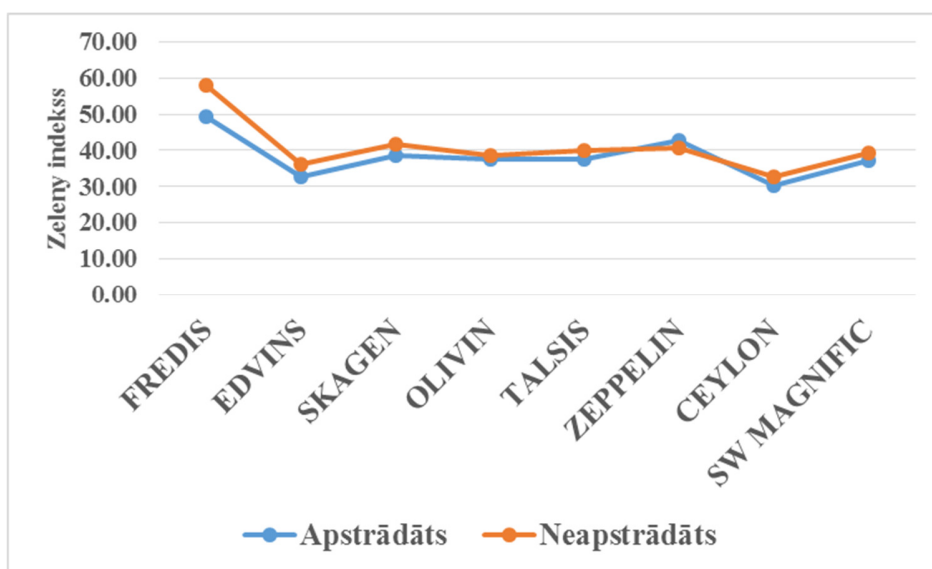
3.1.6.tabula

Ziemas kviešu šķirņu *Zeleny* indekss graudos Stendē, 2017.

Šķirne	<i>Zeleny</i> indekss				
	Apstrādājot ar fungicīdiem		Bez fungicīdu apstrādes		<i>Zeleny</i> indeksa izmaiņas apstrādātajā variantā
Vidējais	38.26	± no vidējā <i>Zeleny</i> indeksa	40.92	± no vidējā <i>Zeleny</i> indeksa	
Fredis	49.46	+11.2	58.06	+17.14	-8.6
Edvins	32.70	-5.56	36.09	-4.83	-3.39

Skagen	38.72	+0.46	41.83	+0.91	-3.11
Olivin	37.56	-0.30	38.64	-2.28	-1.08
Talsis	37.57	-0.69	39.95	-0.97	-2.38
Zeppelin	42.59	+4.33	40.77	-0.15	+1.87
Ceylon	30.39	-7.87	32.78	-8.14	-2.39
SW Magnifik	37.12	-1.14	39.27	-1.65	-2.15
Min.	30.39	-0.30	32.27	0.15	1.08
Max.	49.46	+11.2	58.06	17.14	8.6
	RS _{0.05} =3.86		RS _{0.05} =5.03		RS _{0.05} =4.54

Būtiskas izmaiņas salīdzinot savstarpēji variantus, kā arī visaugstākā *Zeleny* indeksa vērtība no visām šķirnēm bija ziemas kviešiem 'Fredis' (58.06;49.46). Pārējām šķirnēm *Zeleny* indeksa izmaiņas nebija būtiskas. Augstāks *Zeleny* indekss apstrādātajā variantā nekā bez fungicīda, bija vienīgi šķirnei 'Zeppelin'(+1.87) (3.6.tabula).



6.att. Ziemas kviešu *Zeleny* indekss ar fungicīdu apstrādātajā un neapstrādātajā blokā, Stendē 2017. gadā.

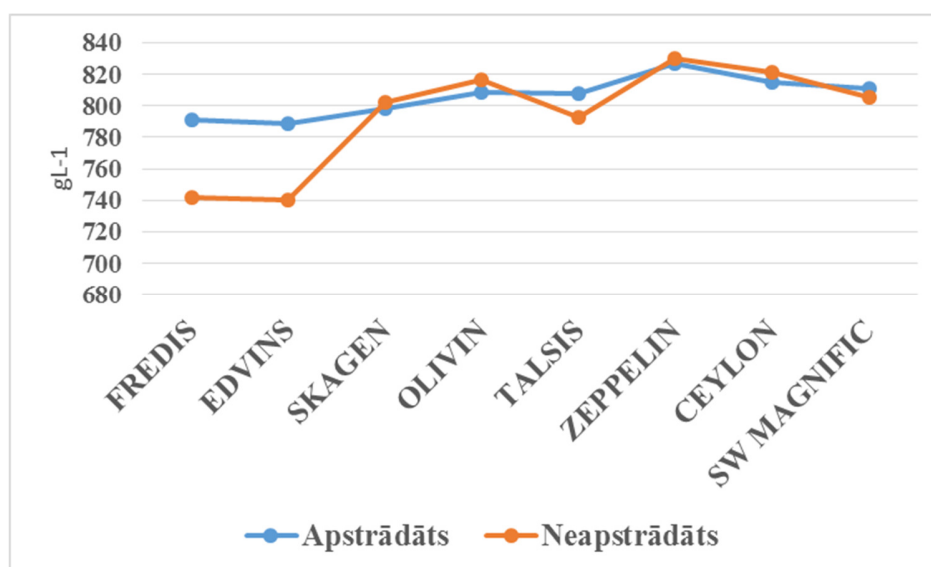
Graudu kvalitātes rādītāji (proteīna un lipekļa saturs, kā arī *Zeleny* indekss), kas redzami 4.,5.,6. attēlā uzskatāmi parāda, ka starp apstrādāto un neapstrādāto variantu nav būtiskas atšķirības.

Izvērtējot ziemas kviešu šķirņu **tūlpummasu**, kā redzams 3.7.tabulā, iegūtie rādītāji bija augsti robežās no 788 līdz 827 g L⁻¹ apstrādātajā variantā, un no 741.9 līdz 830 g L⁻¹ neapstrādātajā variantā (3.1.7.tabula).

Ziemas kviešu šķirņu graudu tilpummasa g L⁻¹ Stendē, 2017.

Šķirne	Tilpummasa, g L ⁻¹				Tilpummasas izmaiņas apstrādātajā variantā, g L ⁻¹
	Apstrādājot ar fungicīdiem		Bez fungicīdu apstrādes		
Vidējais proteīna saturs, %	805.9	± no vidējās graudu tilpummasas	793.7	± no vidējās graudu tilpummasas	+12.2
Fredis	791.2	-14.7	741.9	-51.8	+49.3
Edvins	788.5	-17.4	740.2	-53.5	+48.3
Skagen	798.6	-7.3	802.1	+8.4	-3.5
Olivin	808.4	+2.5	816.2	+22.5	-7.8
Talsis	807.8	+1.9	792.5	-1.2	+15.3
Zeppelin	827.0	+21.1	830.1	+36.4	-3.1
Ceylon	815.0	+9.1	821.2	+27.5	-6.1
SW Magnifik	810.9	+5.0	805.6	+11.9	+5.3
Min.	791.2	x	740.2	x	-3.1
Max.	827.0	x	830.1	x	+49.3
	RS _{0.05} =7.00		RS _{0.05} =6.92		RS _{0.05} =7.01

Apstrādātajā variantā visaugstākā tilpummasa >800 g L⁻¹ bija šķirnēm 'Zeppelin', 'Ceylon', 'SW Magnifik', 'Olivin' un 'Talsis'. Variantā bez fungicīdu apstrādes augstākā tilpummasa bija šķirnēm 'Zeppelin'(830 g L⁻¹), 'Ceylon' (821.2 g L⁻¹), 'Olivin'(816.2 g L⁻¹). Apstrādātajā variantā fungicīdi pozitīvi ietekmējuši tilpummasas palielināšanos ziemas kviešu šķirnēm 'Fredis', 'Edvins', 'Talsis' un 'SW Magnifik'. Tilpummasa variantā bez fungicīdu apstrādes nedaudz augstāka bija šķirnēm 'Skagen', 'Olivin', 'Zeppelin' un 'Ceylon'



7.att. Ziemas kviešu tilpummasa (g L⁻¹) ar fungicīdu apstrādātajā un neapstrādātajā blokā, Stendē 2017. gadā.

