

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

Projekta

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

Nr.10 9.1-11/21/1800-e

zinātniskā atskaite

Projekta vadītāja: Viktorija Zagorska

Jelgava, 2021

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

Kitija Konošonoka, LF LLU studente, zemkopības laborants

Aigars Šutka, Mg. agr., viespētnieks,

Jānis Gailis, Dr. agr., vadošais pētnieks

SIA "LAAPC" laukaugu patoloģijas un nezāļu grupa Dr. biol. Olgas Treikales un Mg. agr. Zanes Erdmanes vadībā

Herdfordšīras Universitātes komanda – Dr. agr. Kathelin Lewis, Dr. agr. John Tzilivakis.

S A T U R S

SATURS	3
Lietotie termini un saīsinājumi	4
1. Metodika riska indikatora aprēķināšanai plašāk audzētajiem kultūraugiem Latvijā 5	
1.1. Īss situācijas raksturojums AAL lietošanā un risku vērtēšanā ES valstīs.....	5
1.2. Augu aizsardzības līdzekļu lietojums Latvijā laika posmā no 2011. gada līdz 2020. gadam.....	6
2. Riska indikatora aprēķins.....	10
2.1. AAL slodzes aprēķina galvenie rādītāji un apakšrādītāji	10
2.2. References vērtības.....	13
2.3. Slodze uz cilvēka veselību	13
2.4. Slodze ilgtermiņa ietekmei uz vidi	16
2.5. Vides toksicitātes slodze	18
3. Rezultāti.....	21
3.1. AAL lietojums uz hektāru (PAL) graudaugu, lauka pupu un rapša kategorijā....	21
3.2. AAL kopējais lietojums graudaugu, rapša, lauku pupu sējumos, un to radītā slodze.....	25
3.3. AAL lietojums augļu koku, dārzeņu un ogulāju kategorijā.....	31
4. Praktiskie izmēģinājumi	36
4.1. Regulatoru izmēģinājumi kviešu sējumos	36
4.2. Herbicīdu izmēģinājumi kviešu sējumos	42
Pielikums nodaļai 4.2 Nr.1	47
Pielikums nodaļai 4.2. Nr.2	48
4.3. Izmēģinājumi ābeļu stādījumos.....	49
4.3.1. Pētījuma pamatojums.....	49
4.3.2. Izmēģinājuma metodika.....	49
4.3.3. Izmēģinājuma rezultāti	56
SECINĀJUMI.....	65
IZMANTOTĀ LITERATŪRA.....	66
Pielikumi.....	67

LIETOTIE TERMINI UN SAĪSINĀJUMI

A	akaricīds
AAL	augu aizsardzības līdzeklis
AL	augu aizsardzības līdzekļu slodze uz hektāru, ko rēķina, izmantojot pārdoto augu aizsardzības līdzekļu apjomu uz kopējām lauksaimniecībā izmantojamām zemes platībām
BCF	bioakumulācijas koeficients (angl. - <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 organismie 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
PLI	augu aizsardzības līdzekļu slodzes rādītājs
SCI-GROW	skrīninga modelis, ko izmanto, lai novērtētu augu aizsardzības līdzekļu koncentrāciju grūnstūdeņos
TFI	lietošanas biežuma indekss

1. METODIKA RISKĀ INDIKATORA APRĒĶINĀŠANAI PLAŠĀK AUDZĒTAJIEM KULTŪRAUGIEM LATVIJĀ

1.1. Īss situācijas raksturojums AAL lietošanā un risku vērtēšanā ES valstīs

Pēdējos gados aizvien lielāka sabiedrības daļa un kompetentās iestādes pievērš uzmanību augu aizsardzības līdzekļu (AAL) lietošanas potenciāli nelabvēlīgai ietekmei uz cilvēku veselību un apkārtējo vidi. AAL ierobežo kaitīgos organismus, novēršot ekonomiski pamatotus ražas zudumus, kas ir svarīgi pārtikas nepieciešamā apjoma nodrošināšanai. Ar terminu "augu aizsardzības līdzekļi" apzīmē vielas, kuras izmanto, lai ierobežotu un novērstu tādu organismu klātbūtni, kuri kavē kultūrauga augšanu un rada būtiskus ražas zudumus. ES ir izstrādāta Regula 1107/2009, ar kuru reglamentē bīstamu vielu (to skaitā AAL) reģistrēšanu, vērtēšanu un licencēšanu, kā arī tām piemērojamos ierobežojumus. Līdz ar to AAL ietekmes uz vidi un cilvēka veselību izpētei un novērtējumam ir viens no prioritārajiem virzieniem augu aizsardzības jomā.

Drošie AAL riska rādītāji ir izšķiroši, lai novērtētu iespējamo risku, kas ir saistīts ar AAL lietošanu un pareizu augu aizsardzības pasākumu plānošanu. Gadu gaitā ir izstrādāti vairāki AAL riska rādītāji, kas paredzēti dažādiem mērķiem. Nesen Dānijā ieviests jauns AAL riska rādītājs – AAL slodzes rādītājs (*pesticide load indicator*, PLI). PLI ir aizstājis lietošanas biežuma indeksu (*treatment frequency index*, TFI) kā oficiālais AAL riska rādītājs (Kudsk et al. 2018). PLI sastāv no trim apakšrādītājiem: cilvēka veselība (PL_{C.V.}), ekotoksikoloģija (PL_{TOKS.}), kaitīgums videi (PL_{VIDE}). Katram no trim apakšrādītājiem AAL slodzi (PL) aprēķina un izsaka kā PL uz komerciālā produkta vienību (kg, L vai cita vienība). PL cilvēka veselībai (PL_{C.V.}) aprēķina, izmantojot riska frāzes uz produkta etiķetes, savukārt PL ekotoksikoloģijai (PL_{TOKS.}) ir aprēķināts, pamatojoties uz darbīgo vielu LC50 / LD50 / EC50¹ vērtībām, kuras raksturo akūto toksicitāti zīdītājiem, putniem, zivīm, dafnijām, aļģēm, ūdens augiem, sliekām un bitēm, un izmantojot NOEC (*no observed effect concentration*) vērtības hroniskam toksiskumam zivīm, dafnijām un sliekām. PL kaitīgumu videi (PL_{VIDE}) aprēķina, izmantojot pussabrukšanas periodu augsnē (DT50), bioakumulācijas koeficientu (BCF) un SCI-GROW indeksu (pazemes ūdeņu AAL atliekvielu koncentrācijas vērtēšanai). PL neņem vērā faktisko iedarbību, t.i. tas atspoguļo potenciālos riskus, kas saistīti ar AAL lietošanu. Tā pamatā ir pārdoto AAL daudzums un to īpašības, bet tas nesniedz nekādu informāciju ne par faktisko ietekmi, ko rada AAL lietošana, ne par kaitējumu, kas rodas, lietojot AAL. Ja platības slodze (*area load*, AL) galvenokārt atspoguļo AAL lietošanas intensitāti uz laukuma vienību, tad PLI ļauj labāk novērtēt slodzi uz vidi un cilvēku veselību, ko rada AAL faktiskā izmantošana.

Arī citās valstīs ir izveidotas risku vērtēšanas metodikas, piemēram, Šveicē, Beļģijā, Francijā, bet tās tikai daļēji atspoguļo risku vai neļauj skaitliski noteikt AAL slogu un vēlamu sasniedzamo vērtību, uz kuru ir jātiecas sloga mazināšanai. 2021. gadā arī

¹ LC50, LD50 un EC50₀ ir koncentrācijas, kurās attiecīgi 50% no izmēģinājumu organismie mirst vai tiek ietekmēti, piemēram, to vairošanās spējā.

Hertfordšīras Universitātes pētnieki ir atzinuši Dāņu metodiku par ieviešamu Lielbritānijas risku vērtēšanai (Lewis et al. 2021), kā arī pētnieks no Šveices Niklas Möhring ir izstrādājis R paketi riska indikatora aprēķinam R programmā (Mohring et al. 2021), kas liecina par to, ka princips, kas ir pielietots Dāņu metodikā, ir atbalstāms, un to ir jāadaptē Latvijas apstākļiem.

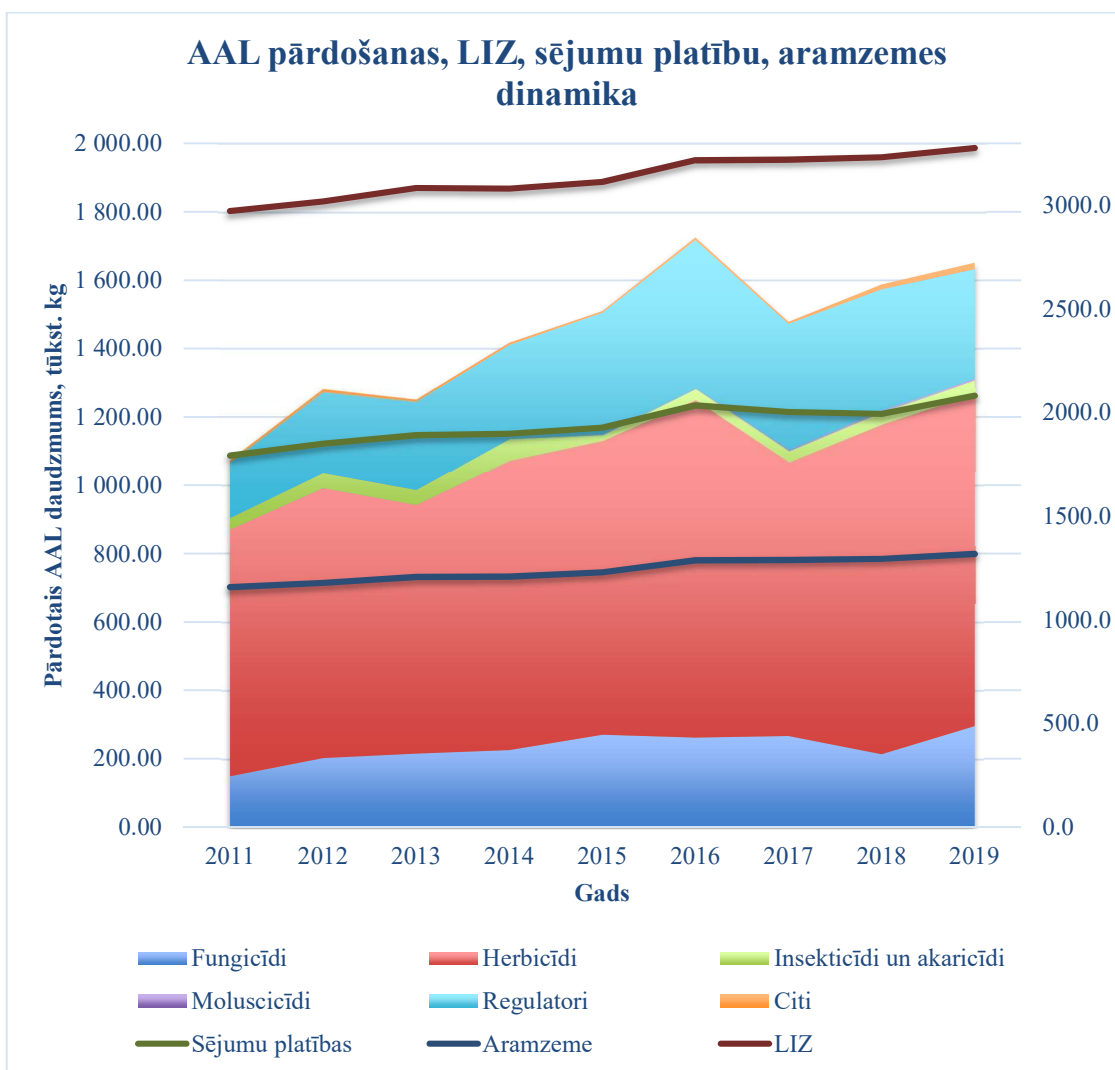
1.2. Augu aizsardzības līdzekļu lietojums Latvijā laika posmā no 2011. gada līdz 2020. gadam

Analizējot šī brīža AAL lietojumu uz 1 hektāru lauksaimniecībā izmantojamās zemes (LIZ) Latvijā, iespējams secināt par nelabvēlīgu tendenci AAL lietošanā. Eurostat 2021. gada 22. aprīļa publikācijā "Pārdoto augu aizsardzības līdzekļu apjomi ES 2019. gadā samazinājušies par 6%"², ir minēts, ka Latvijā pārdoto AAL apjoms kopš 2011. gada palielinājies par 54%. VAAD skaidro³, ka, salīdzinot ar citām ES dalībvalstīm, Latvijā kopš 2011. gada nozīmīgi palielinājusies LIZ platība (par 8%) un aramzemes platība (par 14%) (skat. 1.1. att.) Līdz ar to palielinājies arī izmantoto AAL apjoms, jo, lai ar krūmiem vai daudzgadīgajām nezālēm aizaugušu platību sagatavotu lauksaimnieciskai darbībai, siltumnīcefekta gāzu (SEG) emisiju un izmaksu ziņā visizdevīgāk ir izmantot AAL. Kā vēl viens no iemesliem šim pārdoto apjomu palielinājumam tiek minēts tas, ka 2007.–2010. gada globālā finanšu krīze negatīvi ietekmēja Latvijas lauksaimniecību un 2011. gadā ekonomikas uzplaukums vēl nebija vērojams. Latvijā 2011. gadā izplatītais AAL darbīgo vielu apjoms uz hektāru bija ļoti zems – 0,59 kg/ha, bet daudzās ES valstīs pārsniedza 2,0 kg/ha.⁴ ***Uzlabojoties lauksaimnieku finanšu situācijai un konkurētspējai, Latvijā ir palielinājusies AAL lietojuma intensitāte, tomēr uz kopējā ES fona nemainīgi saglabājam vietu to valstu grupā, kurās AAL lieto maz, t.i. zem 2,05 kg/ha (Eiropas vidējais patēriņš uz hektāru LIZ).***

² Eurostat (2021). *Sales of pesticides in the EU down by 6% in 2019*. Pieejams: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/ddn-20210422-1>

³ Valsts augu aizsardzības dienests (2021). *Latvijā ir vieni no viszemākajiem augu aizsardzības līdzekļu lietošanas apjomiem ES*. Pieejams: <https://www.vaad.gov.lv/lv/jaunums/latvija-ir-vieni-no-viszemakajiem-augu-aizsardzibas-lidzeklu-lietosanas-apjomiem-es>

⁴ Valsts augu aizsardzības dienests (2021). *Latvijā ir vieni no viszemākajiem augu aizsardzības līdzekļu lietošanas apjomiem ES*. Pieejams: <https://www.vaad.gov.lv/lv/jaunums/latvija-ir-vieni-no-viszemakajiem-augu-aizsardzibas-lidzeklu-lietosanas-apjomiem-es>



**1.1. att. AAL pārdošanas, LIZ, sējumu platību, aramzemes dinamika
(Avots: FAOSTAT, Latvijas CSP).**

Lai varētu objektīvāk novērtēt AAL lietojumu Latvijā, var izmantot nevis formulu, kur vidējais patēriņš uz hektāru LIZ tiek iegūts, izdalot pārdoto daudzumu (kg) ar LIZ (ha), bet būtu jāņem vērā lietoto vielu potenciālo ietekmi uz cilvēka veselību, vidi un apkārt esošiem dzīvajiem organismiem. Iespējams, ka, pielietojot šādu pieeju, AAL lietojuma situācija Latvijā izskatītos citādāk, jo toksiskākās vielas gadu gaitā pamazām tiek izņemtas no aprites. Piemēram, 2011. gada izmantoto AAL sarakstā darbīgās vielas ar kritiskajām vērtībām jeb kaitīgākajām parametra vērtībām attiecībā uz cilvēka veselību un vides toksicitāti (references vērtības) ir salīdzinoši "smagākas" (videi un cilvēka veselībai kaitīgākas), nekā tās, kuras ir iekļautas 2020. gada sarakstā (skat. 1.1. tab.).

Parametru references vērtības un darbīgās vielas

Parametrs, tā vienība	Darbīgā viela	References vērtības	Izslēgta no aprites ES līmenī
Degradācija (DT50, dienas)	dikvats	5500	12.10.2018.
Akumulācija (BCF)	metaflumizons	7800	31.01.2024.
Izskalošanās (SCI-GROW indekss)	flutriafols	7.09	31.05.2021.
Putni LD50 (īstermiņa), mg/kg ķermeņa masas	metiokarbs	5	03.10.2019.
Zīdītāji LD50 (īstermiņa), mg/kg ķermeņa masas	abamektīns	8.7	30.04.2022. (Lietošana tikai segtajās platībās)
Zivis LC50 (īstermiņa), mg/L ūdens	gamma-cihalotrīns	0.000035	31.03.2025.
Zivis NOEC (ilgtermiņa), mg/L ūdens	alfa-cipermetrīns	0.00003	07.06.2021
Dafnijas EC50 (īstermiņa), mg/L ūdens	gamma-cihalotrīns	0.000045	31.03.2025.
Dafnijas NOEC (ilgtermiņa), mg/L ūdens	gamma-cihalotrīns	0.0000022	31.03.2025.
Aļģes EC50, mg/L ūdens	bifenokss	0.00018	31.12.2022.
Ūdens augi EC50, mg/L ūdens	triasulfurons	0.000068	31.12.2015.
Sliekas LC50 (īstermiņa), mg/kg augsnes	beta-ciflutrīns	0.565	31.10.2020.
Sliekas NOEC reprodukcija (ilgtermiņa), mg/kg augsnes	dimoksistrobīns	0.089	31.01.2022.
Medus bites LD50(saskares), µg/bite	abamektīns	0.001	30.04.2022. (Lietošana tikai segtajās platībās)
Medus bites LD50(orāli), µg/bite	imidakloprīds	0.0037	01.12.2020.
Bites, µg/bite	abamektīns	0.001	30.04.2022. (Lietošana tikai segtajās platībās)

Tā kā ir nepieciešams objektīvāks AAL slodzes rādītājs, AAL izmantošanas intensitātes jeb slodzes rādītājs (PLI) ir labāks rādītājs kopējās slodzes novērtēšanai uz cilvēka veselību un vidi, salīdzinot ar TFI vai AL. PLI aprēķins ir detalizētāks, nekā citu AAL slodzes raksturojošo rādītāju aprēķini. PLI sadalījums pēc kultūraugu grupām var parādīt, kuri kultūraugi visvairāk veicina kopējo slodzi Latvijā. Šajā pētījumā

konstatēts, ka šāda kultūraugu grupa ir **kvieši, rapsis un lauka pupas**, kas arī veido lielāko daļu no kultūraugu sējumu platības.

2021. gada projekta laikā ir izstrādāta risku vērtēšanas metodika, vadoties pēc Dāņu izstrādātās metodikas pamatprincipiem, veikti aprēķini pēc šobrīd pieejamiem statistikas datiem – Centrālās statistikas pārvaldes (CSP) apkopotie provizorisksie dati par AAL izmantošanu kultūraugu sējumos un stādījumos⁵; graudaugu kultūrām, lauka pupu un rapša sējumos⁶, vērtējot šobrīd esošo AAL slogu pēc darbīgās vielas. Veicot riska indikatoru vērtēšanu pa kultūraugu grupām, tika ņemti vērā uz šo brīdi pieejamie statistikas dati pa kultūraugu grupām, kas tiek noteikti ik pēc 5 gadiem. Visu trīs komponentu vērtēšanai tika izmantota Herdfordšīras datubāze⁷.

⁵ Centrālā statistikas pārvalde (2020). *2019. gadā zemenēm izmantotais pesticīdu daudzums ir par 86 % mazāks nekā pirms 5 gadiem*. Pieejams: <https://www.csb.gov.lv/lv/statistika/statistikas-temas/lauksaimnieciba/agro-vide/meklet-tema/2757-pesticidu-lietosana-lauksaimniecibas-kulturam>

⁶ Centrālā statistikas pārvalde (2018). *Graudaugiem un rapsim samazinājies izmantoto pesticīdu daudzums*. Pieejams: <https://www.csb.gov.lv/lv/statistika/statistikas-temas/lauksaimnieciba/agro-vide/meklet-tema/2428-pesticidu-lietosana-graudaugu-un-paksaugu>

⁷ PPDB: *Pesticide Properties DataBase*. Pieejams: <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/index.htm>

2. RISKĀ INDIKATORA APRĒĶINS

2.1. AAL slodzes aprēķina galvenie rādītāji un apakšrādītāji

Šajā projektā aprēķinātā AAL slodze (PL) ir balstīta uz provizoriskiem datiem par AAL lietošanas daudzumiem dažādās kultūraugu grupās⁸ un darbīgo vielu raksturīgajām īpašībām⁹. Slodzes lielums ir izteikts kā slodze uz 1 kg darbīgās vielas. AAL slodze PL ar vienību "L" nosaka AAL lietošanas radīto slodzi uz vidi, un veselību uz 1 kg darbīgās vielas daudzumu. PL tika aprēķināta katrai no trim galvenajām slodzes kategorijām, kas ir:

- Cilvēka veselība (PL_{C.V.}) – tiek mērīta slodze, kādai AAL operators ir pakļauts, rīkojoties ar AAL (2.3. nodaļa);
- Ilgtermiņa ietekme uz vidi – AAL noārdīšanās laika mērījums augsnē un to uzkrāšanās pārtikas ķēdēs un nokļūšanai caur augsni gruntsūdeņos potenciāls (PL_{VIDE}) (2.4. nodaļa);
- Vides toksicitāte – AAL toksiskuma ne mērķa organismiem vērtējums (PL_{TOKS.}) (2.5. nodaļa).

Atkārtoti jāuzsver, ka neviens no trim rādītājiem, neskatoties uz to nosaukumiem, nenorāda uz AAL lietošanas faktiskajām sekām. Īpaši jāatzīmē, ka termins "vides toksicitāte" netiek lietots kā saīsinājums terminam "vides toksicitātes slodze", un tādējādi tas nav toksiskās iedarbības mērījums.

Darbīgās vielas slodzes uz vidi (ilgtermiņa ietekme uz vidi un toksicitāte) un darbīgās vielas slodzes uz cilvēka veselību aprēķina pamatā ir darbīgās vielas īpašības, kuras iegūtas no Hertfordšīras Universitātes datubāzes¹⁰. Datubāze ir balstīta uz datiem, kas iesniegti ES novērtējumam saistībā ar to vielu novērtēšanu un iekļaušanu ES atļauto darbīgo vielu sarakstā¹¹, kuras ir atļautas kā AAL sastāvdaļas (Eiropas Parlamenta un Padomes Regula (EK) Nr. 1107/2009 (2009. gada 21. oktobris))

2.1. tabulā apkopoti apakšrādītāji, kurus aprēķina, lai noteiktu katru no trim galvenajiem AAL slodzes rādītājiem (cilvēka veselība, ilgtermiņa ietekme uz vidi un vides toksicitāte). Ilgtermiņa ietekmes uz vidi aprēķinu veido trīs apakšrādītāji – darbīgo vielu noārdīšanās, uzkrāšanās un izskalošanās spējas. Vides toksicitātei ir 11 apakšrādītāji: īslaicīga un zināma ilgtermiņa darbīgās vielas ietekme uz zīdītājiem,

⁸ Centrālā statistikas pārvalde (2018). *Graudaugiem un rapsim samazinājies izmantoto pesticīdu daudzums*. Pieejams: <https://www.csb.gov.lv/lv/statistika/statistikas-temas/lauksaimnieciba/agrovide/meklet-tema/2428-pesticidu-lietosana-graudaugu-un-paksaugu> un Centrālā statistikas pārvalde (2020). *2019. gadā zemenēm izmantotais pesticīdu daudzums ir par 86 % mazāks nekā pirms 5 gadiem*. Pieejams: <https://www.csb.gov.lv/lv/statistika/statistikas-temas/lauksaimnieciba/agrovide/meklet-tema/2757-pesticidu-lietosana-lauksaimniecibas-kulturam>

⁹ Centrālā statistikas pārvalde (2020). *2019. gadā zemenēm izmantotais pesticīdu daudzums ir par 86 % mazāks nekā pirms 5 gadiem*. Pieejams: <https://www.csb.gov.lv/lv/statistika/statistikas-temas/lauksaimnieciba/agrovide/meklet-tema/2757-pesticidu-lietosana-lauksaimniecibas-kulturam>

¹⁰ PPDB: Pesticide Properties DataBase. Pieejams: <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/index.htm>

putniem, bitēm, sliekām, zivīm, ūdens posmkājiem (piemēram, dafnijām), ūdensaugiem un aļģēm.

