



Agrihorts

**LATVIJAS LAUKSAIMNIECĪBAS UNIVERSITĀTES
AUGU AIZSARDZĪBAS ZINĀTNISKĀ INSTITŪTA
“AGRIHORTS”**

Sadarbības projekta
19-00-A01620-000070

**“Bioloģiskās lauksaimniecības principiem atbilstoša insekticīdu
pielietošanas plāna izstrāde smiltsērķšķu raibspārnmušas
Rhagoletis batava ierobežošanai smiltsērķšķu stādījumos, lai
paaugstinātu bioloģiski audzēto smiltsērķšķu ražas kvantitāti un
kvalitāti”**

Zinātniskā atskaite

Īstenošanas periods: 02.01.2020-31.03.2022

Projekta kopējās izmaksas: 88 541.40 EUR

Projekta vadītāja: Regīna Rancāne

Projekta koordinators: Viktorija Zagorska, viktorija.zagorska@llu.lv

Jelgava, 2022

Vadošais partneris:

LLU Augu Aizsardzības zinātniskais institūts (AGRIHORTS) – projekta administrēšana, literatūras izpēte, metodikas izstrāde, galarezultātu interpretācija

Sadarbības partneri:

SIA LAAPC –izmēģinājumu iekārtošana, zemnieku apmācība mušu skaitīšanā, lidošanas monitoringa un līmes lamatu ar dažādām tīrības pakāpēm testēšana, AAL efektivitātes izmēģinājumi, rezultātu interpretācija

SIA North berries – smiltsērķšķu stādījumu kopšana un raibspārnmušas monitorings

Inguna Zukure – smiltsērķšķu stādījumu kopšana un raibspārnmušas monitorings

ZS Mežmalas –smiltsērķšķu stādījumu kopšana un raibspārnmušas monitorings

Saturs

Kopsavilkums	4
Ievads	5
Literatūras apskats	6
Smiltsērķšķu raibspārnmušas izplatības vēsture	6
Smiltsērķšķu raibspārnmušas ierobežošanas iespējas	6
Spinosaurs	8
Materiāli un metodes	8
Izmēģinājuma vietu raksturojums	8
Meteoroloģiskie apstākļi izmēģinājuma norises laikā	9
Izmēģinājumu lauciņu izkārtojums	10
Smiltsērķšķu raibspārnmušu lidošanas monitorings	10
Augu aizsardzības līdzekļu devu aprēķināšana	12
Apstrādes ar augu aizsardzības līdzekļiem	13
Smiltsērķšķu raibspārnmušas kāpuru un bojājumu uzskaites	13
Rezultāti	14
Smiltsērķšķu raibspārnmušas lidošanas monitoringa rezultāti	14
Smiltsērķšķu raibspārnmušas ierobežošanas efektivitātes rezultāti	16
Diskusija	18
Secinājumi	19
Izmantotā literatūra	21
Pielikums 1. Lauciņu izkārtojums Ķoņu 1 stādījumā	23
Pielikums 2. Lauciņu izkārtojums Ķoņu 2 stādījumā	24
Pielikums 3. Lauciņu izkārtojums Kocēnu stādījumā	25

Kopsavilkums

Smiltsērķšķu raibspārnmuša *Rhagoletis batava* Hering, 1938 (Diptera, Tephritidae), ir divspārnis, kas attīstās obligātā simbiozē ar pabērzu smiltsērķšķi *Hippophae rhamnoides* L.1753, padarot smiltsērķšķu augļus cilvēku patēriņam nederīgus. Smiltsērķšķu raibspārnmuša Eiropā zināma no 20. gadsimta vidus, taču ekonomisks kaitējums smiltsērķšķu stādījumiem Ziemeļeiropā un Centrāleiropā novērots tikai, sākot no 21. gadsimta otrās dekādes. Postījumi Eiropā izplatās dienvidrietumu virzienā. Visticamāk, tie saistīti ar smiltsērķšķu raibspārnmušas agresīvas pasugas, kas sākotnēji izplatīta Āzijā, izplatīšanos Eiropas virzienā.