Vasaras kvieši

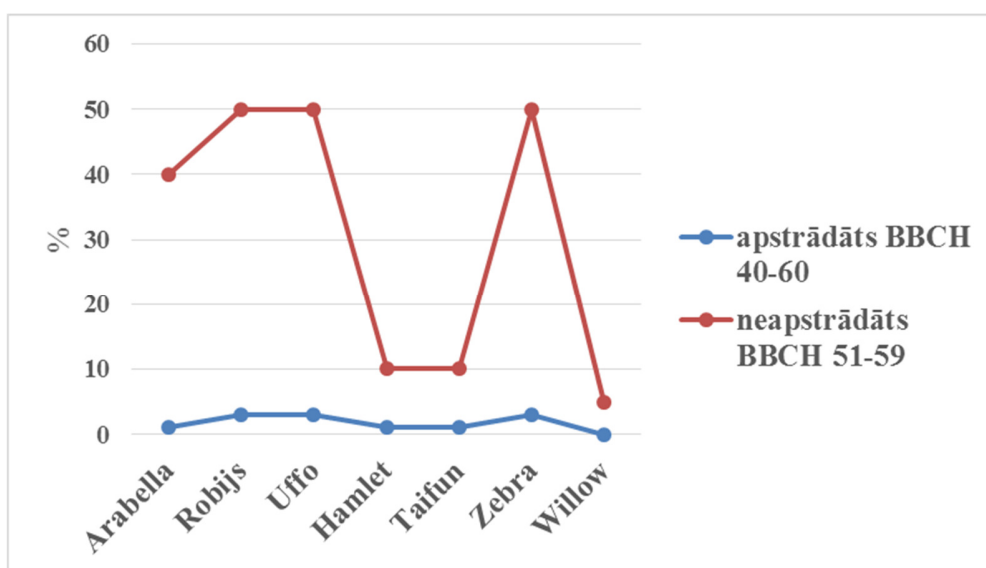
Vasaras kviešos konvencionālajā laukā infekcijas attīstība novērota 15.07.2017., kad augi bija sasnieguši vārpošanas stadiju (AS 51-59). Līdzīgi kā ziemas kviešiem, septiņas Latvijā plašāk audzētās vasaras kviešu šķirnes bija izvietotas divos blokos: 1) ar fungicīda apstrādi un 2) bez fungicīda. Vasaras kviešiem veģetācijas perioda laikā apstrādi ar fungicīdu veica vienu reizi AS 40-60 AS, 15.06.2017. Izvērtējot infekcijas pakāpi ar dzelteno rūsu, konstatētas atšķirības ne tikai starp blokiem bet arī starp šķirnēm.

3.2.1.tabula

Vasaras kviešu šķirņu infekcijas pakāpe ar dzelteno rūsu (*Puccinia striiformis*, Wes), Stendē 2017. gadā

Šķirne	Infekcijas pakāpe, %	
	Apstrādāts ar fungicīdiem	Bez fungicīdu apstrādes
Arabella	1	40
Robijs	3	50
Uffo	3	50
Hamlet	1	10
Taifun	1	10
Zebra	3	50
Willow	0	5
Vidēji	1.7	30.7

Augu apstrāde ar fungicīdu vasaras kviešiem, tāpat kā ziemas kviešu šķirnēm, būtiski samazināja dzeltenās rūsas infekciju (vidēji 1.7%). Izvērtējot šķirnes ar fungicīdiem neapstrādātajā variantā, konstatēts, ka vismazāk inficēta bija vēlīnā šķirne 'Willow'(5%). Infekcijas pakāpe līdz (10%) bija šķirnēm 'Hamlet' un 'Taifun', bet šķirnēm 'Robijs', 'Uffo' un 'Zebra' infekcijas pakāpe bija 50%. Bez apstrādes ar fungicīdiem šķirņu infekcijas pakāpe ar dzelteno rūsu vidēji bija 30.7% (3.2.1.tabula).



8.att. Vasaras kviešu šķirņu reakcija uz dzelteno rūsu (*Puccinia striiformis*, Wes) ar fungicīdu apstrādātāja (A) un neapstrādātāja blokā (N), Stendē 2017. gadā.

Graudu raža.

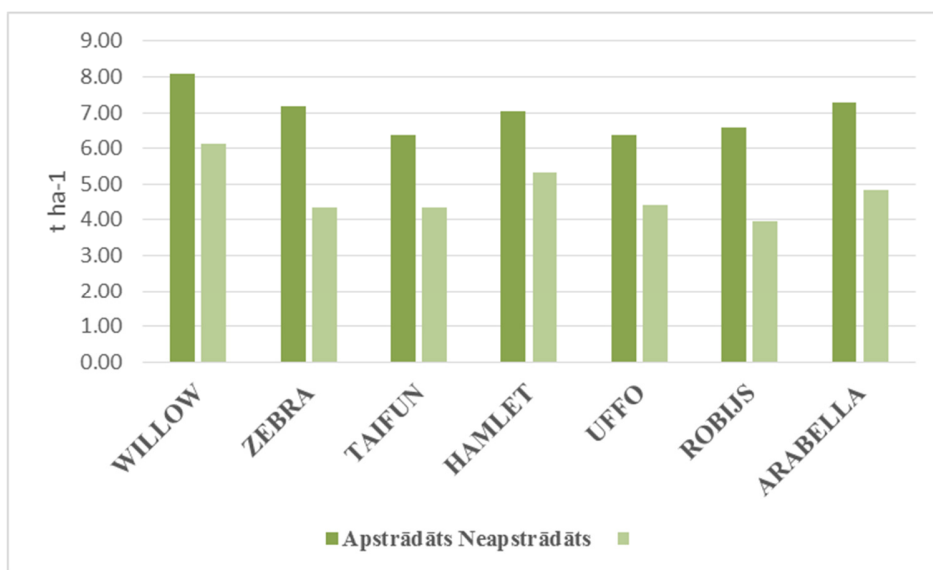
Vasaras kviešu šķirņu graudu raža ar fungicīdu apstrādātāja variantā bija robežās no 6.58 līdz 8.08 t ha⁻¹, un no 3.95 līdz 6.14 t ha⁻¹ neapstrādātājā variantā.

3.2.2.tabula

Vasaras kviešu šķirņu graudu raža Stendē, 2017.

Šķirne	Graudu raža t ha ⁻¹				
	Apstrādājot ar fungicīdiem		Bez fungicīdu apstrādes		Ražas pieaugums, apstrādājot ar fungicīdiem
Vidējā graudu raža	6.98	± no vidējās graudu ražas	4.76	± no vidējās graudu ražas	2.22
Arabella	7.30	+0.32	4.82	+0.06	2.48
Robijs	6.58	-0.40	3.95	-0.81	2.18
Uffo	6.36	-0.62	4.40	-0.36	1.96
Hamlet	7.03	+0.05	5.34	+0.58	1.69
Taifun	6.37	-0.61	4.34	-0.42	2.03
Zebra	7.17	+0.19	4.35	-0.41	2.82
Willow	8.08	+1.10	6.14	+1.38	1.94
Min.	6.36	x	3.95	x	1.69
Max.	8.08	x	6.14	x	2.82
	RS _{0.05} =1.12		RS _{0.05} =0.74		RS _{0.05} =0.95

Kā redzams 3.2.2. tabulā vidējā graudu raža ar fungicīdiem apstrādātājā variantā iegūta par 2.22 t ha⁻¹ augstāka, salīdzinot ar neapstrādāto variantu. Visām šķirnēm raža bija būtiski augstāka ar fungicīdiem apstrādātājā variantā, salīdzinot ar neapstrādāto variantu. Lielākais ražas pieaugums bija vasaras kviešiem, kas bija mazāk izturīgi pret dzeltenās rūsas infekciju, šķirnēm – ‘Zebra’(2.82 t ha⁻¹), ‘Arabella’ (2.48 t ha⁻¹), ‘Robijs’ (2.18 t ha⁻¹) un ‘Taifun’ (2.03 t ha⁻¹).



