

LATVIJAS LAUKSAIMNIECĪBAS UNIVERSITĀTE  
LAUKSAIMNIECĪBAS FAKULTĀTE  
LAUKKOPĪBAS KATEDRA

LATVIA UNIVERSITY OF AGRICULTURE  
FACULTY OF AGRICULTURE  
DEPARTMENT OF SOIL MANAGEMENT

**HERBICĪDU SAMAZINĀTU DEVU IETEKME UZ  
VASARAS MIEŽU SĒJUMU NEZĀĻAINĪBU UN  
NEZĀĻU NĀKOŠO PAAUDZI**

**EFFECT OF REDUCED HERBICIDE DOSAGES TO  
WEED INFESTATION IN SPRING BARLEY AND  
NEXT GENERATION OF WEEDS**

**JĀNIS KOPMANIS**

**PROMOCIJAS DARBA KOPSAVILKUMS  
SUMMARY OF PH.D. THESIS**

Dr. agr. zinātniskā grāda iegūšanai

**Jelgava 2005**

Darba zinātniskā vadītāja: **LLU docente**  
Scientific supervisor of the thesis: **Dr. agr. Maija Ausmane**

Darba recenzenti: prof., Dr. habil. agr. I. Turka  
Reviewers: Dr. agr. A. Lejiņš  
Dr. agr. L. Zariņa

Disertācijas aizstāvēšana paredzēta Latvijas Lauksaimniecības universitātes Lauksaimniecības nozares Laukkopības apakšnozares promocijas padomes atklātā sēdē 2005. gada 26. augustā plkst. 10.00 LLU 123. auditorijā, Lielā ielā 2, Jelgavā.

The defence of thesis in open session of the Promotion Board of Agriculture will be held on August 26, 2005 at 10.00 AM in room 123, LLU, Liela street 2, Jelgava, Latvia.

Ar zinātnisko darbu var iepazīties LLU fundamentālajā bibliotēkā, Jelgavā, Lielā iela 2.

**Atsauksmes lūdzu sūtīt** Lauksaimniecības zinātņu nozares Laukkopības apakšnozares promocijas padomes sekretārei Dr. agr. Maijai Ausmanei, Lielā iela 2, Jelgava, LV 3001, fakss +371 2027238.

The thesis is available at the Fundamental Library of the Latvia University of Agriculture, Liela street 2, Jelgava

**References are welcome to send:** Dr. agr. Maija Ausmane, the Secretary of the Promotion Board, Latvia University of Agriculture, Liela street 2, Jelgava, LV 3001, Latvia, fax. +371 3027238.

## SATURS / CONTENT

IEVADS.....	4
MATERIĀLI UN METODES .....	6
REZULTĀTI .....	10
Herbicīdu lietošanas efektivitāte samazinātās devās vasaras miežu sējumā ...	10
Balto balandu ( <i>Chenopodium album</i> L.) nākošās paaudzes augu jutības izmaiņas pret lietotajiem herbicīdiem .....	19
Datorprogrammas „PC-P Weeds” pielāgošana Latvijas apstākļiem .....	28
SECINĀJUMI.....	32
Pateicības .....	34
Publikāciju saraksts.....	54
Referāti zinātniskajās konferencēs.....	55
Līdzdalība starptautiskos projektos.....	55

INTRODUCTION .....	35
MATERIALS AND METHODS.....	36
RESULTS .....	39
Efficacy of reduced herbicide dosages in spring barley.....	39
Changes in susceptibility of next generation of <i>Chenopodium album</i> L. to applied herbicides .....	43
Adaptation of the computer decision support system “PC-P Weeds” to Latvia’s conditions.....	49
CONCLUSIONS .....	51
Acknowledgements.....	53

## IEVADS

Ne tikai Latvijā, bet arī mūsu kaimiņvalstīs no visiem augu aizsardzības līdzekļiem visvairāk tiek lietoti herbicīdi. Sējumu piesārņotība ar nezālēm bija, ir un arī turpmākajos gados būs nopietna problēma Latvijas laukos. Latvijā reģistrēto augu aizsardzības līdzekļu sarakstā ir iekļauti vairāk kā 75 herbicīdi, no tiem lietošanai labību sējumos ir reģistrēti vairāk kā 30. Visplašāk pārstāvētās herbicīdu grupas ir sulfonilurīnvielu atvasinājumi un organisko skābju jeb sintētisko augsniņu preparāti. Kaut arī trūkst precīzu datu, taču novērojumi liecina, ka Latvijā graudaugu audzēšanā herbicīdi bieži vien ir vienīgie lietotie augu aizsardzības līdzekļi, tāpēc jo svarīga ir to precīza un agronomiski pamatota pielietošana. Tas attiecas ne tikai uz pašu herbicīdu izvēli no visa plašā Latvijā reģistrēto preparātu klāsta, bet arī uz to lietošanas apstākļu un tehnikas piemērotību kvalitatīvai un precīzai smidzināšanai.

Kā zināms, intensīvā lauksaimniecība ir arī liels vides piesārņotājs. Pārmērīgai pesticīdu lietošanai var būt negatīvas sekas: augsnes un gruntsūdeņu piesārņojums, pesticīdu metabolītu iespējama nonākšana lopbarībā vai pārtikas produktos. Ilgstošas, un atkārtotas pesticīdu lietošanas rezultātā kaitīgajiem organismiem var izveidoties rezistence pret tiem. Pesticīdu lietošanas samazinājums var dot ievērojamu ekonomisku un ekoloģisku efektu lauksaimniecībai, samazinot vides un produkcijas piesārņojuma risku un iegūstot veselīgāku produkciju ar lētāku pašizmaksu.

Rietumeiropā notiek pakāpeniska pesticīdu, tai skaitā herbicīdu, lietošanas samazināšana. Latvija kā Eiropas Savienības dalībvalsts noteikti saskarsies ar šīm tendencēm, taču statistikas dati liek domāt, ka pesticīdu lietošanas apjoms Latvijā tikai pieaugs, jo 2001. gadā ar augu aizsardzības līdzekļiem ir apstrādāti tikai 14.4 % no visas lauksaimniecībā izmantojamās zemes platības (Latvijas 2001. gada lauksaimniecības skaitīšanas rezultāti, 2003).

Samazināt pesticīdu lietošanu var dažādos veidos, piemēram, samazināt to lietotās devas vai atsakoties no pesticīdu lietošanas vispār, pārejot uz bioloģisko saimniekošanu. Iepazīstoties ar dažādu valstu zinātnieku pētījumiem var secināt, ka ne vienmēr ir nepieciešams lietot pilnu rekomendēto herbicīda devu, bieži pietiek arī ar mazāku. Bez tam herbicīdu lietošanas mērķis nav panākt, lai sējums ir pilnīgi brīvs no nezālēm vai arī iznīcināt nezāles kā sugu, bet gan ierobežot sējumu nezāļainību tādā līmenī, kas netraucē augstu un kvalitatīvu ražu ieguvei. Tomēr, lietojot herbicīdus samazinātās devās, var novērot, ka atsevišķas nezāles izdzīvo un vēlāk ražo sēklas. Neskaidrs ir jautājums, vai šo nezāļu nākošajai paaudzei, kura izaug no šīm izbirušajām sēklām, neizmainās jutība pret herbicīdiem, kas laika gaitā var novest līdz rezistentiem augiem. Tādējādi, cenšoties iegūt ekonomisku un ekoloģisku labumu no herbicīdu devu

samazināšanas, rodas jautājums, vai mēs neradām savos laukos daudz lielākas problēmas – pret herbicīdiem nejutīgas vai mazjutīgas nezāļu populācijas. Uz šo jautājumu atbildi literatūrā nav izdevies atrast, taču ir ļoti daudz pētījumu un rezultātu apkopojumu par jau izveidojušām nezāļu rezistentām populācijām.

### **Darba mērķis:**

Skaidrot herbicīdu lietošanas iespējas samazinātās devās vasaras miežu sējumos, to ietekmi uz sējumu nezāļainību, nezāļu nākošās paaudzes jutības izmaiņām un graudu ražu un sniegt rekomendācijas herbicīdu lietošanas optimizēšanai.

### **Darba uzdevumi:**

1. Veikt herbicīdu samazinātu devu efektivitātes pētījumus pret nezāļainību vasaras miežu sējumos lauka apstākļos un graudu ražas izmaiņām;
2. Veikt datorprogrammas „PC-P Weeds” pielāgošanu un efektivitātes novērtēšanu Latvijas apstākļiem;
3. Pētīt balto balandu (*Chenopodium album* L.) nākošās paaudzes augu potenciālas jutības izmaiņas herbicīdu samazinātu devu lietošanas gadījumā.

### **Pētījuma novitāte:**

1. Skaidrota herbicīdu efektivitāte, lietojot tos samazinātās devās vasaras miežos;
2. Izveidots un pārbaudīts Latvijas prototips datorprogrammai „PC-P Weeds” herbicīdu lietošanas optimizēšanai;
3. Noteikts herbicīdu devu lielums, kāds būtu jālieto veģetācijas trauku izmēģinājumā, lai pētītu dažādu augu paraugu jutību pret herbicīdiem, kā modeļaugu izmantojot balto balandu.

Pētījuma rezultāti atspoguļoti 13 publikācijās gan zinātniskos, gan arī populārzinātniskos izdevumos.

Par izmēģinājumu rezultātiem ziņots starptautiskajā zinātniskajā konferencē “Epidemiology facets of harmful organisms in cropping systems” (2004. g., Jelgava), LLU Starptautiskajā Doktorantu zinātniskajā konferencē “Research for rural development 2003” (2003. g., Jelgava), un 7. Eiropas Herbalogu savienības organizētajā Vidusjūras valstu simpozijā (2003. g., Adana, Turcija).

## MATERIĀLI UN METODES

Lauka izmēģinājumi veikti no 2001. līdz 2004. gadam LLU MPS „Vecauce”. Katrā izmēģinājuma gadā tie iekārtoti citā laukā, izņemot 2003. un 2004. gadu, kad izmēģinājumi ierīkoti viena lauka atšķirīgās daļās, Izmēģinājuma lauku augsnes bija ar vidēji augstu iekultivētības pakāpi, granulometriskais sastāvs – mālsmilts - smilšmāls,  $pH_{KCl}$  6.8-7.2, kālija saturs (K) 77-198  $mg\ kg^{-1}$ , fosfora saturs (P) 85-253  $mg\ kg^{-1}$ , trūdvielu saturs 19-31  $g\ kg^{-1}$ . Izmēģinājuma varianti iekārtoti 4 atkārtojumos, lauciņu lielums 25  $m^2$ . Izmēģinājumā sēti vasaras mieži ‘Ansis’ ar izsējas normu 400 dīgstošas sēklas uz kvadrātmetru. Lietots sertificēts, kodināts bāzes sēklas materiāls. Priekšaugi 2001. gadā bija ķimenes, 2002. un 2004. gadā – kukurūza, bet 2003. gadā – kartupeļi. Veikta tradicionāla augsnes apstrāde: rudens arums un pirmssējas augsnes apstrāde ar „Amazone” frēzi KG – 452, (izņemot 2001. gadā, kad papildus pirms frēžēšanas veikta arī pirmssējas kultivēšana). Vasaras mieži sēti ar izmēģinājumu sējmašīnu „Hege – 80”.

1. tabula / Table 1

**Vasaras miežu sējumā lietotie herbicīdi un to devas**  
**Herbicides and their dosages used in the trial**

Herbicīds / Herbicide	Deva / Dosage		
	1/1	1/2	1/4
granstars / tribenuron-methyl 750 $g\ kg^{-1}$	15 $g\ ha^{-1}$	7.5 $g\ ha^{-1}$	3.75 $g\ ha^{-1}$
grodīls / amidosulfuron 750 $g\ kg^{-1}$	40 $g\ ha^{-1}$	20 $g\ ha^{-1}$	10 $g\ ha^{-1}$
lintūrs / dicamba 659 $g\ kg^{-1}$ + triasulfuron 41 $g\ kg^{-1}$	150 $g\ ha^{-1}$	75 $g\ ha^{-1}$	37.5 $g\ ha^{-1}$
MCPA 750 / MCPA 750 $g\ L^{-1}$	2 $L\ ha^{-1}$	1 $L\ ha^{-1}$	0.5 $L\ ha^{-1}$
duplozāns super / dichlorprop-P 310 $g\ L^{-1}$ + mecoprop-P 130 $g\ L^{-1}$ + MCPA 160 $g\ L^{-1}$	2 $L\ ha^{-1}$	1 $L\ ha^{-1}$	0.5 $L\ ha^{-1}$
starane 180 / fluroxypyr 180 $g\ L^{-1}$	700 $ml\ ha^{-1}$	350 $ml\ ha^{-1}$	175 $ml\ ha^{-1}$

Minerālmēsli lietoti pirms sējas. To devas aprēķinātas LLKC, izmantojot datorprogrammu „Mēslošanas plānošana 3.4” (autoru kolektīvs Ainārs Keišs, Maira Dzelzskalēja, Māris Narvils; © LLKC un SIA Zemgales IT centrs, 1999) un

augšņu analīžu rezultātus. Minerālmēslu devas rēķinātas 6 t ha<sup>-1</sup> lielas ražas ieguvei.

Sakarā ar lielo laputu invāziju 2002. gadā lietots insekticīds fastaks (alfacipermetrīns) 0.15 L ha<sup>-1</sup> lielā devā. Ne fungicīdi, ne retardanti izmēģinājumā nav lietoti. Raža novākta ar izmēģinājumu kombainu „Hege – 140”.

Herbicīdu izsmidzināšana veikta vasaras miežu cerošanas fāzē – 21. līdz 29. attīstības etaps pēc Zadoks skalas. Smidzināts ar muguras smidzinātāju „Hardi K-15”, izmantojot plakanstrūklas sprauslas, darba šķidruma patēriņu 250 L ha<sup>-1</sup> un spiedienu 200 kPa.

Izmēģinājumā no 2001. līdz 2003. gadam izmantoti seši herbicīdi trīs devās: pilna rekomendētā deva, puse un ceturtda daļa no pilnās rekomendētās devas (turpmāk 1/1; 1/2; 1/4) (1. tab.). Kontrole – bez herbicīdu lietošanas. Visos herbicīda granstars lietošanas variantos pievienota virsmas aktīvā viela, devā 50 ml uz 100 litriem ūdens.

Latvijas datorprogrammas „PC-P Weeds” prototips, balstoties tikai uz Latvijā lauka izmēģinājumos iegūtiem datiem, izveidots 2002. gada sākumā (autors J. Kopmanis) par pamatu ņemot Dānijas lēmumatbalsta sistēmas programmu. Tika izveidoti trīs programmas prototipi ar atšķirīgu nezāļu ierobežošanas mērķa efektivitāti – augstu, vidēju un zemu (varianti attiecīgi PC-P High, PC-P Medium un PC-P Low). Modelis ar vidēju mērķa efektivitāti ir stipri tuvināts Dānijas modelim. Pārējie prototipi izveidoti vēlamo nezāļu ierobežošanas līmeni jeb mērķa efektivitāti katrai nezāļu sugai attiecīgi paaugstinot vai pazeminot par 5 – 10 %. Katru gadu veikta programmas datu bāzu papildināšana ar iepriekšējā sezonā iegūtajiem rezultātiem un nepieciešamības gadījumā veikta parametru koriģēšana. Prototipā pašlaik ir iekļauti 6 herbicīdi (granstars, grodils, lintūrs, MCPA 750, duplozāns super un starane 180) un 45 nezāļu sugas. Programma tiek pārbaudīta tikai vasaras miežos, līdz ar to tās darbības apjoms pagaidām ir visai ierobežots.

No 2002. līdz 2004. gadam izmēģinājumā pārbaudītas nezāļu ierobežošanas optimizēšanas datorprogrammas „PC-P Weeds” visi trīs prototipi. Izmēģinājumā lietots šo datorprogrammu pirmais ieteikums, kurš ir arī lētākais smidzināšanas variants ar uzstādīto mērķa efektivitāti attiecīgajai nezāļainības situācijai.

Nezāļu uzskaites veiktas 0.25 m<sup>2</sup> lielā uzskaites rāmītī trīs vietās katrā lauciņā. Pirmā uzskaite veikta pirms smidzināšanas, otrā uzskaite – sestajā nedēļā pēc smidzināšanas, trešā uzskaite – pirms ražas novākšanas. Pirmajā un trešajā uzskaites reizē tas darīts pēc skaita metodes, bet otrajā reizē pēc skaita un masas metodes. Pirmās uzskaites rezultāti no datorprogrammas pārbaudes lauciņiem ievadīti attiecīgajos programmas prototipos lietojamā herbicīda un tā devas

aprēķināšanai. Veģetācijas perioda laikā veikti fenoloģiskie novērojumi un vērtēta veldres izturība pirms ražas novākšanas.

Pirms ražas novākšanas no pirmo divu nezāļu uzskaišu vietām 0.1 m<sup>2</sup> lielā platībā paņemti vasaras miežu paraugkūļi ražu veidojošo struktūrelementu noteikšanai. Noteikti šādi rādītāji: produktīvo un neproduktīvo stiebru skaits uz m<sup>2</sup>, vienas vārpas graudu masa un graudu skaits vārpā. Ražas novākšanas laikā paņemts 1 kg liels graudu paraugs šādu rādītāju noteikšanai: tīrība, tilpummasa, 1000 graudu masa, 1000 sēklu masa, izlīdzinātība, sēklas iznākums. Doto rādītāju noteikšanai izmantotas Latvijā standartizētās metodes.

Veģetācijas trauku izmēģinājumi veikti 3 sērijās Dānijas Lauksaimniecības zinātņu institūta pētniecības centrā Flakkebjerg 2002. – 2004. gadā. Izmēģinājumos izmantotas iepriekšējā veģetācijas sezonā ievāktās baltās balandas (*Chenopodium album* L.) sēklas no iepriekš aprakstītā lauka izmēģinājuma dažādo herbicīdu un to devu lietošanas variantiem neilgi pirms vasaras miežu ražas novākšanas, tāpēc par šo sēklu paraugu nosaukumu turpmāk tiek ņemts varianta nosaukums, no kura tie ievākti. Tās diedzētas veģetācijas traukos un augi apstrādāti ar to pašu herbicīdu, no kura lietošanas lauciņiem sēklas ievāktas. Kontrolei izmantots balandu sēklu materiāls no vietas, kur vismaz 20 gadus herbicīdi nav lietoti (turpmāk „Kontrole”). Arī šīs sēklas ievāktas katru gadu un veģetācijas trauku izmēģinājumā vienlaicīgi lietots tikai vienā un tai pašā veģetācijas sezonā ievāktais sēklu materiāls.