Smiltsērķšķu raibspārnmušas ierobežošanas metodes lielākoties tiek ekstrapolētas no pētījumiem par ķiršu raibspārnmušu. Bioloģiskajā lauksaimniecībā izmantojami varētu būt tīkli un segumi, raibspārnmušu izķeršana izmantojot lamatas, kā arī tādi augu aizsardzības līdzekļi kā *Beauveria bassiana*, azadiraktīns, *Quassia amara* ekstrakti, D-limonēns un spinosads. Spinosa raibspārnmušu ierobežošanai var tikt izmantots gan kā kontakta iedarbības smidzinājums, gan iekļauts kā aktīvā viela saindētu ēsmu sastāvā.

Spinosa savas mikrobioloģiskās izcelsmes un relatīvi augstās selektivitātes dēļ ir iekļauts bioloģiskajā lauksaimniecībā atļauto augu aizsardzībā izmantojamo aktīvo vielu sarakstā. Kopš spinosada reģistrēšanas 20. gadsimta 90. gados, turpinās tā toksikoloģiskie pētījumi. Spinosa ietekme uz atsevišķiem derīgajiem organismiem ir gana nozīmīga, lai spinosada lietošana būtu pieļaujama tikai gadījumos, kad ieguvumi ir lielāki par riskiem.

Spinosa saturošā produkta Tracer un saindētās ēsmas GF-120 Naturalyte Fruit Fly Bait efektivitātes pārbaudei iekārtoja divus izmēģinājumus ražojošos smiltsērķšķu stādījumos Ķoņu pagastā, un vienu Kocēnu pagastā. Izmēģinājumiem bija trīs varianti un četri atkārtojumi, ieskaitot neapstrādāto kontroli, un randomizētos blokos izvietoti lauciņi ar neapstrādātām izolācijas zonām starp tiem. Lai novērtētu potenciālos ilgtermiņa efektus, lauciņu izkārtojums netika mainīts starp 2020. un 2021. gadu. Produktam Tracer pārbaudīja režīmu ar diviem smidzinājumiem sezonā, bet produktam GF-120 Naturalyte Fruit Fly Bait režīmu ar četriem smidzinājumiem sezonā.

No jūnija otrās dekādes līdz augusta beigām izmēģinājumu teritorijā monitorēja smiltsērķšķu raibspārnmušu lidošanu. Caurmērā Kocēnu stādījumā noķēra aptuveni divreiz vairāk smiltsērķšķu raibspārnmušu nekā katrā no Ķoņu stādījumiem. 2020. gadā lidošanas aktivitāte gan Kocēnu gan abos Ķoņu stādījumos bija caurmērā aptuveni 30-35 reizes augstāka nekā 2021. gadā. Mazais smiltsērķšķu raibspārnmušu un attiecīgi bojāto augļu skaits 2021. gadā padarīja rezultātu interpretēšanu Ķoņu stādījumos sarežģītu.

Abu spinosa saturošo produktu efektivitāte bija zema. Produkta Tracer efektivitāte svārstījās no 13% līdz 28% bet produkta GF-120 Naturalyte Fruit Fly Bait efektivitāte bija vēl mainīgāka, 0%-46%. Ņemot vērā gan abu preparātu augsto cenu, ļoti limitēto efektivitāti un spinosa problemātisko ekoloģisko profilu, spinosa saturošo produktu lietošana smiltsērķšķu raibspārnmušas ierobežošanai Latvijas apstākļos nav rekomendēta.

Ievads

Smiltsērķšķu stādījumi komerciālos apjomos Latvijas ainavā ir relatīvi jauna parādība, to platības strauji un konstanti paplašinājušās sākot ar 2010. gadu. Tas sakrīt ar pirmajiem reģistrētajiem smiltsērķšķu raibspārnmušas imago novērojumiem 2011. gadā un pirmajiem kāpuru bojājumu novērojumiem 2012. gadā. Šo 10 gadu laikā smiltsērķšķu raibspārnmuša no Latvijas faunai jauna kukaiņa kļuvusi par invazīvu sugu un ekonomiski nozīmīgu kaitēkli, kas apdraud smiltsērķšķu audzēšanas industriju Latvijā un citur Ziemeļeiropā un Centrāleiropā.

Straujais un negaidītais smiltsērķšķu raibspārnmušas postīguma pieaugums, kā arī invāzijas virziens no ziemeļaustrumiem uz dienvidrietumiem, nozīmē, ka nav iespējams izmantot jau iepriekš Centrāleiropā izstrādātu pārbaudītu ierobežošanas stratēģiju, kā tas bieži ir iespējams kaitēkļiem, kuri klimata pārmaiņu rezultātā izplatās no dienvidiem uz ziemeļiem. Iespējams, balstīties ir tikai uz citu sugu raibspārnmušu ierobežošanai izstrādātajām vadlīnijām, kuru efektivitāte smiltsērķšķu raibspārnmušas ierobežošanai ir jāpārbauda, un lietošanas laiks jāpieskaņo smiltsērķšķu raibspārnmušas fenoloģijai.