Galvenie un apakšrādītāji AAL slodzes aprēķināšanai

Galvenais rādītājs	Apakšrādītājs, tā vienība	Hertfordširas datu bāze
Cilvēka veselība	L uz 1 kg produkta (darbīgās vielas)	Riska frāze darbīgajai vielai
Ilgtermiņa ietekme uz vidi	L uz 1 kg darbīgās vielas (d.v.)	
	Noturība (persistence)	D.v. noārdīšanās spēja (DT50augšne)
	Bioakumulācija	D.v. bioakumulācijas potenciāls (BCF)
	Izskalošanās (mobilitāte)	D.v. potenciāls/spēja ieplūst (SCI Grow index) gruntsūdeņos
Vides toksicitāte	L uz 1 kg darbīgās vielas (d.v.)	
	Zīdītāji Putni Bites Sliekas	D.v. īslaicīgā ietekme D.v. īslaicīgā ietekme D.v. īslaicīgā ietekme D.v. īslaicīgā un ilglaicīgā ietekme
	Ūdens vide Zivis	D.v. īslaicīgā un ilglaicīgā ietekme
	Dafnijas	D.v. īslaicīgā un ilglaicīgā ietekme
	Ūdens augi	D.v. īslaicīgā ietekme
	Aļģes	D.v. īslaicīgā ietekme

Lai aprēķinātu slodzi, tika izmantoti pieejamie dati par AAL ietekmi uz katru no apakšrādītājiem. Ja kāds no visu darbīgo vielu attiecīgajiem parametriem nebija pieejams, piemēram, informācija par ilgtermiņa ietekmi uz zīdītājiem un putniem, šo parametru aizvietoja ar 95 percentīles vērtību no kopējā Latvijā lietoto vielu saraksta.

Aprēķinā netiek iekļauta informācija par iespējamo ietekmi uz cilvēka veselību vai vidi gadījumos, ja nav ievērotas prasības izmantot riska samazināšanas pasākumus, kas norādīti uz produkta etiķetes un/vai lietošanas instrukcijā un kas ir produkta atļaujas priekšnoteikums. Riska samazināšanas pasākumi var, piemēram, paredzēt individuālo aizsardzības līdzekļa (cimdu un sejas maskas) lietošanu, strādājot ar AAL, vai noteikt

10 metru attālumu līdz ūdens ūdenstilpei. Tāpēc indikatoru nevar izmantot, lai novērtētu, kādas nevēlamas sekas var rasties, izmantojot AAL neatbilstoši drošības instrukcijai un neievērojot riska samazināšanas pasākumus.

Ja AAL tiek lietots slēgtās telpās, piemēram, siltumnīcās vai rūpniecības telpās, tiek pieņemts, ka netiek radīta slodze ārējai videi. Šādos gadījumos ietekmei uz vidi piemēro koeficientu 0. Līdzīgi attiecībā uz AAL lietošanu sēklu apstrādei tiek izmantoti citi slodzes koeficienti (skat. 2.4. tab.).

2.2. References vērtības

Attiecībā uz darbīgās vielas vidi ietekmējošajām īpašībām (ilgtermiņa ietekme uz vidi un vides toksicitāte) katra rādītāja slodzi aprēķināja, pamatojoties uz references vērtību un references slodzi. **References vērtība ir balstīta uz apstiprinātu darbīgās vielas "sliktāko gadījumu" slodzi 2011. gadā attiecībā uz attiecīgo faktoru,** piemēram, vistoksiskākās vielas vērtību zīdītājiem vai vielu ar visilgāko pussabrukšanas periodu.

Katras darbīgās vielas slodzi attiecināja uz references slodzi, kas ir slodze, ko veido vistoksiskākā darbīgā viela no tām, kuras ir 2011. gada sarakstā. Tādējādi references vielas gadījumā katrai darbīgajai vielai tiek aprēķināta attiecība starp katru apakšrādītāja vērtību un references vērtību. Šī attiecība vienmēr ir mazāka par 1, jo vislielākā vērtība ir references vērtība. Piemēram, darbīgajai vielai, kas ir uz pusi mazāk toksiska nekā vistoksiskākā darbīgā viela (lai sasniegtu tādu pašu toksicitāti, būtu nepieciešama divkārtšā deva), ir aprēķināta 0,5 slodze uz kg.

Izmantojot apakšrādītāja slodzes noteikšanai references vielu un references slodzi, ir iespējams izteikt slodzi kā relatīvo vērtību, izvairoties no slodzes definēšanas, piemēram, kā "xx mg darbīgās vielas uz L", un līdz ar to ir iespējams apvienot toksiskuma vērtējumus, kas ir noteikti dažādiem organismiem un sākotnēji tika izteikti dažādās mērvienībās.

2.3. Slodze uz cilvēka veselību

Dāņu metodika paredz, ka AAL slodzes uz cilvēku veselību aprēķināšana pamatojas uz produkta riska frāzēm (H frāzēm), kas atspoguļo to klasifikāciju attiecībā uz veselību. AAL atļaujas piešķiršanas process ietver katra produkta novērtēšanu un klasifikācijas piešķiršanu, kas nosaka produkta marķējumā iekļaujamās riska frāzes.

Produkta klasifikācija ir atkarīga vai no gatavotā produkta īpašībām, vai darbīgo vielu un līdzformulantu klasifikācijas, kā noteikts ES klasifikācijas kritērijos (Komisijas Regula (ES) Nr. 546/2011 (2011. gada 10. jūnijs). Regulā par ķīmisko vielu un maisījumu klasificēšanu un marķēšanu ir definētas riska frāzes (Eiropas Parlamenta un Padomes Regula (EK) Nr. 1272/2008 (2008. gada 16. decembris)).

Katrai riska frāzei ir piešķirts noteikts punktu skaits, saskaņā ar ES noteikumiem. Zemākais punktu skaits – 10 punkti – tiek piešķirts, piemēram, produktiem, kas ir kaitīgi, ja tos norij. Augstākais punktu skaits 100 ir piešķirts produktiem, kas ir ļoti toksiski vai var radīt neatgriezeniskus bojājumus. Augstāko un

zemāko punktu attiecība ir 10:1. Tabulā 2.2. norādīti punkti un slodze uz cilvēka veselību attiecīgi H riska frāzēm.

Tā kā šogad dati par notirgoto AAL daudzumu nebija pieejami, tika izmantotas riska frāzes darbīgajām vielām, kas iegūtas no Hertfordširas Universitātes datubāzes ar nosaukumu "PPDB". Nākamgad tiek plānots pārskatīt metodiku, izmantojot produktu riska frāzes.

2.2. tabula

AAL slodzes uz cilvēka veselību aprēķins

Bīstamības apzīmējumi attiecībā uz cilvēku veselību	Riska punkti, raksturīgākās īpašības	Slodze (L uz kg produkta)
H302 Kaitīgs, ja norij. H304 Var izraisīt nāvi, ja norij vai iekļūst elpceļos. H315 Kairina ādu. H335 Var izraisīt elpceļu kairinājumu. EUH066 Atkārtota iedarbība var radīt sausu ādu vai izraisīt tās sprēgāšanu.	10	0.033
H312 Kaitīgs, ja nonāk saskarē ar ādu. H319 Izraisa nopietnu acu kairinājumu. H332 Kaitīgs ieelpojot.	15	0.050
H317 Var izraisīt alerģisku ādas reakciju.	20	0.066
H336 Var izraisīt miegainību vai reiboņus.	30	0.100
H301 Toksisks, ja norij. H334 Ja ieelpo, var izraisīt alerģiju vai astmas simptomus, vai apgrūtināt elpošanu. H363 Var radīt kaitējumu ar krūti barotam bērnam.	50	0.166
H300 Norijot iestājas nāve; 2. bīstamības kategorija H311 Toksisks, ja nonāk saskarē ar ādu. H314 Izraisa smagus ādas apdegumus un acu bojājumus; 1.B bīstamības kategorija. H318 Izraisa nopietnus acu bojājumus. H331 Toksisks ieelpojot. H341 Ir aizdomas, ka var izraisīt ģenētiskus bojājumus (norādīt iedarbības ceļu, ja ir nepārprotami pierādīts, ka citi iedarbības ceļi nerada bīstamību).	70	0.233

<p>H351 Ir aizdomas, ka var izraisīt vēzi (norādīt iedarbības ceļu, ja ir nepārprotami pierādīts, ka citi iedarbības ceļi nerada bīstamību).</p> <p>H361 Ir aizdomas, ka var kaitēt auglībai vai nedzimušajam bērnam (norādīt iedarbības ceļu, ja ir nepārprotami pierādīts, ka citi iedarbības ceļi nerada bīstamību).</p> <p>H371 Var izraisīt orgānu bojājumus (norādīt iedarbības ceļu, ja ir nepārprotami pierādīts, ka citi iedarbības ceļi nerada bīstamību).</p> <p>H373 Var izraisīt orgānu bojājumus ilgstošas vai atkārtotas iedarbības rezultātā (norādīt iedarbības ceļu, ja ir nepārprotami pierādīts, ka citi iedarbības ceļi nerada bīstamību).</p>		
<p>H300 Norijot iestājas nāve; 1. bīstamības kategorija; 2. bīstamības kategorija.</p> <p>H310 Nonākot saskarē ar ādu, iestājas nāve; 2. bīstamības kategorija.</p> <p>H330 Ieelpojot, iestājas nāve.</p>	85	0.283
<p>H310 Nonākot saskarē ar ādu, iestājas nāve; 1. bīstamības kategorija.</p> <p>H314 Izraisa smagus ādas apdegumus un acu bojājumus, 1.A bīstamības kategorija.</p> <p>H330 Ieelpojot, iestājas nāve; 1. bīstamības kategorija.</p> <p>H340 Var izraisīt ģenētiskus bojājumus (norādīt iedarbības ceļu, ja ir nepārprotami pierādīts, ka citi iedarbības ceļi nerada bīstamību)..</p> <p>H350 Var izraisīt vēzi (norādīt iedarbības ceļu, ja ir nepārprotami pierādīts, ka citi iedarbības ceļi nerada bīstamību).</p> <p>H360 Var kaitēt auglībai vai nedzimušajam bērnam (norādīt iedarbības ceļu, ja ir nepārprotami pierādīts, ka citi iedarbības ceļi nerada bīstamību).</p> <p>H370 Rada orgānu bojājumus (norādīt iedarbības ceļu, ja ir nepārprotami pierādīts, ka citi iedarbības ceļi nerada bīstamību).</p> <p>H372 Izraisa orgānu bojājumus ilgstošas vai atkārtotas iedarbības rezultātā (norādīt iedarbības ceļu, ja ir nepārprotami pierādīts, ka citi iedarbības ceļi nerada bīstamību).</p>	100	0.330

Punktu skaita pārvēršana par slodzi (L uz kg produkta) ietver punktu reizināšanu ar slodzes koeficientu 1/300. Tādējādi darbīgās vielas, kuras punktu skaits ir 30, slodze uz cilvēka veselību ir 0.1 L uz kg produkta. Piemēram, produktam ar divām riska frāzēm "H301 Toksisks, ja norij", kas ir 50 punkti, un "H330 Ieelpojot, iestājas nāve (1. bīstamības kategorija)" ar 100 punktiem kopējais punktu skaits ir 150 (summā 150), slodze uz cilvēka veselību ir 0.5 L uz kg produkta.

2.4. Slodze ilgtermiņa ietekmei uz vidi

AAL ilgtermiņa ietekmi uz vidi nosaka, izmantojot trīs apakšrādītājus: noārdīšanos augsnē, bioakumulācijas potenciālu (uzkrāšanos pārtikas ķēdē) un mobilitāti augsnē (pazemes ūdeņu piesārņojuma iespējamību).

AAL noārdīšanos augsnē nosaka darbīgo vielu pussabrukšanas periods augsnē (DT50 augsnē) – jo ilgāks pussabrukšanas periods, jo lielāka slodze. Primāri izmanto DT50 lauka apstākļos (*DT50field*), ja šī vērtība nav pieejama, tad izmanto DT50 laboratorijas apstākļos (*DT50lab*), ja nav pieejama neviena vērtība, tad izmanto 95 percentīles vērtību.

Slodzi, kas attiecas uz bioakumulāciju, aprēķina, pamatojoties uz darbīgo vielu biokoncentrācijas koeficientu (*bioconcentration factor*, BCF). Ja ziņu par BCF nav, koeficientu nosaka pēc log Pow vērtības (raksturo vielas tendenci uzkrāties taukaudos), izmantojot Pow modeli, kas pamatojas uz sakarības starp Pow un BCF dažādām vielām.

Visbeidzot, AAL mobilitāti augsnē, kas norāda uz to potenciālu migrēt uz gruntsūdeņiem, aprēķina, pamatojoties uz darbīgās vielas un iespējamo noārdīšanās produktu (metabolītu) pussabrukšanas pusperiodu un Koc^{12} vērtību (organiskā materiāla sorbcijas pakāpi). Aprēķinā izmanto tā saucamo SCI-GROW modeli, kur vielas aprēķinātā koncentrācija gruntsūdeņos (U) tiek aprēķināta, izmantojot 1.1. formulu, un turpmākās U vērtības darbīgajai vielai un jebkuriem noārdīšanās produktiem tiek summētas (skat. 1. pielikums).

Vielas koncentrāciju gruntsūdeņos aprēķina pēc formulas:

$$U = 0.89 * 10^{-2.24 + 0.61[\log(10(DT50-5))(4 - \log(10)(Koc+5))]}, [1.1.]$$

kur

U – vielas koncentrāciju gruntsūdeņos;

0.89 – konstante;

DT50 – pussabrukšanas periods augsnē, dienās;

Koc – sadalījuma koeficients, kas mēra vielas pārvietošanos augsnē.

Katram no trim apakšrādītājiem attiecību starp iegūto vērtību un references vērtību (vistoksiskākās vielas vērtība) aprēķina un reizina ar slodzes koeficientu. 2.3. tabulā norādītas specifiskās references vērtības un slodzes koeficienti.

¹² *Koc* – sadalījuma koeficients, kas mēra vielas pārvietošanos augsnē. Jo augstāka koeficienta vērtība, jo stiprāka ir adsorbcija uz augsnes un organiskām vielām, un mazāka kustība augsnē.

Parametri ilgtermiņa ietekmes uz vidi slodzes aprēķināšanai

Apakš rādītājs	Apzīmējums	Vienība	References vērtība	Slodzes koeficients, L uz kg d.v.
Noārdīšanās (persistence)	P	Pussabrukšanas periods augsnē (DT50) dienās	5500	2.5
Akumulācija (bioakumulācija)	B	Biokoncentrācijas koeficients (BCF)	7800	2.5
Izskalošanās (mobilitāte)	U	SCI-GROW indekss	7.09	20

References vielas noārdīšanās apakšrādītājam, t.i. darbīgā viela ar garāko pussabrukšanas periodu augsnē (5500 dienas), rada 2.5 L uz kg darbīgās vielas lielu slodzi. Attēlā 3.8., ir redzams slodzes koeficienta piešķiršanas princips atkarībā no DT50 vērtību izmaiņām.

Šajā gadījumā tika izmantots lineārais vienādojums, vadoties pēc Dāņu metodikas. *Taču turpmāk būtu ieteicams izmantot logaritmisko vai cita veida modeli, kurš piešķirtu punktu skaitu, ņemot vērā kopējās tendences izejas datu izklaidē.*

References viela akumulācijas apakšrādītājam, t.i. apstiprinātā darbīgā viela ar augstāko L vērtību (7800), rada 2.5 L slodzi uz kg d.v.

Darbīgajai vielai (un tās metabolītiem) ar augstāko U vērtību, kas ir 7.09, radītā slodze, ir 20 L uz kg d.v. Tā ir references vērtība izskalošanās apakšrādītājam.

Kopējo ilgtermiņa ietekmes uz vidi slodzi aprēķina pēc formulas:

$$PL_{VIDE} = P + L + U, [1.2.]$$

kur

PL_{VIDE} – kopējā ilgtermiņa ietekmes uz vidi slodze, L uz kg d.v.;

P – noārdīšanās (persistence), pussabrukšanas periods augsnē (DT50) dienās;

L – akumulācija (bioakumulācija), biokoncentrācijas koeficients (BCF);

U – izskalošanās (mobilitāte), SCI-GROW indekss.

2.5. Vides toksicitātes slodze

Aprēķinot AAL vides toksicitātes slodzi virsmas apstrādei, tiek ņemta vērā AAL iedarbība uz organismiem. Putni, kas pārtiek no sēklām un graudiem, salīdzinoši ar AAL, ko izmanto tradicionālai lauku smidzināšanai, ir īpaši pakļauti AAL, ko izmanto sēklu apstrādei, bet mazāk AAL, kas tiek izmantoti biešu sēklu, kartupeļu,

sīpolu bumbuļu apstrādei. Tāpēc attiecībā uz AAL sēkļu apstrādei tiek izmantoti citi slodzes koeficienti, nekā pārējiem produktiem.

Vides toksicitātes slodzes atsevišķus apakšradītājus lielākajai daļai AAL produktu un divu veidu AAL virsmas apstrādei aprēķina, izmantojot 2.4. tabulas references vērtības un slodzes koeficientus.

2.4. tabula

References vērtības un slodzes koeficienti augu aizsardzības līdzekļu radītās vides toksicitātes aprēķināšanai

Rādītājs	Reference s vērtības mērvienība	Reference s vērtība	Darbīgā viela	AAL slodzes koeficients	AAL slodzes koeficients sēkļu apstrādei (Sēkla/grauds)	AAL slodzes koeficients virsmas apstrādei (Bumbuļi u.tml.)
				L uz 1 kg darbīgās vielas		
Īstermiņa ietekme						
Putni	LD50 mg uz kg ķermeņa masas	5.0	metiokarbs	1	10	0.1
Zīdītāji	LD50 mg uz kg ķermeņa masas	8.7	abamektīns	1	10	0.1
Zivis	LC50 mg uz L ūdens	0.000035	gamma-cihalotrīns	30	1	1
Dafnijas	EC50 mg uz L ūdens	0.000045	gamma-cihalotrīns	30	1	1
Aļģes	EC50 mg uz L ūdens	0.00018	bifenokss	3	0.1	0.1
Ūdens augi	EC50 mg uz L ūdens	0.000068	triasulfurons	3	0.1	0.1
Sliekas	LC50 mg uz kg augsnes	0.565	beta-ciflutrīns	2	1	1

Bites	LD50 µg uz biti	0.001	abamektīns	100	1	1
Ilgtermiņa ietekme						
Zivis	NOEC mg uz L ūdens	0.00003	alfa- cipermetrīns	3	0.1	0.1
Dafnijas	NOEC mg uz L ūdens	0.000002 2	gamma- cihalotrīns	3	0.1	0.1
Sliekas	NOEC mg uz kg augšnes	0.089	dimoksistrobī ns	2	1	1

Piemēram, vistoksiskākajai darbīgajai vielai bitēm LD50 vērtība ir 0.001 mikrogrami uz vienu biti, kas rada 100 L uz kg d.v. lielu slodzi. Savukārt cita darbīgā viela (kas nav norādīta tabulā) ar LD50 vērtību 40 mikrogrami uz vienu biti ir daudz mazāk toksiska bitēm, tas ir 40/0.001, kas atbilst 40000 reižu mazākam toksiskumam, salīdzinot ar references vielu. Vairākas darbīgās vielas ir toksiskas daudz dažādiem organismiem. Piemēram, references vielai abamektīns, kuras vides toksicitāte bitēm ir 100 L uz kg d.v., kopējā vides toksicitāte ir aptuveni 170 L uz kg.

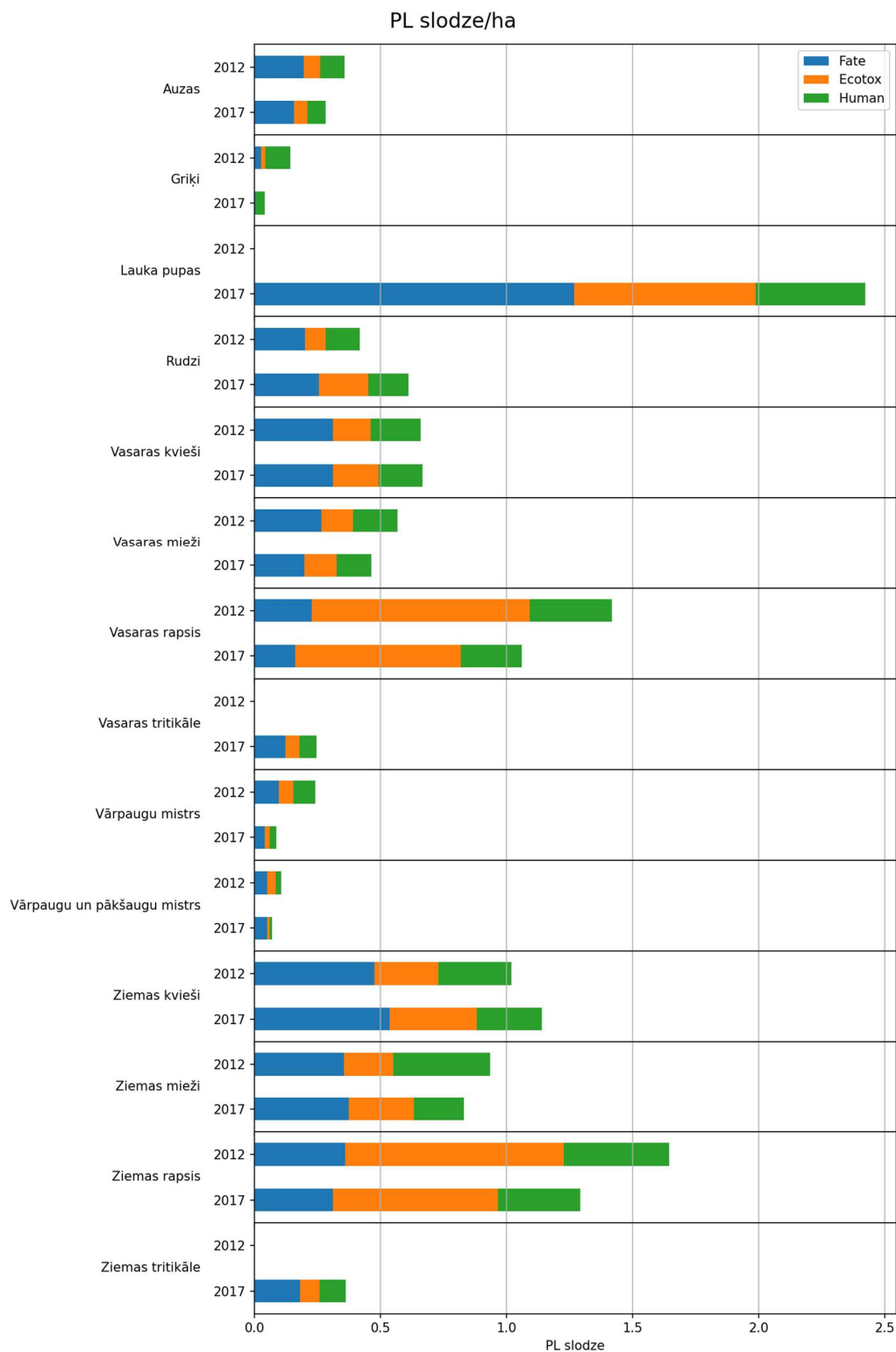
3. REZULTĀTI

Vadoties pēc iepriekš aprakstītas metodes, katrai vielai ir aprēķināts slodzes indekss uz kilogramu darbīgās vielas. Tālāk, vadoties pēc Centrālās statistikas pārvaldes (CSP) apkopotiem provizoriskiem datiem par AAL izmantošanu kultūraugu sējumos un stādījumos pa gadiem noteiktām kultūraugu grupām ar atkārtojumu ik pēc 5 gadiem, tika aprēķināts slodzes indekss PAL, PL, PLI pa kultūraugu grupām. Slodze ir aprēķināta gan uz ha (PAL), gan uz kopējo sējumu platību attiecīgajā gadā (PLI). Gados, kad veikta CSP aptauja, rezultāti ir izrēķināti, pamatojoties uz statistikas datiem; gados, kad aptauja netika veikta, kopēji PLI dati ir iegūti, pārrēķinot iepriekšējo gadu PAL ar attiecīgo gadu sējumu platībām.