2002. gadā izmēģinājums iekārtots laboratorijas (siltumnīcas) apstākļos. Veģetācijas trauka lielums 1 litrs, substrāts – tīrums augsne (mālsmilts, trūdvielu saturs 11 g kg<sup>-1</sup>, augsnes reakcija pH<sub>KCl</sub> 7.2). 2003. un 2004. gadā izmēģinājums veikts daļēja lauka apstākļos (uz speciāliem, nepieciešamības gadījumā pārsedzamiem galdiem). Veģetācijas trauka lielums 2 litri. Kā substrāts izmantots augsnes, smilts un kūdras maisījums attiecībā 2 : 1 : 1. Baltās balandas sētas 10 noteiktās vietās vienā veģetācijas traukā, izmantojot speciālu šablonu. Pirms smidzināšanas katrā veģetācijas traukā atstātas trīs (2002. g.) vai četras baltās balandas (2003. un 2004. g.). Smidzināšana veikta balto balandu 2 – 4 īsto lapu stadijā ar laboratorijas smidzināšanas iekārtu, izmantojot Hardi ISO F-02-110 plakanstrūklas sprauslas, darba šķidruma patēriņu 148 - 166 L ha<sup>-1</sup>, spiedienu 300 kPa un darba ātrumu 5.5 km h<sup>-1</sup>. 2-3 nedēļas pēc smidzināšanas noteikta nezāļu zaļā masa no veģetācijas trauka. Pēc tam augi izkaltēti un noteikta to gaissausā masa.

Veģetācijas trauku izmēģinājumā lietotās herbicīdu devas izvēlētas saskaņā ar iepriekš Dānijā veikto pētījumu rezultātiem par dažādu nezāļu sugu jutību pret herbicīdiem, kā arī daņu speciālistu pieredzi par atšķirībām starp lauka un veģetācijas trauku izmēģinājumos lietoto devu efektu. Tomēr pētījuma gaitā lietotās devas koriģētas un tikai 2004. gada pētījumā (izņēmums – 2003. gada



pētījumā duplozānam super) tās var uzskatīt par optimālām: granstaram pilnā deva 0.67 g ha<sup>-1</sup>, lintūram 85.7 g ha<sup>-1</sup>, grodilam 53.3 g ha<sup>-1</sup>, starane 180 2 L ha<sup>-1</sup> un duplozānam super 1 L ha<sup>-1</sup>.

Meteoroloģiskie apstākļi pa pētījuma gadiem bija visai atšķirīgi. 2001. gadā pavasaris iestājās salīdzinoši vēlu. Jūnijs bija vēss un mitrs, bet tā trešajā dekādē iestājās karsts un nokrišņiem bagāts laiks. Nokrišņu daudzums jūnijā vairāk kā trīs reizes pārsniedza ilggadīgo novērojumu datus. Viss jūlija mēnesis bija ļoti karsts, kā arī nokrišņiem bagāts, kas veicināja vasaras miežu veldrēšanos. 2002. gadā pavasaris iestājās ļoti agri, savlaicīgi varēja veikt sēju, taču piemērotie meteoroloģiskie apstākļi veicināja arī masveida nezāļu dīgšanu. Nelabvēlīgu laika apstākļu rezultātā smidzināšana tika nedaudz novēlota. Sākot ar jūliju iestājās ļoti karsts un augustā arī ļoti sauss laiks. Abos šajos mēnešos vidējā gaisa temperatūra ievērojami pārsniedza normu Tomēr, sakarā ar intensīvām lietussgāzēm, nokrišņu summa jūlijā bija liela, piemēram, 11. 07. 2002. nolija gandrīz mēneša norma. Toties augustā nokrišņi vispār netika reģistrēti. 2003. gadā, līdzīgi kā 2001. gadā, sēju varēja veikt salīdzinoši vēlu. Augi sākotnējās attīstības fāzēs cieta no mitruma trūkuma, ko izraisīja ļoti sauss 2002. gada rudens un nepietiekošais nokrišņu daudzums 2003. gada pavasarī. Jūlija beigās un augusta sākumā iestājās īpaši karsts un sauss laiks – jūlija pēdējās dekādes vidējā gaisa temperatūra bija 22.2 °C, kas veicināja miežu strauju nogatavošanos. Mieži tika novākti savlaicīgi un augusta otrajā pusē uznākušās lietussgāzes tos neietekmēja. 2004. gadā veģetācijas periods atjaunojās aprīļa sākumā un mieži tika iesēti mēneša vidū. Kaut arī pavasara sākums bija salīdzinoši agrs, tas bija vēss un sauss – aprīlī nolija aptuveni 10 mm nokrišņu, kas ir tikai 24 % no normas. Arī turpmākais periods raksturojās ar temperatūrām, kas bija zemākas kā ilggadīgi novērots. Maija mēnesī salnas kopumā tika novērotas 10 dienas, bet pēdējā salna bija 10. 06. Vēso laiku pavadīja palielināts nokrišņu daudzums. Tikai augusts un septembris bija siltāki kā ilggadīgi novērots.

Lauka izmēģinājumos iegūto datu matemātiskā apstrāde veikta ar dispersijas, korelācijas un regresijas analīzēm, datu būtiskuma vērtēšanai izmantojot Fišera kritēriju. Veģetācijas trauku izmēģinājumos iegūtie dati vispirms transformēti uz to relatīvām vērtībām – masa kontrolē bez herbicīdu lietošanas tiek pieņemta par 100. Rezultāti apstrādāti ar dispersijas un regresijas analīzi. Veikta gan lineārās, gan nelineārās regresijas analīze. Augu masas izmaiņas atkarībā no lietotās herbicīda devas rēķinātas, izmantojot formulu 1.

$$U = \frac{D - C}{1 + \exp(-2(a + b \log(z)))} + C \quad , \quad (1)$$

kur: U – auga masa,  
z – herbicīda deva,

D – līknes augšējā robeža, kas ir tuva dabiski augoša auga lielumam,  
 C – apakšējā robeža, jeb auga reakcija pie ļoti lielu herbicīdu devu lietošanas,  
 a – parametrs, kas raksturo līknes horizontālo atrašanos koordinātu sistēmā,  
 b – parametrs, kas raksturo līknes slīpumu vidū starp augšējo un apakšējo robežu jeb liekšanās punktā, kas ir arī ED<sub>50</sub> punkts. Jo lielāka negatīva b vērtība, jo līkne būs stāvāka.

Aprēķini veikti, izmantojot gan paralēlo, gan arī neparalēlo līkņu modeli. Paralēlo devu-efekta līkņu pieņēmuma gadījumā 1. formulas D, C un b parametri tiek lietoti identiski visiem augu paraugiem, kas apstrādāti ar vienu herbicīdu, bet neparalēlo līkņu modelī tie var mainīties. Datu atbilstība iegūtajiem modeļiem vērtēta, izmantojot piemērotības pārbaudes F-testu (formula 2).

$$F = \frac{\left( SS_e^{II} - SS_e^I \right) / \left( DF_e^{II} - DF_e^I \right)}{SS_e^I / DF_e^I}, \quad (2)$$

kur:  $SS_e^{II}$  un  $SS_e^I$  – atlikuma kvadrātu summa attiecīgi otrajam vai pirmajam modelim,

$DF_e^{II}$  un  $DF_e^I$  – atlikuma brīvības pakāpju skaits otrajam vai pirmajam modelim,

F – faktiskais Fišera kritērijs, kurš pēc tam tiek salīdzināts ar teorētisko Fišera kritēriju no tabulām. Ja, piemēram, lineāro sakarību analīzi attiecina pret nelineāro un faktiskais Fišera kritērijs tiek iegūts mazāks par teorētisko, tad par atbilstošāko datu aprakstīšanai ir jāpieņem nelineāro sakarību analīze. Respektīvi, secinājumi tiek izdarīti izejot no tā, kurš analīzes modelis, pret kuru tiek attiecināts.

No iegūtajiem datiem konstruētas devu-efekta līknes, izmantojot Dānijā sagatavotu matricu.

## REZULTĀTI

### Herbicīdu lietošanas efektivitāte samazinātās devās vasaras miežu sējumā

2001. gadā sējumu piesārņotība ar nezālēm bija vidēja – 41.5 līdz 70.6 augi uz kvadrātmetru. Laika apstākļi bija piemēroti vasaras miežu cerošanai, kā rezultātā sējuma zelmenis izveidojās biezs, ar labu konkurētspēju ar nezālēm. Bez tam šajā gadā tika novērota visai augsta vasaras miežu laukdīdzība – vidēji 89.8 %. Kaut arī kopumā tika konstatētas 34 nezāļu sugas, tikai 7 no tām bija

sastopamas vairāk kā viens īpatnis uz kvadrātmtru. Kā izplatītākās nezāļu sugas tika konstatētas baltā balanda (*Chenopodium album* L.) – 37.7 % no visa nezāļu kopskaita, sīkā nātre (*Urtica urens* L.) – 25.2 %, tūruma naudulis (*Thlaspi arvense* L.) – 14.6 % un tūruma veronika (*Veronica arvensis* L.) – 6.1 %. Aptuveni 60 % no visām nezālēm smidzināšanas brīdī bija 2 – 4 īsto lapu stadijā.

2002. gada pavasarī agri iestājās labvēlīgs laiks sējas darbu veikšanai. Labvēlīgie klimatiskie apstākļi veicināja arī masveida nezāļu dīgšanu, toties vasaras miežu laukdīdzība bija vājāka kā tas tika novērots 2001. gadā – tikai vidēji 60.5 %. Pirmajā nezāļu uzskaites reizē (15. – 16. 05. 2002.) tika konstatētas 268.8 līdz 512.0 nezāles uz m<sup>2</sup>. Pēc skaita dominējošā suga sējumā bija tūruma vijolīte (*Viola arvensis* (L.) Murr.) – 54 % no nezāļu kopskaita. Liela sastopamība sējumā bija arī sārtajām panātrēm (*Lamium purpureum* L.) – 11.4 %, parastajām virzām (*Stellaria media* (L.) Vill.) – 10.9 %, baltajām balandām – 7.3 % un tūruma nauduljiem – 4.2 %. Vairāk kā 50 % nezāļu smidzināšanas brīdī bija 2 – 4 īsto lapu stadijā, kaut gan daudzas nezāles, it īpaši baltās balandas, tūruma naudula un parastās virzas īpatņi bija sastopami arī vēlākās attīstības stadijās. Arī daudzām usnēm (*Cirsium spp.*) 2002. gadā šajā laikā jau bija izveidojusies lapu rozete. Kopumā pirms smidzināšanas tika novērotas 35 nezāļu sugas un 12 no tām bija sastopamas vairāk par 1 gab. m<sup>2</sup>, bet 7 – vairāk kā 10 gab. m<sup>2</sup>.

2003. gadā, līdzīgi kā 2002. gadā, sējumā pēc skaita dominēja tūruma vijolītes – 68.6 % no nezāļu kopskaita. Daudz bija sastopamas arī baltās balandas – 15.9 % un sārtās panātres – 7.4 %. Kopējā sējuma nezāļainība bija nedaudz mazāka kā 2002. gadā – 144.0 līdz 238.1 nezāle uz m<sup>2</sup>. Toties gandrīz 70 % nezāļu smidzināšanas brīdī atradās dīgļlapu attīstības fāzē, tātad smidzināšana tika veikta vispiemērotākajā brīdī. Kopumā pirms smidzināšanas tika uzskaitītas 29 nezāļu sugas, no kurām 8 bija sastopamas vairāk kā viens augs uz kvadrātmtru.

Visus trīs pētījuma gadus vidēji vairāk kā viens augs uz kvadrātmtru bija sastopamas trīs nezāļu sugas – baltā balanda, sārtā panātre un tūruma naudulis, bet divus gadus – maura skarene (*Poa annua* L.), dārzu vējgriķis (*Fallopia convolvulus* (L.) A. Löve), parastā virza, tūruma veronika un tūruma vijolīte (vērtējot vidēji pa izmēģinājumu). Tā kā maura skarene pieder pie viendīgļlapju nezālēm un izmantotie herbicīdi nav paredzēti to ierobežošanai, turpmākajā darbā šī nezāļu suga netiks analizēta.

Vērtējot nezāļu skaitu pirms smidzināšanas var secināt, ka izmēģinājuma vietas ir izvēlētas ar izlīdzinātu nezāļainību visā tās platībā. Ar 95 % ticamību var teikt, ka nezāļu skaits starp variantiem pirms smidzināšanas savstarpēji būtiski neatšķiras. Izņēmums ir 2001. gadā, kad tūruma veroniku skaits pirmajā uzskaites reizē herbicīda starane 180 lietošanas variantos bijis būtiski mazāks kā kontrolē.

Pavisam 2001. gadā uzskaitē sestajā nedēļā pēc smidzināšanas tika konstatētas 30 nezāļu sugas, 2002. gadā – 38 sugas, bet 2003. gadā – 24. Pa

gadiem atšķirās arī kopējais nezāļu skaits kontroles, bez herbicīdu lietošanas, variantā. 2001. gadā kopējā sējuma nezāļainība kontrolē bija 55.6 nezāles uz m<sup>2</sup>, 2002. gadā – 441.0, bet 2003. gadā – 298.7.

Nezāļu skaits un zaļā masa sešas nedēļas pēc herbicīdu lietošanas vērtēta atsevišķi pa lietotajiem herbicīdiem un nezāļu sugām, aprēķinos izmantojot tikai to nezāļu sugu datus, kuru blīvums pirms smidzināšanas bija vismaz 1 augs uz m<sup>2</sup>. Tā kā pētījumā izmantoti preparāti no dažādām ķīmiskām grupām un ar vienu vai vairākām darbīgām vielām to sastāvā, turpmākā analīze tiks izvēsta atsevišķi pa katru preparātu.

**Metil-tribenurons (granstars).** Viens no izmēģinājumā lietotajiem herbicīdiem ar plašāko iedarbības spektru bija granstars, kurš pieder pie sulfonilurīnvielu atvasinājumiem. Visaugstāko efektivitāti tas ir uzrādījis pret parasto virzu – visas lietotās devas panākušas 100 % parasto virzu ierobežošanu gan 2001., gan 2003. gadā. Taču 2002. gadā tikai variantā ar granstara 1/2 devas lietošanu parasto virzu zaļā masa bija 0.4 g m<sup>-2</sup>. Ļoti augstu efektivitāti granstars ir uzrādījis arī pret tīruma nauduljiem.

2. tabula / Table 2

**Herbicīda granstars efektivitāte pret atsevišķām nezāļu sugām**

(LLU MPS „Vecauce”, 2001. – 2003. g.)

**Efficacy of tribenuron-methyl against some weed species,  
LLU RSF “Vecauce”, 2001-2003**

Nezāļu sugas / Weed species	Deva / Dosage		
	1/1	1/2	1/4
Baltā balanda / <i>Chenopodium album</i> L.	xxxx	xxxx	xxx
Sārtā panātre / <i>Lamium purpureum</i> L.	xxx	xx	xx
Parastā virza * / <i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	xxxx	xxxx	xxxx
Tīruma naudulis / <i>Thlaspi arvense</i> L.	xxxx	xxxx	xxxx
Tīruma veronika ** / <i>Veronica arvensis</i> L.	xxxx	xxx	xxx
Tīruma vijolīte * / <i>Viola arvensis</i> (L.) Murr.	xxx	xx	xx

Ierobežošanas efektivitāte / Control: xxx – 85-100 %;  
 xxx – 60-85 %;  
 xx – 30-60 %;  
 x – mazāk kā 30 % / less than 30 %

\* - divu gadu dati (2002. – 2003.) / two years, 2002-2003

\*\* - divu gadu dati (2001. un 2003.) / two years, 2001 and 2003

Kopumā no trīs izmēģinājumu gadu datiem var secināt, ka herbicīdu granstars pret parastajām virzām un tīruma nauduļiem varētu lietot arī samazinātā devā līdz 1/4 no pilnās rekomendētās devas (2. tab.). Šādā devā granstaru var lietot arī pret baltajām balandām un tīruma veronikām, ja nezāles ir agrīnā attīstības stadijā. Sārto panātru un tīruma vijolišu ierobežošanai lietotās granstara devas samazināt nebūtu vēlams.

**Amidosulfurons (grodils).** Grodils arī pieder pie sulfonilurīnvielu atvasinājumiem, taču tā lietošanas variantos būtiski atšķirīgs nezāļu skaits vai to zaļā masa konstatēta tikai dažos gadījumos. 2002. un 2003. gadā tas konstatēts tīruma nauduļiem. 2003. gadā šī nezāle sešas nedēļas pēc grodila smidzināšanas vispār nebija sastopama. 2002. gada rezultātu analīze parāda būtiskas atšķirības vēl dažu nezāļu sugu zaļās masas datiem. Visos grodila lietošanas variantos ganu plikstiņu (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Med.), balto balandu un parasto virzu zaļā masa ir būtiski mazāka kā kontrolē. Ja ganu plikstiņiem tā tiešām ir maza (0.5 – 2.4 g m<sup>-2</sup>), tad balto balandu un parasto virzu zaļā masa grodila variantos ir salīdzinoši ļoti liela (28.7 līdz 67 g m<sup>-2</sup>) un statistiski būtiskās (P > 95 %) atšķirības ir izskaidrojamas ar lielo šo nezāļu zaļo masu kontroles variantā.

3. tabula / Table 3

**Herbicīda grodils efektivitāte pret atsevišķām nezāļu sugām  
(LLU MPS „Vecauce”, 2001. – 2003. g.)  
Efficacy of amidosulfuron against some weed species,  
LLU RSF “Vecauce”, 2001-2003**

Nezāļu sugas Weed species	Deva / Dosage		
	1/1	1/2	1/4
Baltā balanda / <i>Chenopodium album</i> L.	xx	xx	xx
Dārzu vējgriķis* / <i>Fallopia convolvulus</i> (L.) A. Löve	xxx	xx	xx
Parastā virza* / <i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	xxx	xxx	xx
Tīruma naudulis / <i>Thlaspi arvense</i> L.	xxxx	xxx	xxx
Tīruma vijolīte* / <i>Viola arvensis</i> (L.) Murr	xx	x	x

Ierobežošanas efektivitāte / Control: xxx – 85-100 %;  
xxx – 60-85 %;  
xx – 30-60 %;  
x – mazāk kā 30 % / less than 30 %

\* - divu gadu dati (2002. – 2003.) / two years, 2002-2003

3. tabulas dati liecina, ka grodils samazinātās devās varētu būt izmantojams pret tīruma nauduļiem. Lietojot grodilu pret parastajām virzām vai

dārzu vāģgrīķiem, tā devu nebūtu vēlams samazināt, taču, ja sējumā pārsvarā ir baltās balandas vai tīruma vijolītes, to ierobežošanai būtu jāizvēlas cits preparāts.