Papildu ierobežojumus uzliek smiltsērķšķu tirgus specifika, pieprasījums pēc bioloģiski audzētiem smiltsērķšķiem ir augsts, bet pieejamo insekticīdu arsenāls neliels. Projekta uzsākšanas laikā Latvijas Republikā nebija reģistrēts neviens augu aizsardzības līdzeklis smiltsērķšķu raibspārnmušu ierobežošanai bioloģiskajos smiltsērķšķu stādījumos. Izvērtējot potenciālu reģistrēšanai Latvijas Republikā, tika pieņemts lēmums pārbaudīt divu spinosadu saturošu produktu - Tracer un GF-120 Naturalyte Fruit Fly Bait - efektivitāti smiltsērķšķu raibspārnmušu ierobežošanā un izstrādāt rekomendācijas to lietošanai smiltsērķšķu komercstādījumos, lai sasniegtu komerciāli pieņemamus rezultātus.

Mērķis: Izstrādāt bioloģiskās lauksaimniecības principiēm atbilstošu insekticīdu lietošanas plānu smiltsērķšķu raibspārnmušas *Rhagoletis batava* ierobežošanai smiltsērķšķu stādījumos un iegūt datus, kas varētu tikt izmantoti kā pamatojums atļauju izsniegšanai nepieciešamo insekticīdu lietošanai bioloģiskajos smiltsērķšķu stādījumos Latvijas Republikā.

Uzdevumi:

- Iekārtot trīs divus gadus ilgstošus randomizētu bloku izmēģinājumus ar četriem atkārtojumiem bioloģiski apsaimniekotos smiltsērķšķu komercstādījumos.
- Pārbaudīt šajos izmēģinājumos spinosadu saturošo insekticīdu Tracer un GF-120 Naturalyte Fruit Fly Bait efektivitāti smiltsērķšķu raibspārnmušas ierobežošanā teorētiski pamatotās devās un režīmos.
- Paralēli veikt smiltsērķšķu raibspārnmušu lidošanas monitoringu, paplašinot zināšanas par smiltsērķšķu raibspārnmušas fenoloģiju.
- Rezultātus publiskot divās lauka dienās.
- Balstoties uz izmēģinājumu rezultātiem izstrādāt vadlīnijas spinosadu saturošo augu aizsardzības līdzekļu lietošanai smiltsērķšķu raibspārnmušas ierobežošanai ražošanas apstākļos.

Literatūras apskats

Smiltsērķšķu raibspārnmušas izplatības vēsture

Smiltsērķšķu raibspārnmuša *Rhagoletis batava* Hering, 1938 (Diptera, Tephritidae) (de Jong et al., 2014) ir divspārnis, kura attīstība ir obligāti saistīta ar pabērzu smiltsērķšķi *Hippophae rhamnoides* L.1753 (turpmāk tekstā - smiltsērķšķis). Smiltsērķšķu raibspārnmušas kāpuru attīstībai obligāti nepieciešami smiltsērķšķu augļi, līdz ar to smiltsērķšķu raibspārnmuša sastopama tikai tur, kur pastāv savvaļā augoši vai kultivēti smiltsērķšķi.

Smiltsērķšķi Eiropā savvaļā aug kopš pēdējā ledus laikmeta, šobrīd pārsvarā piekrastes un kalnu teritorijās (Botanical Society of Britain & Ireland and the Biological Records Centre, nezināms), Ēriks Martins Herings smiltsērķšķu raibspārnmušu *Rhagoletis batava* aprakstījis jau 20. gadsimta vidū, bet lielu vērību smiltsērķšķu raibspārnmušai Eiropas entomologi 20. gadsimtā nav pievērsuši, dokumentētas tikai atsevišķas atradnes (Stalažs, Balalaikins, 2017). Līdz 20. gs. 70. gadiem smiltsērķšķi Eiropas kontinentā nav tikuši kultivēti vērā ņemamā apjomā, līdz ar to, tiem nav bijis lielas ekonomiskas nozīmes (Li, Schroeder, 1996). Smiltsērķšķu raibspārnmuša savvaļas smiltsērķšķu populācijai kaitējumu nenodara, jo tās barošanās nekādi neietekmē smiltsērķšķu augu dzīvotspēju, līdz ar to saprotams mazais zinātnieku pievērsts uzmanības apjoms. Tomēr arī pēc smiltsērķšķu kultivēšanas sākuma Centrāleiropā 80. un 90. gados, smiltsērķšķu raibspārnmuša kā kaitēklis praktiski nav pieminēta. Baltijas valstīs smiltsērķšķu raibspārnmuša 20. gadsimtā nav tikusi konstatēta vispār (Stalažs, Balalaikins, 2017).