9.att. Vasaras kviešu šķirņu graudu raža (t ha⁻¹) ar fungicīdu apstrādātajā un neapstrādātajā blokā, Stendē 2017. gadā.

1000 graudu masa.

Vasaras kviešiem tāpat kā ziemas kviešiem graudu rupjums bija atšķirīgs gan starp šķirnēm gan arī variantiem.

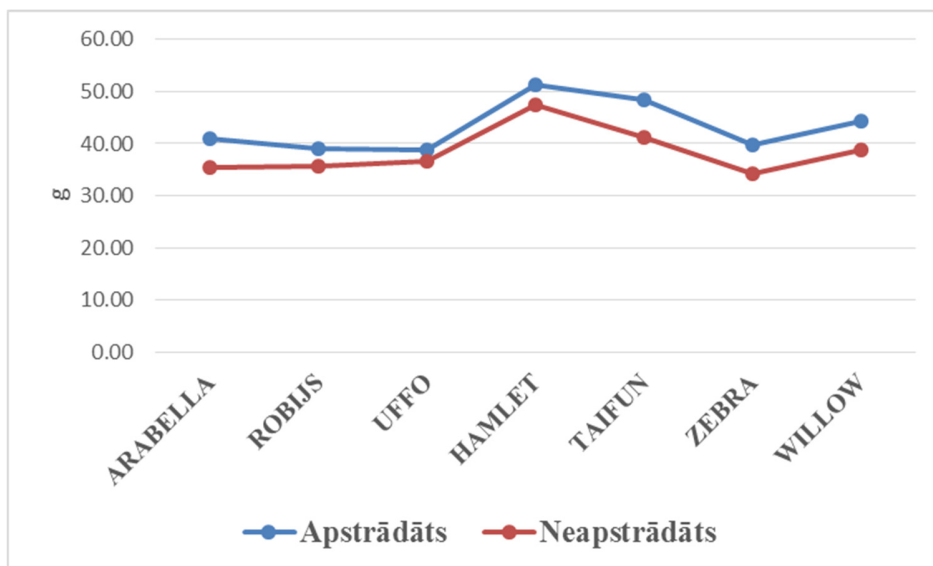
3.2.3.tabula

Vasaras kviešu šķirņu 1000 graudu masa (TGM), g Stendē, 2017.

Šķirne	TGM, g				TGM pieaugums g, apstrādājot ar fungicīdiem
	Apstrādājot ar fungicīdiem		Bez fungicīdu apstrādes		
Vidējā TGM	43.19	± no vidējās TGM	38.54	± no vidējās TGM	4.65
Arabella	40.92	-2.27	35.52	-3.02	5.20
Robijs	38.96	-4.23	35.72	-2.82	3.24
Uffo	38.85	-4.34	36.55	-1.99	2.30
Hamlet	51.13	+7.94	47.51	+8.97	3.62
Taifun	48.44	+5.25	41.22	+2.68	7.22
Zebra	39.83	-3.36	34.34	+4.20	5.49
Willow	44.21	+1.02	38.88	+5.33	5.33
Min.	38.85	x	34.34	x	2.30
Max.	51.13	x	47.51	x	7.22
	RS _{0.05} =1.84		RS _{0.05} =1.46		RS _{0.05} =1.73

Ar fungicīdiem apstrādātajā variantā tas bija robežās no 38.85 līdz 51.13, vidējais rādītājs – 43.19 g, bet neapstrādātajā variantā robežās no 34.34 līdz 47.51 g, vidēji 38.54. Kā redzams 3.2.3. tabulā TGM pieaugums, apstrādājot ar fungicīdiem, vidēji bija 4.65 g. Visvairāk uz fungicīdu apstrādi bija reaģējušas šķirnes ‘Taifun’ (7.22 g), ‘Zebra’ (5.49 g) un arī pret dzelteno

rūsu izturīgākā šķirne ‘Willow’ (5.33g.). Visaugstākā TGM visos variantos bija šķirnei ‘Hamlet’ (51.13-47.15 g), TGM ar fungicīdu apstrādātajā variantā palielinājās par 3.62 g.



10.att. Vasaras kviešu šķirņu TGM (g) ar fungicīdu apstrādātajā un neapstrādātajā blokā, Stendē 2017. gadā.

Graudu kvalitāte

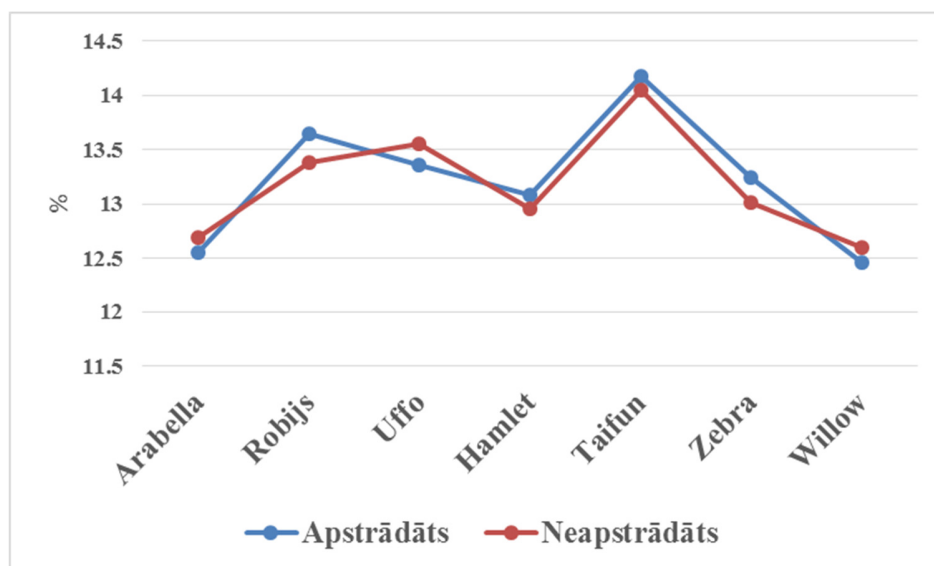
Izmēģinājumā iesētajām vasaras kviešu šķirnēm, tāpat kā ziemas kviešu šķirnēm, visos variantos analizēja graudu kvalitāti, nosakot sekojošus rādītājus: proteīna un lipekļa saturu, olbaltumvielu kvalitāti jeb *Zeleny* indeksu un tilpummasu. Vidējais **proteīna** saturs būtiski neatšķīrās starp apstrādāto un neapstrādāto variantu – ar fungicīdiem apstrādātajā variantā tas bija vidēji 13.21 %, bet neapstrādātajā 13.18%. Visaugstākais proteīna saturs abos variantos bija šķirnei ‘Taifun’ 14.18-14.05%. Proteīna satura izmaiņas, salīdzinot abus variantus, nebija būtiskas, bet visvairāk uz apstrādi ar fungicīdiem reaģēja šķirnes: ‘Robijs’, ‘Zebra’ un ‘Uffo’.

3.2.4.tabula

Vasaras kviešu šķirņu proteīna saturs graudos % Stendē, 2017.

Šķirne	Proteīna saturs, %				Proteīna satura izmaiņas apstrādātajā variantā, %
	Apstrādājot ar fungicīdiem		Bez fungicīdu apstrādes		
Vidējais proteīna saturs	13.21	± no vidējā proteīna satura	13.18	± no vidējā proteīna satura	0.03
Arabella	12.55	-0.66	12.69	-0.49	0.14
Robijs	13.65	+0.44	13.38	+0.20	0.27
Uffo	13.36	+0.15	13.56	+0.38	0.20
Hamlet	13.08	-0.13	12.96	-0.22	0.12
Taifun	14.18	+0.97	14.05	+0.87	0.13

Zebra	13.24	+0.03	13.02	-0.16	0.22
Willow	12.46	-0.75	12.60	-0.58	0.14
Min.	12.46	0.03	12.60	0.16	0.12
Max.	14.18	0.97	14.05	0.87	0.27
	RS _{0.05} =0.93		RS _{0.05} RS _{0.05} =1.10		RS _{0.05} =1.15



11.att. Vasaras kviešu proteīna saturs (%) graudos ar fungicīdu apstrādātajā un neapstrādātajā blokā, Stendē 2017. gadā.

