

**LATVIJAS LAUKSAIMNIECĪBAS UNIVERSITĀTES**  
**AUGU AIZSARDZĪBAS ZINĀTNISKĀ INSTITŪTA "AGRIHORTS"**

Projekta

**"Ilgtspējīga augu aizsardzības sistēma - pašreizējās situācijas  
analīze, izaicinājumi un nākotnes risinājumi"**

**Nr.10.9.1-11/22/1144-e**

zinātniskā atskaite

Projekta vadītāja: Viktorija Zagorska

Jelgava, 2022

**Projekta izpildītāji:**

**LLU Augu aizsardzības zinātniskais institūts "Agrihorts":**

Viktorija Zagorska, Dr. sc. ing, vadošā pētniece

Vitalijs Komašilovs, Dr. sc. ing, vadošais pētnieks

Regīna Rancāne, Mg. agr., pētniece

Jevgenija Nečajeva, Dr. biol., vadošā pētniece

Vitalijs Radenkovs, Dr.sc.ing, vadošais pētnieks

Aigars Šutka, Mg. agr., viespētnieks,

Jānis Gailis, Dr. agr., vadošais pētnieks

Maksims Fiļiovičs, Mg. biol, viespētnieks

Inta Jakobija, Mg. agr., pētniece

SIA "LAAPC" laukaugu patoloģijas (Mg. agr. Elīnas Braunas vadībā) un nezāļu grupa

Konsultē Aigars Šutka, neatkarīgais konsultants

## LIETOTIE TERMINI UN SAĪSINĀJUMI

A	akaricīds
AAL	augu aizsardzības līdzeklis
BCF	bioakumulācijas koeficients (angļ. - <i>Bioconcentration factor</i> )
d.v.	darbīgā viela
DT50	laika periods, kad vielas saturs augsnē ir samazinājies divas reizes, salīdzinot ar sākotnējo daudzumu.
EC50	vielas koncentrācija, kurā attiecīgi 50% no izmēģinājumu organismiem mirst vai tiek ietekmēta, piemēram, to vairošanās spēja
EK	Eiropas Komisija
ES	Eiropas Savienība
F	fungicīds
H	herbicīds
I	insekticīds
K	kodne
L	litrs
LC50	vielas koncentrācija, kas noteiktā laika intervālā izraisa 50 % letālu iedarbību
LD50	toksiskas vielas vidējā letālā deva, kas nepieciešama, lai nogalinātu pusi eksperimentā izmantoto organismu
lim	limacīds
LIZ	lauksaimniecībā izmantojamās zemes
NOEC	vielas lielākā koncentrācija vai līmenis, kas konstatēts novērojumos vai eksperimentos un kas neizraisa nosakāmu ietekmi.
PAL	augu aizsardzības līdzekļu slodze uz hektāru
PL	augu aizsardzības līdzekļu slodze uz 1kilogrammu darbīgās viels
PLI	augu aizsardzības līdzekļu slodzes rādītājs, ko izrēķināta sareizinot lietoto AAL kilogramu daudzumu ar PL
SCI-GROW	skrīninga modelis, ko izmanto, lai novērtētu augu aizsardzības līdzekļu koncentrāciju grunstuņēnos
TFI	lietošanas biežuma indekss

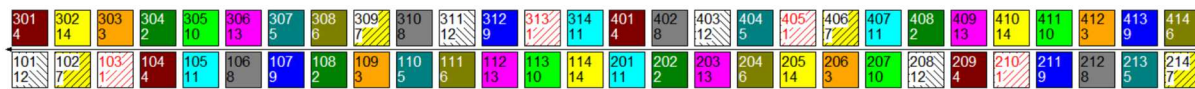
## 2. AUGŠANAS REGULATORU IZMĒGINĀJUMI ZIEMAS KVIEŠU SĒJUMOS AR ATŠKIRĪGU SLĀPEKĻA MĒSLOJUMA FONU

### 2.1. Metodika

Augu augšanas regulatoru efektivitātes izmēģinājums ar dažādu slāpekļa virsmēslojuma daudzumu tika iekārtots ziemas kviešu 'Skagen' sējumā, ar izmēģinājuma lauciņu platību 2.5 x 9.0 m. Kviešu izsējas norma bija 210 kg/ha, sējas datums 15.09.2021. Izmēģinājums iekārtots randomizēti pēc nejaušības principa 4 atkārtojumos (2.1. att.). Randomizācijā iekļautas trīs dažādas ekspozīcijas ar dažādām slāpekļa mēslojuma devām tās tiek uzskatītas kā trīs kontroles, pret kurām salīdzināja augu augšanas regulatoru dažādu devu un kombināciju efektivitāti. (4. tabula).

#### Papildmēslojumam izmatotās mēslojuma devas un lietošanas laiks:

Papildus pamatmēslojumam N100, izmantotas trīs dažādas slāpekļa virsmēslojuma normas: N120, N150 un N180 (3 tabula). Ražošanas ietvaros tika veiktas divas apstrādes ar slāpekli saturošu mēslojumu, pirmā 30.09.21, kad slāpekļa mēslojums bija iekļauts kompleksajā mēslojumā (N:P:K 10:26:26), otrā apstrāde tika veikta 22.03.22., kad slāpekļi tika izkliedēti amonija nitrāta veidā visā izmēģinājuma platībā. Lai nodrošinātu plānotās slāpekļa devas 06.05.22. manuāli izkaisīja mēslojumu pa variantiem atšķirīgās devās un 9.06.22. veica mēslojuma izkliedi pirmajam līdz sestajam variantam, lai sasniegtu slāpekļa devu N180 (3. tabula), abās apstrādes reizēs izmantoja amonija nitrātu (N 34,4%). Papildmēslojums izmēģinājuma laucīņos veikts kviešu stiebrošanas sākumā (BBCH 31-32) un vārpa piebriešanas karoglapas maksī laikā (BBCH 41-45).



2.1. att. Izmēģinājuma randomizācijas shēma.

#### Augsnes parametri:

Izmēģinājums tika iekārtots smilšmāla karbonātaugsnē. Organiskā viela augsnē bija 2,9%, augsnes skābuma koncentrācija 7,3. K<sub>2</sub>O 170 mg/kg, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 110 mg/kg. Priekšaugš bija lauka pupas. Augu augšanas kvalitātes nodrošināšanai pēc labas prakses principiem bez izmēģinājumā lietotajiem produktiem vēl izmantoja graudu kodni, komplekso mēslojumu, herbicīdu un fungicīdus (2. tabula).

2. tabula

#### Izmēģinājumā izmantotie uzturošie fona mēslojumi un augu aizsardzības līdzekļi

Nr.	Datums	Veids	Produkta nosaukums	Apraksts	Deva	Mērv.
1	30.09.21	Mēslojums	N:P:K	10:26:26	200	Kg/ha
2	15.09.21	Kodne	Celest Trio	Fludioksonils 25 g/l, difenokonazols 25 g/l, tebukonazols 10 g/l	2,0	L/1000
3	22.03.22	Mēslojums	Amonija nitrāts	34.4	250	Kg/ha
4	18.05.22	Herbicīds	Secator OD	amidosulfuron 100 g/L, Na-methyl-jodosulfuron 25 g/L	0,15	L/ha
5	10.05.22	Fungicīds	Input Triple	proquinazide, 40 g/l, prothioconazole 160 g/l, spiroxamin 200 g/l	0,8	L/ha

**Izmēginājumā izlietotais slāpekļs tīrvielā pa apstrādes datumiem un variantiem**

Nr	Variants	Deva	Mēr- vienība	Apstrādes laiks	30.09.21	22.03.22	6.05.22	9.06.22	SUMMA
					N tīrviela	N tīrviela	N tīrviela	N tīrviela	
1	KONTROLE 180				20	86	44	30	180
2	Cycocel 750	1.5	l/ha	A	20	86	44	30	180
	Medax Max	0.5	kg/ha	C					
	Terpal	0.75	l/ha	D					
3	Cycocel 750	1.5	l/ha	A	20	86	44	30	180
	Medax Max	0.5	kg/ha	C					
4	Cycocel 750	1.5	l/ha	A	20	86	44	30	180
	Moddus 250 EC	0.4	l/ha	C					
5	Medax Max	0.3	kg/ha	B	20	86	44	30	180
	Moddus 250 EC	0.4	l/ha	C					
6	Cycocel 750	1.0	l/ha	A	20	86	44	30	180
	Medax Max	0.3	kg/ha	A					
	Moddus 250 EC	0.4	l/ha	C					
7	KONTROLE 150				20	86	44	-	150
8	Cycocel 750	1.5	l/ha	A	20	86	44	-	150
	Medax Max	0.3	kg/ha	C					
9	Medax Max	0.3	kg/ha	B	20	86	44	-	150
	Moddus 250 EC	0.4	l/ha	C					
10	Cycocel 750	1.0	l/ha	A	20	86	44	-	150
	Moddus 250 EC	0.4	l/ha	C					
11	Cycocel 750	1.0	l/ha	A	20	86	44	-	150
	Medax Max	0.5	kg/ha	C					
12	KONTROLE 120				20	86	14	-	120
13	Cycocel 750	1.0	l/ha	A	20	86	14	-	120
14	Moddus Start	0.25	l/ha	B	20	86	14	-	120

**Augu augšanas regulatoru smidzinājumu deva, laiks, augu attīstības stadija**

Nr.	Variants	Deva, l vai kg/ha	Apstrādes laiks/BBCH (no/līdz)	Smidzinājumu veikšanas laiks	Slāpekļa deva tīrvielā kg/ha
1	<b>Kontrole 1</b>		-		N 180
2	Cycocel 750	1.5	12.04.22/ 25-27	A	N180
	Medax Max		08.05.22/32	C	
	Terpal	0.5	03.06.22/37-41	D	
3	Cycocel 750	0.75			N180
	Medax Max	1.5	12.04.22/ 25-27	A	
4	Medax Max	0.5	08.05.22/32	C	N180
	Moddus 250 EC	1.5	12.04.22/ 25-27	A	
5	Medax Max	0.4	08.05.22/32	C	N180
	Modus 750	0.3	09.04.22/25-29	B	
6	Cycocel	0.4	08.05.22/32	C	N180
	Madax Max	1.0	12.04.22/ 25-27	A	
	Moddus 250 EC	0.3	12.04.22/ 25-27	A	
7	Moddus 250 EC	0.4	08.05.22/32	C	N150
	<b>Kontrole 2</b>		-		
8	Cycocel 750	1.5	12.04.22/ 25-27	A	N150
	Medax Max	0.3	08.05.22/32	C	

9	Medax Max Modus 750	0.3	09.04.22/25-29 08.05.22/32	B C	N150
10	Cycocel 750 Moddus 250 EC	1.0	12.04.22/ 25-27 08.05.22/32	A C	N150
11	<b>Cycocel 750</b> <b>Medax Max</b>	<b>1.0</b> <b>0.5</b>	<b>12.04.22/ 25-27</b> <b>08.05.22/32</b>	<b>A</b> <b>C</b>	<b>N150</b>
12	<b>Kontrole 3</b>		-		N120
13	Cycocel 750	1.0	12.04.22/ 25-27	A	N120
14	Modus Start	0.25	09.04.22/25-29	B	N120

**Izmēģinājumā izmatoto produktu aktīvās vielas un to daudzums litrā produkta:**

- Cycocel 750 (d.v. hlormekvāta hlorīds 750 g/l)
- Medax Max (d.v. kalcija proheksadions 50 g/kg etil-trineksapaks 75 g/kg)
- Moddus 250 EC (d.v. etil-trineksapaks 250 g/l)
- Terpal (d.v. mepikvāta hlorīds - 305 g/l, etefons - 155 g/l)
- Moddus Start (d.v. etil-trineksapaks 250 g/l).

Apstrāde ar augu augšanas regulatoriem veikta ar riteņa smidzinātāju "Schachtner PSGF 5.3 B" ar horizontālo smidzināšanas stieni un darba platumu 2.5 m, kurš darbojas ar saspiesta gaisa palīdzību, kas aprīkots ar augu aizsardzības līdzekļa lietošanai atbilstošām sprauslām. Smidzināšanai izmantotais ūdens daudzums bija 250 l/ha, kas attiecīgi tika aprēķināts uz variantu platību (2,475 l/variantu). Meteoroloģisko datu raksturojums smidzināšanas laikā ir atrodams 4. tabulā.

4. tabula

**Meteoroloģiskie apstākļi augu augšanas regulatoru smidzināšanas laikā, 2022. gada veģetācijas sezonā**

Parametrs	12. aprīlis	19. aprīlis	18. maijs	3. jūnijs
Temperatūra, °C	6,7	15,1	16	17
Relatīvais gaisa mitrums, %	74	31	40	60
Vēja ātrums (m/sec), virziens	1,8, Z	2,7, ZA	2,3, DR	4,0, R
Augu virsma	Sausa ar turgoru	Sausa ar turgoru	Sausa ar turgoru	Sausa ar turgoru
Nokrišņu daudzums (mm) 6 h pēc apstrādes	0	0	0	0
Nokrišņu daudzums (mm) nedēļu pēc apstrādes	8,7	4,6	12,4	19,1

**Laika apstākļu raksturojums:**

Aprīļa un maija vidējā gaisa temperatūra bija zem normas, visvairāk nokrišņu Jelgavas novadā bija aprīļa pirmajā un maija trešajā dekādē, būtiski pārsniedzot ilggadīgo normu. Kopumā šie mēneši raksturojami kā vēsi un mitri. Arī jūnija sākums turpināja būt nokrišņiem bagāts, kas varēja kavēt augu augšanu. Kopumā jūnijs bija silts, bet jūlijs bija vēsāks, nekā ierasts. Jūlija otrajā dekādē nokrišņi bija vairāk, nekā ierasts šajā laika periodā (5. tabula).

5. tabula

**Meteoroloģiskie laika apstākļi 2022. Dati no Jelgavas HMS**

Mēnesis, dekāde	Gaisa temperatūra °C		Nokrišņi	
	Faktiskā 2022	Novirze no ilgtermiņa normas (1991-2020) +/-	Faktiskie 2022, mm	Procenti no normas (1991-2020)
Aprīlis I	2.8	-1.7	17.2	115
II	6.2	0.0	8.2	70
III	7.6	-1.7	4.5	48
mēnesī	5.5	-1.1	29.9	83
Maijs I	8.5	-2.0	0.2	1
II	10.6	-1.2	13.3	75
III	11.9	-1.5	42.6	216
mēnesī	10.3	-1.6	56.1	107

Jūnijs	I	15.0	0.1	34.7	267
	II	15.1	-0.3	55.7	170
	III	20.8	4.7	0.8	3
	mēnesī	17.0	1.5	91.2	124
Jūlijs	I	18.3	0.9	21.0	81
	II	16.3	-1.5	67.0	241
	III	18.2	-0.2	5.1	18
	mēnesī	17.6	-0.3	93.1	113

### Uzskaites:

Izmēģinājumā tika veiktas augu garuma uzskaites 15 augiem katrā lauciņā. Procentuāli tika parēķināts augu garuma pieaugums vai samazinājums pret kontroli, pieņemot, ka kontroles parauglaukumos augu garums ir 100%.

Veldrēšanās platības un leņķa uzskaites tika veiktas pēc pirmo veldrēšanās pazīmju parādīšanās izmēģinājumā un pirms ražas novākšanas. Aprēķināja veldrēšanās indeksu.

Veldres indekss tika rēķināts pēc 2.1. formulas:

$$V.I. = V.S. \% * V.L. \quad [2.1.]$$

kur V.I. – veldres indekss;

V.S. – veldres laukums, % (procenti no kopējā lauciņa platības);

V.L. – veldres leņķis, (rēķinot slīpuma nobīdi 0°-90° robežās no vertikāles)

Izmēģinājumā veikts fitotoksiskuma novērtējums vizuāli pa lauciņiem

### Datu matemātiskā apstrāde:

Izmēģinājumu datu matemātiskā apstrāde veikta, izmantojot ARM 2022.5 datorprogrammu. Ierobežošanas stratēģijas analizētas, izmantojot viena faktora dispersijas analīzi (ticamība līmenis 95%), bet šo stratēģiju efektivitātes atšķirību būtiskums noteikts, izmantojot LSD post-hoc testu.

## 2.2. Rezultāti

### N120

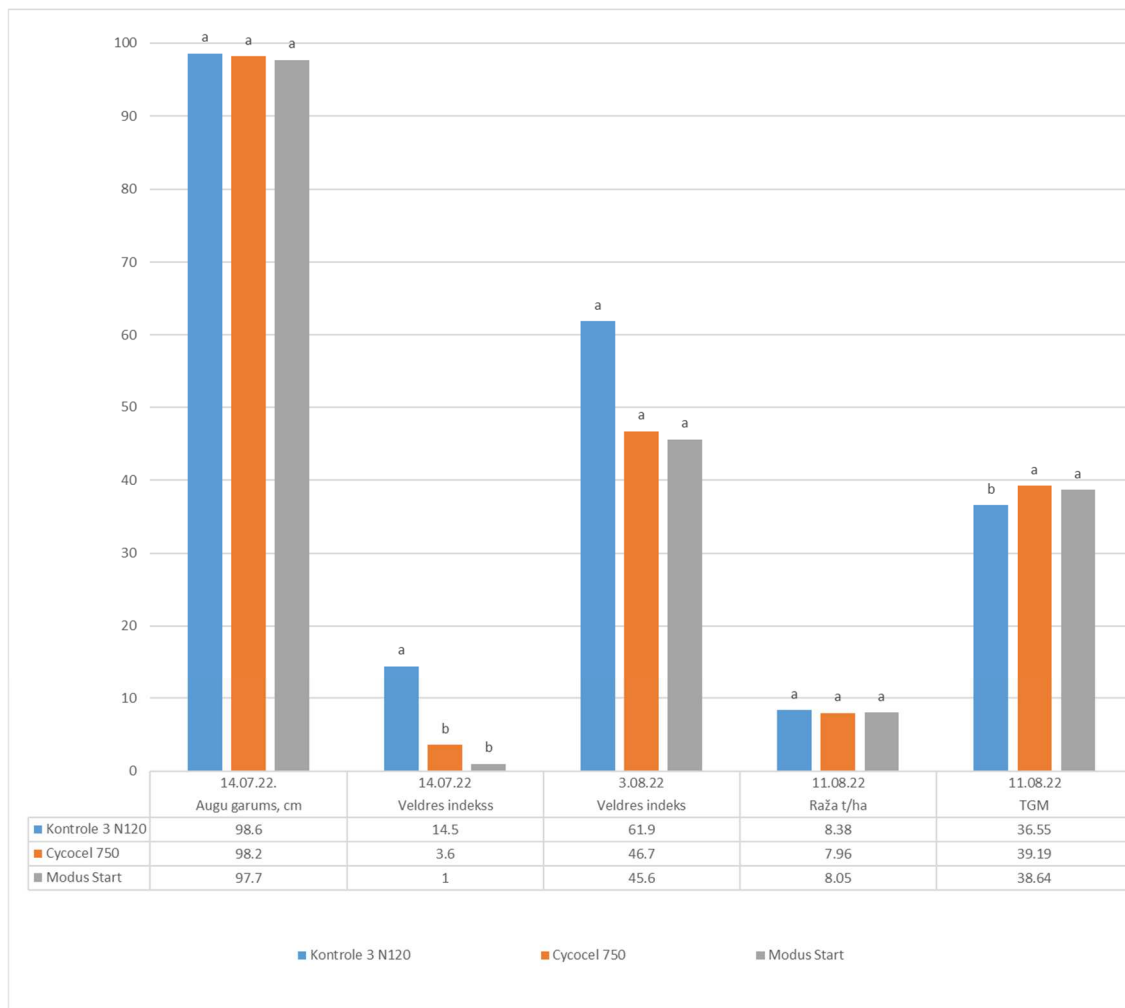
Pie virsmēslojuma N120 netika konstatētas būtiskas augu garuma atšķirības starp apstrādes variantiem un kontroli bez augšanas regulatoru apstrādes.

Pirmās augu veldrēšanās pazīmes parādījās visos izmēģinājuma variantos kviešu piengatavības fāzes laikā. **Vidējā veldrēšanās platība N120 kontroles variantā bija 30% ar veldrēšanās indeksu 14,5 no lauciņa platības un augu noliekšanās leņķis vidēji 50°.** Variantos ar augšanas regulatoru apstrādi konstatēja **minimālas veldres sākuma pazīmes**, kas būtiski atšķīrās **no ar regulatoru neapstrādātā variantā.**

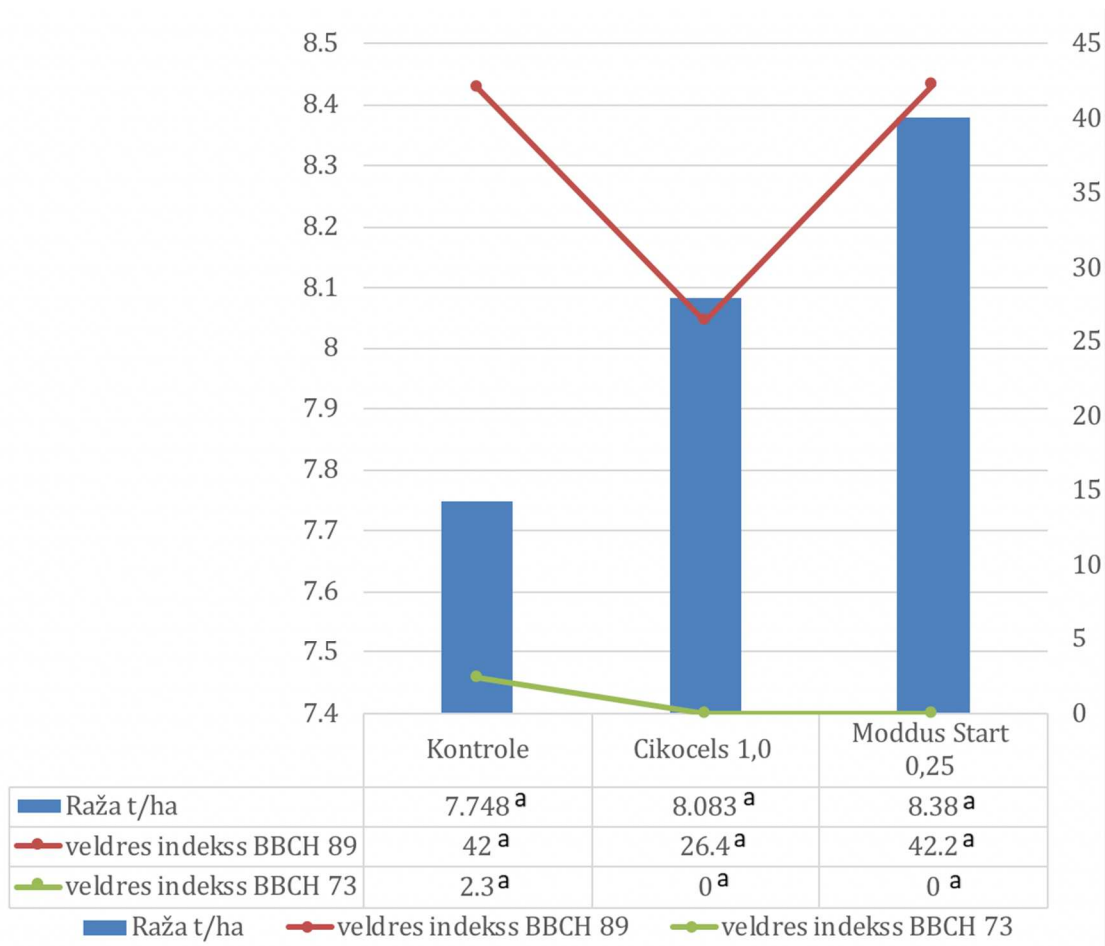
Pirms ražas novākšanas kontrolē augu noliekšanās leņķis palielinājās līdz 90° un veldrēšanās platība līdz 68,8%, bet veldres platība bija palielinājusies arī ar Cycocel 1.0 l/ha un Moddus Start 0.25 l/ha apstrādātajos variantos un veldrēšanās indeksam starp variantiem nebija būtiskas atšķirības.

Vidējā raža kontroles variantā pie slāpekļa virsmēslojuma N120 bija 8.38 t/ha. Cycocel 1.0 l/ha un Moddus Start 0.25 l/ha apstrādes variantos konstatēta mazāka raža, nekā kontroles variantā. Ražas samazinājums varētu būt skaidrojams ar augiem radīto stresu smidzināšanas rezultātā. Būtiskas atšķirības starp variantiem netika konstatētas.

Abos augšanas regulatoru apstrādes variantos tika konstatēta tendence uz pozitīvu ietekmi uz ražas kvalitātes parametriem – 1000 graudu masu (TGW), 1 L tilpummasu (HLW) un sēklu gradāciju (Grading, % >2.5 mm). TGW bija būtiski augstāks abos ar augšanas regulatoru apstrādātajos variantos (2.2. attēls).







**2.2.attēls. Augu garums, veldrēšanās indekss raža t/ha un tūkstoš graudu masa (TGM) gramos dati pie virsmēslojuma N120 un regulatoru Cycocel 750 un Modus Start smidzinājumiem.**

### N150

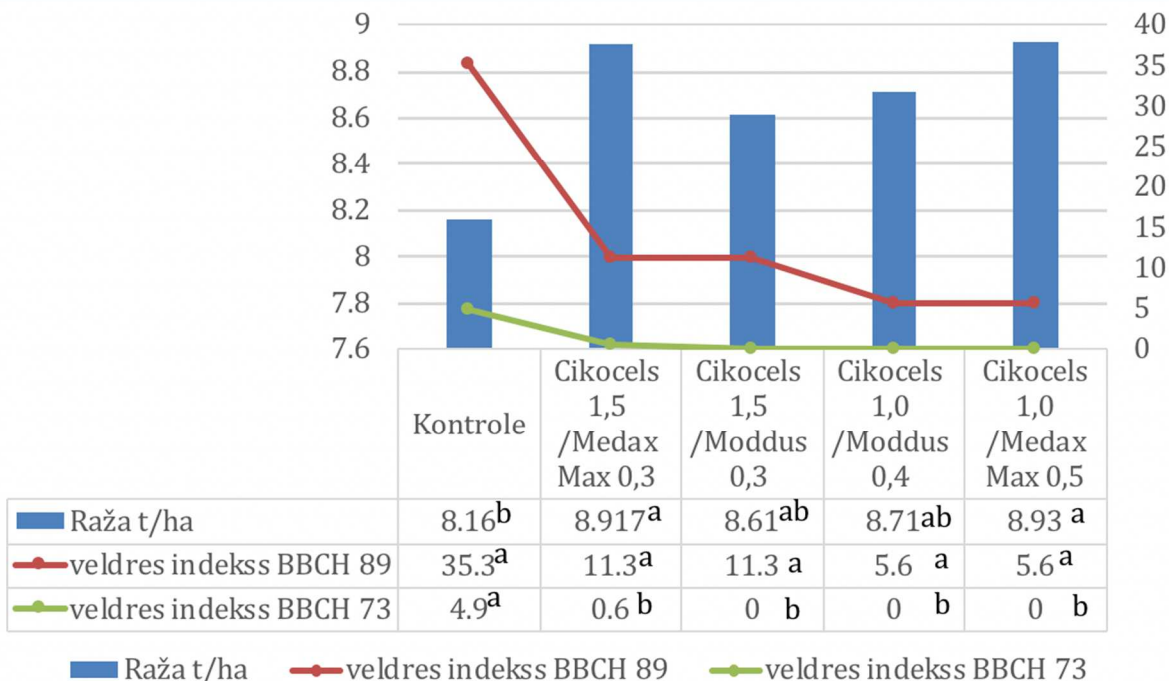
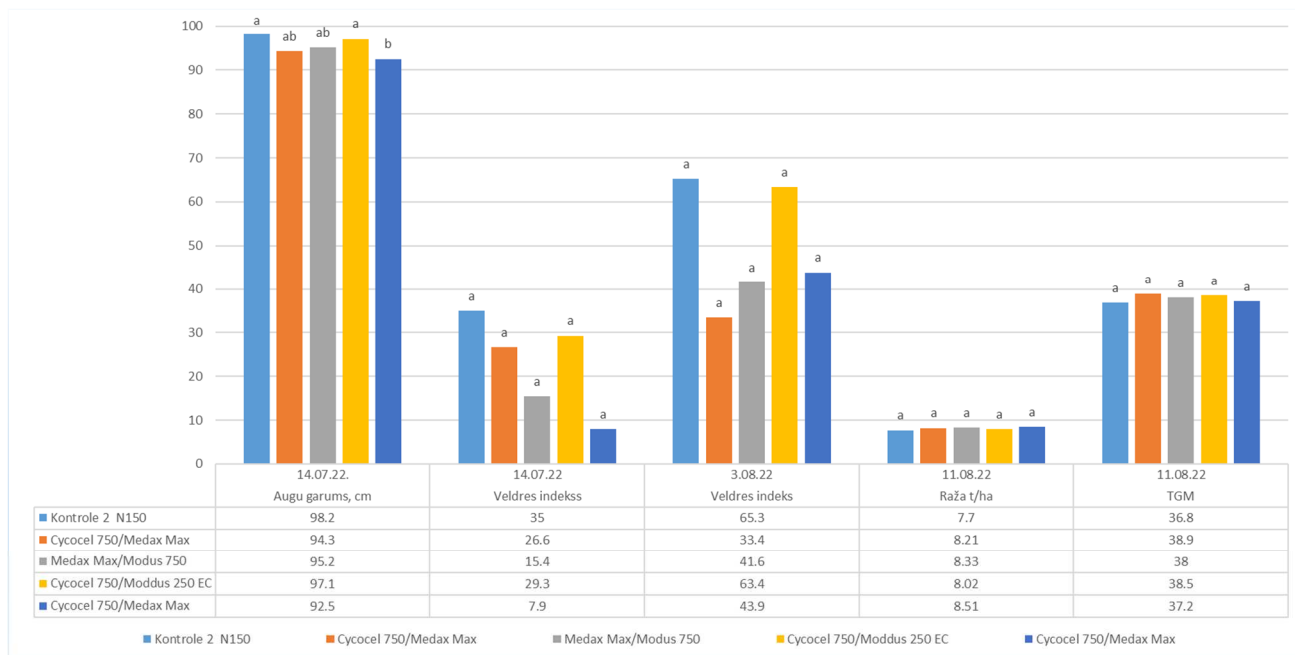
Pie virsmēslojuma N150 visos augšanas regulatoru apstrādes variantos tika konstatēts mazāks augu garums (23. attēls). *Tikai vienā apstrādes variantā ar Cycocel 1.0 l/ha + Medax Max 0.5 kg/ha bija būtiski mazāks augu garums kā kontroles variantā bez augšanas regulatoru apstrādes.*

Kontroles variantā veldrēšanās platība pie pirmajām augu veldrēšanas pazīmēm bija **50% no lauciņa platības un augu noliekšanās leņķis vidēji 68,8°**. Aprēķinātais veldrēšanās indekss kontrolē bija 35. Visi augšanas regulatoru varianti samazināja veldri, bet aprēķinātais veldres indekss būtiski neatšķīrās no kontroles varianta. **Vismazākā sākotnējā veldre konstatēta Cycocel 1,0 l/ha + Medax Max 0,5 kg/ha variantā.**

Pirms ražas novākšanas veldres platība kontrolē palielinājās līdz **72,5% un veldres leņķis līdz 90°**. Aprēķinātais veldres indekss kontroles variantā bija **65,3**. Veldrēšanās bija redzami mazāka variantos, kur viens no lietotajiem preparātiem bija Medax Max. Variantos ar augšanas regulatoru būtiskas atšķirības no kontroles netika konstatētas.