**Triasulfurons + dikamba (lintūrs).** Lintūra sastāvā ietilps divas darbīgās vielas, katra no citas ķīmiskās grupas – sulfonilurīnvielu un organisko skābju atvasinājumi. Kopumā pa izmēģinājuma gadiem var konstatēt, ka lintūrs labi ierobežo parastās virzas un tīruma nauduļus, bet tā pilnas devas lietošana vidēji (60 – 85 % apmērā) ierobežo tīruma vijolītes un baltās balandas (4. tab.).

4. tabula / Table 4

**Herbicīda lintūrs efektivitāte pret atsevišķām nezāļu sugām  
(LLU MPS „Vecauce”, 2001. – 2003. g.)  
Efficacy of dicamba + triasulfuron against some weed species,  
LLU RSF “Vecauce”, 2001-2003**

Nezāļu sugas / Weed species	Deva / Dosage		
	1/1	1/2	1/4
Baltā balanda / <i>Chenopodium album</i> L.	xxx	xx	x
Parastā virza */ <i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	xxxx	xxxx	xxxx
Tīruma nauduļis / <i>Thlaspi arvense</i> L.	xxxx	xxxx	xxx
Tīruma veronika / <i>Veronica arvensis</i> L.	xx	xx	x
Tīruma vijolīte * / <i>Viola arvensis</i> (L.) Murr.	xxx	xx	xx

Ierobežošanas efektivitāte / Control: xxx – 85-100 %;  
xxx – 60-85 %;  
xx – 30-60 %;  
x – mazāk kā 30 % / less than 30 %

\* - divu gadu dati (2002. – 2003.) / two years, 2002-2003

Lintūra lietošanas variantos nevar konstatēt būtiskas atšķirības starp tā devām ne balto balandu skaita, ne zaļās masas samazinājumam, respektīvi – visas lietotās lintūra devas baltās balandas ierobežojušas ar līdzvērtīgu efektivitāti.

**MCPA (MCPA 750).** Viens no visplašāk Latvijā lietotajiem organisko skābju atvasinājumu herbicīdiem ir MCPA 750. Izmēģinājuma rezultāti parāda, ka tā lietošana ir būtiski ietekmējusi vairāku nezāļu sugu skaita un zaļās masas izmaiņas visos trijos izmēģinājuma gados. Ļoti augstu efektivitāti šis herbicīds uzrāda pret baltajām balandām un tīruma nauduļiem. 2001. un 2003. gadā pat mazākā MCPA 750 deva 100 % apmērā ierobežojusi tīruma nauduļus.

MCPA 750 lietošana uzrādījusi augstu efektivitāti arī pret citām nezāļu sugām – sīko nātri, ganu plikstiņu, tūruma veroniku, parasto virzu un tūruma vijolīti.

5. tabula / Table 5

**Herbicīda MCPA 750 efektivitāte pret atsevišķām nezāļu sugām  
(LLU MPS „Vecauce”, 2001. – 2003. g.)  
Efficacy of MCPA against some weed species,  
LLU RSF “Vecauce”, 2001-2003**

Nezāļu sugas / Weed species	Deva / Dosage		
	1/1	1/2	1/4
Baltā balanda / <i>Chenopodium album</i> L.	xxxx	xxxx	xxxx
Sārtā panātre / <i>Lamium purpureum</i> L.	xx	xx	xx
Parastā virza */ <i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	xxxx	xxx	xx
Tūruma naudulis / <i>Thlaspi arvense</i> L.	xxxx	xxxx	xxxx
Tūruma veronika / <i>Veronica arvensis</i> L.	xxx	xxx	xxx
Tūruma vijolīte * / <i>Viola arvensis</i> (L.) Murr.	xxxx	xxx	xx

Ierobežošanas efektivitāte / Control: xxx - 85-100 %;  
 xxx - 60-85 %;  
 xx - 30-60 %;  
 x - mazāk kā 30 % / less than 30 %

\* - divu gadu dati (2002. – 2003.) / two years, 2002-2003

Lietotās herbicīda MCPA 750 devas var samazināt līdz 0.5 L ha<sup>-1</sup>, ja to lieto pret baltajām balandām un tūruma nauduljiem, bet pret parastajām virzām vai tūruma vijolītēm, tā devu nebūtu vēlams samazināt zem 1 L ha<sup>-1</sup>. Situācijā, ja sējumā pēc skaita dominē sārtās panātres, būtu jāizvēlas cits herbicīds (5. tab.).

**Dihlorprops-P + mekoprops-P + MCPA (duplozāns super).** Trīs dažādi organisko skābju atvasinājumi ietilps herbicīda duplozāns super sastāvā. Lietojot šo preparātu ir iegūti līdzīgi rezultāti, kā tas tika novērots ar MCPA 750.

Duplozāns super ir uzrādījis nedaudz vājāku efektivitāti pret baltajām balandām kā MCPA 750, taču tā efektivitāte pret tūruma nauduljiem ir identiska ar herbicīdu MCPA 750. Duplozāns super uzrādījis augstu efektivitāti pret sīkajām nātrēm un ganu plikstiņiem, taču, salīdzinājumā ar MCPA 750, tam ir zemāka efektivitāte pret tūruma vijolītēm, bet augstāka pret tūruma veronikām.

Kopumā var secināt, ka herbicīds duplozāns super samazinātās devās (līdz 1/4 daļai no pilnās devas) būtu izmantojams pret tūruma nauduljiem un baltajām balandām, ja meteoroloģiskie apstākļi ir labvēlīgi tā iedarbībai. Pret

parastajām virzām un tīruma veronikām lietotās duplozāna super devas nevajadzētu samazināt vairāk par pusi no pilnās rekomendētās devas. Ja vasaras miežu sējumos pēc skaita dominē sārtās panātres vai tīruma vijolītes, tad būtu jāizvēlas cits preparāts – duplozāna super efektivitāte pret šīm nezālēm ir zem 70 % līmeņa pat tā pilnas rekomendētās devas lietošanas gadījumā (6. tab.).

6. tabula / Table 6

**Herbicīda duplozāns super efektivitāte pret atsevišķām nezāļu sugām  
(LLU MPS „Vecauce”, 2001. – 2003. g.)**

**Efficacy of dichlorprop-P + mecoprop-P + MCPA against some weed species,  
LLU RSF “Vecauce”, 2001-2003**

Nezāļu sugas / Weed species	Deva / Dosage		
	1/1	1/2	1/4
Baltā balanda / <i>Chenopodium album</i> L.	xxxx	xxxx	xxxx
Sārtā panātre / <i>Lamium purpureum</i> L.	xxx	xxx	xx
Parastā virza */ <i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	xxxx	xxxx	xxx
Tīruma naudulis / <i>Thlaspi arvense</i> L.	xxxx	xxxx	xxxx
Tīruma veronika ** / <i>Veronica arvensis</i> L.	xxxx	xxxx	xxx
Tīruma vijolīte * / <i>Viola arvensis</i> (L.) Murr.	xxx	xx	xx

Ierobežošanas efektivitāte / Control: xxx – 85-100 %;  
 xxx – 60-85 %;  
 xx – 30-60 %;  
 x – mazāk kā 30 % / less than 30 %

\* - divu gadu dati (2002. – 2003.) / two years, 2002-2003

\*\* - divu gadu dati (2001. un 2003.) / two years, 2001 and 2003

**Fluroksipirs (starane 180).** Arī herbicīda starane 180 darbīgā viela pieder pie organisko skābju atvasinājumu grupas. Tā lietošana ir radījusi tikai divu nezāļu sugu skaita un/vai zaļās masas būtiskas ( $P > 95$  %) izmaiņas – tīruma naudulīem un parastajām virzām. No iegūtajiem rezultātiem var secināt, ka šīs ir vienīgās nezāļu sugas, pret kurām lietotās herbicīda starane 180 devas varētu samazināt. Ķeraiņu madara (*Galium aparine* L.), pret kuru iesaka lietot starane 180, ievērojamā skaitā sējumā tika novērota tikai 2002. gadā – vidēji 11.5 augi uz m<sup>2</sup>. Tikai pilna starane 180 deva ķeraiņu madaru bija ierobežojusi ar ļoti augstu efektivitāti – 98 %. Taču pat uz pusi samazināta deva šo nezāļu sugu ierobežot nebija spējusi. Tomēr absolūtus secinājumus no tā nevajadzētu izdarīt, jo šāds gadījums ir novērots tikai vienā izmēģinājumu gadā.



**Vasaras miežu graudu ražas.** Vidējās graudu ražas pirmajos divos izmēģinājuma gados, neskatoties uz atšķirīgiem augšanas apstākļiem, bija prognozētajā līmenī – ap 6 t ha<sup>-1</sup>, turpretim 2003. gadā vasaras miežu graudu ražas pārsniedza prognozēto. Vidēji pa visiem variantiem 2001. gadā raža bija 6.04 t ha<sup>-1</sup>, 2002. gadā – 5.68 t ha<sup>-1</sup>, bet 2003. gadā – 7.62 t ha<sup>-1</sup>. Nevienā gadā, ne arī vidēji pa trīs gadiem ražu starpības starp lietotajām herbicīdu devām nebija būtiskas. Tikai 2002. gadā visu granstara un grodila devu, kā arī lintūra pilnas un pusdevas lietošanas varianti devuši būtisku ražas pieaugumu pret kontroles variantu, bet 2003. gadā – MCPA 750 pilnas un ceturtdaļdevas lietošanas variantos iegūtas būtiski augstākas ražas kā kontrolē bez herbicīdu lietošanas.

Šie rezultāti parāda, ka augsta agrofona apstākļos, tīrumos, nepiesārņotos ar daudzgadīgajām nezālēm, precīzi veicot visus augsnes apstrādes, sējas un sējumu kopšanas darbus, piemērota herbicīda lietošana var dot būtisku ražas pieaugumu tikai īpaši liela īsmūža nezāļu piesārņojuma gadījumā. Liela nozīme šādu rezultātu ieguvei noteikti bija kvalitatīvajam sēklas materiālam un visai augstajai izsējas normai (400 dīgtspējīgas sēklas uz m<sup>2</sup>), kas radīja priekšnosacījumus, lai izveidotos spēcīgs, biezs un ar nezālēm konkurētspējīgs sējuma zelmenis.

7. tabula / Table 7

**Korelatīvās sakarības nezāļu skaitam un zaļajai masai**  
**Correlation between the total number and fresh weight of weeds**

Rādītāji / Indices	Starp nezāļu skaitu un zaļo masu sestajā nedēļā pēc herbicīdu lietošanas / Between the number and fresh weight of weeds on the 6 <sup>th</sup> week after spraying			
	2001	2002	2003	Trijos gados / In three years
$r_{yx}$	0.814	0.879	0.911	0.915
$R^2$ , %	66.3	77.3	83.0	83.7
P, %	99.9	99.9	99.9	99.9
Starp nezāļu skaitu sestajā nedēļā pēc herbicīdu lietošanas un pirms ražas novākšanas / Between the number of weeds on the 6 <sup>th</sup> week after spraying and before harvesting				
$r_{yx}$	0.702	0.573	0.863	0.833
$R^2$ , %	49.3	32.9	74.5	69.4
P, %	99.9	99.0	99.9	99.9
$r_{0.05}$	0.456			0.255

Korelatīvo sakarību analīzē iegūtie rezultāti parāda ciešu lineāru korelāciju starp nezāļu skaitu un to zaļo masu sestajā nedēļā pēc herbicīdu lietošanas, kā arī starp nezāļu skaitu sestajā nedēļā pēc smidzināšanas un pirms ražas novākšanas (7. tab.).

**Korelatīvās sakarības starp vasaras miežu graudu ražu un sējumu  
nezāļainību (2001. – 2003. g.,  $r_{yx}$ )**

**Correlation between spring barley grain yield and total weed infestation,  $r_{yx}$**

Faktori / Factors	Granstars	Grodils	Lintūrs	MCPA 750	Duplozāns super	Starane 180
Kopējais nezāļu skaits sējumā 6. nedēļā pēc smidzināšanas / Number of weeds on the 6 <sup>th</sup> week after spraying	-0.13	-0.03	-0.20	-0.25	-0.47	-0.41
Kopējā nezāļu zaļā masa 6. nedēļā pēc smidzināšanas / Fresh weight of weeds on the 6 <sup>th</sup> week after spraying	-0.40	-0.35	-0.46	-0.41	-0.57	-0.54
Kopējais nezāļu skaits sējumā pirms ražas novākšanas / Number of weeds before harvesting	-0.46	-0.46	-0.57	-0.62	-0.64	-0.62
Balto balandu zaļā masa 6. nedēļā pēc smidzināšanas / Fresh weight of <i>Chenopodium album</i> L. on the 6 <sup>th</sup> week after spraying	-0.27	-0.22	-0.30	-0.21	-0.26	-0.34
Tīruma vijolišu zaļā masa 6. nedēļā pēc smidzināšanas / Fresh weight of <i>Viola arvensis</i> (L.) Murr. on the 6 <sup>th</sup> week after spraying	-0.68*	-0.73*	-0.73*	-0.59*	-0.79*	-0.76*
$r_{0,05} = 0.285$ ; * $r_{0,05} = 0.339$						

\* - divu gadu dati (2002. – 2003.) / two years, 2002-2003

Analizējot korelatīvās sakarības atsevišķi pa lietotajiem herbicīdiem, var konstatēt, ka visai cieša negatīva sakarība visu herbicīdu lietošanas variantos pastāv starp vasaras miežu graudu ražu un kopējo sējumu nezāļainību pirms ražas novākšanas (8. tab.). Vidēji cieša, taču 95 % ticamības līmenī būtiska negatīva sakarība uzrādās arī starp graudu ražu un nezāļu zaļo masu sestajā nedēļā pēc smidzināšanas. Turpretim korelācija starp nezāļu kopējo skaitu sestajā nedēļā pēc smidzināšanas un graudu ražu ir būtiska ( $P > 95\%$ ) tikai divu herbicīdu lietošanas variantos – duplozāna super un starane 180. Tas pierāda, ka nezāļainības

vērtēšanai objektīvākus rezultātus iegūstam pēc nezāļu zaļās masas datiem, jo tiem ir ciešāka sakarība ar kultūraugu ražu.

Analīze tika veikta arī par atsevišķu nezāļu ietekmi uz vasaras miežu graudu ražas izmaiņām. Tika izmantoti baltās balandas dati, jo šī nezāļu suga visos izmēģinājumu gados bija sastopama vismaz 20 augi uz m<sup>2</sup>, kā arī tīruma vijolītes 2002. un 2003. gada dati.

Analizējot atsevišķu nezāļu ietekmi uz vasaras miežu graudu ražas izmaiņām, konstatēts, ka tīruma vijolīšu zaļajai masai ir visciešākā negatīvā sakarība ar vasaras miežu graudu ražu (8. tab.). Turpretim balto balandu zaļajai masai sestajā nedēļā pēc smidzināšanas ir vāja negatīva korelācija ar miežu ražu, kaut arī starane 180 un lintūra lietošanas variantos tā ir būtiska ar 95 % ticamību.

Veicot datu matemātisko apstrādi katram ražas struktūrelementu rādītājam atsevišķi pa lietotajiem herbicīdiem, var secināt, ka rezultāti savstarpēji būtiski atšķiras tikai atsevišķos gadījumos, kuriem loģisku agronomisku pamatojumu atrast nav iespējams, līdz ar to tie jāuzskata par nejausiem.

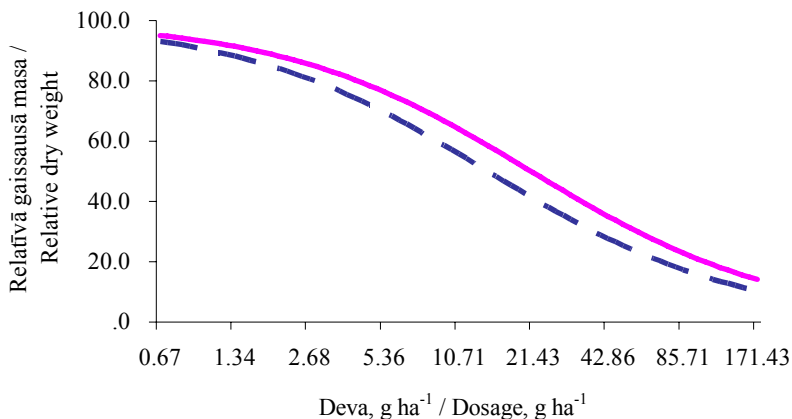
### **Balto balandu (*Chenopodium album* L.) nākošās paaudzes augu jutības izmaiņas pret lietotajiem herbicīdiem**

Katru gadu pirms ražas novākšanas izmēģinājumā ar samazinātu herbicīdu devu lietošanu tika ievāktas balto balandu sēklas. Tā kā izmēģinājuma apstākļi pa gadiem atšķīrās, sēklas no visu herbicīdu lietošanas variantiem nevarēja ievākt katru gadu. Veģetācijas trauku izmēģinājumā iegūto rezultātu analīze tiks izvērstā tāpat kā iepriekš – atsevišķi par katru herbicīdu.

**Lintūrs.** 2002. un 2004. gadā balto balandu sēklu paraugs ievāks tikai no varianta „Lintūrs 1/4”, taču 2003. gadā balto balandu sēklas no lintūra lietošanas variantiem nevarēja ievākt pietiekošā apjomā. Datu matemātisko apstrādi, izmantojot nelineārās regresijas logaritmiskos modeļus, ar 2001. gada datiem nav iespējams veikt, jo lietotās lintūra devas ir izvēlētas par mazām. Tās visas, izņemot dubulto devu kontroles paraugam, ir attiecināmas tikai uz liknes augšējo daļu, jo balto balandu gaissausās masas samazinājums nav bijis lielāks par 50 % pret neapstrādāta parauga masu.