3.1. AAL lietojums uz hektāru (PAL) graudaugu, lauka pupu un rapša kategorijā

Ja tiek analizēti slodzes indeksi uz hektāru (PAL) graudaugu, lauka pupu un rapša kategorijā (visplašāk audzētas kultūraugu sējumu platībās) ar vislielāko slogu izvirzās ziemas rapsis, ziemas kvieši, ziemas mieži 2012. gadā, bet 2017. gadā, ieviešot, jauno pētāmo grupu slodzes ietekmes līderos izvirzījās lauka pupas, otrajā un trešajā pozīcijā ziemas kvieši un ziemas rapsis. Vismazākā ietekme uz slodzi ir griķu, vārpaugu mīstiem un auzu audzēšanai gan 2012. gan 2017. gadā (skat. 3.1. att.).

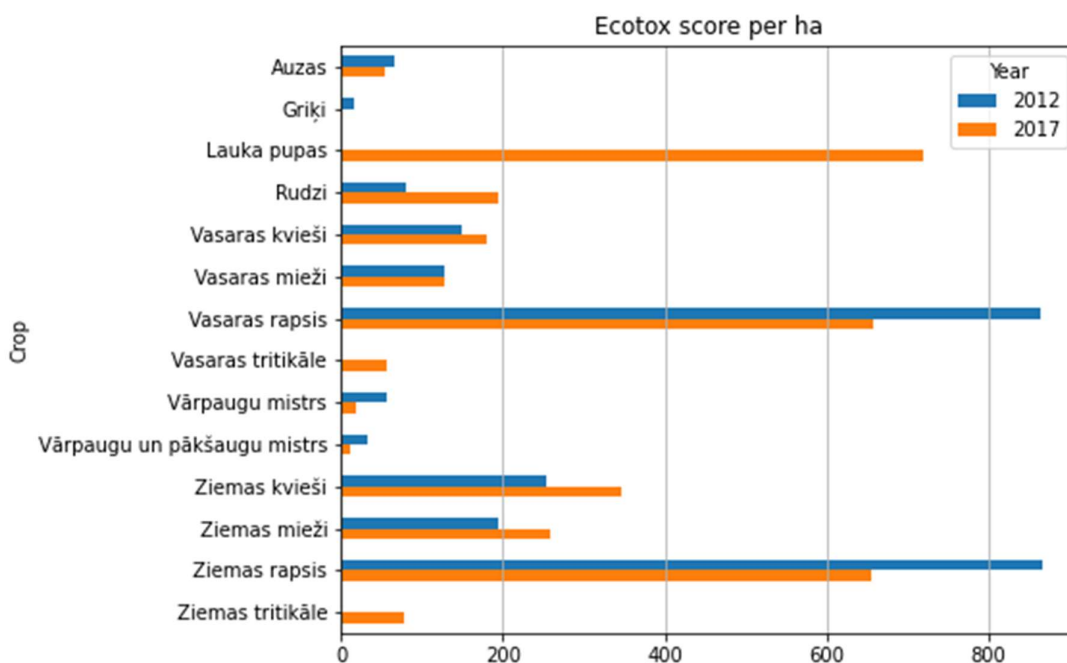
Ja salīdzina PAL (AAL deva uz hektāru) pa gadiem dažādos kultūraugos, tad līderos izvirzās lauka pupas ar ļoti lielu īpatsvaru (par 50% lielāka vērtība, salīdzinot ar nākamo lielāko vērtību), aiz sevis atstājot ziemas rapsi, vasaras rapsi, ziemas kviešus. Graudaugiem nav novērotas krasas PAL vērtību izmaiņas.



3.1. att. AAL lietošanas rezultātā radītā slodze kultūraugu sējumos uz 1 hektāru (PAL).

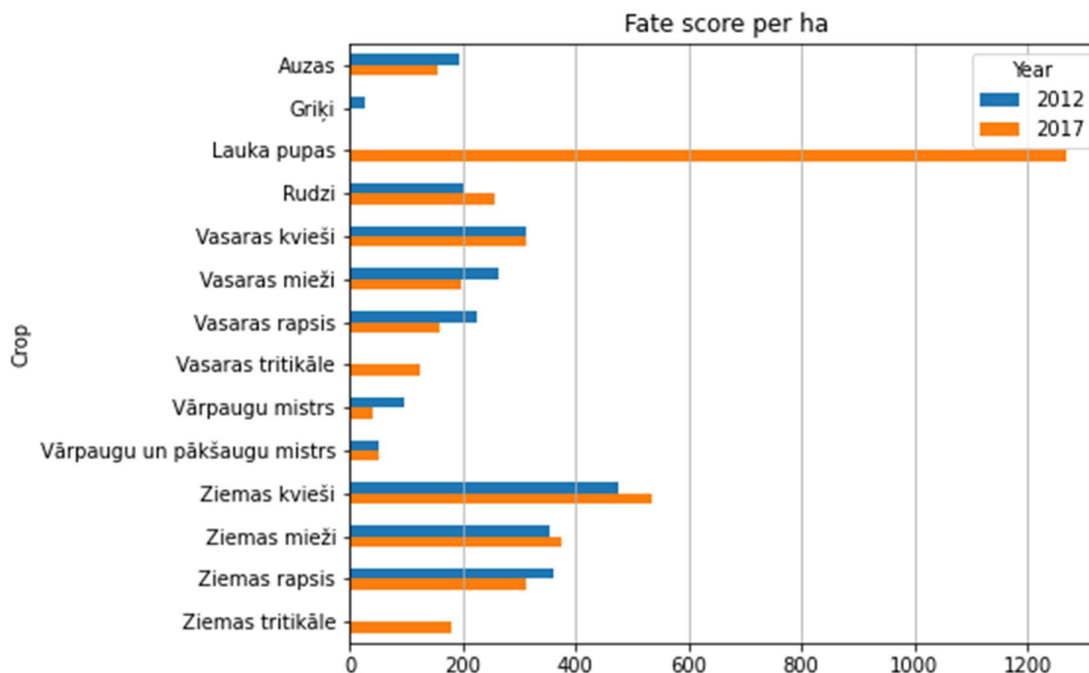
Ja tiek analizēta kultūrauga ietekme, izvērtējot atsevišķus ietekmes faktorus atsevišķus ietekmes faktorus – ietekme uz vidi, ekotoksicitāte vai ietekme uz cilvēka veselību – tad līderpozīcijās izvirzās vairāki kultūraugi.

Pēc *ekotoksicitātes* kritērija lielākā ietekme (PAL) ir *lauka pupām, vasaras rapsim un ziemas rapsim (skat. 3.2. att.)*. Salīdzinot 2012. gadu ar 2017. gadu, ir redzamas pozitīvas tendences (PAL samazinājums) kultūraugu grupām ar vislielāko AAL ietekmi uz vidi – vasaras rapsim un ziemas rapsim. Citām vielām tiek vērota toksicitātes līmeņa pieaugums, bet, lai izdarītu secinājumus, ir jāveic analīze arī par meteoroloģiskajiem apstākļiem konkrētajā gadā, kas varētu arī atstāt savu ietekmi uz PAL izmaiņām.



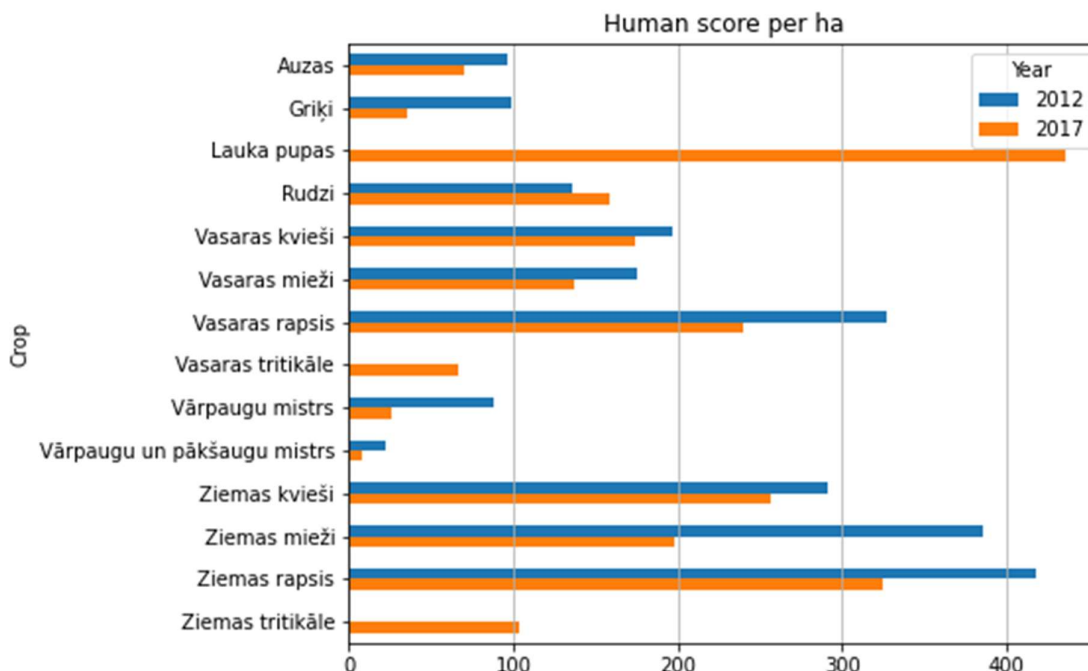
3.2. att. AAL lietošanas rezultātā radītā slodze uz 1000 hektāriem graudaugos, lauka pupās un rapsī (PAL_{TOXS}).

Pēc *ilgtermiņa ietekmes uz vidi* kritērija vislielākā slodze ir šādiem kultūraugiem: *lauka pupas, ziemas kvieši, vasaras kvieši, ziemas rapsis (skat. 3.3. att.)*. Kā jau iepriekš minēts, šajā kategorijā vislielāko ietekmi atstāj vielas spējas uzkrāties ūdens organismos (BCF) un spēja sadalīties augsnē ar turpmāku nokļūšanu apkārtējos ūdens avotos. Viens no svarīgākajiem parametriem ir DT50, kurš raksturo vielas sadalīšanās ātrumu augsnē un attiecīgi no tā izriet vielas spēja nonākt ūdenī (jo ātrāk sadalās augsnē, jo mazāk nonāk ūdeņos). Kā arī Koc vērtība – sadalījuma koeficients, kas mēra vielas pārvietošanos augsnē. Jo augstāka koeficienta vērtība, jo stiprāka ir adsorbicija uz augsnes un organiskām vielām, jo mazāka kustība augsnē.



3.3. att. AAL lietošanas rezultātā radītā slodze uz 1000 hektāriem graudaugos, lauka pupās un rapsī (PAL_{VIDE}).

Pēc *ietekmes uz cilvēka veselību* kritērija vislielākā slodze ir šādiem kultūraugiem: *lauka pupas, ziemas rapsis, vasaras rapsis*. (skat. 3.4. att.). Aprēķinos ir izmantoti dati no Hertfordšīras datu bāzes, turpmāk būtu vēl jāveic salīdzinājumi ar AAL produktu riska frāzēm.

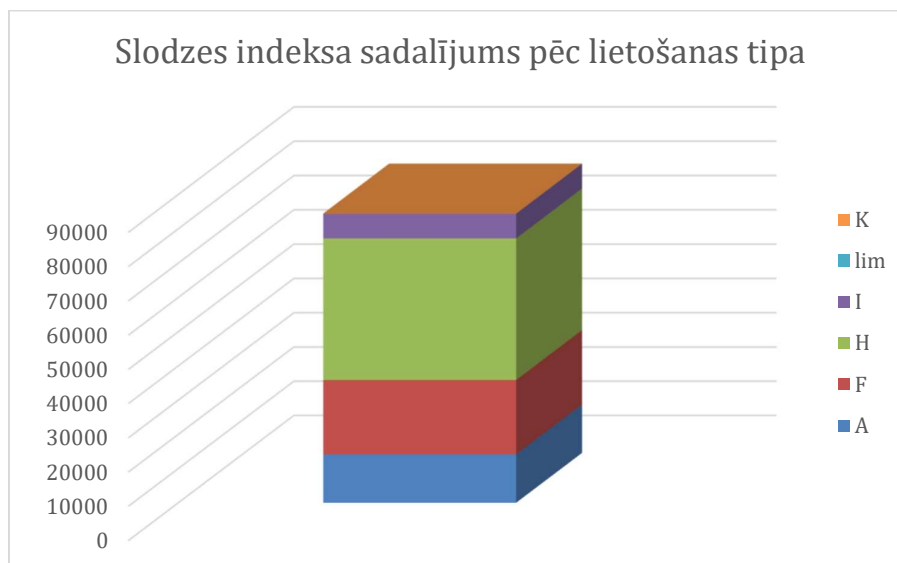


3.4. att. AAL lietošanas rezultātā radītā slodze uz 1000 hektāriem graudaugos (PAL_{C.V.}).

No iegūtajiem rezultātiem izriet, ka lauka pupas ir kultūraugs ar vislielāko PAL vērtību starp Latvijā audzētajiem kultūraugiem. Tā kā no lauka pupu sējumos lietotajiem AAL vislielākais īpatsvars ir herbicīdiem, tad būtu iesakāms pastiprināti vērst uzmanību uz herbicīdu lietojuma samazināšanas pasākumiem lauka pupu sējumos, vai arī stratēģiski pārskatīt kultūraugu audzēšanas prioritātes (lauka pupu izmantošana augsekā).

3.2. AAL kopējais lietojums graudaugu, rapša, lauku pupu sējumos, un to radītā slodze

Salīdzinot lietoto AAL sadalījumu graudaugiem, rapsim un lauka pupām pēc AAL veida, lielāko ietekmi rada lietotie herbicīdi (PLI 49%), bet otrajā vietā ir fungicīdi (PLI 26%) (skat. 3.5. att.). Protams, vēl ir nepieciešams pārskatīt piešķirto punktu sadalījumu kārtu, bet iegūtie rezultāti liek aizdomāties par to, ka nezāļu ierobežošanai jāmeklē citi risinājumi, vismaz daļējai herbicīdu aizstāšanai.



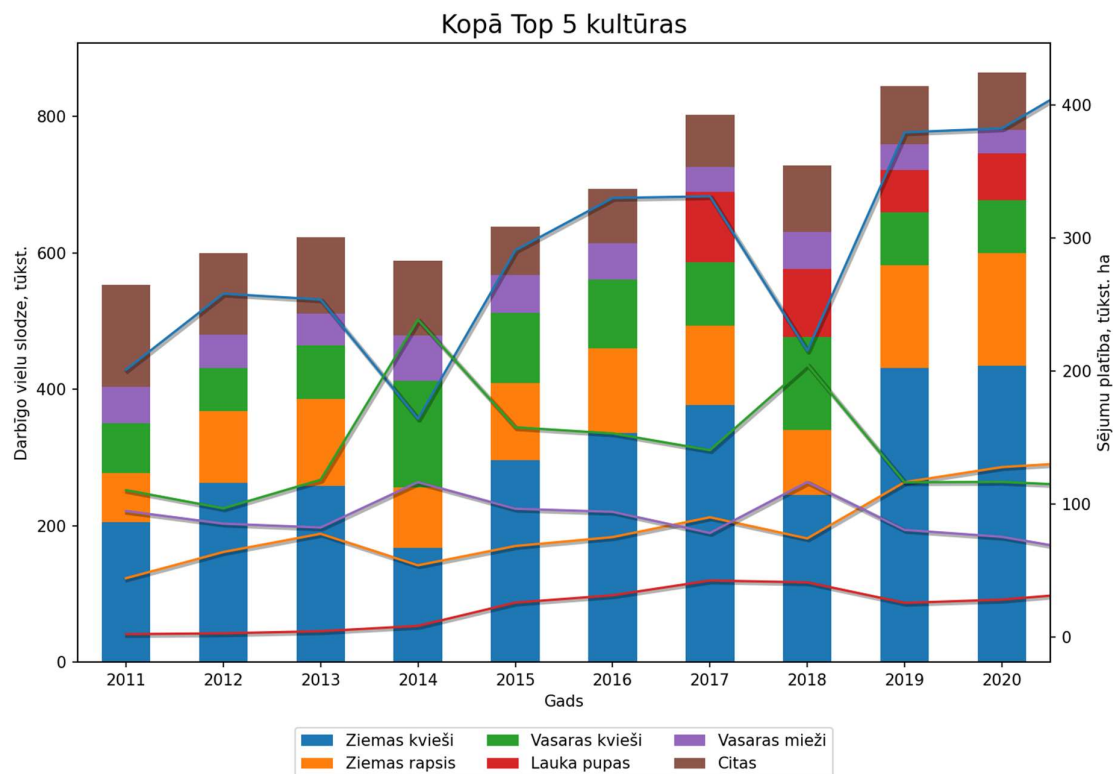
3.5. att. Kopējais PLI sadalījums 2017. gadā graudaugos, rapsī un lauka pupās pēc AAL lietojuma tipa.

Ir salīdzināts arī izmantoto darbīgo vielu īpatsvars dažādos kultūraugos. Ja salīdzina iegūtos rezultātus, t.i. darbīgo vielu PL vērtības ar pieejamiem CSP datiem par iespējamo AAL lietojumu kilogramos uz hektāru, tad lietoto darbīgo vielu īpatsvars krasi pamainās. Augu augšanas regulators hlormekvāta hlorīds veidoja 31,4 % lietojuma daudzuma ziņā, bet, pārrēķinot lietoto daudzumu uz slodzes indeksu, šis koeficients samazinās līdz 15% (PLI) no kopējā pētījumā iekļautajos kultūraugos izmantoto darbīgo vielu daudzuma. Līdzīgi herbicīdu darbīgās vielas glifosāta lietojums ir 12,1%, bet PLI 3%. Lauka pupu sējumos herbicīdu darbīgā viela aklonifēns veidoja 55,3% no lietoto AAL kopējā svara, bet PLI vērtība bija 45%. Interessants ir fakts, ka lauka pupām lielāko PLI īpatsvaru rada herbicīdi, nevis insekticīdi, lai gan insekticīdi tiek biežāk lietoti sezonas laikā.

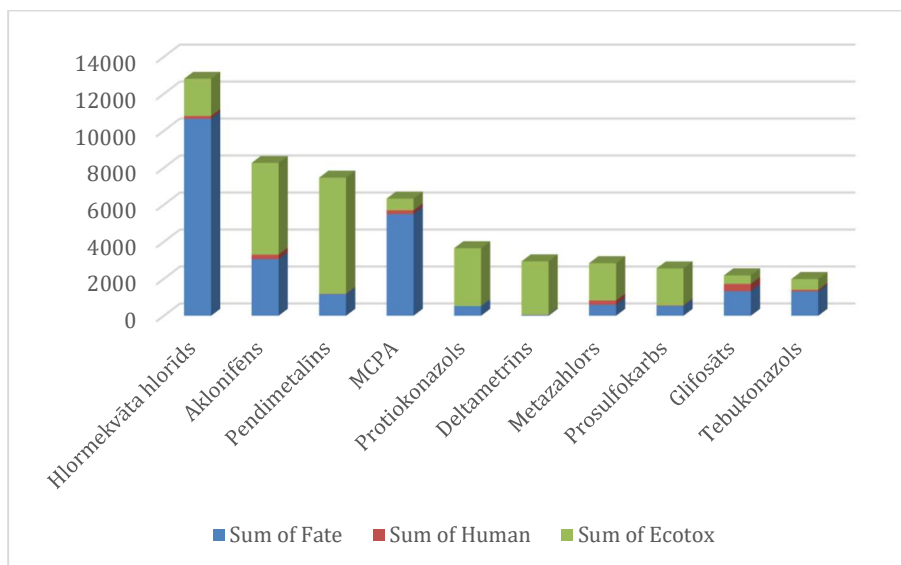
Salīdzinot kopējo slodzes rādītāju (PLI) pa gadiem graudaugiem, rapsim un lauka pupām, tad kultūraugu kategoriju secība pamainās, pirmajās vietās parādotes visplašāk audzētajiem kultūraugiem (skat. 3.6. att.). No šī grafika arī var redzēt, ka vislielāko ietekmi uz vidi atstāj kultūraugi, kurus audzē lielākās platībās: ziemas kvieši, ziemas rapsis, vasaras rapsis, lauka pupas. Lauka pupu sējumu kopējā platība ir vismazākā starp graudaugiem un rapsi, bet kopējā PLI vērtība ir viena no lielākajām. Ietekmes ziņā tie atstāj nozīmīgu ietekmi sakarā ar to, ka PAL pupām ir ļoti augsts. Lauka pupas, vasaras kvieši, ziemas rapsis vidēji pa gadiem atstāj līdzvērtīgu ietekmi, paliekot aiz ziemas kviešiem. Lai būtu iespējams arī turpmāk audzēt lauka pupas ar mazāku negatīvo ietekmi uz vidi, ir jādomā par mehāniskās apstrādes ieviešanu nezāļu ierobežošanai un jāmeklē alternatīvas pupu sēklgrauža ierobežošanai – tās ir ne tikai mazāk toksiski AAL, bet arī neieņēmīgas šķirnes, pārdomāta augu maiņa, zaļināšanas pasākumu pārdomāšana (nepārdomāti zaļināšanas pasākumi noved līdz sēklgrauža izplatībai arī produkcijas ieguves laikā – zaļināšanas pasākuma ietvaros lauka pupas drīkst audzēt tikai līdz ziedēšanai) (skat. 3.2. att.). Līdzīgi, alternatīvas ar mazāku slodzi

(PAL) vai citas augu aizsardzības metodes – mehāniskā ierobežošana, augu maiņa utt. ir jāmeklē ziemas kviešu un ziemas rapšu sējumos.

Parādās cieša sakarība starp sējumu platību pieaugumu un PLI pieaugumu. Taču 2017. gadā ziemas kviešiem praktiski nemainoties platībām, PLI tomēr pieauga par 10%. Aptaujas dati ir pieejami par 2012. un 2017. gadu, pārējie dati tika izrēķināti, pamatojoties uz sējumu platību izmaiņām. Pēdējos gados vasaras kvieši tiek mazāk audzēti, tāpēc arī to ietekme uz kopējā fona samazinās.



3.6. att. Kopējais slodzes rādītājs (PLI) pa gadiem graudaugiem, rapsim un lauka pupām.



3.7. att. Kopējā ietekmes uz vidi darbīgo vielu TOP 10 2017.gadā.

Aplūkojot darbīgo vielu kopējo ietekmi uz vidi 2017. gadā 3.7. attēlā, var secināt, ka herbicīdu vidū pirmajā vietā ir aklonifēns (reģistrēts līdz 2023. gadam), pendimetalīns (reģistrēts līdz 2022.gadam), MCPA, metazahloris (reģistrēts līdz 2022.gadam), prosulfokarbs (reģistrēts līdz 2022. gadam). Glifosāta ietekme ir salīdzinoši neliela, kas rada bažas par to, ka pēc iespējamā glifosāta lietošanas aizlieguma pieaugs herbicīdu slodze uz vidi un cilvēka veselību. Saskaņā ar ES veiktā glifosāta lietojumu pētījuma rezultātiem, glifosātu bieži izmanto, lai likvidētu kultūraugus – sārņaugus, likvidētu starpkultūras, ko audzē pirms pamat-kultūrauga sējas un lai ierobežotu daudzgadīgās nezāles (Antier et al. 2020).