Vidējā raža kontroles variantā pie slāpekļa virsmēslojuma N150 bija **7,7 t/ha**. Apstrāde ar augšanas regulatoriem deva ražas pieaugumu **4.7-11%**, bet pieaugums nebija būtisks. Lielākā raža konstatēta Cycocel 1.0 l/ha + Medax Max 0.5 kg/ha variantā.

Visos augšanas regulatoru variantos uzrādījās tendence uz pozitīvu ietekmi uz ražas kvalitātes parametru – 1000 graudu masu.



**2.3. attēls. Augu garums, veldrēšanās indekss raža t/ha un tūkstoš graudu masa (TGM) gramos dati pie virsmēslojuma N150 un augu augšanas regulatoru Cycocel 750, Medax Max, Modus 750 EC dažādu kombināciju un devu smidzinājumiem.**

### N180

Pie virsmēslojuma N180 būtisks augu garuma samazinājums **konstatēts 2. variantā ar Cycocel 1,5 l/ha + Medax Max 0,5 kg/ha + Terpal 0,75 l/ha**. Citos variantos netika konstatētas būtiskas atšķirības starp augšanas regulatoru apstrādes variantiem un kontroli (2.4. attēls).

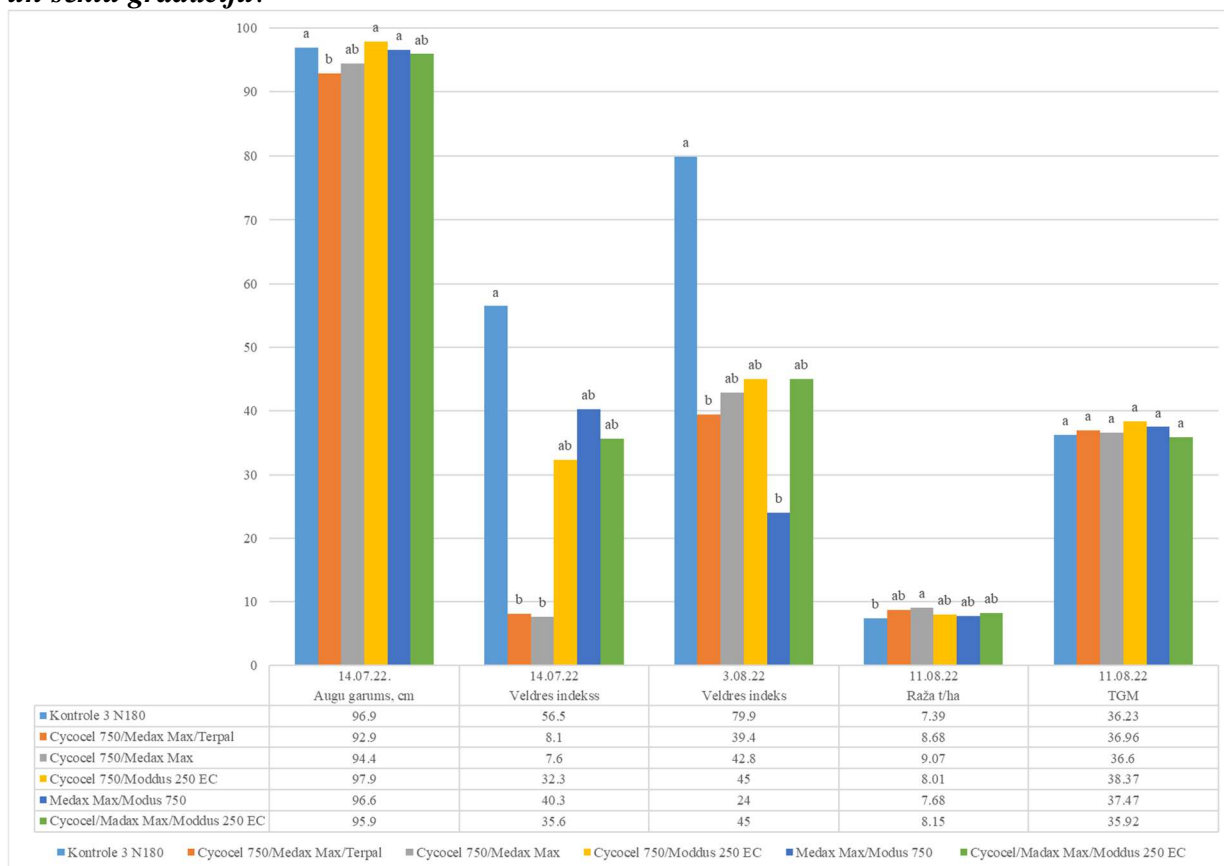
Pie pirmajām veldrēšanās pazīmēm kontroles variantā ar virsmēslojumu N180 veldres laukums bija **sasniedzis 80% un veldres leņķis 70°**. Būtiski mazāka veldre konstatēta variantos ar augšanas regulatoriem **Cycocel 1,5 l/ha + Medax Max 0,5 kg/ha + Terpal 0,75 l/ha** (2. variants) un **Cycocel 1.5 l/ha + Medax Max 0.5 kg/ha** (3. variants). Citos N180 variantos konstatēts nebūtisks veldres samazinājums salīdzinot ar kontroli.

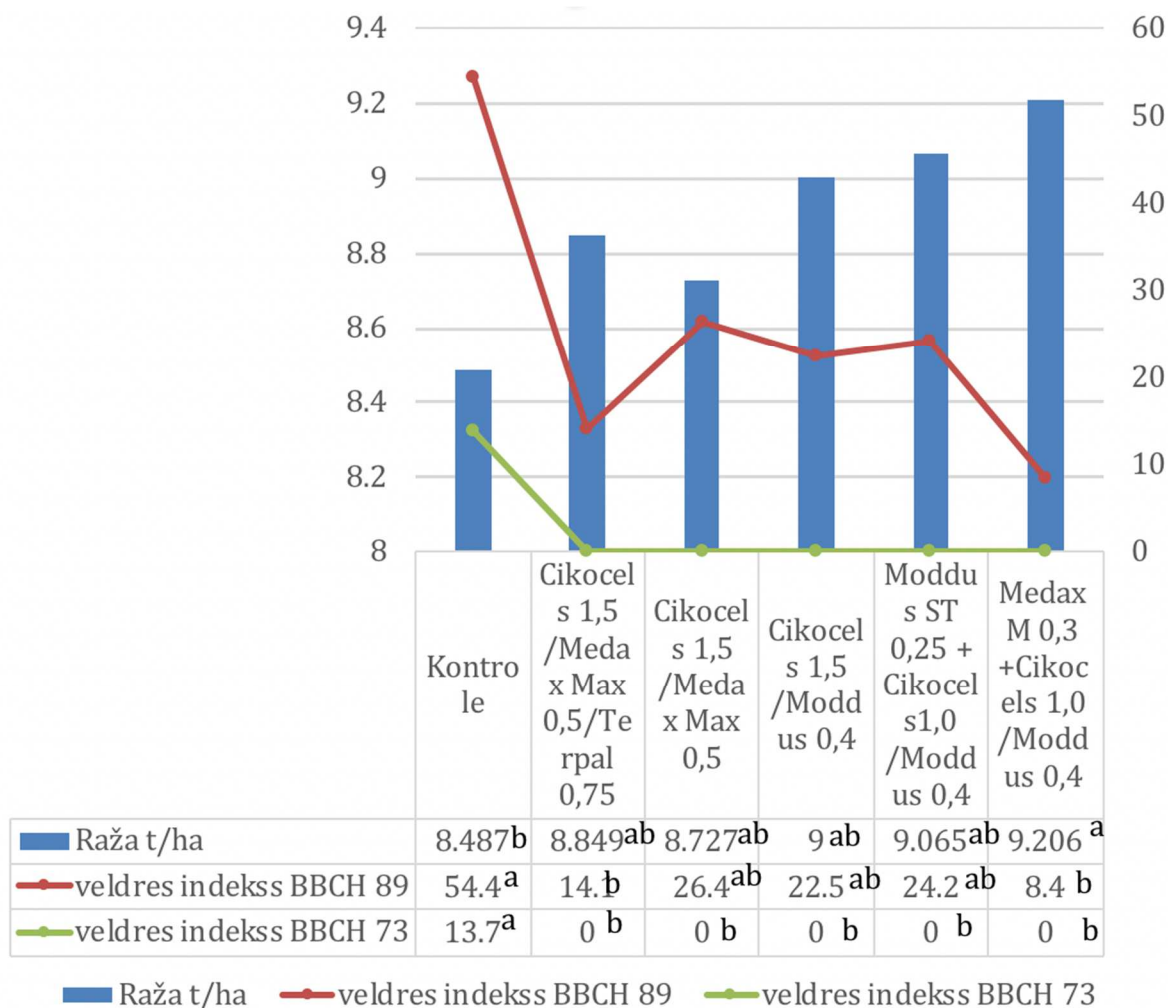
Pirms ražas novākšanas veldres platība kontroles variantā **palielinājās līdz 88.8% un veldres leņķis sasniedza 90°**. Apstrāde ar Medax Max 0.3 kg/ha + Moddus 250 EC 0.4 l/ha (5. variants) un Cycocel 1,5 l/ha + Medax Max 0,5 kg/ha + Terpal 0,75 l/ha (2. variants) būtiski

samazināja veldrēšanos **par 69,7 un 51,0% salīdzinot ar kontroli**. Citos variantos konstatēts veldres samazinājums **par 43,6-46,8%, kas statistiski būtiski neatšķirās no neapstrādātās kontroles**.

Vidējā raža kontroles variantā pie slāpekļa virsmēslojuma **N180 bija 7,39 T/ha**. Visos variantos konstatēta tendence uz ražas pieaugumu. Pie slāpekļa mēslojuma N180 un augšanas regulatoru apstrādi ar Cycocel 1.5 l/ha + Medax Max 0.5 kg/ha tika iegūts būtisks ražas pieaugums attiecībā pret N180 kontroli, sasniedzot **9,07 t/ha** un lielākā raža no visiem izmēģinājuma variantiem ar dažādu virsmēslojumu.

**Augšanas regulatoru būtiska ietekme uz ražas kvalitātes parametriem netika konstatēta, bet uzrādījās tendence uz pozitīvu ietekmi uz 1000 graudu masu, 1 L tilpummasu un sēklu gradāciju.**

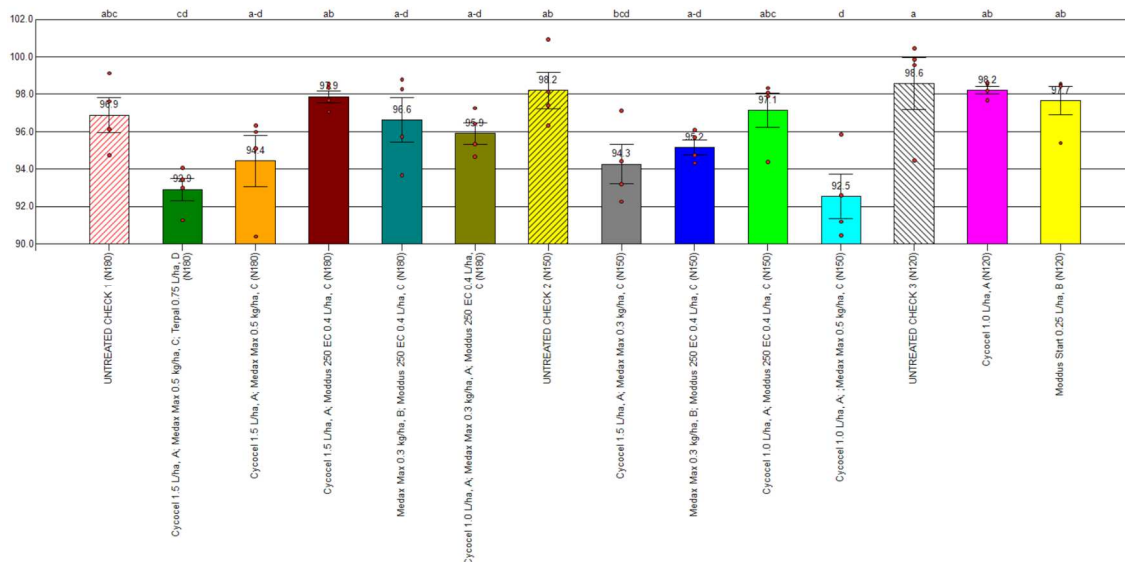




**2.4. attēls. Augu garums, veldrēšanās indekss raža t/ha un tūkstoš graudu masa (TGM) gramos dati pie virsmēslojuma N180 un augu augšanas regulatoru Cycocel 750, Medax Max, Terpal, Modus 750 EC dažādu kombināciju un devu smidzinājumiem.**

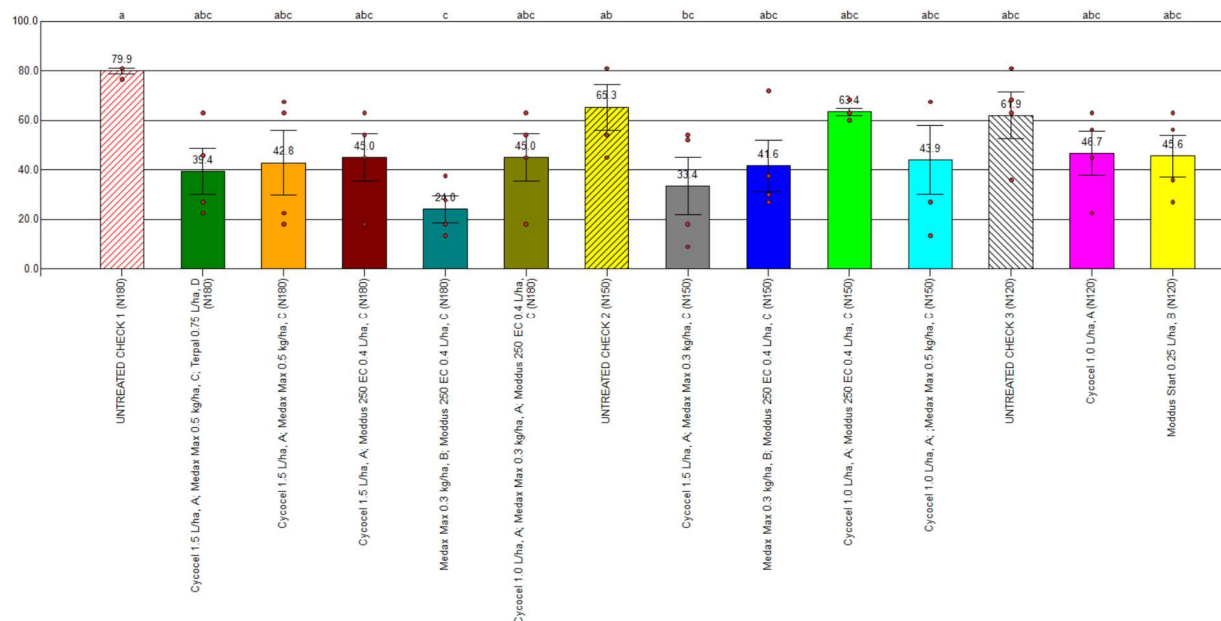
**Augu augstums un veldres indekss izmēģinājumā kopumā salīdzinājumā pret kontroli ar viszemāko slāpekļa virsmēslojumu (N120)**

Starp kontroles variantiem bez augšanas regulatoru apstrādes ar N180, N150 un N120 virsmēslojumu netika konstatētas būtiskas augu augstuma atšķirības. **Būtisks augu augstuma samazinājums, salīdzinot ar kontroles variantiem, konstatēts tikai 11. variantā ar Cycocel 1,5 l/ha + Medax Max 0,5 kg/ha apstrādi (2.5. attēls).**



## 2.5.attēls. Augu garums (cm) dažādos augšanas regulatoru smidzināšanas variantos

Pie augstāka virsmēslojuma kontrolēs bez augšanas regulatoru apstrādes palielinājās veldrēšanās, *bet būtiskas atšķirības starp N180, N150 un N120 kontrolēm netika konstatētas* (2.6.attēls). Mazākā veldre pirms ražas novākšanas konstatēta pie virsmēslojuma N150 Cycocel 1,5 l/ha + Medax Max 0,3 kg/ha un pie N180 Medax Max 0.3 kg/ha + Moddus 250 EC 0.4 l/ha variantā.

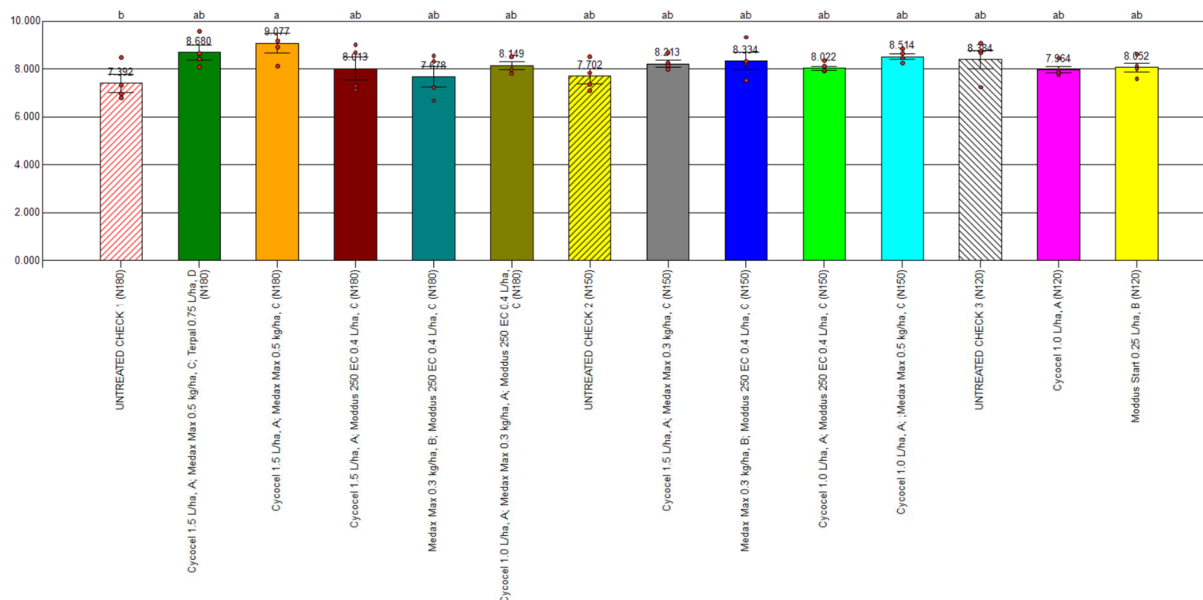


## 2.6.attēls. Veldres indekss dažādos augšanas regulatoru smidzināšanas variantos.

**Ražas analīze izmēģinājumā salīdzinājumā pret kontroli ar viszemāko slāpekļa virsmēslojumu (N120)**

Novāktā raža kontrolēs bez augšanas regulatoru lietojuma pie N180 virsmēslojuma bija **7,392 t/ha, pie N150 – 7,702 t/ha un pie N120 – 8,384 t/ha**. Starp kontrolēm statistiski būtiskas atšķirības netika konstatētas (7. attēls). Bet augstākais ražas apjoms bija variantā, kurā tika lietots vismazākais virsmēslojuma apjoms, tas skaidrojams ar to, *ka variantā ar vismazāko slāpekļa devu bija viszemākais veldres indekss un ražas kvalitāte bija augstāka*.

**Lielāko ražas pieaugumu izmēģinājumā deva apstrāde ar Cycocel 1.5 l/ha + Medax Max 0.5 kg/ha pie N180 virsmēslojuma. Pieaugums attiecībā pret N180 kontroli bija 22,79%, bet attiecībā pret N120 kontroli 8,27%.**



**7. attēls. Raža (t/ha) dažādos augšanas regulatoru smidzināšanas variantos.**

### 2.3. Secinājumi

- 2022. gada sezonā palielinot slāpekļa virsmēslojumu N 180 ziemas kviešu sējumos, nepieciešams ir lietot augu augšanas regulatorus. Smidzinot Cycocel 750 1,5 l/ha un Medax Max 0,5 kg/ha, sasniedza visaugstāko ražu 9,07 t/ha.
- Lietojot slāpekļa virsmēslojumu N120 un nelietojot augu augšanas regulatoru, raža bija 8,38 t/ha, palielinot slāpekļa normu un lietojot augu augšanas regulatorus, kopumā raža palielinājās par 2.1-8,9%, vairumā gadījumu ražas pieaugums netika konstatēts.
- Iespējams, ka rezultāti būtu atšķirīgi, bet vēsie un mitrie laika apstākļi varēja ietekmēt augu augšanu un attīstību, tāpēc pētījumu būtu nepieciešams atkārtot atšķirīgos laika apstākļos.

### 3. EFEKTIVITĀTES IZMĒĢINĀJUMI ZIEMAS KVIEŠU SĒJUMOS DAŽĀDU FUNGICĪDU SMIDZINĀJUMA SHĒMU UN DEVU PRAKTISKAJAM NOVĒRTĒJUMAM

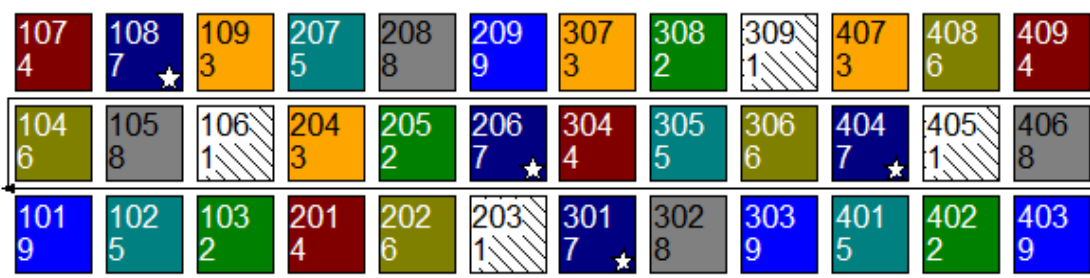
#### 3.1. Metodika

2022. veģetācijas sezonā iekārtoja 2 fungicīdu izmēģinājumus Zemgales reģionā ar mērķi noteikt labāko smidzinājuma laiku, devu un kombināciju, ar kādu var efektīvi ierobežot ziemas kviešu slimības. Izmēģinājumus iekārtoja saimniecības Zemgalē sējumos, kur intensīvās lauksaimniecības dēļ slimību blīvums varētu būt potenciāli augstāks. Izmēģinājumus apzīmēja ar burtiem A (56.318117N., 24.03363E) un B (56.330209N., 24.032006E) (<https://www.google.com/maps/>).

Abos sējumos izmēģinājumi iekārtoti ziemas kviešu šķirnē 'Skagen'. Kviešu izsējas norma abos tīrumos bija 165 kg/ha, sējas datums – 22.09.21. Izmēģinājumu lauciņu platība bija 2,5x10 m (25 m<sup>2</sup>). Izmēģinājuma 9 varianti (3.1. tabula) iekārtoti randomizēti pēc nejaušības principa 4 atkārtojumos (3.1. un 3.2. attēls). Smidzinājumi veikti trīs dažādos laikos. Kopumā augu attīstība abās izmēģinājuma vietās bija līdzīga. A apstrādi veica kviešu stiebrošanās sākumā, lai pasargātu augus no infekcijas izplatīšanās augu augšanas sākotnējā periodā. B apstrādi veica periodā no vārpošanās sākuma līdz vārpošanās vidus posmam, bet C apstrādi veica kviešu ziedēšanas laikā, šajā periodā ir būtiski pasargāt augu karoglapu, kas ir svarīga graudu kvalitatīvai un kvantitatīvai attīstībai, ja karoglapa ir inficēta ar slimībām, graudi attīstās sīki un ar zemu proteīna daudzumu.



3.1. att. A izmēģinājuma randomizācijas shēma.



3.2. att. B izmēģinājuma randomizācijas shēma.

**Izmēģinājumā izmatoto produktu aktīvās vielas un to daudzums litrā:**

- Ascra Xpro (d.v. biksafēns 65 g/l, protiokonazols 130 g/l, fluopirams 65 g/l)
- Input Triple (d.v. prokvinazīds 40 g/l, pprotiokonazols 160 g/l, sporoksamīns 200 g/l)
- BIF-BEAUB-21-02 – mikrobioloģisks preparāts

Apstrāde ar fungicīdiem veikta ar riteņa smidzinātāju "Schachtner PSGF 5.3 B" ar horizontālo smidzināšanas stieni un darba platumu 2.5 m, kurš darbojas ar saspiesta gaisa palīdzību, kas aprīkots ar augu aizsardzības līdzekļa lietošanai atbilstošām sprauslām. Smidzināšanai izmantotais ūdens daudzums 250 l/ha, kas attiecīgi tika aprēķināts uz variantu

platību (2,75 l/variantu). Laika apstākļi smidzināšanas datumos parādīti 3.2. tabulā, kopšanas pasākumi – 3.3., 3.4. tabulā.