Tikmēr 1970. gadā Nikolajs G. Kolomiec Novosibirskas apgabalā ziņojis par smiltsērķšķu raibspārnmušu, ko aprakstījis kā *Rhagoletis batava obscuriosa*, E. M. Heringa aprakstītās smiltsērķšķu raibspārnmušas pasugu. Kolomiec ir norādījis uz anatomiskām atšķirībām no Heringa aprakstītās *Rhagoletis batava*, kā arī daudz izteiktāko masveida savairošanos un postīgumu (Stalažs, Balalaikins, 2017). Eiropā autoritātes šobrīd neatzīst *Rhagoletis batava obscuriosa* kā pasugu vai atsevišķu sugu, visas smiltsērķšķu raibspārnmušas tiek apvienotas zem nosaukuma *Rhagoletis batava* Hering, 1938, un *Rhagoletis obscuriosa* Kolomiets, 1970 tiek uzskatīts par sinonīmu, neatkarīgi no izcelsmes un īpašībām (GBIF Secretariat, 2021). Krievijas pētnieki izdala šo pasugu. (Stalažs, Balalaikins, 2017, A. Brūvelis 2022, pers. kom.)

Šobrīd Eiropā aptuveni no 2010. gada ir novērojams smiltsērķšķu raibspārnmušas postīguma straujš pieaugums un masveida invāzijas. Latvijā pirmie imago reģistrēti 2011. gadā un pirmie kāpuru bojājumi 2012. gadā (Stalažs, 2012). Vācijā postījumi komercstādījumos sākušies ap 2013. gadu (Holz, Kreuz, 2021).

Visticamākais scenārijs, kas izskaidrotu piepešo invāziju parādīšanos būtu Krievijas Āzijas daļā N. G. Kolomiec aprakstīto smiltsērķšķu raibspārnmušu izplatīšanās rietumu virzienā (A. Brūvelis 2022, pers. kom.). Iespējams, tas noticis pieaugošo smiltsērķšķu stādījumu platību dēļ Baltijā, Baltkrievijā un Krievijas Eiropas daļā (Li, Schroeder, 1996), iespējams klimata pārmaiņu dēļ, iespējams, vēl kāda nezināma iemesla dēļ. N. G. Kolomiec aprakstītajai smiltsērķšķu raibspārnmušai raksturīgs liels postīgums (Stalažs, Balalaikins 2017), kas atbilst Centrāleiropā un Baltijā novērotajiem postījumiem.

Smiltsērķšķu raibspārnmušas ierobežošanas iespējas

Šobrīd smiltsērķšķu raibspārnmušas Latvijā ir tik postīgas, ka limitē jaunu smiltsērķšķu stādījumu attīstību, kā arī atsevišķos gadījumos audzētāji pat samazina smiltsērķšķu stādījumu platības (A. Brūvelis 2022, pers. kom.). Smiltsērķšķu raibspārnmušas ir jutīgas pret sistēmas

iedarbības insekticīdiem: neonicotinoīdu grupas insekticīdiem - tiakloprīdu (A. Brūvelis 2022, pers. kom.) un acetamiprīdu, diamīdu grupas insekticīdu ciantraniliprolu (Holz, Kreuz, 2021). Šobrīd Latvijas Republikā smiltsērķšķu raibspārnmušu ierobežošanai reģistrēts spirotetramāts, bet šī reģistrācija balstīta uz ekstrapolēšanu no lietojuma ķiršu raibspārnmušas *Rhagoletis cerasi* ierobežošanai (Valsts augu aizsardzības dienests, 2022). Visi šie produkti ir pieļaujami tikai integrētās augu aizsardzības režīmā audzētiem smiltsērķšķiem, kā arī tiem ir problemātiskas ekoloģiskas implikācijas (Holz, Kreuz, 2021). Smiltsērķšķi ir nišas produkts, kura aktīvākie patērētāji ir ieinteresēti tieši bioloģiskās ogās. Diemžēl smiltsērķšķu raibspārnmušas padara bioloģisku smiltsērķšķu audzēšanu ilgstoši vienā vietā praktiski neiespējamu.