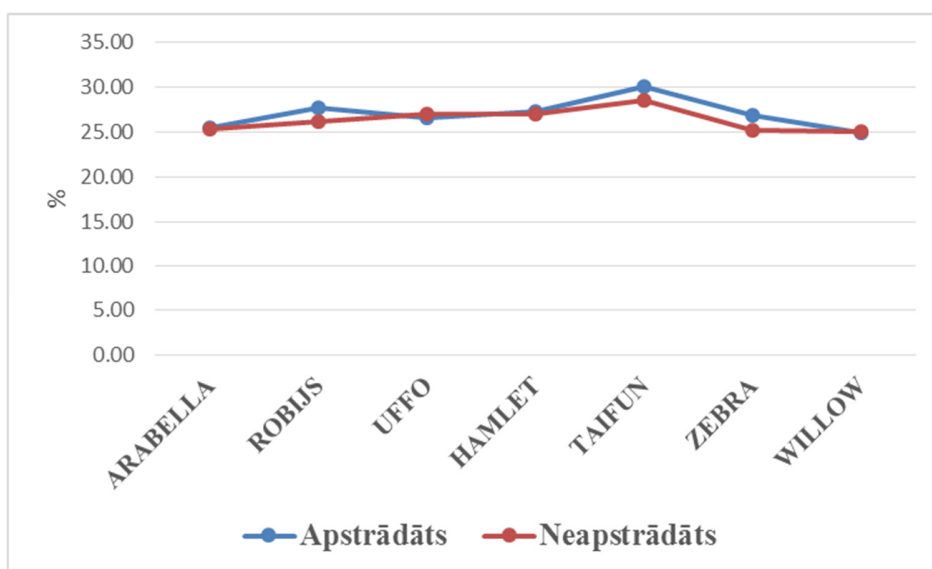
Lipekļa saturs vasaras kviešu graudos tāpat kā proteīna saturs, būtiski neatšķirās starp apstrādāto un neapstrādāto variantu – ar fungicīdiem apstrādātajā variantā tas bija vidēji 27.03 %, bet neapstrādātajā 26.34 %. Visaugstākais lipekļa saturs abos variantos bija šķirnei ‘Taifun’ 30.16-28.59 %. Lipekļa satura izmaiņas, salīdzinot abus variantus, nebija būtiskas, bet visvairāk uz apstrādi ar fungicīdiem reaģēja šķirnes: ‘Robijs’, ‘Zebra’ un ‘Taifun’ (+1.52;+1.72;+1.57%) (3.2.5.tabula.).

3.2.5.tabula

Vasaras kviešu šķirņu lipekļa saturs graudos % Stendē, 2017.

Šķirne	Lipekļa saturs, %				
	Apstrādājot ar fungicīdiem		Bez fungicīdu apstrādes		Lipekļa satura izmaiņas apstrādātajā variantā, %
Vidējais lipekļa saturs	27.03	± no vidējā lipekļa satura	26.34	± no vidējā lipekļa satura	
Arabella	25.53	-1.50	25.40	-0.94	+0.13

Robijs	27.69	+0.66	26.17	-0.17	+1.52
Uffo	26.64	-0.39	27.02	+0.68	-0.38
Hamlet	27.35	+0.32	27.01	+0.67	+0.34
Taifun	30.16	+3.13	28.59	+2.25	+1.57
Zebra	26.92	-0.11	25.20	-1.14	+1.72
Willow	24.92	-2.11	25.04	-1.30	-0.12
Min.	24.92	-0.11	25.04	-0.17	-0.12
Max.	30.16	+3.13	28.59	+2.25	+1.72
	RS _{0.05} =2.67		RS _{0.05} =3.04		RS _{0.05} =2.81

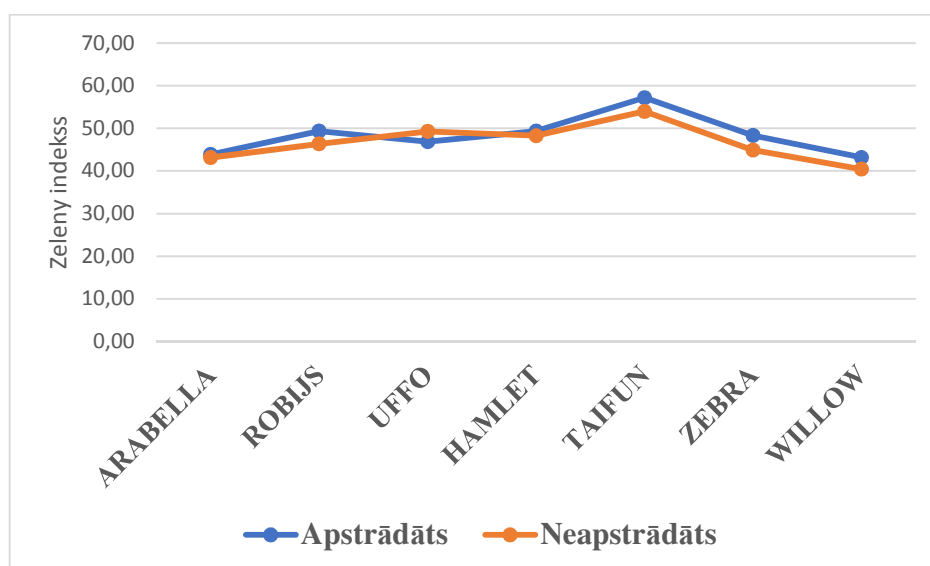


12.att. Vasaras kviešu lipekļa saturs (%) ar fungicīdu apstrādātajā un neapstrādātajā blokā, Stendē 2017. gadā.

Zeleny indekss vasaras kviešu graudos ar fungicīdu apstrādātajā variantā vidēji bija 48.31, bet neapstrādātajā 46.63. Visaugstākais *Zeleny* indekss abos variantos bija šķirnei 'Taifun' (57.17; 53.98). Neviena no izmēģinājumā esošajām šķirnēm neuzrādīja būtiskas atšķirības starp variantiem. Visvairāk uz apstrādi ar fungicīdiem reaģēja šķirnes: 'Zebra', 'Robijs' un 'Taifun', *Zeleny* indekss bija par 3.00- 3.46 vienībām augstāks ar fungicīdiem apstrādātajā variantā nekā neapstrādātajā (3.2.6.tabula).

Vasaras kviešu šķirņu *Zeleny* indekss graudos Stendē, 2017.

Šķirne	<i>Zeleny</i> indekss				<i>Zeleny</i> indeksa izmaiņas apstrādātajā variantā
	Apstrādājot ar fungicīdiem		Bez fungicīdu apstrādes		
<i>Vidējais</i>	48.31	± no vidējā <i>Zeleny</i> indeksa	46.63	± no vidējā <i>Zeleny</i> indeksa	1.68
Arabella	43.90	-4.41	43.18	-3.45	+0.72
Robijs	49.38	+1.07	46.38	-0.25	+3.00
Uffo	46.85	+1.46	49.32	+2.69	-2.47
Hamlet	49.38	+1.07	48.27	+1.64	+1.11
Taifun	57.17	+8.86	53.98	+7.35	+3.19
Zebra	48.34	-0.03	44.88	-1.75	+3.46
Willow	43.17	-5.14	40.44	-6.19	+2.73
<i>Min.</i>	43.17	0.03	40.44	-0.25	+0.72
<i>Max.</i>	57.17	+8.86	53.98	+7.35	
	RS _{0.05} =6.88		RS _{0.05} =7.86		RS _{0.05} =7.41



13.att. Vasaras kviešu *Zeleny* indekss ar fungicīdu apstrādātajā un neapstrādātajā blokā, Stendē 2017. gadā.

Vasaras kviešu **tūlpummasa** ar fungicīdiem apstrādātajā variantā bija robežās no 730.6 līdz 804.8 g L⁻¹, vidēji 787.0 g L⁻¹, bet neapstrādātajā variantā robežās no 750.1 līdz 797.4 g L⁻¹, vidēji 772.6 g L⁻¹. Visaugstākā tūlpummasa abos variantos bija šķirnei 'Taifun' (804.6;780.9).

Visām vasaras kviešu šķirnēm konstatēta lielāka tilpummasa ar fungicīdu apstrādātajā variantā, izņemot šķirni 'Willow', kam tilpummasa variantā bez fungicīdu apstrādes bija >19.5 g L⁻¹.