2004. gada izmēģinājumā lietotās lintūra devas tika palielinātas 6 reizes. Rezultātā balto balandu gaissausā masa mainās robežās no 12.24 līdz 1.3 gramiem, respektīvi, tiek aprakstīta to reakcija gan pret zemām lintūra devām, gan arī augstām devām ar gandrīz 90 % efektivitāti un dati ir izmantojami analīzei ar nelineārās regresijas logaritmiskajiem modeļiem. Analīzes gaitā balto balandu masas dati tiek transformēti uz to relatīvām vērtībām – masa kontrolē bez

herbicīdu lietošanas tiek pieņemta par 100. Atsevišķi tiek analizēta gan balto balandu zaļā, gan arī gaissausā masa. Vienlaicīgi tiek veikta gan lineārās regresijas analīze, gan arī nelineārās regresijas paralēlo un neparalēlo modeļu analīze. Rezultāti uzrāda, ka secinājumi neatšķiras, vai analīze tiek veikta ar balto balandu zaļās masas, vai gaissausās masas datiem, tāpēc turpmākā analīze tiks izvēsta par balto balandu gaissauso masu.



1. att. Lintūra iedarbības pret balto balandu devu-efekta līknes 2004. gadā: — - kontrole; - - - paraugs „Linturs 1/4”.

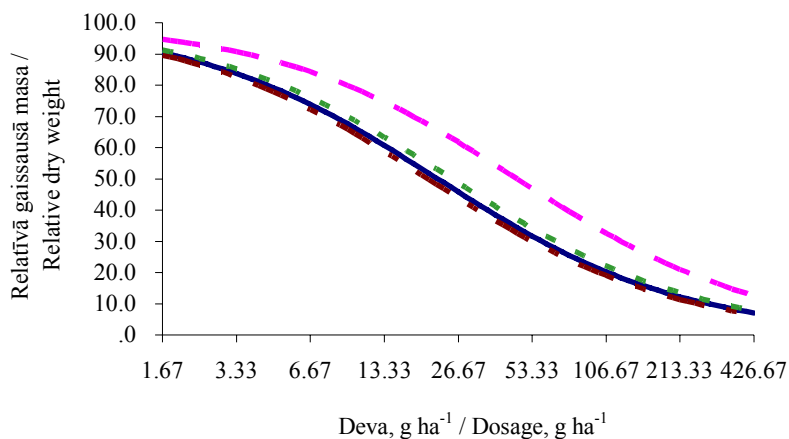
Fig. 1 Dose-response curves explaining the effect of *Chenopodium album* L. to Lintur (dicamba + triasulfuron), 2004: — - control sample; - - - sample “Lintur 1/4”.

Matemātiskās analīzes rezultāti parāda, ka ar augstu ticamību iegūtos datus skaidro lineāra sakarība –  $R^2 = 0.92$ . Taču, veicot modeļu piemērotības pārbaudi, kā precīzāki ir jāpieņem nelineāro sakarību modeļi –  $F_{\text{fakt.}} = 1.70 < F_{0.05} = 1.93$  neparalēlo līkņu modelim un  $F_{\text{fakt.}} = 1.64 < F_{0.05} = 1.92$  paralēlo līkņu modelim. Salīdzinot tos savstarpēji, pārliecinoši atbilstošāks ir paralēlo līkņu nelineārais modelis –  $F_{\text{fakt.}} = 0.37 < F_{0.05} = 4.03$ . Šajā analīzē iegūtie dati ( $ED_{50}$  deva un  $b$  parametrs no formulas 1) tiek izmantoti devu-efekta līkņu konstruēšanai (1. att.).

Vērtējot aprēķinātās lintūra  $ED_{50}$  un  $ED_{90}$  devas pret balto balandu, var secināt, ka tās savstarpēji būtiski neatšķiras ar 95 % ticamību. Līdz ar to var izteikt pieņēmumu, ka lietoto lintūra devu samazināšana līdz 1/4 no pilnas devas būtiski neizmaina balto balandu nākošās paaudzes augu jutību pret to. Tomēr jāņem vērā, ka par pilnībā izdevušos var uzskatīt tikai viena gada izmēģinājumu, kurā tika

lietotas optimālas herbicīda lintūrs devas. Šos lietoto lintūra devu datus var izmantot turpmākos veģetācijas trauku izmēģinājumos kā izejas datus, pētīt lintūra iedarbību pret baltajām balandām vai jutības ziņā tām līdzīgām nezāļu sugām.

**Grodils.** Balto balandu sēklas varēja ievākt no visu grodila devu lietošanas variantiem visos trīs izmēģinājumu gados. Līdzīgi kā variantos ar lintūra lietošanu, 2002. gadā iegūtos rezultātus arī no grodila lietošanas variantiem nevar pakļaut datu apstrādei ar nelineārās regresijas modeļiem, jo herbicīda lietotās devas bijušas par mazām – augstāko devu lietošanas variantos balto balandu gaissausās masas samazinājums panākts tikai 20.4 līdz 43.6 % robežās, līdz ar to trūkst datu par grodila augstāku efektivitāti pret šo nezāli.



2. att. Grodila iedarbības pret balto balandu devu-efekta līknes 2004. gadā: — - kontrole; - - - paraugs „Grodils 1/4”; - - - - paraugs „Grodils 1/2”; ---- - paraugs „Grodils 1/1”.

Fig. 2 Dose-response curves explaining the effect of *Chenopodium album* L. to Grodyl (amidosulfuron), 2004: — - control sample; - - - sample “Grodyl 1/4”; - - - - sample “Grodyl 1/2”; ---- - sample “Grodyl 1/1”.

2003. gada veģetācijas trauku izmēģinājumā lietotās grodila devas galvenokārt bijušas ar vidēju efektivitāti. Arī pēc šajā gadā iegūtajiem rezultātiem ir grūti spriest par devu-efekta līknes apakšējo daļu, kas raksturo augstu herbicīda iedarbības efektivitāti. Paraugiem „Grodils 1/4” un „Grodils 1/1” panākts visai

augsts balto balandu gaissausās masas samazinājums – aptuveni 85 %, turpretim kontroles paraugam un paraugam „Grodils 1/2” tas bijis tikai 55 – 60 % robežās, lietojot lielāko grodila devu (53.3 g ha<sup>-1</sup>). Var secināt, ka triju mazāko lietoto grodila devu gadījumā balto balandu gaissausā masa izmainās pavisam nedaudz salīdzinot ar kontroli. Līdz ar to šie dati tiek izslēgti no turpmākās analīzes. Analīzes gaitā tiek secināts, ka sakarību labāk raksturo nelineārie regresijas modeļi. Savukārt, salīdzinot tos savstarpēji, var secināt, ka piemērotāks sakarību raksturošanai ir nelineārās regresijas neparalēlo līkņu modelis –  $F_{\text{fakt.}} = 2.94 > F_{0.05} = 2.74$ .

Konstruējot devu-efekta līknes var secināt, ka kontroles un „Grodils 1/2” paraugu reakciju pret grodilu raksturojošās līknes ir gandrīz identiskas, tā it kā pārsedz viena otru. Stāvākas ir paraugu „Grodils 1/4” un, it īpaši, „Grodils 1/1” raksturojošās līknes, kas norāda, ka šiem paraugiem reakcija pret grodila tā devu izmaiņu gadījumā mainās straujāk.

Kaut arī 2004. gada veģetācijas trauku izmēģinājumā lielākā lietotā grodila deva tika palielināta 2 reizes, tās lietošanas variantā balto balandu gaissausās masas samazinājums iegūts līdzīgs kā 2003. gada izmēģinājumā – kontroles paraugam un paraugam „Grodils 1/1” vairāk kā 80 % apmērā, paraugam „Grodils 1/2” 75.1 %, bet paraugam „Grodils 1/4” tikai 64.7 %. Veicot datu apstrādi ar regresiju modeļiem un to savstarpējo salīdzināšanu, var secināt, ka, līdzīgi kā 2002. gadā, labāk tos apraksta nelineāro regresiju modeļi. Taču salīdzinot tos savstarpēji, par precīzāko jāatzīst paralēlo līkņu modelis –  $F_{\text{fakt.}} = 0.86 < F_{0.05} = 2.70$ . Šī modeļa aprēķinos iegūtie rezultāti ir izmantoti 2. attēla redzamo līkņu konstruēšanai.

9. tabula / Table 9

**Aprēķinātās grodila ED<sub>50</sub> devas baltajai balandai, g ha<sup>-1</sup>**  
**Calculated ED<sub>50</sub> doses of Grodyl against *Chenopodium album* L., g ha<sup>-1</sup>**

Sēklu paraugs / Seed sample	2003. gads / Year 2003		2004. gads / Year 2004	
	ED <sub>50</sub>	95 % ticamības intervāls / 95 % confidence interval	ED <sub>50</sub>	95 % ticamības intervāls / 95 % confidence interval
Kontrole / Untreated	18.0	1.3 – 34.6	22.0	2.4 – 41.7
Grodils 1/4 / Grodyl 1/4	14.5	5.3 – 23.7	46.1	7.2 – 85.0
Grodils 1/2 / Grodyl 1/2	18.1	2.2 – 34.0	20.0	1.8 – 38.2
Grodils 1/1 / Grodyl 1/1	16.9	8.2 – 25.6	25.0	3.0 – 47.1

Līdzīgi kā 2003. gadā gandrīz identiskas līknes tiek iegūtas kontroles sēklu paraugam un paraugam „Grodils 1/2”. Ļoti līdzīga tām ir arī parauga „Grodils 1/4” devu-efekta līkne. Atšķirīga ir paraugu „Grodils 1/4” raksturojošā līkne, kura ir it kā pārvietojusies pa labi horizontālā virzienā, respektīvi, līdzīgas efektivitātes sasniegšanai kā pārējiem paraugiem, šim paraugam ir nepieciešams lietot lielāku grodila devu (2. att.).

2004. gada izmēģinājumā tāpat kā 2003. gadā starp aprēķinātajām grodila ED<sub>50</sub> un ED<sub>90</sub> devām nav būtisku atšķirību ar 95 % ticamību, tomēr paraugam „Grodils 1/4” aprēķinātā LD<sub>50</sub> ir lielāka kā kontroles un „Grodils 1/2” maksimālā 95 % ticamības intervāla vērtība (9. tab.). Trīs gadu pētījumu rezultāti diemžēl neļauj izdarīt kādus pārliecinošus secinājumus. Var konstatēt, ka balto balandu nākošās paaudzes augiem no platībām, kur lietots herbicīds grodils, ir tendence izmainīt jutīgumu pret lietoto herbicīdu. It īpaši to var novērot 2004. gada izmēģinājumā, kur parādās no mazu grodila devu lietošanas variantiem ievāktu balto balandu nākošās paaudzes augu pieaugoša izturība pret lietoto herbicīdu.

**Starane 180.** Arī no visu starane 180 devu lietošanas variantiem visos trīs izmēģinājumu gados balto balandu sēklas varēja ievākt pietiekošā apjomā.

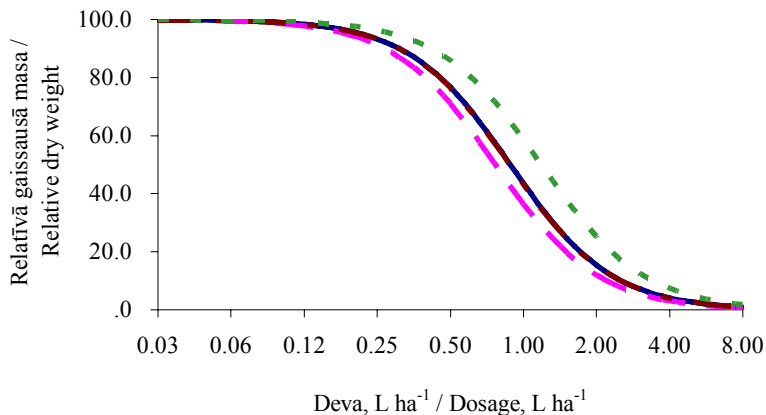
2002. gadā no starane 180 lietošanas variantiem iegūtajiem rezultātiem var secināt, ka lietotās herbicīda devas bijušas par mazu, spriežot identiski kā tas bija aprakstīts par lītūra un grodila lietošanas variantiem. 2003. gada rezultāti parāda, ka joprojām devu lieluma izvēle bijusi nepietiekama. Kaut arī dati atspoguļo starane 180 efektivitāti pret baltajām balandām visai plašā tā devu diapazonā, tomēr trīs mazākās veģetācijas trauku izmēģinājumā lietotās herbicīda devas radījušasniecīgu balto balandu gaissausās masa samazinājumu, tāpēc, līdzīgi kā variantos ar grodila lietošanu, turpmākajā analīzē tās netiks izmantotas.

Datu matemātiskā analīze parāda, ka herbicīda starane 180 ietekmes sakarību uz baltajām balandām labāk raksturo nelineārās regresijas paralēlo līkņu modelis –  $F_{\text{fakt.}} = 1.51 < F_{0.05} = 2.74$ . Jāņem vērā, ka datu apstrādē netika iekļauti trīs zemāko starane 180 devu lietošanas variantos iegūtie dati.

3. attēlā parādītās līknes ir stāvākas kā tas bija grodila lietošanas variantos, jo b parametrs (formula 1) tika aprēķināts -2.4. Praktiski identiskas ir kontroles variantu un paraugu „Starane 180 1/2” raksturojošās līknes. Visvairāk no tām atšķiras parauga „Starane 180 1/1” devu-efekta līkne.

Datu analīzes gaitā arī no 2004. gada veģetācijas trauku izmēģinājuma ar herbicīdu starane 180 tiek iegūti līdzīgi secinājumi kā no 2003. gada izmēģinājuma – rezultātus vislabāk apraksta paralēlo līkņu nelineārās regresijas modelis -  $F_{\text{fakt.}} = 1.01 < F_{0.05} = 2.71$  (balandu gaissausās masas datiem). Salīdzinājumā ar 2003. gada rezultātiem aprēķinātais b parametrs ir mazāks, tikai

-1.33, līdz ar to līknes ir lēzenākas. Visas līknes atrodas ļoti tuvu viena otrai, bet, tāpat kā 2003. gadā, visvairāk pa labi ir novirzīta paraugu „Starane 180 1/1” raksturojošā līkne.



3. att. Starane 180 iedarbības pret balto balandu devu-efekta līknes 2003. gadā: — - kontrole; --- - paraugs „Starane 180 1/4”; - - - - paraugs „Starane 180 1/2”; ---- - paraugs „Starane 180 1/1”.

Fig. 3 Dose-response curves explaining the effect of *Chenopodium album* L. to Starane 180 (fluroxypyr), 2003: — - control sample; --- - sample “Starane 180 1/4”; - - - - sample “Starane 180 1/2”; ---- - sample “Starane 180 1/1”.

Salīdzinot ED<sub>50</sub> devas var konstatēt, ka starp paraugiem „Starane 180 1/1” un „Starane 180 1/4” 2003. gadā pastāv ar 95 % ticamību būtiskas atšķirības – lietojot pilnu herbicīda starane 180 devu, nākošās paaudzes balto balandu augi kļūst izturīgāki pret doto herbicīdu. Tomēr salīdzinājumā ar kontroles augu paraugu atšķirības ar 95 % ticamību nepierādās (10. tab.). 2004. gadā herbicīda starane 180 ED<sub>50</sub> devas pret balandu ir iegūtas augstākas kā 2003. gadā. Rezultāti rāda, ka 2004. gadā starp paraugiem nepastāv būtiskas atšķirības ar 95 % ticamību.

Tā kā 2002. gada veģetācijas trauku izmēģinājumā lietotās herbicīda starane 180 devas bija izvēlētas par mazām, kopīgus secinājumus var izdarīt tikai no divu gadu pētījumiem. Ar 95 % ticamību nevar apgalvot, ka, lietojot herbicīdu starane 180 graudaugu sējumos, balto balandu nākošās paaudzes augu jutība izmainītos pret to, salīdzinājumā ar augiem no platībām, kur herbicīds starane 180



nav lietots. Tomēr parādās tendence pieaugt balto balandu nākošās paaudzes augu izturībai pret starane 180, gadījumos, ja ir lietota tā pilnā deva.

10. tabula / Table 10

**Aprēķinātās starane 180 ED<sub>50</sub> devas baltajai balandai, ml ha<sup>-1</sup>**  
**Calculated ED<sub>50</sub> doses of Starane 180 against *Chenopodium album* L., ml ha<sup>-1</sup>**

Sēklu paraugs / Seed sample	2003. gads / Year 2003		2004. gads / Year 2004	
	ED <sub>50</sub>	95 % ticamības intervāls / 95 % confidence interval	ED <sub>50</sub>	95 % ticamības intervāls / 95 % confidence interval
Kontrole / Untreated	883.6	707.0 – 1060.3	1194.2	230.0 – 2158.4
Starane 180 1/4	766.5	596.1 – 936.9	1327.2	935.7 – 1718.7
Starane 180 1/2	877.1	701.3 – 1052.9	1285.1	987.3 – 1582.8
Starane 180 1/1	1184.7	963.6 – 1405.9	1491.7	1141.5 – 1841.9

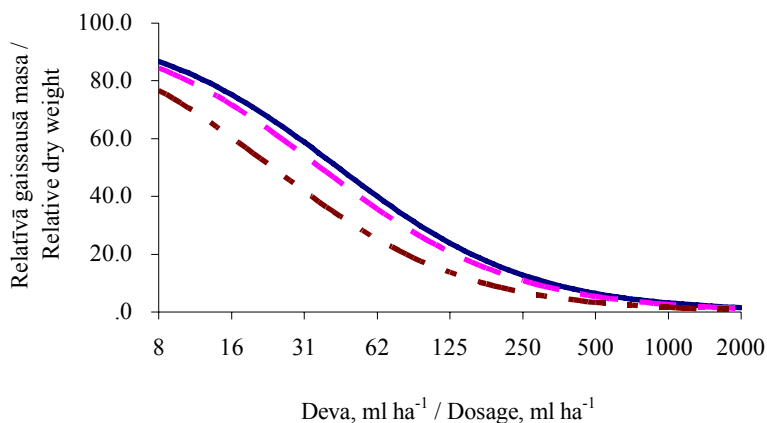
**Granstars.** 2002. gadā balto balandu sēklas no granstara lietošanas variantiem netika ievāktas, jo granstars šo nezāļu sugu bija ierobežojis vairāk kā 80 % apmērā, lietots arī 1/4 devā. 2003. gadā sēklu paraugi tika ievākti no divu granstara devu lietošanas variantiem – pusdevas un ceturtdaļdevas. Taču 2004. gada izmēģinājumam varēja ievākt balto balandu sēklas tikai no mazākās granstara devas lietošanas varianta.