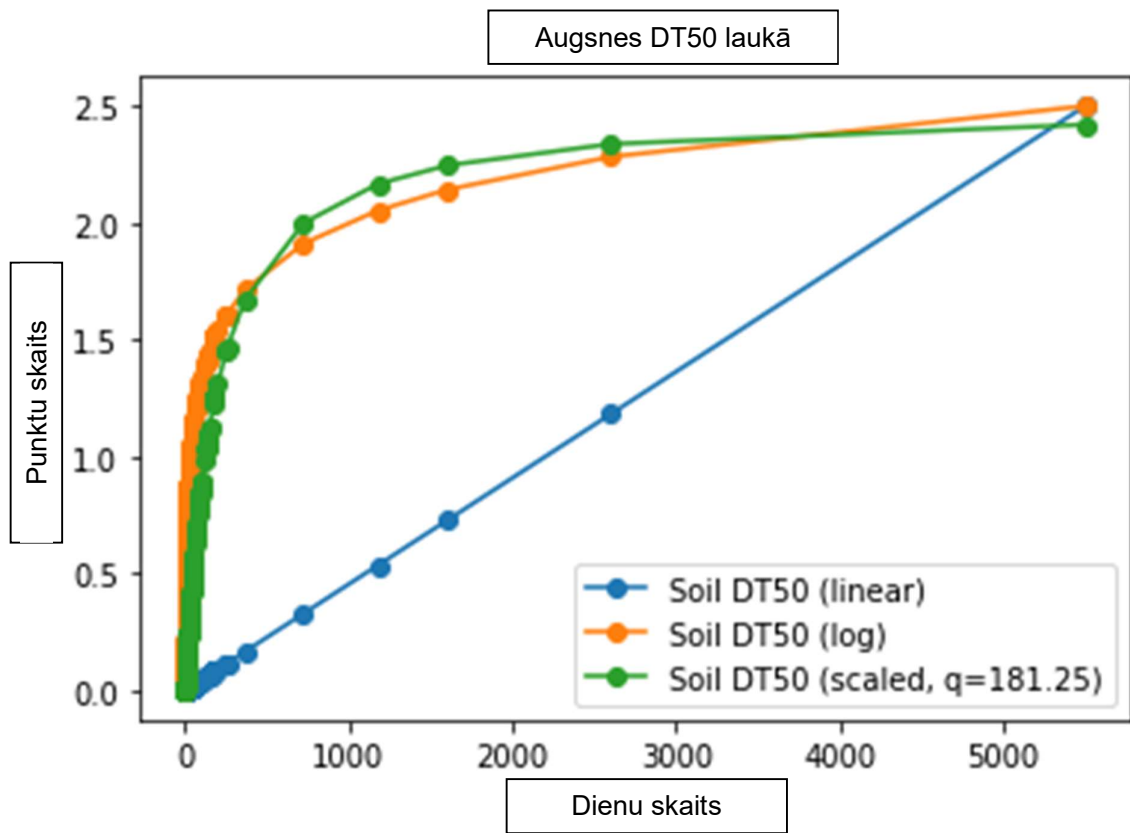
Ja no atļauto produktu saraksta tiks izņemts glifosāts, tas var novest pie selektīvo herbicīdu lietošanas pieauguma. Glifosāta aizliegums var ietekmēt arī sējumu struktūru kopumā, jo graudaugos ir sarežģīti ierobežot ložņu vārpatu. Tātad ir sagaidāmas izmaiņas augu maiņā, lai divdīgļlapju kultūraugos ar gramicīdiem varētu ierobežot viendīgļlapju nezāles. Graudaugu sējumos ir iespējamās sekojošas prognozes:

- no graudaugiem tikai ziemas un vasaras kviešos ir iespējams uz vienu sezonu nomākt (nevis ierobežot) ložņu vārpatu, izmantojot sekojošās darbīgās vielas: piroksulams (ar pašām lielākajām devām), nātrija popoksikarbazons un sulforulfurons, taču ne ar tādu devu, kā tas šobrīd ir reģistrēts;
- kviešos un miežos var pieaugt lietojums tādām vielām kā etil-fenoksaprops-P un pinoksadēns, jo tās lieto pret vējauzām un citām viendīgļlapju nezālēm;
- papildus graudaugu sējumos varētu pieaugt MCPA, 2-4 D un dikamba lietošana, jo šīs vielas var izmantot daudzgadīgo divdīgļlapju nezāļu ierobežošanai (mīkstpienes, usnes u.c.). Integrētajās saimniecības daudzgadīgās nezāles šobrīd ir iespējams ierobežot, lietojot glifosātu, bet, ja glifosāta lietošana tiks aizliegta, problēma atkal pieaugs;
- visvairāk pieaugs tieši graminicīdu lietošana divdīgļlapju kultūraugos: rapšos, pupās zirņos, dārzenos utt. Var palielināties to darbīgo vielu, ko šobrīd lieto

nelielās platībās, lietošanas biežums, jo būs nepieciešams ierobežot ložņu vārpatu. Šo darbīgo vielu ietekme uz vārpatu ir nomācoša, ierobežošana ir iespējama, ja vārpatas sakneņi ir nelieli. Ja vārpatas sakneņi ir labi attīstīti, visu herbicīdu efektivitāte ir mazāka, nekā glifosātu saturošajiem produktiem. Šādas darbīgās vielas ir: propakvizafops, cikloksidims, etil-kvizalofops-P.

Aprēķinot PLI herbicīdu darbīgajām vielām, līderos izvirzās 2.4-D, MCPA un dikamba. Ņemot vērā šobrīd esošās lietošanas devas un platību, kurā izmanto herbicīdus, pārējās herbicīdu vielas ierindojās aiz glifosāta. Taču ir jāņem vērā fakts, ka glifosāta alternatīvas būs jālieto vairāk par 1 reizi sezonā un pie glifosāta aizliegšanas ir sagaidāms kopējais herbicīdu PLI pieaugums.

No fungicīdu darbīgajām vielām lielākā ietekme ir protiokonazolam, tebukonazolam, mankocebam un piraklostrobīnam. Mankocebam nav pagarināta lietošanas atļauja, pārējām minētām vielām ir gaidāma pārskatīšana 2022. gadā. Analizējot datus tikai no matemātikas viedokļa, izskatās, ka fungicīdiem pēc šobrīd esošas metodikas nav izteiktas darbīgās vielas ar izteikti augstāku ietekmi uz vidi. No 105 fungicīdu darbīgajām vielām, ko lieto graudaugos, 33 vielām ir līdzīgas PLI vērtības. Bet, ir jāpiebilst tas, ka šeit iezīmējas metodikas nepilnības. Vairākām darbīgām vielām, kuras jau ir aizliegtas no 2011. gada, ir ļoti augstas PLI vērtības, un, pielietojot lineāro indeksa aprēķina kārtību, vielu grupai, kura, piemēram, palika ar mazāku standartnovirzi starp vērtībām, punktu ranžējums neļauj attēlot nelielas atšķirības vielu toksiskuma, vides ietekmes, cilvēka veselības ietekmes ziņā. Tāpēc turpmāk būtu jāpārskata šī punktu piešķiršanas modelis. Piemērs vienam parametram, dikvāts tika izņemts no aprites, līdz ar to šobrīd maksimālā vērtība DT50 lauka apstākļos ir 2600, nevis 5500 dienas. Vairākumam vielu (150 no 219) DT50 laukā ir 101 diena un mazāk, tas nozīmē, ka lineārais modelis šajā gadījumā īsti nestrādā. Būtu jāpielieto cits princips, piemēram, kad vielas tiktu vairāk diferencētas, nosakot robežu pie kuras punktu skaits pieaug straujāk (skat. 3.8. att).

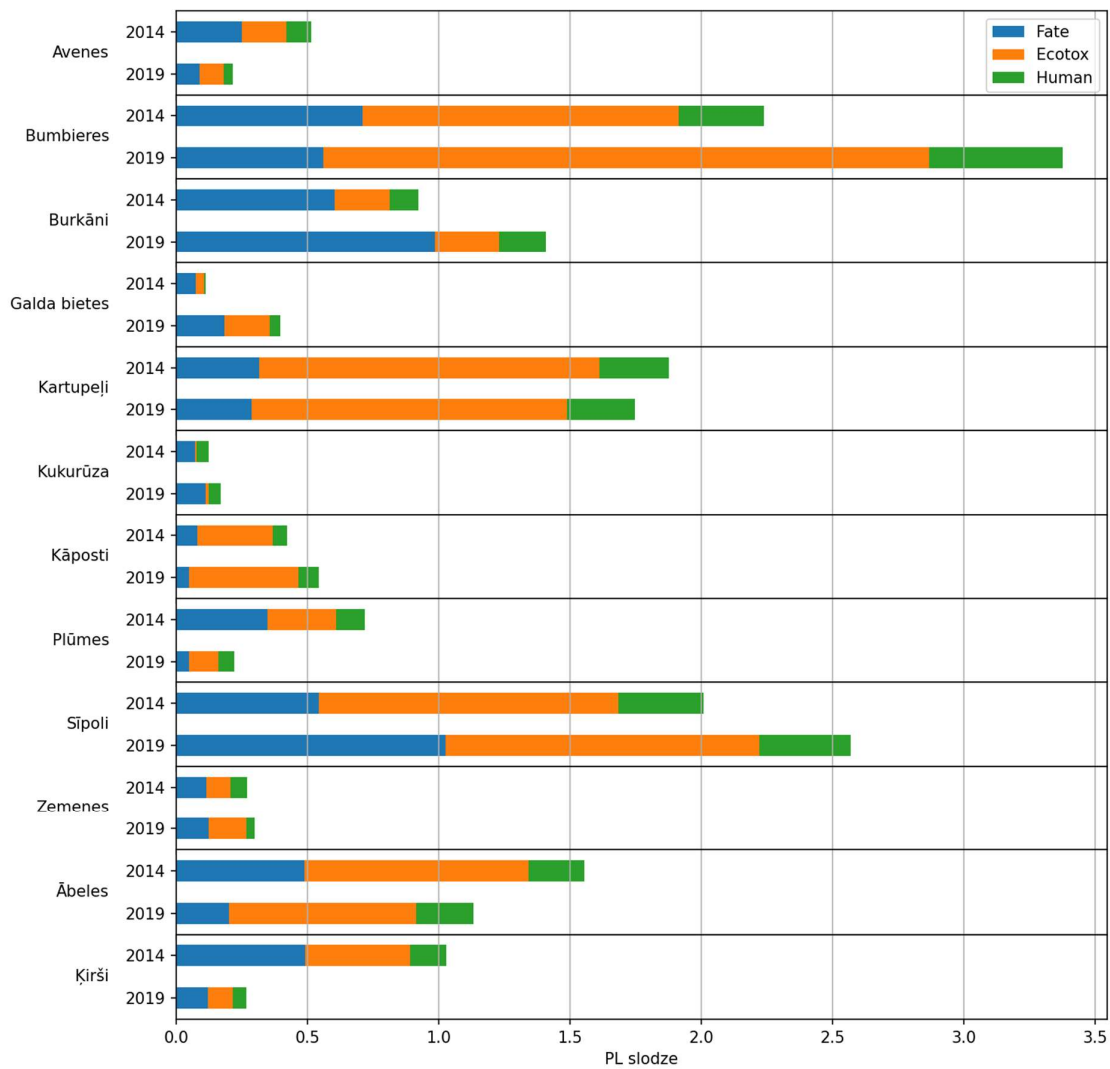


3.8. att. DT50 augsnē ietekme uz punktu skaitu.

3.3. AAL lietojums augļu koku, dārzeņu un ogulāju kategorijā

Ja tiek analizēti slodzes indeksi uz hektāru (PAL) augļu koku, dārzeņu un ogulāju kategorijā ar vislielāko slogu (PAL) izvirzās bumbieres, sīpoli, kartupeļi, ābeles un burkāni. Vismazākā ietekme ir zemenēm, kukurūzai un avenēm (skat. 3.9. att.). Kukurūza šajā gadījumā iekļauta pie dārzeņiem, lai arī kultūraugs vairāk atbilstu pie laukaugu iedalījuma.

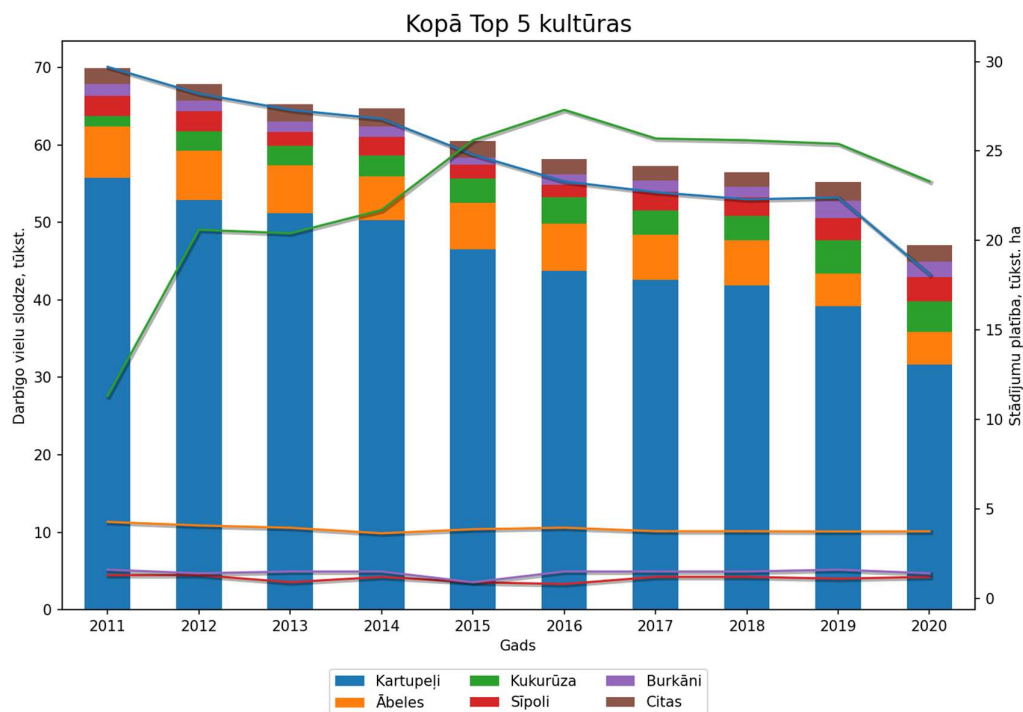
Ja salīdzina PAL (AAL deva uz hektāru) starp 2014. un 2019. gadu, tad parādās ļoti lielas atšķirības pa gadiem. Tāpēc būtu jāveic padziļināta izpēte, lai izskaidrotu šīs atšķirības. Protams, ir meteoroloģisko apstākļu radītā ietekme, dažādu AAL izslēgšana no reģistra vai reģistrēšana no jauna. Bumbierēm un ābelēm ir līdzīgs attīstības cikls un reģistrētie AAL, tādēļ slodzes indeksam uz hektāru būtu jābūt līdzīgam. Krasās atšķirības varēja rasties no tā, kādas intensitātes ābeļu un bumbieru saimniecības ir iekļautas CSP pētījumā, kā arī tomēr šiem kultūraugiem atšķirīgie kaitīgie organismi. Bumbierēm ir problēmas ar bumbieru lapu blusīņas ierobežošanu, iespējams, ka PAL pieaugumu 2019. gadā var skaidrot ar parafīneļļas intensīvāku lietojumu kaitēkļa ierobežošanai, jo 2014. gadā šī viela lietojumā neparādās. Parafīneļļas slodzes aprēķinos izmantotās vērtības vēl būtu jāpārskata, jo iespējams, ka dēļ iztrūkstošajiem toksicitātes datiem, izmantotas pārāk augstas teorētiski pieņemtās vērtības. 2019. gadā salīdzinot ar 2014. gadu, pieaudzis arī mankoceba lietojums bumbieru stādījumos, kuram ir augsti slodzes rādītāji. Deva parafīneļļai uz hektāru ir liela – 20 L/ha, kā arī ir augsts ekotoksiskuma rādītājs. Ābelēm pa gadiem mainās PAL galvenokārt dēļ ābeļu kraupja smidzinājumiem, kuri ir intensīvāki lietainās veģetācijas sezonās. Sīpoliem parādās augstāks PAL nekā kartupeļiem, kas pēc būtības nav loģiski, no prakses zināms, ka kartupeļus parasti smidzina intensīvāk, iespējams, ka rezultātu atkal ietekmē CSP aptaujā iekļauto saimniecību reprezentativitāte. Sīpoliem abus gadus visvairāk izmantots mankocebs, kas ir augtu vides toksicitāti un ietekmi uz cilvēku veselību. 2019. gadā PAL pieauga salīdzinājumā ar 2014. gadu, jo palielinājās pendimetalīna lietojums, kuram ir augsta ilgtermiņa ietekme uz vidi. Kartupeļiem PAL 2014. un 2019. gadā ir bijis līdzīgs, vislielāko apstrāžu skaitu veido smidzinājumi kartupeļu lakstu puves ierobežošanai, visintensīvāk izmantots mankocebs. Burkāniem ir raksturīgs intensīvs herbicīdu patēriņš, tādēļ arī attēlā redzama vislielākā ietekme uz augsni.



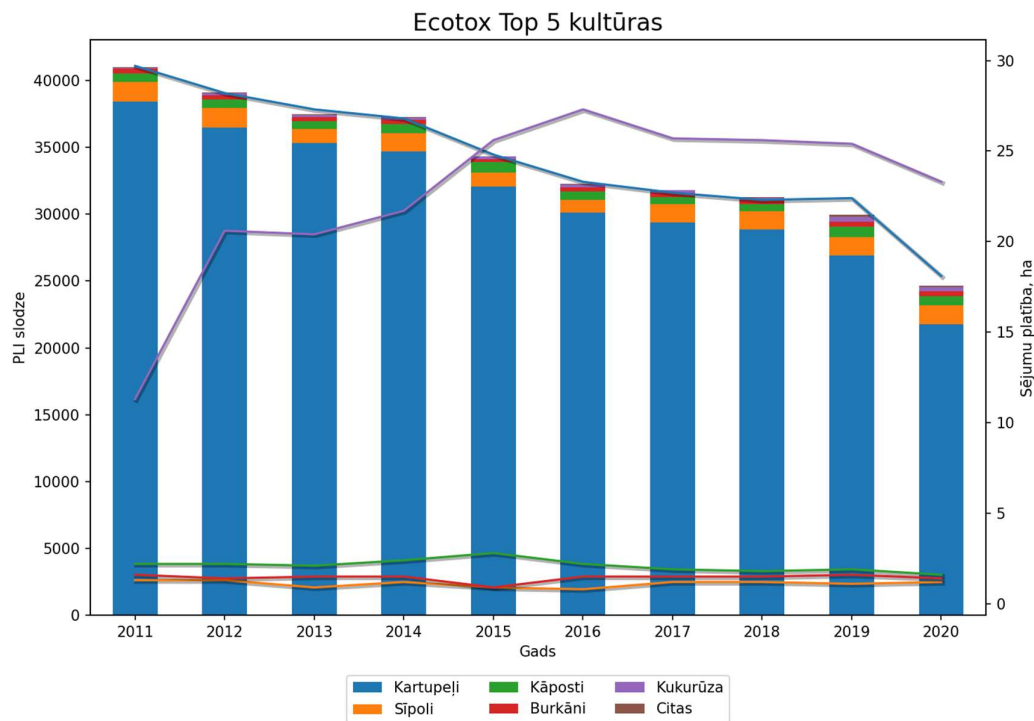
3.9. att. AAL lietošanas rezultātā radītā slodze uz 1 hektāru augļu koku, dārzeņu un ogulāju kategorijā (PAL).

Analizējot summāro ietekmi, iznāk, ka vislielāko ietekmi 2019. gadā atstāj **kartupeļi, kukurūza un ābeles** (skat. 3.10. att.). Visplašāk audzētie kultūraugi atstāj lielāku slogu videi. Jāpiebilst, ka pesticīdu lietojumu dati ir pieejami par 2014. un 2019. gadu, pārējiem gadiem tika koriģēti dati pēc platību izmaiņām.

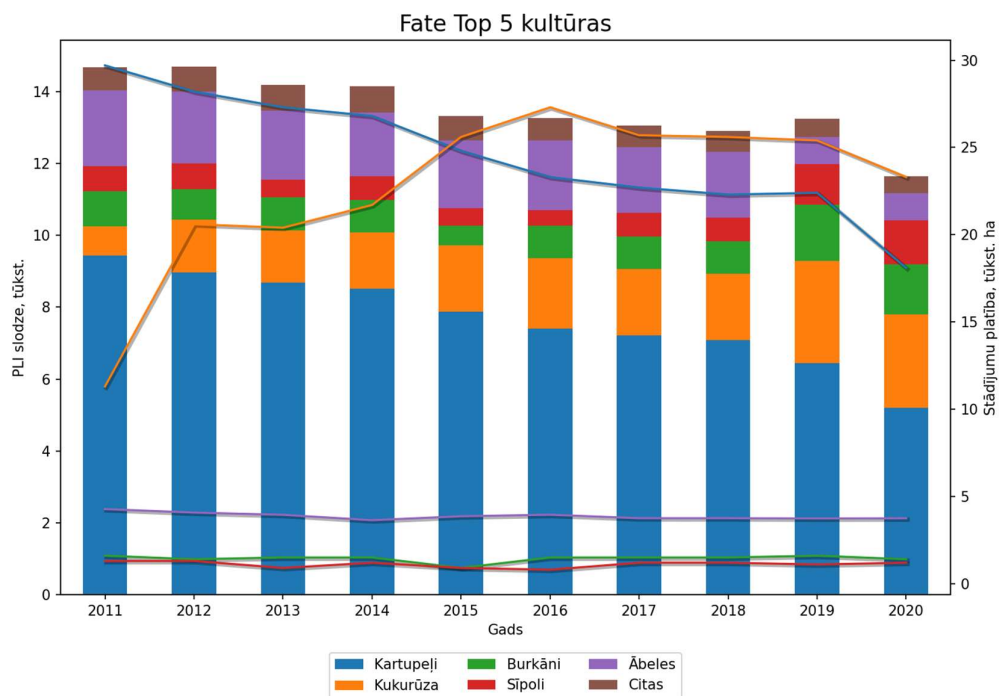
Attiecīgi, mazinoties audzējamām platībām samazinās kopējā ietekme. Ja tiek analizēta kultūrauga ietekme, ņemot vērā kultūraugu platību, tad iznāk, ka kartupeļu radītā slodze, analizējot atsevišķi pēc visiem trīs kritērijiem – ilgtermiņa iedarbības uz vidi, vides toksicitātes un cilvēka veselības, ir vislielākā. Kaut gan redzams, ka pa gadiem ir tendence slodzei visās kategorijās samazināties (skat. 3.11., 3.12., 3.13. att.), kas ir proporcionāla stādījumu platību samazinājumam. Prognozējams, ka pēc mankoceba izņemšanas no reģistra, AAL radītā slodze samazināsies vēl vairāk, jo līdz šim pēc aprēķiniem redzams, ka tieši mankocebs veido vislielāko slodzi uz hektāra. Ābelēm salīdzinot 2014. un 2019. gadu, saglabājoties nemainīgām platībām, pēdējos gados ir mazinājusies ilgtermiņa ietekme uz vidi, kas iespējams skaidrojams ar mazāku vara preparātu izmantošanu. Savukārt indeksa vērtība ietekmei uz cilvēku veselību ir ļoti līdzīga pa gadiem un pēc vides toksicitātes rādītāja ābeles nav starp pirmajiem pieciem kultūraugiem. Burkāniem un sīpoliem vislielākā slodzes vērtība ir ilgtermiņa ietekmei uz vidi, kas pēdējos gados (2014. gads pret 2019. gadu) ir pieaugusi, kas iespējams skaidrojams ar intensīvāku herbicīdu darbīgās vielas pendimetalīna lietojumu. Kāpostiem lielākā slodzes vērtība bija vides toksicitātei, kas varētu būt skaidrojama ar insekticīdu izmantošanu šim kultūraugam.



