



Latvijas Lauksaimniecības universitāte
Lauksaimniecības fakultāte

Latvia University of Agriculture
Faculty of Agriculture



IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ

INGRĪDA GRANTIŅA

KRUSTZIEŽU STUBLĀJU UN SĒKLU SMECERNIEKU (*CEUTORHYNCHUS* SPP.) UN KRUSTZIEŽU PĀKSTEŅU PANGODIŅA (*DASINEURA BRASSICAE*) BIOLOĢIJA, EKOLOĢIJA UN EKONOMISKĀ NOZĪME LATVIJĀ

**BRASSICA STEM AND POD WEEVIL (*CEUTORHYNCHUS* SPP.) AND
BRASSICA POD MIDGE (*DASINEURA BRASSICAE*) BIOLOGY,
ECOLOGY AND ECONOMICAL IMPORTANCE IN LATVIA**

Promocijas darba **KOPSAVILKUMS**
Dr. agr. zinātniskā grāda iegūšanai

SUMMARY
of the Doctoral thesis for the scientific degree Dr.agr.

paraksts/ signature

Jelgava 2012

Darba zinātniskais vadītājs / Scientific supervisor:

Prof., Dr.biol., Dr.habil.agr. Ināra Turka

Darba recenzenti / Reviewers:

Prof., Dr.agr. Zinta Gaile

Prof., Dr. habil. agr. Antons Ruža

Prof., Dr.biol. Voldemārs Spunģis

Disertācijas aizstāvēšana paredzēta Latvijas Lauksaimniecības universitātes Lauksaimniecības nozares Laukkopības apakšnozares promocijas padomes atklātajā sēdē 2012.gada.7.septembrī 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 7. September , 2012 at 10.00 AM in the room 123., Latvia University of Agriculture, Liela Street 2, Jelgava, Latvia.

Ar zinātnisko darbu var iepazīties LLU Fundamentālajā bibliotēkā, Jelgavā, Lielā ielā 2.

Atsauksmes sūtīt Lauksaimniecības zinātņu nozares Laukkopības apakšnozares promocijas padomes sekretarei Dr. agr. Maijai Ausmanei, Lielā iela 2, Jelgava, LV-3001.

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, Jelgava*

S A T U R S / C O N T E N T

SATURS/CONTENT	3
IEVADS	4
PĒTĪJUMU APSTĀKĻI UN METODIKA	6
PĒTĪJUMA REZULTĀTI UN DISKUSIJA	11
Krustziežu kaitēkļu identifikācija, taksonomija un izplatība.....	11
Krustziežu smecernieku izplatība identifikācija un taksonomija	12
Krustziežu kaitēkļu skaita dinamika un sastopamība	15
Krustziežu kaitēkļu radītie bojājumi ziemas rapša augiem	16
Krustziežu kaitēkļu skaita ierobežošana.....	21
Krustziežu kaitēkļu ierobežošanas ekonomiskais izvērtējums	22
SECINĀJUMI	24
ZINĀTNISKĀ DARBA APROBĀCIJA / SCIENTIFIC APPROBATION	26
INTRODUCTION.....	29
STUDY CONDITIONS AND METHODOLOGY	31
STUDY RESULTS AND DISCUSSION	36
Distribution, identification and taxonomy of brassica weevils	37
Dynamics and distribution of brassica pests	38
Brassica pest damage to winter oilseed rape plants.....	39
Control of brassica pests	43
Economic evaluation of brassica pest control	45
CONCLUSIONS	46

IEVADS

Eiropā rapsis ir viens no audzētākajiem kultūraugiem, tā audzēšanas apjomi strauji palielinājušies, sākot ar 20. gadsimta beigām. Lielākās rapša platības izvietotas Eiropas dienviddaļā. Rapsis ir vienīgais kultūraugs Eiropā, kam nav sējplatības ierobežojuma. Pat vairāk – to drīkst audzēt tā sauktajās obligātajās papuvēs un saņemt par to arī atbalsta maksājumus, taču Eiropā vēl aizvien ir jūtams liels rapša eļļas un raušu deficīts.

Eļļas ieguvei Eiropā pārsvarā audzē *Brassica napus* spp. *oleifera*. Nelielās platībās Skandināvijā un Igaunijā - *Brassica campestris* (turnepsi). Lielākās rapša platības Eiropā aizņem ziemas rapsis, vasaras rapsi vairāk audzē ziemeļu daļā.

Pēc *Eurostat* datiem¹, rapša sējplatības 2010. - 2011. gadā ir palielinājušās par 4%, bet Francijā un Polijā - par 9%. Arī mūsu valstī ir vērojams ziemas un vasaras rapša sējplatību pieaugums, jo sevišķi pēdējos gados. Salīdzinot pa reģioniem, joprojām lielākās platības ar ziemas rapsi tiek apsētas Zemgalē. Tādēļ doktora darbā galvenā uzmanība ir veltīta šim reģionam, pētot un izvērtējot trīs ražojošas saimniecības.

Latvija ir piemērota vieta veiksmīgai rapša audzēšanai: labvēlīgi klimatiskie apstākļi un atbilstošas augsnes. Rapša audzēšanas bruto segums ir pozitīvs, iegūstot 2.5 - 3.0 t ha⁻¹ sēklu ražu, kas ir optimāls rādītājs Latvijas apstākļos.

Pašlaik rapsis strauji ir ieņēmis nozīmīgu vietu daudzu Latvijas lauksaimniecības saimniecību audzēto kultūraugu struktūrā.

Šo gadu laikā lauksaimnieki jau ir apguvuši daudzas rapša audzēšanas īpatnības, tomēr nākas saskarties arvien ar jaunām problēmām, galvenokārt attiecībā uz slimību un, it īpaši, kaitēkļu ierobežošanu.

Pēdējos gados Latvijā novērojama arvien plašāka kaitēkļu invāzija, kas saistīta ar rapša platību palielināšanos un bez zinātniski pamatotas augu maiņas, kā arī klimatisko apstākļu izmaiņām. Valsts augu aizsardzības dienesta eksperti apgalvo, ka pēdējos gados lietoto insekticīdu apjoms rapša sējumos ir palielinājies, kas rada papildu slodzi uz apkārtējo vidi (mutiska komunikācija). Daudzi rapša audzētāji kaitīgo organismu ierobežošanas plānā nav iekļāvuši visus krustziežu kaitēkļus, jo Latvijā līdz šim nebija pētījumu par kaitēkļu attīstības cikliem un kaitīguma sliekšņiem. Nav novērtēta arī to ekonomiskā

¹ http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Agricultural_products
[skatīts: 2011.g. 03.septembrī]

nozīme. Trūkst informācijas un datu par kaitēkļu uzvedību un postīgumu Latvijas agroekoloģiskajos apstākļos, ierobežošanas pasākumiem un ietekmi uz vidi. Krustziežu kaitēkļu ierobežošanā konsultanti un lauksaimnieki izmanto citu Eiropas valstu augu aizsardzības sistēmas, kas, iespējams, Latvijas agroekoloģiskajiem apstākļiem nav piemērotas.

Pēdējos gados ziemas rapša sējumos novērota arvien lielāka krustziežu stublāju un sēklu smecernieku (*Ceutorhynchus* spp.) un krustziežu pāksteņu pangodiņa (*Dasineura brassicae*) invāzija, tāpēc savā pētījumā pievērsos tieši šiem kaitēkļiem. Pētījumos, kuri veikti Vācijā, Lielbritānijā un Dānijā, tie ir minēti kā postošākie krustziežu kaitēkļi.

Izpētot minēto kaitēkļu bioloģiju, sastopamību un postīgumu, tika izstrādāti ieteikumi lauksaimniekiem to ierobežošanā. Pētījuma rezultāti dod iespēju ekonomiski pamatot insekticīdu lietošanas nepieciešamību un izdevīgumu, tie varētu būt nozīmīgi integrētās augu aizsardzības sistēmas ieviešanai Latvijā, ko Eiropas Komisija noteikusi veikt līdz 2014. gadam.

Rapša audzētājiem trūkst pētījumu par rapša slimību un kaitēkļu epidemioloģiju un postīgumu, par efektīvākajām metodēm to ierobežošanā, lai nekaitētu videi un saudzētu kultūraugus.

Tomēr pozitīvas tendences pēdējos gados vērojamas arī pētījumu jomā. Arvien vairāk zinātnieku, uzzinot par ražotāju problēmām, pievēršas ar rapša audzēšanu saistīto jautājumu risināšanā.

Saprotot un izvērtējot rapša audzēšanas aktualitāti, par doktora darba tēmu izvēlēta postīgāko kaitēkļu izpēte, ziemas rapša audzēšanas paņēmieni izvērtēšana, kā arī rapša kaitēkļu ietekme uz ražu un kvalitāti Zemgales reģionā.

Pētījuma mērķis: noskaidrot ziemas rapša kaitēkļu - krustziežu stublāju un sēklu smecernieku (*Ceutorhynchus* spp.) un krustziežu pāksteņu pangodiņa (*Dasineura brassicae*) – sastopamību, izplatību un to ierobežošanas iespējas lietojot sintētiskos insekticīdus.

Pētījuma uzdevumi:

- izvērtēt krustziežu stublāju un sēklu smecernieku un krustziežu pāksteņu pangodiņa sastopamību un izplatību Zemgalē;
- izpētīt krustziežu stublāju un sēklu smecernieku un krustziežu pāksteņu pangodiņa ierobežošanas iespējas;
- analizēt saimniecībās lietotos kaitēkļu ierobežošanas paņēmienus ziemas rapša sējumos;
- veikt krustziežu kaitēkļu ierobežošanas pasākumu ekonomisko izvērtēšanu ziemas rapša ražošanas sējumos.

Darba hipotēze: Pieaugot krustziežu kaitēkļu postīgumam, jāprecizē to sugu sastāvs un populāciju dinamika dažādos rapša attīstības etapos, un iespējams,

jāmaina to ierobežošanas pasākumi, atbilstoši rapša audzēšanas apstākļiem un ekonomiskajiem nosacījumiem Latvijā.

Pētījuma novitāte:

- Latvijā pirmo reizi identificētas krustziežu stublāju un sēklu smecernieku (*Ceutorhynchus* spp.) sugas ziemas rapša sējumos;
- izpētīti kustziežu stublāju un sēklu smecernieku (*Ceutorhynchus* spp.) un krustziežu pāksteņu pangodiņa (*Dasineura brassicae*) attīstības cikli Latvijas agroklimatiskajos apstākļos;
- analizēta pētījumā iegūtā informācija par kustziežu stublāju un sēklu smecernieku (*Ceutorhynchus* spp.) un krustziežu pāksteņu pangodiņa (*Dasineura brassicae*) postīgumu Latvijas agroekoloģiskajos apstākļos;
- izvērtēti kustziežu stublāju un sēklu smecernieku (*Ceutorhynchus* spp.) un krustziežu pāksteņu pangodiņa (*Dasineura brassicae*) ierobežošanas pasākumu efektivitāte;
- pētījuma rezultāti sniedz iespēju ekonomiski pamatot sintētisko insekticīdu lietošanu.

Aizstāvāmās tēzes

- Palielinoties rapša sējplatību īpatsvaram kopējā Latvijas sējumu struktūrā un mainoties agroklimatiskajiem apstākļiem, pieaug maznozīmīgo krustziežu kaitēkļu izplatība un postīgums;
- patlaban praksē lietotā krustziežu kaitēkļu ierobežošana raksturojama kā profilaktiska, kas ne vienmēr ir efektīva jo netiek ņemta vērā šo krustziežu kaitēkļu bioloģija;

Pētījuma rezultāti apkopoti un atspoguļoti četrās, konferenču, simpoziju un zinātnisko semināru recenzētās starptautiskās publikācijās. Par zinātniskā darba rezultātiem sniegti deviņi mutiski un stenda referāti.

Pētījums veikts ar Eiropas Sociālā Fonda apakšaktivitātes „Atbalsts doktora studiju programmu īstenošanai” projekta „Atbalsts LLU doktora studiju īstenošanai” merķfinansējuma atbalstu. Vienošanās Nr 2009/0180/1DP/1.1.2.1.2/IPIA/VIAA/017.

PĒTĪJUMU APSTĀKĻI UN METODIKA

Pētījums veikts laikā no 2009. līdz 2011. gadam. Par pētījuma vietu izvēlēta Latvijas centrālās daļa – Zemgale – intensīvākais rapša audzēšanas novads, kurā izvietoti 32% no Latvijas rapša platības un tiek sarazoti 70% no rapša sēklu kopražas. Lai izpildītu zinātniskajā darbā izvirzītos uzdevumus, apsekotas četras rapša audzētāj saimniecības, kas atrodas dažādās Zemgales vietās – Dobeles, Rundāles, Jelgavas un Auces novadā un kuru rapša sējplatības aizņem 19 – 30% no lauksaimniecībā izmantojamās zemes platības Saimniecības apsaimnieko 605 – 2400 ha lauksaimniecībā izmantojamās zemes platības un rapša sējplatību īpatsvars sējumu struktūrā ir 20% – 45% (1.attēls).

Pētījumā iekļauti minēto saimniecību, ar konvencionālām metodēm audzēti, ziemas rapša sējumi, kuru platības bija 3 – 59 ha.

Neviens no pētījumā iekļautajiem ziemas rapša sējumiem nav atkārtots sējums, tie ir sēti vismaz ar divu gadu starplaiku tajā pašā laukā.

Sēja veikta tūlīt pēc augsnes pirmssējas apstrādes, Latvijas agroklimatiskajiem apstākļiem optimālākajos datumos, no 10. līdz 23. augustam.



1.att. Pētījumā ietvertu ziemas rapša sējumi, 2009.- 2010.

Fig. 1. Location of winter oilseed rape sowings 2009 – 2010.

Sēta līnijšķirne ‘Catalina’ un hibrīdi ‘Excalibur’ F₁ un ‘Visby’ F₁. Šī šķirne un hibrīdi neatbaida kukaiņus un nav pret tiem rezistenti. Sēklas kodinātas šādi: ‘Catalina’ un ‘Excalibur’ F₁ ar tīramu (tetrametiltiuramdisulfīds), deva 4 mL kg⁻¹ + činuks (imidakloprīds, 100 g L⁻¹; beta ciflutrīns, 100 g L⁻¹), deva 20 ml kg⁻¹; ‘Visby’ F₁ ar modesto (beta ciflutrīns, 80 g L⁻¹; klotianidīns, 400 g L⁻¹), deva 12.5 ml kg⁻¹ + TMTD (tetrametiltiuramdisulfīds), deva 8.3 mL kg⁻¹.

Divdīgļlapju nezāļu ierobežošanai lietoti herbicīdi butizāns stārs s.k. (metazahlor, 333 g L⁻¹ kvinmeraks, 83 g L⁻¹), deva 2.5 L ha⁻¹ vai sultāns (metazahlor, 500 g L⁻¹), deva 2.5 L ha⁻¹. Sējuma apstrāde veikta, ziemas rapša augiem atrodoties otrā lapiņu pāra attīstības etapā (13 - 15 BBCH).