3.1.tabula

**Fungicīdu smidzinājumu laiks, augu attīstības stadija un izmantotie fungicīdi**

Nr.	Variants	Deva, L vai kg/ha	Apstrādes laiks/BBCH A izmēģinājums	Apstrādes laiks/BBCH B izmēģinājums	Apstrādes laika apzīmējums
1	Neapstrādāta kontrole	-	-	-	-
2	Ascra Xpro	1,5	20.06.22 (57-61)	20.06.22 (61-63)	C
3	Ascra Xpro	1,15	20.06.22 (57-61)	20.06.22 (61-63)	C
4	Ascra Xpro	0,75	20.06.22 (57-61)	20.06.22 (61-63)	C
5	Ascra Xpro	1,5	15.06.22 (51-55)	15.06.22 (51-55)	B
6	Ascra Xpro	1,15	15.06.22 (51-55)	15.06.22 (51-55)	B
7	Ascra Xpro	0,75	15.06.22 (51-55)	15.06.22 (51-55)	B
8	Input Triple	0,75	19.05.22. (32-33)	19.05.22. (32-33)	A
	Ascra Xpro	0,75	20.06.22 (57-61)	20.06.22 (61-63)	C
9	BIF-BEAUB-21-02	15,0	19.05.22. (32-33)	19.05.22. (32-33)	A
	BIF-BEAUB-21-02	15,0	15.06.22 (51-55)	15.06.22 (51-55)	B

3.2. tabula

**Meteoroloģiskie apstākļi fungicīdu smidzināšanas laikā**

Parametrs	A izmēģinājums			B izmēģinājums		
	19. maijs	15. jūnijs	20. jūnijs	19. maijs	15. jūnijs	20. jūnijs
Temperatūra, °C	15,1	21,0	19,0	18,1	20,4	19,0
Augsnes mitrums	Viegli sausā	Viegli mitra	mitra	Viegli sausā	Viegli mitra	Viegli mitra
Relatīvais gaisa mitrums, %	54	53	52	50	57	52
Vēja ātrums (m/sec), virziens	2,3 A	1,5 DR	0,9 ZR	2,5 R	1,0 DR	1,5 ZR
Augu virsma	Sausa ar turgoru	Sausa ar turgoru	Sausa ar turgoru	Sausa ar turgoru	Sausa ar turgoru	Sausa ar turgoru
Nokrišņi (mm) 6 h pēc apstrādes	0	0	0	0	0	0
Nokrišņi(mm) nedēļu pēc apstrādes	24,4	5,9	0,8	24,4	5,9	0,8

3.3. tabula

**A izmēģinājumā kopšanai izmantotie mēslojuma un augu aizsardzības līdzekļi**

Nr.	Datums	Veids	Produkta nosaukums	Apraksts	Deva	Mērv.
1	22.08.21	Mēslojums	Amofoss	N:P 12:52	113 (13.56N)	Kg/ha
2	12.09.21	Kodne	Seedron	Fludioksonils, tebukonazols	1,0	L/1000
3	12.09.21	Biostimulants	Bombardier		1,0	L/1000
4	12.09.21	Mēslojums	Xtenter	Co 2%, Mo 3%	1,0	L/1000
5	11.10.21	Mēslojums	KCl	60%	70	Kg/ha
6	19.04.22	Mēslojums	Yara Bela Axan	N:S 27:4	242(65.34N)	Kg/ha
7	39.04.22	Mēslojums	YaraBela Sulfan	26% N, 35% S	219(56.94N)	Kg/ha
8	29.04.22	Mēslojums	Amonija nitrāts	34,4	160	Kg/ha
9	03.05.22	Regulators	Stabilāns 750	hlormekvāta hlorīds	1,5	l/ha

10	03.05.22	Mēslojums	Cereals Active	Cu 10 g/L, Mn 280 g/L, Zn 65 g/L, N 35 g/L, Mg 40 g/L, S 100 g/L	2,0	l/ha
11	03.05.22	Herbicīds	Brodway Star	Piroksulams, florasulams	0,26	l/ha
12	03.05.22	Virsmakt.v.	Dassoil		0,5	l/ha
13	11.05.22	Regulators	Medax Max	kalcijs proheksadions, etil-trineksapaks	0,6	Kg/ha
14	11.05.22	Mēslojums	Diavolo	NPK 9-12-18 + B, Fe, Zn	1,5(0.135) Kopā (135.98N)	l/ha

3.4.tabula

**B izmēģinājumā kopšanai izmantotie mēslojuma un augu aizsardzības līdzekļi**

Nr.	Datums	Veids	Produkta nosaukums	Apraksts	Deva	Mērv.
1	22.08.21	Mēslojums	Amofoss	N:P 12:52	188	Kg/ha
2	12.09.21	Kodne	Seedron	Fludioksonils, tebukonazols	1,0	L/1000
3	12.09.21	Biostimulants	Bombardier		1,0	L/1000
4	12.09.21	Mēslojums	Xtenter	Co 2%, Mo 3%	1,0	L/1000
5	11.10.21	Mēslojums	KCl	60%	70	Kg/ha
6	19.04.22	Mēslojums	Yara Bela Axan	N:S 27:4	250	Kg/ha
7	29.04.22	Mēslojums	Amonija nitrāts	34,4	160	Kg/ha
8	29.04.22	Mēslojums	Amonija sulfāts	N21:0:0:S24	120	Kg/ha
9	03.05.22	Regulators	Stabilāns 750	hlormekvāta hlorīds	1,5	l/ha
10	03.05.22	Mēslojums	Cereals Active	Cu 10 g/L, Mn 280 g/L, Zn 65 g/L, N 35 g/L, Mg 40 g/L, S 100 g/L	2,0	l/ha
11	03.05.22	Herbicīds	Cleave	Florasulams, fluroksipirs	1,0	l/ha
12	11.05.22	Regulators	Medax Max	kalcijs proheksadions, etil-trineksapaks	0,6	Kg/ha
13	11.05.22	Mēslojums	Diavolo	NPK 9-12-18 + B, Fe, Zn	1,5	l/ha

**Laika apstākļu raksturojums**

Aprīļa vidējā gaisa temperatūra Bauskas novadā bija 1.4 °C zem normas, arī maija un jūnija sākums bija netipiski vēss. Visvairāk nokrišņu bija aprīļa pirmajā, maija trešajā un jūnija pirmajā dekādē. Arī jūlijs bija mēreni silts, vidējā gaisa temperatūra bija nedaudz zem normas, ar augstu nokrišņu daudzumu jūlija otrajā dekādē, kas veicināja veldres veidošanos (3.5. tabula).

Meteoroloģiskie laika apstākļi 2022. Dati no Bauskas HMS

Mēnesis, dekāde	Gaisa temperatūra °C		Nokrišņi		
	Faktiskā 2022	Novirze no ilgtermiņa normas (1991-2020) +/-	Faktiskā 2022, mm	Procenti no normas (1991-2020)	
Aprīlis	I	2.8	-1.8	18.6	131
	II	6.3	-0.2	9.3	76
	III	7.7	-2.0	5.9	69
	mēnesī	5.6	-1.4	33.8	97
Maijs	I	8.6	-2.3	0.4	3
	II	10.7	-1.5	11.3	68
	III	11.8	-1.9	42.7	262
	mēnesī	10.4	-1.9	54.4	114
Jūnijs	I	15.1	-0.3	33.2	294
	II	15.1	0.6	23.9	86
	III	20.6	4.3	1.9	9
	mēnesī	16.9	1.2	59.0	97
Jūlijs	I	18.5	0.9	29.0	121
	II	16.2	-2.1	53.4	193
	III	18.3	-0.7	11.5	40
	mēnesī	17.7	-0.6	93.9	116
Augusts	I	18.3	-0.5	48.6	252
	II	22.6	5.2	0.0	100
	III	20.3	4.4	58.2	292
	mēnesī	20.4	3.1	106.8	170

**Uzskaites:**

Izmēģinājumā uzskaitīja kviešu lapu slimības kontrolē pirms katras smidzināšanas un 2 nedēļas pēc smidzināšanas un viena papildus uzskaitē 3 nedēļas pēc pēdējās smidzināšanas. Uzskaites veica uz 10 augiem lauciņā, uz dažādiem lapu līmeņiem. Lai novērtētu fungicīdu stratēģiju efektivitāti, abos izmēģinājumos uzskaitīja divas kviešu lapu slimības: kviešu lapu pelēkplankumainību (*Zymoseptoria tritici*) un kviešu lapu dzeltenplankumainību (*Pyrenophora tritici-repentis*). Novērtēts produktu fitotoksiskums uz augiem. Papildus uzskaitē 3 nedēļas pēc pēdējās smidzināšanas veikta arī lapu zaļās virsmas novērtēšana. Ražas laikā novērtēta arī veldre.

Raža novākta ar kombainu "Sampo SR 2010", kombaina pļaušanas platums 2.0 m, novāktā platība 20 m<sup>2</sup>. Nokulto graudu masa no lauciņa nosvēta ar svariem TR200 un mitrums mērīts ar mitruma mērītāju "CMM100". No nokultajiem graudiem paņemts paraugs, kas attīrīts no piemaisījumiem, paraugam noteikts piemaisījumu īpatsvars, tūkstoš sēklu masa, aprēķināta raža t/ha pie 15% mitruma un noteikta 1000 graudu masa un katram paraugam veikts hektolitra tilpummasas mērījums.

**Datu matemātiskā apstrāde:**

Izmēģinājumu datu matemātiskā apstrāde veikta, izmantojot ARM 2022.5 datorprogrammu. Ierobežošanas stratēģijas analizētas, izmantojot viena faktora dispersijas analīzi (ticamība līmenis 95%), bet šo stratēģiju efektivitātes atšķirību būtiskums noteikts, izmantojot MBS testu (*LSD post-hoc test*).

**3.2. Rezultāti**

Abos izmēģinājumos mērķorganisms kviešu lapu **dzeltenplankumainība (PYRNTR)**, sākot no vārpošanas fāzes, sasniedza augstu attīstības līmeni kontrolēs bez fungicīdu apstrādes A izmēģinājumā - 17,2% uz trešās lapas, B izmēģinājumā - 15,3% uz 4. lapas. Kviešu lapu **pelēkplankumainības (SEPTTR) attīstība** A izmēģinājumā nepārsniedza 6,5% visā veģetācijas sezonā, B izmēģinājumā slimība sasniedza augstu attīstības līmeni ziedēšanas sākumā (14,7%

attīstība uz 4. lapas). (4. att.). Fungicīdu tehniskā efektivitāte tika vērtēta uz lapu līmeņiem slimībām, kas sasniedza vismaz 5% attīstību.

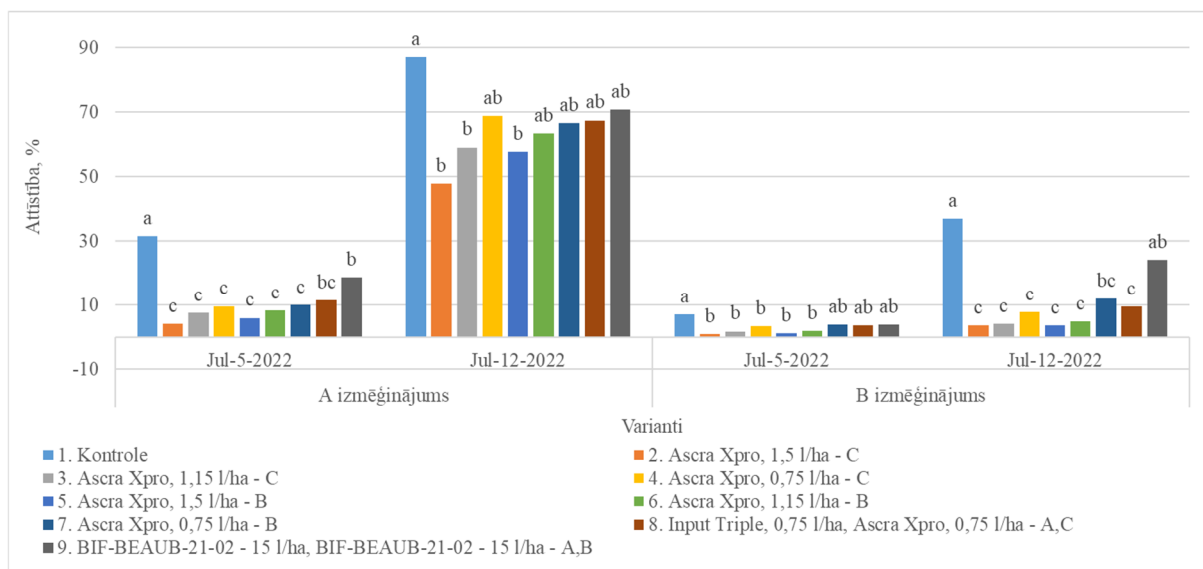
Četras nedēļas pēc pirmās smidzināšanas kontrolēs bez fungicīdu apstrādes PYRNTR A izmēģinājumā sasniedza vienmērīgu attīstību uz 2. un 3. lapas 8,8 un 17,2%, savukārt B izmēģinājumā uz 3. un 4. lapas 6,6% un 12,5% attiecīgi. Abos izmēģinājumos fungicīdu smidzināšana būtiski ierobežoja PYRNTR attīstību 8. variantā. Abos izmēģinājumos mikrobioloģiskā preparāta BIF-BEAUB-21-02 variantā PYRNTR attīstība būtiski neatšķīrās no kontroles varianta.

Pirms trešās smidzināšanas PYRNTR attīstība uz 2. lapas A izmēģinājumā saglabājās iepriekšējā līmenī 6,1% un uz 3. lapas 16,6%, B izmēģinājumā PYRNTR attīstība uz 4. lapas bija 9,8%. Visi izmantotie fungicīdi abos izmēģinājumos būtiski ierobežoja PYRNTR un SEPTTR attīstību. A izmēģinājumā augstākā efektivitāte **konstatēta 5. apstrādes variantā ar lielāko Ascra Xpro devu 1,5 l/ha**. Laba efektivitāte saglabājās 8. variantā pēc apstrādes ar **Input Triple 0,75 l/ha**. Uz augsta PYRNTR attīstības fona uz otrās lapas, 9. varianta BIF-BEAUB-21-02 efektivitāte (48,3%) bija līdzvērtīga variantam ar zemāko Ascra Xpro devu 0,75 l/ha (48,3%). B izmēģinājumā augstākā efektivitāte konstatēta **8. apstrādes variantā ar Input Triple 0,75 l/ha (100% efektivitāte)**, kā arī 2. variantā **ar Ascra Xpro 1,5 l/ha (94,9%)**. Samazinoties Ascra Xpro devai, nedaudz samazinājās fungicīda efektivitāte (81,5-84,1%). BIF-BEAUB-21-02 variants uzrādīja zemāko efektivitāti – 48,4%. Kviešu lapu pelēkplankumainība B izmēģinājumā vislabāk tika ierobežota 5. variantā ar Ascra Xpro 1,5 l/ha. Samazinoties Ascra Xpro devai, būtiski samazinājās fungicīda efektivitāte. Input Triple variants pēc efektivitātes līdzinājās Ascra Xpro 1,15 l/ha devai, bet BIF-BEAUB-21-02 uzrādīja nedaudz zemāku efektu SEPTTR ierobežošanai, nekā zemākā Ascra Xpro deva 0,75 l/ha.

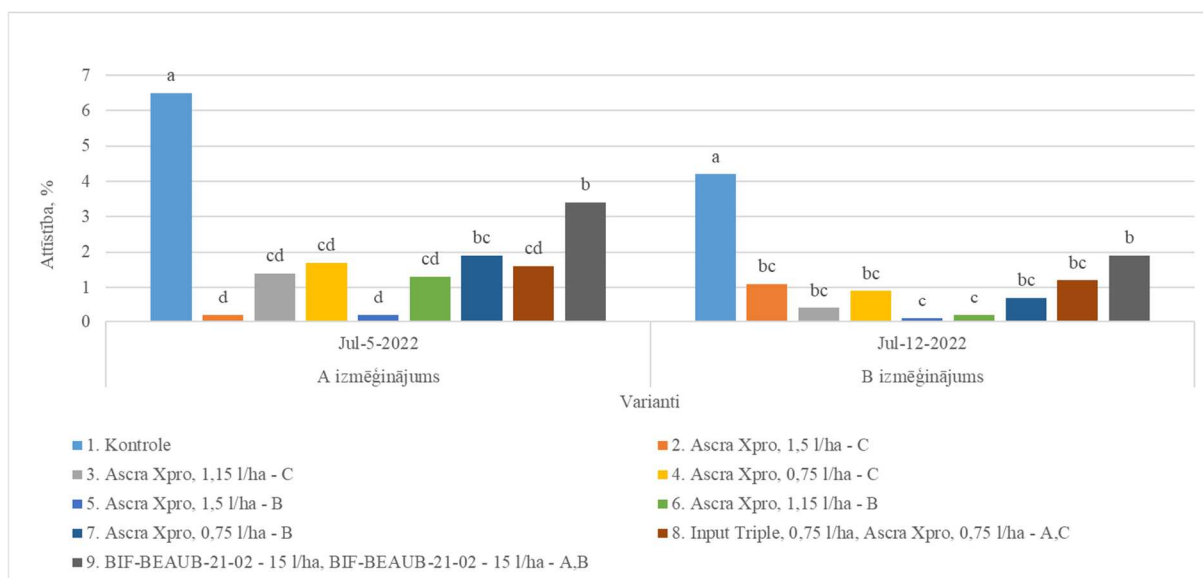
Divas nedēļas pēc pēdējās smidzināšanas slimību uzskaitē A izmēģinājumā bija iespējama tikai uz karoglapas (3.3. attēls). Visi fungicīdu smidzināšanas varianti būtiski ierobežoja PYRNTR un SEPTTR attīstību (3.3., 3.4. attēli). Augstākā efektivitāte pret PYRNTR un SEPTTR konstatēta 2. un 5. apstrādes variantā ar lielāko Ascra Xpro devu 1,5 l/ha. B izmēģinājumā augstākā efektivitāte konstatēta 2. apstrādes variantā ar lielāko Ascra Xpro devu 1,5 l/ha un vēlāku smidzināšanu ziedēšanas sākumā. Abos izmēģinājumos samazinot Ascra Xpro devu līdz 1,15 un 0,75 l/ha, samazinājās fungicīda efektivitāte pret PYRNTR un SEPTTR, neatkarīgi no smidzināšanas laika. A izmēģinājumā Ascra Xpro smidzināšanas laiks būtiski neietekmēja fungicīda efektivitāti, jo intervāls starp vārpošanas sākumu un vārpošanas beigām/ziedēšanas sākumu bija īss, starp smidzināšanām bija 5 dienas. Abos izmēģinājumos apstrādes variants ar dažādiem fungicīdiem Input Triple un Ascra Xpro bija līdzvērtīgs variantiem ar zemāko Ascra Xpro devu 0,75 l/ha. A izmēģinājumā BIF-BEAUB-21-02 efektivitāte bija zemāka, nekā variantos ar ķīmiskajiem fungicīdiem, bet slimība bija būtiski mazāk, salīdzinot ar kontroli. B izmēģinājumā bioloģisko līdzekļu BIF-BEAUB-21-02 efektivitāte uz karoglapas bija līdzvērtīga variantam Ascra Xpro 0,75 l/ha, bet uz otrās lapas bija zemāka, nekā variantos ar ķīmiskajiem fungicīdiem. B izmēģinājumā laba efektivitāte pret SEPTTR konstatēta 2., 3., un 5.-7. ar Ascra Xpro smidzinātajos variantos. Augstākā efektivitāte konstatēta 2. un 5. variantā ar lielāko Ascra Xpro devu 1,5 l/ha.

Abos izmēģinājumos trīs nedēļas pēc pēdējās smidzināšanas konstatēta strauja PYRNTR attīstība kontroles variantos A izmēģinājumā līdz 87,2%, B izmēģinājumā līdz 36,9% (3. attēls). A izmēģinājumā augstākā efektivitāte pret PYRNTR konstatēta 2. apstrādes variantā ar Ascra Xpro 1,5 l/ha smidzinājumu ziedēšanas sākumā, kas ierobežoja slimības attīstību labāk nekā variantā ar smidzināšanu vārpošanas beigās. Piektais apstrādes variants ar Ascra Xpro 1,5 l/ha bija līdzvērtīgs 3. variantam ar Ascra Xpro devu 1,15 l/ha. Samazinot Ascra Xpro devu, līdz 1,15 un 0,75 l/ha, samazinājās fungicīda efektivitāte pret PYRNTR. Input Triple un Ascra Xpro 8. varianta efektivitāte bija līdzīga 4., 6. un 7. Ascra Xpro variantiem, kas bija nedaudz augstāka par BIF-BEAUB-21-02 efektivitāti, bet neviens no variantiem būtiski neatšķīrās kontroles. B izmēģinājumā augstākā efektivitāte pret PYRNTR konstatēta apstrādes variantos ar Ascra Xpro 1,5 un 1,15 l/ha, neatkarīgi no smidzināšanas laika. Laba efektivitāte pret

PYRNTR bija 4. un 8. variantā. BIF-BEAUB-21-02 efektivitāte bija zemākā (34.7%) un būtiski neatšķīrās no kontroles varianta.

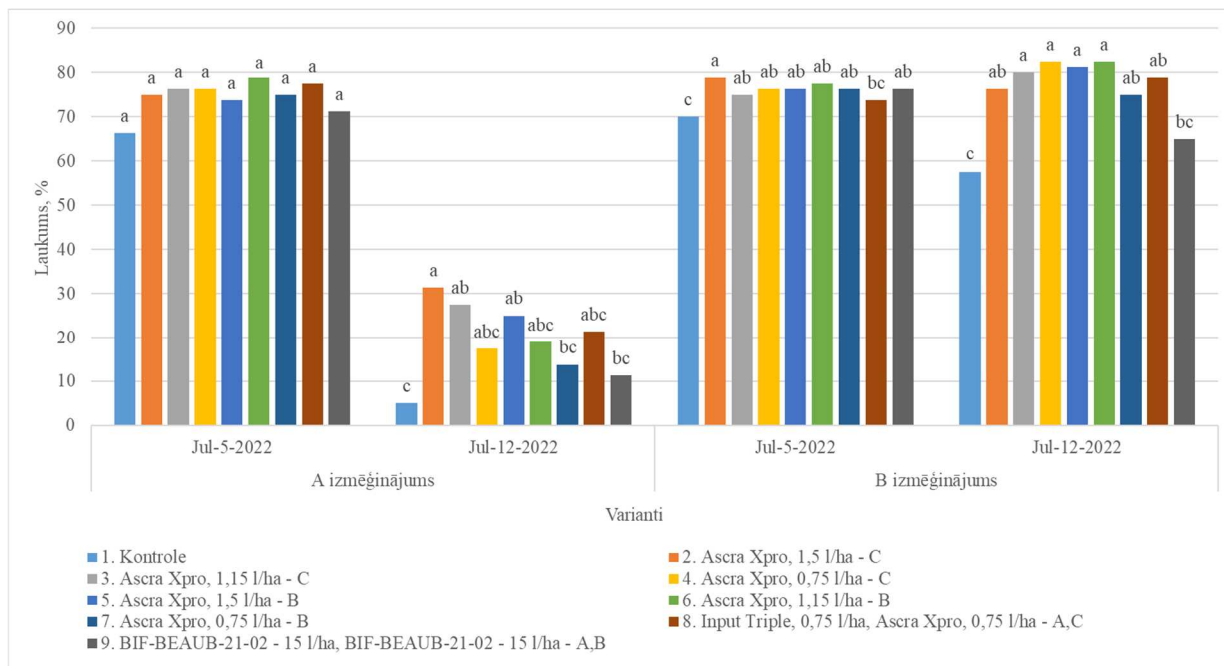


3.3. att. Kviešu lapu dzeltenplankumainības (PYRNTR) attīstība uz karoglapas 5. un 12. jūlijā A un B izmēģinājumā, %.



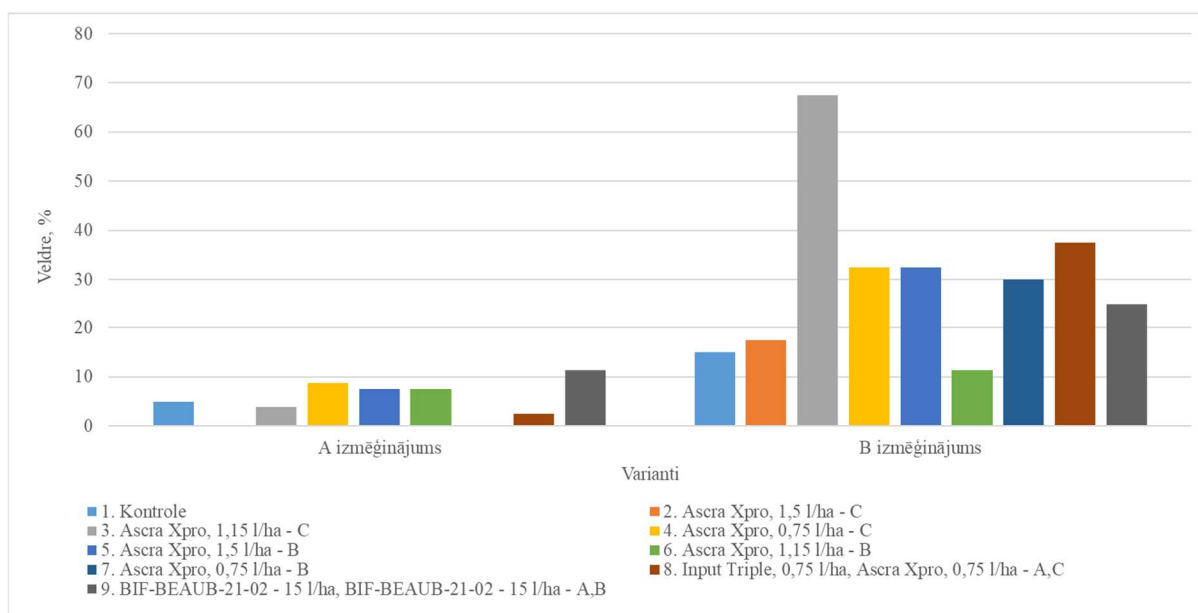
3.4. att. Kviešu lapu pelēkplankumainības (SEPTTR) attīstība uz karoglapas 12. jūlijā A un B izmēģinājumā, %.

Zaļais lapu virsmas laukums abos izmēģinājumos tika novērtēts divas reizes (3.5. attēls). A izmēģinājumā divas nedēļas pēc pēdējās smidzināšanas reizes visos apstrādes variantos bija nedaudz lielāks zaļās virsmas laukums nekā kontroles variantā, bet būtiskas atšķirības nav konstatētas. B izmēģinājumā divas nedēļas pēc pēdējās smidzināšanas reizes visos apstrādes variantos bija būtiski lielāks zaļās virsmas laukums nekā kontroles variantā, izņemot 8. variantu. A izmēģinājumā trīs nedēļas pēc pēdējās smidzināšanas reizes būtiski lielāks lapu zaļās virsmas laukums bija 2., 3. un 5. variantā. B izmēģinājumā trīs nedēļas pēc pēdējās smidzināšanas reizes būtiski lielāks lapu zaļās virsmas laukums bija 2-8. variantā.



3.5.att. Zaļais lapu laukums 5. un 12. jūlijā A un B izmēģinājumā, %.