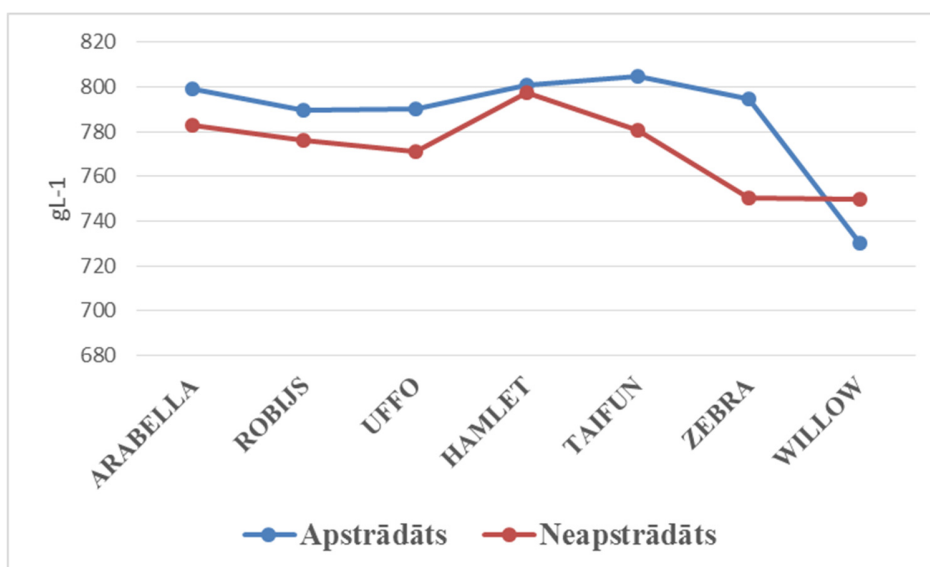
Būtiski uz fungicīda apstrādi bija reaģējušas šķirnes 'Arabella', 'Robijs', 'Zebra', 'Taifun' un 'Uffo' (3.2.7.tabula).

3.2.7.tabula

Vasaras kviešu šķirņu graudu tilpummasa g L⁻¹ Stendē, 2017.

Šķirne	Tilpummasa, g L ⁻¹				Tilpummasas izmaiņas apstrādātajā variantā, g L ⁻¹
	Apstrādājot ar fungicīdiem		Bez fungicīdu apstrādes		
Vidējais proteīna saturs, %	787.0	± no vidējās graudu tilpummasas	772.6	± no vidējās graudu tilpummasas	14.4
Arabella	798.8	+11.8	782.6	+10.0	+16.2
Robijs	789.3	+2.3	775.9	+3.3	+13.4
Uffo	790.4	+3.4	770.9	-1.7	+19.5
Hamlet	800.8	+13.8	797.4	+24.8	+3.4
Taifun	804.6	+17.6	780.9	+8.3	+23.7
Zebra	794.6	+7.6	750.7	-21.9	+43.9
Willow	730.6	-56.4	750.1	-22.5	-19.5
Min.	730.6	+2.3	750.1	-1.7	+3.4
Max.	804.8	+56.4	797.4	+24.8	+43.9
	RS _{0.05} =14.13		RS _{0.05} =8.14		RS _{0.05} =11.51

Graudu kvalitātes rādītāji (proteīna un lipekļa saturs, kā arī *Zeleny* indekss), kas redzami 11.,12.,6. attēlā uzskatāmi parāda, ka starp apstrādāto un neapstrādāto variantu nav būtiskas atšķirības.



14.att. Vasaras kviešu tilpummasa (g L⁻¹) ar fungicīdu apstrādātajā un neapstrādātajā blokā, Stendē 2017. gadā.

5. Diferenciatoru šķirņu novērojums

Lai identificētu dzeltenās rūsas rases un to parādīšanās laiku konkrētajā audzēšanas zonā, kviešiem ir izvēlētas diferenciatoru šķirnes. Katra no šīm šķirnēm satur zināmus gēnus, kas mijiedarbojoties ar patogēna gēniem veido vai, rezistences gadījumā, neveido vizuālus simptomus uz auga lapām.

LAAPC ir iesisitīts starptautiskā pētniecisko organizāciju tīklā, kuri veic kopīgas aktivitātes, lai noskaidrotu dzeltenās rūsas izplatību un attīstību uz diferenciatoru šķirnēm dažādos Eiropas reģionos. Projekta ievaros LAAPC ir saņēmis diferenciatoru šķirņu sēklas no Francijas.

2017. gada sezonā LLU AREI Stendes PC divos atkārtojumos tika iesētas sešas diferenciatoru šķirnes: ‘Ambition’, ‘Moro’, ‘Compair’, ‘Spalding prolific’, ‘Rendezvous’, ‘Mariboss’.

Infekcijas provokācijas fonam blakus iesētas vēl astoņas šķirnes: ‘Fredis’, ‘Edvins’, ‘Olivin’, ‘Talsis’, ‘SW Magnific’, ‘Ceylon’, ‘Zeppelin’, ‘Skagen’. Kopumā iesēti 40 lauciņi, katrs no tiem bija 1m garš.

Sezonas laikā veiktas astoņas uzskaites laika posmā no 29.05.2017. līdz 20.07.2017.

Diferenciatoru ieņēmība pret dzelteno rūsu bija atšķirīga, slimība uz šķirnēm parādījās dažādos laikos (1. tabula). Slimības attīstību ietekmēja šķirņu ģenētiskās īpašības.

Ziemas kviešu šķirne ‘Compair’ izsala, tādēļ nebija iespējams noteikt tās ieņēmību pret dzelteno rūsu.

1. tabula

Dzeltenās rūsas pirmo pazīmju parādīšanās uz kviešu šķirnēm 2017. gadā

‘Fredis’	29.05.2017.
‘Edvins’	29.05.2017.
‘Olivin’	08.06.2017.
‘Talsis’	08.06.2017.
‘Ambition’	14.06.2017.
‘Magnific’	14.06.2017.
‘Ceylon’	20.06.2017.
‘Moro’	27.06.2017.
‘Skagen’	04.07.2017.
‘Spalding prolific’	14.07.2017.
‘Mariboss’	14.07.2017.
‘Zeppelin’	14.07.2017.
‘Rendezvous’	20.07.2017.

Agrāka inficēšanās sekmēja plašāku dzeltenās rūsas izplatību un attīstību visos lapu līmeņos. Vislielākā infekcijas pakāpe konstatēta pirmajā un otrajā lapu līmenī.

Uz šķirnēm Spalding prolific, Mariboss, Rendezvous dzeltenā rūsa būtisku ietekmi neatstāja, jo slimība konstatēta vēlu – graudu veidošanās laikā.

Izmēģinājumā novērotas arī citas kviešu slimības – graudzāļu miltrasa *Blumeria graminis*, kviešu lapu pelēkplankumainība *Zymoseptoria tritici*, kviešu lapu dzeltenplankumainība *Drechslera tritici-repentis*, kas varēja ietekmēt dzeltenās rūsas izplatību un attīstību uz diferenciatoru šķirnēm.