Viendīgļlapju nezāļu un graudaugu sārņaugu ierobežošanai lietoti herbicīdi fokuss ultra (cikloksidīms, 100 g L⁻¹), deva 1.5 L ha⁻¹ vai ažils (propakvizafops 100 g L⁻¹), deva 0.8 L ha⁻¹. Apstrāde veikta, viendīgļlapjiem sasniedzot trīs lapu attīstības etapu.

Rapša raža novākta ar tiešās novākšanas paņēmieni, kas veikta, rapša augiem sasniedzot pilngatavību.

Kaitēkļu ierobežošana. Katru gadu vienā no ziemas rapša sējumiem tika lietota viena no četrām krustziežu kaitēkļu ierobežošanas shēmām: 1. – 2 reizes decis mega 50 e.ū. (deltametīns 50 g L⁻¹) 0.15 L ha⁻¹; 2. – proteus 110

OD s.k. (tiakloprīds 100 g L⁻¹, deltametrīns 10 g L⁻¹) 0.75 L ha⁻¹ un fastaks 50 e.k. (alfa- cipermetrīns 83 g L⁻¹) 0.25 L ha⁻¹; 3. – 2 reizes proteus 110 OD s.k. 0.75 L ha⁻¹; 4. – apstrāde ar insekticīdu netika veikta.

Pēc rapša audzētāju pieredzes un konsultantu ieteikumiem, insekticīdu smidzinājums veikts, kad sējumā krustziežu kaitēkļi tika konstatēti vai arī profilaktiski.

Pirmā apstrāde (T1) - rapša augu ziedkopas attīstības laikā (BBCH 51-55), otrā apstrāde (T2) - ziedēšanā (BBCH 59-62).

Pēc modificētas Abbota formulas (1) tika aprēķināta insekticīda efektivitāte krustziežu smecernieku (*Ceutorhynchus* spp.) un krustziežu pāksteņu pangodiņa (*D. brassicae*) ierobežošanā.

$$BE\% = \frac{(A - B)}{A} \times 100 \quad (1)$$

kur

A - ģipatņu skaits pirms insekticīda lietošanas, ģab.;

B - ģipatņu skaits 7 dienas pēc insekticīda lietošanas, ģab.

Krustziežu kaitēkļu uzskaitē ziemas rapša sējumos tika veikta visu rapša veģetācijas laiku.

Ziemas rapša stublāju smecernieka un krustziežu stublāju spradža imago sāk migrēt uz sējumiem rudenī, tāpēc, 2009. un 2010. ģadā, imago uzskaitē un ievākšanu veica no augusta beigām, kad rapša augiem izveidojušās pirmās īstās lapas (BBCH 11), līdz septembra beigām, kad diennakts vidējā ģaisa temperatūra noslīdējusi zem + 10 °C un kukaiņu aktivitāte vairs nebija vērojama.

Pavasari, kad ģaisa vidējā temperatūra paaugstinājās virs + 5°C un kukaiņu aktivitāte palielinājās līdz sēklu nogatavošanās laikam (BBCH 70-80), veikta *Ceutorhynchus* spp. un *D. brassicae* un *Meligethes* spp. ģipatņu uzskaitē un ievākšana.

Pētījumā izmantoti dzeltenie Mērikes tīpa ūdensslazdi (MŪS), kuri ir dzeltena plastikāta trauki (90 × 200 × 300), kurus 2/3 piepilda ar ūdeni, kam pievieno pāris pilienus virsmas aktīvās vielas kukaiņu pievilināšanai. Trauks tiek novietots uz metāliskiem stieņiem rapša centrālās ziedkopas augstumā.

Desmit MŪS tiek izvietoti sistemātiski randomizēti ziemas rapša sējuma malās, 20 un 50 m attālumā no tām. Ar 24 m horizontālo atstarpi starp ūdensslazdiem, kas sakrīta ar tehnoloģiskajām slīdēm.

Vīsi lauki no vienas malas robežojās ar ceļu (kura platumš nepārsniedza 4 m.) Pārējās malas robežojās ar vaļējiem meliorācijas ģrāvjiem vai mežmalām, kurus no laukiem atdalīja buferjoslas, kam platumš nepārsniedza 2 m.

Nevīens no laukiem nerobežojās ar citu ziemas vai vasaras rapša lauku.

Imago uzskaitē un ievākšana tika veikta vienreiz nedēļā, traukus iztīrot un papildinot ar ūdeni un virsmas aktīvo vielu (apmēram 100 mL^{-1}), vienlaikus pēc BBCH skalas tika atzīmēti arī ziemas rapša augu attīstības etapi.

Ievāktajiem paraugiem uzskaitīti krustziežu smecernieki (*Ceutorhynchus* spp.), kas tika atdalīti un uzglabāti stikla pudelītēs, kas pildītas ar 80% etanolu, lai noteiktu sugas specifiskās morfoloģiskās pazīmes. Bez īpaši pētītajām krustziežu smecernieku sugām tika apskatīti arī: krustziežu stublāju spradzis (*Psylliodes chrysocephala*, L.), krustziežu spīduļi (*Meligethes* spp.), krustziežu pāksteņu pangodiņš (*Dasineura brassicae*, Winn.),

Ceutorhynchus spp. identifikācija veikta, sadarbojoties ar entomologiem Bioloģijas fakultātē (Latvijas Universitātē) un Blekingenas Tehnoloģiju institūtā (Blekingen Institute of Technology), Zviedrijā.

Klasifikācijai par pamatu ņemtas divas kukaiņu sistemātikas datubāzes: Latvijas vaboļu saraksts² un Eiropas fauna³.

Viens no sugu raksturojošiem rādītājiem ir populācijas relatīvais blīvums, ko izsaka – īpatņu skaits septiņās lamatdienās vienā ķeramslazdā (0.03 m^2). Tas tiek analizēts katrai novērotajai krustziežu kaitēkļu sugai atsevišķi. Attīstības dinamikas raksturošanai noteikta aktīvo temperatūru summa (ATS), kuru aprēķināja pēc formulas (2):

$$ATS = \sum (t_n - 10 \text{ } ^\circ\text{C}) \quad (2)$$

kur

t_n - diennakts vidējā temperatūra.

Monitoringā noteikto sugas populācijas relatīvo blīvumu ietekmē ne tikai gaisa diennakts vidējo temperatūru summa, bet arī nokrišņu daudzums. Tāpēc pētījumā izmantoti Dobeles HMS temperatūras un nokrišņu mērījumu dati – hidrotermiskā koeficienta (HTK) aprēķināšanai, izmantojot formulu (3):

$$H = \frac{X \times 10}{\sum t} \quad (3)$$

kur

H - hidrotermiskais koeficients;

X - aprēķinu perioda nokrišņu summa, mm;

$\sum t$ – gaisa diennakts vidējo temperatūru summa aprēķinu periodā, $^\circ\text{C}$.

Latvijas agroklimatiskajos apstākļos nokrišņi vasaras sezonā ir ļoti lokāli, tāpēc HTK ietekme uz krustziežu kaitēkļu populācijas relatīvo blīvumu

² http://leb.daba.lv/checklist_LV.pdf [skatīts: 21.novembrī 2010.]

³ <http://www.faunaeur.org/index.php> [skatīts: 21.novembrī 2010.]

tika apskatīta ziemas rapša sējumos, kuri atradās līdz 20 km attālumā no Dobeles HMS.

Pētījumā identificēto kaitēkļu nodarīto bojājumu uzskaitē.

Krustziežu stublāja smecernieku (*C. pallidactylus*, *C. typhae*, *C. picitarsis* un *C. sulcicollis*) radīto bojājumu apjomus nosaka, uzskaitot augus 0.5 m² (pārrēķinot uz 1 m²) platībā 10 vietās. Augiem šķērsām pārgriež stublāju, tad uzskaita kaitēkļu bojātos un nebojātos augus. Šādu uzskaiti veic divas reizes sezonā:

- pirmā uzskaitē - pavasarī, atjaunojoties augu veģetācijai;
- otrā uzskaitē - rapša nogatavošanās laikā (BBCH 75 – 80).

Lai iegūtu krustziežu stublāju kaitēkļu nodarīto bojājuma apjomu, veic aprēķinus (4):

$$BA\% = \frac{A}{B} \times 100 \quad (4)$$

kur

A – bojāto stublāju skaits, gab. m⁻²;

B – augu skaits, gab. m².

Krustziežu sēklu smecernieka (*C. obstrictus*) un pāksteņa pangodiņa (*D. brassicae*) bojāto pāksteņu apjomu nosaka vienreiz sezonā sēklu gatavošanās laikā (BBCH 75 – 80). Uzskaita kopējo pāksteņu skaitu augiem 0.5 m² (pārrēķinot uz 1 m²) 10 vietās, izdalot bojātos pāksteņus un atzīmējot, kurš kaitēkļa kāpurs bojājumus nodara.

Lai iegūtu krustziežu pāksteņu un sēklu kaitēkļu nodarīto bojājuma apjomu (5), veic aprēķinus:

$$BP\% = \frac{A}{B} \times 100 \quad (5)$$

kur

A – *C. obstrictus* vai *D. brassicae* invadēto pāksteņu skaits m⁻²;

B – pāksteņu skaits, gab. m².

Datu matemātiskā izvērtēšana veikta, izmantojot lietotni „MS Exel”, korelācijas analīžu metodi - Pearson, kas ietver un atspoguļo divu datu kopu lineārās saistības pakāpi. Aprēķināta korelācija starp krustziežu kaitēkļu īpatņu skaitu un to radītajiem bojājumiem, kā arī abu minēto faktoru ietekmi uz rapša sēklu ražu.

Lai veiktu ziemas rapša audzētāju darbības analīzi, tiek aprēķināts bruto segums 2 - rādītājs, kuru izmanto, lai salīdzinātu ziemas rapša audzēšanas paņēmienus gan vienas saimniecības ietvaros, gan starp dažādām saimniecībām.

PĒTĪJUMA REZULTĀTI UN DISKUSIJA

Krustziežu kaitēkļu identifikācija, taksonomija un izplatība

Eiropā nozīmīgo krustziežu kaitēkļu sugas ziemas rapša sējumos tiek minētas sešas, bet to izplatība un postījumu apjomi atšķiras starp Eiropas valstīm un pa gadiem.

Līdz šim, kā postīgi krustziežu kaitēkļi Latvijas ziemas rapša sējumos pētītas un aprakstītas divas ģintis (*Phylotreta* spp. un *Meligethes* spp.) un pirms vairāk kā desmit gadiem, bet palielinoties rapša sējplatību īpatsvaram kopējā Latvijas sējumu struktūrā un mainoties agroklimatiskajiem apstākļiem, pieaug agrāk par par maznozīmīgiem uzskatīto krustziežu kaitēkļu izplatība un postīgums. Tāpēc pētījums ir ļoti nozīmīgs lauksaimniekiem un lauksaimniecības speciālistiem, jo ir identificētas šobrīd izplatītās krustziežu kaitēkļu sugas ziemas rapša sējumos.

Veicot monitoringu 12 ziemas rapša sējumiem 2009., 2010. un 2011. gadā, tika ievākti 17 264 īpatņi no divām kārtām – Diptera un Coleoptera, kas pieder četrām dzimtām – Chrysomelidae, Nitidulidae, Curculionidae un Cecidomyiidae (2.attēls). Lielākā daļa identificēto krustziežu kaitēkļu pieder pie vaboļu Coleoptera kārtas. Minētā kārta ir ne tikai lielākā no Insekta klases, bet sastāda arī lielāko daļu no Animalia valsts. Viena no plašāk sastopamajām dzimtām ir Curculionidae, pie kurām pieder smecernieki *Ceutorhynchus* spp.

2009. gadā no 15. aprīļa līdz 29. jūnijam, tika ievākti 3552 īpatņi no četrām krustziežu kaitēkļu sugām.

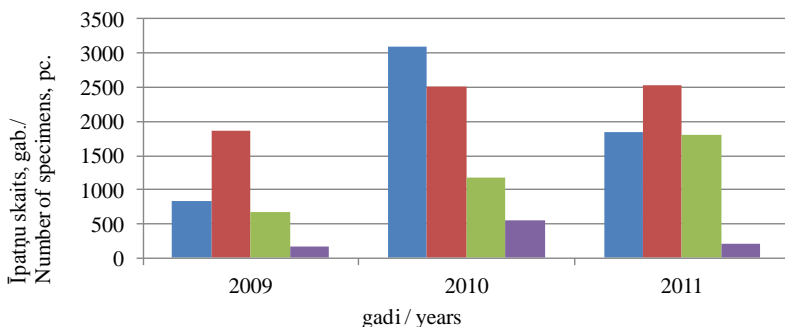
Dominēja krustziežu stublāju un sēklu smecernieku īpatņi, kas sastādīja 53% no visiem ievāktajiem īpatņiem. Krustziežu spīdulis no pangodiņa bija mazāk – attiecīgi 23% un 19%, *P. chrysocephala* – tikai 5% no ievāktajiem īpatņiem.

2009. / 2010. gada ziemas rapša sējumos no 2009. gada 19. septembra līdz 2010. gada 24. jūnijam tika ievākti 7309 krustziežu kaitēkļu īpatņi, 3095 īpatņi jeb 42% no tiem bija *Meligethes* spp.. Nākamā plašāk novērotā ģints bija *Ceutorhynchus* spp. – 2481 īpatņi (34%), kam sekoja krustziežu pangodiņš – 1188 īpatņi (16%) un krustziežu stublāju spradzis – 545 īpatņi (7%).

2010. / 2011. gada ziemas rapša sējumos no 2010. gada 9. septembra līdz 2011. gada 29. jūnijam, ievākti 6675 krustziežu kaitēkļu īpatņi. Dominēja krustziežu stublāju un sēklu smecernieki – 35% no kopējā īpatņu skaita. Krustziežu spīdulis bija otrs plašāk novērotais krustziežu kaitēklis (33%),

nedaudz atpaliek krustziežu pāksteņu pangodiņa skaits, kas šajā ražas gadā sastādīja 28% un krustziežu stublāju spradzis – 4%.

Pētījuma 2009. un 2011. gadā visplašāk novērotas divas dzimtas – Nittidulidae un Curculionidae – 36% no kopējā ievāktā imago skaita, savukārt Cecidomyiidae – 22% un Chrysomelidae – 6%.



2. att. Dominējošo krustziežu kaitēkļu īpatņu skaits visās pētījumu vietās 2009. - 2011. gados izmantojot Mēriķes ūdensslazdus.

Fig. 2. Dominating brassica pest specimens in all study sites collected using Moerike water traps in 2009 – 2011.