2003. gadā veģetācijas trauku izmēģinājuma rezultāti ar granstaru parāda, ka pat lietojot šī herbicīda devu 1 g ha<sup>-1</sup> baltās balandas gandrīz pilnībā gāja bojā – to zaļā masa no veģetācijas trauka (tātad – 4 augu zaļā masa) nebija lielāka par 1 g. Sakarā ar to, matemātiskajos aprēķinos netiek iekļauti dati par lielākām granstara devām. Tāpat aprēķinos netiek iekļauts c parametrs – herbicīda iedarbības efektivitātes apakšējā robeža, jo rezultāti, lietojot granstaru devās 1 g ha<sup>-1</sup> un lielākās, ir ļoti tuvu nullei. Aprēķinos tas automātiski tiek pieņemts par nulli.

Iespējams, ka sakarā ar mazo datu apjomu (tikai rezultāti no trīs herbicīda granstars devu lietošanas) rezultāti atšķiras starp datu analīzi balto balandu zaļās vai gaissausās masas datiem. Gaissausās masas datu analīze uzrāda, ka precīzāk sakarību raksturo lineārā regresija ( $F_{\text{fakt.}} = 2.62 > F_{0.05} = 2.02$ ), taču balto balandu zaļās masas datu analīze liecina par pretējo ( $F_{\text{fakt.}} = 1.04 < F_{0.05} = 2.02$ ). Sakarā ar šo pretrunu 2003. gada datu analīze par balto balandu jutības izmaiņām pret granstaru tiek pārtraukta, jo ir jāsecina, ka veģetācijas trauku izmēģinājumā lietotās granstara devas bijušas izvēlētas par lielu un rezultāti ir nepietiekami pamatotas devu-efekta analīzes veikšanai.

Aptuveni 12 reizes samazinot lietoto granstara devu 2004. gada veģetācijas trauku izmēģinājumā iegūtie rezultāti atspoguļo herbicīda plašu iedarbības diapazonu – no vājas iedarbības efektivitātes līdz vairāk kā 90 % efektivitātei. Atšķirībā no iepriekšējā gada rezultātiem, datu apstrādē iegūtie rezultāti parāda nelineāro modeļu labāku atbilstību iegūtajiem datiem, kā arī ļoti pārliecināšu paralēlo līkņu nelineārās regresijas modeļa priekšrocību -  $F_{\text{fakt.}} = 0.004 < F_{0.05} = 4.03$ . Abas iegūtās devu-efekta līknes ir ļoti līdzīgas. Arī aprēķinātās granstara  $ED_{50}$  un  $ED_{90}$  devas pret balto balandu savstarpēji neatšķiras 95 % ticamības līmenī. Nedaudz mazāka  $ED_{50}$  deva ir paraugam „Granstars 1/4” –  $0.23 \text{ g ha}^{-1}$ , bet kontroles paraugam –  $0.25 \text{ g ha}^{-1}$ .

Veģetācijas trauku izmēģinājumos ar herbicīdu granstars pilnu datu apstrādi varēja veikt tikai ar 2004. gadā iegūtajiem rezultātiem. Tas ir par maz, lai varētu izdarīt kādus secinājumus par balto balandu nākošās paaudzes augu potenciālajām jutības izmaiņām pret granstaru. Tāpēc arī šie rezultāti, līdzīgi kā tas bija gadījumā ar herbicīdu lintūrs, ir jāvērtē kā izejas dati turpmākajiem pētījumiem par granstara iedarbības efektivitāti pret baltajām balandām vai jutības ziņā tām līdzīgām nezāļu sugām.



4. att. Duplozāna super iedarbības pret balto balandu devu-efekta līknes 2003. gadā: — - kontrole; - - - paraugs „Duplozāns super 1/4”; - - - - paraugs „Duplozāns super 1/2”.

Fig. 4 Dose-response curves explaining the effect of *Chenopodium album* L. to Duplosan super (dichlorprop-P + mecoprop-P + MCPA), 2003: — – control sample; - - - sample “Duplosan super 1/4”; - - - - sample “Duplosan super 1/2”.

**Duplozāns super.** Līdzīgi kā granstara lietošanas gadījumā, arī no duplozāns super lietošanas variantiem 2002. gadā baltās balandas sēklas nevarēja ievākt, taču 2003. gadā tās tika ievāktas. Diemžēl arī 2004. gadā duplozāns super gandrīz pilnībā lauka izmēģinājumā iznīcināja baltās balandas un tās sēklas ievākt nebija iespējams.

Devu-efekta analīze paraugiem, apstrādātiem ar duplozānu super, veikta līdzīgi kā citu herbicīdu lietošanas gadījumos. Var secināt, ka 2003. gadā veģetācijas trauku izmēģinājumā lietotās duplozāna super devas ir izvēlētas veiksmīgāk kā izmēģinājumos ar pārējiem herbicīdiem. Tās pilnīgāk parāda balto balandu reakciju pret lietoto herbicīdu tā lielu, virs ED<sub>50</sub>, devu lietošanas gadījumā. Tomēr ir novērojams datu trūkums par mazu duplozāna super devu efektivitāti, jo izmēģinājumā lietotā zemākā herbicīda deva uzrādījusi aptuveni 40 – 50% efektivitāti. Sakarā ar to no turpmākajiem aprēķiniem tiek izslēgti balto balandu masas dati pie lielākās lietotās duplozāna super devas.

Datu analīzes rezultāti apliecina iepriekšējos aprēķinos iegūtās sakarības – arī balto balandu reakciju pret duplozānu super tomēr labāk raksturo paralēlo līkņu nelineārās regresijas modelis. Pēc devu-efekta līknēm var secināt, ka ar līdzīgu reakciju pret duplozānu super bijuši balto balandu augi no kontroles parauga un parauga „Duplozāns super 1/4”. Nedaudz pa kreisi novirzīta ir paraugu „Duplozāns super 1/2” raksturojošā līkne, kas liecina, ka šī parauga augi ir bijuši ar vislielāko jutību pret lietoto herbicīdu (4. att.).

11. tabula / Table 11

**Aprēķinātās duplozāns super ED<sub>50</sub> un ED<sub>90</sub> devas baltajai balandai 2003. gadā, ml ha<sup>-1</sup>**

**Calculated ED<sub>50</sub> and ED<sub>90</sub> doses of Duplosan super against *Chenopodium album* L., ml ha<sup>-1</sup>**

Sēklu paraugs / Seed sample	ED <sub>50</sub>	95 % ticamības intervāls / 95 % confidence interval	ED <sub>90</sub>	95 % ticamības intervāls / 95 % confidence interval
Kontrole / Untreated	43.2	34.9 – 51.4	319.7	219.6 – 419.8
Duplozāns super 1/2 / Duplosan super 1/2	23.1	18.3 – 27.9	171.0	119.3 – 222.7
Duplozāns super 1/4 / Duplosan super 1/4	36.5	29.4 – 43.7	270.5	183.9 – 357.1

Vērtējot iegūtās duplozāna super ED<sub>50</sub> devas pret balto balandu var konstatēt, ka paraugam „Duplozāns super 1/2” tā būtiski ir mazāka kā abu pārējo

paraugu augiem. Turpretim ED<sub>90</sub> devu atšķirības starp paraugiem ar 95 % ticamību nepierādās (11. tab.).

Kopīgus secinājumus par balto balandu nākošās paaudzes augu jutības izmaiņām pret herbicīdu duplozāns super, līdzīgi kā tas bija par herbicīdu granstars, izdarīt ir grūti, jo ir iegūts pārāk maz datu. 2002. gada rezultāti vedina uz domām, ka herbicīda duplozāns super lietošana graudaugu sējumos samazinātās devās paaugstina balto balandu nākošās paaudzes augu jutību pret to, taču, lai to apgalvotu, pētījumus būtu nepieciešams turpināt.

### Datorprogrammas „PC-P Weeds” pielāgošana Latvijas apstākļiem

2002. gada izmēģinājumā pēc skaita dominējošā nezāļu suga sējumā bija tūruma vijolīte (*Viola arvensis* (L.) Murr.). Programmā paredzētā mērķa efektivitāte pret to nepārsniedz 85 %, pat īpaši liela tūruma vijolītes skaita gadījumā. Diemžēl rezultāti rāda, ka datorprogrammas ieteiktie smidzinājumi nav spējuši ierobežot tūruma vijolītes uzstādītās mērķa efektivitātes līmenī. Līdzīgu situāciju var novērot ar smidzinājumu efektivitāti pret usnēm (*Cirsium* spp.) un ķeraīņu madarām (*Galium aparine* L.), izņemot variantu PC-P High, kurā panākts ķeraīņu madaru zaļās masas samazinājums pret kontroli 89.2 % apmērā, bet mērķa efektivitāte konkrētajai situācijai bijusi 85 %. Arī sārto panātru (*Lamium purpureum* L.) un dārzu vējgrīķu (*Fallopia convolvulus* (L.) A. Love) ierobežošanas efektivitātes līmenis bijis zemāks kā paredzētā mērķa efektivitāte variantos PC-P Medium un PC-P Low. Turpretim smidzinājumi pēc programmas ieteikumiem parastās virzas (*Stellaria media* (L.) Vill.) iznīcinājuši 100 % apmērā. Arī tūruma nauduļu (*Thlaspi arvense* L.) un ganu plikstiņu (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Med.) ierobežošanas līmenis sasniegts augstāks kā paredzētā mērķa efektivitāte. Tuvu paredzētajam līmenim bijusi arī balto balandu (*Chenopodium album* L.) ierobežošanas efektivitāte.

Kopumā var secināt, ka smidzinājumi pēc datorprogrammas ieteikuma 2002. gadā nedeļa gaidīto rezultātu. To gan var attaisnot ar faktu, ka modeļa datu bāzes tika izveidotas tikai no viena gada izmēģinājumu rezultātiem, tāpēc daudzi nezāļu jutību pret herbicīdiem raksturojoši parametri varēja būt uzstādīti neprecīzi. Tāpat ir jāņem vērā citi faktori, kas pazemināja herbicīdu iedarbības efektivitāti 2002. gadā – laika apstākļi smidzināšanas dienā un daudzu nezāļu lielā attīstības stadija. Veicot programmas datu bāzu papildināšanu ar 2002. gada izmēģinājumu rezultātiem, liela daļa parametru tika nomainīti.

Arī 2003. gada izmēģinājumā pēc skaita dominējošā nezāļu suga bija tūruma vijolīte. Turpretim šajā gadā, salīdzinājumā ar 2002. gadu, datorprogrammas ieteiktie smidzinājumi panākuši augstu tūruma vijolīšu

ierobežošanas efektivitāti – zaļās masa samazinājums, salīdzinājumā ar kontroli bez herbicīdu lietošanas, bijis augstāks kā paredzētā mērķa efektivitāte (12. tab.). Jāatzīmē, ka tīruma vijolišu attīstības stadija smidzināšanas brīdī abos pētījumu gados bija vienāda (0 – 2 īstās lapas).

12. tabula / Table 12

**Datorprogrammas ieteikumu efektivitāte pret tīruma vijolītēm  
2003. gadā**

**Efficacy of treatments according to “PC-P Weeds” recommendations against  
*Viola arvensis* (L.) Murr., 2003**

Variants / Treatment	Skaitis pirms smidzināšanas, gab. m <sup>-2</sup> / Number before spraying, p. m <sup>-2</sup>	Mērķa efektivitāte, % / Target efficacy, %	Zaļās masas samazinājums pret kontroli, % / Effect on fresh weight of weeds, %
PC-P High	168.2	85	93.3
PC-P Medium	178.5	75	92.7
PC-P Low	130.9	65	89.5

Tāpat kā 2002. gadā, arī 2003. gadā datorprogrammas ieteiktie smidzinājuma varianti 100 % apmērā iznīcinājuši parastās virzas. Tāda pati efektivitāte panākta arī pret tīruma nauduļiem. Augsta bijusi arī balto balandu ierobežošanas efektivitāte.

2003. gadā pirms herbicīdu lietošanas samērā daudz sējumā tika konstatētas sārtās panātres (vairāk kā 10 gab. m<sup>-2</sup>). Arī sestajā nedēļā pēc smidzināšanas to skaits herbicīdu lietošanas variantos bija samērā liels – PC-P High un PC-P Medium variantā tas bija lielāks kā pirms smidzināšanas, bet PC-P Low variantā par 50 % mazāks. Turpretim sārto panātru zaļā masa šajos variantos bija par 70 līdz 90 % mazāka kā kontrolē bez herbicīdu lietošanas. Tas ļauj secināt, ka daudzas šīs nezāles ir dīgušas pēc herbicīdu lietošanas un, ka datorprogrammas ieteikumi uzrādījuši visai augstu efektivitāti pret šīs sugas nezālēm – mērķa efektivitāte bija no 75 % PC-P High variantā līdz 65 % PC-P Low prototipa variantā.

Kopumā, vērtējot 2003. gada izmēģinājumu, var secināt, ka arī datorprogrammas prototipa ar zemāko mērķa efektivitāti ieteikums ir panācis augstu nezāļu ierobežošanas efektivitāti – kopējais nezāļu zaļās masa samazinājums bijis 93.5 % pret kontroli bez herbicīdu lietošanas. Var izvirzīt pieņēmumu, ka uzstādītie parametri datubāzēs ir pat nedaudz par augstiem, ar lielu drošības garantiju, ka programmas sniegtie ieteikumi būs efektīvi.

Arī 2004. gadā nezāļu izplatība izmēģinājumos bija visai liela, jo datorprogrammas prototipi ieteica lietot herbicīdus devās tuvu pilnajai rekomendētajai. Šajā gadā pēc skaita dominējošā nezāļu suga vasaras miežu sējumā bija sārtā panātre – vidēji 150 gab. m<sup>-2</sup> jeb 57 % no visu nezāļu kopskaita. Tās skaita izmaiņas 6. nedēļā pēc smidzināšanas pret skaitu pirms herbicīdu lietošanas netika novērotas, turpretim kontroles variantā to skaits bija pieaudzis – daudzas nezāles dīgušas pēc smidzināšanas. Sārto panātru zaļās masas samazinājums pret variantu bez herbicīdu lietošanas ir panākts uzstādītās mērķa efektivitātes līmenī (13. tab.). Neskatoties uz lielo nezāļu skaitu, tās bija sīkas, vasaras miežu nomāktas un ar tiem konkurēt nespējīgas, līdz ar to, var uzskatīt herbicīdu lietošanas variantus par efektīviem.

13. tabula / Table 13

**Datorprogrammas ieteikumu efektivitāte pret sārtajām panātrēm  
2004. gadā**

**Efficacy of treatments according to “PC-P Weeds” recommendations against  
*Lamium purpureum* L., 2004**

Variants / Treatment	Skaitis pirms smidzināšanas, gab. m <sup>-2</sup> / Number before spraying, p. m <sup>-2</sup>	Mērķa efektivitāte, % / Target efficacy, %	Zaļās masas samazinājums pret kontroli, % / Effect on fresh weight of weeds, %
PC-P High	147.0	80	82.1
PC-P Medium	157.0	80	82.9
PC-P Low	141.3	75	80.1

Līdzīgi kā 2003. gadā, arī 2004. gadā programmas ieteikto smidzinājumu efektivitāte pret tūruma nauduļiem un parastajām virzām bija tuvu 100 % līmenim. Arī dārzu vējgrīķu ierobežošanas līmenis bija augstāks kā mērķa efektivitāte. Samērā daudz, tāpat kā iepriekšējos gados, sējumā bija sastopamas tūruma vijolītes. Ja 2003. gadā tūruma vijolītes tika ierobežotas augstākā līmenī kā programmā uzstādītā mērķa efektivitāte, tad 2004. gadā tā netika sasniegta – mērķa efektivitāte bija 70 – 80 %, taču programmas ieteikumi panāca tūruma vijolīšu ierobežošanu 65 – 73 % līmenī. Atšķirībā no iepriekšējiem izmēģinājumu gadiem, 2004. gadā vasaras miežu sējumā salīdzinoši daudz tika konstatētas tūruma veronikas (*Veronica arvensis* L.) – līdz 40 gab. m<sup>-2</sup> variantā PC-P Low. Ja iepriekšējos gados, kad tūruma veroniku skaits sējumā bija mazāks, to ierobežošanas efektivitāte tika sasniegta augstāka kā mērķa efektivitāte, tad 2004. gadā tā bijusi zemāka, izņemot variantā PC-P High.

Kopējā nezāļu ierobežošana 2004. gadā bijusi ļoti līdzīga pa datorprogrammas prototipiem – no 76.3 līdz 79.8 %. Trīs gadu rezultāti apliecina, ka datorprogrammā dažu herbicīdu parametri pret vairākām nezālēm joprojām ir jākorrigē. Gadījumos, ja sējuma nezāļainība ir augsta, datorprogramma iesaka lietot herbicīdus augstās devās, kuras nav zemākas kā mazākā reģistrētā deva. Ja sējumos ir grūti ierobežojamās nezāles kā ķeraiņu madara, tiek rekomendēts lietot herbicīdu tvirtnes maisījumus. Veicot pētījumu gaitā konstatēto trūkumu un neprecizitāšu novēršanu, datorprogramma būtu rekomendējama izmantošanai saimniecībās ar vidēji augstu un augstu zemkopības līmeni.

Vērtējot vasaras miežu graudu ražu atsevišķi pa gadiem, var secināt, ka tikai 2002. gadā starp variantiem ir būtiskas atšķirības 95 % ticamības līmenī (14. tab.). Tā ir būtiski augstāka visos herbicīdu lietošanas variantos, salīdzinājumā ar neapstrādāto platību, taču starp datorprogrammas prototipu variantiem ražas atšķirības nepārsniedz kritisko starpību. Ražas starpības var daļēji skaidrot ar atšķirībām produktīvo stiebru skaitam uz platības vienību, kurš kontroles variantā bijis būtiski ( $P > 99\%$ ) zemāks kā herbicīdu lietošanas variantos.

Turpretim vidēji pa trīs gadiem visos herbicīdu smidzināšanas variantos ir panākts būtisks ražas pieaugums salīdzinājumā ar neapstrādāto variantu. Visaugstākā vasaras miežu raža iegūta vidējās efektivitātes līmeņa prototipa variantā, taču tā atšķirības no citiem prototipiem nepārsniedz kritisko starpību.