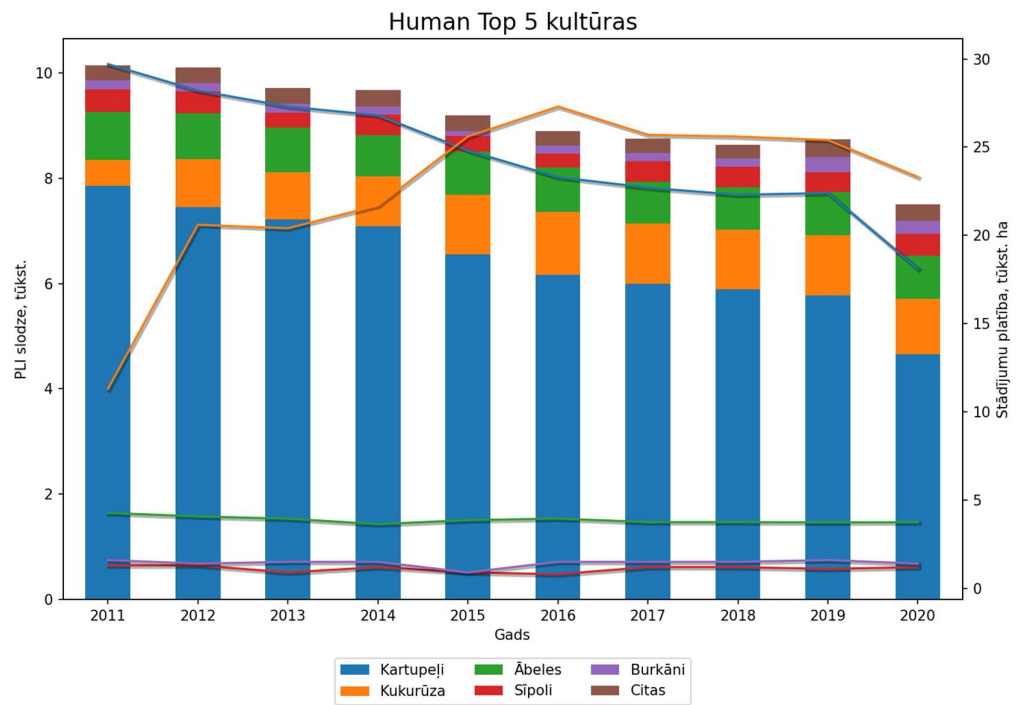
3.10. att. Dārzeni un augļaugi ar lielāko kopējo AAL slodzi (PLI).



3.11. att. Dārzeni un augļaugi ar lielāko AAL vides toksicitāti (PL_{TOKS}).



3.12. att. Dārzeni un augļaugi ar lielāko AAL ilgtermiņa slodzi uz vidi (PL_{vide}).



3.13. att. Dārzeni un augļaugi ar lielāko AAL slodzi uz cilvēku veselību (PL_{ves}).

4. PRAKTISKIE IZMĒĢINĀJUMI

Veicot slodzes aprēķinus pa kultūraugu grupām, tika secināts, ka tieši ziemas kvieši tiek visplašāk audzēti un atstāj lielāko slodzi uz vidi. Tāpēc pirmajā pētījumu gadā tika iekārtoti 2 izmēģinājumi ziemas kviešos: regulatoru un herbicīdu izmēģinājums. Nākamgad tiks iekārtots arī fungicīdu izmēģinājums. Praktisko izmēģinājumu mērķis ir nodemonstrēt dažādus smidzinājuma variantus, salīdzinot lietoto AAL radīto slodzi un iegūto ražas pieaugumu un graudu kvalitātes uzlabojumu vai gluži pretēji, ar mērķi turpmāk secināt par videi saudzīgāko AAL izmantošanas iespējām un kviešu audzēšanas sagaidāmo izmaksu pieaugumu vai samazinājumu dažādos AAL lietošanas scenārijos.

4.1. Regulatoru izmēģinājumi kviešu sējumos

Regulatoru izmēģinājums tika izstrādāts ar mērķi novērtēt dažādus Latvijā reģistrētus regulatorus: kombinējot lietotos regulatorus ar dažādiem PL indeksiem; mainot regulatoru lietošanas devas un lietošanas biežumu; izmēģinājumus veicot pie dažādām slāpekļa virsmēslojuma normām.

Izmēģinājums iekārtots ziemas kviešu 'Skagen' sējumā, ar izmēģinājuma lauciņu platību 2.5 x 12.0 m. Izmēģinājums iekārtots četros atkārtojumos ar randomizētu izmēģinājuma shēmu.

Izmēģinājumā, papildus pamatmēslojumam N100, izmantotas trīs dažādas slāpekļa virsmēslojuma normas: N120, N150 un N180. Papildmēslojums attiecīgajās devās tika izklaidēts izmēģinājuma lauciņos kviešu stiebrošanas sākumā BBCH 31-32 un pēc vārpas piebriešanas karoglapas makstī BBCH 45-49.

Apstrādes ar izmēģinājuma produktiem veiktas atbilstoši izmēģinājuma programmai: BBCH 27, 29, 32 un 37. Fitotoksiskuma novērtēšana veikta atbilstoši EAAO vadlīnijai /PP 1/135 (4). Raža novākta ar kombainu "Sampo 2010", kombaina pļaušanas platums 2.0 m, novāktā platība 24 m².

Fitotoksiskuma simptomi uz augiem netika novēroti nevienā no variantiem.

Izmēģinājumā tika veiktas augu garuma uzskaites 15 augiem katrā lauciņā. Veldrēšanās platības un leņķa uzskaites tika veiktas pēc pirmo veldrēšanās pazīmju parādīšanās izmēģinājumā un pirms ražas novākšanas. Veldres indekss tika rēķināts pēc 1.3. formulas:

$$V.I. = V.S. \% * V.L, [1.3.]$$

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).

Datu ievadīšana un apstrāde veikta, izmantojot MS datu analīzes programmu ARM 2021 robežstarpības (rs0.05) aprēķināšanai.

Regulatoru izmēģinājumu kviešu sējumos rezultāti

Uzskaišu datu rezultāti attēloti no ARM datu apstrādes programmas eksportētās tabulās.

N120 izmēģinājums

Tabulā 4.1. iespējams aplūkot N120 izmēģinājuma kviešu sējumos veikto smidzinājuma shēmu.

4.1. tabula

Varianta ar mēslojumu N120 veikto augšanas regulatoru smidzinājumu shēma

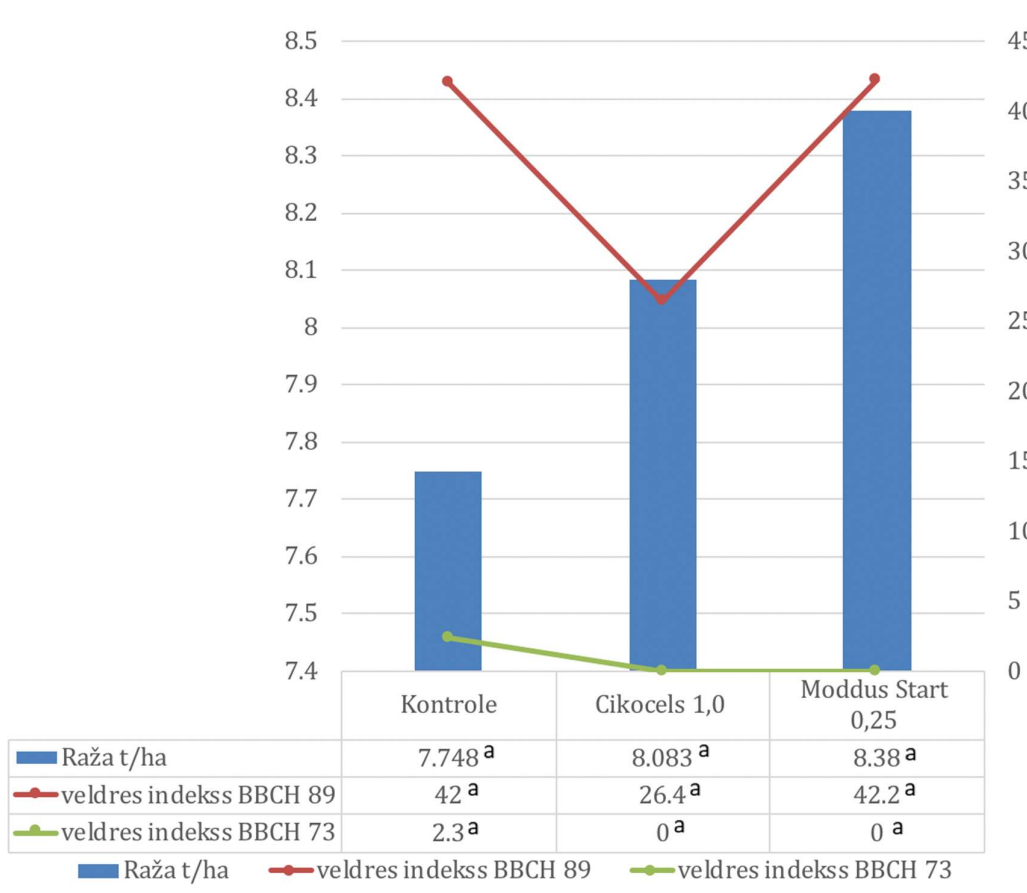
Nr.	Variants	Deva, L vai kg/ha	Apstrādes laiks kviešu BBCH	Apstrāde	TFI	PLI
1.	Kontrole	-	-	-	-	-
2.	Cycocel 750	1.0	27-29	T1	0.7	0.43
3.	Moddus Start	0.25	29-30	T1	0.6	0.016

Pie virsmēslojuma N120 netika konstatētas būtiskas augu garuma atšķirības starp apstrādes variantiem un kontroli bez augšanas regulatoru apstrādes (skat. 4.1. att.).

Pirmās augu veldrēšanas pazīmes parādījās kontroles variantā kviešu piengatavības fāzes beigās. Vidējā veldrēšanās platība bija 7.5% no lauciņa platības un augu noliekšanās leņķis vidēji sastādīja 7.5°. Pirms ražas novākšanas augu noliekšanās leņķis palielinājās līdz 60% visos N120 variantos, bet veldres platība bija mazāka *Cycocel 1.0 l/ha* apstrādes variantā, salīdzinot ar *kontroles variantu* un *Moddus Start 0.25 l/ha* variantu.

Vidējā raža kontroles variantā pie slāpekļa virsmēslojuma N120 bija **7.748 T/ha**. Ražas pieaugums bija **4.4% Cycocel 1.0 l/ha** apstrādes variantā un **8.5% Moddus Start 0.25 l/ha** variantā. 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).



4.1. att. Varianta ar mēslojumu N120 veikto augšanas regulatoru smidzinājumu rezultāti.

N120 izmēģinājuma rezultātu apkopojums:

- veldres indekss būtiski neatšķiras no kontroles nevienā variantā;
- raža būtiski neatšķiras no kontroles nevienā variantā;
- šajā sezonā nav redzama sakarība starp veldres indeksu un ražu.

N150 izmēģinājums

4.2. tabulā iespējams aplūkot N150 izmēģinājuma kviešu sējumos veikto smidzinājuma shēmu.

4.2. tabula

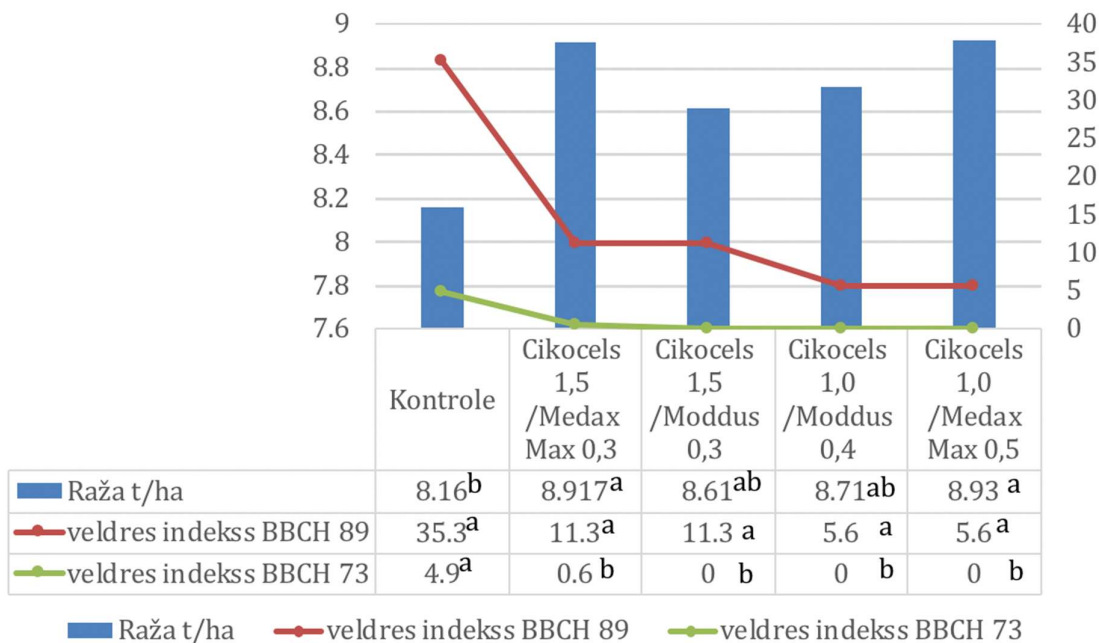
Varianta ar mēslojumu N150 veikto augšanas regulatoru smidzinājumu shēma

Nr.	Variants	Deva l vai kg/ha	Apstrādes laiks kviešu BBCH	Apstrāde	TFI	PLI
1.	Kontrole	-	-	-	-	-
2.	Cycocel 750 Medax Max	1.5 0.3	27-29 32	T1 T2	1.4	0.649 0.085
3.	Cycocel 750 Moddus 250	1.5 0.3	27-29 32	T1 T2	1.8	0.649 0.019
4.	Cycocel 750 Moddus 250	1.0 0.4	27-29 32	T1 T2	1.7	0.43 0.11
5.	Cycocel 750 Medax Max	1.0 0.5	27-29 32	T1 T2	1	0.43 0.14

Pie virsmēslojuma N150 visos augšanas regulatoru apstrādes variantos tika konstatēts mazāks augu garums. Apstrādes variants ar **Cycocel 1.5 l/ha + Medax Max 0.3 kg/ha** būtiski atšķirās no kontroles bez augšanas regulatoru apstrādes.

Kontroles variantā veldrēšanās platība pie pirmajām augu veldrēšanas pazīmēm bija 12.5% no lauciņa platības un augu noliekšanās leņķis vidēji 26.3°. Nenožīmīga veldrēšanās tika konstatēta **Cycocel 1.5 l/ha + Medax Max 0.3 kg/ha** variantā. Pirms ražas novākšanas veldres platība kontrolē palielinājās līdz 50.0% un veldres leņķis līdz 52.5°. Aprēķinātais veldres indekss kontroles variantā bija 35.3°. Veldrēšanās visos augšanas regulatoru apstrādes variantos bija redzami mazāka. Vidējā raža kontroles variantā pie slāpekļa virsmēslojuma N150 bija 8.160 T/ha. Apstrāde ar augšanas regulatoriem deva ražas pieaugumu 5.5-9.6%. **Raža būtiski palielinājās Cycocel 1.5 l/ha + Medax Max 0.3 kg/ha** variantā un **Cycocel 1.0l/ha + Medax Max 0.5 kg/ha** variantā.

Visos augšanas regulatoru variantos uzrādījās tendence uz pozitīvu ietekmi uz ražas kvalitātes parametriem – 1000 graudu masu (TGW), 1 L tilpummasu (HLW) un sēklu gradāciju (Grading, % >2.5 mm). Variantam **Cycocel 1.0 l/ha + Moddus 250 EC 0.4 l/ha** būtiski palielināja graudu frakcijas >2.5 mm procentu (skat. 4.2. att.).



4.2. att. Varianta ar mēslojumu N150 veikto augšanas regulatoru smidzinājumu rezultāti.

N150 izmēģinājuma rezultātu apkopojums:

- veldres indekss piengatavībā (BBCH 73) visos variantos būtiski atšķiras no kontroles;
- veldres indekss pie ražas novākšanas (BBCH 89) nevienā variantā būtiski neatšķiras no kontroles;
- raža būtiski atšķiras no kontroles 2. un 5. variantā, kur T2 lietots regulators Medax Max;
- ir redzama sakarība starp veldres indeksu (BBCH 89) un ražu kontrolē.

N180 izmēģinājums

Tabulā 4.3. iespējams aplūkot N180 izmēģinājuma kviešu sējumos veikto smidzinājuma shēmu.

Varianta ar mēslojumu N180 veikto augšanas regulatoru smidzinājumu shēma

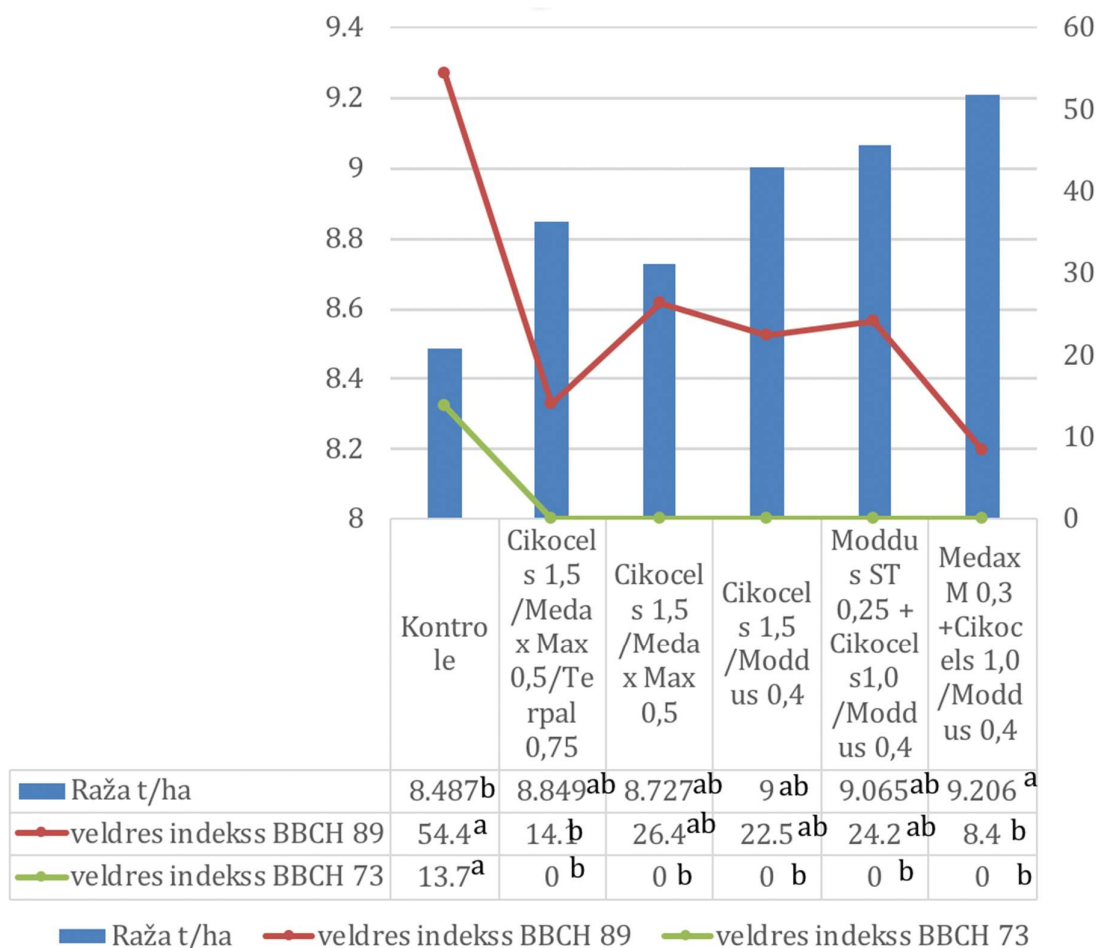
Nr	Variants	Deva, L vai kg/ha	Apstrādes laiks kviešu BBCH	Apstrāde	TFI	PLI
1.	Kontrole	-	-	-	-	-
2.	Cycocel 750 Medax Max Terpal	1.5 0.5 0.75	27-29 32 37-39	T1 T2 T3	2.4	0.649 0.14 0.115
3.	Cycocel 750 Medax Max	1.5 0.5	27-29 32	T1 T2	1.7	0.649 0.14
4.	Cycocel 750 Moddus 250	1.5 0.4	27-29 32	T1 T2	1.3	0.649 0.11
5.	Cycocel 750 + Moddus Start 0,25 Moddus 250	1.0 + 0.25 0.4	29-30 32	T1 T2	2.3	0.43 0.016 0.11
6.	Cycocel 750 +Medax Max Moddus 250	1.0+ 0.3 0.4	27-29 32	T1 T2	2.1	0.43 0.085 0.11

Pie virsmēslojuma N180 visi augšanas regulatoru apstrādes varianti būtiski samazināja augu garumu, salīdzinot ar kontroles variantu. Apstrādes variantos *Cycocel 1.5 l/ha + Medax Max 0.5 kg/ha + Terpal 0.75 l/ha* un *Cycocel 1.5 l/ha + Medax Max 0.5 kg/ha* bija būtiski mazāks augu garums, nekā variantā *Cycocel 1.5 l/ha + Moddus 250 EC 0.4 l/ha* (skat. 4.3. att.).

Pie pirmajām veldrēšanās pazīmēm kontroles variantā ar virsmēslojumu N180 veldres laukums bija 32.5% un veldres leņķis 41.3°. Neliela veldrēšanās platība konstatēta *Cycocel 1.5 l/ha + Medax Max 0.5 kg/ha* variantā. Pirms ražas novākšanas veldres platība kontroles variantā palielinājās līdz 54.4% un veldres leņķis sasniedza 65.8°. Apstrāde ar *Cycocel 1.5 l/ha + Medax Max 0.5 kg/ha*, *Cycocel 1.5 l/ha + Moddus 250 EC 0.4 l/ha* un *Cycocel 1.0 l/ha + Moddus Start 0.25 l/ha + Moddus 250 EC 0.4 l/ha* samazināja veldrēšanos uz pusi, salīdzinot ar kontroli. Apstrādes ar *Cycocel 1.5 l/ha + Medax Max 0.5 kg/ha + Terpal 0.75 l/ha* un *Cycocel 1.0 l/ha + Medax Max 0.3 kg/ha + Moddus 250 EC 0.4 l/ha* būtiski samazināja veldrēšanos par 74.1% un 84.5% attiecīgi, salīdzinot ar kontroli bez augšanas regulatora.

Apstrāde ar augšanas regulatoriem deva ražas pieaugumu 2.9-8.7%. Vidējā raža kontroles variantā pie slāpekļa virsmēslojuma N180 bija 8.487 T/ha. Būtisks ražas pieaugums konstatēts *Cycocel 1.0 l/ha + Medax Max 0.3 kg/ha + Moddus 250 EC 0.4 l/ha variantā*.

Augšanas regulatoru būtiska ietekme uz ražas kvalitātes parametriem – 1000 graudu masu (TGW), 1 L tilpummasu (HLW) un sēkļu gradāciju (Grading, % >2.5 mm) netika konstatēta.



4.3. att. Varianta ar mēslojumu N180 veikto augšanas regulatoru smidzinājumu rezultāti.

N180 izmēģinājuma rezultātu apkopojums:

- veldres indekss piengatavībā (BBCH 73) visos variantos būtiski atšķiras no kontroles;
- veldres indekss pie ražas novākšanas (BBCH 89) tikai 6. variantā būtiski atšķiras no kontroles;
- raža būtiski atšķiras no kontroles 6. variantā, kur T1 lietots Cikocela mazāka deva + Medax Max;
- ir redzama sakarība starp veldres indeksu (BBCH 89) un ražu kontrolē.

4.2. Herbicīdu izmēģinājumi kviešu sējumos

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 samazināt AAL patēriņu, samazinot 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 rudzuskailga, kas jau pie neliela augu skaita uz 1 m² 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 (skat. 4.2. nodaļas pielikumu Nr.1,2). 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.

Izmēģinājumi laukos, kuros priekšaugi 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 priekšaugi 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 – ziemas kviešu rugainē.

Visos četros ziemas kviešu laukos herbicīdi lietoti pēc vienotas shēmas (4.4. 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.



4.4. att. Izmēģinājuma iekārtošana rudenī ar herbicīdu smidzinājumiem

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 aprīkots ar augu aizsardzības līdzekļa lietošanai atbilstošām sprauslām.

Nezāļu uzskaites plānotas:

1. Pavasarī, veģetācijai atjaunojoties, kultūrauga cerošanas laikā (visos variantos, kuros veikta apstrāde ar herbicīdu rudenī, un kontroles variantos);
2. Pirms apstrādes ar herbicīdu pavasarī (tikai kontroles variantos);
3. Pavasarī pēc apstrādes ar herbicīdiem pavasarī (4-8 nedēļas pēc apstrādes visos izmēģinājuma variantos);
4. Pēc viendīgļlapju nezāļu skaru parādīšanās – skaru skaita uzskaitē.