- *Meligethes* spp.
- *Ceutorhynchus* spp.
- *Dasineura brassicae*
- *Psylliodes chrysocephala*

Sugu izplatību nosaka vairāku faktoru kopums. Galvenie no tiem ir attīstībai piemērots klimats un barības bāzes nodrošinājums. Latvijas klimatiskie apstākļi un barības bāze (rapša sējumu platības) ir piemēroti ekonomiski nozīmīgo krustziežu kaitēkļu attīstībai.

Krustziežu smecernieku izplatība identifikācija un taksonomija

Latvijā identificēti sekojoši krustziežu kaitēkļi – krustziežu sēkļu smecernieks (*C. obstrictus*), krustziežu stublāju smecernieks (*C. pallidactylus*), ziemas rapša stublāju smecernieks (*C. picitarsis*), zilais krustziežu stublāju smecernieks (*C. sulcicollis*), mazais stublāju smecernieks (*C. typhae*), krustziežu stublāju spradzis (*P. chrysocephala*), krustziežu pāksteņu pangodiņš (*D. brassicae*) un krustziežu spīdulis (*Meligethes* spp.). No tām 2009. –2011. gadā dominēja divas ģintis – krustziežu spīduļi (*Meligethes* spp.) un smecernieki (*Ceutorhynchus* spp.). Krustziežu smecernieku sugu taksonomija apkopota 3. attēlā.

Netika novērota viena no Eiropā ekonomiski nozīmīgām krustziežu smecernieku sugām – rapša stublāju smecernieks (*C. napi*). Dominējošās bija divas *Ceutorhynchus* spp. – krustziežu sēkļu un krustziežu stublāju smecernieki, kas literatūrā tiek minēti, kā postīgākie krustziežu kaitēkļi.

No konstatējām *Ceutorhynchus* spp. lielāko īpatņu skaitu sastāda krustziežu stublāju un krustziežu pāksteņu smecernieki (4.attēls). Krustziežu stublāju smecernieka (*C. pallidactylus*) īpatņi dominē visos trijos pētījuma gados, 2009. gadā uzskaitīti 1058 īpatņi, kas krietni pārsniedz citu *Ceutorhynchus* spp. izplatību.

Curculionidae, Latreille, 1802

Ceutorhynchinae, Gistel, 1856

Ceutorhynchini, Gistel, 1856

Ceutorhynchus, Germar, 1824

C. pallidactylus (Marsham, 1802) =

= *quadridens*, Panzer, 1795

= *seriesetosus*, Dietz, 1896

C. assimilis (Paykull, 1792) =

= *obstrictus*, Marsham, 1802

= *alauda*, Fabricius, 1792

= *pleurostigma*, Marsham, 1802

C. picitarsis (Gyllenhal, 1837) =

= *poncyi*, Stierlin, 1899

= *tarsalis*, Boheman, 1845

C. typhae (Herbst, 1795) =

= *floralis*, Paykull, 1792

= *monostigma*, Marsham, 1802

= *palustris*, Edwards, 1930

= *puberulus*, Le Conte, 1876

= *septehtrionalis*, Gyllenhal, 1837

= *sulculus*, Marsham, 1802

C. sulcicollis (Paykull, 1800) =

= *aeneipennis*, Brisout, 1885

= *cyanipennis*, Germar 1824

= *erucastri*, Hoffmann, 1954

= *spinicrus*, Schultze, 1901

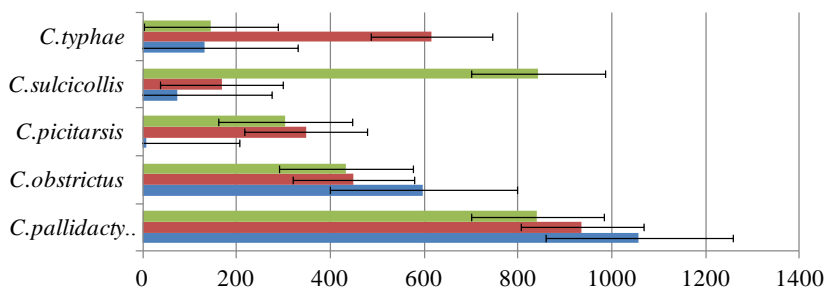
3. att. Krustziežu smecernieku *Ceutorhynchus* spp. taksonomija.

Fig. 3. Taxonomy of brassica weevils Ceutorhynchus spp.

Krustziežu sēklu smecernieka (*C. obstrictus*) lielākais īpatņu skaits – 598 novērots 2009. gadā. Minētās divu sugu uzskaitīto īpatņu skaits pa gadiem ir samazinājies - *C. pallidactylus* – par 21% un *C. obstrictus* - par 27%. Trīs gadu pētījumi ir par maz, lai varētu izvērtēt sugas izplatības samazināšanās iemeslus.

Literatūrā minēto mazāk postīgo smecernieku sugu – *C. picitarsis*, *C. sulcicollis* un *C. typhae* bojājumu apjoms pieaug.

No minētajām trīs sugām vairāk sastopami bija *C. sulcicollis* īpatņi, kuru skaits 2011. gadā sasniedza 843 īpatņus, pie noteiktiem apstākļiem tā var kļūt ekonomiski nozīmīga. Salīdzinot pa gadiem, *C. sulcicollis* izplatība ir pieaugusi 11.2 reizes.



4.att. *Ceutorhynchus* spp. īpatņu skaits četros konvencionālos ziemas rapša sējumos, veicot monitoringu reizi nedēļā, 2009.-2011. gadā.

Fig. 4. Number of *Ceutorhynchus* spp. specimens in four conventional winter oilseed

■ 2011 ■ 2010 ■ 2009

C. picitarsis sugas īpatņi arvien vairāk tiek novēroti Latvijā. Vaboļu izlidošana novērota no rapša augu pirmo īsto lapu attīstības. Novēroto īpatņu skaits 2009. gadā bija tikai 7 (jāņem vērā, ka pētījums uzsākts 2009. gada pavasarī), bet jau 2009./ 2010. gadā tas sasniedza 348 īpatņus. Tikai nedaudz mazāks skaits novērots 2010./ 2011. gadā – 304.

Latvijā ziemas rapša sējumos *C. typhae* īpatņi vairāk novēroti 2010. gadā – 615 īpatņi, kas ir 4 reizes vairāk nekā 2009. un 2011. gadā. Lai gan literatūrā tā tiek minēta kā plaši sastopama ziemas rapša sējumos, šī suga nav minēta kā ekonomiski nozīmīga.

Novērotais krustziežu pāksteņu pangodiņa īpatņu skaits sējumos pa gadiem atšķiras: lielākā amplitūda bija 2009. gadā – 4 reizes, tad 2011. gadā – 2.7 reizes un 2010. gadā – 1.9 reizes.

Pagaidām lauksaimniekiem ir lielāka interese tikai par kukaiņiem – kaitēkļiem, kuri rada bojājumus iegūstamās produkcijas kvalitātei un kvantitātei. Tas ir saistīts ar maz pieejamo informāciju par entomofaunu.

Iegūtā informācija par Latvijā izplatītām krustziežu kaitēkļu sugām palīdzēs integrētās kaitēkļu ierobežošanas sistēmas izstrādē. Taču krustziežu kaitēkļu sugu apzināšana ir tikai pirmais solis uz integrēto kaitēkļu ierobežošanu, nākamajos pētījumos ir jāpievērš uzmanība to dabiskajiem ienaidniekiem, kas šobrīd Latvijā nav apzināti.

Pētījums parāda, ka krustziežu kaitēkļu īpatņu skaits atšķiras pa gadiem un to izplatību ietekmē lauku atrašanās vieta, lielums, augu maiņa. Tas norāda uz monitoringa nepieciešamību katrā sējumā.

Joprojām ir nepieciešami pētījumi un diskusijas par audzēšanas tehnoloģiju un vides faktoru ietekmi uz krustziežu kaitēkļu izplatību.

Krustziežu sēklu smecernieka un otrās paaudzes krustziežu pāksteņu pangodiņa īpatņu izlidošana novērota gaisa temperatūrai sasniedzot $+10.6 \pm 2.3$ °C rapša augu ziedkopas attīstības etapā (BBCH 50), līdz ar to šo kaitēkļu ierobežošana ir apvienojama ar fungicīda (baltās puves, ieros. *Sclerotinia sclerotiorum*, ierobežošanai) lietošanu.

Krustziežu kaitēkļu skaita dinamika un sastopamība

Izvērtējot krustziežu kaitēkļu 2009. – 2011. gada monitoringa datus, to intensīva izlidošana Latvijas ziemas rapša sējumos notika vairākas reizes rapša augu veģetācijas laikā.

Pirmā izlidošana novērota rudenī, rapša augu īsto lapu attīstības laikā (BBCH 13 - 15). Pirmais izlido krustziežu stublāju spradzis un ziemas rapša stublāju smecernieks, kuru attīstību ietekmē Latvijas agroklimatiskie apstākļi. Rudeņos, kad gaisa temperatūra agri pazeminās zem $+4$ °C, šo divu krustziežu kaitēkļu attīstība ir apdraudēta. Līdz ar to rudens kaitēkļu postījumi rapša sējumos ir iespējami tikai garos un siltos rudenos.

Pētījuma dati ļauj veikt prognozes par rudens kaitēkļu postījumu apjomu. Tomēr aktuāls ir jautājums par rudens kaitēkļu attīstības iespējām un to postīgumu Latvijas agroklimatiskajos apstākļos.

Pavasārī, diennakts vidējai gaisa temperatūrai paaugstinoties virs $+6$ °C ziemas rapša sējumos izlido divas krustziežu stublāju smecernieku sugas – zilais krustziežu stublāju un mazais stublāju smecernieks un krustziežu spīduļi. Plānojot krustziežu spīduļu ierobežošānu, būtiski zināt to izlidošanas brīdi, jo mātītes olas dēj uzreiz pēc izlidošanas, bet smecernieki – apmēram divas nedēļas pēc izlidošanas. Tas ir laiks, kad veicama kaitēkļu ierobežošāna.

Diennakts vidējai gaisa temperatūrai sasniedzot $+6.4$ līdz $+14$ °C novērota krustziežu stublāju smecernieka un pirmās paaudzes krustziežu pāksteņu pangodiņa īpatņu izlidošana. Krustziežu stublāju smecernieka ierobežošāna veicama apmēram 10 dienu laikā pēc pirmo īpatņu izlidošanas, līdz mātītes stublājos iedēj olas. Krustziežu pāksteņu pangodiņš, kā arī novērotie ziemas rapša stublāju smecernieka un krustziežu stublāju spradzā imago rapša augiem nozīmīgus bojājumus šajā laika posmā nenodara.

Izvērtējot krustziežu kaitēkļu izlidošanas laiku un informāciju par to attīstību Latvijas agroklimatiskajos apstākļos, secināts, ka tie trīs reizes ziemas rapša augu veģetācijas laikā nodara bojājumus: rudenī, augiem atrodoties īsto lapu attīstības etapā, kad gaisa temperatūra pazeminās līdz $+6$ °C (stublāju kaitēkļi); pavasarī, gaisa temperatūrai paaugstinoties virs $+6$ °C, sākot no rapša augu centrālā dzinuma stiepšanās (BBCH 33 – 39) (stublāju kaitēkļi), un trešo reizi – ziedkopas attīstības un ziedēšanas etapā (BBCH 56 – 69) (pāksteņu un sēklu kaitēkļi).

Turpmākos pētījumos būtu nepieciešams izpētīt krustziežu kaitēkļu parazītu izlidošanas laikus un attīstības ciklus, jo viens no integrētās kaitēkļu

ierobežošanas mērķiem ir kaitēkļu ierobežošanu veikt pēc iespējas mazāk ietekmējot dabiskos ienaidniekus.

Krustziežu kaitēkļu radītie bojājumi ziemas rapša augiem

Pārejot no konvencionālas lauksaimniecības produkcijas ražošanas uz integrēto, nepieciešamas izmaiņas kultūraugu audzēšanas tehnoloģijās, bet, lai tās veiktu, agronomiem un zinātniekiem vienlaikus jāspēj rast risinājumi veiksmīgai produkcijas ražošanai.

Pētījumā iekļautajās konvencionālās rapša audzētēju saimniecības, lielākoties ziemas rapši audzē vienā augmaiņā ar graudaugiem un tā ir trīs vai četru gadu augu maiņa ar nelielu kultūraugu sugu skaitu un lielu rapša sējplatību īpatsvaru. Šāda augu maiņa un kultūraugu struktūra veicina krustziežu kaitēkļu savairošanos.

Krustziežu kaitēkļus pēc to nodarītajiem bojājumiem rapša augiem iedalās trīs grupās:

- bojā stublājus: krustziežu stublāju spradzis (*P. chrysocephala*) un ziemas rapša stublāju smecernieks (*C. picitarsi*), krustziežu stublāju smecernieks (*C. pallidactylus*), zilais krustziežu stublāju smecernieks (*C. sulcicollis*), un mazais krustziežu stublāju smecernieks (*C. typhae*);
- bojā ziedpumpurus – krustziežu spīduļa kāpuri (*Meligethes* spp.);
- bojā pāksteņus un sēklas – krustziežu sēklu smecernieks (*C. obstructus*) un krustziežu pāksteņu pangodiņš (*D. brassicae*).

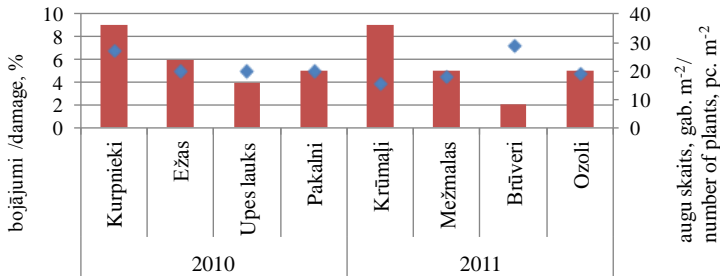
Krustziežu stublāju kaitēkļi ziemas rapša augus bojā sākot no īsto lapu attīstības etapa līdz ziedkopas attīstībai. Rudenī pirmie ziemas rapša sējumos izlido krustziežu stublāju spradzis un ziemas rapša stublāju smecernieks. Abu sugu mātiņas dēj olas no kuriem izšķīlas kāpuri, kas nodara bojājumus rapša augu lapu kātos un stublājos. Kāpuri identifikācija līdz sugai netika veikta.

Nevienā no pētāmajiem ziemas rapša sējumiem rudenī netika veikta minēto kaitēkļu ierobežošana.

Šo divu krustziežu kaitēkļu bojājumu apjoms dažādos sējumos bija no 1.7 – 8.8% (5.attēls).