14. tabula / Table 14

**Vasaras miežu graudu raža, lietojot herbicīdus pēc datorprogrammas ieteikumiem, t ha<sup>-1</sup>**  
**Spring barley grain yield, t ha<sup>-1</sup>**

Variants / Treatment	Gads / Year			
	2002.	2003.	2004.	Vidēji / Average
Kontrole / Untreated	5.22	7.41	6.62	6.42
PC-P High	6.02	7.62	7.00	6.88
PC-P Medium	6.20	7.71	7.11	7.01
PC-P Low	5.91	7.54	7.15	6.87
$\gamma_{0.05}$	0.585	0.539	0.535	0.340

Iegūtie rezultāti ļauj secināt, ka datorprogrammas „PC-P Weeds” rekomendāciju izmantošana lēmuma pieņemšanai nezāļu ierobežošanai vasaras miežos dod graudu ražas pieaugumu, kā arī ierobežo nezāles augstā līmenī, izņemot atsevišķus gadījumus. Rekomendāciju efektivitāte starp datorprogrammas prototipiem atšķiras tikai gadījumos, kad atšķiras lietotie herbicīdi. Kā

perspektīvākais izmantošanai praktiskā ražošanā pēc trūkumu novēršanas ir datorprogrammas vidējās mērķa efektivitātes prototips.

## SECINĀJUMI

1. Visi pētījumā lietotie herbicīdi atsevišķas nezāļu sugas ierobežo ar augstu efektivitāti, lietoti arī samazinātās devās:
  - a) līdz 1/4 samazinātās devās var lietot:
    - granstaru un lintūru pret parastajām virzām (*Stellaria media* (L.) Vill.) un tīruma nauduļiem (*Thlaspi arvense* L.);
    - MCPA 750 un duplozānu super pret baltajām balandām (*Chenopodium album* L.) un tīrumu nauduļiem;
    - granstaru pret baltajām balandām un tīruma veronikām (*Veronica arvensis* L.), ja apstrādi veic nezāļu agrīnā attīstības stadijā.
  - b) līdz 1/2 samazinātās devās var lietot:
    - grodilu pret tīrumu nauduļiem;
    - MCPA 750 pret parastajām virzām un tīruma vijolītēm (*Viola arvensis* (L.) Murr.);
    - duplozānu super pret parastajām virzām un tīrumu veronikām;
    - starane 180 pret parastajām virzām un tīrumu nauduļiem.
2. Vidēji trīs izmēģinājumu gados herbicīdu lietošana nav devusi būtisku vasaras miežu graudu ražas pieaugumu salīdzinājumā ar kontroles neapstrādāto platību. Būtisks ražas pieaugums konstatēts tikai granstara, grodila un lintūra lietošanas variantos 2002. gadā un MCPA 750 lietošanas variantos 2003. gadā. Vasaras miežu graudu ražas lielumam nav būtisku atšķirību, lietojot herbicīdus pilnā rekomendētajā, 1/2 vai 1/4 devā.
3. Veģētācijas trauku izmēģinājumā iegūtie rezultāti nesniedz pārliecinošu atbildi par balto balandu nākošās paaudzes augu jutības izmaiņām pret lietotajiem herbicīdiem; tie tikai uzrāda izmaiņu iespējamās tendences:



- a) Lietojot herbicīdus granstārs un lintūrs devās, samazinātās līdz 1/4 no pilnas devas, balto balandu nākošās paaudzes augu jutība pret tiem izmainās nebūtiski. Tomēr jāņem vērā, ka par pilnībā izdevušos var uzskatīt tikai viena gada izmēģinājumu.
  - b) Balto balandu nākošās paaudzes augiem, kuru sēklas ievāktas no platībām, kur lietots grodils samazinātās devās, novērota tendence samazināt jutību pret šo herbicīdu. Līdzīga tendence konstatēta augiem no platībām, kur lietots herbicīds starane 180 pilnā reģistrētajā devā. Rezultāti ar 95 % ticamību nepierādās.
  - c) Pēc herbicīda duplozāns super lietošanas vasaras miežu sējumā devā 1 L ha<sup>-1</sup> nākošās paaudzes balto balandu augiem novērota būtiski augstāka jutība pret lietoto herbicīdu. Tā kā šāda sakarība novērota tikai vienā izmēģinājumu gadā, to nevar uzskatīt par vispārēju pierādījumu.
4. Veģetācijas trauku izmēģinājumā skaidrotas herbicīdu devas, kādas būtu jālieto šādā pētījumā pret baltajām balandām vai jutības ziņā līdzīgām nezāļu sugām: amidosulfuronam nepieciešamā pilnā deva – 40 g d.v. ha<sup>-1</sup>, metil-tribenuronam 0.5 g d.v. ha<sup>-1</sup>, triasulfuronam + dikamba – 60 g d.v. ha<sup>-1</sup>, fluroksipiram – 360 ml d.v. ha<sup>-1</sup> un dihlorprops-P + mekoprops-P + MCPA – 600 ml d.v. ha<sup>-1</sup>.
  5. Datorprogrammas ieteikumu efektivitāte nezāļu ierobežošanai ievērojami pieauga 2003. un 2004. gadā, salīdzinājumā ar 2002. gadu un vairāk kā 90 % gadījumu ir augstāka kā programmā uzstādītā mērķa efektivitāte. Tomēr datorprogrammas ieteikumi nespēj nodrošināt dažu herbicīdu efektivitāti pret atsevišķām nezāļu sugām uzstādītās mērķa efektivitātes līmenī kā tas novērots, piemēram, gadījumos ar lintūru un balto balandu. Vasaras miežu graudu ražu starpības starp programmas prototipiem nepārsniedz kritiskās starpības ar 95 % ticamību. Būtiski ražas pieaugumi pret kontroles variantu bez herbicīdu lietošanas ir sasniegti tikai 2002. gadā un vidēji pa trīs izmēģinājumu gadiem. Pēc izmēģinājumu gaitā konstatēto trūkumu novēršanas, datorprogramma „PC-P Weeds” rekomendējama lietošanai ražošanas apstākļos.
  6. Ekonomiskais ieguvums no herbicīdu lietošanas vasaras miežos var izpalikt, ja ir nodrošināti visi priekšnoteikumi augstu graudu ražu

ieguvei, kā arī, ja sējums nav piesārņots ar daudzgadīgajām un ar kultūraugiem īpaši konkurētspējīgām īsmūža nezālēm.

## P A T E I C Ī B A S

Vislielāko pateicību es izsaku LLU MPS „Vecauce” direktora vietniecei zinātniskajā darbā asoc. prof. Dr. agr. Zintai Gailei par palīdzību un atbalstu izmēģinājumu veikšanā, kā arī daudzajiem vērtīgajiem padomiem visā manu doktorantūras studiju periodā!

Pateicos LLU MPS „Vecauce” tehniskajām darbiniecēm Ligitai Hofmanei, Zaigai Sproģei, Sarmītei Jamantei, Ilzei Briedei, Inesei Pašulei, kā arī sezonas strādniecēm par palīdzību lauka izmēģinājumu ierīkošanā, apkopšanā un rezultātu ieguvē!

Paldies LLU MPS „Vecauce” agronomēm Intai Zaikai un Anitai Čapus par sadarbību!

Izsaku pateicību Dānijas Lauksaimniecības zinātnes institūta Flakkebergā zinātniekiem Solveigai Matiasenai (Solvejg Mathiassen) un Pēram Kudskam (Per Kudsk) par pretimnākšanu un palīdzību, dodot man iespēju veikt veģetācijas trauku izmēģinājumu viņu institūta laboratorijā, kā arī par manis iepazīstināšanu ar datu matemātisko apstrādi, izmantojot programmu SAS. Bez Jums šī manu pētījumu daļa nebūtu bijusi iespējama!

Paldies visiem kolēģiem, ar kuriem man bija izdevība strādāt kopā pie datorprogrammas „PC-P Weeds” adaptācijas Latvijas apstākļiem! Īpaša pateicība Dānijas zinātniekam Pēram Rūdālam (Per Rydahl) par datorprogrammas datu bāzu struktūras izklāstu un palīdzību daudzo problēmu risināšanā, ar kurām es saskāros šīs programmas Latvijas prototipu izveides gaitā un veicot tās papildināšanu!

Pateicos visiem maniem kolēģiem Laukkopības katedrā par palīdzību un atbalstu pētījumu veikšanā un doktorantūras studiju procesā!

## INTRODUCTION

Herbicides are the most often used plant protection agents not only in Latvia but also in the neighbouring countries. Weeds are still one of the biggest problems in field crop growing in Latvia.

There are more than 75 herbicides included in list of approved pesticides in Latvia. More than 30 of them are approved for use in cereals. The most common herbicide groups are sulfonylurea derivatives (ALS inhibitors) and synthetic auxins. Application of herbicides is often the only plant protection activity in cereals in Latvia, therefore precision and agronomically motivated application is particularly important. It concerns not only the choice of the right herbicide but also time, conditions and quality of application.

Intensive agriculture with intensive usage of pesticides and fertilisers may cause soil and water pollution, presence of pesticides residues into fodder or human food, an increase of resistance of pathogens, insects or weeds. Reduced pesticide usage can give a substantial economical and ecological benefit, reduce pollution hazard and produce healthier and cheaper products.

There is still enormous risk of occurrence of pesticide residues in agriculture production in spite of many restrictions on safety pesticide usage. Many European Union countries have started decreasing pesticide usage by governmental laws. Some of them have started this process already in 1980s.

There are two ways to reduce pesticide usage: to use reduced dosages of pesticides or not to apply pesticides at all. Many investigations show that it is possible to use herbicides in reduced dosages without substantial yield losses. The aim of herbicide application is not to eliminate the weeds totally but to decrease the number of weeds to the level that makes no significant impact on changes in yield and yield quality. This means that some weeds survive after herbicide treatment and later produce seeds; a decreased herbicide dosage increases the amount of such weed plants. The question is how that changes the susceptibility of next generation plants from such surviving herbs. It is difficult to find in literature whether this might be the start of shift for weed biotype from naturally susceptible to resistant against applied herbicide.

### **The aim of the research:**

to investigate the effect of application of reduced herbicide dosages in spring barley under Latvia's conditions and to give agronomically well-grounded recommendations for effective usage of herbicides.

**The tasks of investigations:**

- to test the efficacy of reduced herbicide dosages to weed infestation in spring barley and grain yield.;
- to create the Latvia's prototype of the Danish decision support system model "PC-P Weeds" and to test it's efficacy under Latvia's conditions;
- to investigate the possible changes in susceptibility of *Chenopodium album* L. next generation plants to applied herbicide.

**Novelty of investigations:**

- efficacy of some herbicides, applied at reduced dosages in spring barley, has been tested under Latvia's conditions;
- the Latvia's prototype of the computer model "PC-P Weeds" has been created and tested for optimisation of herbicide usage;
- appropriate dosages of some herbicides for pot trials with *Chenopodium album* L. has been clarified.

The results of the trials have been published in 13 scientific and popular science editions and reported in 3 international scientific conferences.

## MATERIALS AND METHODS

Field trials were carried out on the Research and Study Farm (MPS) "Vecauce" of the Latvia University of Agriculture (LLU) in the years 2001 to 2004. Soil properties were different in all trial years. Overall, these were sod-podzolic and sod-calcareous leached soils with neutral reaction, medium humus content and medium-high content of phosphorus and potassium. The trial was arranged in 4 replications with plot size 25 m<sup>2</sup>. Spring barley cv 'Ansis' was grown after caraway (2001), maize (2002 and 2004), and potatoes (2003). Soil tillage was traditional: autumn ploughing and presowing tillage with rototiller "Amazone KG-452". Spring barley was sown with trial sowing machine "Hege 80". Sowing rate was 400 germinable seeds per m<sup>2</sup>. Mineral fertilizers were used before sowing for 6 t ha<sup>-1</sup> high yields according to calculation using soil agrochemical properties.

Herbicide application was done at the spring barley tillering stage (GS 21-29 by Zadoks). Six herbicides were applied at three dosages: full recommended dosage, one half and one quarter of full-recommended dosage (hereafter 1/1, 1/2,

and 1/4) in the trials of 2001-2003 (Table 1). The herbicides were applied using knapsack sprayer “Hardi K-15” with flat fan nozzles, 250 L ha<sup>-1</sup> of water and pressure 200 kPa.

Weed assessments were done three times: first time – before spraying, second – on the 6<sup>th</sup> week after spraying, third – before harvesting. Assaying was done using a 0.25 m<sup>2</sup> big circle in three places per plot identifying weed species and counting the number of weeds per species and in the second assay measuring weeds fresh weight. First two assessments were done in fixed places.

Spring barley samples were taken before harvesting from a 0.1 m<sup>2</sup> large area from the places where first two weed assessments were done to determine yield structural elements. Following indices were determined: productive and nonproductive stems per square meter, number and weight of kernels per spike. A 1 kg grain sample was taken during harvesting to determine the following indices: purity of yield, volume weight of grains, 1000 grain weight, 100 seed weight, smoothness, and seed production outcome. Standard methods were used to determine the aforementioned indices. The yield was harvested with trial harvester “Hege 140” and adjusted to 86 % dry matter content and 100 % purity. Data analysis for significance was done by ANOVA. Interactions between factors were calculated using correlation-regression analyses.

The adaption of the computer decision support system for weed control “PC-P Weeds” in Latvia has been started back in 2001 as a part of international project “Development and implementation of an Internet based decision support system for integrated pest management in Latvia”. Based on the data acquired in Latvia, the first local version of decision support system model “PC-P Weeds” was made at the beginning of 2002 (author J. Kopmanis). Three Latvia prototypes of the model created in Denmark were made with different target efficacy and were tested under Latvia’s conditions – PC-P High, PC-P Medium, and PC-P Low. The model with medium target efficacy is very close to the one used in Denmark. Other prototypes are made increasing or decreasing target efficacy by 5-10 % with the purpose to make wider efficacy tests in field conditions in Latvia. Improvements in the computer decision support system were done each year. In total, there are 6 herbicides and 45 weed species in the program. The program is elaborated to use only in spring barley at current moment.

Field trials to determine the efficacy of recommendations were carried out during the years 2002-2004. The first recommendation of the decision support system was used for spraying in spring barley.

The glasshouse trials were carried out at the Danish Institute of Agricultural Science, Flakkebjerg, Denmark, in three series during the years 2002-2004 to examine possible changes in susceptibility of next generation of *Chenopodium album* L. treated with herbicides at different dosages. *Chenopodium*

*album* L. seeds were collected from plots treated with herbicides at different dosages before harvesting in the aforementioned trial. Seeds from plants from the place where herbicides were not used for at least 20 years were used as a control sample. Plants were grown in 1 litre (2002) and 2 litre (2003-2004) pots filled with soil (2002) and soil-sand-peat (proportion 2:1:1; 2003-2004) mixture. In total, 10 seeds of *Chenopodium album* L. were sown per pot. The pots were placed in the glasshouse (2002) and outdoor tables (2003-2004); and all pots were sub-irrigated by an automatic watering system. The herbicides were applied at the 2-4 true leaf stage. The application was carried out with a laboratory pot sprayer equipped with Hardi flat fan nozzles, operating at a speed 5.4-5.5 km h<sup>-1</sup>, pressure 300 kPa and spraying volume varied between 149-165 L ha<sup>-1</sup>. Fresh weight of weeds per pot was determined 2-3 weeks after spraying. Dry weight of weeds was determined after drying in an exsiccator.

The rates of applied herbicide dosages in the glasshouse trial were chosen based on knowledge about the susceptibility of different weed species against herbicides and the differences between effects of herbicides in field and glasshouse trials. Though the rates of herbicides were adjusted each year, only in the trial of 2004 (except for Duplosan super in 2003) they were at appropriate level: full dosage of tribenuron-methyl 0.5 g a.i. ha<sup>-1</sup>, dicamba + triasulfuron 60 g a.i. ha<sup>-1</sup>, amidosulfuron 40 g a.i. ha<sup>-1</sup>, fluroxypyr 360 ml a.i. ha<sup>-1</sup>, and dichlorprop-P + mecoprop-P + MCPA 600 ml a.i. ha<sup>-1</sup>.

Data statistical analysis was done using linear and nonlinear regression models. All data were transformed to relative values – weight from control plots was assumed as 100. Nonlinear analysis was done using log-logistic analysis model for parallel or non-parallel dose-response curves (equation 1, see page 9, where U – plant weight, z – herbicide dosage, D – parameter denoting the upper limit at zero dose, C – parameter denoting the lower limit at large dose, a – parameter describing the horizontal location of the dose-response curve, b – parameter describing the slope of curve around ED<sub>50</sub>). Assumption of parallel dose-response curves requires the D, C and b parameter for each curve to be identical. Model comparison was done using lack-of-fit F-test (equation 2, see page 10, where SS<sub>e</sub><sup>II</sup> and SS<sub>e</sub><sup>I</sup> – sum of squares of error for the second and first model respectively, DF<sub>e</sub><sup>II</sup> and DF<sub>e</sub><sup>I</sup> – degrees of freedom of error for the second and first model respectively, F – factual Fisher criterion).

Meteorological conditions were different in all trial years. Spring 2001 was late but weather conditions at spraying time were optimal. After spraying, the beginning of June was cool and wet, but from the end of June the air temperature was very high. It was accompanied with a lot of precipitation which called serious lodging of spring barley. Spring 2002 was early, which allowed to sow barley quite early; however, suitable weather conditions caused also massive weed

germination. At the time of spraying, weather conditions were not favourable – high air humidity and precipitation 2 hours after spraying (less than 1 mm) could effect herbicide efficacy. In July and August hot and dry weather prevailed, nevertheless, because of serious rainfalls, the total amount of precipitation in July was higher than the long term observed. No precipitation was observed in August 2002! Spring 2003 like in the year 2001 was late. Plants suffered from water deficit that was caused by an extremely dry autumn 2002 and lack of precipitations in spring 2003. At the end of July very hot (average air temperature in the last decade of July was 22.2 °C) and dry weather started, which forced barley maturation. Barley was harvested in due time and strong rainfalls in the middle of August did not affect the barley yield. In 2004, the vegetation period started in the beginning of April, which allowed to sow barley in the middle of the month, overall, April was cool and dry. All the growing period of 2004 was cool and starting from June, also very wet. Night frosts were observed 10 times in May but the last one was on June 10. Only August and September were warmer than the long term observed.

## RESULTS

### Efficacy of reduced herbicide dosages in spring barley

Weed infestation in spring barley in 2001 was low to medium – on average 41.6-70.6 weeds per square meter. The weather conditions were favourable for spring barley tillering therefore sowing was dense with high competitiveness with weeds. Also spring barley germination was very high – 90 %. There were a total of 34 weed species before spraying but only 7 of them were distributed more than 1 plant per square meter. The most popular species were common lambsquater (*Chenopodium album* L.) (37.7 % of total population), small nettle (*Urtica urens* L.) (25.2 %), fanweed (*Thlaspi arvense* L.) (14.6 %), and speedwell (*Veronica arvensis* L.) (6.1 %). Almost 60 % of all weeds were in 2-4 true leaf stage at the time of spraying.