1. attēls. Ziemas kvieši 'Compair' 2017. gada pavasarī



2. attēls. Ziemas kvieši 'Mariboss' 2017. gada jūlijā

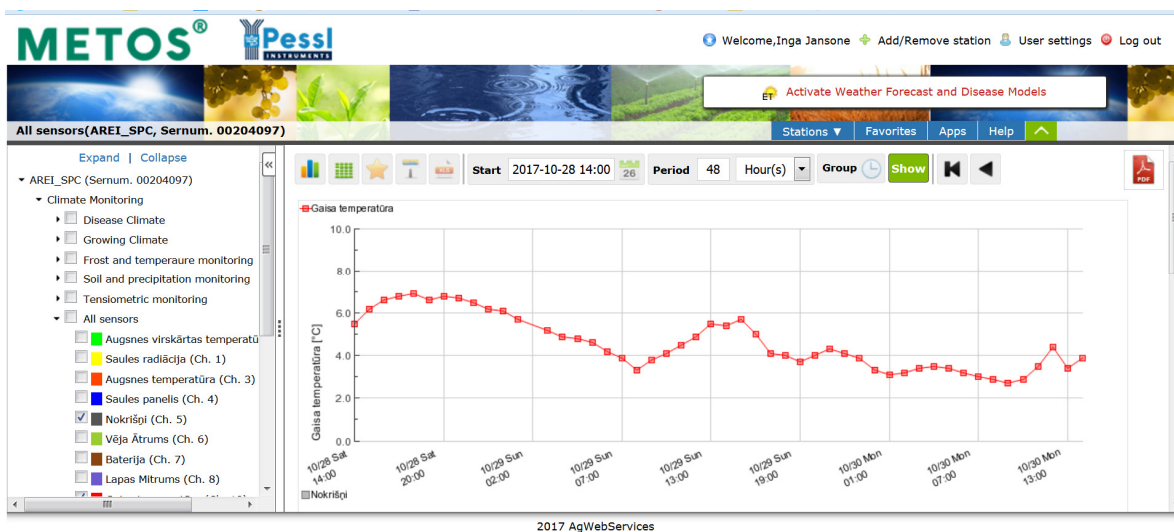


3. attēls. Dzeltenā rūsa uz ziemas kviešu 'Edvins' lapām

6. Dzeltenās rūsas datormodeļa prognožu precizitātes novērtējums Latvijas agroklimatiskajos apstākļos

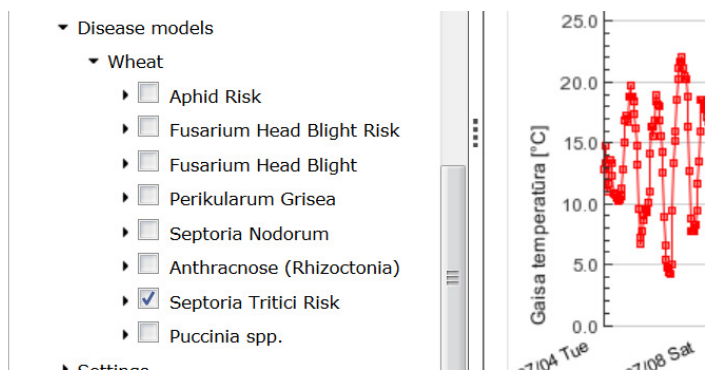
Dzeltenās rūsas (*Puccinia striiformis*) datormodeļa izvērtēšanai tika izvēlēts austriešu kompānijas Pessl Instruments GmbH izstrādātais rūsu prognozēšanas modelis, jo šīs kompānijas meteoroloģisko datu reģistrēšanas iekārtas (METOS), ir populāras Latvijā lauksaimnieku vidū. Dzeltenās rūsas prognozēšana tika veikta, izmantojot šīs kompānijas izstrādāto algoritmu, kas analizēja meteoroloģiskos datus no AREI Stendes pētniecības centra uzskaites iekārtas.

AREI Stendē ir uzstādīta meteostacija, kas darbojas ar saules paneļiem, tai ir iebūvēts akumulators un tās pārraida laikapstākļu datus reāllaika režīmā, izmantojot GSM/GPRS, līdz ar to ļaujot iztikt bez papildu infrastruktūras uzstādīšanas novērojumu vietā. Visi dati tiek regulāri augšupielādēti FieldClimate sistēmā (1. attēls) – laikapstākļu datu platformā, kas aizsargāta ar paroli. Paroli var izmantot vairāki lietotāji, ja tam piekrīt stacijas īpašnieks. Stacijas rādītājus var aplūkot no jebkura datora, ja tam ir interneta pieslēgums. FieldClimate sistēmā iespējams apskatīt ne tikai vēsturiskos laikapstākļu datus un ikdienas iztvaikošanas vērtības, bet arī piekļūt citiem lēmumu pieņemšanas atbalsta risinājumiem, piemēram, slimību modeļiem.



1. attēls. FieldClimate sistēma, kurā redzami nokrišņu rādītāji no 28.10. – 30.10.

Jebkurai stacijai Pessl Instruments, kura ir FieldClimate sistēmā, ir iespēja pieslēgt dažādus slimību prognozēšanas modeļus. AREI Stendes stacijai LLKC ir pieslēdzis graudaugu slimību (Dzeltenās rūsas) prognozēšanas modeli. Viss, kas bija nepieciešamas, bija sazināšanās ar ražotāju, kurš virtuāli (attālināti), pēc atmaksas veikšanas, modeli pieslēdza dažu dienu laikā. Modelis prognozē ne tikai dzeltenās rūsas izplatības riskus, bet arī citas slimības (2.attēls).



2. attēls. Graudaugu slimību modeļa piedāvāto ierosinātāju prognozēšanas modeļi `AREI Stende` meteostacijai.

Konkrētais dzeltenās rūsas prognozēšanas modelis balstās uz meteoroloģisko datu analīzi, dodot signālu par inficēšanās riska iespējamību procentos (%). Modelis pieņem, ka inficēšanai risks iestājas, ja ir bijušas vismaz dažas stundas ar nepārtrauktu mitrumu uz kviešu lapām laika periodā, kad gaisa temperatūra ir no +5⁰ līdz +20⁰ grādi pēc Celsija.

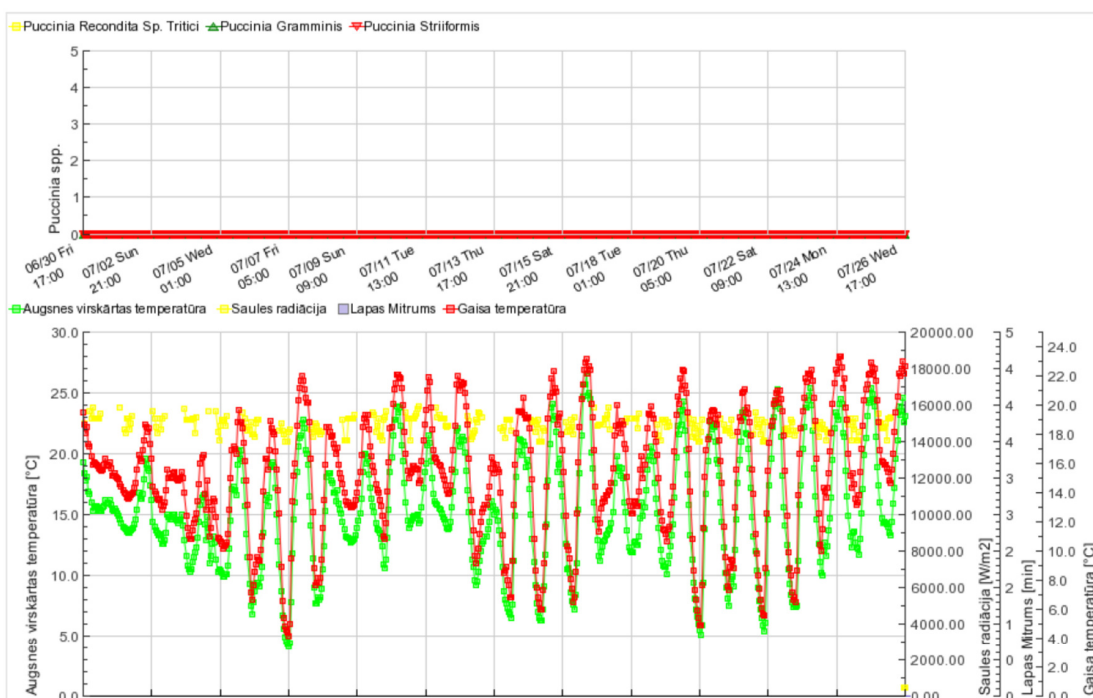


3.attēls. Dzeltenās rūsas prognoze maijā

Bet modelis paredz, ka ir jāakumulējas temperatūru summai vismaz +80⁰ pēc Celsija. Papildus tam vēl ir nepieciešama pietiekoši liela gaismas intensitāte, lai modelis sniegtu prognozi par inficēšanās risku.