Pētījumā – 2009. gada augusts un septembris raksturojas kā sauss, nokrišņu daudzums uz pusi zemāks kā ilggadējos datos (39.8 mm). Bojātie stublāji 2009. gadā bija 1.3 augi m². 2008. un 2010. gada augustā nokrišņu daudzums bija ievērojami augstāks nekā ilggadējie (attiecīgi 140 un 147 mm) un bojāto stublāju skaits bija attiecīgi 0.9 un 1.1 augi m². Tātad, lai arī bojāto stublāju skaits ir zems, ar nokrišņiem nabadzīgajos rudenos bojājumi bija lielāki.

Pavasārī, atsākoties veģetācijai, tika veikta augu skaita uzskaitē: 2009. gadā vidējais augu skaits sējumā bija 28 augi m², 2010.gadā – 22 augi m²; un 2011. gadā – 21 augi m², kas ir zemāks nekā Vācijas zinātnieku ieteiktais.



5. att. *C. piciparsis* un *P. chrysocephala* īpatņu radītais bojājumu apjoms ziemas rapša stublājiem dažādos sējumos 2010. un 2011. gadā.

Fig. 5. Damage in different winter oilseed rape sowings caused by *C. piciparsis* and *P. chrysocephala*, 2010 and 2011.

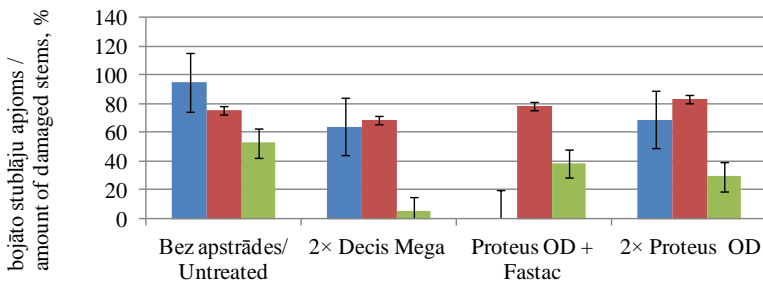
■ bojājumu apjoms, % ◆ augu skaits, gab. m⁻²

Korelācijas koeficients parāda, ka starp augu skaitu uz vienu m² un bojātiem stublājiem, 2010. gadā sakarība ir cieša un pozitīva – pie lielāka augu skaita radītais bojājumu apjoms lielāks ($r_{yx} = 0.91$, $p\text{-value} < 0.05$, $n=6$), bet 2011. gadā ne kāda sakarība netiek novērota ($r_{yx} = -0.12$, $p\text{-value} > 0.05$, $n=6$). Trīs pētījuma gadu laikā nav pierādīta vienota tendence. Līdz ar to joprojām neatbildēts ir jautājums, vai šīs divas rudenī novērotās krustziežu kaitēkļu sugas lielākus postījumus veic sabiezinātos sējumos vai arī otrādi. Tas nozīmē, ka, jo lielāka augu biežība, jo mazāk bojājumu. Analizējot krustziežu stublāja spradža īpatņu skaita ietekmi uz bojāto stublāju skaitu, abos gados – 2010. gadā korelācija ir nebūtiska un negatīva ($r_{yx} = -0.44$, $p\text{-value} > 0.05$, $n=6$) un 2011. gadā nebūtiska, bet pozitīva ($r_{yx} = 0.26$, $p\text{-value} > 0.05$, $n=6$). Tas varētu būt skaidrojams ar sugas īpatņu attīstībai nepiemērotiem Latvijas agroklimatiskajiem apstākļiem ziemas periodā.

Pavasārī izlidojušo krustziežu stublāju kaitēkļu bojājumi bija no 64.1 līdz 94.8% (6.attēls).

Otra augu skaita uzskaitē tika veikta rapša augu sēkļu gatavošanās etapā (BBCH 80), un vidējais augu skaits 2008./2009. gadā bija 19.4 augi m⁻², bet 2009./2010. un 2010./2011. gadā – 16.7 augi m⁻². Būtiska sakarība starp augu skaitu uz m² un bojātiem stublājiem, nevienā no pētījuma gadiem netiek novērota ($p\text{-value} > 0.05$, $n=12$).

Analizējot krustziežu kaitēkļu īpatņu ietekmi uz bojāto augu skaitu, tā atšķiras pa gadiem. Krustziežu stublāju smecerniekam (*C. pallidactylus*), kurš literatūrā definēts kā ekonomiski nozīmīgs, 2009./2010. un 2010./2011. gadā korelācija bija būtiska (attiecīgi – $r_{yx} = -0.63$, $p\text{-value} < 0.05$, $r_{yx} = 0.86$, $p\text{-value} < 0.01$, $n=12$), tikai vienā gadā pozitīva otrā negatīva. 2008./2009. gadā sakarība netiek novērota ($p\text{-value} > 0.05$, $n=12$).



6. att. Krustziežu stublāju kaitēkļu radītais bojājumu apjoms ziemas rapša stublājiem dažādos sējumos 2009. - 2011. gadā.

Fig.6. Damage on winter oilseed rape stems in different sowings by brassica stem pests', 2009 – 2011.

■ 2011 ■ 2010 ■ 2009

Zilajam krustziežu stublāju smecerniekam (*C.sulcicollis*) īpatņu, ietekme uz bojātiem stublājiem būtiska korelācija konstatēta tikai 2008./2009. gadā ($p\text{-value}<0.05$, $n=12$), 2009./2010. un 2010./2011. gadā korelācija nebūtiska ($p\text{-value}>0.05$, $n=12$), līdz ar to neapstiprinās šīs sugas radīto postījumu nozīmīgums.

Literatūrā maz apskatītās mazajam stublāju smecerniekam (*C. typhae*) īpatņu skaita ietekme uz bojātiem stublājiem, cieša un nozīmīga vērojama 2009. gadā ($r_{yx}= 0.83$, $p\text{-value}<0.01$, $n=12$) un 2011. gadā ($p\text{-value}<0.01$, $n=12$), bet 2010. – sakarība nebūtiska ($r_{yx}= 0.93$, $p\text{-value}>0.05$, $n=12$).

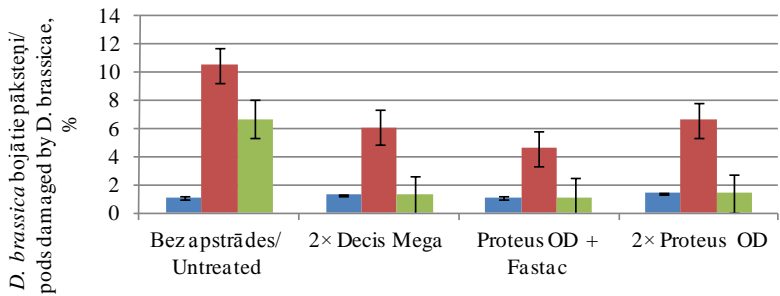
Pētījuma dati liek secināt, ka šai sugai jāpievērš uzmanība, iespējams, ka pie augsta sugas blīvuma tā var radīt ekonomiski nozīmīgus kaitējumus.

Rudens krustziežu kaitēkļiem – *C.picitarsis* ietekme uz bojāto stublāju apjomu netika pierādīta, nevienā no pētījuma gadiem ($p\text{-value}>0.05$, $n=12$), bet *P.chrysocephala* – būtiska un pozitīva ietekme konstatēta 2010./2011. gada rapša sējumos ($r_{yx}= 0.90$, $p\text{-value}<0.01$, $n=12$).

Krustziežu sēkļu smecernieka radīto bojājumu pieaugums vērojams pēdējos divos pētījuma gados (2010. un 2011.gadā), neatkarīgi no insekticīda kaitēkļu ierobežošanai. Bojāto pāksteņu skaits 2009. gadā bija 26 pāksteņi uz m^2 ; 2010. gadā – 181 pākstenis uz m^2 un 2009. gadā – 26 pāksteņi uz m^2

Arī krustziežu sēkļu pangodiņa bojājumi 2009. gadā bija zemi – 1.4% jeb 20 pāksteņi uz m^2 ; bet 2010. gadā – 7% jeb 110 pāksteņi uz m^2 un 2011. gadā – 5% jeb 86 pāksteņi uz m^2 (7. attēls).

Starp krustziežu sēkļu smecernieka īpatņiem un to radītajiem bojājumiem divus no trīs gadiem korelācija bija būtiska un pozitīva: 2010. – $r_{yx}= 0.77$, $p\text{-value}<0.01$, $n=12$; 2011. – $r_{yx}= 0.91$, $p\text{-value}<0.01$, $n=12$. Tas parāda, ka šīs sugas īpatņi galvenokārt bojā rapša augus, nevis savvaļas krustziežu augus.



7. att. Krustziežu pāksteņu pangodiņa radītais bojājumu apjoms ziemas rapša pāksteņiem dažādos sējumos 2009. - 2011. gadā.

Fig. 7. Damage on winter oilseed rape pods in different sowings by brassica pod midge, 2009 – 2011.

■ 2009 ■ 2010 ■ 2011

Sakarība starp *C. obstrictus* bojāto pāksteņu skaitu un kopējo pāksteņu skaitu būtiska, bet negatīva bija 2011. gadā ($r_{yx} = -0.70$, $p\text{-value} < 0.05$, $n=12$), kas norāda, ka pie lielāka pāksteņu skaita vienam augam, bojājumu būs mazāk, jo kaitēkļi spēj invadēt noteiktu apjomu. 2010. un 2009. gadā korelācijas koeficients to neapstiprina ($p\text{-value} > 0.05$).

Tai pat laikā korelācija starp augu skaitu uz m^2 un *C. obstrictus* bojātiem pāksteņiem – būtiska visus trīs pētījuma gadus – 2009. – $r_{yx} = -0.88$; 2010. – $r_{yx} = 0.77$; 2011. – $r_{yx} = 0.91$; $p\text{-value} < 0.01$, $n=12$, kas norāda, ka blīvākā sējumā krustziežu sēklu smecernieka bojājumi būs lielāki. Korelācija starp *C. obstrictus* un *D. brassicae* bojājumiem būtiska, bet negatīva bija 2009. gadā ($r_{yx} = -0.61$, $p\text{-value} < 0.05$, $n=12$).

Augu skaita saistība ar krustzieža pāksteņu pangodiņa bojāto pāksteņu skaitu cieša un būtiska bija 2009. un 2010. gadā (attiecīgi: $r_{yx} = 0.86$, $p\text{-value} < 0.01$ un $r_{yx} = 0.70$, $p\text{-value} < 0.05$, $n=12$), bet pāksteņu skaita ietekme uz krustziežu pāksteņu pangodiņa bojājumu skaitu būtiska – novērota 2011. gadā ($r_{yx} = 0.78$, $p\text{-value} < 0.01$, $n=12$) un 2010. gadā $r_{yx} = -0.62$, $p\text{-value} < 0.05$, $n=12$).

D. brassicae īpatņu skaita saistība ar šīs pašas sugas bojātajiem pāksteņiem būtiska, bet negatīva bija tikai 2009. gadā ($r_{yx} = -0.85$, $p\text{-value} < 0.05$, $n=12$). Līdz ar to secinām, ka liela daļa krustziežu pangodiņa īpatņu izlido, bet neveic bojājumus, vai arī tos veic savvaļas krustziežu nezālēs.

Krustziežu kaitēkļu ierobežošanas galvenais mērķis ir nepieļaut rapša ražas zudumus. Ziemas rapša ražas tika apkopotas pēc graudu kombainu borta datora rādītājiem un pārrēķinātas uz 8% bāzes mitrumu. Salīdzinot pētījumā iekļauto sējumu vidējās ražas pa gadiem: 2009. gadā, vidējā rapša raža apsekotajos sējumos bija 3.0 t ha^{-1} , kas sakrīt ar Latvijas vidējo attiecīgā gada ziemas rapša ražu, 2010. gadā apsekotajos ziemas rapša sējumos vidējā sēklu raža 3.5 t ha^{-1} , kas ir par 1.1 t ha^{-1} augstāka salīdzinot ar Latvijas vidējo,

2011. gadā pētījuma ziemas rapša sējumos 3.25 t ha^{-1} , kas salīdzinot ar Latvijas ziemas rapša ražām ir par 0.97 t ha^{-1} augstāka⁴.

Ražas starpība 2011. gadā skaidrojama ar to, ka pētījumā apskatītie ziemas rapša sējumi bija veiksmīgi pārziemojuši (vid. augu skaits 16.7 augi m^2).

Trīs gadu periodā 12 rapša sējumos ziemas rapša sēklas ražas bija no 2.7 līdz 4 t ha^{-1} .

Analizējot krustziežu kaitēkļu sugu īpatņu saistību ar sēklu ražu, tad krustziežu pāksteņu pangodiņam, tikai 2011. gadā tā ir būtiska, bet negatīva ($r_{yx} = -0.91$, $p\text{-value} < 0.01$, $n=12$), kas joprojām norāda, ka izlidojušās īpatņu mātītes invadē arī savvaļas krustziežu augus, vai arī liela daļa no izlidojušiem īpatņiem ir tēviņi.

No krustziežu smecernieku sugām, divus no trīs pētījuma gadiem, būtiska, bet negatīva korelācija konstatēta mazajam stublāju smecerniekam – 2010. un 2011. gadā (attiecīgi – $r_{yx} = -0.92$; $r_{yx} = -0.71$, $p\text{-value} < 0.01$, $n=12$).

Zilajam krustziežu smecerniekam visos pētījuma gados konstatēta būtiska, bet negatīva korelācija – 2011. un 2009. gadā (attiecīgi – $r_{yx} = -0.63$; $r_{yx} = -0.66$, $p\text{-value} < 0.05$, $n=12$), bet 2010. gadā ($r_{yx} = -0.90$, $p\text{-value} < 0.01$, $n=12$).

Ziemas rapša stublāju smecerniekam tikai 2010. gadā konstatēta būtiska ietekme uz rapša sēklu ražu ($r_{yx} = 0.88$, $p\text{-value} < 0.01$, $n=12$).

Krustziežu stublāju smecerniekam būtiska ietekme uz rapša sēklu ražu konstatēta 2011. gadā ($r_{yx} = -1.00$, $p\text{-value} < 0.01$, $n=12$) un 2009. gadā ($r_{yx} = 0.57$, $p\text{-value} < 0.05$, $n=12$). Tātad šīs krustziežu smecernieka sugas nozīmīgums konstatēts arī Latvijā.

Otra Eiropā ekonomiski nozīmīga krustziežu smecernieku suga ir krustziežu sēklu smecernieks un šai sugai tikai 2010. gadā konstatēta būtiska, bet negatīva korelācija ar rapša sēklu ražu ($r_{yx} = -0.94$, $p\text{-value} < 0.01$, $n=12$). Līdz ar to izriet, ka šī suga nozīme pagaidām vēl Latvijā nav.