In 2002, early spring with favourable weather conditions allowed to sow spring barley very early, which stimulated remarkable weed germination. Also spring barley field germination was weaker than in 2001 – 61 %. Total weed infestation was very big – 268.8-512 weeds per square meter. The dominant weed was field violet (*Viola arvensis* (L.) Murr.) – on average 54 % of total population. Widespread were also dead nettle (*Lamium purpureum* L.) (11.5 %), chickweed (*Stellaria media* (L.) Vill.) (10.8 %), common lambsquater (7.3 %), and fanweed (4.4 %). More than 50 % of weeds were in 2 true leaf stage before spraying.

although some weeds, especially common lambsquater, fanweed, and chickweed plants, were in later growth stages. There were 35 different weed species before spraying; 12 of them were distributed more than 1 plant per square meter, but 7 – more than 10 plants per square meter.

Also in 2003 weed infestation was considerable – 144.0-238.1 weeds per square meter and the dominant weed again was field violet – 68.1 % of total population. Common lambsquater (15.9 %) and dead nettle (7.4 %) were highly distributed. Approximately 70 % of weeds were in cotyledon stage before herbicide application, so spraying was done in the most suitable time this year. Less weed species (29 species) were observed in 2003 if compared with 2002, and 8 of them were distributed more than 1 plant per square meter.

Only common lambsquater, dead-nettle and field pennycress were distributed at least one plant per square meter in all trial years, but annual bluegrass (*Poa annua* L.), black bindweed (*Fallopia convolvulus* (L.) A. Löve), chickweed, speedwell, and field violet in two trial years. No calculations were done for annual bluegrass because it is a monocot weed species and no herbicides from those applied in the trial were provided to control it.

The results show no significant difference (at probability level 95 %) in weed number among the treatments for all the most common weed species in the first weed accounting before spraying. The only exception is the number of speedwell in year 2001 when it was smaller in treatments with Starane 180 compared to untreated plots. That allows to conclude that trials were settled in places with homogenous weed infestation in all the trial area.

Total number of weed species observed on the 6<sup>th</sup> week after spraying was 30 in year 2001, 38 in year 2002 and 24 in year 2003. Also the number of weeds in untreated plots differed among the trial years – 55.6 plants per square meter in 2001, 441.0 in 2002 and 298.7 in 2003.

Differences in the number and fresh weight of weeds on the 6<sup>th</sup> week after spraying are estimated by the years and by herbicides and weed species separately using ANOVA. In calculations were included weed species with distribution of at least one plant per square meter before spraying.

**Granstar (tribenuron-methyl).** Granstar is a herbicide with one of the widest spectra among herbicides included in the trial. It showed very high efficacy against chickweed – all applied dosages of Granstar totally eliminated this weed species in 2001 and 2003. Fresh weight of chickweed was 0.4 g m<sup>-2</sup> only in the treatment with 1/2 dosage of Granstar in the year 2002. Granstar showed very high efficacy also against fanweed (Table 2).

Results allow to conclude that it is possible to use Granstar against chickweed and fanweed in dosage even 1/4 from the full recommended. Such



dosage could be sufficient also against common lambsquater and speedwell, if other conditions are favourable. It is not advisable to reduce applied dosages of Granstar in cases when sowings are infested with field violet and dead nettle.

**Grodyl (amidosulfuron).** Significant differences among treatments with Grodyl are observed in some particular cases. Such results are with fanweed data in 2002 and 2003 and with some other weed species in 2002. There was a significantly smaller fresh weight of common lambsquater, chickweed and shepherd's purse (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Med.) in untreated plots compared to treatments with all applied dosages of Grodyl in 2002. If fresh weight of shepherd's purse was small by weight ( $0.5-2.4 \text{ g m}^{-2}$ ) the common lambsquater and chickweed fresh weight was rather high ( $28.7-67.0 \text{ g m}^{-2}$ ) and significant differences could be explained by the very high fresh weight of these weed species in untreated plots.

The results show that reduced dosages of Grodyl could be applied successfully against fanweed (Table 3). Reduction of the applied dosage of Grodyl is not advisable against chickweed and black bindweed. It is recommended to use another herbicide than Grodyl in cases of wide distribution of common lambsquater and field violet in sowings.

**Lintur (dicamba + triasulfuron).** Data from all three trial years shows that Lintur has good efficacy against chickweed and fanweed. The full recommended dosage of Lintur has medium high (60-85 %) efficacy against field violet and common lambsquater (Table 4). However, there are no significant differences in the number and fresh weight of common lambsquater among applied dosages of Lintur. That means that all applied dosages of Lintur have shown equivalent efficacy against this weed species.

**MCPA 750.** Data acquired from second weed accounting shows that application of MCPA has a significant effect on the changes in the number and fresh weight of several weed species in all trial years. MCPA 750 demonstrated very high efficacy against common lambsquater and fanweed. Even the smallest applied dosage of MCPA 750 totally eliminated the fanweed in 2001 and 2003. MCPA 750 showed high efficacy also against small nettle, shepherd's purse, speedwell, chickweed, and field violet.

Applied dosages of MCPA 750 could be reduced to  $0.5 \text{ L ha}^{-1}$  if it is applied against common lambsquaters and fanweeds. It is not recommended to decrease the dosage of MCPA 750 below  $1 \text{ L ha}^{-1}$  applying this herbicide against chickweeds and field violets. Application of another herbicide is recommended in cases of sowings infested with speedwells (Table 5).

**Duplosan super (dichlorprop-P + mecoprop-P + MCPA).** The results in treatments with Duplosan super are similar to those observed with herbicide MCPA 750. This herbicide showed the same efficacy as MCPA 750 against fanweed, however efficacy against common lambsquater was lower. Also this herbicide showed good control of small nettle and shepherd's purse. Compared to MCPA 750, efficacy of Duplosan super is lower against field violet, but higher against speedwell.

Three-year (2001-2003) data shows that Duplosan super could be applied against fanweed and common lambsquater in dosage 1/4 from the full recommended if weather conditions are favourable. Reduction of dosage of Duplosan super below 1/2 from the full recommended is not advisable if we apply this herbicide against chickweeds and speedwells. Application of another herbicide is advisable if sowings are infested with dead nettle and field violet, because Duplosan super controls these weed species at the level below 70 % even when applied at a full recommended dosage (Table 6).

**Starane 180 (fluroxypyr).** Application of Starane 180 made significant changes in the number and fresh weight of only two weed species – fanweed and chickweed. Data shows that these are the only weed species which herbicide Starane 180 controlled also at reduced dosages. One of the target weeds of Starane 180 is cleavers (*Galium aparine* L.). This weed was observed only in 2002 in the amount more than a plant per square meter – on average 11.5 plants m<sup>2</sup> before spraying. Only application of a full recommended dosage of Starane 180 gave high control of this weed species – 98 %, but even 1/2 dosage gave a significantly lower control. However, these are one-year data and can not be related to a longer period as properties of herbicide Starane 180.

**Spring barley grain yield.** The yield of spring barley was within the predicted level in the years 2001 and 2002 – on average 6 t ha<sup>-1</sup>, whereas in 2003 it was higher. Average grain yield in the trial was 6.04 t ha<sup>-1</sup> in 2001, 5.68 t ha<sup>-1</sup> – in 2002, and 7.62 t ha<sup>-1</sup> – in 2003. Yield differences among the applied dosages of all herbicides were not significant at 95 % probability level neither in separate years nor on average in all three trial years. Only all treatments with Granstar and Grodyl and treatments with full recommended and 1/2 dosages of Lintur gave a significant increase in spring barley grain yield in the year 2002, and treatments with full recommended and 1/4 dosage of MCPA 750 – in 2003. The results showed that application of a proper herbicide can give a significant increase in the yield only in situations when sowings are extremely infested with annual dicotyledonous weeds, considering that fields are not infested with perennial weeds and all crop-care measures are done precisely, especially herbicide

application. Such results were possible due to good quality of seed material, precise sowing, and adequate amount of mineral fertilizers which caused preconditions for development of high capacity of competitiveness with weeds of spring barley.

Data analysis of the obtained results of yield structural elements and yield quality indices showed significant differences just in some particular cases. These cases have no logical agronomical explanation therefore they are assumed as occasional.

Analysis of correlation shows strong and statistically significant correlation between the total number and fresh weight of weeds on the 6<sup>th</sup> week after spraying, and between the number of weeds on the 6<sup>th</sup> week after spraying and before harvesting (Table 7).

A strong negative relationship was observed between spring barley grain yield and total weed infestation before harvesting for all herbicides included in the trial, analysing separately by applied herbicides (Table 8). Medium close but statistically significant relationship was observed between grain yield and total fresh weight of weeds on the 6<sup>th</sup> week after spraying. Whereas correlation between the total number of weeds on the 6<sup>th</sup> week after spraying and grain yield was significant only in treatments with two herbicides – Duplosan super and Starane 180. Results allow to conclude that better results for estimation of herbicide efficacy can be obtained using the results of fresh weight of weeds because these data have stronger relationship with grain yield.

Analysis was also done for the influence of two weed species – common lambsquater and field violet – on spring barley grain yield. Common lambsquater was chosen because this species was distributed more than 20 plants per square meter in all three trial years but field violet – because it was the most wide-spread weed species in the trial in the years 2002 and 2003. Data shows that fresh weight of field violet has the strongest negative relationship with spring barley grain yield (Table 8). Whereas for common lambsquater this relationship is weaker and only in treatments with Lintur and Starane 180 it is significant at 95 % probability level.

### **Changes in susceptibility of next generation of *Chenopodium album* L. to applied herbicides**

The seeds of common lambsquater were gathered each year before harvesting from treatments with herbicides at different dosages. It was not possible to gather seeds from all treatments because of different conditions by

years, which caused different herbicide efficacy. The results from pot trials are stated as before – separately by herbicides.

**Lintur (dicamba + triasulfuron).** Seeds from treatments with Lintur were possible to gather only in 2002 and 2004 and only from plots where 1/4 dosage of Lintur was applied. The amount of common lambsquater seeds from treatments with Lintur in the year 2003 was insufficient for pot trials. Data analysis, using log-logistic analysis method, was not possible with data obtained in 2002 because applied dosages of Lintur were too small. Efficacy from all dosages except from application of double dosage was lower than 50 % and can be attributed to upper part of dose-response curve.

Applied dosages in the trial 2004 increased six times. The results show that obtained data describe the efficacy of Lintur against common lambsquater in a wide range. Dry weight of common lambsquater was in the range between 1.30 and 12.24 grams per pot. These data can be used in analysis with log-logistic analysis method. All weight data of common lambsquater was transformed to their relative values – weight from untreated pots was assumed as 100. Analyses for fresh and dry weight of common lambsquater were done separately. Simultaneously, analyses of linear regression and non-linear regression for parallel and non-parallel curves models were done. The results show that conclusions are the same whether analysis is done with fresh weight or with dry weight data therefore further analysis will be expanded for dry weight of common lambsquater.

Results from data analysis show that linear regression described data with high credibility. However, analysis of lack-of-fit shows that data is better described by non-linear regression –  $F_{\text{fact.}} = 1.70 < F_{0.05} = 1.93$  for non-parallel curves model and  $F_{\text{fact.}} = 1.64 < F_{0.05} = 1.92$  for parallel curves model. Comparing these models, parallel curves model is more appropriate –  $F_{\text{fact.}} = 0.37 < F_{0.05} = 4.03$ . Data from this analysis ( $ED_{50}$  and b parameter from formula 1) is used for designing of dose-response curves (Fig. 1).

Calculated  $ED_{50}$  and  $ED_{90}$  dosages of Lintur against common lambsquater show that both seed samples have similar susceptibility to the applied herbicide at a 95 % probability level. That allows making presumption that application of reduced dosages of Lintur up to 1/4 from the full recommended makes no significant changes in susceptibility of common lambsquater's next generation. However, such conclusions can be drawn only from one-year data when applied dosages of Lintur in the pot trial were sufficiently high. The data from pot trial in 2004 can be used as initial material for further investigations into efficacy of Lintur against common lambsquater or other weed species with similar susceptibility.

**Grodyl (amidosulfuron).** Seeds of common lambsquater were gathered from treatments with all three dosages of Grodyl in all three field trial years.

Similarly, as it was with Lintur, data from the pot trial with application of Grodyl in 2002 can not be analysed with log-logistic analysis because dosages of Grodyl were too small. Highest applied dosages of Grodyl achieved the control of common lambsquater only at a 20.4-43.6 % level wherewith there is lack of data about higher efficacy of Grodyl.

Applied dosages of Grodyl in the year 2003 were with medium efficacy. Still there is no data describing high efficacy of Grodyl against common lambsquater. Highest applied dosage of the herbicide ( $53.3 \text{ g ha}^{-1}$ ) decreased the dry weight of common lambsquater by 85 % for seed samples “Grodyl 1/1” and “Grodyl 1/4” but only by 55 – 60 % for the control sample and seed sample “Grodyl 1/2”. Three smallest applied dosages of Grodyl changed the dry weight of common lambsquater just slightly therefore these data are excluded from further data analysis. Data analysis shows that the relationship is better described by non-linear regression. Comparing parallel and non-parallel curve models, non-parallel curves model can be approved as better –  $F_{\text{fact.}} = 2.94 > F_{0.05} = 2.74$ .

Designed dose-response curves show that the reaction of control sample and sample “Grodyl 1/2” to Grodyl is almost the same – these two curves cover one another. Steeper are dose-response curves for seed sample “Grodyl 1/4” and especially for sample “Grodyl 1/1”, which shows that reaction of these samples against Grodyl is applied dosages of herbicide are changed.

Highest applied dosage of Grodyl was increased twice in the 2004 pot trial but reduction in dry weight of common lambsquater was almost the same as in 2003. Decrease in the dry weight of weed for the control and “Grodyl 1/1” samples were slightly higher than 80 %, for sample “Grodyl 1/2” – 75.1 % but for sample “Grodyl 1/4” – only 64.7 % at treatment with the highest dosage of Grodyl ( $106.6 \text{ g ha}^{-1}$  or  $80 \text{ g a.i. ha}^{-1}$ ). Data analysis shows that data is better described by non-linear regression. Lack-of-fit test shows advantages of the parallel curves model –  $F_{\text{fact.}} = 0.86 < F_{0.05} = 2.70$ . The data acquired from data analysis using this model are used for design of dose-response curves (Fig. 2).

Almost similar curves were obtained for control and “Grodyl 1/2” seed samples as it was in the year 2003. Similar to these two curves are the one explaining reaction of seed sample “Grodyl 1/1” to the applied herbicide (Fig. 2). Different curve is for seed sample “Grodyl 1/4”, which is shifted to the right. That means that for this seed sample a higher dosage of Grodyl is needed to achieve the same efficacy compared to other samples.

There are no significant differences between the calculated  $ED_{50}$  and  $ED_{90}$  dosages of Grodyl at 95 % probability according to Fisher’s criteria in both trial years. However, calculated  $ED_{50}$  dosage for seed sample “Grodyl 1/4” is

higher than the upper limit of the 95 % confidence interval for control and "Grodyll 1/2" seed samples in 2004 (Tab. 9).

Unfortunately, it is not possible to draw any convincing conclusions from three-year trial results. We can observe tendencies for change in susceptibility of common lambsquater's next generation plants to applied herbicide Grodyll as it was observed in 2004, when application of reduced dosages of amidosulfuron caused decrease in susceptibility of common lambsquater's next generation plants.

**Starane 180 (floxypyr).** Seeds of common lambsquater were collected from treatments with all three applied dosages of Starane 180 in all trial years.

Conclusions from the trial in 2002 are the same as they were using herbicides Lintur and Grodyll, i.e. the applied dosages of Starane 180 were too small. The results from the trial in 2003 show that the amount of applied dosages of Starane 180 was insufficient though data shows efficacy of the herbicide to common lambsquater in quite a wide range. Three smallest applied dosages gave insignificant decrease in the dry weight of common lambsquater therefore these data will be excluded from further data analysis as it was in the trial with herbicide Grodyll.

Data analysis shows that nonlinear regression parallel curves model better fit to obtained data –  $F_{\text{fact.}} = 1.51 < F_{0.05} = 2.74$  compared to nonparallel curves model in the year 2003.

The designed dose-response curves are steeper than those for herbicide Grodyll because calculated b parameter for Starane 180 had a higher negative value. Almost the same are dose-response curves displaying reaction of common lambsquater to Starane 180 for the control and "Starane 180 1/2" seed samples. The curve for seed sample "Starane 180 1/1" is most shifted to the right (Fig. 3).

Data analysis of the trial in 2004 gave similar conclusions as in the year 2003. The parallel curves model shows advantages compared to nonparallel curves model –  $F_{\text{fact.}} = 1.01 < F_{0.05} = 2.71$ . Calculated b parameter is smaller than it was in the year 2002 therefore curves are not so steep. All curves are placed close to one another but the curve for seed sample "Starane 180 1/1" is most shifted to the right, the same as it was in the year 2003.

There are significant differences between the calculated  $ED_{50}$  dosages of Starane 180 for seed samples "Starane 180 1/1" and "Starane 180 1/4" in the year 2003. Next generation plants of common lambsquater become less susceptible to the applied herbicide in case of application of full dosages of herbicide Starane 180. However, this coherence does not prove at 95 % probability compared to control plants (Table 10). Calculated  $ED_{50}$  dosages of Starane 180 are higher and without significant differences among seed samples in the year 2004.

Joint conclusions can be drawn only from two trial years because the pot trial in 2002 was unsuccessful. It can not be proven at 95 % probability level that application of herbicide Starane 180 in cereals causes significant changes in susceptibility of next generation plants of common lambsquarter, compared to plants from places where Starane 180 was not used for a long time. However, there is strong tendency for next generation plants of common lambsquarter to decrease susceptibility to applied herbicide in case of use of full dosage of herbicide Starane 180.

**Granstar (tribenuron-methyl).** The seeds of common lambsquarter were impossible to harvest in the year 2002 because even reduced dosages of Granstar controlled this weed with more than 80 % efficacy. Seed samples from treatments with a half and a quarter dosage of Granstar were harvested in 2003, but it was possible only from the treatment with a quarter dosage of Granstar in 2004.