4.4. tabula

Herbicīdu smidzinājuma shēma bez aršanas tehnoloģijas

Varianta Nr.	Glifosāts	Rudens apstrāde	BBCH	Pavasara apstrāde	BBCH
1 / Kont.	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
7 /Kont.	-	-	-	-	-
8	-	Komplet 0,5 l/ha	11-13	Broadway Star 0,160 kg/ha + VAV	līdz 32
9	-	Komplet 0,5 l/ha	11-13	Zypar 0,75 l/ha	līdz 32
10	-	Komplet, 0.5 L/ha	11-13	-	-
11	-	-	-	Zypar, 1.0 L/ha	līdz 32
12	-	-	-	Broadway Star 0,160 kg/ha + VAV	līdz 32

Pirmie rezultāti/ novērojumi:

Glifosātu saturošu preparātu lietošana ne tikai efektīvi palīdz ierobežot daudzgadīgās nezāles, īpaši ložņu vārpatu, bet tie būtiski samazina sārņaugu īpatsvaru sējumos (4.5. att.). To uzskatāmi ilustrē fotogrāfijas, kas uzņemtas ar dronu gandrīz 2 mēnešus pēc apstrādes ar glifosātu saturošu preparātu. Blokos, kuros glifosātu saturošu preparāts pirms ziemas kviešu sējas netika lietots, ļoti labi redzami sārņaugi – gan rapsis, gan kvieši.



4.5. att. Izmēģinājuma lauciņi 1 nedēļu pēc apstrādes ar herbicīdu saskaņā ar shēmu

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 pievērotāko 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. Paredzams, ka šādi dati tiks iegūti no ierīkotajiem izmēģinājumiem.

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 izmēģinājuma ar minimālo augsnes apstrādi, ierīkots izmēģinājums, kurā veikta aršana un salīdzināti tādi paši herbicīdu lietojuma varianti, izņemot glifosātu saturošu preparātu lietošanu (2. attēls). Tas ļaus salīdzināt, vai iegūtie rezultāti pielietojot dažādas augsnes apstrādes tehnoloģijas, būs līdzvērtīgi.

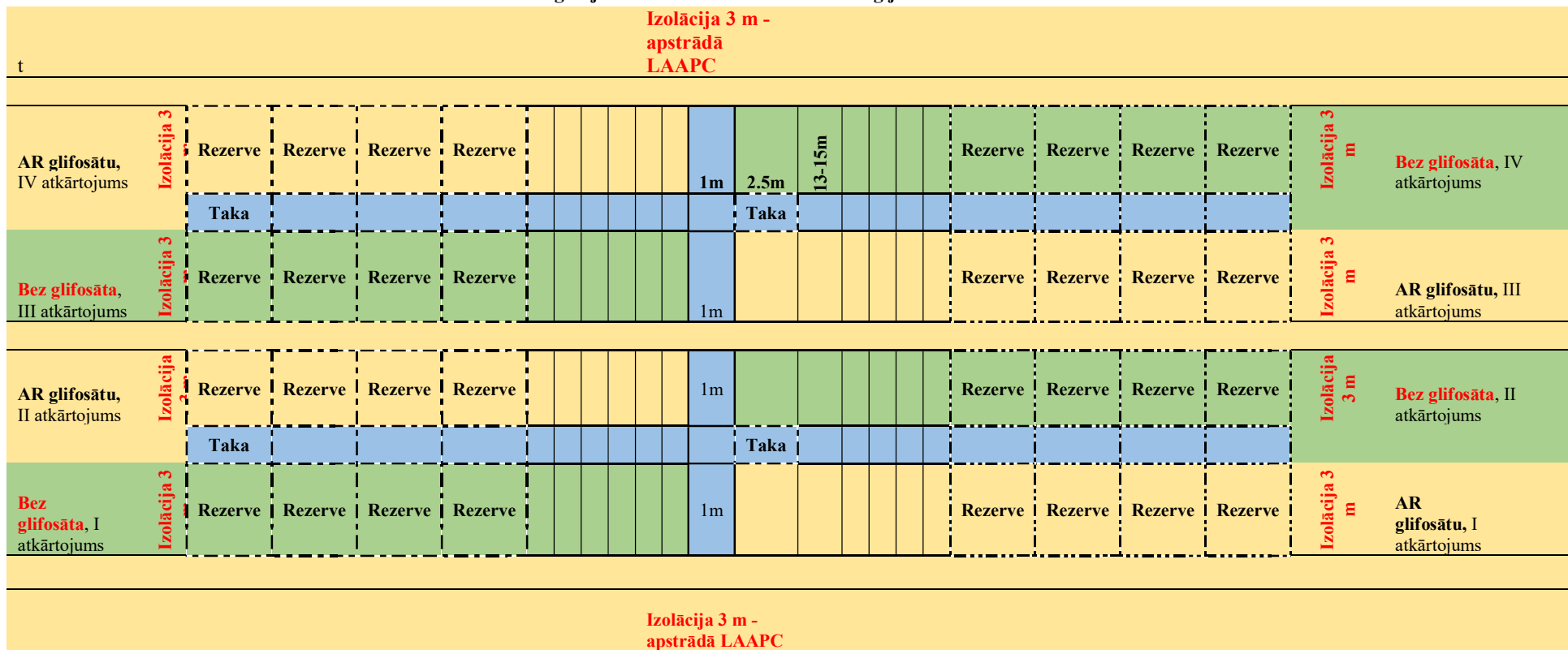
4.5. tabula

Herbicīdu lietojuma varianta shēma ar aršanas tehnoloģiju

Varianta Nr.	Glifosāts	Rudens apstrāde	BBCH	Pavasara apstrāde	BBCH
1 - Kontrole	-	-	-	-	-
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	-	-

Pielikums nodaļai 4.2 Nr.1

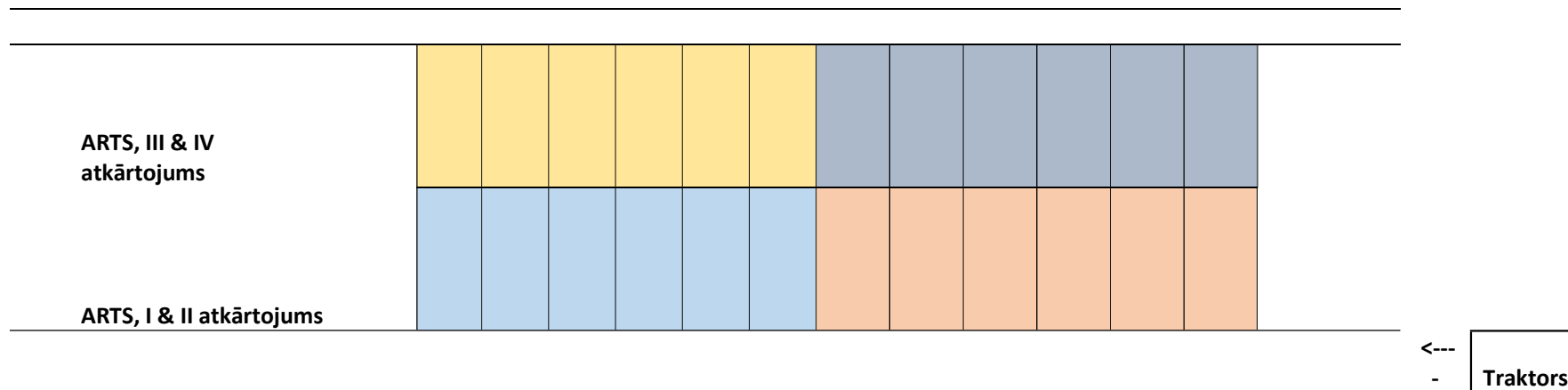
Izmēģinājuma shēma bez aršanas tehnoloģijām



$$2.5 \text{ m} \times 12 \text{ var} + 2.5 \text{ m} \times 8 \text{ rezerves var} + 3\text{m} \times 2 \text{ izolācijas} + 1 \text{ m} = 30 \text{ m} + 20\text{m} + 6\text{m} + 1\text{m} = 57 \text{ m} \text{ (} 2.5 \text{ m} \times 20 \text{ var)}$$

Pielikums nodaļai 4.2. Nr.2

Izmēģinājuma shēma ar aršanas tehnoloģiju



Atsprausta 1 sliedes starpa - 50 m gara; (lauciņi plānoti 2.5 m plati x 6 var x 2 = 30 m, bet var nedaudz mainīties sliedes virziens, tāpēc arī lauciņu platība tiks pielāgota pēc sējas)

4.3. Izmēginājumi ābeļu stādījumos

4.3.1. Pētījuma pamatojums

Ābeļu stādījumu platība Latvijā ir salīdzinoši neliela, salīdzinot ar laukaugu sējumiem, bet augu aizsardzības līdzekļi dārzos tiek lietoti visintensīvāk. Vairumā gadījumu smidzinājumi ir pamatoti un nepieciešami, lai nodrošinātu ražas apjomu un kvalitāti. Lai gan tiek ievērotas AAL reģistrētās devas, lietošanas reižu skaits un nogaidīšanas laiks, augļos 2020. gadā veiktajā pētījumā konstatētas AAL atliekvielas. Atliekvielu daudzums nepārsniedza pieļautās normas, bet, ņemot vērā, šobrīd valdošo sabiedrības satraukumu un virzību uz “zaļo politiku”, nepieciešams izstrādāt augu aizsardzības stratēģiju, kas dotu iespēju iegūt ābolu ražu bez atliekvielām. Arī citās Eiropas valstīs audzētāji sastopas ar pārdevēju un patērētāju prasību nodrošināt produkciju bez atliekvielām. AAL atliekvielas netiek akceptētas arī Eiropas Savienības noteiktajā maksimāli pieļaujamajā līmenī, sabiedrība vēlas, lai vielas būtu zem minimālās nosakāmās vērtības (Cross, Berrie; 2008). Demonstrējumu projektu ietvaros esam ieguvuši pieredzi ar jauniem, Latvijā līdz šim neregistrētiem preparātiem, kurus uz atļauju pamata izmantojam bioloģiskajos ābeļu stādījumos, nodrošinot daudz augstāku un kvalitatīvāku ābolu ražu. Uzskatām, ka tie būtu iekļaujami arī integrētajā augļkopībā, lai papildinātu esošo AAL sarakstu un vismaz daļēji aizvietotu tos preparātus, kas tiek anulēti. Alternatīvu preparātu iekļaušana palīdzētu veidot augu aizsardzības stratēģiju tā, lai samazinātu sintētisko AAL atliekvielu saturu augļos, kā arī, lai novērstu kaitīgo organismu rezistences veidošanos pret izmantotajiem preparātiem. Pētījuma ietvaros lauka izmēginājumā pārbaudītas dažādas augu aizsardzības stratēģijas ābeļu kraupja ierobežošanai ar dažādiem smidzinājumu variantiem, veicot apstrādes atbilstoši lēmuma atbalsta sistēmas prognozēm.

4.3.2. Izmēginājuma metodika

Lauka izmēginājumu ābeļu kraupja ierobežošanai ar dažādām augu aizsardzības stratēģijām iekārtoja saimniecības z/s “Gaidas” ābeļu stādījumā Vilces pagastā, Jelgavas novadā. Ābeļu stādījumā tiek ievēroti integrētās augu audzēšanas principi un veikti augu aizsardzības pasākumi kaitēkļu un slimību ierobežošanai, bet, neskatoties uz to, vērojama strauja ābeļu kraupja savairošanās. Nezāļu ierobežošanai koku apdobēs izmantots herbicīds, rindstarpas tiek pļautas.

Izmēginājuma dizains

Izmēginājumā izmantota 2011. gadā stādīta ābeļu šķirne 'Ligol', potcelms B 396. Stādīšanas attālums: 5 × 1.5 m, koku vidējais augstums ~ 3m. Izmēginājums iekārtots randomizētos blokos, četros atkārtojumos (skat. 4.7. att.). Lauciņa izmērs 37.5 m², pieci koki.

301 7	302 5	303 6	304 2	305 3	306 1	307 4	401 3	402 2	403 7	404 1	405 6	406 5	407 4	204 7	205 2	206 5	207 6
101 2	102 1	103 3	104 5	105 4	106 7	107 6	201 4	202 1	203 3								

4.7. att. Izmēginājuma lauciņu izvietojums.

Izmēģinājumā iekļauti varianti:

1. Kontrole
2. Kontrole + mēslojums
3. Sintētiskie fungicīdi
4. Neorganiskie preparāti
5. Sintētiskie fungicīdi + neorganiskie preparāti
6. Sintētiskie fungicīdi + mēslojums
7. Neorganiskie preparāti + mēslojums

Izmēģinājumā potenciāli iekļaujamie preparāti

Izmēģinājumā iekļauti sintētiskie fungicīdi, kuri ir reģistrēti ābelēm ābeļu kraupja ierobežošanai (skat. 4.7. tab.).

4.7. tabula

Augu aizsardzības stratēģijā potenciāli iekļaujamie preparāti un to lietošanas norādījumi

AAL grupas	Darbīgā viela	Preparāts	Deva, kg vai L ha-1	Maks. apstr. sk.	Ieteiktais smidzinājuma laiks		Nogaidīša nas laiks
					pēc RIMpro	pēc BBC H	
Neorganiskie fungicīdi un mēslošanas līdzekļi	vara hidroksīds	Champion 50 WG	1.00	4	aizsargājošs: īsi pirms lietus	51-53	-
	vara oksihlorīds	VaraVin 50	0.75-1.00	4	aizsargājošs: īsi pirms lietus	53-77	-
	kālija bikarbonāts	VitiSan	2.50-7.50	6	Sporu dīgšanas laikā, ārstējošs: pēc infekcijas līdz 250-300 DH	51-85	1
	Sērkaļķis	Curatio	8.00-24.0	6	Sporu dīgšanas laikā, ārstējošs: pēc infekcijas līdz 250-300 DH	51-69	-
			6.00-18.0	9		71-87	7
Sērs	TivoS	4.00-5.00	4	Sporu dīgšanas laikā, ārstējošs: pēc infekcijas līdz 250-300 DH	53-83	-	
Sintētiskie fungicīdi	Dodfins	Syllit 544 SC	1.25	4	aizsargājošs: īsi pirms lietus vai sporu dīgšanas laikā, ārstējošs: pēc infekcijas līdz 250-300 DH	53-77	60

4.7. tabulas turpinājums

AAL grupas	Darbīgā viela	Preparāts	Devu, kg vai L ha-1	Maks. apstr. sk.	Ieteiktais smidzinājuma laiks		Nogaidī šanas laiks
					pēc RIMpro	pēc BBCH	
	metil-krezoksims	Candit	0.2	3	aizsargājošs : īsi pirms lietus vai sporu dīgšanas laikā		53-81
	ciprodinils	Chorus 50 WG	0.30-0.45	3	ārstējošs: pēc infekcijas līdz 1000 DH		55-85
	difenokonazols	Score 250 SC	0.20	2	ārstējošs: pēc infekcijas līdz 1000 DH		61-84
Mavita 250 EC		0.20	2	61-84			
Difeor 250 EC		0.2	4	57-89			
Difenzone		0.2	2	55-84			
	ditianons, kālija fosfonāts	Delan Pro	2.5	6	aizsargājošs : īsi pirms lietus vai sporu dīgšanas laikā		53-83
	ditianons	Effector	0.5	3		51-85	
Kaptāns	Merpane	1.80-2.25	3	51-85			
	Scab 80 WG	1.88	4	51-85			

Izmēģinājumā netika plānoti, piemēram, darbīgo vielu mankocebs saturošie fungicīdi, par kuriem ir zināms, ka tie turpmāk vairs nebūs reģistrēti. Kā alternatīvi preparāti sintētiskajiem fungicīdiem atsevišķos variantos iekļauti neorganiskie fungicīdi un mēslošanas līdzekļi, kuriem ir pierādīta iedarbība uz ābeļu kraupi. Fungicīdi VitiSan (d.v. kālija bikarbonāts) un Curatio (d.v. sērkaļķis) pieder pie neorganiskajiem savienojumiem, kurus vairākās Eiropas valstīs bioloģiskie augļaudzētāji plaši izmanto dažādu slimību t.sk. ābeļu kraupja ierobežošanai. Latvijā fungicīdi Vitisan un Curatio audzētājiem pieejami uz VAAD izsniegtu atļauju pamata. Papildus augu aizsardzības stratēģijā iekļaujami varu saturoši preparāti, piemēram, Champion 50 WG (d.v. vara hidroksīds), kas ir reģistrēts kā fungicīds, VaraVin 50 (d.v. vara oksihlorīds), kas ir lapu mēslojums. Ņemot vērā, ka Latvijā šobrīd nav reģistrēts neviens sēru saturošs fungicīds, izmēģinājumā izmantoti sēra lapu mēslojumi, piemēram, TivoS vai KingFolS. Papildus augu aizsardzības stratēģiju pārbaudei, kuras galvenais mērķis ir ābeļu kraupja ierobežošana, iekļauti varianti ar mēslojuma izmantošanu, lai novērtētu vai slāpekli, kalciju un dažādus mikroelementus saturošiem savienojumiem ir ietekme uz auga veselību, ražas apjomu un kvalitāti.

Izmēģinājumā papildus sintētiskajiem un neorganiskajiem augu aizsardzības līdzekļiem izmantoti arī dažādi slāpekli, kalciju, silīciju un boru saturoši lapu mēslojumi ar mērķi veicināt augu izturību pret kaitīgajiem organismiem (skat. 4.8. tab.). Izvēloties lapu mēslojuma veidu, laiku un devu, ņemti vērā dažādu pētījumu dati. Tiek uzskatīts, ka slāpekli kokiem visnozīmīgākais ir agri pavasarī, ziedēšanas laikā un augļu šūnu dalīšanās laikā. Slāpekli lietojot uz augsnes, koks to bieži vien uzņem par vēlu, tādēļ efektīvāk varētu būt mēslojumu izmidzināt pa lapām. Izpētīts, ka urīnvielai smidzinājumā pa lapām var būt ābeļu kraupi

nomācoša iedarbība (Stoddard, 1950; Palmiter, Hamilton, 1954). Rekomendācijas paredz, ka urīnvielu lieto, sākot no pumpuru plaukšanas līdz augļaižmetņu veidošanās sākumam (Cheng at al., 2010). Kalciju ābeļu audzētāji izmanto galvenokārt, lai novērstu zemzīdas koraļķplankumainības veidošanos. Kalcijs var novērst arī citus fizioloģiskus traucējumus, kā arī kopumā uzlabot augļu kvalitāti. Tāpat pētījumos minēts, ka kalcija hlorīds var palīdzēt ierobežot kraupi uz lapām un augļiem, miltrasu, kā arī dažādus puves ierosinātājus (Percival, Haynes, 2009; Al-Rawashd, 2013; Trapman, Jansonius, 2008). Kalciju tiek ieteikts lietot, sākot no ziedlapu nobiršanas un pārtraucot vienu nedēļu pirms ražas vākšanas. Ir zināms, ka silīcijs ir ķīmiskais elements, kas labvēlīgi ietekmē fizioloģiskos procesus augā palielināta stresa apstākļos. Silīcijs palielina fotosintēzes efektivitāti, mehāniski stiprina auga audus, kas savukārt uzlabo sakņu sistēmas veidošanos, samazina gan slimību ieņēmību, gan gatavās produkcijas uzglabāšanas ilgumu un kvalitāti. Bors veicina ziedu apaugļošanos un pumpuru ieriešanos nākamajam gadam. Pētījumos minēts arī, ka bors kavē ābeļu kraupja sēnes attīstību, kā arī samazina rūgtās puves attīstības risku uz augļiem (Arslan, 2016; Bugiani at al., 2020).

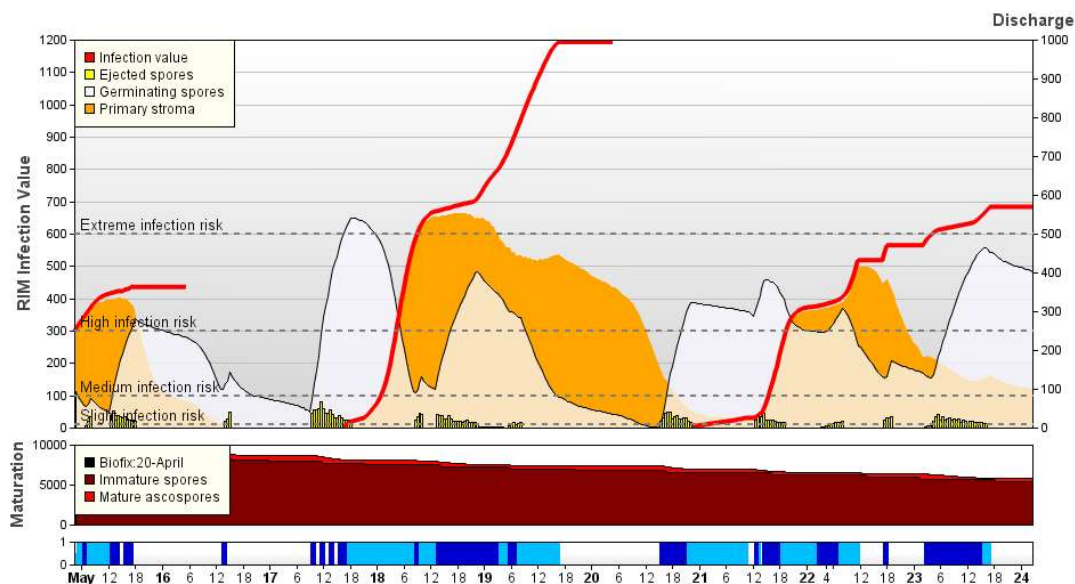
4.8. tabula

Augu aizsardzības stratēģijā potenciāli iekļaujамie lapu mēslojuma veidi

Lapu mēslojuma veids	Sastāvs	Deva uz ha	Lietošanas laiks
Urīnviela	Kopējais slāpeklis 46,5%	3 kg	BBCH 53 - 69
Yara Vita Stopit - kalcija hlorīda šķīdums	Kalcija oksīds (CaO) 224g/l, kalcijs (Ca) 160 g/l	4 L	BBCH 69 - 80
Yara TM Actisil TM -	Organiski stabilizēta ortosilīcijskābe 2.0 %, Silīcijs (Si) 0.6 %, kalcija hlorīds 9.0 %, ūdens 35.0 %	0,3 L	BBCH 64 - 80
Borax 11.3%	Nātrija borāts 11%	1,2 kg	BBCH 59, BBCH 69 - 72

Smidzināšanas laiks

Sintētiskie fungicīdi un neorganiskie preparāti ābeļu kraupja ierobežošanai izmēģinājumā smidzināti atbilstoši lēmuma atbalsta sistēmas RIMpro brīdinājumu signāliem (skat. 4.8. att.). Noteicošais rādītājs, izmantojot RIMpro, ir **sarkanā līkne** (*infection value*) – iespējamās infekcijas intensitātes, mēra kvantitatīvās RIM vienībās (0 – 1000). Līkne līdz 100 RIM vienībām norāda uz nelielu, 100 -300 RIM uz vidēju, 300 – 600 RIM augstu un virs 600 uz kritiski augstu infekcijas risku. Pirms sarkanās līknes tiek lietoti pieskares iedarbības fungicīdi, pēc – sistēmas iedarbības fungicīdi, izvērtējot preparāta izvēli atkarībā no infekcijas riska lieluma. **Par efektīvāko brīdi fungicīdu smidzinājumiem tiek uzskatīts sporu dīgšanas laiks** (*germinating spores*), kas augšējā attēla daļā aiz sporu izlidošanas (dzeltenie stabiņi, *ejected spores*) parādīts kā **balts laukums**. **Oranžais laukums** (*primary stroma*) parāda laiku, kurā jānosmidzina sistēmas iedarbības fungicīdi, kam ir īss ārstējošais laiks, piemēram VitiSan, Curatio vai Syllit 544 SC. Variantā, kur plānota sintētisko un neorganisko preparātu kombinēšana, tika paredzēts, ka kritiski augstos infekcijas riska periodos tiek lietoti sintētiskie fungicīdi, bet pie zemāka riska vai sezonas otrajā pusē sekundārās infekcijas laikā tiek lietoti neorganiskie preparāti.



4.8. att. RIMpro brīdinājumu signālu vizualizācija.

Citi izmēģinājumā izmantotie augu aizsardzības līdzekļi

Izmēģinājumā veica kaitēkļu monitoringu, izmantojot lamatas un veicot vizuālos novērojumus. Lamatas izvietoja ābolu tinēja, pīlādžu tīklkodes un ābolu zāglapsenes kritiskā slietnī noteikšanai. Ābolu tinēja smidzināšanas laika noteikšanai tika izmantotas RIMpro prognozes. Insekticīda smidzinājums tika veikts fonā visiem izmēģinājuma variantiem, izmantojot pēc iespējas selektīvāku preparātu. Arī herbicīdus izmēģinājumā izmantoja visos izmēģinājuma variantos vienādi.