Rhagoletis ģints raibspārnmušu ierobežošanas metodes centrālajā un ziemeļu Eiropas daļā pārsvarā tiek attīstītas ķiršu raibspārnmušai *Rhagoletis cerasi* un tālāk piemērotas citām *Rhagoletis* ģints raibspārnmušām. Ķiršu raibspārnmušas bioloģiskai ierobežošanai tiek izmantotas gan mehāniskas metodes, tādas kā stādījumu norobežošana ar tīkliem un mākslīgie augsnes segumi, kas neļauj kāpuriem ierakties augsnē un pārziemot (Daniel, 2014). Principā *Rhagoletis* ģints raibspārnmušu ierobežošanai noderīgi ir arī kaolīna smidzinājumi, kas rada mehānisku barjeru uz augļiem, un neļauj mātītēm iedēt tajos olas, taču tie atstāj nosēdumus arī uz gatavajiem augļiem, līdz ar to produkcija pirms realizēšanas ir jāmazgā, kas ne vienmēr ir iespējams. Potenciāls ir arī raibspārnmušu izķeršanai ar lamatām, kurās tiek izmantoti vizuāli vai barības atraktanti, bet šobrīd tirgū pieejamo lamatu ķertspējas un cenas attiecība padara tās ekonomiski nepietiekami izdevīgas (Daniel, 2014).

Ar bioloģisko lauksaimniecību savienojami produkti, kam ir potenciāls ierobežot *Rhagoletis* ģints raibspārnmušas, ir entomopatogēnā sēne *Beauveria bassiana* (komerciālais produkts Naturalis-L vietām Eiropas Savienībā reģistrēts lietošanai ķiršu raibspārnmušas ierobežošanai), azadiraktīnu saturoši produkti, *Quassia amara* ekstrakti, citrusu eļļas (dabiskas izcelsmes D-limonēns), taču to efektivitāte ļoti variē atkarībā no sezonas un apstākļiem (Tartanus, Malusà, 2021), kā arī spinosadu saturoši produkti, gan koncentrētu vispārējas lietošanas spinosada preparātu smidzinājumu formā (Holz, Kreuz, 2021), gan tādu preparātu formā, kuros zemas koncentrācijas spinosads sajaukts ar raibspārnmušas pievilinošiem, barības atraktantiem, šādu produktu piemēri ir CombiProtec un GF 120 Naturalyte Fruit Fly Bait (Daniel, 2014).

Atraktantus saturošajiem preparātiem teorētiski ir atsevišķas priekšrocības salīdzinājumā ar vispārējas lietošanas spinosadu saturošiem preparātiem. Galvenokārt atzīmējama potenciāli augstāka selektivitāte, jo produktus izsmidzina mazā šķidrums tilpumā, radot tikai daļēju pārklājumu, līdz ar to mazākas tieša kontakta iespējas ne-mērķa kukaiņiem ar svaigu produkta šķīdumu, un atraktanta formulācija galvenokārt ir pievilcīga tieši tām mušām, kam pirms vairošanās nepieciešama papildu barošana ar cukuriem un proteīniem. (Daniel, 2014) Otra svarīga šo produktu īpatnība ir salīdzinoši mazais vidē nonākošā spinosada daudzums. Izmantojot tradicionālo spinosada produktu Tracer Latvijas Republikā reģistrētā marķējumā norādītajā devā, vidē uz hektāru stādījuma katrā smidzināšanas reizē nonāk 96 g spinosada, jeb 192 g sezonas laikā (Valsts augu aizsardzības dienests, 2022), izmantojot GF 120 Naturalyte Fruit Fly Bait lielākajā devā, kas iekļauta šajā projektā, katrā smidzināšanas reizē tiek izsmidzināti 7.5 g spinosada, jeb 30 g sezonas laikā. Tomēr šobrīd atraktantus saturošie preparāti nav reģistrēti lietošanai Latvijas Republikā, un to potenciāls ir ierobežots augstās cenas un biežo smidzinājumu dēļ.