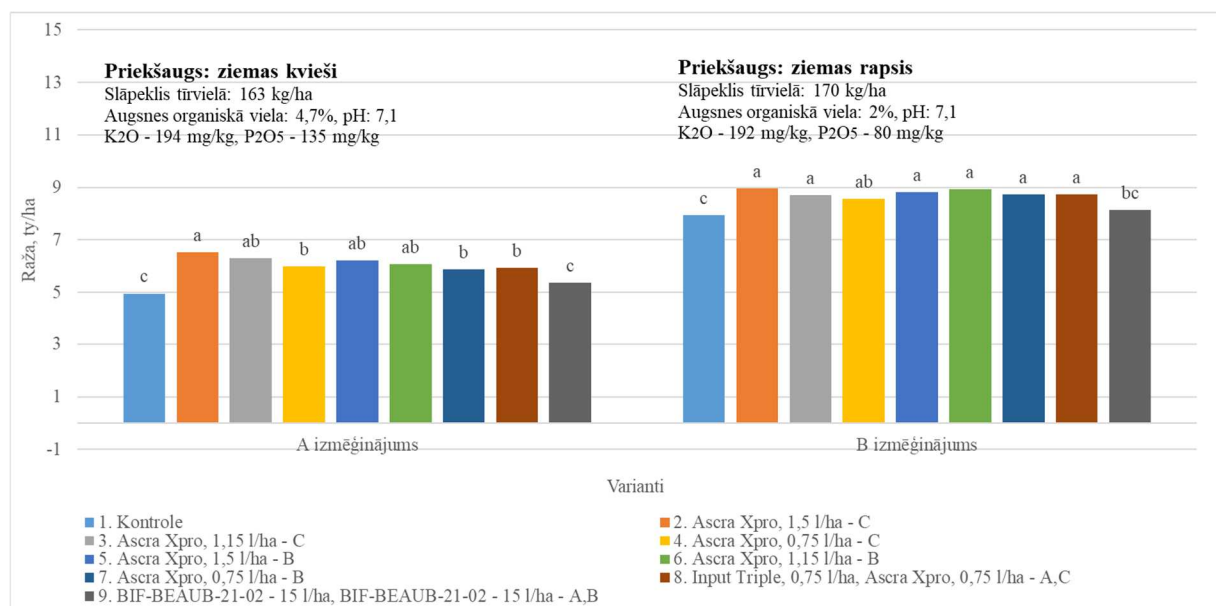
Veldre bija vairāk izplatīta B izmēģinājumā, maksimāli sasniedzot 67,5% (3.6. attēls). To varētu pamatot ar ievērojami ilgāku zaļās masas saglabāšanos sezonā, lielāko vārpu masu, kas spēcīgu nokrišņu laikā veicināja labības sakrišanu veldrē. Lai arī veldres vidējā izplatība pa variantiem atšķīrās, statistiski būtiskas atšķirības nebija, dēļ lielās datu izkliedes.



3.6. att. Veldre A un B izmēģinājuma variantos 13. augustā, %.

Vidējā raža A izmēģinājuma kontroles variantā bija **4,96 T/ha**. Lielākais ražas pieaugums 32% bija 2. variantā, kur lietota **Ascra Xpro 1,5 l/ha**. Visi ķīmiskie fungicīdi deva būtisku ražas pieaugumu, salīdzinot ar kontroli. Mikrobioloģiskais produkts BIF-BEAUB-21-02 deva 8% ražas pieaugumu, bet būtiski zemāku nekā fungicīdu varianti (8. attēls). Vidējā raža B izmēģinājuma kontroles variantā bija **7.942 T/ha**, ar fungicīdiem apstrādātajos variantos 2.-8. bija būtisks ražas pieaugums (8-12.9% pieaugums). Mikrobioloģiskais produkts BIF-BEAUB-21-02 deva 2.4% ražas pieaugumu, bet būtiski neatšķīrās no kontroles varianta (3.7. attēls). Vidēja raža starp abiem izmēģinājumiem ievērojami atšķīrās, A izmēģinājumā raža bija vidēji no 2,41 līdz 2,98 T/ha, atkarībā no varianta, mazāka nekā B izmēģinājumā. A

izmēģinājuma mazāko ražu var skaidrot ar ievērojami augstāku kviešu lapu dzeltenplankumainības attīstības pakāpi un tās ciešo korelāciju ar ražas apjomu. Savukārt augsto infekcijas slodzi A izmēģinājumā var pamatot ar to, ka arī 2021. gadā konkrētajā laukā auga ziemas kvieši, tātad *nebija notikusi augu maiņa*, savukārt B izmēģinājuma laukā – *ziemas rapsis*.



3.7. att. Vidējā raža A un B izmēģinājuma variantos 13. augustā, t/ha.

A izmēģinājumā visos apstrādes variantos, salīdzinot ar kontroli, tika konstatēta pozitīva ietekme uz 1000 graudu masu (TGW) un 1 L tilpummasu (HLW), bet negatīva ietekme uz proteīna saturu graudos (PROCON). B izmēģinājumā būtiska pozitīva ietekme uz 1000 graudu masu (TGW) tika konstatēta 2., 5. un 6. variantā. Visi apstrādes varianti deva pozitīvu ietekmi uz 1 L tilpummasu (HLW). Starp variantiem netika konstatētas būtiskas atšķirības proteīna saturam graudos (PROCON) (3.8. attēls).

Varianti	A izmēģinājums				B izmēģinājums											
	Mitrums, %	1000 graudu masa, g	Tilpummasa, kg	Proteīns, %	Mitrums, %	1000 graudu masa, g	Tilpummasa, kg	Proteīns, %								
1. Kontrole	12.3	a	29.5	c	67	b	14.4	a	12.2	a	36.2	b	73.1	c	12.8	a
2. Ascra Xpro, 1,5 l/ha - C	12.8	a	33	a	70.1	a	13.5	b	12.7	a	40.5	a	75.7	a	11.8	a
3. Ascra Xpro, 1,15 l/ha - C	12.3	a	31.3	abc	68.8	ab	13.7	ab	12.1	a	37.7	ab	75.1	abc	13.1	a
4. Ascra Xpro, 0,75 l/ha - C	13	a	31.4	abc	68.4	ab	14.2	ab	12.5	a	38.9	ab	74	abc	12.5	a
5. Ascra Xpro, 1,5 l/ha - B	12.8	a	32.3	ab	69.6	ab	13.9	ab	12.5	a	40	a	75	abc	12.5	a
6. Ascra Xpro, 1,15 l/ha - B	12.5	a	33.1	a	69.5	ab	13.7	ab	12.5	a	40.5	a	75.4	ab	12.4	a
7. Ascra Xpro, 0,75 l/ha - B	12.8	a	32	abc	68.7	ab	13.8	ab	12.5	a	38.5	ab	74.5	abc	12.3	a
8. Input Triple, 0,75 l/ha, Ascra Xpro, 0,75 l/ha - A,C	12.8	a	32.2	ab	69.3	ab	13.4	b	12.4	a	38.3	ab	74.8	abc	12.6	a
9. BIF-BEAUB-21-02 - 15 l/ha, BIF-BEAUB-21-02 - 15 l/ha - A,B	11.9	a	30.3	bc	67.7	ab	14.1	ab	12.2	a	36.1	b	73.7	bc	12.6	a

3.8. att. Ražas kvalitātes rādītāji A un B izmēģinājuma variantos.

Vērtējot dažādus variantus no vides viedokļa, lielākais fungicīdu aktīvo vielu patēriņš un PLI (AAL slodzes indekss) vērtība bija 8. variantā, kur lietoti divi fungicīdi Input Triple 0,75 l/ha un Ascra Xpro 0,75 l/ha, arī ražas šajā variantā bija vienas no zemākajām starp citiem ķīmiski sintezēto fungicīdu variantiem (10. attēls). Fungicīdam Ascra Xpro samazinot devu, proporcionāli samazinājās arī PLI vērtība. Augstākais PLI bija Ascra Xpro aktīvajai vielai fluopiramam un Input Triple aktīvajai vielai spiroksamīnam. Kopējo AAL PLI veidoja gan fungicīdi, gan AAL, kas lietoti vispārējai sējumu kopšanai – kodne, augšanas regulatori,

herbicīds (3., 4. tabulas). No šiem preparātiem augstāko PLI veidoja augšanas regulatora aktīvā viela hlormekvāta hlorīds. Mikrobioloģiskajam produktam BIF-BEAUB-21-02 aktīvās viela un PLI netika rēķināts.

Varianti		Fungicīda deva		Apstāde	Fungicīdu aktīvo vielu summa, g	Fungicīdu PLI	Kopējā AAL aktīvo vielu summa, g*	Kopējais AAL PLI	Raža A izmēģ., t/ha	Ražas pieaugums pret kontroli, %	Raža B izmēģ., t/ha	Ražas pieaugums pret kontroli, %
1	Kontrole	x	x	x	x	x	707	0.376	4.959	100	7.942	100
2	Ascra Xpro	1.5	l/ha	C	390	0.246	1097	0.623	<b>6.518</b>	<b>131.6</b>	<b>8.963</b>	<b>112.9</b>
3	Ascra Xpro	1.15	l/ha	C	299	0.189	1006	0.565	<b>6.298</b>	<b>127.2</b>	8.712	109.7
4	Ascra Xpro	0.75	l/ha	C	195	<b>0.123</b>	902	<b>0.499</b>	6.001	121.3	8.567	108
5	Ascra Xpro	1.5	l/ha	B	390	0.246	1097	0.623	<b>6.226</b>	<b>125.8</b>	<b>8.825</b>	<b>111.2</b>
6	Ascra Xpro	1.15	l/ha	B	299	0.189	1006	0.565	6.071	122.6	<b>8.933</b>	<b>112.5</b>
7	Ascra Xpro	0.75	l/ha	B	195	<b>0.123</b>	902	<b>0.499</b>	5.887	118.9	8.742	110.1
8	Input Triple	0.75	l/ha	A	495	<b>0.443</b>	1202	<b>0.819</b>	5.945	120.1	8.743	110.1
	Ascra Xpro	0.75	l/ha	C								
9	BIF-BEAUB-21-02	15	l/ha	A	x	x	707	0.376	5.373	108.2	8.129	102.4
	BIF-BEAUB-21-02	15	l/ha	B	x							

\*kopējam AAL aktīvo vielu aprēķinam izmantoti A izmēģinājumā kopšanai lietotie preparāti, abos izmēģinājumos atšķirīgs bija tikai viens herbicīda smidzinājums

### 3.9. att. Fungicīdu un kopējā AAL aktīvo vielu summa un PLI dažādos variantos



### 3.3. Secinājumi

#### A izmēģinājums

- Visi ķīmiski sintezēto fungicīdu apstrādes varianti ir devuši būtiski augstāku ražu, salīdzinot ar kontroli. Apstrādes variants ar fungicīda Ascra Xpro lielāko devu 1,5 L/ha BBCH 59-61 bija visefektīvākais slimību ierobežošanai, ilgāk saglabāja lapu zaļās virsmas laukumu un deva būtiski lielāku ražas pieaugumu, salīdzinot ar fungicīda ½ devu (4., 7.v.). Starp fungicīda Ascra Xpro pilnu devu (2.,5.v.) un 2/3 devu (3.,6.v.) nebija būtisku atšķirību.
- Vēlāka fungicīdu smidzināšana 2022. gada veģetācijas sezonā bija efektīvāka vēlas slimību attīstības dēļ, citus gadus savādākos apstākļos rezultāti var atšķirties.
- Divu dažādu fungicīdu Input Triple 0,75 l/ha un Ascra Xpro 0,75 l/ha pielietošana neuzrādīja labāku efektivitāti par Ascra Xpro 0,75 l/ha un deva līdzvērtīgu ražas pieaugumu, bet būtiski zemāku ražu kā viena pilna fungicīda apstrāde BBCH 59-61 (2.v.).
- Mikrobioloģiskais produkts BIF-BEAUB-21-02 ierobežoja slimību attīstību, bet efektivitāte bija zemāka nekā ķīmiskajiem fungicīdiem, dodot būtiski zemāku ražas pieaugumu, salīdzinot ar citiem apstrādes variantiem.

#### B izmēģinājums

- Visi ķīmiski sintezēto fungicīdu apstrādes varianti deva būtiski augstāku ražu, salīdzinot ar kontroli. Varianti ar fungicīda Ascra Xpro devām 1,5 un 1,15 L/ha bija visefektīvākie slimību ierobežošanai, bet kopumā nebija būtisku atšķirību starp fungicīda pilno devu (2.,5.v.), 2/3 devu (3.,6.v.) un ½ devu (4., 7.v.) ietekmi uz ražu.
- Apstrādes laikam nebija būtiska ietekme uz ražu.
- Divu dažādu fungicīdu Input Triple 0,75 l/ha un Ascra Xpro 0,75 l/ha pielietošana neuzrādīja būtiski labāku efektivitāti par Ascra Xpro 0,75 l/ha apstrādi un deva līdzvērtīgu ražas pieaugumu.
- Mikrobioloģiskais produkts BIF-BEAUB-21-02 ierobežoja slimību attīstību, bet efektivitāte bija zemāka nekā ķīmiski sintezētajiem fungicīdiem, bioloģiskā varianta ražas pieaugums bija zemāks, salīdzinot ar citiem apstrādes variantiem.

#### Kopējie secinājumi

- Izmēģinājumos atšķīrās slimību attīstības pakāpe, A izmēģinājumā pie augstas kviešu dzeltenplankumainības infekcijas slodzes, fungicīdu efektivitāte bija kopumā zemāka nekā B izmēģinājumā, līdz ar to arī vidējā raža bija mazāka. Ticamākais skaidrojums – **A izmēģinājumā nebija veikta augu maiņa**, arī 2021. gadā tika audzēti ziemas kvieši, B izmēģinājumā – ziemas rapsis.
- Visi ķīmiski sintezēto fungicīdu apstrādes varianti deva būtiski augstāku ražu, salīdzinot ar kontroli, lielākā raža iegūta variantos ar lielāko fungicīda Ascra Xpro devu, bet kā alternatīva varētu būt 2/3 devas izmantošana, kas ir videi saudzīgāka un būtiski neatšķiras no augstākās devas.
- Vides saudzēšanai nebūtu ieteicams lietot divus fungicīdus Input Triple 0,75 l/ha un Ascra Xpro 0,75 l/ha, stratēģija nedeva būtisku ražas pieaugumu, salīdzinot ar viena fungicīda smidzinājumu, kā arī veidoja lielāko aktīvo vielu patēriņu gan gramos, gan PLI vērtībās.
- Mikrobioloģiskais produkts BIF-BEAUB-21-02 iespējams, ka būtu jālieto trīs reizes sezonā, lai nodrošinātu augstāku efektivitāti.
- Izmēģinājumu nepieciešams atkārtot, lai turpinātu noskaidrot labāko apstrādes laiku

dažādos laika apstākļos.

## 4. EFEKTIVITĀTES IZMĒĢINĀJUMS ZIEMAS KVIEŠU SĒJUMOS DAŽĀDU HERBICĪDU SMIDZINĀJUMA SHĒMU UN DEVU PRAKTISKAJM NOVĒRTĒJUMAM

### 4.1. Metodika

Ņemot vērā jau ilgstošo diskusiju gan Eiropas līmenī, gan valstiski un sabiedrībā, par glifosātu saturošu preparātu lietošanas aizlieguma nepieciešamību, kā arī Eiropas Zaļā kursa mērķi līdz 2030. gadam par 50% samazināt augu aizsardzības līdzekļu (AAL) patēriņu, 2021. gada rudenī *divās Zemgales reģiona graudkopības saimniecībās ar apsaimniekoto platību virs 1000 ha ierīkoti lauka izmēģinājumi ziemas kviešu sējumos.*

Viens no izmēģinājumu mērķiem ir *izvērtēt glifosātu saturošu preparātu lietošanas nepieciešamību* tādos intensīvas un integrētās saimniekošanas apstākļos, kādi raksturīgi Latvijai pēdējos 5-10 gados: *augu maiņa, kas balstīta uz graudaugu un rapšu audzēšanu un minimālā augsnes apstrāde.*

Otrs izmēģinājumu ierīkošanas mērķis ir izvērtēt, vai iespējams *mazināt AAL patēriņu, mazinot herbicīdu lietošanas reižu skaitu kultūrauga audzēšanas periodā, saglabājot augstu ražu un tās kvalitāti*, kas ietver:

- glifosātu saturošu preparātu lietošanu/ nelietošanu pirms ziemas kviešu sējas;
- herbicīdu lietošanu/ nelietošanu rudenī;
- herbicīdu lietošanu/nelietošanu pavasarī (pavasarī salīdzinot divas dažādas herbicīdu lietošanas stratēģijas – tikai divdīgļlapju nezāļu ierobežošanai vai divdīgļlapju un viendīgļlapju nezāļu ierobežošanai);
- herbicīdu lietošanu/nelietošanu rudenī un pavasarī (pavasarī salīdzinot divas dažādas herbicīdu lietošanas stratēģijas – tikai divdīgļlapju nezāļu ierobežošanai vai divdīgļlapju un viendīgļlapju nezāļu ierobežošanai).

*Katrā saimniecībā izvēlēti divi ziemas kviešu lauki ar atšķirīgiem priekšaugiem – ziemas rapsi un ziemas kviešiem, kuros potenciāli sastopamas tādas nezāļu sugas kā ķeraīņu madara un parastā rudzuzmilga, kas jau pie neliela augu skaita uz 1 m<sup>2</sup> var izraisīt būtiskus ražas zudumus.*

Herbicīdi izvēlēti atbilstoši neatkarīga augkopības konsultanta - agronoma ieteikumiem par biežāk lietotajiem preparātiem. Herbicīdu apstrādes laiki un devas izvēlētas atbilstoši AAL marķējumam. Glifosātu saturoša preparāta lietošanas laiks saskaņots ar saimniecību, lai izmēģinājumā nodrošinātie apstākļi būtu atbilstoši pielietotajai praksei.

Izmēģinājumi ierīkoti laukos četros atkārtojumos, izmantojot dalīto lauciņu metodi. Lauciņu izmēri (2.5 m x 13 m vai 2.5 m x 15 m) pielāgoti saimniecībā izmantotā smidzinātāja darba platumam un attālumam starp tehnoloģiskajām sliedēm (skat.4.1. tab. Un 4.2. tab).

4.1. tabula

**Herbicīdu smidzinājuma shēma bez aršanas tehnoloģijas**

Variant a Nr.	Rudens apstrāde 23.08.2021vai 30.08.2021	Rudens apstrāde 21.09.2021 vai 27.09.2021	BBCH	Pavasara apstrāde 02.05.2022	BBCH
1. K.	540 g/ha glifosāta d.v.	-	-	-	-
2	540 g/ha glifosāta d.v.	Komplet 0,5 l/ha	11-13	Broadway Star 0,160 kg/ha + VAV	līdz 32
3	540 g/ha glifosāta d.v.	Komplet 0,5 l/ha	11-13	Zypar 0,75 l/ha	līdz 32
4	540 g/ha glifosāta d.v.	Komplet 0,5 l/ha	11-13	-	-
5	540 g/ha glifosāta d.v..	-	-	Zypar 1,0 l/ha	līdz 32

6	540 g/ha glifosāta d.v.	-	-	Broadway Star 0,160 kg/ha + VAV	līdz 32
<b>7.K.</b>	Bez glifosāta	-	-	-	-
8	Bez glifosāta	Komplet 0,5 l/ha	11-13	Broadway Star 0,160 kg/ha + VAV	līdz 32
9	Bez glifosāta	Komplet 0,5 l/ha	11-13	Zypar 0,75 l/ha	līdz 32
10	Bez glifosāta	Komplet, 0.5 L/ha	11-13	-	-
11	Bez glifosāta	-	-	Zypar, 1.0 L/ha	līdz 32
12	Bez glifosāta	-	-	Broadway Star 0,160 kg/ha + VAV	līdz 32

Izmēģinājumi laukos, kuros priekšausgs *bija ziemas rapsis, ierīkoti pēc tam, kad tajos veikta sekla augsnes apstrāde pēc ražas novākšanas ar mērķi provocēt izbirušo sēklu (sārņauga) sadīgšanu.*

Vienā no laukiem, kuros priekšausgs bija ziemas kvieši, izmēģinājums *ierīkots pēc tam, kad tajā veikta sekla augsnes apstrāde pēc ražas novākšanas ar mērķi provocēt izbirušo sēklu (sārņauga) sadīgšanu.* Otrā laukā – *ziemās kviešu rugainē.*

Visos četros ziemas kviešu laukos herbicīdi lietoti pēc vienotas shēmas (4.1. tabula). Pēc apstrādes ar glifosātu saturošu preparātu (1.-6. variants) visā izmēģinājuma platībā veikta *minimālā augsnes apstrāde atbilstoši saimniecībā pielietotajai tehnoloģijai*, ievērojot AAL marķējumam atbilstošu laiku, kāds nepieciešams pēc apstrādes ar glifosātu saturošu preparātu, lai tā lietojums būtu efektīvs. Pēc ziemas kviešu sadīgšanas un nezāļu dīgšanas laikā visos laukos veikta apstrāde *ar herbicīdu rudenī*, variantos, kuros tā plānota (2., 3., 4., 8., 9., 10. variants), *kā arī nezāļu uzskaites kontroles lauciņos pirms apstrādes ar herbicīdu.*

Apstrāde ar herbicīdiem veikta ar riteņa smidzinātāju “Schachtner PSGF 5.3 B” ar horizontālo smidzināšanas stieni un darba platumu 2.5 m, kurš darbojas ar saspiesta gaisa palīdzību, kas aprikots ar augu aizsardzības līdzekļa lietošanai atbilstošām sprauslām.

#### **Nezāļu uzskaites veiktas:**

1. Pavasarī 27.04.2022- laika posmā, kad veģētācija atjaunojās kultūrauga cerošanas laikā (visos variantos, kuros veikta apstrāde ar herbicīdu rudenī, un kontroles variantos). Šogad bija netipiski vēsais pavasaris, tāpēc 1. uzskaites laiks praktiski sakrita ar 2. uzskaites laiku ar 6 dienu nobīdi, w tāpēc 2.uzskaite netika veikta atkārtoti.
2. Pirms apstrādes ar herbicīdu pavasarī (tikai kontroles variantos)-apvienots ar 1. uzskaiti.
3. Pavasarī 15.07.2022- pēc apstrādes ar herbicīdiem pavasarī (4-8 nedēļas pēc apstrādes visos izmēģinājuma variantos).
4. Pēc viendīgļlapju nezāļu skaru parādīšanās – skaru skaita uzskaitē - netipisku laikapstākļu dēļ uzskaites netika veiktas, viendīgļlapju nezāles šajā sezonā neparādījās.

#### **Pirmie rezultāti/ novērojumi:**

Glifosātu saturošu preparātu lietošana ne tikai efektīvi palīdz ierobežot *daudzgadīgās nezāles, īpaši ložņu vārpatu, bet tie būtiski samazina sārņaugu īpatsvaru sējumos.* To uzskatāmi ilustrē fotogrāfijas, kas uzņemtas ar dronu gandrīz 2 mēnešus pēc apstrādes ar glifosātu saturošu preparātu. Blokos, kuros glifosātu saturošs preparāts pirms ziemas kviešu sējas netika lietots, ļoti labi redzami sārņaugi – gan rapsis, gan kvieši.



A



B



C



D

4.1. att. Izmēģinājuma lauciņi “Pujekšļi”: A - pēc apstrādes ar herbicīdu saskaņā ar shēmu (25.10.2021), B – pavasarī, veģetācijas sākoties (26.04.2022), C – vasarā (11.06.2022), D – pirms ražas vākšanas (11.07.2022)

Pašlaik audzējot ziemājus lauksaimnieki arvien *biežāk izvēlas lietot herbicīdus rudenī, lai samazinātu nezāļu konkurētspēju ar kultūraugu*, īpaši, ja ziemāju sēja veikta savlaicīgi, rudens ir salīdzinoši garš un nezāles līdz pavasarim var izveidot lielu zaļo masu un var būt grūtāk ierobežojamas. *Arī no pavasara darbu plānošanas viedokļa, nezāļu ierobežošana rudenī ir ieteicamāka*, jo tad neprognozējamajos pavasara laikapstākļos nav tik ļoti jāsatraucas par to, ka varētu nokavēt apstrādei pievērto laiku un nezāles varētu pāraugt. Protams, ja nezāles ierobežotas rudenī, arī pavasarī jāturpina sekot līdzi situācijai uz lauka un nepieciešamības gadījumā un atbilstoši nezāļu sugu sastāvam, jāizvēlas *kāds no pavasara apstrādei piemērotiem preparātiem*. Arī no nezāļu rezistences pret herbicīdiem izveidošanās riska viedokļa, *herbicīdu lietošana rudenī ir ieteicama*.

Lai varētu ierosināt atteikties no kāda herbicīdu lietošanas laika, tādejādi samazinot patērēto kopējo AAL apjomu, jāiegūst zinātniski pamatoti dati *par katra apstrādes laika lietderību konkrētajos apstākļos un šīs apstrādes esamības/ neesamības ietekmi uz kultūrauga ražu un tās kvalitāti*.

Kā pirmais no herbicīdu apstrādes laikiem, par kura izslēgšanu no kultūraugu audzēšanas tehnoloģijas tiek runāts, ir glifosātu lietojuma aizliegums. Šobrīd Latvijas tirgū nav alternatīvu preparātu, kas varētu aizvietot glifosātu un nodrošināt tādu pašu rezultātu.

Kā alternatīva metode glifosātu lietojumam var tikt izmantota augsnes aršana, tādēļ vienā no saimniecībām ziemas kviešu laukā blakus izmēģinājumam ar minimālo augsnes apstrādi, ierīkots izmēģinājums, kurā veikta aršana un salīdzināti tādi paši herbicīdu lietojuma varianti, izņemot glifosātu saturošu preparātu lietošanu. Tas ļaus salīdzināt, vai iegūtie rezultāti pielietojot dažādas augsnes apstrādes tehnoloģijas, būs līdzvērtīgi.

*Herbicīdu lietojuma variantu shēma – arts lauks*

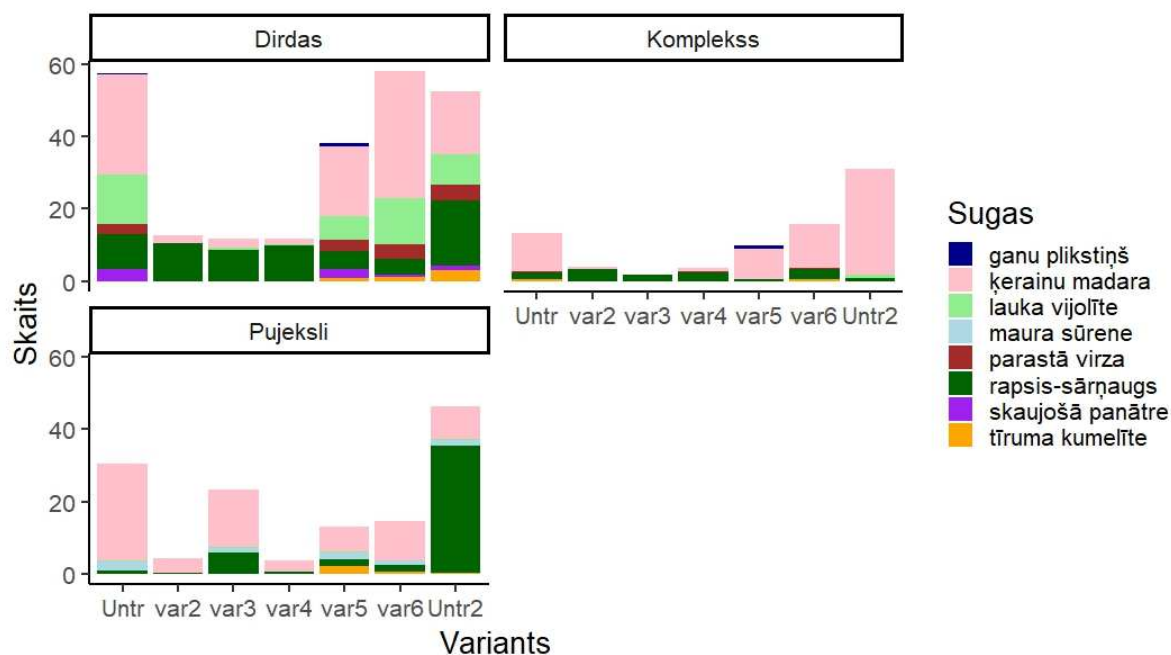
Varianta Nr.	Glifosāts	Rudens apstrāde	BBCH	Pavasara apstrāde	BBCH
<b>1 - Kontrole</b>	-	-	-	-	-
2	-	Komplet 0,5 l/ha	11-13	Broadway Star 0,160 kg/ha + VAV	līdz 32
3	-	-		Broadway Star 0,160 kg/ha + VAV	līdz 32
4	-	-		Zypar 1,0 l/ha	līdz 32
5	-	Komplet 0,5 l/ha	11-13	Zypar 0,75 l/ha	līdz 32
6	-	Komplet 0,5 l/ha	11-13	-	-

Zemāk tabula ir apkopota saimniekošanas prakse saimniecībās, ieskaitot lietotos AAL, minerālmēslojuma devas un augsnes apstrādes tehnoloģijas.