Darba šķīduma daudzuma aprēķins un izmantotais smidzināšanas aprīkojums

Darba šķīduma pagatavošanai nepieciešamais ūdens daudzums tika aprēķināts, izmantojot koku-rindu apjoma konceptu *Tree-Row-Volume Concept* (TRV), kurā tiek ņemts vērā koku vainaga augstums, platums, rindstarpu attālumi, kā arī potenciālais vainaga blīvums. Veicot aprēķinus, tika iegūts, ka smidzinājumam nepieciešamais ūdens daudzums konkrētajā stādījumā ir 426 L/ha, attiecīgi viena varianta 150 m² apstrādei – 6,39 L.

Smidzināšanai izmantots muguras smidzinātājs ar iekšdedzes dzinēju STIHL SR-430.



4.9. att. Izmēģinājuma variantu smidzināšana.

Meteoroloģiskie dati

4.9. tabulā apkopotas auga attīstības stadijas un meteoroloģiskie apstākļi smidzinājumu veikšanas laikā.

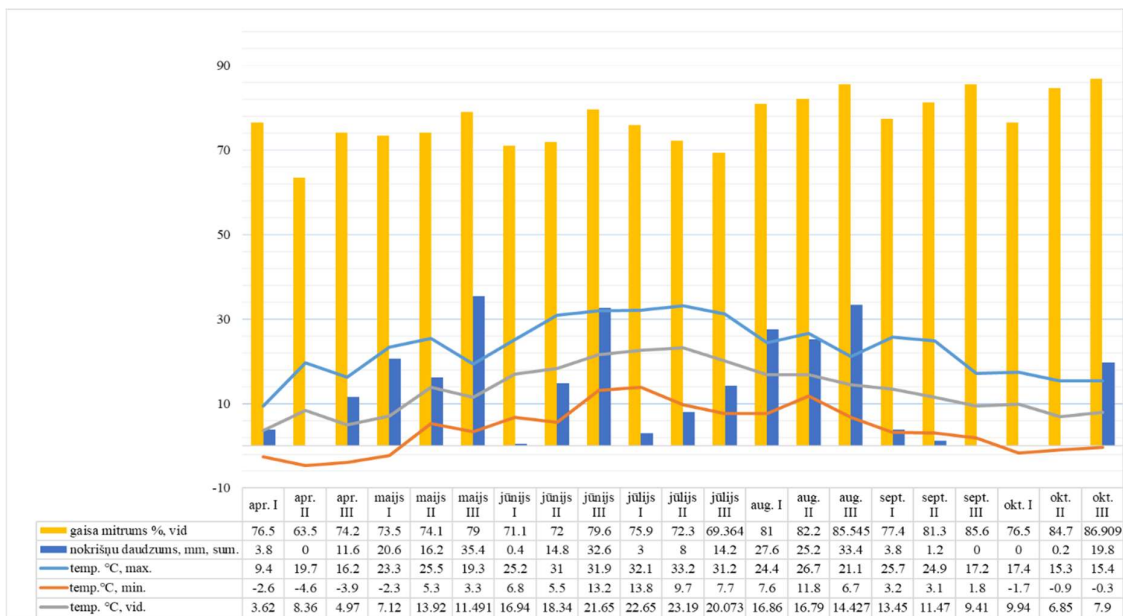
4.9.tabula

Auga attīstības stadija un meteoroloģiskie apstākļi smidzināšanas laikā

Parametrs	Datums								
	29.04.	14.05.	19.05.	28.05.	04.06.	11.06.	28.06.	22.07.	03.08.
Attīstības stadija, BBCH	54	58	60	67	69	71	72	76	77
Temperatūra, °C	8	15	17	16	19	21	22	24	17
Augsnes virskārtas mitrums	sausā	mitra	mitra	mitra	mitra	sausā	mitra	sausā	mitra
Relatīvais gaisa mitrums, %	60	79	56	63	60	65	74	43	81
Vēja ātrums	3.6	4.0	1.3	4.0	1.8	2.7	0	1.8	1.3
Augu virsma	sausā ar turgoru	viegli mitra	viegli mitra	viegli mitra	sausā ar turgoru	sausā ar turgoru	viegli mitra	sausā ar turgoru	sausā ar turgoru

2021. gada veģetācijas periods Jelgavas novada Vilces pagastā, līdzīgi kā visā Latvijas teritorijā, izpaudās ar augstām gaisa temperatūrām jūnijā un jūlijā un nelielu nokrišņu daudzumu septembra beigās (skat. 4.10. att.). Meteoroloģiskās stacijas dati rāda, ka vidējā gaisa temperatūra Jelgavas novadā jūnijā bija 19.3 °C, bet jūlijā 21.9 °C (saskaņā ar videscentrs.lv gmc.lv datiem, 1991.-2020. gada vidējās gaisa temperatūras klimatiskā standarta norma Jelgavā jūnijā ir 15.5 °C, bet jūlijā 17.9 °C). Šajos mēnešos tikuši pārsniegti arī maksimālo temperatūru rekordi, jūnija trešajā dekādē Vilces pagastā izvietotā meteoroloģiskā

stacija reģistrējusi temperatūras maksimumu 31.9 °C, bet jūlija otrajā dekādē gaisa temperatūras maksimums bijis pat 33.2 °C. Aprīļa otrajā dekādē, septembra trešajā dekādē un oktobra pirmajā dekādē ābeļdārzā Jelgavas novadā izvietotā meteoroloģiskā stacija nav reģistrējusi nokrišņus. Savukārt maijā un augustā Vilces pagastā esošajā meteoroloģiskajā stacijā reģistrēto nokrišņu daudzums bijis attiecīgi 72.6 mm un 85.2 mm, kas pārsniedz 1991.-2020. gada nokrišņu daudzuma klimatiskās standarta normas - 52.4 mm maijā un 69.4 mm augustā. Maijā ilgstošie lietus periodi veicināja ābeļu kraupja izplatību.



4.10. att. Meteoroloģiskie laika apstākļi 2021. gada veģetācijas periodā Jelgavas novadā.

Izmēģinājumā veiktās uzskaites un paraugu ievākšana

Pielietoto augu aizsardzības stratēģiju efektivitātes novērtēšanai izmēģinājumā veica ābeļu kraupja uzskaites, novērtējot slimības izplatību un attīstība uz 100 lapām un augļiem atkārtojumā. Ābeļu kraupja izplatību, izteica procentos, nosakot inficēto lapu un augļu īpatsvaru no visiem apskatītajiem. Slimības attīstības līmeni noteica, bojātos objektus vērtējot pēc % skalas: 0 – bojājumu nav; 5 – daži punktveida bojājumi; 15 – vairāki punktveida bojājumi vai 2–3 nelieli plankumi; 30 – bojāta 1/3 no objekta virsmas; 50 – bojāta puse no objekta virsmas; 75 – bojāta ¾ no virsmas; 90 – bojāta gandrīz visa objekta virsma.

AAL atliekvielu noteikšanai augļos, ražas laikā no izmēģinājuma 1., 3., 4. un 5. varianta paņemti paraugi. Paraugi pēc to ievākšanas dažu dienu laikā, izmantojot eksprespastu, tika nosūtīti uz Water&Life Lab analītisko laboratoriju Itālijā. Water&Life Lab analītiskajā laboratorijā ar sertificētu metodi noteikts AAL atliekvielu sastāvs un daudzums, paraugi pārbaudīti uz vairāk nekā 600 AAL atliekvielām, ar zemāko analītiskās noteikšanas robežu 0,01 mg/kg.

Ražas vērtēšana

Ražu uzskaitē novāca no viesiem kokiem lauciņā, atsevišķi sašķiroti standarta un nestandarta augļi; standarta un nestandarta augļi saskaitīti un nosvērti atsevišķi.

Ražas kvalitātes noteikšanai novērtēti 100 augļu no lauciņa. Uz augļiem noteica ābeļu kraupja izplatības un attīstības pakāpi, tāpat kā aprakstīts iepriekš pie izmēģinājumā veiktajām uzskaitēm. Augļu krāsojums tika vērtēts skalā 1 – 5 balles (1 balle – pilnīgi bez virskrāsa, zaļš; 2 balles – 25% no augļa ir virskrāsa; 3 balles – 50% no augļa ir virskrāsa; 4 balles – 75% no augļa ir virskrāsa; 5 – 100% no augļa ir virskrāsa). Rūsinājumu novērtēja ballēs: 1 - nav rūsinājuma; 2 - neliels rūsinājums (augļa kvalitāte nav cietusi); 3 - spēcīgs rūsinājums (auglis nav derīgs realizācijai).

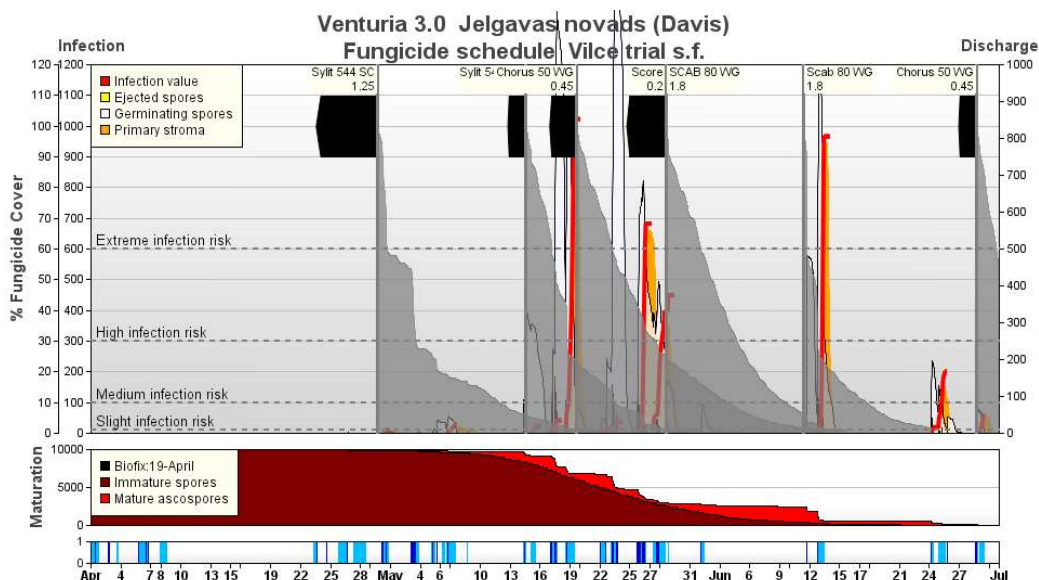
Datu statistiskā apstrāde

Datu statistiskajai apstrādei izmantota datorprogramma ARM. Mazāko būtisko robežstarpību (LSD) starp variantiem aprēķina, izmantojot *Tukey* diapazona testu pie būtiskuma (ticamības) līmeņa 95%, to attēlos un tabulās parāda ar burtiem. Ar vienādiem burtiem apzīmētie skaitļi būtiski neatšķiras.

4.3.3. Izmēģinājuma rezultāti

Izmēģinājumā veiktie smidzinājumi

Zaļā konusa stadija, kas tiek izmantots kā sākuma datums “*biofix*” ābeļu kraupja prognozei, izmēģinājumā fiksēta 19. aprīlī. Pirmais nelielais kraupja infekcijas risks tika prognozēts 30. aprīlī, tādēļ 29. aprīlī 3. un 6. variantā veica aizsargājošu smidzinājumu ar fungicīdu Syllit 544 SC, savukārt pārējos variantos izmantoja vara preparātu Champion 50 WG. Veiktais smidzinājums nodrošināja aizsardzību arī pret nelielu infekcijas risku 5. maijā. Nākamais ilgstošais infekcijas riska periods tika prognozēts sākot ar 14. maiju, tādēļ pieņēma lēmumu šajā pašā datumā veikt atkārtotu apstrādi 3. un 6. variantā ar Syllit 544 SC, pārējos variantos ar VitiSan un KingFolS maisījumu. Sākot no 14. maija iestājās lietains laika periods, kas ilga divas nedēļas (skat. 4.10. att.), šajā laikā tika prognozēti vairāki kritiski augsti infekcijas riska periodi, tādēļ veica vēl divus smidzinājumus (C un D apstrādes) 19. un 28. maijā, lai nodrošinātu gan ārstējošo iedarbību, gan atjaunotu pārklājumu uz augu virsmas (skat. 4.11. att.). Jūnija sākumā iestājās sausāki laika apstākļi, tādēļ 4. jūnijā veikta apstrāde tikai ar lapu mēslošanas līdzekļiem. Jūnijā kritiski augsts infekcijas risks sākās 12. jūnijā, tādēļ 11. jūnijā veica fungicīdu smidzinājumu ar tabulā F apstrādē norādītajām vielām. Variantā, kur bija paredzēta sintētisko un neorganisko preparātu kombinēšana, tika nolemts, ka no jūnija vidus, mazinoties primārās infekcijas riskam, turpināt apstrādes tikai ar neorganiskajiem preparātiem. Vidēji augsts infekcijas risks tika prognozēts 25. jūnija un pēc tam neliels risks 29. jūnijā, tādēļ 28. jūnijā pieņemts lēmums par G apstrādi (skat. 4.10. tab). Jāatzīst, ka tas gan bija nedaudz novēloti 25. jūnija infekcijas pilnīgai novēršanai.



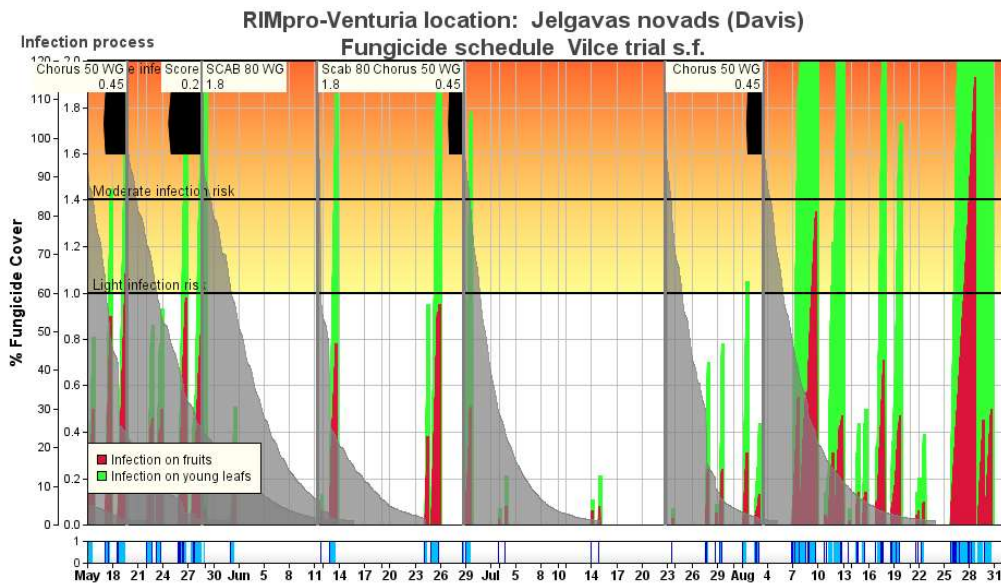
4.11. att. Sintētisko fungicīdu pārklājums primārās infekcijas periodā.

4.10. tabula

Izmēģinājumā iekļautie augu aizsardzības un mēslošanas līdzekļi

Apstrāde	Datums	Varianti						
		1. Kontrole	2. Kontrole + mēslojums	3. Sintētiskie fungicīdi	4. Neorganiskie fungicīdi	5. Sintētiskie + neorganiskie	6. Sintētiskie + mēslojums	7. Neorganiskie + mēslojums
A	29.04.	x	Urīnviela	Syllit 544 SC	Champion 50 WG	Champion 50 WG	Syllit 544 SC + Urīnviela	Champion 50 WG
B	14.05.	x	Urīnviela	Syllit 544 SC	VitiSan + KingFolS	Syllit 544 SC	Syllit 544 SC + Urīnviela	VitiSan + KingFolS
C	19.05.	x	Urīnviela	Chorus 50 WG	Curatio	Chorus 50 WG	Chorus 50 WG + Urīnviela	Curatio
D	28.05.	x	Urīnviela	Score 250 EC + Scab 80	VitiSan + KingFolS	Score 250 EC + Scab 80	Score 250 EC + Scab 80 WG	VitiSan + KingFolS
E	04.06.	x	Urīnviela+Ca+B	x	x	x	Urīnviela+Ca+B	Ca+B
F	11.06.	x	Si+Ca+B	Scab 80 WG	VitiSan + KingFolS	Scab 80 WG	Scab 80WG +Ca+B+Si	VitiSan + KingFolS
G	28.06.	x	Si+Ca	Chorus 50 WG	Curatio	Curatio	Chorus 50 WG +Si+Ca	Curatio
H	22.07.	x	Si+Ca	Scab 80 WG	VitiSan + KingFolS	VitiSan + KingFolS	Scab 80 WG +Si+Ca	VitiSan + KingFolS
I	03.08	x	Si+Ca	Chorus 50 WG	Curatio	Curatio	Chorus 50 WG +Si+Ca	Curatio

Nākamo – H apstrādi veica 22. jūlijā, jo sākoties lietainam laika periodam, tika prognozēts augsts sekundārās infekcijas risks (skat. 4.12. att.). Arī pēdējo – I apstrādi veica pirms ilgstoša lietusa perioda iestāšanās – 3. augustā, ņemot vērā, ka izmēģinājumā tika novērots augsts ābeļu kraupja izplatības līmenis.



4.12. att. Sintētisko fungicīdu pārklājums sekundārās infekcijas periodā.

Variantos, kur bija plānota lapu mēslošanas līdzekļu izmantošana, apstrādēs no A-E tika izmantota urīnviela, E apstrādē pievienojot arī kalcija un bora mēslojumu. Urīnvielu neizmantoja 7. variantā, kurā neorganiskie preparāti tiek kombinēti ar mēslojumu, paredzot, ka šāda stratēģija ir piemērota arī bioloģiskajiem audzētājiem, kuri slāpekli saturošu mēslojumu nedrīkst izmantot. F apstrādē kalcijam un boram klāt tika pievienots silīcijs saturošs mēslojums, kuru tāpat kā kalciju turpināja izmantot arī nākamajās trīs apstrādēs – G, H un I.

Kaitēkļu ierobežošanai 29. maijā veikts smidzinājums ar insekticīdu Karate Zeon 5 SC (d.v. lambda-cihalotrīns), jo tika novērota strauja laputu savairošanās. Ņemot vērā, ka pieskares iedarbības insekticīdi ne vienmēr nodrošina optimālu kaitēkļu ierobežošanu, laputu invāzija turpināja pieaugt. Tādēļ tika pieņemts lēmums veikt atkārtotu smidzinājumu 9. jūnijā ar sistēmas iedarbības preparātu Mospilan 20 SG (d.v. acetamiprīds), jo, ņemot vērā RIMpro ābolu tinēja modeļa prognozes, smidzinājums bija jāveic arī, lai ierobežotu ābolu tinēja izplatību. Pīlādžu tīklkodi feromonu lamatās nekonstatēja, tādēļ tika pieņemts lēmums smidzinājumu ar insekticīdu arī šim kaitēklim neveikt. Nezaļu ierobežošanai apdobs ar glifosātu saturošu herbicīdu tika apstrādātas 31. maijā.

Ābeļu kraupja izplatība un attīstība uz lapām un augļiem dažādos izmēģinājuma variantos

Pirmā ābeļu kraupja uzskaitē uz lapām tika veikta 24. maijā, slimības izplatība bija būtiski augstāka variantos, kur neizmantoja augu aizsardzības līdzekļus (skat. 4.11. tab.). Kraupja pazīmes galvenokārt koncentrējās lapu apakšpusē (skat. 4.13. att.), pēc kā var secināt, ka infekcija notikusi agri, laikā, kad lapas vēl bija sakļāvušās – zaļā konusa vai peļausu stadijā. Slimības attīstības pakāpe kopumā bija zema un starp variantiem neatšķīrās. Arī nākamajās uzskaitēs reizēs saglabājās pirmajā uzskaitē novērotā tendence, ka ābeļu kraupja izplatība un attīstība bija būtiski augstāka kontrolē un variantā, kur lietots tikai mēslojums. No kontroles būtiski neatšķīrās slimības izplatība 7. variantā, kur izmantoti neorganiskie fungicīdi kombinācijā ar mēslojumu. Visās uzskaitēs reizēs ābeļu kraupja izplatība bija zemāka

variantos, kur izmantoti sintētiskie fungicīdi – gan vieni paši, gan kombinācijā ar neorganiskajiem preparātiem vai mēslojumu.

4.11. tabula

Ābeļu kraupja izplatība un attīstība uz ābeļu lapām izmēģinājumā

Variants	24.05.		10.06.		29.06.	
	Izplatība	Attīstība	Izplatība	Attīstība	Izplatība	Attīstība
1. Kontrole	10.3 a	0.6 a	54.5 ab	9.9 ab	71.5 ab	22.8 a
2. Kontrole + mēslojums	12 a	0.7 a	67.5 a	15.5 a	75.8 a	24.8 a
3. Sintētiskie fungicīdi	1 b	0.1 b	10 cd	1.2 c	24.5 cd	3.4 b
4. Neorganiskie fungicīdi	0 b	0 b	23.8 cd	2.9 bc	31.3 cd	4.9 b
5. Sintētiskie fungicīdi + neorganiskie fungicīdi	1 b	0.1 b	8 cd	0.7 c	10.3 d	1.5 b
6. Sintētiskie fungicīdi + mēslojums	0 b	0 b	4.3 d	0.3 c	3.8 d	0.5 b
7. Neorganiskie fungicīdi + mēslojums	0 b	0 b	35.8 bc	5.8 bc	42.5 bc	8.4 b
Tukey's HSD P=.05	7.25	0.42	28.79	8.46	29.7	10.12



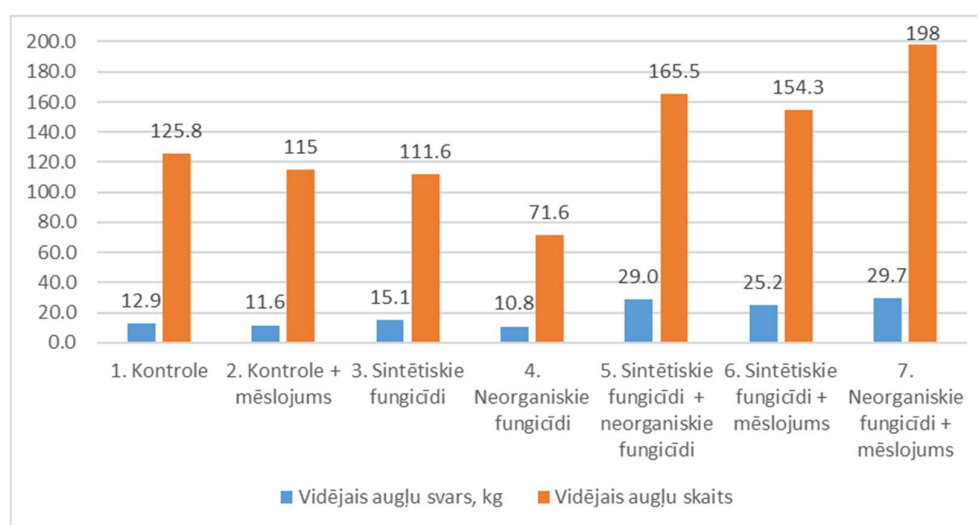
4.13. att. Ābeļu kraupja pazīmes uz lapu apakšpusi 24. maijā.

Ābeļu kraupja izplatībai uz augļiem dažādos variantos bija līdzīga tendence, kā uz lapām, visās uzskaites reizēs slimības izplatība un attīstība bija augstāka kontrolē un variantā, kur lietots tikai mēslojums (skat. 4.12. tab.). Tāpat kā uz lapām arī uz augļiem, kraupja izplatības un attīstības pakāpe bija būtiski zemāka variantos, kur izmantoti sintētiskie fungicīdi. Variants, kur izmantoti tikai neorganiskie preparāti, jūlijā un augustā veiktajās uzskaitēs būtiski neatšķīrās no kontroles. Pēdējā uzskaitē nedaudz labāki rezultāti bija variantā, kur kombinēti neorganiskie preparāti ar mēslojumu, slimības izplatība bija būtiski zemāka, salīdzinot ar kontroli, kā arī attīstības pakāpe bija līdzīga kā citos ar augu aizsardzības līdzekļiem apstrādātajos variantos.