Spinosads

Spinosads ir IRAC 5 (spinozīnu) grupas insekticīds, kas iedarbojas uz nikotīnatarīgajiem acetilholīna receptoriem, taču iedarbības mehānisms ir citāds nekā neonikotinoīdu (IRAC 4A) grupas insekticīdiem (Insecticide Resistance Action Committee, 2022). Spinosads ir aktinomicētes *Saccharopolyspora spinosa* vielmaiņas galaprodukts ar spēcīgām insekticīda īpašībām (Thompson et. al., nezināms), kurš pirmo reizi tīrā veidā izdalīts un pirmie lauka testi veikti 1988. gadā, un pirmo reizi reģistrēts kā insekticīds, ko ražoja Dow AgroScience, 1997. gadā (Thompson et. al., 2000)

Spinosads ir zarnu un kontakta iedarbības insekticīds (Kollman, nezināms), lauka apstākļos tam raksturīga neliela translamināra iedarbība, ko iespējams uzlabot, izmantojot virsmaktīvās vielas (Larson, 1997). Spinosadam trūkst ar neonikotinoīdiem salīdzināmas sistēmas iedarbības, bet tam piemīt mobilitāte ksilēmā. Tai ir praktiska nozīme tikai gadījumos, kad augi tiek audzēti hidroponikā vai inertā substrātā, šādos gadījumos ir iespējams panākt sistēmas iedarbību, pievadot spinosada šķīdumu saknēm (van Leeuwen et.al., 2005). Augsnē spinosada pievade caur saknēm parasti ir neveiksmīga, iespējams, tādēļ, ka spinosads salīdzinoši spēcīgi piesaistās augsnes daļiņām, īpaši mālainā vai ar organisko vielu bagātā augsnē, un līdz ar to vāji pārvietojas augsnes šķidrā fāzē (Kollman, nezināms).

Spinosads sākotnēji tirgū tika reģistrēts izmantošanai sējumos un stādījumos, kur tiek pielietotas integrētās augu aizsardzības metodes. Diezgan ātri izkristalizējās pārlicība, ka spinosads pārsvarā ir toksisks tauriņiem, tripšiem un divspārņiem. Vabolēm un taisnspārņiem spinosads izrādījās toksisks pārsvarā tikai gadījumos, ja kukaiņi aktīvi barojās ar apstrādātajām augu daļām. 20. gadsimta beigās veiktie pētījumi liecināja, ka medus bitēm spinosads ir akūti toksisks, ja tām ir saskare ar svaigu šķīdumu, bet nožuvuši apstrādāti augi ir relatīvi nekaitīgi. (Thompson et. al., nezināms). Šāds selektivitātes profils tika uzskatīts par, salīdzinājumā ar lielu daļu 20. gadsimta beigās tirgū esošo insekticīdu, videi ļoti draudzīgu. Kombinācijā ar izteiktu efektīvu insekticīdu trūkumu bioloģiskajā lauksaimniecībā un to, ka spinosads ir mikrobioloģiskas izcelsmes, lai arī augsti attīrīts produkts, atbildīgās instances, īsi pēc spinosada produktu laišanas tirgū, pieņēma lēmumu par spinosada lietošanas pieļaušanu bioloģiskajā lauksaimniecībā.

Šobrīd spinosads ir reģistrēts lietošanā visdažādākajos kultūraugos visā pasaulē, tādēļ tiek turpināti arī tā toksikoloģijas pētījumi. Ja sākotnējos toksikoloģijas pētījumus pārsvarā finansēja ražotāji, tad 21. gadsimtā parādījās aizvien lielāks apjoms neatkarīgi veiktu pētījumu. Pieaugot pētījumu apjomam, diemžēl izkristalizējās atsevišķi problemātiski spinosada aspekti. Galvenais problemātiskais aspekts ir augsts toksiskums sīkajiem plēvspārņiem, no kuriem daudzi ir lauksaimniecības kaitēkļu parazītoīdi, spinosads ir problemātisks arī zirnekļiem, kā arī daudzām kukaiņu grupām, kam akūts toksiskums ir zems, tomēr novērojami subletāli efekti, traucēta attīstība (Biondi et. Al., 2012).