2017. gada veģetācijas periodā pirmais signāls par dzeltenās rūsas infekcijas risku ir saņemts 15. maijā, kad modelis prognozēja 24% inficēšanās iespēju. Tālāk maija mēneša laikā signāls par inficēšanās risku saņemts vēl 6 reizes. Vislielākais risks ir ticis prognozēts 23. maijā - 62% (1.attēls). Lielākus riskus par 50% un vairāk modelis maijā ir prognozējis vēl arī 24. maijā - 50%, 29. maijā - 56% un 31. maijā - 56%.

Station name	Serial	Start date/time	End date/time	Altitude	Longitude	Latitude
AREI_SPC	00204097	2017-06-30 17:00	2017-07-26 17:00	78.8	22.562249	57.180373



Sensor name (Channel)	Min	Max	Notes
Augsnes virskārtas temperatūra (Ch. 0)	4.0	27.1	
Saules radiācija (Ch. 1)	440.00	15960.00	
Lapas Mitrums (Ch. 8)	0	0	
Gaisa temperatūra (Ch. 18)	3.9	24.9	
Puccinia Recondita Sp. Tritici (Ch. 29001)	0	0	
Puccinia Gramminis (Ch. 29002)	0	0	
Puccinia Striiformis (Ch. 29004)	0	0	

4.attēls. Dzeltenās rūsas prognoze jūnijā

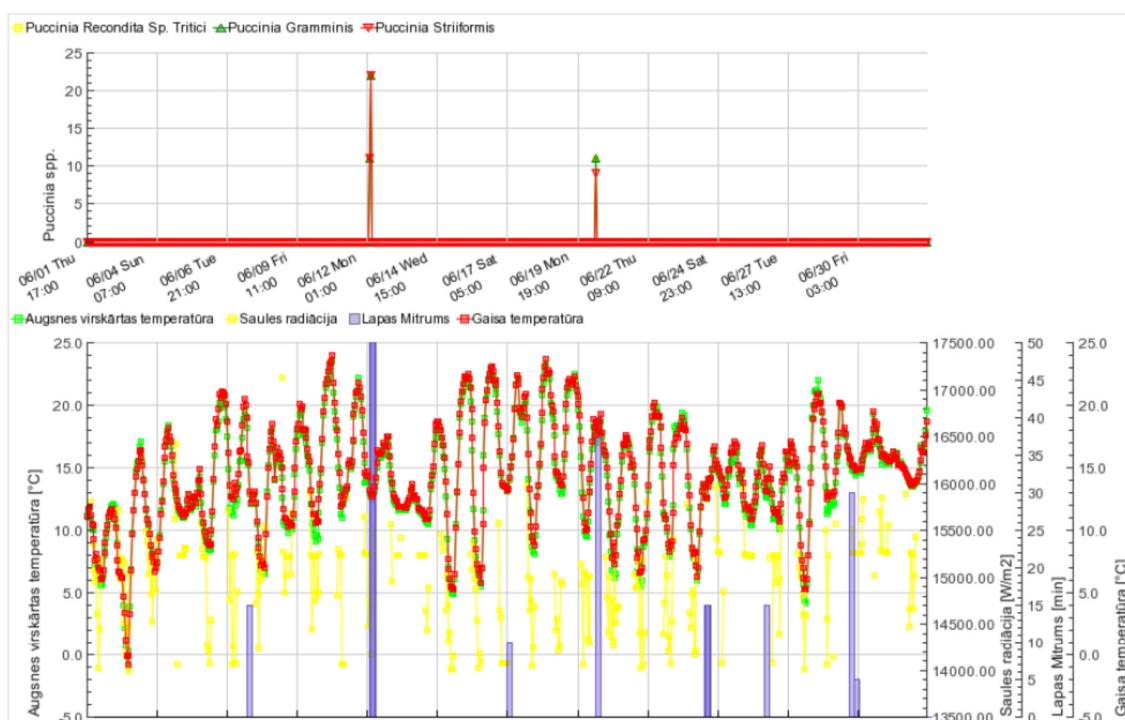
Jūnijā modelis ir prognozējis dzelteno rūsas divas reizes. Vislielākais risks ir sasniegts 13. jūnijā, kad modelis prognozējis 22% infekcijas risku (4. attēls).

Tālāk jūlija mēnesī modelis dzeltenās rūsas inficēšanās risku nav prognozējis (3.attēls).

Attēlos Nr. 3 un Nr. 4 ir skaidri redzama sakarība starp konstatēto mitrumu uz lapām un dzeltenās rūsas riska prognozi, kas seko pēc zināma laika.

Ņemot vērā dzeltenās rūsas potenciālo bīstamību un lielos ražas zaudējumus, tiek uzskatīts, ka apstrāde ar fungicīdiem jāuzsāk tūlīt pēc pirmo slimības pazīmju parādīšanās. Tādēļ, lai analizētu dzeltenās rūsas prognozēšanas modeļa atbilstību Latvijas situācijai, ir nepieciešams konstatēt pirmās inficēšanas pazīmes uz dažādām kviešu šķirnēm un šie dati jāsalīdzina ar prognozēšanas modeļa signāliem.

Station name	Serial	Start date/time	End date/time	Altitude	Longitude	Latitude
AREI_SPC	00204097	2017-06-01 17:00	2017-07-02 16:00	78.8	22.562249	57.180373

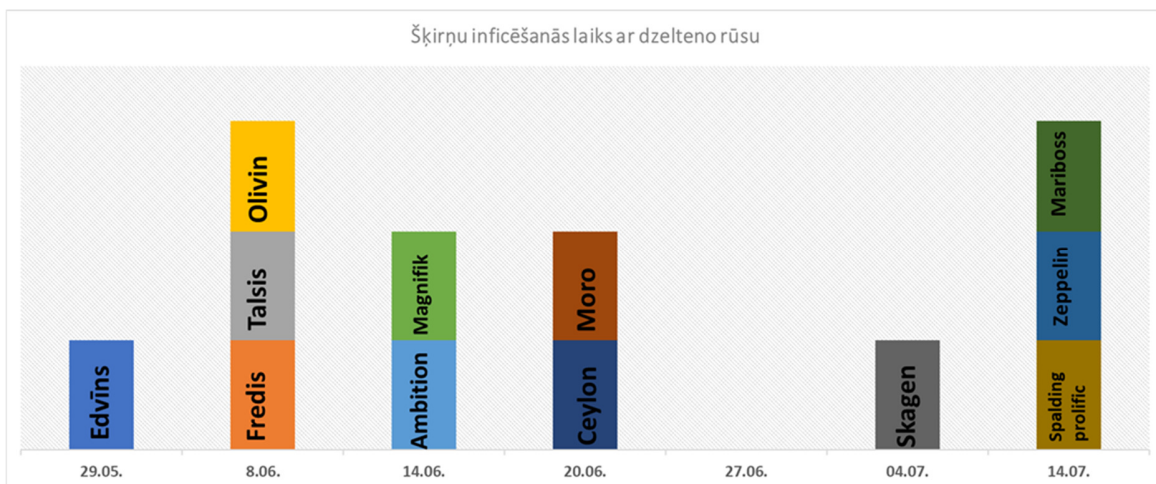


Sensor name (Channel)	Min	Max	Notes
Augšnes virskārtas temperatūra (Ch. 0)	-1.3	23.9	
Saules radiācija (Ch. 1)		17122.00	
Lapas Mitrums (Ch. 8)	0	50	
Gaisa temperatūra (Ch. 18)	-1.2	24.5	
Puccinia Recondita Sp. Tritici (Ch. 29001)	0	22	
Puccinia Gramminis (Ch. 29002)	0	22	
Puccinia Striiformis (Ch. 29004)	0	22	

5.attēls. Dzeltenās rūsas prognoze jūlijā

2017. gada veģetācijas periodā ir iespējams veikt šo analīzi tām ziemas kviešu šķirnēm, kurām tika veikta regulāra dzeltenās rūsas uzskaitē visā veģetācijas perioda garumā Stendes pētniecības centrā iekārtotajos izmēģinājumos un kur netika lietoti fungicīdi visā uzskaites periodā.