Ābeļu kraupja izplatība un attīstība uz augļiem izmēģinājumā

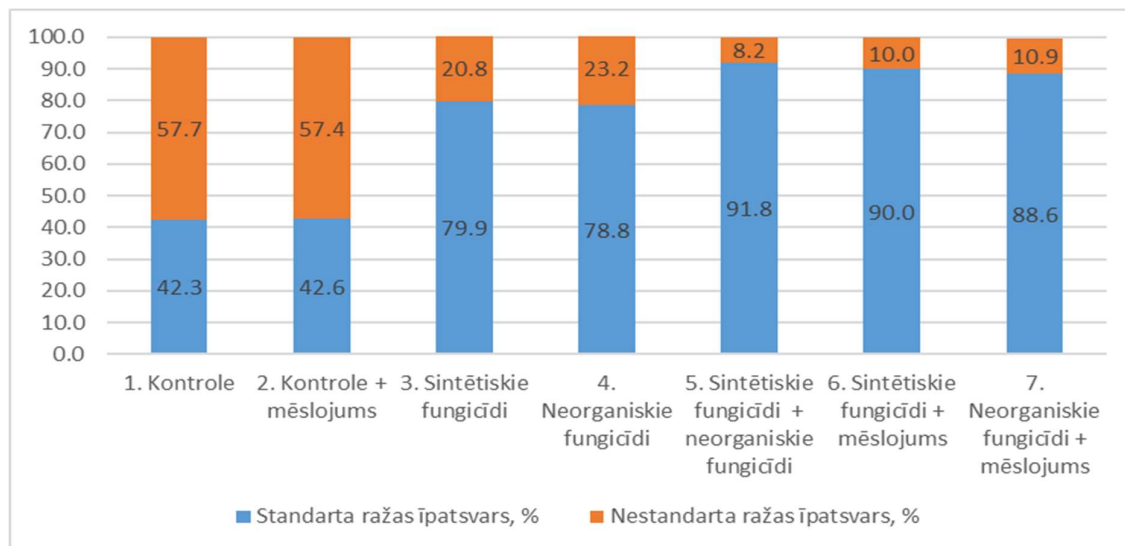
Variants	29.06.		17.07.		3.08.	
	Izplatība	Attīstība	Izplatība	Attīstība	Izplatība	Attīstība
1. Kontrole	94.5 a	14.75 ab	100 a	18.43 a	99.04 a	24.48 a
2. Kontrole + mēslojums	99.24 a	27.94 a	100 a	25.79 a	100 a	22.81 a
3. Sintētiskie fungicīdi	28.32 b	5.1 b	30.94 bc	5.94 b	37.75 cd	6.16 b
4. Neorganiskie fungicīdi	41.1 b	4.22 b	58.94 abc	5.48 b	81.09 ab	9.12 b
5. Sintētiskie fungicīdi + neorganiskie fungicīdi	13.17 b	3.53 b	40.69 bc	3.84 b	22.51 d	5.49 b
6. Sintētiskie fungicīdi + mēslojums	17.31 b	12.69 b	18 c	4.35 b	18.34 d	8.55 b
7. Neorganiskie fungicīdi + mēslojums	36.35 b	6.04 b	70.5 ab	5.29 b	65.44 bc	7.21 b
Tukey's HSD P=.05	29.13	14.54	45.59	12.38	33.86	12.69

Raža izmēģinājumā kopumā bija neliela un nevienmērīga pa lauciņiem, līdz ar to starp variantiem nebija statistiski nozīmīgas atšķirības. Ražas nevienmērīguma iemesli bija pārāk atšķirīgi koki pa lauciņiem, izmēģinājuma sākumā bija spēcīgi, veselīgi koki, tālākajos laucīņos koki daudzviet bija novājināti un augļi neaizmetās. Iespējams, ka to veicināja 2020./2021. gada aukstā ziema, jo šķirne 'Ligol' ir ar vidēju ziemcietību, kokiem arī jau iepriekš bija novērotas izteiktas sala brūces uz stumbriem. Diemžēl, pavasarī pirms lapu plaukšanas, kad bija jāsāk smidzinājumi, nebija iespējams paredzēt, ka būs tik lielas atšķirības starp lauciņiem. Veiktajiem smidzinājumiem ābeļu kraupja ierobežošanai nebija būtiskas ietekmes uz ražas apjomu, tomēr vērojama tendence, ka variantos, kur augu aizsardzības līdzekļi netika lietoti, ābolu svars un skaits bija mazāks salīdzinājumā ar smidzinātajiem variantiem, izņemot variantu, kur izmantoti tikai neorganiskie preparāti (skat. 4.14. att.). Salīdzinoši nedaudz lielāka raža iegūta 5., 6. un 7. variantā, bet to drīzāk var skaidrot ar ražas nevienmērīgumu pa atkārtojumiem. Izmēģinājuma atsevišķos variantos izmantotajam mēslojumam arī nebija būtiskas ietekmes uz ražas apjomu.



4.14. att. Ražas apjoms izmēģinājuma variantos.

Starp standarta un nestandarta ražas apjomu nebija statistiski būtiskas atšķirības, kas arī iespējams skaidrojams ar ražas nevienmērīgumu. Tomēr izsakot standarta un nestandarta ražas īpatsvaru procentos, var redzēt, ka ir izteikta tendence augstākai ābolu kvalitātei variantos, kur izmantoti augu aizsardzības līdzekļi. Ja kontrolē standarta ražas apjoms veidoja 42.3% no kopējās ražas, tad smidzinātajos variantos 78.8-91.8% (skat. 4.15. att.).

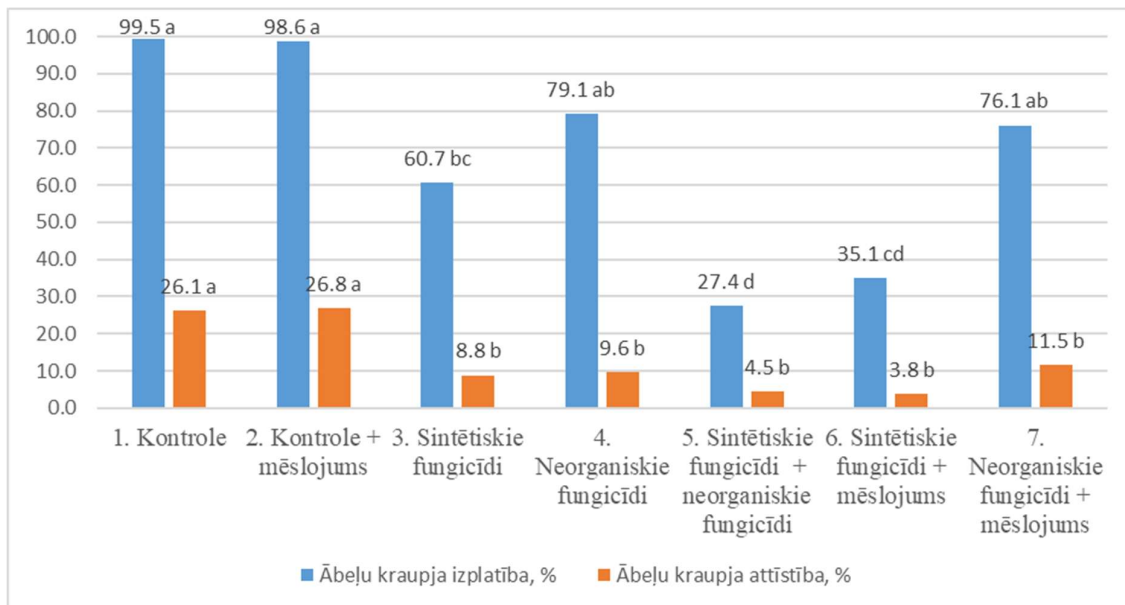


4.15. att. Standarta un nestandarta ražas īpatsvars, %.

Ražā novērtēja ābeļu kraupja izplatības un attīstības līmeni uz augļiem. Ābeļu kraupja inficēto ābolu īpatsvars visaugstākais bija kontrolē (skat. 4.16. att.) un 2. variantā, kur izmantots tikai mēslojums, attiecīgi 99.5 un 98.6%, šie divi varianti bija statistiski būtiski sliktāki, kā varianti, kuru apstrādē iekļauti sintētiskie fungicīdi. Varianti, kur izmantoja neorganiskos preparātus bija labāki salīdzinot ar kontroli, bet bez statistiski būtiskas atšķirības. Viszemāko slimības izplatību 27.4% konstatēja variantā, kur kombinēta sintētisko un neorganisko preparātu izmantošana (skat. 4.17. att.). Nedaudz augstāka kraupja izplatība – 35.1% bija tur, kur lietoti sintētiskie fungicīdi kopā ar mēslojumu, bet bez būtiskas atšķirības salīdzinot ar variantu, kur izmantoti tikai sintētiskie fungicīdi. Ābeļu kraupja attīstības pakāpe ir būtisks rādītājs augļu kvalitātei, parādot cik no augļa virsmas ir bojāta. Slimības attīstība salīdzinot ar kontroli un variantu, kur izmantots tikai lapu mēslojums, bija būtiski zemāka visos variantos, kur lietoti augu aizsardzības līdzekļi. Viszemākā slimības attīstības pakāpe bija 6. variantā, kur izmantoti sintētiskie fungicīdi un lapu mēslojums.



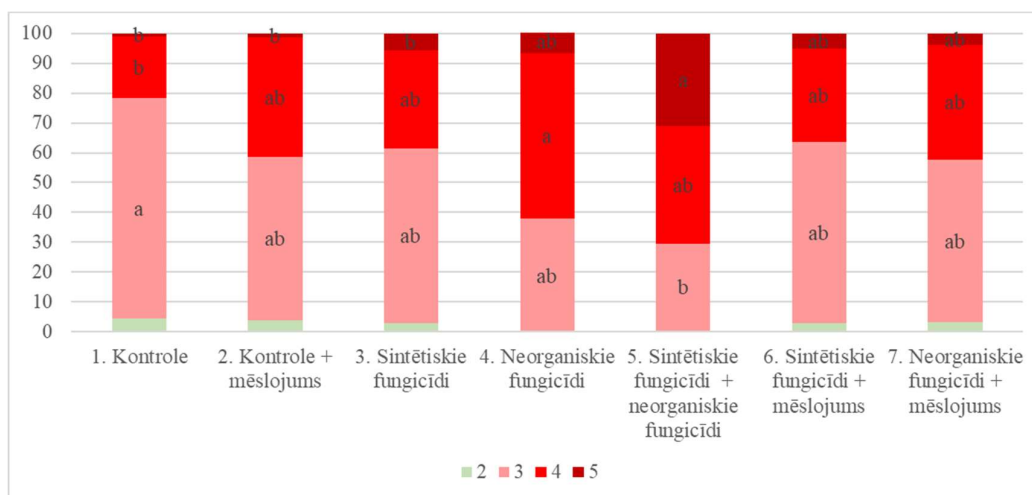
4.16. att. Pa kreisi – augļi kontrolē, pa labi – variants, kas apstrādāts ar sintētiskajiem fungicīdiem un mēslojumu.



4.17. att. Ābeļu kraupja izplatība un attīstība ražā, %.

Izmēģinājumā izmantotajai šķirnei ‘Ligol’ rūsinājuma pazīmes uz augļiem ražas vākšanas laikā vispār netika novērotas. Augļu krāsojums, kuru vērtēja ballēs no 1-5, vidēji 53% augļu tika atzīmēts ar balli 3, 37% ar balli 4, pavisam nedaudz – 3% novērtēti ar 2 un 8% ar 5 ballēm. Augļi ar balli 1, tātad bez virskrāsas, netika uzskaitīti. Starp atsevišķiem variantiem bija statistiski būtiskas atšķirības, piemēram, augļu ar balli 3 būtiski mazāk nekā kontrolē bija variantā, kur tika kombinēti sintētiskie fungicīdi ar neorganiskajiem preparātiem. Savukārt

augļu kategorija ar balli 5 šajā variantā bija būtiski lielāka nekā kontrolē, kontrolē ar mēslojumu un variantā, kur izmantoti tikai sintētiskie fungicīdi. Būtiski lielāka, salīdzinot ar kontroli, kategorija ar balli 4 variantam, kur izmantoti tikai neorganiskie preparāti (skat. 4.18. att.). Viena gada novērojumi nav pietiekami, lai izdarītu secinājumus par pielietoto stratēģiju ietekmi uz augļu krāsojumu, bet 2021. gada sezonā vērojama tendence, ka izteiktāks augļu krāsojums bija variantos, kur izmantoti neorganiskie fungicīdi.



4.18. att. Augļu krāsojuma intensitāte dažādos variantos.

Izmēģinājumā pārbaudīto augu aizsardzības stratēģiju riska indekss un augu aizsardzības līdzekļu atliekvielas augļos

Izstrādājot augu aizsardzības stratēģijas, būtu jāņem vērā izmantoto preparātu potenciālā iedarbība uz apkārtējo vidi. Viens no jaunākajiem, Dānijā ieviestajiem AAL riska rādītājiem ir AAL slodze (PL), kas sastāv no trim apakš rādītājiem: cilvēka veselība, ekotoksikoloģija un kaitīgums videi. Projekta ietvaros tika apgūta metodika riska indikatoru aprēķinam, bet vēl vairākām vielām t.sk. arī tām, kas izmantotas konkrētajā izmēģinājumā, nepieciešami precizējumi. Indikatīvi aprēķini rāda, ka arī neorganiskie preparāti, kas ir atļauti izmantošanai bioloģiskajā lauksaimniecībā, var radīt lielu slodzi videi. Šie preparāti var uzkrāties augsnē, kā arī radīt risku medus bitēm, akūtais kontakta vai orālais toksiskums medus bitēm ir viens no galvenajiem ekotoksikoloģijas rādītājiem AAL slodzes aprēķinā. Liela nozīme ir lietotajām AAL devām, neorganisko preparātu gadījumā tās var būt ļoti lielas, piemēram, sērkaļķa lietošanas atļaujā devas ir 8-24 l/ha. Ņemot vērā izmēģinājuma efektivitātes rezultātus, kā arī potenciālo riska indeksu, labākais variants varētu būt sintētisko fungicīdu kombinēšana ar neorganiskajiem preparātiem.

AAL atliekvielas tika noteiktas ābolu paraugos no 1., 3., 4. un 5. varianta. AAL atliekvielas - kaptānu un tā metabolīts tetrahidroftalimīds tika atrasts visos ražas paraugos, nepārsniedzot Eiropas Savienībā atļauto maksimālo atlieku līmeni, kas ābolos ir salīdzinoši liels – 10 mg/kg. Kaptāna koncentrācija variēja no 0,018 – 0,10 mg/kg, tetrahidroftalimīda koncentrācija bija no 0,009 – 0,05 mg/kg. Variantā, kur izmantoti tikai sintētiskie fungicīdi, kaptānu saturošais fungicīds Scab 80 WG tika lietots trīs reizes, nepārsniedzot atļautās devas

un ievērojot nogaidīšanas laiku. Pēdējais smidzinājums veikts 22. jūlijā, kas ir 78 dienas pirms paraugu ievākšanas.

SECINĀJUMI

1. Izstrādājot riska vērtējuma metodiku un veicot aprēķinus pēc Latvijas lietoto darbīgo vielu sastāva un daudzuma, ir atklātas nepilnības, kas saistītas ar datu ticamību (ja nav pieejami visi raksturojošie parametri darbīgajām vielām) un indikatora linearitāti.
2. Vislielāko ietekmi uz vidi atstāj kultūraugi, kurus audzē lielākās platībās: ziemas kvieši, ziemas rapsis, vasaras rapsis, lauka pupas.
3. No iegūtajiem rezultātiem izriet, ka lauka pupas ir kultūraugs ar vislielāko PAL vērtību starp Latvijā audzētajiem kultūraugiem. Tā kā no lauka pupu sējumos lietotajiem AAL vislielākais īpatsvars ir herbicīdiem, tad būtu iesakāms pastiprināti vērst uzmanību uz herbicīdu lietojuma samazināšanas pasākumiem lauka pupu sējumos, vai arī stratēģiski pārskatīt kultūraugu audzēšanas prioritātes (lauka pupu izmantošana augsekā).
4. Pieaugot pākšaugu platībām (pupas, zirņi u.c.) tālāk pieaugs arī aklonifena lietošana.
5. Līdzīgi alternatīvas ar mazāku slodzi (PAL) vai citas augu aizsardzības metodes – mehāniskā ierobežošana, augu maiņa utt. ir jāmeklē ziemas kviešu un ziemas rapšu sējumos.
6. Turpmāk būtu jāveic vērtējums, izmantojot datus par notirgoto AAL daudzumu pa gadiem.
7. Šajā sezonā lieli nokrišņi parādījās tieši pirms ražas novākšanas, tādēļ ir redzama liela atšķirība starp veldres indeksu kviešu piengatavība (BBCH 73) un ražas novākšanā (BBCH 89) regulatoru izmēģinājumā.
8. No regulatoru izmēģinājuma ražas datiem redzams, ka pie N150 un N180 veldre ir radījusi būtiskus ražas zudumus.
9. Regulatoru izmēģinājumā pie N150 un N180 iezīmējas iespējas vielas ar augstāku toksicitāti -hormekvāthlorīdu (Cycocel) daļēji aizvietot ar vielām ar mazāku toksicitāti- etil-trineksapaku un kalcija proheksadions (Moddus, Medax), saglabājot pietiekoši regulācijas efektu.
10. Visos augšanas regulatoru variantos N120 un N150 uzrādījās tendence uz pozitīvu ietekmi uz ražas kvalitātes parametriem – 1000 graudu masu (TGW), 1 L tilpummasu (HLW) un sēklu gradāciju (Grading, % >2.5 mm).
11. Viszemākā ābeļu kraupja izplatība un attīstība gan uz lapām, gan augļiem bija variantos, kur izmantoti sintētiskie fungicīdi.
12. Variantos, kur izmantoti tikai neorganiskie preparāti vai kombinācijā ar mēslojumu, ābeļu kraupis uz augļiem bija mazāk nekā kontrolē, bet ražā tāpat sasniegts 79,1-76,1% inficēto augļu īpatsvars.
13. Pēc pirmā gada izmēģinājuma rezultātiem var secināt, ka variantā, kur kombinēta sintētisko un neorganisko preparātu izmantošana, slimības ierobežošana bija visefektīvākā. Līdz ar to šī stratēģija jāturpina pārbaudīt arī nākamajā sezonā, jo tā dotu iespēju samazināt sintētisko fungicīdu lietojumu vasaras otrajā pusē.
14. Izmēģinājumā pārliecinājāmies, ka tikai lapu mēslojuma lietojums esošajā kombinācijā nenodrošināja ābeļu kraupja izplatības būtisku samazinājumu, salīdzinot ar kontroli. Tomēr būtiski labāks bija variants, kur kombinēta sintētisko preparātu lietošana un mēslojums, salīdzinot ar variantu, kur izmantoti tikai sintētiskie fungicīdi. Jāturpina meklēt labākus risinājumus augļu kvalitātes uzlabošanai, visdrīzāk kombinācijā ar augu aizsardzības līdzekļiem.

IZMANTOTĀ LITERATŪRA

1. Al-Rawashd Z. (2013). Ability of Mineral Salts and Some Fungicides to Suppress Apple Powdery Mildew Caused by the Fungus *Podosphaera leucotricha*. *Asian J Plant Pathol*, 7, p. 54-9.
2. Antier C., Andersson R., Auskalnienė O., Barić K., Baret P., Besenhofer G., Calha I., Carrola Dos Santos S., De Cauwer B., Chachalis D., Dorner Z., Follak S., Forristal D., Gaskov S., Gonzalez Andujar J. L., Hull R., Jalli H., Kierzek R. & al. (2020). *A survey on the uses of glyphosate in European countries*. [Tiešsaiste]. Pieejams:
3. Arslan U. (2016). Efficacy of Boric Acid, Monopotassium Phosphate and Sodium Metabisulfite on the Control of Apple Scab. *J Phytopathol*, 164, p. 678-85.
4. Bugiani R, Donati G, Capriotti M, et al. (2020). Evaluation of boric acid activity against apple scab (*Venturia inaequalis*) in semi-field and field trials. In: *Giornate Fitopatologiche 2020 Internet Bologna*, 27-36.
5. Cross J. V., Berrie A. M. (2018). Eliminating the Occurrence of Reportable Pesticide Residues in Apples. *Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal*. Vol. X.
6. Eiropas Parlamenta un Padomes Regula (EK) Nr. 1107/2009 (2009. gada 21. oktobris) par augu aizsardzības līdzekļu laišanu tirgū, ar ko atceļ Padomes Direktīvas 79/117/EEK un 91/414/EEK.
7. Eiropas Parlamenta un Padomes Regula (EK) Nr. 1272/2008 (2008. gada 16. decembris) par vielu un maisījumu klasificēšanu, marķēšanu un iepakojšanu un ar ko groza un atceļ Direktīvas 67/548/EEK un 1999/45/EK un groza Regulu (EK) Nr. 1907/2006 (Dokuments attiecas uz EEZ).
8. Komisijas Regula (ES) Nr. 546/2011 (2011. gada 10. jūnijs) par Eiropas Parlamenta un Padomes Regulas (EK) Nr. 1107/2009 īstenošanu attiecībā uz vienotajiem principiem augu aizsardzības līdzekļu novērtēšanai un atļauju piešķiršanai (Dokuments attiecas uz EEZ).
9. Kudsk P., Jørgensen L.N., Ørum J.E. (2018). Pesticide Load—A new Danish pesticide risk indicator with multiple applications. *Land Use Policy*, Vol. 70, p. 384-393.
10. Lewis K., Rainford J., Tzilivakis J., Garthwaite D. (2021). Application of the Danish pesticide load indicator to arable agriculture in the United Kingdom. *Journal of Environmental Quality*, Vol. 50, p. 1110–1122.
11. Möhring N., Kudsk P., Jørgensen L.N., Ørum J.E., Finger R. (2021). An R package to calculate potential environmental and human health risks from pesticide applications using the ‘Pesticide Load’ indicator applied in Denmark. *Computers and Electronics in Agriculture*, Vol. 191, p. 1-3.
12. Palmiter D.H., Hamilton J.M. (1954). *Influence of Certain Nitrogen and Fungicide Applications on Yield and Quality of Apples*.
13. Percival G.C., Haynes I. (2009). The influence of calcium sprays to reduce fungicide inputs against apple scab (*Venturia inaequalis* (Cooke) G. Wint.). *Arboric Urban*, 35, p. 263–270.
14. Stoddard E. M. (1950). Fungicidal synergism between urea and sulfur. *Internet Phytopathology*, 40.
15. Trapman M, Jansonius P.J. (2008). Disease management in organic apple orchards is more than applying the right product at the correct time. In: *Ecofruit Internet Fördergemeinschaft Ökologischer Obstbau eV (FÖKO)*, p. 16–22.

PIELIKUMI

Vielas koncentrācijas gruntsūdeņos aprēķināšana

DT:	If DT50 < 6	DT = $\text{Log}_{10}(\text{DT50}/6)$
	If DT50 > 1500	DT = 3.17609
	Else	DT = $\text{Log}_{10}(\text{DT50} - 5)$
CO:	$\text{Log}_{10}(\text{Koc} + 5)$	
RILP:	If DT50 < 6	RILP = DT * CO
	Else	RILP = DT * (4 - CO)
SCI-GROW:	If Koc > 9995	SCI-GROW = 0.892179121562353 * 0.006
	Else	SCI-GROW = 0.892179121562353 * $10^{(-2.241 + (0.61 * \text{RILP}))}$
DT50 is picked in the order:	Field > Lab > Typical (but is set to 0.01 of the value is 0)	
Koc is picked in the order:	K_{loc} > K_{oc} (but is set to 0.01 of the value is 0)	

From memory I believe 0.892179121562353 was a factor used to account for the fact that the original formulae (being American) were in imperial units.

Apzīmējumi:

DT50 – pussabrukšanas periods augsnē, dienās;

Koc – sadalījuma koeficients, kas mēra vielas pārvietošanos augsnē.