Darbība/Priekšaug	Lauks - Ceļmalas	Lauks - Pujēkšļi	Lauks - Komplekss	Lauks - Dirdas
	Ziemas kvieši	Ziemas rapsis	Ziemas kvieši	Ziemas rapsis
Veikta sekla augsnes apstrāde pēc ražas novākšanas, lai provocētu sārņauga sadīgšanu	-	X	X	X
Apstrāde ar glifosātu saturošu preparātu	23.08.21	23.08.21	30.08.21	23.08.21
Augsnes apstrādes laiks un veids	Nav datu	Nav datu	04.09.21 (rugaines kultivators 16 cm dziļi)	08.09.21 (disku ecēšas 2 cm dziļi)
Ziemas kviešu sēja	Nav datu	Nav datu	09.09.21	09.09.21
Ziemas kviešu šķirne	Nav datu	Nav datu	Patras	Patras
Apstrāde ar herbicīdu rudenī	21.09.21	21.09.21	27.09.21	27.09.21
Mēslojums	Nav datu	Nav datu	30.08.2021. Amofoss NP 12-52 73 kg/ha (N 8.76 kg) 14.10.2021. Kālija hlorīds 40 kg/ha 18.04.2022. Yara Bela Axan N 27 S 4 220 kg/ha (N 59.4kg) 28.04.2022. Amonija nitrats N34,5 170 kg/ha (N 58.65kg) 06.05.2022. Amonija Sulfāts 21 – 24 100 kg/ha (N 21 kg) 7.05.2022. Amifort Zn 0,2 L/ha + Diavolo 2 kg/ha + Profi MnN 235 1 L/ha	30.08.2021. Amofoss NP 12-52 100 kg/ha (N 12 kg) 14.10.2021. Kālija hlorīds 80 kg/ha 18.04.2022. Yara Bela Axan N 27 S 4 200 kg/ha (N 54kg) 28.04.2022. Amonija nitrats N34,5 160 kg/ha (N 55.2 kg) 06.05.2022. Amonija Sulfāts 21 – 24 116 kg/ha (N 24.36 kg) 7.05.2022. Amifort Zn 0,2 L/ha + Diavolo 2 kg/ha + Profi MnN 235 1 L/ha
Citi AAL	Nav datu	Nav datu	Augšanas regulatori: Stabilan 750 š.k. 1,5 L/ha Fungicīdi: 13.06.2022. Elatus Era 0,75 L/ha	Augšanas regulatori: 21.04.2022. Stabilan 750 š.k. 1,5 L/ha 06.05.2022. Medax Max 0,6 kg/ha Herbicīdi (datums kad, kas, deva): Fungicīdi (datums kad, kas, deva): 4.06.2022. Siltra Xpro 0,75 L/ha 17.06.2022. Elatus Era 0,75 L/ha

## 4.2. Rezultāti

Nezāļu skaits uz kvadrātmetru, ko noteica pirms pavasara apstrādes ar herbicīdiem, bija lielāks kontroles variantos, kā arī variantos, kuros neveica rudens apstrādi, izņemot laukā “Pujekšļi”, kur 3. variantā (rudens un pavasara apstrāde) bija salīdzinoši liels ķeraiņu madaras un rapša-sārņauga augu skaits uz kvadrātmetru (4.2. attēls).



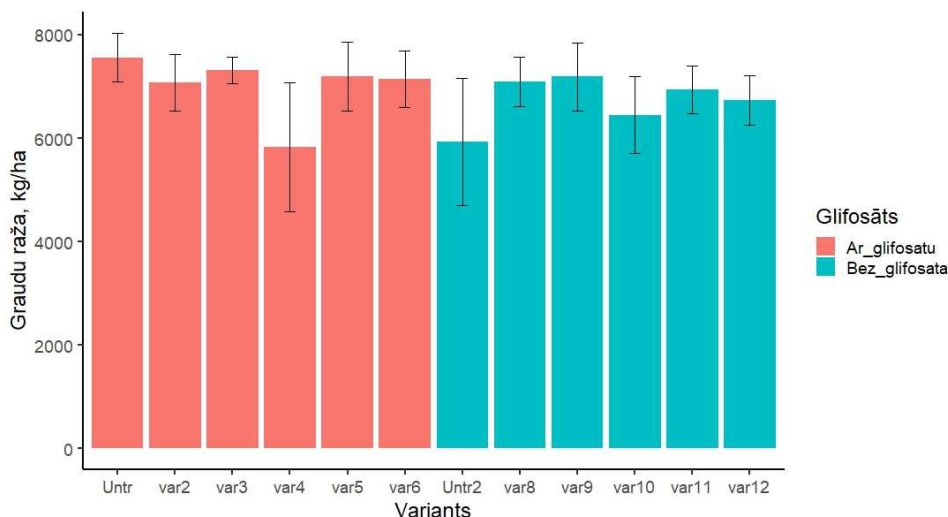
4.2. att. Nezāļu skaits uz kvadrātmetru pavasarī pirms pavasara apstrādes ar herbicīdiem variantos, kuros veica apstrādi ar glifosātu un kontroles variantā bez apstrādes ar glifosātu (Untr2). Untr – kontrole, var2 – rudens apstrāde (Komplet 0,5 l/ha) un pavasara apstrāde (Broadway Star 0,160 kg/ha + VAV); var3 – rudens apstrāde (Komplet 0,5 l/ha) un pavasara apstrāde (Zypar 0,75 l/ha); var4 – rudens apstrāde (Komplet 0,5 l/ha); var5 – pavasara apstrāde (Zypar 0,75 l/ha); var6 – pavasara apstrāde (Broadway Star 0,160 kg/ha + VAV).

Dominējošās nezāles bija ķeraiņu madara, lauka vijolīte un rapsis-sārņaugš, atsevišķos variantos konstatēja maura sūreni, parasto virzu, skaujošo panātri, ganu plikstiņu un tīruma kumelīti (1. attēls).

Analizējot ziemas kviešu ražas datus, noteica, *ka statistiski būtiska ietekme bija gan laukam, gan apstrādei ar glifosātu, gan apstrādei ar selektīvajiem herbicīdiem.*

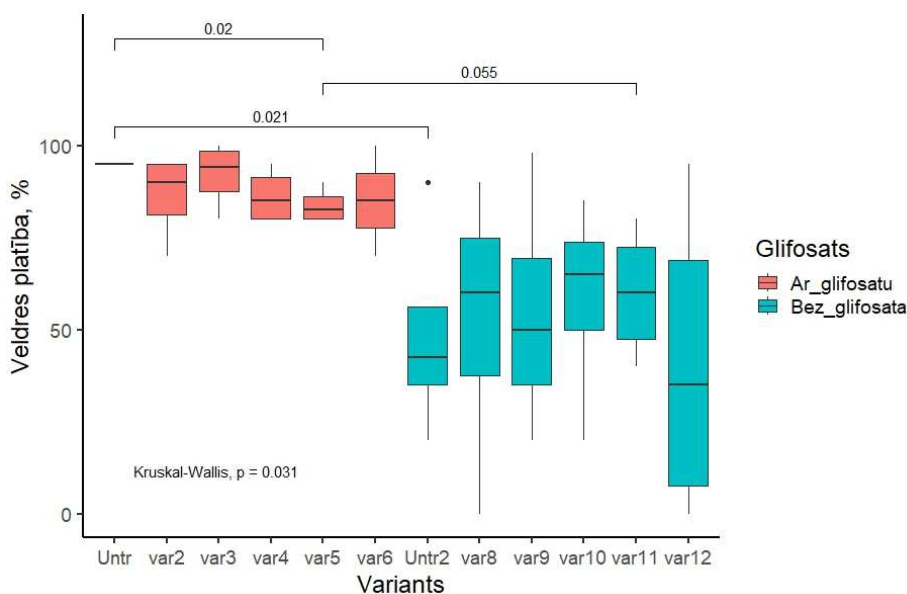
Laukā “Pujekšļi” nebija statistiski būtisku ražas lieluma atšķirību starp kontroli (1. variants) un citiem variantiem, kā arī starp variantiem savā starpā (4.3. attēls).





4.3. att. Ziemas kviešu graudu raža (mitrums 14%) laukā “Pujekšļi”. Untr – kontroles variants ar glifosātu; Untr2 – kontroles variants bez glifosāta; var2 un var8 – rudens apstrāde (Komplet 0,5 l/ha) un pavasara apstrāde (Broadway Star 0,160 kg/ha + VAV); var3 un var9 – rudens apstrāde (Komplet 0,5 l/ha) un pavasara apstrāde (Zypar 0,75 l/ha); var4 un var10 – rudens apstrāde (Komplet 0,5 l/ha); var5 un var11 – pavasara apstrāde (Zypar 0,75 l/ha); var6 un var12 – pavasara apstrāde (Broadway Star 0,160 kg/ha + VAV). Vertikālie nogriežņi norāda standartklūdu.

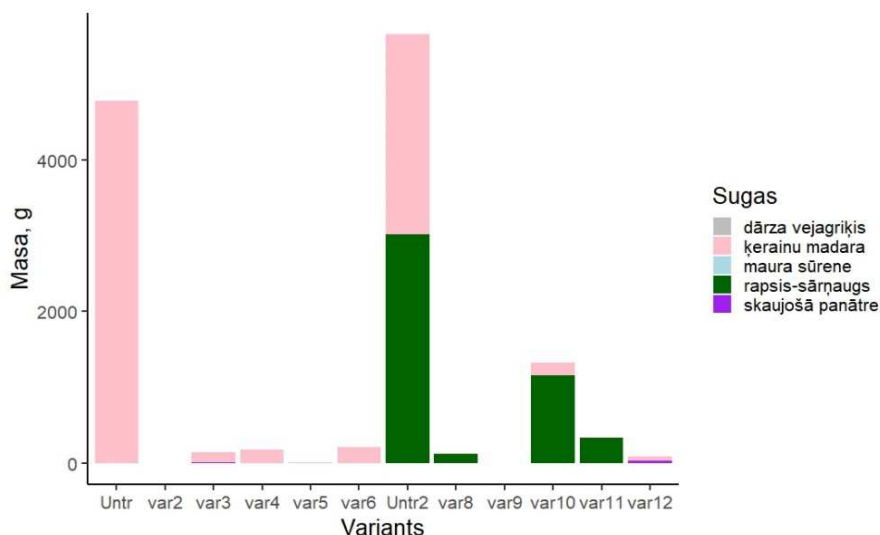
Laukā “Pujekšļi” ražu *varēja lielā mērā ietekmēt* veldre, kas atsevišķos variantos sasniedza 100%. Analizējot veldres platības lielumu dažādos variantos, noteica, ka tas būtiski atšķirās dažādos izmēģinājuma variantos (4.4. attēls).



4.4. att. Veldres platība laukā “Pujekšļi” dažādos izmēģinājuma variantos. Attēlā parādītas *Wilcoxon Rank Sum* testa p vērtības variantiem, kas būtiski atšķiras no kontroles variantiem. Untr – kontroles variants ar glifosātu; Untr2 – kontroles variants bez glifosāta; var2 un var8 – rudens apstrāde (Komplet 0,5 l/ha) un pavasara apstrāde (Broadway Star 0,160 kg/ha + VAV); var3 un var9 – rudens apstrāde (Komplet 0,5 l/ha) un pavasara apstrāde (Zypar 0,75 l/ha); var4 un var10 – rudens apstrāde (Komplet 0,5 l/ha); var5 un var11 – pavasara apstrāde (Zypar 0,75 l/ha); var6 un var12 – pavasara apstrāde (Broadway Star 0,160 kg/ha + VAV).

Vidējā veldres platība variantos, kur veica apstrādi ar glifosātu, bija no 84% līdz 95%, bet variantos bez apstrādes ar glifosātu no 41 līdz 60%. Palielināta veldres platība variantos, kuros izmantoja glifosātu, samazināja ražas lielumu, kā rezultātā pozitīvais efekts, ko varēja radīt apstrāde ar glifosātu, nav novērojams.

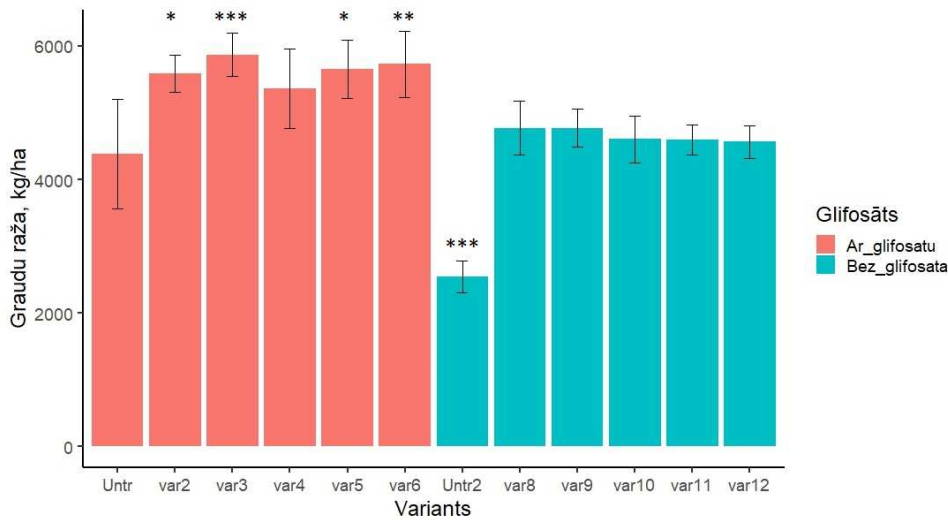
Neskatoties uz to, ka ražas lielums neatšķīrās starp variantiem, gan kontrolē, kur lietoja glifosātu (1. variants), gan kontrolē, kur nelietoja glifosātu (7. variants), bija lielāka nezāļu zaļā masa uz kvadrātmetru (4.5. attēls).



4.5. att. Nezāļu zaļā masa uz kvadrātmetru laukā “Pujekšļi”, pēc apstrādes ar selektīvajiem herbicīdiem. Untr – kontroles variants ar glifosātu; Untr2 – kontroles variants bez glifosāta; var2 un var8 – rudens apstrāde (Komplet 0,5 l/ha) un pavasara apstrāde (Broadway Star 0,160 kg/ha + VAV); var3 un var9 – rudens apstrāde (Komplet 0,5 l/ha) un pavasara apstrāde (Zypar 0,75 l/ha); var4 un var10 – rudens apstrāde (Komplet 0,5 l/ha); var5 un var11 – pavasara apstrāde (Zypar 0,75 l/ha); var6 un var12 – pavara apstrāde (Broadway Star 0,160 kg/ha + VAV).

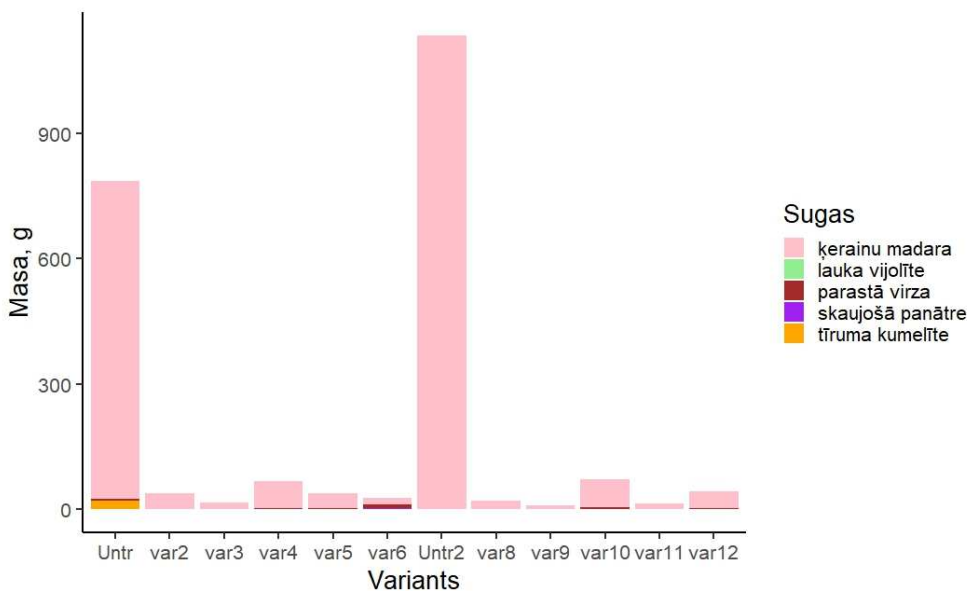
Dominējošās nezāļu sugas šajā laukā bija ķeraiņu madara un rapsis-sārņnaugs, citas sastopamās nezāļu sugas bija dārza vēļagrīķis, maura sūrene un skaujošā panātre (4.5. attēls). **Rapsis-sārņnaugs bija vairāk sastopams variantos**, kuros neizmantoja glifosātu, īpaši kontroles variantā bez glifosāta un variantos, kur veica tikai rudens apstrādi ar Komplet (var10) vai tikai pavasara apstrādi ar Zypar (var11). Kopējā nezāļu zaļā masa abos kontroles variantos būtiski atšķīrās no zaļās masas pārējos variantos, bet pārējie varianti savā starpā būtiski neatšķīrās.

Laukā “Komplekss” apstrādei ar glifosātu un apstrādei ar selektīvajiem herbicīdiem bija būtiska ietekme uz graudu ražu. Ražas lielums kontroles variantā ar glifosātu bija statistiski būtiski zemāks, nekā citos variantos, kur izmantoja glifosātu (4.6. attēls). Kontroles variantā bez glifosāta ražas lielums bija būtiski zemāks, nekā kontroles variantā ar glifosātu un visos pārējos variantos.



4.6. att. Ziemas kviešu graudu raža (mitrums 14%) laukā “Komplekss”. Untr – kontroles variants ar glifosātu; Untr2 – kontroles variants bez glifosāta; var2 un var8 – rudens apstrāde (Komplet 0,5 l/ha) un pavasara apstrāde (Broadway Star 0,160 kg/ha + VAV); var3 un var9 – rudens apstrāde (Komplet 0,5 l/ha) un pavasara apstrāde (Zypar 0,75 l/ha); var4 un var10 – rudens apstrāde (Komplet 0,5 l/ha); var5 un var11 – pavasara apstrāde (Zypar 0,75 l/ha); var6 un var12 – pavasara apstrāde (Broadway Star 0,160 kg/ha + VAV). \* simboli norāda uz statistiski būtisku atšķirību no Untr varianta (\* -  $p < 0,05$ ; \*\* -  $p < 0,01$ ; \*\*\* -  $p < 0,001$ ). Vertikālie nogriežņi norāda standartkļūdu.

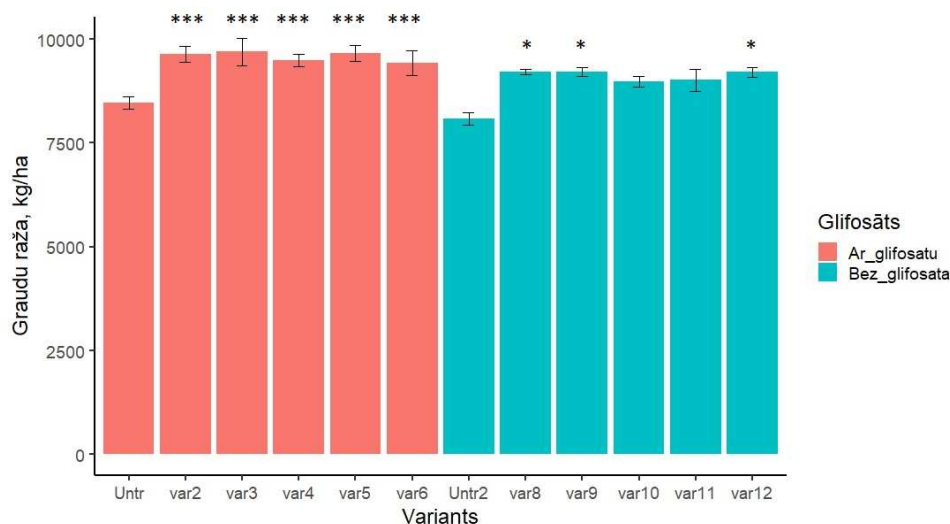
Kontroles variantos ar un bez glifosāta laukā “Komplekss” bija lielāka nezaļu zaļā masa uz kvadrātmetru, salīdzinot ar pārējiem variantiem (4.7. attēls).



4.7. att. Nezaļu zaļā masa uz kvadrātmetru laukā “Komplekss”, pēc apstrādes ar selektīvajiem herbicīdiem. Untr – kontroles variants ar glifosātu; Untr2 – kontroles variants bez glifosāta; var2 un var8 – rudens apstrāde (Komplet 0,5 l/ha) un pavasara apstrāde (Broadway Star 0,160 kg/ha + VAV); var3 un var9 – rudens apstrāde (Komplet 0,5 l/ha) un pavasara apstrāde (Zypar 0,75 l/ha); var4 un var10 – rudens apstrāde (Komplet 0,5 l/ha); var5 un var11 – pavasara apstrāde (Zypar 0,75 l/ha); var6 un var12 – pavasara apstrāde (Broadway Star 0,160 kg/ha + VAV).

Dominējošā nezāļu suga visos variantos bija ķeraīņu madara, citas sastopamās nezāles bija lauka vijolīte, parastā virza, skaujošā panātre un tīruma kumelīte (4.6. attēls). Ķeraīņu madaras zaļā masa bija lielāka kontroles variantā, kurā neizmantoja glifosātu.

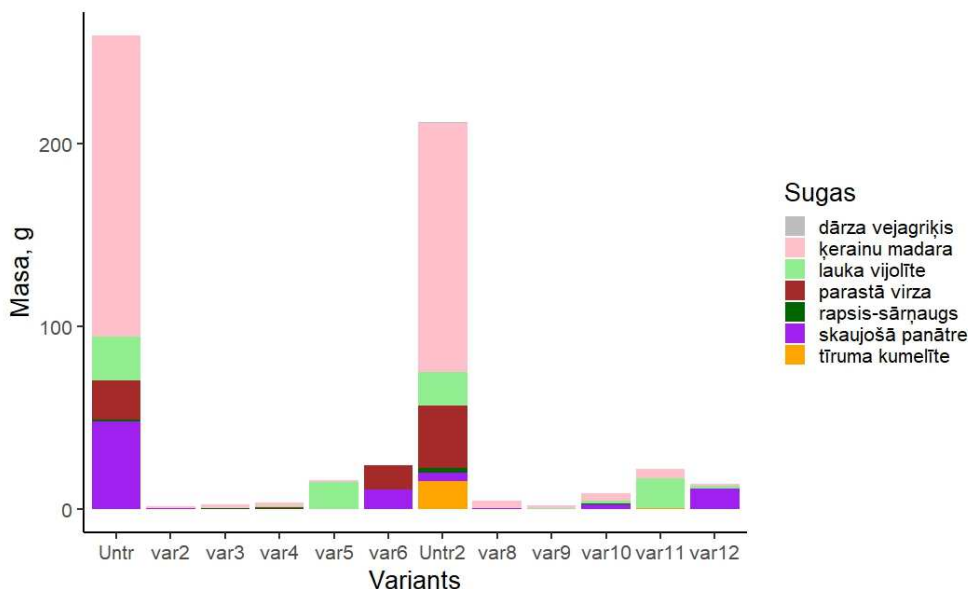
Laukā “Dirdas” apstrādei ar glifosātu un apstrādei ar selektīvajiem herbicīdiem bija būtiska ietekme uz graudu ražu. Ražas lielums kontroles variantā ar glifosātu bija statistiski būtiski zemāks, nekā citos variantos, kur izmantoja glifosātu, kā arī zemāks nekā 8., 9. un 12. variantos, kur neizmantoja glifosātu (4.8. attēls).



4.8. att. Ziemas kviešu graudu raža (mitrums 14%) laukā “Dirdas”. Untr – kontroles variants ar glifosātu; Untr2 – kontroles variants bez glifosāta; var2 un var8 – rudens apstrāde (Komplet 0,5 l/ha) un pavasara apstrāde (Broadway Star 0,160 kg/ha + VAV); var3 un var9 – rudens apstrāde (Komplet 0,5 l/ha) un pavasara apstrāde (Zypar 0,75 l/ha); var4 un var10 – rudens apstrāde (Komplet 0,5 l/ha); var5 un var11 – pavasara apstrāde (Zypar 0,75 l/ha); var6 un var12 – pavasara apstrāde (Broadway Star 0,160 kg/ha + VAV).\* simboli norāda uz statistiski būtisku atšķirību no Untr varianta (\* -  $p < 0,05$ ; \*\* -  $p < 0,01$ ; \*\*\* -  $p < 0,001$ ). Vertikālie nogriežņi norāda standartkļūdu.

Kontroles variantā bez glifosāta ražas lielums bija būtiski zemāks, nekā kontroles variantā ar glifosātu un visos pārējos variantos.

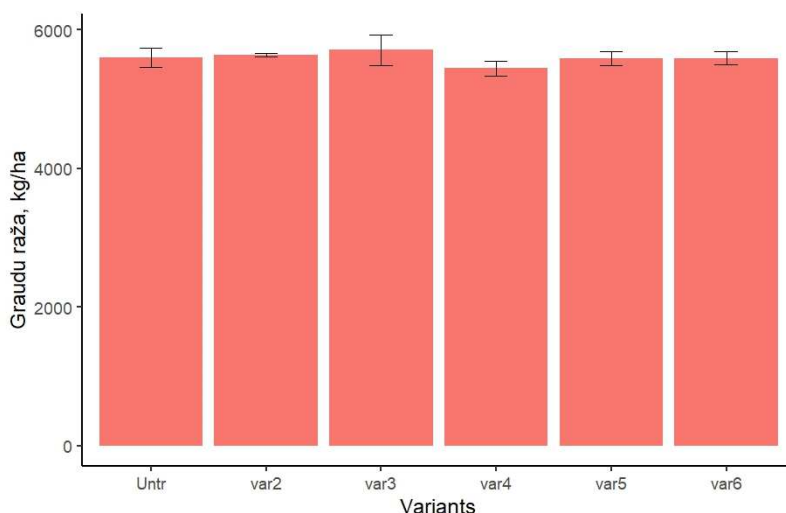
Nezāļu zaļā masa uz kvadrātmetru arī šajā laukā bija vislielākā kontroles variantos ar un bez glifosāta (4.9. attēls).



4.9. att. Nezāļu zaļā masa uz kvadrātmetru laukā “Dirdas”, pēc apstrādes ar selektīvajiem herbicīdiem. Untr – kontroles variants ar glifosātu; Untr2 – kontroles variants bez glifosāta; var2 un var8 – rudens apstrāde (Komplet 0,5 l/ha) un pavasara apstrāde (Broadway Star 0,160 kg/ha + VAV); var3 un var9 – rudens apstrāde (Komplet 0,5 l/ha) un pavasara apstrāde (Zypar 0,75 l/ha); var4 un var10 – rudens apstrāde (Komplet 0,5 l/ha); var5 un var11 – pavasara apstrāde (Zypar 0,75 l/ha); var6 un var12 – pavarsaa apstrāde (Broadway Star 0,160 kg/ha + VAV).

Nezāļu sugu sastāvs laukā “Dirdas” bija daudzveidīgāks, salīdzinot ar citiem laukiem, kontroles variantos dominēja ķeraiņu madara, bet salīdzinoši lielu zaļās masas proporciju visos variantos veidoja arī citas sugas – lauka vijolīte, skaujošā panātre, parastā virza, tīruma kumelīte (4.9. attēls). Izmēģinājumā bija sastopami arī dārza vējagriķis un rapsis-sārņaugis.

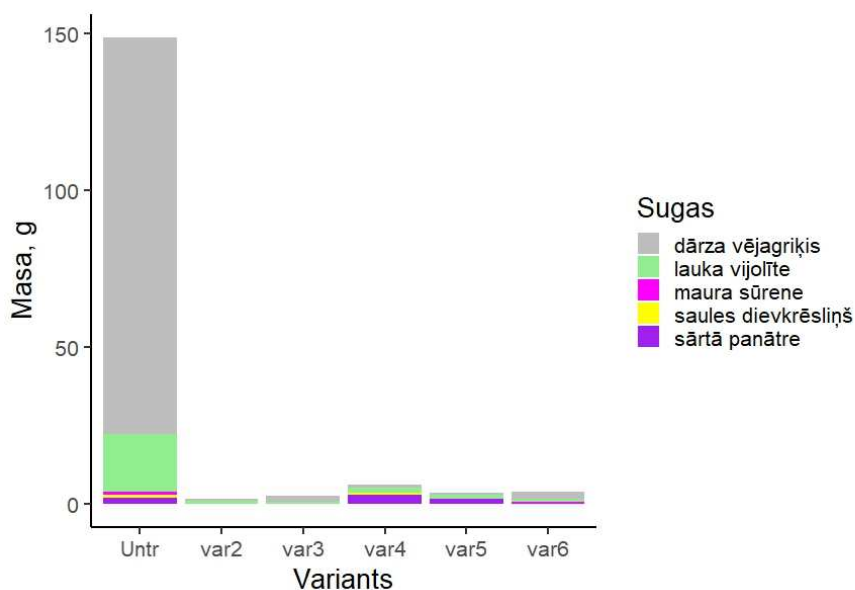
Atsevišķi analizēja rezultātus laukā “Ceļmalas”, kur veica aršanu pirms ziemas kviešu sējas, bez apstrādes ar glifosātu. Ziemas kviešu ražas lielums neatšķīrās starp izmēģinājuma variantiem (4.10. attēls).