Izvērtējot krustziežu kaitēkļu un to radīto stublāju bojājumu saistību ar iegūto rapša ražu, vienā no trīs gadiem konstatēta būtiska ietekme ($r_{yx} = -0.81$, $p\text{-value} < 0.01$, $n=12$). Bojāto pāksteņu skaita ietekme uz ražu nav konstatēta ($p\text{-value} > 0.05$).

No aprakstītā izriet, ka pie novērotā krustziežu kaitēkļu bojājuma apjoma rapša sēklas raža netika ietekmēta. Tas varētu būt skaidrojams ar to, ka bojājums ir zems un nenozīmīgs un rapša augi radītos bojājumus spēj kompensēt.

Latvijas agroklimatiskajos apstākļos, kad rudens periods ir īss un pavasaris iestājas vēlāk kā Viduseiropā vai Dienvideiropā un pavasarī ziemas rapša attīstība noris strauji – krustziežu kaitēkļi, nespēj nodarīt būtiskus bojājumus.

⁴ <http://www.llkc.lv/?id=401160&ip=400304> [skatīts:2011.g. 6.decembrī]

Krustziežu kaitēkļu skaita ierobežošana

Svarīgi apzināt faktoros, kuri jāizvērtē pirms lēmuma pieņemšanas par sintētisko insekticīdu smidzināšanu, un to efektivitāte būtu augsta, kā arī veicināt diskusiju par smidzināšanai piemērotāko laiku, lai lietoto preparātu ietekme uz vidi mazinātos.

Analizētajos ziemas rapša sējumos lauksaimnieki krustziežu kaitēkļu ierobežošanu veikuši divas reizes sezonā (citās Eiropas valstīs – vidēji 1–4 reizes).

Pētījumā noskaidrots, ka, lai arī šobrīd krustziežu kaitēkļu ierobežošana tiek veikta, vadoties pēc krustziežu spīduļa īpatņu monitoringa un pirmo īpatņu novērošanas pārējiem krustziežu kaitēkļiem (par ko lauksaimniekus informē AAL komercfirmas), lielai daļai apstrāžu ar insekticīdu novērota pozitīva bioloģiskā efektivitāte, tiesa gan ar lielu amplitūdu – no 8 līdz 98%. Pašlaik lietotā krustziežu kaitēkļu ierobežošana, raksturojama kā profilaktiska un tā nav pieļaujama integrētajā kaitēkļu ierobežošanas sistēmā.

Tika izvērtēti ziemas rapša ražošanas sējumos lietoto sintētisko piretroīdu (PIR) un kombinēto piretroīda + neonicotinoīda (PIR + NNI) insekticīdu bioloģiskā efektivitāte un lietošanas laiki attiecībā uz krustziežu kaitēkļu sugām, kā arī veicināt diskusiju par to lietošanu.

Izvērtējot šajā pētījumā iegūtos *Ceutorhynchus* spp. monitoringa datus, var secināt – Latvijā, pirmās izlido smecernieku sugas, kuras ir mazāk postīgas – *C. typhae* un *C. sulcicollis*, bet nedēļu pēc tām – *C. pallidactylus*, kuru mātītes aptuveni divu nedēļu laikā pēc izlidošanas dēj olas. Tāpēc nepieciešams veikt ne tikai smecernieku monitoringu, bet arī to sugu identifikāciju, lai pieņemtu lēmumu par to ierobežošanu. No sintētiskajiem insekticīdiem augstāka bioloģiskā efektivitāte krustziežu stublāju smecernieka ierobežošanai konstatēta kombinētajam PIR + NNI klases insekticīdam proteus OD.

Taču krustziežu sēkļu smecernieku ierobežošanai lietotajiem sintētiskajiem insekticīdiem bioloģiskā efektivitāte novērota gan PIR+NNI, gan PIR apakšklases insekticīdiem fastakam vai decis mega, bet neviens no tiem nav atzīmējams ar izteiktu pārákumu. Tas vēlreiz liek uzsvērt, ka insekticīda efektivitāti ietekmē daudzi faktori – augu atfistības etaps smidzināšanas laikā, agroklimatiskie apstākļi, smidzināšanas kvalitāte, lauka vieta un lielums, kaitēkļu izplatība un augu maiņa.

Krustziežu pāksteņu pangodiņa ierobežošana ar sintētiskajiem insekticīdiem ir pakārtota krustziežu smecernieku ierobežošanai. Trīs gadu dati par krustziežu pāksteņu pangodiņa ierobežošanu, kur analizēti otrā smidzinājuma ar insekticīdu bioloģiskā efektivitāte – gan PIR + NNI, gan PIR apakšklases insekticīdiem bija pozitīva. Taču to efektivitāte atšķirās pa gadiem, kas neļauj izcelt kādu no minētajām apakšklasēm.

Pētījuma konstatēts, ka insekticīda efektivitāte ir atkarīga no meteoroloģiskajiem apstākļiem konkrētajā gadā un smidzināšanas laika, kā arī smidzināšanas kvalitātes.

Kamēr Latvijā nav konstatēta *Meligethes* spp. un *Ceutorhynchus* spp. rezistence pret sintētisko piretroīdu klases darbīgajām vielām, kaitēkļu ierobežošana nav apgrūtināta. Tomēr rapša sējplatības un audzēšanas intensitāte nepārtraukti palielinās un kaimiņvalstīs jau novērotā rezistence pret PIR, liek domāt par sekām, pie kurām varētu novest nesaprātīga krustziežu kaitēkļu ierobežošana.

Efektīvai krustziežu kaitēkļu ierobežošanai ir nepieciešams veikt sējumu monitoringu, sekot diennakts vidējām gaisa temperatūrām un tikai tad pieņemt lēmumu par insekticīda lietošanas nepieciešamību. Latvijā jāsakārto konsultatīvā sistēma, kas veic monitoringa datu, agroklimatisko apstākļu un katra krustziežu kaitēkļa attīstības cikla izvērtēšanu, lai noskaidrotu konkrētā gada īpatnības un palīdzētu lauksaimniekiem pieņemt lēmumu par insekticīdu lietošanu.

Krustziežu kaitēkļu ierobežošanas iespējas ar sintētiskajiem insekticīdiem (PIR un PIR + NNI) ir vērtētas, bet iegūtie dati par to bioloģisko efektivitāti ne vienmēr ir pārliecinoši, salīdzinot ar sējumiem, kur sintētiskie insekticīdi netika lietoti. Tas norāda, ka krustziežu kaitēkļu ierobežošanas veidi, kuri lietoti pētījumā iekļautajos ziemas rapša sējumos ir jāmaina.

Krustziežu kaitēkļu ierobežošanas ekonomiskais izvērtējums

Rapša sēklu iepirkuma cenas apskatītajos gados bija 180 Ls t⁻¹ – 281 Ls ha⁻¹, ražības – 2.3 – 4.4 t ha⁻¹, līdz ar to ieņēmumi atšķiras gan pa gadiem un sējumiem vienā gadā.

Izvērtējot 2009. – 2011. gada mainīgās rapša sēklas ražošanas izmaksas vienam ha lietojot dažādus krustziežu kaitēkļu ierobežošanas veidus – tās bija 351.85 – 440.02 Ls ha⁻¹ (starpība 88.17 Ls ha⁻¹). Lielākās atšķirības starp mainīgajām izmaksām sastādīja pesticīdi (herbicīdi, insekticīdi un fungicīdi). Insekticīdu izmaksas sastādīja 1.95 – 30.4 Ls ha⁻¹. Mazākas izmaksas bija piretroīdu (PIR) klases insekticīdiem, kuru preparāti ir lētāki, salīdzinot ar kombinēto insekticīdu piretroīdu + neonicotenoīdu (PIR+NNI). Trīs gados insekticīdu preparātu cenas paaugstinājās: PIR – par 13%, PIR+NNI – par 9%.

Salīdzinot mainīgās izmaksas starp sējumiem, kur lietoti insekticīdi un bez tiem, bija no 1 līdz 14%. Tomēr aprēķinot mainīgās izmaksas vienas rapša sēklas tonnas ražošanai – pētījums, parāda, ka nepieciešama rūpīga sējuma izvērtēšana un potenciālās ražas noteikšana, pirms pieņemt lēmumu par veicamajiem augu aizsardzības pasākumiem.

Ieņēmumi uz katru izmaksu latu vienas rapša sēklas tonnas ražošanai 2009. - 2011. gadā bija 1.32 – 2.9 Ls.

2009. – 2011. gada ekonomiskā efektivitāte visos 12 apsektajos ziemas rapša sējumos lietojot dažādus krustziežu kaitēkļu ierobežošanas veidus – bija pozitīva. Tomēr sējumos, kur insekticīdi netika lietoti, ekonomiskā efektivitāte bija zemāka, nekā sējumos, kur tie tika lietoti.

Divos no trijiem pētījuma gadiem augstākā ekonomiskā efektivitāte vienai rapša sēklas tonnai – 73.17 Ls t⁻¹ un 173.57 Ls t⁻¹ bija sējumiem, kur krustziežu kaitēkļu ierobežošanai veikta lietojot 2×PIR + NNI (porteus OD).

SECINĀJUMI

1. Intensīvajos rapša audzēšanas apstākļos pirmo reizi Latvijā aprakstītas un precizētas krustziežu kaitēkļu sugu sastāvs, kas ievērojami atšķiras no vēsturiski aprakstītā:
 - krustziežu sēkļu smecernieks (*Ceutorhynchus obstrictus*, Marsham, syn. *C. assimilis*, Paykull);
 - krustziežu stublāju smecernieks (*Ceutorhynchus pallidactylus*, Marsham, syn. *C. quadridens*, Panzer);
 - ziemas rapša stublāju smecernieks (*Ceutorhynchus picitarsis*, Gyllenhal);
 - zilais krustziežu stublāju smecernieks (*Ceutorhynchus sulcicollis*, Paykull);
 - mazais stublāju smecernieks (*Ceutorhynchus typhae*, Herbst);
 - krustziežu pāksteņu pangodiņš (*Dasineura brassicae*, Winnertz);
 - krustziežu spīduļi (*Meligethes* spp.);
 - krustziežu stublāju spradzis (*Psylliodes chrysocephala*, Linnaeus).
2. Latvijas ziemas rapša sējumos intensīva krustziežu kaitēkļu izlidošana 2009. – 2010. gadā notika vairākas reizes:
 - rudenī, rapša augiem attīstot īstās lapas (BBCH 11 – 13) – krustziežu stublāju spradzis un ziemas rapša stublāju smecernieks;
 - pavasarī, rapša augu centrālā dzinuma stiepšanās laikā (BBCH 35 – 50) – krustziežu spīduļis, zilais krustziežu stublāju smecernieks, mazais stublāju smecernieks un krustziežu stublāju smecernieks un pirmās paaudzes krustziežu pāksteņu pangodiņš;
 - vasarā, rapša augu ziedkopas attīstības un ziedēšanas laikā (BBCH 56 – 69) – krustziežu sēkļu smecernieks un otrās paaudzes krustziežu pāksteņu pangodiņš.
3. Sintētisko insekticīdu, kuru darbīgās vielas pieder sintētisko piretroīdu un neonikotenoīdu apakšklasei, bioloģiskā efektivitāte krustziežu kaitēkļu ierobežošanā konstatēta pozitīva, tiesa gan ar lielu intervālu – no 8 līdz 98% un atšķirīgu ietekmi uz katru no krustziežu kaitēkļu sugām. Pašlaik lietotā krustziežu kaitēkļu ierobežošana raksturojama kā profilaktiska un nebūs pieļaujama integrētajā kaitēkļu ierobežošanā.
4. Krustziežu kaitēkļu monitoringā konstatēts, ka kaitēkļu izlidošanas laiks dažādos sējumos ir atšķirīgs, tāpēc nepieciešams sekot diennakts vidējām gaisa temperatūrām konkrētā sējumā un tikai tad pieņemt lēmumu par insekticīda lietošanas nepieciešamību.

5. Divos no trijiem pētījuma gadiem lielākā ekonomiskā efektivitāte vienai rapša sēklas tonnai bija lietojot kombinēto sintētisko piretroīdu un neonikoteonīdu insekticīdu –73.17 Ls t⁻¹ un 173.57 Ls t⁻¹. Lielo intervālu starp gadiem ietekmēja ziemas rapša sēklu raža un iepirkuma cenas.

ZINĀTNISKĀ DARBA APROBĀCIJA / SCIENTIFIC APPROBATION

Zinātniskās publikācijas / *Scientific publications*

1. **Grantiņa I.**, Turka I. and J.Korolova (2011) Cruciferous stem and seed weevils as the main pests of winter oilseed rape. *In: Proceedings 13th Rapessed Congress*, 5-9 June 2011, Prague, Czech Republic, p. 1148-1151. CD-Rom.
2. **Grantiņa I.**, Apenīte I. and Turka I. (2011) Identification and control of rape stem weevil *Ceuthorrhynchus* spp. in winter oilseed rape in Latvia. *In: Proceedings Annual 17th International Scientific Conference "Research for Rural Development 2011"*, Latvia University of Agriculture, Vol. No1, p.13-17
3. **Grantiņa I.**, Apenīte I. and Turka I. (2011) *Ceutorhynchus* spp. (Coleoptera:Curculionioidea) commonly found species on the oilseed rape in Latvia. *Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis*, 11 (2), p.260-264
4. **Grantiņa I.** and Turka I. (2010) Monitoring of Brassica pod midge *Dasyneura* [*Dasineura*] *brassicae* (Winnertz) on winter oilseed rape in Latvia. *In:Proceeding of Agro 2010 The XIth ESA Congress*, Montpellier, France, p.641-642.

Kongresu, konferenču un simpoziju tēzes /

Congress, conference and symposium abstracts

1. **Grantiņa I.**, Apenīte I. (2012) Occurrence of Cabbage stem weevil *Ceutorhynchus* spp. and its impact on the yield of winter oilseed rape in central Latvia. *64-th International Symposium on Crop Protection*. Abstract Book, p. 198.
2. **Grantiņa I.**, Apenīte I. (2011) Occurrence of Brassica pod midge (*Dasineura brassicae*) in winter oilseed rape and control by use of systematic (CNI + pyrethroid) insecticide. *IHAR –PIB Conference Sustainable use of pesticides and integrated pest management in east – central Europe and the Baltics*. 4-6.September
3. **Grantiņa I.** and Turka I. (2011) Economically significant winter oilseed rape pests in Latvian climatic conditions. *69-th Scientific Conference of University of Latvia*. Biology section.
http://priede.bf.lu.lv/konf/apsek/zoo/2011/Grantina_rape_pests.pdf

4. **Grantiņa I.** and Turka I. (2011) Control of weevils *Ceuthorrhynchus* spp. in commercial winter oilseed rape fields in Latvia. 24th Nordic Association of Agricultural Scientists Congress, Uppsala ; p. 192
5. **Grantiņa I.** and Turka I. (2010): [NJF seminar 430 Climate Change and Agricultural Production in the Baltic Sea Region]. Brassica stem weevil *Ceuthorrhynchus* spp. on winter oilseed rape in Latvia. NJF Report, Vol 6, No 1, p 123
6. Borovko L. and **Grantina I.** (2008): [5 th ISHS International Symposium on Brassicas and the 16 th Crucifer Genetics Workshop].Efficiency environment-friendly cultivation technology on spring rape productivity. Programme and Abstract Book, p. 116.