The results show that application of Granstar at dosage 1 g ha<sup>-1</sup> in the pot trial almost totally eliminated plants of common lambsquarter. Total fresh weight of common lambsquarters from a pot or weight of 4 plants was not higher than 1 g. The results obtained from treatments with higher dosages of Granstar were excluded from further data analyses and C parameter which denotes lower limit of dose-response curve was considered as zero.

Probably because of the small data amount (only from three treatments), the results of data analyses differed depending whether fresh or dry weight of common lambsquarters was used. Data analysis using dry weight of common lambsquarters shows that the relationship is better described by linear regression –  $F_{\text{fact.}} = 2.62 > F_{0.05} = 2.02$ , but using fresh weight of plants gives converse results –  $F_{\text{fact.}} = 1.04 < F_{0.05} = 2.02$ . This inconsistency demonstrates that three dosages are insufficient amount to use the results in a well-grounded dose-response analysis. The applied dosages of Granstar in the pot trial in 2003 were too big and data analysis had to be interrupted.

The obtained results show a wide range of efficacy of Granstar against common lambsquarter by decreasing the applied dosages of Granstar 12-fold in the pot trial in 2004 – from weak up to 90 % efficacy. Data analysis shows a very convincing advantage of nonlinear regression parallel curve model –  $F_{\text{fact.}} = 0.004 < F_{0.05} = 4.03$ . The both designed dose-response curves are similar to one another. Also calculated ED<sub>50</sub> and ED<sub>90</sub> dosages for both seed samples have no significant differences – for seed sample “Granstars 1/4” – 0.23 g ha<sup>-1</sup>, but for control sample – 0.25 g ha<sup>-1</sup>.

A full data analysis can be done only from the pot trial in 2004. It is far from enough to draw some conclusions about possible changes in susceptibility of next generation of common lambsquarter to herbicide Granstar. Therefore, these

results have to be assessed as initial data for the forthcoming trials about susceptibility of common lambsquater or similar weed species to herbicide Granstar, as it was in the case with herbicide Lintur.

**Duplosan super (dichlorprop-P + mecoprop-P + MCPA).** Seeds were harvested in sufficient amount only in the year 2003 from plots where herbicide Duplosan super was used. It was not possible in years 2002 and 2004 because of the high efficacy of this herbicide against common lambsquater.

Data analysis with results from the trial with Duplosan super was done in a similar way as with other herbicides. The results show that applied dosages of Duplosan super were chosen more successfully compared to other herbicides in the year 2003. They better describe the upper part of the dose-response curve of Duplosan super against common lambsquater. However, there is a lack of data about efficacy of small dosages of Duplosan super. The efficacy for the smallest applied dosage of this herbicide was at a 40-50 % level. Therefore the results from treatment with the highest dosage of Duplosan super will be excluded from further data analysis.

Results from the dose-response analysis show that nonlinear regression parallel curves model better fit to acquired data. The designed dose-response curves show that plants from the control and "Duplosan super 1/4" seed samples have similar susceptibility to the applied herbicide. Dose-response curve for seed sample "Duplosan super 1/2" is shifted to the left, which indicates that plants from this seed sample have higher susceptibility to herbicide Duplosan super (Fig. 4).

There are significant differences among the calculated  $ED_{50}$  dosages of Duplosan super. Significantly lower  $ED_{50}$  dosage was for seed sample "Duplosan super 1/2" compared to other samples. However, there are no differences among the calculated  $ED_{90}$  dosages for tested seed samples at 95 % probability level (Table 11).

It is impossible to draw some well-grounded conclusions about susceptibility of next generation of common lambsquater against herbicide Duplosan super because data only from one trial year are acquired. The results from the year 2003 indicate that application of herbicide Duplosan super in cereals increases susceptibility of next generation plants of common lambsquater. Trials should be continued to prove this presumption.



## **Adaptation of the computer decision support system “PC-P Weeds” to Latvia’s conditions**

The most widespread weed specie was field violet (*Viola arvensis* (L.) Murr.) in year 2002. The target efficacy for this weed specie is 85 % even in cases of a very high infestation with these weeds. Unfortunately, the results show that all treatments, according to the suggestions of program “PC-P Weeds”, did not control field violets at the installed target efficacy. The same situation was observed with thistles (*Cirsium* spp.) and cleavers (*Galium aparine* L.), except in the treatment according to the recommendations of prototype PC-P High where control of cleavers was 89.2 % but installed target efficacy for a definite situation was 85 %. Also control of dead nettles (*Lamium purpureum* L.) and black bindweeds (*Fallopia convolvulus* (L.) A. Love) were lower than the installed target efficacy in treatments PC-P Medium and PC-P Low. However, recommendations of all three prototypes eliminated the chickweeds (*Stellaria media* (L.) Vill.) at 100 % level. Also the control level of fanweeds (*Thlaspi arvense* L.) and shepherd's purses (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Med.) was higher than the installed target efficacy. Close to the installed target efficacy was control of common lambsquarters (*Chenopodium album* L.).

Overall conclusions can be drawn that spraying, according to the recommendations of decision support system model “PC-P Weeds” did not gave the expected results in year 2002. It could be explained by the fact that the Latvia’s model was built up using only one-year data and many parameters were installed incorrectly. We have to take into consideration other factors that decreased herbicide efficacy in 2002, such as the weather conditions on the spraying day and the late development stage of many weeds. The program was improved and many parameters were changed at the beginning of 2003.

In the year 2003 the most widespread weed specie was field violet (*Viola arvensis* (L.) Murr.), too. However, in this year the recommended herbicide applications gained high control of field violets. Decrease in the fresh weight of these weeds was higher than the installed target efficacy (Table 12). It should be noted that the stage of development of field violets was the same in both trial years (0-2 true leaves).

All treatments completely eliminated chickweeds in the year 2003 as it was observed in 2002. The same efficacy was against fanweeds. The control of common lambsquarters was also at a high level.

More than 10 dead nettles per square meter were observed before spraying in 2003. A high number of these weeds was also found in the 6<sup>th</sup> week after spraying. It was higher than before spraying in treatments PC-P High and PC-P Medium but by 50 % lower in the treatment PC-P Low. Whereas the fresh

weight of dead nettles was by 70-90 % lower in these treatments compared to untreated plots. That allows to conclude that many plants of dead nettles germinated after treatment with herbicides and the recommended herbicide treatments showed high efficacy against this weed specie, because installed target efficacy was from 75 % in treatment PC-P High to 65 % in treatment PC-P Low.

Overall, the trial in 2003 can be evaluated as successful. Spraying according to the recommendations of the prototype with lowest target efficacy also resulted in high weed control – total reduction of fresh weight of weeds was 93.5 % compared to untreated plots. This suggests that parameters installed in the model have a high safety margin that recommendations will be effective in most of the circumstances.

Weed infestation in the year 2004 was also remarkable therefore the decision support system model recommended to apply herbicides at dosages close to the full recommended. The most widespread weed specie was dead nettle in 2004 – on average 150 plants m<sup>-2</sup> or 57 % from all weeds. There were no changes in the number of this weed specie in the 6<sup>th</sup> week after spraying, compared to the number before spraying, whereas in untreated plots it was increased. Reduction in the fresh weight of dead nettles in treatments with herbicide applications was at the level of installed target efficacy (Table 13). In spite of the big number of weeds, the plants were weak without high competitiveness with spring barley therefore herbicide treatments can be considered as successful.

The efficacy of recommended herbicide treatments was 100 % against fanweeds and chickweeds in the year 2004. Also black bindweeds were controlled at a higher level than the installed target efficacy. Field violet was a widespread weed specie also in the year 2004. It was controlled at a high level in 2003, but the installed target efficacy was not reached in the year 2004 – field violets were controlled at a 65-73 % level but target efficacy was 70-80 per cent. One of the widespread weed species in 2004 was speedwell (*Veronica arvensis* L.) unlike the previous years. There were up to 40 speedwell plants per square meter in treatment PC-P Low. Control of speedwells was higher than target efficacy in 2002-2003, when total amount of these weeds was comparatively smaller. In the 2004 trial, control level was lower except for treatment PC-P High.

Total control of weeds was similar in all three prototypes of the decision support system model in the year 2004 – from 76.3 to 79.8 per cent. The results from three-year trials show that some parameters still have to be corrected. The decision support system model “PC-P Weeds” recommends application of herbicides at dosages close to the full recommended in cases of high weed infestation. Herbicide tank mixtures are recommended when hard-to-control weed species are present in the field. The decision support system model “PC-P Weeds”

could be recommended for use on farms with a medium high to high development level but only after correction of detected errors.

The grain yield of spring barley was significantly higher in treatments with herbicides in 2002, if comparison is done separately by trial years (Table 14). There are no significant differences in the grain yield among tested prototypes of the model. A significantly lower yield in untreated plots can be partly explained by differences in the number of productive tillers per square meter, which was significantly lower ( $P > 99\%$ ) in untreated plots.

A significantly higher spring barley grain yield was harvested in all treatments with herbicides on average in three trial years, compared to untreated plots. The highest yield was obtained in treatments PC-P Medium but it differed insignificantly from other prototypes of the model (Table 14).

The obtained results allow to conclude that herbicide spraying in spring barley according recommendations of the decision support system model “PC-P Weeds” gave high efficacy of weed control and increased the yield of spring barley. The efficacy of recommendations still varies in cases when applied herbicides differ. The prototype with medium target efficacy can be regarded as the most suitable for use in spring barley under Latvia’s conditions, though it can be recommended for wider use only after correction of the determined errors.

## CONCLUSIONS

1. All tested herbicides have high (over 85 %) efficacy to some specific weed species, even when applied at reduced dosages:
  - a) reduction to 1/4 from the full recommended dosage is possible when the following is used:
    - tribenuron-methyl and dicamba + triasulfuron against chickweeds (*Stellaria media* (L.) Vill.) and fanweeds (*Thlaspi arvense* L.);
    - MCPA and dichlorprop-P + mecoprop-P + MCPA against common lambsquarters (*Chenopodium album* L.) and fanweeds;
    - tribenuron-methyl against common lambsquarters and speedwells (*Veronica arvensis* L.), if application is done in early development stages of weeds.
  - b) reduction to 1/2 from the full recommended dosage is possible when the following is used:
    - amidosulfuron against fanweeds;

- MCPA against chickweeds and field violets (*Viola arvensis* (L.) Murr.);
  - dichlorprop-P + mecoprop-P + MCPA against chickweeds and speedwells;
  - fluroxypyr against chickweeds and fanweeds.
2. Application of herbicides produced an insignificant increase in spring barley grain yield on average in three years. There were no significant changes in spring barley grain yield between the applied dosages of herbicides.
  3. The obtained results from glasshouse trials gave an inconclusive answer about the changes in susceptibility of next generation of common lambsquarters against applied herbicides:
    - a) application of tribenuron-methyl and dikamba + triasulfuron at 1/4 from the full recommended has no significant impact on the changes in susceptibility of next generation of common lambsquarter, although only one trial year can be considered as successful:
    - b) a trend of decrease in susceptibility was observed for plants from the seeds harvested from plots treated with amidosulfuron at reduced dosages. The same trend was observed for plants from plots where herbicide fluroxypyr was used at full recommended dosage. The results were not significant at 95 % probability level:
    - c) a significant higher susceptibility against applied herbicide was observed for plants from plots treated with herbicide dichlorprop-P + mecoprop-P + MCPA at the dosage of 1 L ha<sup>-1</sup>. Such coherence was detected only in one year therefore it can not be regarded as a general tendency.
  4. The appropriate rates of applied herbicide dosages were clarified in glasshouse trials with common lambsquarters or other weed species with similar susceptibility against herbicides: full dosage of tribenuron-methyl 0.5 g a.i. ha<sup>-1</sup>, dicamba + triasulfuron 60 g a.i. ha<sup>-1</sup>, amidosulfuron 40 g a.i. ha<sup>-1</sup>, fluroxypyr 360 ml a.i. ha<sup>-1</sup>, and dichlorprop-P + mecoprop-P + MCPA 600 ml a.i. ha<sup>-1</sup>.
  5. The improvement of the decision support system model “PC-P Weeds” gave a remarkable increase in the efficacy of recommendations in the years 2003 and 2004, compared to 2002, and in more than 90 % of all cases it was higher than the target efficacy. However, there are some imprecisions

in the program, for instance, parameter which determines the efficacy of Lintur against common lambsquarter is incorrect. There were significantly higher spring barley grain yields in the treatments according to the recommendations of the program “PC-P Weeds”. After correcting the determined errors, the decision support system model “PC-P Weeds” can be advised for wider use.

6. There might not be an economical profit from application of suitable herbicides in spring barley if all requirements are fulfilled for the formation of a high spring barley yield.

## **ACKNOWLEDGEMENTS**

I would like to express my most gratitude to Dr. agr. Zinta Gaile, the vice-director of LLU Research and Study Farm “Vecauce” for her support and assistance in the trials and during the whole period of my PhD studies!

Thanks to the operating personnel and agronomists of LLU RSF “Vecauce” and to all my colleagues at the LLU Department of Soil management for their help and support in carrying out the field trials.

My deep gratitude also to Solvejg Mathiassen and Per Kudsk from the Danish Institute of Agricultural Sciences in Flakkebjerg for their encouragement and contribution towards providing a possibility to carry out the pot trials in the laboratory of their institution and for their help in making data analysis using program SAS. Without you this part of my work would not be possible!

I am thankful to all my colleagues who were involved in the project “Development and implementation of an internet based decision support system for integrated pest management in Latvia”. Special thanks to Per Rydahl from the Danish Institute of Agricultural Sciences in Flakkebjerg for detailed explanation of the structure of decision support system model “PC-P Weeds” and for his help in solving different problems I encountered while creating and updating the Latvia’s prototype of this model!

## Publikāciju saraksts

### Zinātniskās publikācijas

1. Kopmanis J. Samazinātu herbicīdu devu vērtējums vasaras miežu sējumos // *Agronomijas Vēstis*.- Nr. 5., 2003.- Jelgava, LLU, 2003. – 138. – 142. lpp.
2. Kopmanis J. *Chenopodium album* L. susceptibility to herbicides applied at different dosages // 7<sup>th</sup> EWRS (European Weed Research Society) Mediterranean Symposium 2003, Adana , Turkey, 6-9 May 2003, pp. 79 – 80.
3. Kopmanis J. Susceptibility of some dicotyledon weeds to sulfonylurea herbicides applied at reduced dosages // *Research for rural development. International scientific conference proceedings*, Jelgava, Latvia, 21-24 May 2003, pp. 19 – 22.
4. Kopmanis J. Herbicīdu starane 180 un lintūrs lietošana samazinātās devās vasaras miežos // *Agronomijas Vēstis*.- Nr. 6., 2004.- Jelgava, LLU, 2004. – 80. – 86. lpp.
5. Kopmanis J., Ausmane M. Application of synthetic auxins herbicides in spring barley at reduced dosages // *Agronomijas Vēstis*.- Nr. 7., 2004.- Jelgava, LLU, 2004, pp. 183 – 187.
6. Kopmanis J. Baltās balandas (*Chenopodium album* L.) nākošās paaudzes augu jutības izmaiņas pret lietotajiem herbicīdiem // *LLU Raksti*.- Nr. 13 (308), 2005.- Jelgava, LLU, 2005. – 37. – 45. lpp.
7. Kopmanis J., Maļecka S., Skudra I., Vanaga I. Datorprogrammas „PC-P Weeds” pārbaude un adaptēšana Latvijas apstākļiem // *LLU Raksti*.- Nr. ., 2006.- Jelgava, LLU (pieņemts publicēšanā)

### Populārzinātniskās publikācijas

8. Kopmanis J. Datorprogrammas “PC-P Weeds” nezāļu kontroles optimizēšanai piemērošana Latvijas apstākļiem 2001. gadā // *Lauka izmēģinājumi un demonstrējumi 2001.- Ozolnieki*, 2002.– 42. – 44. lpp.
9. Kopmanis J. Datormodeļa “PC-P Weeds” pārbaude LLU mps “Vecauce” 2002. gadā // *Lauka izmēģinājumi un demonstrējumi 2002.- Ozolnieki*, 2003.– 45. – 47. lpp.
10. Kopmanis J. Kā vērtēt herbicīdu iedarbības efektivitāti // *Saimnieks*. – Nr.10., 2004. (4) – 16., 18., 23. lpp.

11. Kopmanis J. Datormodeļa „PC-P Weeds” pārbaude // Agrotops. – Nr. ., 2005. (pieņemts publicēšanā)
12. Kopmanis J. Datormodelis „PC-P Weeds” nezāļu ierobežošanas optimizēšanai // Agrotops. – Nr. ., 2005. (pieņemts publicēšanā)
13. Kopmanis J. Datormodeļa „PC-P Weeds” lietošanas īsa instrukcija // Agrotops. – Nr. ., 2005. (pieņemts publicēšanā)

### Referāti zinātniskajās konferencēs

1. Starptautiskā zinātniskā konference „Epidemiology facets of harmful organisms in cropping systems”, Jelgava, 26. – 28. augusts, 2004. **Mutiskais referāts:** „Efficacy of reduced herbicide dosages in spring barley” (Autori J. Kopmanis, I. Vanaga, S. Malecka, I. Skudra).
2. Starptautiskā zinātniskā konference „Epidemiology facets of harmful organisms in cropping systems”, Jelgava, 26. – 28. augusts, 2004. **Stenda referāts:** „Application of synthetic auxins herbicides in spring barley at reduced dosages” (Autori J. Kopmanis un M. Ausmane).
3. Starptautiskā doktorantu zinātniskā konference „Research for rural development 2003”, Jelgava, 21. – 24. maijs, 2003. **Mutiskais referāts:** „Susceptibility of some dicotyledon Weeds to sulfonylurea herbicides applied at reduced dosages” (Autors: J. Kopmanis).
4. 7. Eiropas Herbalogu savienības organizētais Vidusjūras valstu simpozījs (7<sup>th</sup> EWRS (European Weed Research Society) Mediterranean Symposium 2003), Adana, Turcija, 6.-9. maijs, 2003. **Stenda referāts:** „*Chenopodium album* L. susceptibility to herbicides applied at different dosages” (Autors: J. Kopmanis).

### Līdzdalība starptautiskos projektos

2000. – 2002. g. Latvijas – Lietuvas – Igaunijas – Polijas (no 2001. gada) – Dānijas kopprojekts “Development and implementation of an internet based decision support system for integrated pest management in Latvia”.

Darbības sfēra – projekta vadītājs no Latvijas puses (2001. – 2002. g.) sadaļai Nr. 4 “Weeds”.