4.10.att. Ziemas kviešu graudu raža (mitrums 14%) laukā “Ceļmalas”. Untr – kontroles variants; var2 – rudens apstrāde (Komplet 0,5 l/ha) un pavasara apstrāde (Broadway Star 0,160 kg/ha + VAV); var3 – rudens apstrāde (Komplet 0,5 l/ha) un pavasara apstrāde (Zypar 0,75 l/ha); var4 – rudens apstrāde (Komplet 0,5 l/ha); var5 – pavasara apstrāde (Zypar 0,75 l/ha); var6 – pavarsaa apstrāde (Broadway Star 0,160 kg/ha + VAV).

l/ha); var6 – pavasara apstrāde (Broadway Star 0,160 kg/ha + VAV). Vertikālie nogriežņi norāda standartklūdu.

Nezāļu zaļā masa bija būtiski lielāka kontroles variantā, kur dominēja dārza vējagriķis un lauka vijolīte (4.11. attēls).



4.11. att. Nezāļu zaļā masa uz kvadrātmetru laukā “Ceļmalas”, pēc apstrādes ar selektīvajiem herbicīdiem. Untr – kontroles variants; var2 – rudens apstrāde (Komplet 0,5 l/ha) un pavasara apstrāde (Broadway Star 0,160 kg/ha + VAV); var3 – rudens apstrāde (Komplet 0,5 l/ha) un pavasara apstrāde (Zypar 0,75 l/ha); var4 – rudens apstrāde (Komplet 0,5 l/ha); var5 – pavasara apstrāde (Zypar 0,75 l/ha); var6 – pavasara apstrāde (Broadway Star 0,160 kg/ha + VAV).

No iegūtajiem rezultātiem var secināt, ka glifosāta izmantošanas ietekme uz ziemas kviešu ražu var būt ļoti atšķirīga dažādos laukos un tā var būt atkarīga no kultūrauga šķirnes un augu augšanas apstākļiem (t. sk. mēslošanas un augu aizsardzības no slimībām un kaitēkļiem, sējuma blīvuma), kā arī no laukā izplatīto nezāļu sugu sastāva. Piemēram, rapša-sārņauga daudzums laukā “Pujekšļi” varēja būt saistīts ar glifosāta izmantošanu, taču šī nezāle bija mazāk sastopama citos laukos. Divos no laukiem apstrāde ar glifosātu un selektīvajiem herbicīdiem būtiski ietekmēja ražas lielumu, bet procentuālais pieaugums bija ļoti atšķirīgs dažādos laukos (4.4. tabula).

4.4. Tabula

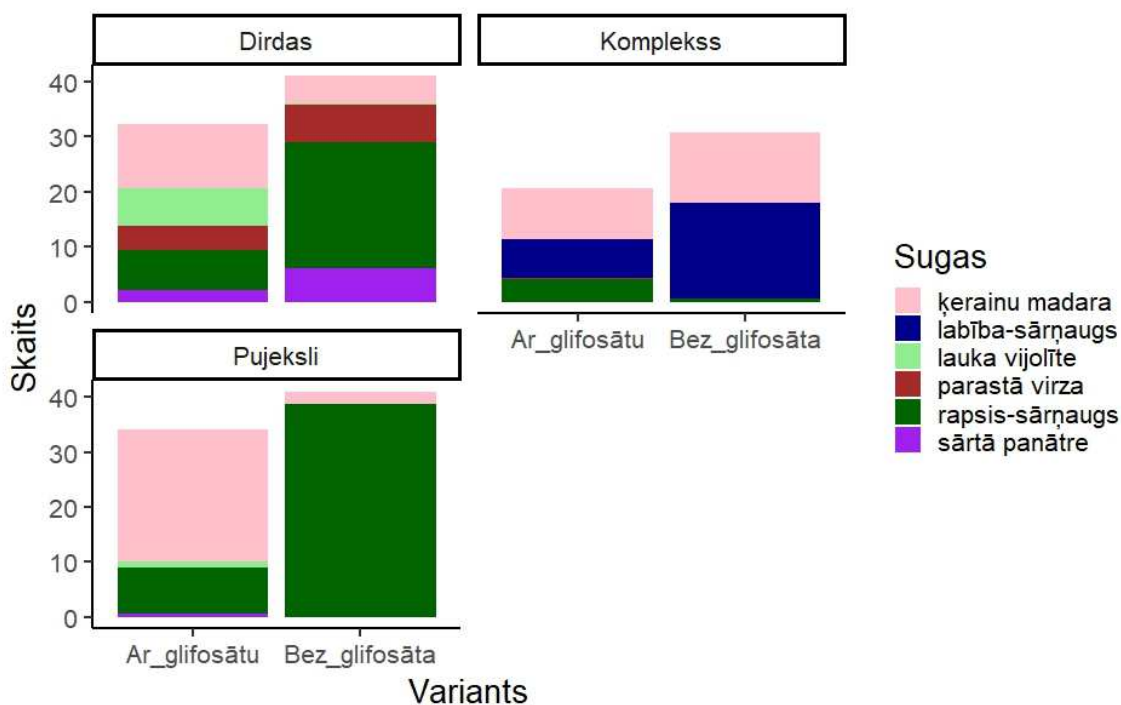
**Vidējās graudu ražas starpība starp variantu, kur veica apstrādi ar glifosātu un analogisko variantu bez apstrādes ar glifosātu**

Variants	%		
	Dirdas (priekšaugš rapsis)	Komplekss (priekšaugš kvieši)	Pujekšļi (priekšaugš rapsis)
Kontrole	5	73	28
rudens apstrāde (Komplet 0,5 l/ha) un pavasara apstrāde (Broadway Star 0,160 kg/ha + VAV)	5	17	0
rudens apstrāde (Komplet 0,5 l/ha) un pavasara apstrāde (Zypar 0,75 l/ha)	5	23	2
rudens apstrāde (Komplet 0,5 l/ha)	6	16	-10
pavasara apstrāde (Zypar 0,75 l/ha)	7	23	4
pavarsaa apstrāde (Broadway Star 0,160 kg/ha + VAV)	2	26	6

Laukā “Dirdas” ražas starpība nepārsniedza 7%, savukārt, laukā “Komplekss” kontroles variantā starpība sasniedza 73% (1. tabula). Laukā “Pujekšļi” starpība bija mainīga, vienā variantā bija ražas samazinājums, ko var izskaidrot ar veldres ietekmi.

Lai noteiktu apstrādes ar glifosātu ietekmi uz nezāļu skaitu rudenī, salīdzināja nezāļu skaitu kontroles variantos ar un bez glifosāta apstrādes, kā arī laukā “Ceļmalas” ar variantu, kur veica aršanu.

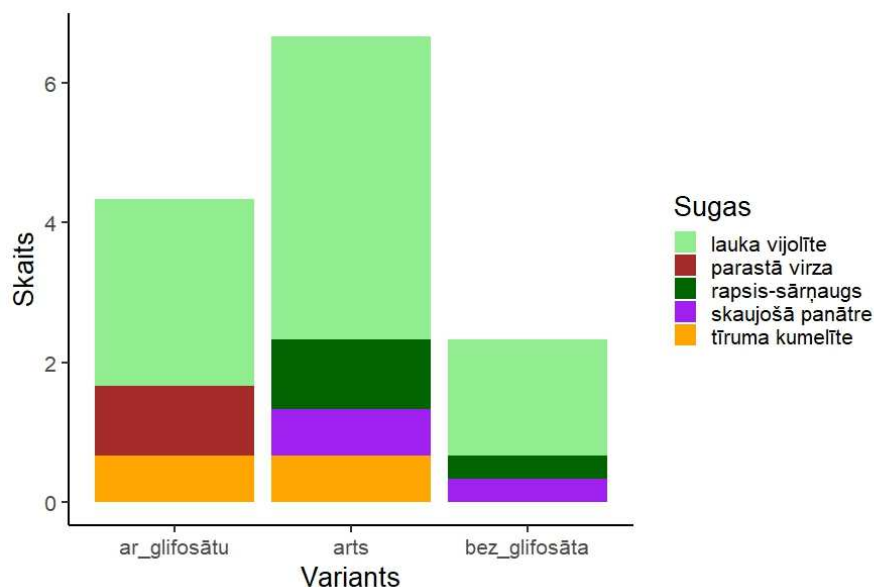
Visos laukos, kur nebija veikta aršana, nezāļu *skaitis bija būtiski lielāks variantā bez apstrādes ar glifosātu (4.12. attēls).*



4.12.att. Nezāļu skaits uz kvadrātmetru rudenī, pēc apstrādes ar glifosātu kontroles variantā, kur veica apstrādi ar glifosātu un kontroles variantā bez apstrādes ar glifosātu.

Laukos “Dirdas” un “Pujekšļi” variantā bez apstrādes ar glifosātu bija lielāks rapša-sārņauga skaits, bet laukā “Komplekss” lielāks labības-sārņaugu skaits (4.12. attēls).

Laukā “Ceļmalas” rapsis-sārņaugus bija sastopams tikai variantos, kur neveica apstrādi ar glifosātu (4.13. attēls), taču tā skaits uz kvadrātmetru bija kopumā mazāks, nekā citos laukos.



4.13.att. **Nezāļu skaits uz kvadrātmetru rudenī, pēc apstrādes ar glifosātu kontroles variantā, kur veica apstrādi ar glifosātu, kontroles variantā bez apstrādes ar glifosātu un kontroles variantā kur veica aršanu laukā “Ceļmalas”.**

Starp kontroles variantiem ar un bez apstrādes ar glifosātu nebija būtiskas nezāļu skaita atšķirības, bet nezāļu skaits variantā ar aršanu bija būtiski lielāks, nekā kontroles variantā bez apstrādes ar glifosātu, ko galvenokārt noteica liels lauka vijolītes augu skaits uz kvadrātmetru (4.13. attēls).

Jāuzsver, ka arī gadījumos, kad ražas lielums būtiski nemainās, nezāļu savairošanās konkrētajā gadā var radīt ilgtermiņa sekas un palielināt nezāļu augsnes sēklu bankas lielumu un līdz ar to – nezāļu fonu turpmākajos gados. Nezāļu masas uzskaites rezultāti liecina, ka *tieši apstrāde ar selektīvajiem herbicīdiem galvenokārt nosaka zaļās masas samazinājumu, salīdzinot ar kontroli, visos izmēģinājuma variantos*. Rudens nezāļu uzskaišu rezultāti liecina par to, ka apstrāde ar glifosātu samazina nezāļu skaitu un spēju konkurēt ar kultūraugu rudenī un pavasarī, pirms apstrādes ar selektīvajiem herbicīdiem. *2022. gadā iegūtie dati neliecina par to, ka divas apstrādes ar selektīvajiem herbicīdiem (rudenī un pavasarī) ir efektīvākas par vienu apstrādi pavasarī.*

### 4.3. Secinājumi

**Laukos ar minimālos augsnes apstrādi** variantos ar glifosāta apstrādi rudenī ir būtiski mazinājies pabiru sārņaugu skaits. Ir būtiski augstāka raža kontroles variantā ar glifosātu, salīdzinot ar kontroles variantu bez glifosāta, laukos “Dirdas” un “Komplekss”. Laukā “Pujekšļi” ražas datus ietekmējusi veldre.

**Laukā “Komplekss”** kontroles variantā ar glifosātu raža ir būtiski augstāka, salīdzinot ar kontroles variantu bez glifosāta. Šajā izmēģinājumā būtiski augstāka raža no variantiem ar glifosātu, ir tiem variantiem, kur ir lietoti rudens herbicīds (Komplet) un kāds no pavasara herbicīdiem (Brodway vai Zypar – 2., 3. v.) vai arī varianti tikai ar pavasara herbicīdiem (Brodway vai Zypar – 5., 6. v.). Tas tieši korelē ar **ķeraiņu madaras daudzumu (pēc masas uzskaites)** šajos variantos. Variantos bez glifosāta šajā izmēģinājumā šāda sakarība neparādās, jo dominējošie ir pabiru graudaugi. Tā, kā šajā laukā nav īsmūža viendīgļlapju nezāles, variantus ar rudens herbicīdu Komplet var vērtēt tikai no divdīgļlapju nezāļu kontroles viedokļa. Un vienlīdz labu efektivitāti ir nodrošinājuši varianti gan ar rudens herbicīdu + pavasara herbicīdi, gan varianti tikai ar pavasara herbicīdiem.

**Audzējot kviešus ar minimālo augsnes apstrādi pēc priekšauga (kvieši), glifosāta apstrāde pirms sējas ir būtiska tehnoloģijas sastāvdaļa.**



**Laukā “Dirdas”** rezultāti šajā laukā ir bijuši atkarīgi no plašāka nezāļu spektra, bet vislabākie ir tie varianti, kuri kontrolēja plašāku nezāļu spektru – pabiru rapsi (glifosāts pamatā + pārējie H), ķeraiņu madaru (Komplet + Brodway vai Zypar), vijolīti (Komplet vai Brodway), panātri (Komplet + Zypar vai Zypar). Arī šajā laukā nav īsmūža viendīgļlapju nezāļu, tāpēc pilnībā novērtēt rudens herbicīda Komplet efektivitāti nevar.

**Audzējot kviešus ar minimālo augsnes apstrādi pēc priekšauga (rapsis), glifosāta apstrāde pirms sējas ir būtiska tehnoloģijas sastāvdaļa.**

**Situācijā, kad nav īsmūža viendīgļlapju nezāles, svarīgi izvēlēties selektīvos herbicīdus rudenī un pavasarī vai tikai pavasarī, kas atbilst konkrētā lauka divdīgļlapju nezāļu spektram.**

**Laukā “Ceļmalas”, kur kvieši sēti pēc kviešiem ar augsnes aršanas tehnoloģiju glifosāta lietošana neattaisnojas.** Pēc nezāļu masas var redzēt, ka tā ir salīdzinoši neliela, salīdzinot ar citiem izmēģinājumu laukiem un nav pārstāvēta ķeraiņu madara, kā citos laukos. Tas izskaidro rezultātu.

## 5. EIROPAS ZAĻĀ KURSA 2030. GADA LAUKSAIMNIECĪBAS UN KLIMATA SEKTORU MĒRĶU SASNIEGŠANAS IETEKME UZ LATVIJAS LAUKSAIMNIECĪBU

### 5.1. Zinātniskās literatūras analīze

Eiropas Zaļā kursa ietvaros izvirzītie mērķi kā svarīgu Eiropas nākotnes ilgtspējīgas attīstības dimensiju nosaka gan klimatneitralitāti, gan pāreju uz ilgtspējīgu pārtikas sistēmu.

Pasaules iedzīvotāju skaits nepārtraukti pieaug, palielinot nepieciešamību pēc pārtikas. Pārtikas ražošanas apjomu var palielināt, palielinot lauksaimniecībā izmantojamās platības un lauksaimniecības kultūru ražību. No ilgtspējas viedokļa lauksaimniecībā izmantojamo zemju palielināšana nav vēlama, tāpēc liels uzsvars liekams uz ražības pieaugumu, kura iegūšanā būtisks faktors ir augu aizsardzības līdzekļu (AAL) lietošana. AAL lietošana pašlaik ir aktuāls un plašām diskusijām pakļauts jautājums, kas ir saistīts ar Enserink u.c. (2013)<sup>1</sup> definēto t.s. pesticīdu paradoks, jo pesticīdi ir vielas, kas vienlaicīgi atvieglo cilvēku dzīvi un atbalsta ekonomiku, tajā pašā laikā radot nopietnu potenciālo apdraudējumu videi un cilvēku veselībai. Pārtikas un lauksaimniecības organizācija (2006)<sup>2</sup> ir definējusi augu aizsardzības līdzekļus kā pesticīdus, kas paredzēti, lai novērstu, iznīcinātu vai kontrolētu jebkuru kaitīgo organismu, kas rada kaitējumu vai citādi traucē pārtikas, lauksaimniecības preču, koksnes un koka izstrādājumu ražošanas, apstrādes, uzglabāšanas, transportēšanas vai tirdzniecības laikā. AAL lietošanas jautājums ir īpaši aktuāls ES ar tās augsto produktivitātes un pesticīdu lietošanas normatīvā regulējuma līmeni, tāpēc ES mērogā ir veikti vairāki pētījumi, lai noskaidrotu AAL izmantošanas ilgtspējas palielināšanas iespējas<sup>3,4,5</sup>.

Jāatzīst, ka ilgstoša sabiedrības spiediena rezultātā AAL lietošana ES ir viena no stingrāk reglamentētajām jomām. Jau kopš 1991. gada ES ir spēkā kopīgi noteikumi par tirdzniecībai paredzētu AAL atļaušanu, tirgū laišanu, lietošanu un kontroli<sup>6</sup>. Visiem AAL tiek veikta divpakāpju licencēšanas procedūra: Komisija vispirms apstiprina aktīvās vielas un tikai pēc tam dalībvalstis var atļaut AAL komerciālas formas, kas satur apstiprinātas aktīvās vielas. ES apstiprināšanas kritēriji nosaka, ka AAL nedrīkst radīt nekādu kaitīgu ietekmi uz cilvēku vai dzīvnieku veselību un nepieņemamu ietekmi uz vidi. 2009. gadā, pieaugot sabiedrības spiedienam, tika apstiprināta pesticīdu ilgtspējīgas lietošanas direktīva<sup>7</sup>. Direktīva nosaka valsts rīcības plānu nepieciešamību ar kvantitatīviem mērķiem, uzdevumiem, pasākumiem un grafikiem, lai mazinātu pesticīdu lietošanas radīto risku un ietekmi uz cilvēku veselību un vidi, sekmētu integrētās augu aizsardzības un alternatīvo paņēmienu pilnveidošanu un ieviešanu, iekļaujot arī indikatoru sistēmu, kas nodrošina uzraudzību, palīdz noteikt pesticīdu lietošanas

<sup>1</sup> Enserink, M., Hines, P.J., Vignieri, S.N., Wigginton, N.S., JAKE S. Yeston, J.S. (2013). The Pesticide Paradox. *Science*, Vol 341, Issue 6147, pp. 728-729.

<sup>2</sup> FAO (2006). International Code of Conduct on the Distribution and Use of Pesticides. Guidelines on Efficacy Evaluation for the Registration of Plant Protection Products. Pieejams:

[https://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests\\_Pesticides/Code/Efficacy.pdf](https://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/Code/Efficacy.pdf)

<sup>3</sup> European Court of Auditors (2020). Special Report No 5 "Sustainable use of plant protection products: limited progress in measuring and reducing risks". Pieejams:

<file:///C:/Users/Lietotajs/Downloads/sustainable%20use%20of%20plant%20protection%20products-QJAB19026ENN.pdf>

<sup>4</sup> Bremmer, J., Riemens, M., Reinders, M. (2021). The future of crop protection in Europe. European Parliamentary Research Service PE 656.330. Pieejams:

[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2021/656330/EPRS\\_STU\(2021\)656330\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2021/656330/EPRS_STU(2021)656330_EN.pdf)

<sup>5</sup> Keulemans, W., Bylemans, D., De Coninck, B. (2019). Farming without plant protection products

Can we grow without using herbicides, fungicides and insecticides? European Parliamentary Research Service PE 634.416.

Pieejams: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2019/634416/EPRS\\_IDA\(2019\)634416\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2019/634416/EPRS_IDA(2019)634416_EN.pdf)

<sup>6</sup> EP (2009). Regula (EK) Nr. 1107/2009 (2009. gada 21. oktobris) par augu aizsardzības līdzekļu laišanu tirgū. Pieejama:

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LV/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009R1107&from=LV>

<sup>7</sup> EP (2009). Direktīva 2009/128/EK (2009. gada 21. oktobris), ar kuru nosaka Kopienas sistēmu pesticīdu ilgtspējīgas

lietošanas nodrošināšanai. Pieejama: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LV/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0128&from=LV>

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LV/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0128&from=LV>

tendences un veido kvantitatīvu ietvaru pesticīdu lietošanas samazināšanas mērķu noteikšanai un progresa monitoringam.

Pamatojoties uz plašu ES mērogā veiktu izpēti, Eiropas Komisijas (EK) eksperti (2022)<sup>8</sup> atzīst, ka pesticīdu ilgtspējīgas lietošanas direktīvas ieviešana ir bijusi mēreni efektīva, uz ko norāda nepilnīga integrētās augu aizsardzības metožu ieviešanas veicināšana, pesticīdu ilgtspējīgas lietošanas mērķu un rādītāju trūkums dalībvalstu nacionālās attīstības plānos, efektīvu uzraudzības sistēmu trūkums un ierobežota datu pieejamība par pesticīdu lietošanu dalībvalstīs. Kā secina EK eksperti, arī Kopējās lauksaimniecības politikas (KLP) ietvaros realizētie pasākumi nepietiekami veicināja ilgtspējīgāku metožu ieviešanu pesticīdu lietošanai lauksaimniecībā. Tāpēc kā daļa no Eiropas zaļā kursa, Komisijas stratēģijas “No lauka līdz galdam” ietvaros ir ierosināti divi konkrēti mērķi, lai līdz 2030. gadam samazinātu pesticīdu lietošanas apjomu un ar tiem saistīto risku - par 50% visā ES samazināt ķīmisko augu aizsardzības līdzekļu izmantošanu un risku un samazināt bīstamāku augu aizsardzības līdzekļu izmantošanu, rēķinot no 2015., 2016. un 2017. gada vidējā rādītāja. Aprēķinu metodoloģija nosaka, ka AAL ir sagrupēti četrās grupās atkarībā no to bīstamības, un katrai grupai ir piešķirts bīstamības koeficients, ar kuru, nosakot samazinājuma apmēru, jāreizina pārdotais attiecīgās grupas aktīvo vielu apjoms.

Saskaņā ar Pārtikas un lauksaimniecības organizācijas datiem<sup>9</sup> 2019. gadā globālās antropogēnās emisijas bija 54 miljardi tonnu oglekļa dioksīda ekvivalents (CO<sub>2</sub> ekv.), no kuriem 31% radīja globālās pārtikas sistēmas. Pārtikas sistēmas 2019. gadā radīja 21% no oglekļa dioksīda emisijām, 53% no metāna emisijām un 78% no slāpekļa oksīda emisijām visā pasaulē. Lauksaimniecības produkcijas ražotāju radītās emisijas 2019. gadā bija lielākā pārtikas sistēmu emisiju sastāvdaļa ar aptuveni 7 miljardiem tonnu CO<sub>2</sub> ekv., kam sekoja pirms- un pēcražošanas procesi (6 miljardi tonnu CO<sub>2</sub> ekv.) un zemes izmantojuma izmaiņas (4 miljardi tonnu CO<sub>2</sub> ekv.).

Jaunākie Latvijas SEG inventarizācijas dati<sup>10</sup> norāda, ka lauksaimniecība ir trešais lielākais emisiju sektors, kas radīja 21,5% (2250,88 kt CO<sub>2</sub> ekv.) no kopējām Latvijas SEG emisijām 2020. gadā, neskaitot ZIZIMM, bet ieskaitot netiešās CO<sub>2</sub> emisijas. 2020. gadā N<sub>2</sub>O emisijas no lauksaimniecības augsnēm veidoja lielāko daļu (51,6%) no sektora kopējām emisijām, savukārt lauksaimniecības dzīvnieku zarnu fermentācijas procesu emisijas bija otrs lielākais lauksaimniecības emisiju avots, radot 38% no kopējām lauksaimniecības emisijām. Emisijas no augšņu apsaimniekošanas veido tiešās dislāpekļa emisijas no organiskajām augsnēm, slāpekļa minerālmēsliem, kūtsmēsliem un cita veida organiskā mēslojuma, pērcplaujas atliekām un ganībām. Netiešās dislāpekļa oksīda emisijas no apsaimniekotām augsnēm nosaka iztvaikošanas un izskalošanās procesi. 2020. gadā slāpekļa minerālmēsli veidoja lielāko daļu no kopējām lauksaimniecības augšņu apsaimniekošanas emisijām (34%), kam sekoja emisijas no apsaimniekotām organiskām augsnēm (24%) un pērcplaujas atliekām (15%).

Ņemot vērā, ka Latvija ir ES dalībvalsts, Latvijas SEG mērķi ir saistīti ar ES SEG emisiju samazināšanas mērķiem, kā arī ar starptautisko klimata politiku. Latvijas kopējā SEG emisiju apjomā dominē ne-ETS darbību SEG emisiju apjoms, t.sk. lauksaimniecības sektora emisijas. Saskaņā ar Regulu 2018/842<sup>11</sup> laika periodā no 2021. gada līdz 2030. gadam Latvijai

<sup>8</sup> EC (2022). Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on the sustainable use of plant protection products and amending Regulation (EU) 2021/2115. Brussels, 22.6.2022, COM(2022) 305 final, 2022/0196 (COD).

<sup>9</sup> FAO (2021). The share of food systems in total greenhouse gas emissions. Global, regional and country trends, 1990-2019. FAOSTAT Analytical Brief Series No. 31. Rome. Pieejams: <https://www.fao.org/3/cb7514en/cb7514en.pdf>

<sup>10</sup> LVGMC (2022). 2022. gada siltumnīcefekta gāzu inventarizācijas kopsavilkums. Pieejams: [file:///C:/Users/Lietotajs/Downloads/Majas\\_lapai\\_LVGMC\\_2022\\_seginvkopsavilkums.pdf](file:///C:/Users/Lietotajs/Downloads/Majas_lapai_LVGMC_2022_seginvkopsavilkums.pdf)

<sup>11</sup> EP (2018). Regula (ES) 2018/842 (2018. gada 30. maijs) par saistošiem ikgadējiem siltumnīcefekta gāzu emisiju samazinājumiem, kas dalībvalstīm jāpanāk no 2021. līdz 2030. gadam un kas dod ieguldījumu rīcībā klimata politikas jomā,

ir nepieciešams nodrošināt 6% ne-ETS darbību SEG emisiju samazinājumu, salīdzinot ar Latvijas ne-ETS darbību SEG emisiju apjomu 2005. gadā. Kā norādīts informatīvajā ziņojumā “Par siltumnīcefekta gāzu emisiju samazināšanas un oglekļa dioksīda piesaistes saistību izpildi”<sup>12</sup>, Latvija ir arī izvirzījusi mērķi līdz 2050. gadam sasniegt klimatneitralitāti, ko paredzēts īstenot caur secīgiem Latvijas Nacionālajā enerģētikas un klimata plānā 2021.-2030. gadam noteiktiem pasākumiem. Saskaņā ar Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centra (LVĢMC) aprēķiniem, 2030. gada noteiktais ne-ETS SEG emisiju samazinājuma mērķis (-6% salīdzinājumā ar 2005. gadu) netiks sasniegts scenārijā ar esošajiem pasākumiem un tāpēc nepieciešams īstenot scenāriju ar papildus pasākumiem. Šajā kontekstā īpaši būtisks ir katra ne-ETS sektora, t.sk. lauksaimniecības devums SEG emisiju apjoma ierobežošanā.

Tāpēc pētījuma mērķis ir noteikt ES politikas dokumentos plānotā AAL lietošanas samazinājuma potenciālo ietekmi uz nozīmīgāko augkopības kultūru (ziemas kviešu, vasaras kviešu un ziemas rapšu) ražošanas rādītājiem Latvijā un ražošanas apjoma izmaiņu radīto potenciālo SEG emisiju no augsnes apsaimniekošanas izmaiņu apjomu.