Referāti / Presentations

1. **Grantiņa I.**, Turka I. Krustziežu stublāju un sēklu smecernieki ziemas rapša sējumos. *Apvienotais pasaules latviešu zinātnieku 3. un Letonikas 4.kongress.*Rīga, 24.-27.10.2011.
2. **Grantiņa I.**, Apenīte I. Occurrence of Brassica pod midge (*Dasineura brassicae*) in winter oilseed rape and control by use of systematic (CNI + pyretroid) insecticide. *IHAR –PIB Conference Sustainable use of pesticides and integrated pest management in east – central Europe and the Baltics.* 4-6.September.2011.
3. **Grantiņa I.**, Turka I. and J.Korolova (2011) Cruciferous stem and seed weevils as the main pests of winter oilseed rape. *13th International Rapeseed Congress*, Czech Republic, 05-09 June 2011.
4. **Grantiņa I.**, Apenīte I. and Turka I. *Ceutorhynchus* spp. Coleoptera:Curculionioidea) commonly found species on the oilseed rape in Latvia. *6th International Conference "Research and Conservation of Biological Diversity in Baltic Region"*, Daugavpils University, Daugavpils, Latvia, on April 28-29, 2011.
5. **Grantiņa I.**, Turka I. Krustziežu stublāju un sēklu smecernieki (*Ceuthorrhynchus* spp.) ziemas rapsī. LLMZA organizētā Lauksaimniecības institūciju zinātnieku tikšanās – seminārs LLU MPS "Vecauce" 30.06.2010., <http://www.llmza.lv/>
6. **Grantiņa I.**, Turka I. Monitoring of Brassica pod midge *Dasyneura* [*Dasineura*] *brassicae* (Winnertz) on winter oilseed rape in Latvia. The XIth ESA congress International Scientific Week around the Agronomy, AGRO2010 , Montpellier 29.08.- 3.09.2010.

7. **Grantiņa I., Turka I.** *Brassica stem weevil Ceuthorrhynchus spp. on winter oilseed rape in Latvia.* Ziemeļvalstu un Baltijas valstu Lauksaimnieku asociācijas konferencē, Uppsala 4.05.- 6.05.2010.
8. **Grantiņa I., Turka I.** *Krustziežu pāksteņu pangodiņš Dasineura brassicae (Winnertz) ziemas rapša sējumos.* Latvijas Universitātes **68. zinātniskā konference.** Bioloģijas sekcijas, Zooloģijas apakšsekcijas Bezmugurkaulnieku sesijā, Rīga 2.02. 2010.
9. **Grantiņa I., Turka I.** *Krustziežu stublāju, sēklu un pāksteņu smecernieku sugu un skaita dinamika rapša sējumos.* **LLMZA** organizētā Lauksaimniecības institūciju zinātnieku tikšanās – seminārs Priekuļu LSI 15.07.2009., Priekuļi, <http://www.llmza.lv/>

Līdzdalība projektos / Partnership in projects

1. 2010-2013. EU BSR Programme 2007-2013 project BALTIC DEAL, EU Strategy for the Baltic Sea Region Flagship project promoting the use of good agricultural practices, **crop production expert. International project.**
2. 2009 – 2011. Estonian - Latvian Cross-border Cooperation Program 2007-2013 project DEMO FARM, Development of Latvian – Estonian network for demonstration of environmentally friendly farming practices, **agricultural expert. International project.**
3. 2010. Ministry of Agriculture – Project 070410/S35, “Crop pest prevalence, destructiveness and cycle studies for development of threshold values in integrated plant production”, **researcher.**

INTRODUCTION

Oilseed rape is one of the most common crops in Europe. Its cultivation has rapidly increased starting with the end of the 20th century. Majority of the oilseed rape cultivation is located in southern Europe. Oilseed rape is the only crop in Europe without regulations for crop areas. It is even allowed on so-called mandatory set-aside land and qualifies for the support payment aid. Despite of this there is a deficit of rapeseed oil and cakes.

In Europe *Brassica napus* spp. *oleifera*. is mainly cultivated for oil production. On small areas in Scandinavia and Estonia *Brassica campestris* (turnip rape) is cultivated. Winter oilseed rape accounts for major production share and spring oilseed rape is mainly cultivated in northern part of Europe.

According to the *Eurostat* data⁵, the oilseed rape areas in 2010 – 2011 have increased by 4%, with the biggest growth of 9% in France and Poland. Increase of the winter and spring oilseed rape areas is observed also in our country, especially in recent years. When comparing different regions most of the winter oilseed rape is to be found in Zemgale. Therefore, the Doctoral thesis is dedicated to this particular region by researching and evaluating three commercial farms.

Latvia is suitable for successful cultivation of oilseed rape: favourable climatic conditions and suitable soils. The oilseed rape gross margin is positive, rapeseed yields of 2.5 - 3.0 t ha⁻¹, which is the optimum level in Latvian conditions.

At present, oilseed rape has rapidly taken an important role in the cropping structure of many Latvian farms.

During these years, farmers have learned many cultivation particularities of oilseed rape, however, they face new problems, mainly in regard to disease control and, in particular, pest control.

In recent years pest infestations can be observed in Latvia. This is associated to an increase in oilseed rape areas and non-science-based crop rotations, as well as climate changes. The experts from the State Plant Protection Service have stated that in recent years the use of insecticides has increased on oilseed rape, resulting in additional pressure on the surrounding environment (oral communication). Many oilseed rape growers have not

⁵ http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Agricultural_products
[viewed on: 03/09/2011]

included all brassica pests in their pest control plans, as until now in Latvia there have been no studies on pest development cycles and threshold values. Also the economic importance of pests has not been assessed. There is a lack of information and data on pest behaviour and destructiveness in Latvian agro-ecological conditions, control measures and environmental impact. In control of brassica pests advisors and farmers use plant protection systems developed in other European countries, which probably are not suitable in Latvian agro-ecological conditions.

Increasing invasion of brassica stem and pod weevil (*Ceutorhynchus* spp.) and brassica pod midge (*Dasineura brassicae*) has been observed in winter oilseed rape; therefore the study focuses on these particular pests. In studies conducted in Germany, Britain and Denmark, they have been named as the most destructive brassica pests.

After studying pest biology, occurrence and destructiveness, recommendations on control measures have been developed for farmers. The study results provide economical justification on the needs and benefits for use of insecticides that may be important for implementation of an integrated pest management system in Latvia, which the European Commission has set to be developed by 2014.

Growers of oilseed rape lack research in oilseed rape pests and disease epidemiology and destructiveness, efficient control methods to protect the crops and limiting the harm to the environment.

However, positive trends in research have been observed in recent years. More and more scientists learn about the concerns of producers and focus on the issues related to cultivation of oilseed rape.

Understanding and evaluating the importance of oilseed rape cultivation, the thesis topic has been chosen on pest damage research, evaluation of winter oilseed rape cultivation practices, as well as oilseed rape pest effects on the yield and quality in Zemgale region.

The aim of the study: to clarify the occurrence, distribution and control options by using synthetic insecticides of winter oilseed rape pests - brassica stem and pod weevil (*Ceutorhynchus* spp.) and brassica pod midge (*Dasineura brassicae*).

Research objectives:

- to evaluate the occurrence and distribution of brassica stem and pod weevil and brassica pod midge in Zemgale;
- to study control options for brassica stem and pod weevil and brassica pod midge;
- to analyze the winter oilseed pest control measures applied in the farms;

- to carry out economical evaluation of pest control measures for winter oilseed rape.

Thesis hypothesis: Due to the increase of brassica pests' damage it is necessary to specify the species composition and population dynamics in different oilseed rape development stages, and may have to change the control measures according to the oilseed rape growing conditions and economic circumstances in Latvia.

Research novelty:

- first identification of brassica stem and pod weevil (*Ceutorhynchus* spp.) species in sowings of winter oilseed rape in Latvia;
- completed study on development cycles of brassica stem and pod weevil (*Ceutorhynchus* spp.) and brassica pod midge (*Dasineura brassicae*) in Latvian agro-climatic conditions;
- information obtained in the study in regard to the damage of brassica stem and pod weevil (*Ceutorhynchus* spp.) and brassica pod midge (*Dasineura brassicae*) in Latvian agro-ecological conditions analysed;
- effectiveness of control measures for brassica stem and pod weevil (*Ceutorhynchus* spp.) and brassica pod midge (*Dasineura brassicae*) evaluated;
- study results provide an opportunity to economically justify the use of synthetic insecticides.

Research results are collected and reflected in for reviewed international publications of international conferences, symposiums, and scientific seminars. Research results have been reported in nine oral and poster presentations in international scientific conferences.

Research has been developed with support of European Social Fund activity "Support to Doctoral studies" project "Support to the implementation of LLU doctors". Contract No. 2009/0180/1DP/1.1.2.1.2/09/IPIA/VIAA/017.

STUDY CONDITIONS AND METHODOLOGY

The study was done in the time period from 2009 to 2011. The central part of Latvia has been selected for the study site - Zemgale – the region with most intensive oilseed rape cultivation, accounting for 32% of the Latvian oilseed rape areas and producing 70% of the oilseed rape yield (Fig.1.). Four farms located in different places in Zemgale cultivating oilseed rape were surveyed to fulfil the objectives of the scientific work - Dobeles, Rundales, Jelgavas and Auce counties, where oilseed rape is cultivated on 19 to 30% of

agricultural land. The involved holdings manage 605 to 2400 ha of agricultural land and the proportion of oilseed rape sowings is 20% - 45%.

The study included winter oilseed rape sowings with the field areas 3-59 ha which are managed by conventional cultivation methods.

None of the winter oilseed rape sowings involved in the study was consecutive; they were sown with at least two years interval in the same field.

Seeding was done immediately after pre-sowing soil treatment, in dates optimal in Latvian agro-climatic conditions, from August 10 to 23.

Line variety 'Catalina' and hybrids 'Excalibur' F₁ and 'Visby' F₁ were sown. The particular variety and hybrids do not deter insects and are not resistant to them. Mordant application was as follows: 'Catalina' and 'Excalibur' F₁ with Thiram (tetramethyluramidsulphide) dose 4 mL kg⁻¹ + Chinook (imidacloprid, 100 g L⁻¹; beta-cyfluthrin, 100 g L⁻¹), dose 20 ml kg⁻¹; 'Visby' F₁ with Modesto (beta-cyfluthrin, 80 g L⁻¹; clothianidin, 400 g L⁻¹), dose 12.5 mL kg⁻¹ + TMTD (tetramethyluramidsulphide), dose 8.3 mL kg⁻¹.

Herbicides butizan star s.k. (metazahlor, 333 g L⁻¹ kvinmerak, 83 g L⁻¹), dose 2.5 L ha⁻¹ or sultan (metazahlor, 500 g L⁻¹), dose 2.5 L ha⁻¹ were used to control dicotyledonous weeds. The herbicides were applied when the second leaf pair unfolded of winter oilseed rape (13-15 BBCH).

Monocotyledonous weeds and cereal plants were controlled with herbicides focus ultra (cycloxydime 100 g L⁻¹), dose 1.5 L ha⁻¹ or azil (propakvizafop 100 g L⁻¹), dose 0.8 L ha⁻¹. The pesticide was applied when the monocotyledonous plants reached three leaf development stage.

Rapeseed harvesting was done by direct harvesting technique when oilseed rape plants reached full maturity.

Pest control. Each year one of four brassica pest control schemes was used:

1. Two applications of decis mega 50 g L⁻¹ (deltamethrin 50 g L⁻¹) 0.15 L ha⁻¹;
2. Proteus 110 OD s.k. (thiacloprid 100 g L⁻¹, deltamethrin 10 g L⁻¹) 0.75 L ha⁻¹ and fastak 50 e.k. (alfa- cypermethrin 83 g L⁻¹) 0.25 L ha⁻¹;
3. Two applications of proteus 110 OD s.k. 0.75 L ha⁻¹;
4. Insecticide treatment was not performed.

According the oilseed rape growers' experiences and advisors' recommendations insecticide spraying was done either when brassica pests were found, or used as a prevention.

The first application (T1) – during the winter oilseed rape flower bud development phase (BBCH 51-55), the second application (T2) – during flowering (BBCH 59-62).

The efficiency of insecticide application was calculated by using modified Abbots formula (1) for controlling brassica stem and pod weevil (*Ceutorhynchus* spp.) and brassica pod midge (*Dasineura brassicae*)

$$BE\% = \frac{(A - B)}{A} \times 100 \quad (1)$$

where

A – number of specimens before application of insecticide, pc.

B - number of specimens 7 days after application of insecticide, pc.

The recording of brassica pests in winter oilseed rape sowings was done during the entire vegetation season.

Imago of winter rape stem weevil and cabbage stem flea beetle start their migration to the sowings in autumn, therefore, counting of imago in 2009 and 2010 was done starting with late August, when the first leaf unfolded (BBCH 11) until the end of September, when the average air temperature had dropped below + 10 °C and insect activity was no longer observed.

In spring, when the average air temperature rose above + 5 °C and insect activity increased until the seed ripening phase (BBCH 70-80), recording and collection of *Ceutorhynchus* spp., *D. brassicae* and *Meligethes* spp. was done.

Yellow Moerike water traps (MWT) – plastic containers (90 × 200 × 300) filled 2/3 with water, where a few drops of surfactant are added to attract the insects, were used in the study. The containers were installed on a metal rod and set according to the height of the central flower head.

Ten MWT are placed systemically randomized 20 and 50 m from the edges of the fields. A 24 m horizontal gap between the traps matched the technological tracks.

All fields on one side bordered a road (its width not exceeding 4 m). Other edges bordered with open drainage ditches or forest edges that are separated from the fields by buffer belts of a width not exceeding 2 m.

None of the sowings bordered another winter or spring oilseed rape field.

Recording and collection of imago was done once a week by cleaning the containers and adding water and surfactant (approximately 100 mL⁻¹), at the same time development stages of winter oilseed rape were marked according to the BBCH scale.

The collected specimens were counted by separating brassica stem and pod weevils (*Ceutorhynchus* spp.) which were stored in glass bottles, filled with 80% ethanol to determine the species-specific morphological features. Without specifically studied brassica stem and pod weevil species also others were observed: cabbage stem flea beetle (*Psylliodes chrysocephala*, L.), pollen beetles (*Meligethes* spp.) and brassica pod midge (*Dasineura brassicae*, Winn.).