Attēlā Nr. 4 ir redzami datumi, kad uz dažādām ziemas kviešu šķirņu šķirnēm ir konstatētas pirmās dzeltenās rūsas pazīmes. Ir redzama ļoti liela atšķirība šķirņu inficēšanās laikā. Šķirnes – ‘Edvīns’, ‘Fredis’, ‘Talsis’ un ‘Olivin’ ir inficējušās ar dzelteno rūsas maija beigās – jūnija sākumā, bet uz tādām šķirnēm kā ‘Zeppelin’, ‘Mariboss’ un ‘Spalding prolific’ dzeltenās rūsas pirmās pazīmes atrastas tikai jūlija vidū, kad ziemas kvieši jau sasnieguši nogatavošanās sākuma stadiju.



4. attēls Šķirņu inficēšanās laiks ar dzelteno rūsas

Salīdzinot dzeltenās rūsas prognožu modeļa signālus un reālos ziemas kviešu šķirņu slimību uzskaites datus, ir redzams, ka izmēģinājumos dzeltena rūsas pirmo reizi konstatēta tikai pēc tam, kad trīs reizes modelis ir prognozējis vismaz 50% inficēšanās risku vai vairāk (šķirnei ‘Edvīns’ -29.05.). Apmēram nedēļu vēlāk dzeltenā rūsas ir konstatēta vēl 3 šķirnēm (‘Fredis’, ‘Talsis’, ‘Olivin’). Šajā laika intervālā vēl vienu reizi ir konstatēts prognožu modeļa signāls par dzeltenās rūsas risku, kas ir lielāks par 50% (31.05.-56%). Vēlāk dzeltenā rūsas tika atrasta šķirnēm ‘Ambition’ un ‘SW Magnifik’ 14. jūnijā, tūlīt pēc tam, kad prognožu modelis ir devis signālu par 22% infekcijas risku (13.06). Lai arī jūnija beigās un jūlijā prognožu modelis nav konstatējis īpaši labvēlīgus apstākļus dzeltenās rūsas izplatībai, slimība parādījās arī uz tām šķirnēm, kuras līdz pat nogatavošanās sākumam nebija inficējušās (‘Skagen’, ‘Zeppelin’, ‘Mariboss’).

Pēc pirmā gada datiem ir iespējams izdarīt dažus sākotnējos secinājumus:

1. Vietne FieldClimate, ir ērti lietojama, bet nepiedāvā latviešu valodu (ir pieejamas arī lietuviešu un igauņu).
2. Dati ir viegli pārveidojami dažādās formās, kas ļauj ar tiem dalīties un tos nepieciešamības gadījumā arī apspriest ar citiem speciālistiem.
3. Slimību prognozēšanas modelis datus sniedz gan ciparu formā, gan grafiski.
4. Vienkāršam lietotājam slimību prognozēšanas modeļa sniegtos rezultātus bez papildus paskaidrojumiem ir sarežģīti pielietot. Modeļa lietotājs papildus būtu jāapmāca par datu interpretāciju un praktisko pielietojumu.

5. Konkrētais prognožu modelis nedala šķirnes pēc to inficēšanās riska, bet ir skaidri redzama tendence, ka ziemas kviešu šķirnes inficējas ar dzelteno rūsu ļoti atšķirīgi, ko, visticamāk, nosaka šo šķirņu ģenētiskās īpašības.
6. Ir redzama tendence, ka pirmās dzeltenās rūsas pazīmes uz dažām šķirnēm parādās pēc tam, kad ir akumulējušies vairākkārtēji prognožu modeļa signāli, kas pārsniedz 50% risku.

7. Informācijas izplatīšana

Līga Feodorova-Fedotova. Prezentācija par dzelteno rūsu 24.02.2017. Dzeltenās rūsas izplatība Latvijā. LAAPC organizētais seminārs „Aktuālākais par nezālēm un slimībām laukaugu sējumos”. Rēzeknes LLKC.

Vija Strazdiņa. Dalība ar stenda referātu 8th International Scientific Conference “RURAL DEVELOPMENT 2017: Bioeconomy challenges”. 23.11-24.11.2017. Kauņa, Lietuva.

Izmantotā literatūra

Chen W., Wellings C., Chen X., Kang Z., Liu T. 2014. Wheat stripe (yellow) rust caused by *Puccinia striiformis* f. sp. *Tritici*. *Molecular Plant Pathology*. Volume 15, Issue 5: 433–446

Hansen J. 2013. Additional support in the fight against yellow rust in organic farming.; (wheatrust.org)

Hovmøller M.S., Rodriguez-Algaba J., Thach T., Sørensen C.K. 2017. Race Typing of *Puccinia striiformis* on Wheat. Sambasivam Periyannan (ed.), *Wheat Rust Diseases: Methods and Protocols*, *Methods in Molecular Biology*, vol. 1659: 29-40

Hovmøller M.S., Sørensen C.K., Walter S., Justesen A.F. 2011. Diversity of *Puccinia striiformis* on cereals and grasses. *Annu. Rev. Phytopathol.* 49:197-217

Reiss A., Jørgensen L.N. 2017. Biological control of yellow rust of wheat (*Puccinia striiformis*) with Serenade@ASO (*Bacillus subtilis* strain QST713). *Crop Protection* 93 (2017) 1-8

1. Pielikums

Sample collection procedure for GRRC race analyses of wheat rusts 2016

Updated May 16, 2016

We accept to take in samples of yellow rust (*Puccinia striiformis*) for race analyses according to an agreement between ICARDA, CIMMYT and Aarhus University. Annual priorities of sampling areas and numbers are made by staff representatives of CIMMYT (Dave Hodson) and ICARDA (Kumarse Nazari) and GRRC. Samples submitted without prior confirmation by GRRC will not be considered. We also accept samples of stem rust (*Puccinia graminis tritici*) as agreed upon with the Borlaug Global Rust Initiative and the phase II of the Durable Rust Resistance in Wheat Project (DRRW), 2011-15 and rust infected leaves from *Berberis* spp..

Submission of stem rust samples

1. For submission of stem rust samples you should follow the guidelines developed in the phase I of DRRW project and ensure that the stems are appropriately dried.
2. Alternatively, follow the guideline for submission of yellow rust samples which are given below:

Submission of yellow rust samples

Take 3 - 5 leaves/stems (denoted "collection") from each plot/field where you wish to collect samples, younger (upper) green leaves are preferred rather than older leaves. Take leaves/stems with clearly separated, fresh lesions/postules with visible urediniospores. Fold each leaf separately and put them individually in glycine (or paper) bags to promote rapid drying and to avoid curling, - pustules should be inside the folded leaf (photo below). Click on this link for details: <https://www.youtube.com/watch?v=Tc6SoJJuNuw&feature=youtu.be> If leaves tend to curl press leaves while they dry 12-24 hours at room temperature. Put together samples from each "collection" into a SINGLE paper envelope and label with unique "collection" ID. After drying, the envelope must be sealed with tape. To increase diversity, we recommend taking "collections" from different locations and varieties (e.g., some heavily infected and some light infected), up to 20 sites/varieties (i.e., up to 20 collections/envelopes with 3-5 individual leaves).

Before sending samples to GRRC, you should put additional two layers of sealed envelopes (increasing in size). Each new envelope (clean from rust spores) must be handled in a lab bench/clean environment using separate clean lab coats and gloves. The final package must be wiped with 70% ethanol to remove sporadic spores from the surface – avoid to store in a fridge at any point due to high humidity – **NEVER** use plastic bags.

We can only guarantee processing incoming samples according to available resources. State clearly outside the envelope: "**scientific material without commercial value**" to avoid unnecessary delays in the customs.

We must receive a request by email prior to submission of samples. GRRC will then issue an import permit stating that we can receive your samples, the permit to be enclosed along with sample submission. Information about details of collector (person), host variety, sampling date, location, GPS coordinates, disease severity in each plot from where samples are taken, must be given. This information should be sent electronically in Excel format or similar **using the following email addresses:**

- Ellen.Jorgensen@agro.au.dk,

- Annemariefejer.justesen@agro.au.dk
- mogens.hovmoller@agro.au.dk

In addition, you should include this note and our note of acceptance of wheat rust samples “GRRC Letter of import statement”, by which we accept the samples of wheat rust from outside Denmark.

Samples must be sent by courier to: Ellen Jørgensen, Dept. of Agroecology, Science and Technology, Aarhus University, Forsøgsvej 1, DK-4200 Slagelse, Denmark. Try to avoid DHL which may use radiation affecting the survival of samples.