Augu aizsardzības līdzekļu lietošanas pozitīvā ietekme ir daudzpusīga – Aktar u.c. (2009)<sup>13</sup> veikuši zinātnisko pētījumu apkopojumu, izdalot tādas pozitīvos aspektus kā lauksaimniecības kultūraugu produktivitātes uzlabošana, ražas zudumu novēršana vai samazināšana, vektora slimību kontrole un pārtikas kvalitātes nodrošināšana. Tajā pašā laikā ir veikti daudzi pētījumi par AAL kaitīgo ietekmi tādās jomās kā cilvēku veselība (tieša iedarbība un pārtikas piesārņojums) un apkārtējā vide (bioloģiskā daudzveidība, ūdens, augsnes un gaisa piesārņojums, kaitējums dzīvniekiem, putniem un citiem dzīvajiem organismiem), kuru atziņas ir apkopējuši gan Aktar u.c. (2009), gan Keulemans u.c. (2019) jaunākajā EP ietvaros veiktajā pētījumā par AAL lietošanas ierobežošanas sekām.

Keulemans u.c. (2019) Eiropas Parlamenta (EP) pētījumā<sup>14</sup>, veicot zinātniskās literatūras apkopojumu, secina, ka kvantitatīvi zinātniskie pētījumi par AAL ietekmi uz ražas daudzumu un kvalitāti ir ierobežoti. Precīzas attiecības starp ražu un AAL izmantošanu ir grūti pierādīt ar eksperimentāliem datiem, tāpēc ietekmes pētījumi pārsvarā ir balstīti uz ekspertu veiktajām AAL piemērošanas shēmu simulācijām, pieņēmumiem un/vai interpretācijām.

Virkne zinātnisko pētījumu apstiprina pozitīvas sakarības starp AAL lietošanu un lauksaimniecības kultūraugu ražīgumu. Oerke (2006)<sup>15</sup> definēja AAL lietošanas efektivitāti kā starpību starp potenciālajiem zudumiem (bez jebkādas kultūraugu aizsardzības lietošanas) un faktiskajiem zudumiem (izmantojot kādu no augu aizsardzības pasākumiem - sintētiskie vai bioloģiskie AAL, mehāniskā nezāļu kontrole, augseka, bioloģiskā kontrole un rezistentas šķirnes). Pētot kaitēkļu un slimību izraisītos zaudējumus sešiem galvenajiem lauksaimniecības kultūraugiem 19 pasaules reģionos, pamatojoties uz 2001.-2003. gada datiem, Oerke konstatēja, ka, piemēram, kviešiem kaitēkļu un slimību izraisītie zaudējumi variē 50% robežās, bet AAL lietošanas efektivitāte potenciālo zaudējumu novēršanā atkarībā no augšanas apstākļiem, ražības un ražošanas intensitātes dažādos reģionos ir ļoti atšķirīga (Eiropas reģionos tā variē 32-71% robežās). Kopējais zaudējumu potenciāls ir īpaši augsts kultūraugiem, kas audzēti augstas produktivitātes apstākļos. Orum u.c. (2002)<sup>16</sup>, pētot pesticīdu lietošanas samazinājuma ietekmi Dānijas lauksaimniecībā, noteica iespējamo ražas zaudējumu apmēru

---

lai izpildītu Parīzes nolīgumā paredzētās saistības, un ar ko groza Regulu (ES) Nr. 525/2013 (Dokuments attiecas uz EEZ). Pieejams: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LV/TXT/?uri=uriserv:OJ.L\\_.2018.156.01.0026.01.LAV](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LV/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2018.156.01.0026.01.LAV)

<sup>12</sup> VARAM (2021). Informatīvais ziņojums “Par siltumnīcefekta gāzu emisiju samazināšanas un oglekļa dioksīda piesaistes saistību izpildi”.

<sup>13</sup> Aktar, W., Sengupta, D., Chowdhury, A. (2009). Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards. *Interdisciplinary Toxicology*, 2(1):1-12.

<sup>14</sup> Keulemans, W., Bylemans, D., De Coninck, B. (2019). Farming without plant protection products. Can we grow without using herbicides, fungicides and insecticides? European Parliamentary Research Service PE 634.416. Pieejams: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2019/634416/EPRS\\_IDA\(2019\)634416\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2019/634416/EPRS_IDA(2019)634416_EN.pdf)

<sup>15</sup> Oerke, E.C. (2006). Crop losses to pests. *Journal of Agricultural Science*, 144, pp. 31–43.

<sup>16</sup> Orum, J.E., Jorgensen, L.N., Jensen, P.K. (2002). Farm Economic Consequences of a Reduced Use of Pesticides in Danish Agriculture. *13th International Farm Management Congress*, Wageningen, The Netherlands, July 7-12, 2002.

pesticīdu pilnīgas aizliegšanas gadījumā. Kviešiem, atkarībā no augsnes tipa, slimības varētu radīt 7-9% lielus ražas zudumus, kaitēkļi – 2-5% un nezāles – 6% lielus ražas zudumus. Hossard u.c. (2014)<sup>17</sup>, novērtējot pesticīdu lietošanas samazināšanas par 50% ietekmi uz kviešu produktivitāti Francijā, secināja, ka ražas zudumi ir 5-13% no ražas, kas iegūta ar pašreizējo pesticīdu lietošanas apjomu. Keulemans u.c. (2019), apkopojot citu zinātnisko pētījumu rezultātus, secina, ka aptuvenās aplēses par ražas zudumiem ir aptuveni 80% no potenciālajiem zudumiem, ja tiek aizliegta AAL lietošana un kultūraugu aizsardzība tiek veikta ar citiem audzēšanas pasākumiem, pie tam rezultāti atšķiras atkarībā no apskatītās lauksaimniecības kultūras, reģiona un iespējamās ražības. Bremmer u.c. (2021)<sup>18</sup> veica ietekmes novērtējumu ES stratēģijas “No lauka līdz galdam” un bioloģiskās daudzveidības stratēģijas mērķu sasniegšanai. Pētījuma ietvaros tika analizēti četri scenāriji, vērtējot pesticīdu lietošanas un riska samazināšanu, barības vielu izmantošanas un zudumu samazināšanu un bioloģiskās lauksaimniecības platību palielināšanu, secinot, ka pesticīdu lietošanas un riska samazināšana par 50% un barības vielu zudumu samazināšana par 50% būtiski ietekmē ražas līmeni. Scenārijā, kas paredz samazināt pesticīdu lietošanu un risku, aprēķinātie ražas zudumi bija no 0% līdz 30%, bet, samazinot mēslojuma patēriņu – no 2% līdz 25%. Tika noteikts, ka stratēģijas “No lauka līdz galdam” īstenošanas ietekme varētu būt lielāka daudzgadīgajām kultūrām. Pētījuma autori norāda, ka minēto stratēģiju īstenošana pasliktinās lauksaimnieku ekonomisko situāciju, bet ražas un tās kvalitātes zudumi radīs pārtikas importa pieaugumu un ES augkopības produkcijas eksporta apjoma samazināšanos.

Atsevišķi pētījumi liecina par pretrunīgu AAL samazinātas lietošanas ietekmi uz saimniecību produktivitāti vai rentabilitāti, jo īpaši, ja salīdzina bioloģisko (zems pesticīdu lietošanas līmenis) un konvencionālo ražošanu. Saskaņā ar Lechenet u.c. (2014)<sup>19</sup> pētījuma rezultātiem par pesticīdu lietošanu Francijā, 59% pētījumā iesaistīto saimniecību ir iespējams AAL lietošanas samazinājums bez negatīvas ietekmes uz rentabilitāti un produktivitāti un vislielākais samazinājums ir iespējams saimniecībās, kurās ir augsts AAL izmantošanas līmenis. Seufert u.c. (2012)<sup>20</sup> veiktā analīze norāda, ka ar mūsdienu bioloģiskās audzēšanas metodēm iegūtās ražības atsevišķos gadījumos gandrīz var konkurēt ar konvencionālajām ražībām, īpaši konkrētiem kultūraugu veidiem, augšanas apstākļiem un saimniekošanas metodēm. Izmantojot labāko bioloģiskās saimniekošanas praksi, ražības ir tuvākas konvencionālajām ražībām (-13%), bet t.p. laikā vidējo ražību salīdzināšana norāda uz būtiskākām atšķirībām (-34%).

## 5.2. Aprēķinu metodoloģija

Pētījuma ietvaros, lai noteiktu AAL lietošanas apjoma ierobežošanas potenciālo ietekmi Latvijā, aprēķini tiek veikti trīs kultūraugiem - ziemas kviešiem, vasaras kviešiem un ziemas rapsim (turpmāk arī ZK, VK, ZR), kas saskaņā ar statistikas datiem veido ~80% no AAL lietojuma Latvijā. Mūs interesējošajā 2015.-2017. gada periodā šīs kultūras aizņēma vidēji 45% no sējumu kopplatības Latvijā, bet 2021. gadā - 52%<sup>21</sup>. 5.1. attēlā ir atspoguļoti pētījuma posmi.

<sup>17</sup> Hossard, L., Philibert, A., Bertrand, M., Colnenne-David, C., Debaeke, P., Munier-Jolain, N., Jeuffroy, M.H., Richard, G., Makowski, D. (2014). Effects of halving pesticide use on wheat production. *Scientific Reports*, Volume 4, Article number: 4405. Pieejams: <https://www.nature.com/articles/srep04405>

<sup>18</sup> Bremmer, J., Gonzalez-Martinez, A., Jongeneel, R., Huiting, H., Stokkers, R., Ruijs, M. (2021). Impact Assessment of EC 2030 Green Deal Targets for Sustainable Crop Production. Wageningen, Wageningen Economic Research, Report 2021-150. 70 p.

<sup>19</sup> Lechenet, M., Bretagnolle, V., Bockstaller, C., Boissinot, F., Petit, M-S., Petit, S., Munier-Jolain, N.M. (2014).

Reconciling Pesticide Reduction with Economic and Environmental Sustainability in Arable Farming. *PLoS ONE* 9, e97922.

<sup>20</sup> Seufert, V., Ramankutty, N., Foley, J.A. (2012). Comparing the yields of organic and conventional Agriculture. *Nature*, 485(7397):229-32.

<sup>21</sup> Aprēķini saskaņā ar CSP datiem [LAG020]



### 5.1. att. Pētījuma metodoloģiskais ietvars

Pētījuma ietvaros katram kultūraugam ir izveidota vidēja optimāla ieņēmumu un izdevumu struktūra uz 1 ha, kā arī noteikts vidējais optimālais AAL un minerālmēslu slāpekļa (N) daudzums uz 1 ha pie dažādām mērķa ražībām. Par pamatu šiem aprēķiniem ir izmantoti ekspertu izstrādāti tehnoloģiskie modeļi konvencionālai ražošanai<sup>22</sup>, izdevumu sadaļu papildinot ar zemes nomas un administratīvajiem izdevumiem. Aprēķinos ir izmantotas 2021. gada kultūraugu cenas un ražošanas izmaksas. Rezultātā ir izveidotas optimālas ražošanas alternatīvas pie dažādām ražībām, atspoguļojot katras ražības sasniegšanai nepieciešamo AAL aktīvo vielu daudzumu, minerālmēslu slāpekļa (N) daudzumu un prognozējamo peļņu (ieskaitot pieejamo atbalstu). Aprēķinos AAL aktīvā viela nav reizināta ar bīstamības grupu koeficientiem, kas minimāli ietekmē aprēķinu rezultātus, jo praktiski visas aktīvās vielas ietilpst 2. riska grupā, bet atvieglo rezultātu uztveri un salīdzināšanu ar statistikas datiem.

5.1. tabulā ir apkopota aprēķinos izmantotā pamata informācija par ZK, VK un ZR audzēšanu, rēķinot uz 1 ha, un statistikas dati par mērķa ražībām atbilstošajām kultūraugu platībām Latvijā 2021. gadā.

5.1. tabula

#### Vidējie optimālie ziemas kviešu, vasaras kviešu un ziemas rapšu audzēšanas rādītāji uz 1 ha un kopējās platības pie dažādiem ražības līmeņiem Latvijā 2021. gadā

Rādītāji		2 t/ha	3 t/ha	4 t/ha	5 t/ha	6 t/ha	7 t/ha	8 t/ha
Ziemas kvieši	AAL, kg/ha	-	0,82	0,82	1,38	2,00	2,00	2,00
	N, kg/ha	-	76	110	129	165	197	204
	Peļņa, EUR/ha	-	215	327	463	554	695	861
	Platība, ha	-	44 113	77 040	119 025	107 691	43 122	5 845
Vasaras kvieši	AAL, kg/ha	-	0,12	1,05	1,10	1,10	-	-
	N, kg/ha	-	81	106	121	155	-	-

<sup>22</sup> Tehnoloģiskie modeļi ir izstrādāti LAP atbalsta pasākuma "Sadarbība" 16.1. apakšpasākuma projekta "Lauku saimniecību pārvaldības elektroniskās sistēmas izveide" ietvaros. Tehnoloģiskie modeļi šobrīd publiski nav pieejami.

	Peļņa, EUR/ha	-	224	336	439	587	-	-
	Platība, ha	-	33 218	19 830	6 568	1 802	-	-
Ziemas rapši	AAL, kg/ha	0,72	0,72	1,04	1,04	-	-	-
	N, kg/ha	109	142	182	213	-	-	-
	Peļņa, EUR/ha	442	860	1 234	1 671	-	-	-
	Platība, ha	20 131	79 775	26 515	1 681	-	-	-

Avots: autoru apkopojums, pamatojoties uz tehnoloģisko modeļu datiem un CSP datiem par platībām pēc speciāla pieprasījuma

Ņemot vērā ziemas kviešu, vasaras kviešu un ziemas rapšu 2021. gada platības Latvijā, kā arī šo platību sadalījumu pēc ražībām, ir novērtētas faktiskās kultūraugu platības ar vidējo mērķa ražību. Pamatojoties uz faktiskajām platībām katrā ražības grupā, ir aprēķināts vidējais optimālais nepieciešamais AAL aktīvo vielu daudzums, N daudzums un kopējā peļņa trīs kultūraugu grupām Latvijā. Jāatzīmē, ka vidējie optimālie aprēķini neatspoguļo faktisko situāciju, jo praksē ražošanas resursi produkcijas ražošanai ne vienmēr tiek izmantoti optimāli.

Lai noteiktu potenciālo AAL lietošanas ierobežojumu ietekmi, šo trīs kultūraugu grupās ir veiktas izmaiņas vidējās optimālajās ražošanas tehnoloģijās, nosakot iespējamo kultūraugu ražības un peļņas samazinājumu, ko radītu samazināts AAL lietošanas apjoms. Pamatojoties uz iegūtajām trīs kultūraugu grupas vidēji optimālo rezultātu korekcijām, indikatīvi tiek noteikts nepieciešamais samazinājums AAL pārdošanas apjomā, vadoties pēc politikas dokumentā ierosinātās metodikas, saskaņā ar kuru AAL samazinājums 2030. gadā jāsasniedz, rēķinot no 2015.-2017. gada pārdošanas datiem.

Ņemot vērā AAL lietošanas ierobežojumu ietekmi uz ZK, VK un ZR ražošanas tehnoloģijām, rodas izmaiņas arī nepieciešamajā minerālmēslu slāpekļa (N) lietošanas apjomā. Minerālmēslu izmantošana ir būtisks N<sub>2</sub>O emisiju avots, tāpēc N lietošanas apjoma izmaiņas tiek izmantotas, lai aprēķinātu izmaiņas SEG emisiju apjomā. Saskaņā ar Klimata pārmaiņu starpvaldību padomes ziņojumu<sup>23</sup>, augsnē ievadītā slāpekļa mēslojuma augu neuzņemto daļu izmanto augsnes mikroorganismi, kas ražo N<sub>2</sub>O kā vielmaiņas blakusproduktu, savukārt daļa no pielietotā N var izskaloties vai iztvaikot no augsnes. Augsnes mikrobu aktivitātes rezultātā 100 gadu laikā izdalītais N<sub>2</sub>O ir SEG ar 265 reizes lielāku globālās sasilšanas potenciālu nekā CO<sub>2</sub>. Aprēķinu metodoloģija SEG emisiju izmaiņu noteikšanai balstās uz Klimata pārmaiņu starpvaldību padomes izstrādātajām vadlīnijām nacionālo SEG inventarizāciju sagatavošanai<sup>24</sup> un nacionālā inventarizācijas ziņojuma<sup>25</sup> datiem, ņemot vērā tiešās un netiešās N<sub>2</sub>O emisijas.

Tiešo N<sub>2</sub>O emisiju no minerālmēslu izmantošanas (ieštrādes augsnē) aprēķina formula:

$$\begin{aligned} N_2O \text{ emisijas no} \\ \text{minerālmēsliem,} \\ \text{tūkst.t CO}_2 \text{ ekv.} \end{aligned} = \begin{aligned} \text{Slāpekļa minerālmēslu} \\ \text{N daudzums tūkst.t} \end{aligned} * \begin{aligned} EF_1 \\ (0,01) \end{aligned} * 44/28 * 298$$

$EF_1 = 0,01$  - emisiju faktors tiešajām N<sub>2</sub>O emisijām no augsnei uzliktā N, kg N<sub>2</sub>O–N uz kg uzliktā N

44/28 - konversijas faktors, lai pārvērstu N<sub>2</sub>O-N emisijas uz N<sub>2</sub>O emisijām

298 - konversijas faktors, lai N<sub>2</sub>O emisijas izteiktu CO<sub>2</sub> ekvivalentā

<sup>23</sup> IPCC (2019). Climate Change and Land: An IPCC Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse Gas Fluxes in Terrestrial Ecosystems, Summary for Policymakers. Pieejams: <https://www.ipcc.ch/srccl/>

<sup>24</sup> IPCC (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Pieejams: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>

<sup>25</sup> LVĢMC mājaslapa / Ziņojums par klimatu. Pieejams: <https://videscentrs.lv/gmc.lv/lapas/zinojums-par-klimatu>

Netiešo N<sub>2</sub>O emisiju no iztvaikošanas (piesaistes no atmosfēras) aprēķina formula:

$$\frac{N_2O \text{ no piesaistes no atmosfēras, tūkst.t}}{CO_2 \text{ ekv.}} = \frac{\text{Slāpekļa minerālmēsļu } N \text{ daudzums tūkst.t}}{\text{Slāpekļa daudzums tūkst.t}} * \frac{Frac_{GASF}}{(0,10)} * \frac{EF_4}{(0,01)} * 44/28 * 298$$

$Frac_{GASF} = 0,10$  - daļa no uzliktā minerālmēsļu N, kas iztvaiko kā NH<sub>3</sub>-N un NO<sub>x</sub>-N

$EF_4 = 0,01$  - emisiju faktors netiešajām N<sub>2</sub>O emisijām no atmosfēras N nonākšanas uz augsnes un ūdens virsmām, kg N<sub>2</sub>O-N uz kg iztvaikotā NH<sub>3</sub>-N un NO<sub>x</sub>-N

44/28 - konversijas faktors, lai pārvērstu N<sub>2</sub>O-N emisijas uz N<sub>2</sub>O emisijām

298 - konversijas faktors, lai N<sub>2</sub>O emisijas izteiktu CO<sub>2</sub> ekvivalentā

Netiešo N<sub>2</sub>O emisiju no izskalošanās un noteces aprēķina formula:

$$\frac{N_2O \text{ no izskalošanās un noteces, tūkst.t}}{CO_2 \text{ ekv.}} = \frac{\text{Slāpekļa minerālmēsļu } N \text{ daudzums tūkst.t}}{\text{Slāpekļa daudzums tūkst.t}} * \frac{Frac_{LEACH-(H)}}{(0,23)} * \frac{EF_5}{(0,0075)} * 44/28 * 298$$

$Frac_{LEACH-(H)} = 0,23$  - daļa no uzliktā N, kas izskalojas/notek

$EF_5 = 0,0075$  - emisiju faktors netiešajām N<sub>2</sub>O emisijām no N izskalošanās/noteces, kg N<sub>2</sub>O-N uz kg izskalatā N

44/28 - konversijas faktors, lai pārvērstu N<sub>2</sub>O-N emisijas uz N<sub>2</sub>O emisijām

298 - konversijas faktors, lai N<sub>2</sub>O emisijas izteiktu CO<sub>2</sub> ekvivalentā

### 5.3. Lauksaimniecības sektora simulāciju scenāriji 2030. gadam

Pamatojoties uz datiem no ekspertu izstrādātajiem tehnoloģiskajiem modeļiem konvencionālai ražošanai, tika noteikts dažādu mērķa ražību sasniegšanai nepieciešamais AAL, N daudzums un peļņa, un, balstoties uz statistikas datiem par mērķa ražībām atbilstošām kultūraugu platībām, tika noteikts kopējais trim kultūraugiem atbilstošais vidējais optimālais AAL un N daudzums, kā arī peļņa (5.2. tabula).

5.2. tabula

#### Kopējie vidējie optimālie ražošanas rādītāji ziemas kviešiem, vasaras kviešiem un ziemas rapšiem Latvijā 2021. gadā

Rādītāji	AAL aktīvā viela, tonnas	Minerālmēsļu N, tūkst. tonnas	Peļņa, milj.EUR	Kopējā platība, tūkst. ha
Ziemas kvieši	578	55	185	397
Vasaras kvieši	34	6	18	61
Ziemas rapši	101	19	113	128
Kopā	713	79	316	586

Avots: autoru aprēķini

Lai secīgi prognozētu iespējamo AAL lietošanas samazinājuma ietekmi uz augkopības produkcijas ražotāju darbības rezultātiem, atbilstoši 2021. gada situācijai aprēķinātajiem vidējiem optimālajiem ražošanas rādītājiem tika piemēroti divi AAL lietošanas samazinājuma scenāriji – AAL lietošanas samazinājums līdz 1,4 kg/ha, un samazinājums līdz 0,82 kg/ha. Scenāriju lielums tika izvēlēts, pamatojoties uz tehnoloģiskajos modeļos noteikto AAL lietošanas apmēru diviem ziemas kviešu mērķa ražības līmeņiem (4 t/ha un 5 t/ha), jo ziemas kvieši ir ekonomiski nozīmīgākais kultūraugs Latvijā ar lielāko AAL izmantošanas intensitāti, kas 2021. gadā aizņēma 33%<sup>26</sup> no kopējās sējplatības.

5.2. attēlā ir apkopotas potenciālās ražības izmaiņas AAL lietošanas samazinājuma scenāriju ieviešanas gadījumā saskaņā ar vidējo optimālo ražošanas tehnoloģiju izveidotajos

<sup>26</sup> Autoru aprēķini pēc CSP [LAG020] datiem



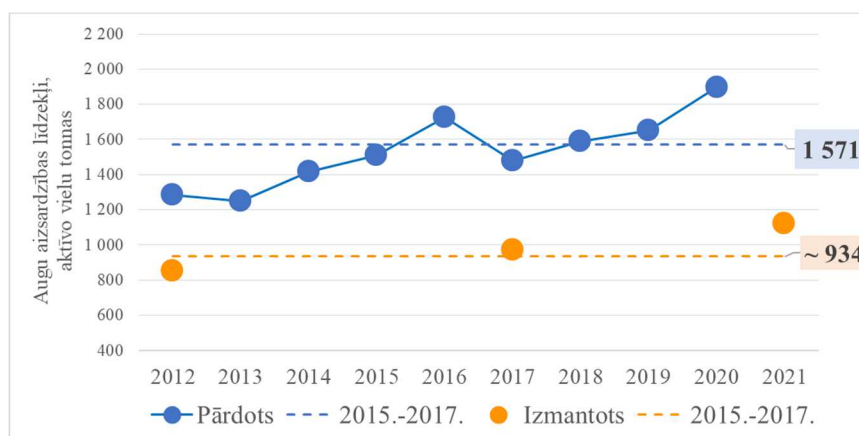
ZK, VK un ZR audzēšanas variantos. Ziemas kviešiem AAL lietošanas samazinājums līdz 1,4 kg/ha samazina potenciāli iegūstamo ražību no 8 t uz 5 t no hektāra, bet samazinājums līdz 0,82 kg/ha izslēdz par 4 t/ha augstākas ražības iegūšanu. Vasaras kviešiem un ziemas rapšiem pirmais AAL lietošanas samazinājuma scenārijs ietekmi nerada, bet, ieviešot otro scenāriju, potenciāli iegūstamā ražība samazinās uz 3 tonnām no hektāra.



Avots: autoru aprēķini

### 5.2. att. AAL lietošanas apjoma samazinājuma ietekme uz ziemas kviešu, vasaras kviešu un ziemas rapšu ražībām, pamatojoties uz vidēju optimālu ražošanas tehnoloģiju 2021. gadā

Tā kā politikas dokumentos ir noteikts AAL lietošanas samazināšanas mērķis no AAL vidējā pārdošanas apjoma 2015.-2017. gada periodā, pētījuma gaitā tika konstatēta statistisko datu pieejamības problēma, kas apgrūtinā precīzu prognožu veikšanu.



Avots: autoru veidots pēc Eurostat [aei\_fm\_salpest09] un CSP [LAV030]

### 5.3. att. AAL pārdošana un izmantošana Latvijā 2012.-2021. gadā, aktīvo vielu tonnas

Latvijā ir pieejami būtiski atšķirīgi statistikas dati par AAL lietošanu un par izplatītajiem AAL apjomiem (skat. 5.3. attēlu), kas rada bažas par ES plānotā AAL samazinājuma apjoma aprēķinu bāzes precizitāti. Latvijas statistikas pārvalde datus par AAL izmantošanu ir apkopojusi periodiski un to ievērojami mazāko apmēru, salīdzinot ar pārdošanas datiem, var skaidrot vai nu ar kļūdām statistikas datu par AAL izplatīšanu apkopošanas metodoloģijā (piemēram, tajos iekļauts re-eksports vai notiek dubulta datu uzskaitē), vai lauksaimnieku neprecīzi veiktu AAL izlietošanas uzskaiti. Pastāvot identificētajām problēmām ar aprēķiniem nepieciešamajiem statistikas datiem, ticama rezultātu iegūšana ir apgrūtināta, un to varētu risināt tikai personalizētas AAL uzskaites sistēmas ieviešana saimniecību līmenī. Turpmākos aprēķinos tiks izmantoti Eurostat pieejamie dati par AAL pārdošanas apjomiem.

5.3. tabulā ir salīdzinātas kopējās potenciālās Latvijas mēroga izmaiņas ziemas kviešu, vasaras kviešu un ziemas rapšu audzēšanas apjomā (pamatojoties uz vidējām optimālajām audzēšanas tehnoloģijām) 2030. gadā, ieviešot dažādus AAL lietošanas apjoma samazinājuma variantus.

**Potenciālā AAL lietošanas ierobežojumu ietekme ziemas kviešu, vasaras kviešu un ziemas rapšu audzēšanā Latvijā 2030. gadā**

Rādītāji	Bez AAL ierobežojumiem	AAL ierobežojums līdz <1,4 kg/ha	AAL ierobežojums līdz <0,82 kg/ha		
			-40% pret 2021.g. līmeni	-53% pret 2021.g. līmeni	-53% pret 2015.-2017.g. līmeni
AAL, t	713	616	424	335	277
N, tūkst.t	79	72	65	51	42
Peļņa, milj.EUR	316	294	240	206	184
Platības samazinājums, %	-	-	-	21	35

Avots: autoru aprēķini

Salīdzinot ar vidējo optimālo tehnoloģiju audzētu trīs kultūraugu rezultātus ar variantu, kad AAL lietošana ir ierobežota līdz 1,4 kg/ha, AAL lietošana samazinās par 14%, salīdzinot ar variantu bez ierobežojumiem, N izmantošana samazinās par 9%, bet lauksaimniecības produkcijas ražotāju peļņa no šīm trīs kultūrām – par 22 milj. EUR. Simulējot AAL ierobežojuma līdz 0,82 kg/ha ietekmi, tika apskatīti vairāki varianti. Šis AAL lietošanas ierobežojums samazina AAL lietošanu par 40%, salīdzinot ar 2021. gada līmeni, attiecīgi samazinot N izmantošanu par 18%, bet lauksaimnieku peļņu par 85 milj. EUR. Bet šajā gadījumā netiktu sasniegts politikas dokumentos plānotais mērķis – AAL lietošanas samazinājums par 50%, kas saskaņā ar pašlaik notiekošajām debatēm par iespējamo AAL kopējā samazinājuma sadalījumu starp ES dalībvalstīm, Latvijai varētu būt noteikts 53% apmērā. Tāpēc ir noteikts rezultāts, kas tiktu iegūts, gan, ieviešot 53% samazinājumu pret 2021. gada AAL pārdošanas līmeni, gan pret politikas dokumentā plānoto 2015.-2017. gada vidējo AAL pārdošanas līmeni (pārdošanas līmenis proporcionāli koriģēts atbilstoši trīs pētījumā iekļautajiem kultūraugiem). Aprēķinot 53% AAL lietošanas samazinājumu, salīdzinājumā ar 2015.-2017. gada pārdošanas apjomu, tiek secināts, ka ražības samazinājums būtu tik liels, ka kultūraugu tehnoloģiski pamatota audzēšana kļūtu neiespējama, tāpēc abu pēdējo variantu gadījumā nepieciešamo AAL samazinājumu būtu lietderīgi panākt ne tikai, ierobežojot AAL lietošanu, bet arī samazinot kultūraugu platības – attiecīgi par 21% un 35%. Nosakot kopējo ražošanas rādītāju izmaiņas, samazinātajās platībās tiek plānota kviešu audzēšana ar bioloģiskās lauksaimniecības metodēm.