Identification of *Ceutorhynchus* spp. was done in cooperation with entomologists from the Faculty of Biology (University of Latvia) and the Blekingen Institute of Technology, Sweden.

Two insect taxonomy databases were used as the basis for the classification: List of Latvian beetles⁶ and European fauna⁷.

One of the indicators describing the species is the relative population density which is expressed as the number of specimens during seven trap-days in one trap (0.03 m²). It is separately analyzed for each observed brassica pest species.

The development dynamics are characterized by the sum of the accumulated effective temperatures (AET), which were calculated by the formula (2):

$$AET = \Sigma (t_n - 10 \text{ } ^\circ\text{C}) \quad (2)$$

where

t_n – average daily temperature.

The relative density of the monitored species population is affected not only by the sum of the accumulated effective temperatures, but also by the amount of rainfall. Therefore, the study used the Dobeles HMS temperature and rainfall measurement data to calculate (HTC) using the formula (3):

$$H = \frac{X \times 10}{\Sigma t} \quad (3)$$

where,

H – hydrothermal coefficient;

X – amount of rainfall in the accounting period, mm;

Σt – sum of daily average temperatures in the accounting period, °C.

Summer precipitation is very local in Latvian agro-climatic conditions; therefore, the impact of HTC on the brassica pest population relative density was examined for winter oilseed rape sowings, which were located in 20 km distance from the Dobeles HMS.

Damage recording of the pests identified by the study. Damage caused by the brassica stem and pod weevils (*C. pallidactylus*, *C. typhae*, *C. picitarsis* and *C. sulcicollis*) is determined by evaluating the plants in 0.5 m² areas

⁶ http://leb.daba.lv/checklist_LV.pdf [viewed on: 21/11/2010]

⁷ <http://www.faunaeur.org/index.php> [viewed on: 21/11/2010]

(calculating per 1 m²) in ten locations. The plants are cut across the stem and pest damaged and intact plants are counted. Such records are conducted two times in a season:

- first recording - in spring upon resuming of plant vegetation;
- second recording – during ripening of rapeseed (BBCH 75 – 80).

In order to estimate the damage amount caused by brassica stem and pod weevil a calculation is made (4):

$$BA\% = \frac{A}{B} \times 100 \quad (4)$$

where

A – number of damaged stems, pc. m⁻²;

B – number of plants, pc. m⁻².

The amount of pod damage by cabbage seed weevil (*C. obstrictus*) and brassica pod midge (*D. brassicae*) is recorded one time per season during ripening of seed (BBCH 75 – 80). The total number of pods is counted on the plants in 0.5 m² areas (calculating per 1 m²) in ten locations, by separating the damaged pods and noting which pest larvae is causing the damage.

In order to estimate the damage amount caused by brassica pod and seed pests a calculation is made (5):

$$BP\% = \frac{A}{B} \times 100 \quad (5)$$

where

A – number of pods invaded by *C. obstrictus* or *D. brassicae* pc., m⁻²;

B – number of pods, pc. m⁻².

Mathematical data analysis was done using the "MS Exel", correlation analysis - Pearson, which includes and reflects the linear degree of commitment of two data sets. Correlation between the number of brassica pests and caused damage, as well as the influence of the two factors on rape seed harvest were calculated.

The gross margin 2 is calculated in order to evaluate the performance of the oilseed rape growers which is used to compare cultivation of winter oilseed rape within a single holding and between different farms.

STUDY RESULTS AND DISCUSSION

Brassica pest identification, taxonomy and distribution

Six important brassica pest species are mentioned in European literature in sowings of winter oilseed rape, but the prevalence and destructiveness varies between the European countries and over the years.

Until now in Latvia two genera have been studied and described as destructive in winter oilseed rape sowings (*Phylotreta* spp. and *Meligethes* spp.) – more than ten years ago. However, with the increase of oilseed rape share in the cropping structure and changing agro-climatic conditions there is an increase of brassica pests with lesser previous prevalence and destructiveness. Therefore, the study is very important for farmers and agricultural experts, as prevailing brassica pest species in winter oilseed rape sowings have been identified.

Monitoring of 12 winter oilseed rape sowings in 2009, 2010 and 2011 17264 specimens were collected from two orders - Diptera and Coleoptera, belonging to four families - Chrysomelidae, Nitidulidae, Curculionidae and Cecidomyiidae (Fig.2.).

Most of the identified brassica pests belong to the beetle order Coleoptera. This order is not only the largest of the insect class, but accounts for the majority of the Animalia kingdom. One of the most common families is Curculionidae, which includes weevils *Ceutorhynchus* spp.

From April 15 to June 29, 2009, 3552 specimens were collected from four brassica pest species.

Crucifer stem and seed weevil dominated representing 53% of all collected specimens. Pollen beetles and brassica pod midge were less common - 23% and 19%, *P. chrysocephala* - only 5% of the collected specimens.

In 2009 / 2010 winter oilseed rape sowings from September 19, 2009 until June 24, 2010, 7309 brassica pest specimens were collected, 3095 specimens, or 42% of them were *Meligethes* spp.. The next widely observed genus was *Ceutorhynchus* spp. - 2481 specimens (34%), followed by brassica pod midge - 1188 specimens (16%) and cabbage stem flea beetle - 545 specimens (7%).

In 2010 / 2011 winter oilseed rape sowings from September 9, 2010 until June 29, 2011, 6675 brassica pest specimens were collected. Crucifer stem and seed weevil dominated - 35% of the total number of specimens. Pollen beetle was the second (33%), followed by brassica pod midge accounting for 28% in this particular year and cabbage stem flea beetle – 4%.

In 2009 and 2011 two families were observed most commonly - Nitidulidae and Curculionidae – 36% of the total number of the collected imago, while Cecidomyiidae - 22% and Chrysomelidae - 6%.

Species distribution is determined by a combination of several factors. The most important among them are the climate and suitable food base for the development of the species. Latvian climatic conditions and the food base (rape sowings) are suitable for economically important brassica pest development.

Distribution, identification and taxonomy of brassica weevils

The following brassica pests have been identified in Latvia; cabbage seed weevil (*C. obstrictus*), cabbage stem weevil (*C. pallidactylus*), winter rape stem weevil (*C. picitarsis*), blue stem weevil (*C. sulcicollis*), *C. typhae*, cabbage stem flea beetle (*P. chrysocephala*), pod gall midge (*D. brassicae*) and pollen beetles (*Meligethes* spp.). In 2009 – 2011 two genera dominated - pollen beetles (*Meligethes* spp.) and weevils (*Ceutorhynchus* spp.).

One of the economically important brassica weevil species in Europe - rape stem weevil (*C. napi*) was not observed. Two species of *Ceutorhynchus* spp. dominated - cabbage seed weevil and cabbage stem weevil, which in literature are referred to as the most destructive brassica pests. The taxonomy of brassica weevil species is summarized in Fig. 3.

The majority of identified specimens of *Ceutorhynchus* spp. were brassica stem and pod weevils (Fig.4.).

The specimens of cabbage stem weevil (*C. pallidactylus*) dominated in all three study years; in 2009 the number of the specimens reached 1058 significantly exceeding the number of other *Ceutorhynchus* spp. species.

The biggest amount of cabbage seed weevil (*C. obstrictus*) specimens was observed in 2009 – 598 specimens. Observations of the following two species have decreased over the years - *C. pallidactylus* – 21% and *C. obstrictus* - 27%. Three year studies are insufficient to assess the reasons for the decline in the species distribution.

The damage of the less destructive species *C. picitarsis*, *C. sulcicollis* and *C. typhae* increases according to the literature. Of these three species *C. sulcicollis* specimens were more common, the number in 2011 amounted to 843 and under certain conditions it may become economically significant. Compared by years, the prevalence of *C. sulcicollis* has increased 11.2 times.

Observations of *C. picitarsis* specimens in Latvia increase. Beetle emergence from the oilseed rape plants is observed starting with the first true leaf development. The observed number of specimens in 2009 was only 7 (note that a study was launched in spring of 2009), but already in 2009 / 2010 it reached 348 specimens. Only a slightly lower number was observed in 2010 / 2011 – 304.

The largest number of *C. typhae* specimens in winter oilseed rape in Latvia was observed in 2010 - 615 specimens, which was 4 times more than in

2009 and 2011. Although in literature it is referred to as a widespread in winter oilseed rape sowings, this species is not listed as economically significant.

Observations of brassica pod midge specimens differ through the years: the largest amplitude was in 2009 - 4 times, then in 2011 - 2.7 times and in 2010 - 1.9 times.

Until now, the farmers are more interested in insects - pests which cause damage to the yield quality and quantity. This is due to little available information on entomofauna.

The collected information on the distribution of brassica pest species in Latvia will help to develop the integrated pest management system. However, identification of pest species is only the first step towards integrated pest management and future studies should focus on the natural enemies of pests that currently have not been identified in Latvia.

The study shows that the number of specimens of brassica pests varies year by year and that their distribution is influenced by the field location, size and crop rotation. This stresses the need for monitoring of each individual sowing.

There is still a need for research and discussion about the cultivation technology and the impact of the environmental factors on the distribution of brassica pests.

Dynamics and distribution of brassica pests

Evaluating the data of brassica pest monitoring in 2009 – 2011 it can be noted that intensive emergence in winter oilseed rape occurred several times during the vegetation period.

The first emergence was observed in the autumn, during the development of true leaves of the oilseed rape plants (BBCH 13-15). Cabbage stem flea beetle and winter rape stem weevil emerged first. Their development is influenced by Latvian agri-climatic conditions - in autumns, when the air temperature falls below +4 °C early enough, development of these two brassica pests is at risk. Therefore, damage from autumn pests is possible only in long and warm autumns.

The data collected in the study permit forecasting of the damage levels by autumn pests. However, the issue of the autumn pest development opportunities and destructiveness in Latvian agro-climatic conditions is still important.

In spring when the average daily air temperatures rises above +6 °C two brassica stem weevil species emerge in the winter oilseed rape sowings – blue stem weevil and *C. typhae* along with pollen beetle. When planning the pollen beetle control measures it is essential to know its emergence time, as females lay their eggs immediately after emergence, but weevils - about two

weeks after emergence. This is the time when the control measures should be implemented.

As the daily average air temperature reaches +4.6 to +14 °C, the first emergence of cabbage stem weevil and the first generation of brassica pod midge specimens are observed.

Control of cabbage stem weevil shall be carried out about 10 days after the emergence of the first specimens, before females lay eggs in the stems. Brassica pod midge as well as winter rape stem weevil and cabbage stem flea beetle imago do not cause significant damage to oilseed rape plants during this period.

Emergence of cabbage seed weevil and the second generation of brassica pod midge specimens is observed in the air temperature of $+10.6 \pm 2.3$ °C in the oilseed rape plant inflorescence development stage (BBCH 50), therefore, control for this pest should be made together with fungicide applications (to limit white mould caused by *Sclerotinia sclerotiorum*).

By assessing the brassica pest emergence times and information on their development in Latvian agro-climatic conditions, it is concluded that they cause damage three times in winter oilseed rape plants during the vegetation period: in the autumn, when the plants are in the true leaf stage of development and when the air temperature drops to +6 °C (stem pests); in spring, when the air temperatures rise above +6 °C, starting from the elongation of the central shoot of the oilseed rape plant (BBCH 33-39) (stem pests); and the third time - inflorescence emergence and flowering stage (BBCH 56-69) (pod and seed pests).

Future studies should investigate emergence times of the brassica pests' parasites and their development cycles, as one of the goals of integrated pest management is to implement control measures with the least possible impact on natural enemies.

Brassica pest damage to winter oilseed rape plants

Switching from conventional agricultural production to integrated production requires changes in cultivation technologies, but to do so, agronomists and scientists at the same time should be able to find solutions for successful production.

Conventional farms producing oilseed rape involved in the study mainly cultivate winter oilseed rape in crop rotation with cereals and it is a three-or four-year rotation with a small number of crop species and a large proportion of oilseed rape. Such crop rotation and crop structure promote proliferation of brassica pests.

According to damage to the oilseed rape plants crucifer pests are divided into three groups:

- damages stems: cabbage stem flea beetle (*P. chrysocephala*) and winter rape stem weevils (*C. picitarsis*), cabbage stem weevil (*C. pallidactylus*), blue stem weevil (*C. sulcicollis*) and *C. typhae*;
- damages buds - pollen beetle larvae (*Meligethes* spp.);
- damages pods and seeds - cabbage seed weevil (*C. obstrictus*) and brassica pod midge (*D. brassicae*).

Brassica stem pests damage the winter oilseed rape plants starting from the true leaf stage until inflorescence development. Cabbage stem flea beetle and winter rape stem weevil are the first to depart in winter oilseed rape in the autumn. Females of both species lay eggs from which larvae hatch, creating damage to the oilseed rape leaves and stems. Identification of larvae species was not performed.

None of the studied winter oilseed rape sowings had pest control measures carried out in the autumn.

The damage of these two brassica pests in different sowings was from 7 – 8.8% (Fig. 5).

During the study August and September in 2009 are characterized as dry, rainfall was less than half of the longtime data (39.8 mm). Damaged stems in 2009 were 1.3 plants m⁻². In August of 2008 and 2010 the amount of rainfall was significantly higher than the longtime data (140 and 147 mm respectively) and the number of damaged stems was 0.9 and 1.1 plants m⁻². Although the number of the damaged stems is rather low, it was greater in the autumns with less rainfall.

In spring, after the vegetation resumed, the number of plants was recorded: in 2009 the average number of plants was 28 plants m⁻², in 2010 - 22 plants m⁻² and in 2011 - 21 plant m⁻²; which is lower than recommended by the German scientists.

The correlation coefficient shows that the relation between the number of plants per m⁻² and damaged stems in 2010 is strong and positive – at a greater number of the damage volume is higher ($r_{yx} = 0.91$, $p\text{-value} < 0.05$, $n=6$), however, in 2011 no correlation is observed ($r_{yx} = 0.12$, $p\text{-value} > 0.05$, $n=6$).

The three-year study period does not show a single trend. So, the question is still unanswered whether these two brassica pest species observed in the autumn damage thickened sowings or vice versa. This means that the higher the plant density, the less the damage.

When analyzing the impact of cabbage stem flea beetle specimens on the number of the damaged stems in both years – in 2010 the correlation is not significant and negative ($r_{yx} = -0.44$, $p\text{-value} > 0.05$, $n=6$) and in 2011 it was insignificant, but positive ($r_{yx} = 0.26$, $p\text{-value} > 0.05$, $n=6$). This could be explained by unsuitable winter agro-climatic conditions in Latvia for development of particular species.

The damage from brassica stem pests emerging in spring ranged from 64.1 to 94.8% .

The second recording of the number of plants was done during the seed ripening stage of the oilseed rape plants (BBCH 80), and the average number of the plants in 2008 /2009 was 19.4 plants m², but in 2009 / 2010 and 2010 / 2011. - 16.7 plants m². A significant correlation between the number of the plants per m² and damaged stems in any of the years of the study was not identified (p-value> 0.05, n = 12).

The impact of brassica pest specimens on the number of the damaged plants differs over the years. Cabbage stem weevil (*C. pallidactylus*) which in the literature is defined as an economically important pest in 2009 / 2010 and 2010 / 2011 the correlation was significant (respectively– $r_{yx} = - 0.63$, p-value<0.05, $r_{yx} = 0.86$, p-value<0.01, n=12), only in one year it was positive and the other negative. In 2008 /2009 no correlation is observed (p-value> 0.05, n = 12).

Significant correlation of blue stem weevil (*C. sulcicollis*) specimens on the number of damaged stems was found only in 2008 /2009 (p-value <0.05, n = 12), in 2009 / 2010 and 2010 / 2011 the correlation was not significant (p-value> 0.05, n = 12), therefore, the damage importance of this species has not been approved.

The literature contains little information on the impact of the specimen numbers of *C. typhae* to the damaged stems, there is a strong and significant impact in 2009 ($r_{yx} = 0.83$, p-value<0.01, n=12) and 2011 (p-value <0.01, n = 12), however in 2010 the correlation is not significant ($r_{yx} = 0.93$, p-value>0.05, n=12).

The study data suggest that this species should be taken into account and with a high species density it can possibly cause economically significant damage.

Of autumn brassica pests – the impact of *C. pycitarsis* on the amount of the damaged stems was not approved in any of the study years (p-value> 0.05, n = 12), but for *P. chrysocephala* a significant and positive effect was recorded in 2010 / 2011 oilseed rape sowings ($r_{yx} = 0.90$, p-value<0.01, n=12).

Increase in the damage caused by cabbage seed weevil was observed in the last two study years (2010 and 2011), regardless the use of insecticide for pest control. The number of damaged pods in 2009 was 26 pods per m², in 2010 - 181 pods per m² and in 2009 - 26 pods per m² (Fig. 6).

Emergence of brassica pod midge from puparies takes place at different stages of oilseed rape plant development. Females, which emerge during the oilseed rape pod formation stage, use bores made in the pods by cabbage seed weevil to lay 20 to 30 eggs, from which within 3 - 4 days hatch larvae that feed on the ovules.

Also brassica pod midge damage in 2009 was low - 1.4%, or 20 pods per m², but in 2010 - 7% or 110 pods per m² and in 2011 - 5%, or 86 pods per m² (Fig. 7.).

Among cabbage seed weevil specimens and their damage in two of the three years the correlation was significant and positive: 2010. – $r_{yx} = 0.77$,

p-value<0.01, n=12; 2011. – $r_{yx}=0.91$, p-value<0.01, n=12. This indicates that specimens of this species mainly damage rapeseed plants and not wild crucifer plants.

The relationship between the damaged pods by *C. obstrictus* and the total number of pods was significant, but negative in 2011 ($r_{yx} = -0.70$, p-value <0.05, n = 12), indicating that the higher the number of pods per plant, the less the damage, since pests are able to infest a certain amount. In 2010 and 2009 the correlation coefficient does not confirm this (p-value > 0.05). At the same time, the correlation between the number of plants per m² and pods damaged by *C. obstrictus* is significant in all three study years – 2009. – $r_{yx} = -0.88$; 2010. – $r_{yx} = 0.77$; 2011. – $r_{yx} = 0.91$; p-value <0.01, n=12, indicating that in a dense sowing the damage of cabbage seed weevil will be higher.

The correlation between damage of *C. obstrictus* and *D. brassicae* was significant, but negative in 2009 ($r_{yx} = -0.61$, p-value <0.05, n = 12).

In 2009 and 2010 there was a close and significant relation between the number of plants associated with brassica pod midge damage (accordingly: $r_{yx} = 0.86$, p-value <0.01 un $r_{yx} = 0.70$, p-value <0.05, n=12), but a significant relation between the number of pods and brassica pod midge damage was observed in 2011 ($r_{yx} = 0.78$, p-value <0.01, n = 12) and 2010. The ($r_{yx} = -0.62$, p-value <0.05, n=12).

The number of *D. brassicae* specimens in relation of the damaged pods by the same species was significant, but negative only in 2009 ($r_{yx} = -0.85$, p-value <0.05, n=12). Therefore, we conclude that most of the brassica pod midge specimens emerge, but create no damage or damage wild crucifer weeds. The main purpose of pest control on brassicas is to prevent the losses of rapeseed yields. The winter oilseed rape yield data were obtained from the on-board computer of the grain combine harvester and recalculated to 8% base moisture. Comparing the average yield of the sowings involved in the study by years: in 2009 the average winter oilseed rape yield in the monitored sowings was 3.0 t ha⁻¹, which matches the average Latvian winter oilseed rape yield for the respective year, in 2010 the average winter oilseed rape yield in the monitored sowings was 3.5 t ha⁻¹, which is by 1.1 t ha⁻¹ higher when compared with the Latvian average, in 2011 the yield in the study sowings of winter oilseed rape was t ha⁻¹, which is 0.97 t ha⁻¹ higher than the national average⁸.

The yield difference in 2011 may be explained by successful wintering of sowings of winter oilseed rape involved in the study (the average number of 16.7 plants m⁻²).

In the three-year period 12 winter oilseed rape sowing yields were from 2.7 to 4 t ha⁻¹.

When analyzing the brassica pest species relation to the seed yield, then only in 2011 the influence of brassica pod midge is significant but

⁸ <http://www.llkc.lv/?id=401160&ip=400304> [viewed on: 6/12/2011]

negative ($r_{yx} = -0.91$, $p\text{-value} < 0.01$, $n=12$), which still indicates that emerging females infect also the wild crucifer plants, or many of the emerging specimens are males.

From brassica weevil species in two of the three study years significant but negative correlation was identified for *C. typhae* – in 2010 and 2011 (accordingly – $r_{yx} = -0.92$; $r_{yx} = -0.71$, $p\text{-value} < 0.01$, $n=12$).

Blue stem weevil in all years of the study had a significant but negative correlation – in 2011 and 2009 (accordingly – $r_{yx} = -0.63$; $r_{yx} = -0.66$, $p\text{-value} < 0.05$, $n=12$), but in 2010 ($r_{yx} = -0.90$, $p\text{-value} < 0.01$, $n=12$).

For winter rape stem weevil only in 2010 the impact was found to be significant on the oilseed rape yield ($r_{yx} = 0.88$, $p\text{-value} < 0.01$, $n=12$).

Cabbage stem weevil had a significant impact on the oilseed rape yield in 2011 ($r_{yx} = -1.00$, $p\text{-value} < 0.01$, $n=12$) and 2009 ($r_{yx} = 0.57$, $p\text{-value} < 0.05$, $n=12$). Therefore, the importance of this particular brassica weevil species in Latvia has been approved.

Another economically important brassica weevil specie in Europe is cabbage seed weevil and for this species in 2010 a significant but negative correlation with the oilseed rape seed yield was identified ($r_{yx} = -0.94$, $p\text{-value} < 0.01$, $n=12$). Therefore, it may be concluded that the role of this species in Latvia is not yet significant.

Assessing the connection between brassica pests and the resulting stem damage in relation to the harvested rapeseed yield in one of the three years a significant impact was found ($r_{yx} = -0.81$, $p\text{-value} < 0.01$, $n=12$). The impact of the damaged pods on the yield was not identified ($p\text{-value} > 0.05$).

Therefore, it can be concluded that the observed brassica pest damage did not impact the rapeseed yield. This could be explained by the fact that the damage level is low and insignificant and oilseed rape plants are able to compensate the damage.

In Latvian agro-climatic conditions when the autumn period is short and spring comes later than in the central or southern Europe and the development of winter oilseed rape is rapid - brassica pests do not have enough time to cause substantial damage.

Control of brassica pests

It is important to identify the factors that need to be evaluated before deciding on the application of synthetic insecticide sprays and ensuring high efficiency of their usage, as well as to stimulate discussion about appropriate spray timing to reduce the environmental impact.

In the analyzed winter oilseed rape sowings the farmers carried out control measures for brassica pests twice during the season (in other European countries the average is 1 - 4 times).

The study found that, although currently brassica pest limitation is performed according to the monitoring of pollen beetles and appearance of the first specimens of other brassica pests (the farmers are informed by the companies selling), for a large number of insecticide treatments a positive biological efficiency was observed, albeit with a great range - from 8 to 98%. The current application of brassica pest control may be described as preventive which is not permitted in the integrated pest management system.

The biological efficiency and application time for usage of synthetic pyrethroid (PIR) and combined pyrethroid + neonicotinoid (PIR + NNI) were evaluated for winter oilseed rape pest species, as well as to stimulate discussion about their use.

Evaluating the monitoring data of *Ceutorhynchus* spp. obtained within this study it can be concluded that in Latvia the damaging species emerge first - *C. typhae* and *C. sulcicollis*, but a week later - *C. pallidactylus* emerges whose females lay eggs about two weeks after the emergence. Therefore, it is not only necessary to monitor the weevils, but also to identify the species in order to decide on the control measures. From synthetic insecticides the highest biological efficiency for cabbage stem weevil control was identified for combined PIR + NNI class insecticide Proteus OD.

However, biological efficiency for the use of synthetic insecticides for control of cabbage seed weevil has been observed for both PIR + NNI and PIR subclasses of insecticides fastac or decis mega, but none of them can be noted with a clear superiority. This again shows that the effectiveness of the insecticide is affected by many factors - plant development stage during the spray, agri-climatic conditions, spray quality, field location and size, distribution of pests and crop rotation.

Control of brassica pod midge with synthetic insecticides is connected to control of brassica weevils. The three year data on the brassica pod midge control, which analyze the biological efficiency of second insecticide spraying both with PIR + NNI and PIR subclasses of insecticides were positive. However, their effectiveness varied over the years, which does not single out any of the insecticide subclasses.

The study found that the insecticide effectiveness depends on the meteorological conditions in a given year and the spray time as well as the spray quality.

As long as there are no observations in Latvia on *Meligethes* spp. and *Ceutorhynchus* spp. resistance to the synthetic pyrethroid class of active substances, pest control is not complicated. However, there is a continuous increase of oilseed rape areas and cropping intensity and also the neighbouring countries have observed resistance to the PIR, therefore, it is suggested to think about the consequences that may result from unreasonable control of brassica pests.

Crop monitoring is necessary for effective brassica pest control, paying attention to the daily average air temperatures and only then the

decision on the need for insecticide use should be made. An advisory system should be arranged in Latvia performing analyses of the monitoring data, agro-climatic conditions and of development cycle assessment of each particular brassica pest, to find out the specific features of each year and to help farmers decide on the use of insecticides.

Brassica pest control options with synthetic insecticides (PIR and PIR + NNI) are assessed, but the data on their biological effectiveness are not always convincing if compared to the sowings where synthetic insecticides have not been used. This indicates that the brassica pest control measure types that are applied in the winter oilseed rape sowings included in the study have to be changed.

Economic evaluation of brassica pest control

The rapeseed purchase prices in the reviewed years were 180 Ls t⁻¹– 281 Ls t⁻¹, yields - 2.3 – 4.4 t ha⁻¹, therefore, there are variances in revenues between the years and sowings within a single year.

Evaluating the variable costs in 2009 - 2011 per hectare with different applications of brassica pest control measures were 351.85 – 440.02 Ls ha⁻¹ (difference 88.17 Ls ha⁻¹). The greatest variations in the variable costs were linked to pesticides (herbicides, insecticides and fungicides). The costs of insecticides summed up to 1.95 – 30.4 Ls ha⁻¹. Pyrethroid (PIR) class insecticides had lower costs, as these products are cheaper when compared to combined insecticide pyrethroid + neonicotinoid (PIR+NNI). In the three year period the product prices increased: PIR – by 13%, PIR+NNI – by 9%.

Comparing the variable costs between the sowings, with and without insecticide applications, they ranged from 1 to 14%. However, after recalculating the variable costs per one tonne of rapeseed production the study shows that there is a need for careful assessment of the sowing and potential yield forecasting before deciding on plant protection measures.

The revenue on each Latvian lat cost in 2009 – 2011 ranged from 1.32 – 2.9 Ls.

The economic efficiency for the time period 2009 – 2011 in all 12 studied sowings with different applications of pest control measures was positive. However, in the sowings where insecticides were not used the economic efficiency was lower than in the sowings with insecticide applications.

In two of the three study years the highest economic efficiency per tonne of rape seed - 73.17 Ls t⁻¹ and 173.57 Ls t⁻¹ was in the sowings where pest control was implemented using 2×PIR + NNI (Proteus OD).

CONCLUSIONS

1. The Latvian brassica pest species composition in intensive rapeseed growing conditions in Latvia has been described and specified for the first time differing significantly from the historically described:

- cabbage seed weevils (*Ceutorhynchus obstrictus*, Marsham, syn. *C. assimilis*, Paykull);
- cabbage stem weevil (*Ceutorhynchus pallidactylus*, Marsham, syn. *C. quadridens*, Panzer);
- winter rape stem weevil (*Ceutorhynchus picitarsis*, Gyllenhal);
- blue stem weevil (*Ceutorhynchus sulcicollis*, Paykull);
- *C. typhae*, Herbst;
- brassica pod midge (*Dasineura brassicae*, Winnertz);
- pollen beetle (*Meligethes* spp.);
- cabbage stem flea beetle (*Psylliodes chrysocephala*, Linnaeus).

2. In the Latvian winter oilseed rape sowings intensive brassica pest emergence in 2009 – 2010 was observed several times:

- in the autumn, development of true leaves of the oilseed rape plants (BBCH 11 – 13) – cabbage stem flea beetle and winter rape stem weevil;
- in spring, elongation of the central shoot of the oilseed rape plant (BBCH 35 – 50) – pollen beetle, blue stem weevil, *C. typhae* un cabbage stem weevil and first generation of brassica pod midge;
- in summer, inflorescence emergence and flowering (BBCH 56 – 69) – cabbage seed weevil un second generation of brassica pod midge.

3. The biological efficiency for use of synthetic insecticides, with the active substances of synthetic pyrethroid and neonicotinoid subclass, for brassica pest control was positive, albeit with a large interval – from 8 up to 98% and had different impact on each of the brassica pest species. The currently used pest control measures are characterized as prophylactic and will not be permitted in integrated pest management.

4. During the crucifer pest monitoring it was clarified, that pest emergence in different sowings was variable, therefore, it is necessary to follow the daily average air temperatures in particular sowings and only then make the decision on the need for insecticide application.

5. In two of the three study years, the highest economic efficiency per tonne of rape seed was in the sowings where combined synthetic pyrethroid and neonicotinoid insecticide was used - 73.17 Ls t⁻¹ and 173.57 Ls t⁻¹. The difference between the years was influenced by the winter oilseed rape yield and purchase price.