5.4. tabulā ir apkopotas izmaiņas SEG emisiju apjomā, kas noteiktas pie visiem AAL lietošanas ierobežojumu gadījumā apskatītajiem ražošanas apjoma izmaiņu scenārijiem (saskaņā ar 5.3. tabulā apkopotajiem N apjoma aprēķinu rezultātiem).

**SEG emisiju apjoma izmaiņas atkarībā no izmaiņām slāpekļa minerālmēsli (N) apjomā ziemas kviešiem, vasaras kviešiem un ziemas rapšiem 2030. gadā**

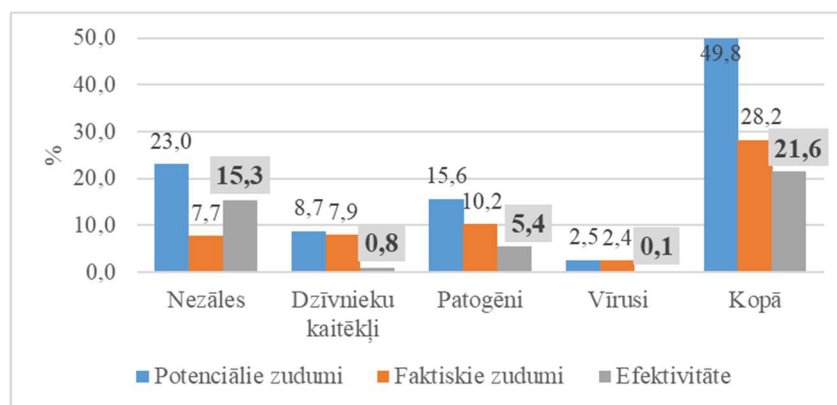
SEG emisiju rādītāji	N lietošanas apjoms, tūkst.t				
	79	72	65	51	42
Tiešās N <sub>2</sub> O emisijas, tūkst.t CO <sub>2</sub> ekv.	370,8	336,8	302,5	238,8	196,7
Netiešās N <sub>2</sub> O emisijas no iztvaikošanas, tūkst.t CO <sub>2</sub> ekv.	37,1	33,7	30,3	23,9	19,7
Netiešās N <sub>2</sub> O emisijas no izskalošanās, tūkst.t CO <sub>2</sub> ekv.	64,0	58,1	52,2	41,2	33,9
Kopā	471,9	428,6	384,9	303,9	250,3

Avots: autoru aprēķini

Salīdzinot ar SEG emisiju apjomu, ko rada slāpekļa minerālmēsli lietošana saskaņā ar vidējo optimālo ražošanas tehnoloģiju, SEG emisiju potenciālais samazinājums var būt 9%, ja N lietošanas apjoms samazinātos no 79 tūkst.t uz 72 tūkst.t, 18% pie samazinājuma uz 65 tūkst.t, 36% pie samazinājuma uz 51 tūkst.t un līdz pat 47% pie N lietošanas apjoma samazinājuma uz 42 tūkst.t.

#### 5.4. Diskusija

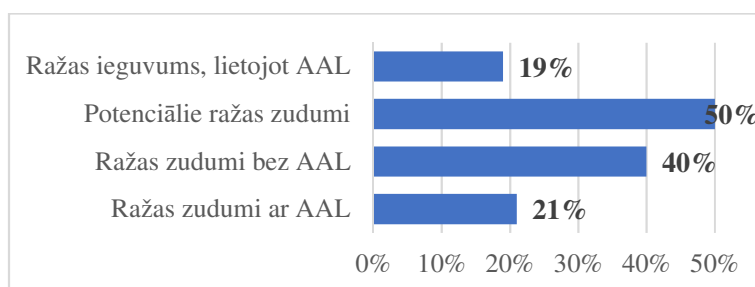
Oerke (2006) ir plaši pētījis ražas zudumus lauksaimniecībā un tiek uzskatīts par ekspertu šajā jomā. 5.4. attēlā ir apkopota augu aizsardzības pasākumu efektivitāte kviešiem, kas noteikta kā starpība starp potenciālajiem un faktiskajiem ražas zudumiem. Kā uzskata Oerke, faktiskie ražas zudumi var būt lieli, ja kultūraugu aizsardzība nav efektīva, vai zemi, ja ir piemērota augu aizsardzība. Augu aizsardzība kļūst svarīgāka pie augstas potenciālās ražības - šādos apstākļos AAL ietekme ir augsta un būtiski samazina iespējamus zudumus un palielina ražību.



Avots: Oerke, E.C. (2006).

#### 5.4. attēls. Augu aizsardzības pasākumu efektivitāte kviešiem

Nākamajā attēlā no dažādiem zinātniskajiem pētījumiem ir apkopoti AAL lietošanas efektivitātes novērtējuma kviešiem rezultāti. Savary u.c. (2019)<sup>27</sup> apkopoja ekspertu vērtējumus par ražas zudumiem, pamatojoties uz 137 patogēnu un kaitēkļu iedarbību piecām galvenajām lauksaimniecības kultūrām pasaulē un secināja, ka faktiskais ražas zuduma diapazons (t.i., lietojot AAL) globālā līmenī kviešiem ir 21,5% (10,1-28,1%). Pārējo rādītāju aprēķinā par pamatu ir izmantoti Oerke u.c. (2006) pētījuma dati.



Avots: potenciālie ražas zudumi – Oerke u.c. (2006); ražas zudumi bez AAL = 80% no potenciālajiem zudumiem; ražas zudumi ar AAL – Savary u.c. (2019); ražas ieguvums – Bremmer u.c. (2021)

#### 5.5. attēls. AAL lietošanas ietekme kviešiem, % zudumi vai ieguvums

Saskaņā ar mūsu pētījuma datiem, kas pamatojas uz ekspertu izstrādātām vidējām optimālām konvencionālās audzēšanas tehnoloģijām, AAL lietošanas samazinājums par 30% samazinātu ziemas kviešu ražību par 37,5%, bet, samazinot AAL izmantošanu 2,4 reizes, ražība samazinās divas reizes. Vasaras kviešiem, kuru audzēšanas tehnoloģija ir mazāk intensīva,

<sup>27</sup> Savary, S., Willocquet, L., Pethybridge, S.J., Esker, P., McRoberts, N., Nelson, A. (2019). The global burden of pathogens and pests on major food crops. *Nature Ecology & Evolution*, Volume 3, pp. 430–439.

AAL lietošanas samazinājums par 25% samazinātu ražību divas reizes, tomēr šo rezultātu ietekmē fakts, ka pētījumā izmantotajiem AAL samazinājuma robežsliekšņiem (1,4 kg/ha un 0,82 kg/ha) par pamatu ir ņemti augstākie ziemas kviešu audzēšanas rādītāji.

Lai kompensētu iespējamo ražas apjoma un kvalitātes zudumu samazināta AAL lietošanas apjoma rezultātā, zinātniskajā literatūrā plaši tiek diskutēta dažādu alternatīvo augu aizsardzības sistēmu efektivitāte. Vairākas augu aizsardzības prakses tiek nepārtraukti pilnveidotas un tām ir potenciāls nākotnē uzlabot augu aizsardzību ES. Kā uzskata vairāku pētījumu autori, lai panāktu maksimālu alternatīvo sistēmu efektivitāti, tās jāpielieto kompleksi (Bremmer u.c., 2021). Bremmer u.c. (2021) veiktā EP pētījuma ietvaros ir apkopota galveno alternatīvu efektivitāte augu aizsardzības nodrošināšanā (5.5. tabula).

5.5. tabula

### Potenciālā alternatīvo augu aizsardzības metožu ietekme nezāļu, slimību un insektu kontrolē

Rādītāji	Nezāļu kontrole	Slimību kontrole	Insektu kontrole
Mehāniskās metodes	+++	0	+
Selekcija	++	+++	++
Biokontrole	+	+	++
Inducētā rezistence	0	++	+
Diversificētās sistēmas	+++	+++	+++
Precīzā lauksaimniecība	+++	+++	+++

Avots: Bremmer u.c. (2021)

+++ augsta potenciālā ietekme; ++ vidēja potenciālā ietekme; + zema potenciālā ietekme; 0 nav būtiskas ietekmes

Galvenās alternatīvās augu aizsardzības metodes ir mehāniskās metodes, kuras galvenokārt tiek izmantotas nezāļu kontrolei, un arvien jaunas kultūraugu selekcijas metodes, kas saskaņā ar Cong u.c. (2013)<sup>28</sup> viedokli palīdzēs augu selekcionāriem uzlabot svarīgas kultūraugu īpašības, kuras ir bijis grūti uzlabot, izmantojot krustošanas metodi. Pēdējos gados ir ieviesti daudzi jauni bioloģiskie augu aizsardzības produkti, tomēr, kā norāda Buckweell u.c. (2020), to apjoms kopējā pārdoto AAL apjomā joprojām ir ļoti zems (5%), un to pieejamība laukaugu audzēšanas sistēmās ir ierobežota (Lamichhane u.c. (2017)<sup>29</sup>). Jauna un komerciālajā praksē vēl neieviesta augu aizsardzības metode ir inducētā rezistence, kuras rezultātā netiek mainīts auga genoms, bet rezistenci izraisošās vielas tiek nogādātas uz auga ar izsmidzināšanas vai kodināšanas metodēm. Pagaidām metodes potenciāls vēl nav pilnībā atklāts un saskaņā ar Walter u.c. (2013)<sup>30</sup> tās efektivitāte ir daļēja, jo lielākā daļa inducējošo līdzekļu samazina slimību izplatību par 20-85%. Diversificētās sistēmas paredz ekoloģisko principu ieviešanu saimniecībā, lai palielinātu bioloģisko daudzveidību aramzemē un platībās ap to. Diversificēto sistēmu ieviešana uzlabo bioloģisko daudzveidību un augsnes kvalitāti, palielina ilgtspēju un var pozitīvi ietekmēt arī produktivitāti, kā apliecina Bellouin u.c. (2019)<sup>31</sup> veiktais pētījums, apkopojot 99 meta-analīžu rezultātus, kas aptver 3736 eksperimentālos pētījumus visā pasaulē, iekļaujot septiņas kultūraugu dažādošanas stratēģijas 114 valstīs. Tomēr bioloģiskās lauksaimniecības meta-pētījumi norāda uz ražības samazinājumu salīdzinājumā ar konvencionālo lauksaimniecību 5% līdz 45% robežās atkarībā no apskatītā kultūrauga (Ponisio

<sup>28</sup> Cong, L., Ran, F. A., Cox, D., Lin, S., Barretto, R., Habib, N., Hsu, P. D., Wu, X., Jiang, W., Marraffini, L. A., Zhang, F. (2013). Multiplex genome engineering using CRISPR/Cas systems. *Science*, 339(6121), pp. 819–823.

<sup>29</sup> Lamichhane, J. R., Bischoff-Schaefer, M., Bluemel, S., Dachbrodt-Saaydeh, S., Dreux, L., Jansen, J. P., Kiss, J., Köhl, J., Kudsk, P., Malausa, T., Messéan, A., Nicot, P. C., Ricci, P., Thibierge, J., & Villeneuve, F. (2017). Identifying obstacles and ranking common biological control research priorities for Europe to manage most economically important pests in arable, vegetable and perennial crops. *Pest Management Science*, 73(1), pp. 14–21.

<sup>30</sup> Walter, D.R., Ratsep, J., Havid, N.D. (2013). Controlling crop diseases using induced resistance: challenges for the future. *Journal of Experimental Botany*, Volume 64, Issue 5, pp. 1263–1280.

<sup>31</sup> Beillouin, D., Ben-Ari, T., & Makowski, D. (2019). A dataset of meta-analyses on crop diversification at the global scale. *Data in Brief*, 24, 103898.

u.c., 2015<sup>32</sup>, Seufert u.c., 2012). Tāpēc EP pētījumā iesaistītie eksperti (Bremmer u.c., 2021) uzskata, ka pastāv šaubas par to, kā piemērot šādas metodes augsti intensificētajai ES lauksaimniecības nozarei, lai būtiski nesamazinātos lauksaimniecības produkcijas ražošanas apjoms un tiktu saglabāti augsti pārtikas drošības standarti. Precīzā lauksaimniecība ir moderna lauksaimniecības pārvaldības koncepcija, kas izmanto digitālas metodes, lai uzraudzītu un optimizētu lauksaimnieciskās ražošanas procesus. Precīzo metožu pielietošana ļauj samazināt AAL izmantošanu, radot būtisku pozitīvu ieguldījumu saimniecību darbības ilgtspējas, ekonomiskajos un vides aspektos, tomēr šādu metožu ieviešana prasa būtiskus ieguldījumus, zināšanas un prasmes, turklāt metode nepārtraukti attīstās (EP, 2016<sup>33</sup>).

Kā uzsvērts EP pētījumā (Keulemans u.c., 2019) arī integrētās augu aizsardzības ieviešana, kas saskaņā ar Direktīvu 2009/128/EK ES ir obligāta kopš 2014. gada un aptver plašu dažādu metožu klāstu, ne vienmēr samazina pesticīdu izmantošanas apmēru.

Diskutējot par AAL lietošanas ierobežošanas sekām, ir jāņem vērā visu šādu lēmumu ietekmēto pušu viedoklis: klienti (patērētāji, mazumtirgotāji un pārtikas pārstrādes nozare), ražotāji (lauksaimnieki un audzētāji), piegādātāji (augu aizsardzības nozare un citi piegādātāji) un sabiedrība (pilsoņi un nevalstiskās organizācijas). Bremmer u.c. (2021) uzskata, ka lauksaimnieki ir labi informēti par sabiedrības negatīvo viedokli attiecībā uz ķīmiskajiem AAL, un arvien vairāk tiek pakļauti spiedienam samazināt ķīmisko pesticīdu lietošanu. Pirmkārt, to izraisa arvien stingrākas ES regulējuma prasības, kā rezultātā samazinās atļauto aktīvo vielu skaits. Otrkārt, pārtikas mazumtirgotāji un pārstrādātāji izdara spiedienu uz lauksaimniekiem, lai tie samazinātu pesticīdu lietošanu, kā rezultātā lauksaimnieki sāk izmantot neķīmiskas augu aizsardzības metodes bez pietiekamas informācijas, zināšanām un atbilstoša piemērotu produktu klāsta.

Bremmer u.c. (2021) EP pētījuma ietvaros ir apkopojusi galvenos problēmu aspektus, kas kavē lauksaimniecības produkcijas ražotāju uzvedības maiņu, pārejot uz alternatīvām augu aizsardzības metodēm:

- 1) daudzos gadījumos alternatīvās metodes nav tik efektīvas kā ķīmiskā kontrole vai pat nav pieejamas; kā uzsver Buckwell u.c. (2020)<sup>34</sup>, lauksaimnieki paļaujas uz AAL, jo tie ir efektīvi un rentabli un tiem ir ātra un skaidri redzama iedarbība;
- 2) nepieciešama lauksaimniecības sistēmu pārplānošana, jo alternatīvām kultūraugu aizsardzības stratēģijām ir kumulatīvs ieguvums no dažādu metožu apvienošanas optimālai efektivitātei.

Ņemot vērā tēmas aktualitāti, tiek apspriesti dažādi politiskie risinājumi, kas varētu veicināt uzlabojumus AAL lietošanas jomā. Pie tiem pieder ierosinājums ieviest principu “piesārņotājs maksā” un noteikt pesticīdu nodokli, kas ir zināmā mērā pierādījis savu efektivitāti Dānijā, ieguvumu varētu dot arī jomas regulējuma sakārtošana, uzlabojot Regulā 1107/2009 paredzēto aktīvo vielu novērtēšanas procedūru atbilstoši jaunākajām zinātniskajām atziņām, kā arī izveidot jaunu atsevišķu regulējumu biokontroles līdzekļiem (Buckwell u.c., 2020). Politikas veidotāji var arī stimulēt ar alternatīvajām kultūraugu aizsardzības praksēm saistīto pētniecību un izstrādi, kā arī samazināt ierobežojumus jaunu selekcijas tehniku ieviešanā, pārskatot ģenētiski modificēto produktu direktīvu un lielāku uzsvaru liekot uz galprodukta īpašībām, nevis ražošanas tehniku (Bremmer u.c., 2021).

Pētnieki uzsver, ka pilnīgam pesticīdu lietošanas aizliegumam būs ievērojama ekonomiska ietekme uz augkopību, un tas prasīs nopietnu augsekas un audzēšanas sistēmu pielāgošanu

<sup>32</sup> Ponisio, L. C., M'Gonigle, L. K., Mace, K. C., Palomino, J., de Valpine, P., & Kremen, C. (2015). Diversification practices reduce organic to conventional yield gap. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 282(1799), 20141396.

<sup>33</sup> EP (2016). Precision agriculture and the future of farming in Europe. Scientific Foresight Study. Science and Technology Options Assessment Panel PE 581.892. Pieejams:

[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/581892/EPRS\\_STU\(2016\)581892\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/581892/EPRS_STU(2016)581892_EN.pdf)

<sup>34</sup> Buckwell, A., De Wachter, E., Nadeu, E., Williams, A. (2020). Crop Protection & the EU Food System. Where are they going? RISE Foundation, Brussels.

(Orum u.c., 2002). Keulemans u.c. (2019) secina, ka, saimniekojot bez AAL, var ievērojami samazināties raža un palielināties ražas nestabilitāte, pasliktināties pārtikas kvalitāte, kā arī pārtikas drošība (piemēram, palielināsies mikotoksīnu līmenis). Visi šie aspekti negatīvi ietekmēs lauksaimnieku ienākumus un nodrošinātību ar pārtiku, tāpēc AAL aizliegšana ir nereāla. Pārtikas ražošanas samazināšana ir nepieņemama, ņemot vērā pieaugošo planētas iedzīvotāju skaitu. Buckwell u.c. (2020) uzskaita trīs iespējamās sekas, ko rada samazināta ķīmisko AAL pieejamība: 1) mazāks pieejamo aktīvo vielu daudzums veicina ātrāku patogēnu rezistences veidošanos, 2) tiek iegūta samazināta un nepastāvīgāka raža, palielinās pārtikas produktu mikrobiālā piesārņojuma risks un 3) samazinās ES lauksaimnieku konkurētspēja.

Mūsu pētījuma rezultāti ir iegūti pie pieņēmuma, ka AAL izmantošanas efektivitāte paliek nemainīga. Pie tam aprēķinos izmantotās vidējās optimālās AAL normas neparedz specifiskus risinājumus un līdz ar to tās uztveramas tikai kā vidēji optimāli rādītāji. Tāpēc, analizējot mūsu pētījuma ietvaros iegūtos rezultātus, ir jāizvirza jautājums, kāda varētu būt potenciālā AAL izmantošanas efektivitātes pieauguma ietekme. Pēc pētījuma autoru domām un zinātniskajā literatūrā apkopoto atziņu rezultātiem ir iespējami vairāki situācijas attīstības varianti: 1) var pieņemt, ka, iegūstot kvalificētas konsultācijas par AAL izmantošanas pozitīvo ietekmi uz augkopības kultūru ražību un peļņu, atsevišķiem lauksaimniecības produkcijas ražotājiem varētu rasties motivācija palielināt, nevis samazināt AAL lietošanu; 2) var pieņemt, ka plānoto ierobežojumu ieviešana var motivēt lauksaimniekus apgūt ilgtspējīgākas augu aizsardzības metodes, kas ļautu samazināt izmantoto AAL daudzumu pie esošā ražošanas apjoma un līmeņa. Izmantošanas efektivitātes pieaugumu varētu nodrošināt jau diskutēto alternatīvo augu aizsardzības metožu izmantošana, lai kompensētu AAL apjoma kritumu, tomēr attiecībā uz atsevišķām metodēm jāreķinās ar papildus to ieviešanas izmaksām un apmācības nepieciešamību. Lai uzlabotu AAL lietošanas efektivitāti, Buckwell u.c. (2020) iesaka pārorientēties uz no AAL industrijas un tirdzniecības neatkarīgu konsultantu pakalpojumiem. Salīdzinot pētījuma rezultātus, kas iegūti, izmantojot vidējās optimālās audzēšanas tehnoloģijas, ar AAL pārdošanas datiem, efektīvāka (uz tehnoloģiju pamata noteikta) AAL izmantošana kviešiem un ziemas rapsim teorētiski ļautu samazināt AAL izmantošanu aptuveni uz pusi. Salīdzinot pētījuma rezultātus, kas iegūti, izmantojot vidējās optimālās audzēšanas tehnoloģijas, ar AAL izmantošanas datiem, efektīvāka (uz tehnoloģiju pamata noteikta) AAL izmantošana kviešiem un ziemas rapsim teorētiski ļautu samazināt AAL izmantošanu par 20%. Tātad indikatīvi pieņemot, ka praksē uz efektivitātes palielināšanās rēķina samazinājums varētu būt aptuveni puse no teorētiskā apjoma, tad AAL izmantošanu varētu samazināt par 10% līdz 25%. Tomēr faktiski, ja lauksaimniecības produkcijas ražotājiem ir lielāka motivācija efektīvāk izmantot AAL ar mērķi palielināt ražību (nevis samazināt AAL lietošanu), jo tas ļautu palielināt peļņu, efektīvāka AAL lietošana nenodrošinātu ES mērķu sasniegšanu.

Arī zinātniskajā literatūrā ir pārstāvēts uzskats, ka pašreizējo pesticīdu lietošanas apjomu varētu ievērojami samazināt bez krasiem ekonomiskiem zaudējumiem (Orum u.c., 2002, Lechenet u.c., 2014). Zaudējumus var samazināt, uzlabojot monitoringa sistēmas un pielāgojot audzēšanas sistēmas apvienojumā ar papildus izglītošanās nodrošināšanu. Tomēr, ja ir jāsamazina pesticīdu lietošana, ir jāievieš administratīvi un ekonomiski pasākumi, piemēram, kvotas, aizliegumi un nodevas (Orum u.c., 2002). Uzlabojumi apsaimniekošanas metodēs, kas pievēršas faktoriem, kas ierobežo ražu bioloģiskajās sistēmās, un/vai bioloģiskās lauksaimniecības ieviešana tajos agroekoloģiskajos apstākļos, kuros tā darbojas vislabāk, var novērst plaisu starp bioloģisko un konvencionālo ražu (Seufert u.c., 2012).

EP pētījuma ietvaros uzsvērts, ka kopumā AAL lietošanas ierobežošana ir sensitīvs jautājums, kas, lai nepieļautu jebkādu apstrādājamās zemes platību ilgtermiņa pieaugumu, nepasliktinātu ES lauksaimnieku darbības rezultātus un kopējo nozares konkurētspēju un nepalielinātu ES atkarību no pārtikas importa, prasa kompleksu risinājumu ar dažādu politikas lēmumu ieviešanu, lai nodrošinātu ilgtspējīgu augu aizsardzības alternatīvu attīstību, kas nepazemina iegūstamās ražas apjomu (Bremmer u.c., 2021).

## SECINĀJUMI

1. AAL lietojumam un vides slodzes indeksam (PLI) ir tendence palielināties, salīdzinot 2011. gadu pret 2020. gadu.
2. Iesāktie praktiskie izmēģinājumi par augšanas regulatoru, fungicīdu un herbicīdu lietojuma AAL lietojuma shēmām kviešu laukos būtu jāturpina, lai sniegtu precīzāku novērtējumu AAL lietojuma samazinājumam un attiecīgi ražas izmaiņām.
3. Ir ļoti svarīgi noteikt un novērtēt AAL lietošanas prakses un stratēģijas lauksaimniecības uzņēmumos, lai turpmāk precīzāk novērtētu iespējamās ražas zudumus, mazinot AAL lietojumu par 53%.

# **PIELIKUMI**



## Pielikums Nr.1

### Aquatic ecotoxicology (mg/L)

Here you can at least rely on CLP Regulation 1272/2008. So, to some extent, this classification is reliable.

#### Acute risk

Fish - Acute 96-hour LC50	> 100 = Very low (At this margin limit tests are conducted)
Aquatic invertebrates - Acute 48-hour EC50	>10 to ≤ 100 = Low
Aquatic crustaceans - Acute 96-hour LC50	>0.5 to ≤10 = Moderate
Sediment dwelling organisms - Acute 96-hour LC50	>0.01 to ≤0.5 = High
Algae - Acute 72-96 hour EC50, growth	≤0.01 = Very high
Aquatic plants - Acute 7-14 day EC50, growth	
Fish - Chronic NOEC (EC10)	> 10 = Very low
Aquatic invertebrates - Chronic 21-d NOEC (EC10)	>1 to ≤10 = Low >0.05 to ≤1 = Moderate *
Sediment dwelling organisms – Chronic 28-d NOEC (EC10)	>0.001 to ≤0.05 = High *
Algae – Chronic NOEC (EC10)	< 0.001 = Very high *
Aquatic plants – Chronic NOEC (EC10)	

\*Here non-rapidly degradable substances are considered. See CLP regulation.

**For other groups this basically is my imagination and must not be referenced for any scientific paper.**

#### **Birds and mammals (as mg/kg body weight or body weight/day for chronic risk)**

Mammals – Acute oral LD50	> 2000 = Very low (Limit test dose)
Birds – Acute LD50	>1000 to ≤2000 = Low
Mammals – Short term dietary NOEL (This endpoint are used very rarely for risk assessment)	>100 to ≤1000 = Moderate >10 to ≤100 = High <10 = Very high
Mammals – Chronic toxicity (NOAEL)	> 200 = Very low
Birds – Chronic toxicity (NOAEL)	>100 to ≤200 = Low >10 to ≤100 = Moderate >1 to ≤10 = High

<1 = Very high

### Soil organisms (as mg/kg soil)

Earthworms - Acute 14-day LC50

> 1000 = Very low

(Not used anymore for risk assessment)

>100 to ≤1000 = Low

>10 to ≤100 = Moderate

>0.5 to ≤10 = High

<0.5 = Very high

Earthworms - Chronic 56 day NOEC (EC10), reproduction

> 500 = Very low

Collembola chronic reproduction 28d NOEC (EC10)

>50 to ≤500 = Low

H.aculeifer reproduction 28d NOEC (EC10)

>0.5 to ≤50 = Moderate

>0.01 to ≤0.5 = High

< 0.01 = Very high

Soil micro-organisms Nitrogen /carbon mineralisation

≤ 25% change is considered insignificant.

### Bees (as µg/bee) and other arthropods (as g/ha)

Honeybees (Apis spp.) and Bumblebees as well as other pollinators - Acute LD50 (µg bee<sup>-1</sup>) (contact, oral mode)

> 200 = Very low (Limit test, 100 µg is also often used for limit test)

>100 to ≤200 = Low

>5 to ≤100 = Moderate

>0.1 to ≤5 = High

< 0.1 = Very high

Honeybees (Apis spp.) - Chronic LDD50 and larvae NOED

> 100 = Very low

>10 to ≤100 = Low

>1 to ≤10 = Moderate

>0.1 to ≤1 = High

<0.1 = Very high

Other arthropods

> 1000 = Very low

>100 to ≤1000 = Low

>10 to ≤100 = Moderate

>1 to ≤10 = High

<1 = Very high

**Plants** (as g/ha)

Plants (already emerged or at seedling stage)

> 1000 = Very low

>100 to  $\leq$ 1000 = Low

>10 to  $\leq$ 100 = Moderate

>1 to  $\leq$ 10 = High

<1 = Very high