Materiāli un metodes

Izmēģinājuma vietu raksturojums

Pētījuma ietvaros 2020. un 2021. gadā veica trīs izmēģinājumus, vienu no tiem Kocēnu pagastā (turpmāk tekstā Kocēni) un divus Ķoņu pagastā (turpmāk tekstā Ķoņi 1 un Ķoņi 2) blakus izvietotos stādījumos. Stādījums Kocēnu pagastā kopumā bija 1 ha liels, bet sastāvēja no vairākiem dažādu šķirņu un dažādos laikos stādītiem blokiem (1. tabula). Ķoņu 1 stādījums bija nedaudz lielāks par 1 ha, viendabīgs šķirnes un vecuma struktūras ziņā, taču atsevišķām rindām stādījumā 2018. vai

2019. gadā bija veikta atjaunojošā apzāģēšana, līdz ar to vainagu izmērs stādījumā variēja pa rindām (pielikums 1). Ķoņu 2 stādījums bija nedaudz lielāks par 1 ha, viendabīgs šķirnes un vecuma ziņā, tajā arī nebija veikta atjaunojošā griešana, līdz ar to stādījums, izņemot atsevišķus izkritušus kokus, bija homogēns (1. tabula).

1. tabula

Izmēģinājumu iekārtošanas vietas un stādījumu šķirņu un vecumu struktūra.

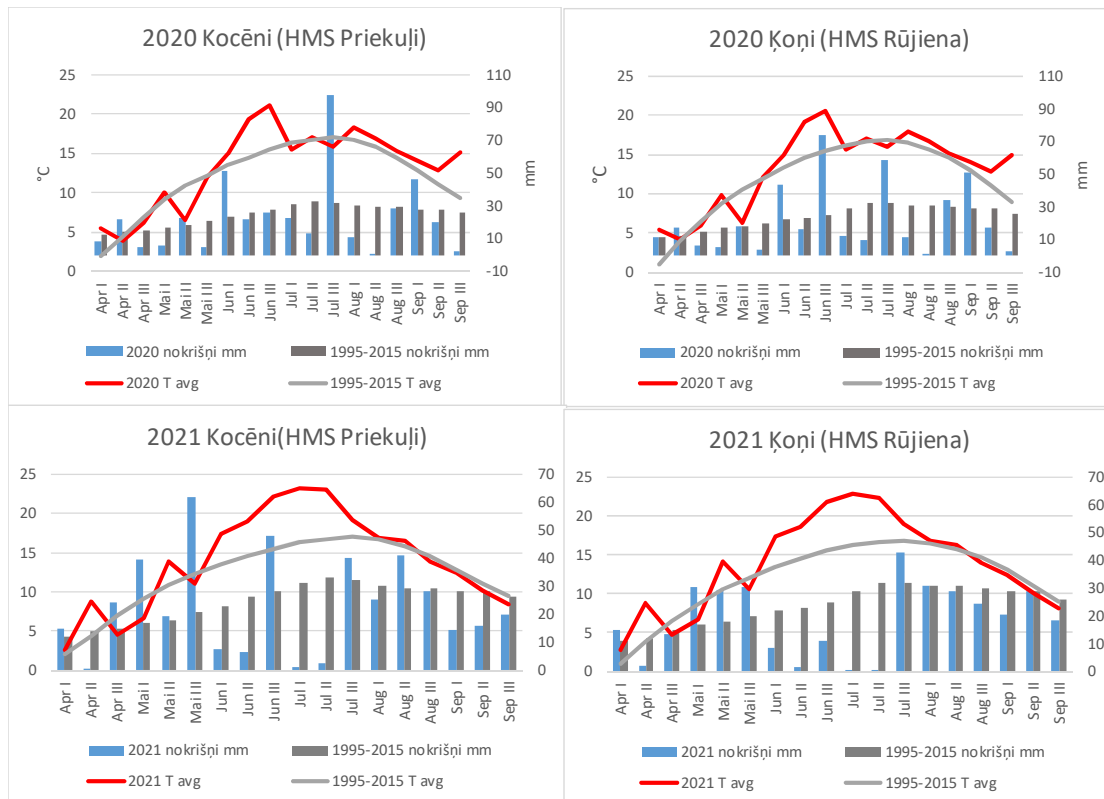
Nosaukums	Atrašanās vieta	Koordinātes	Apsaimniekotājs	Šķirne	Stādīšanas gads
Kocēni	Kocēnu nov., Kocēnu pag.	N 57.517884, E 25.366197	z/s "Mežmalas 1"	Prožračnīje	2014
				Prožračnīje	2009
				Marīa	2009
				Botaničeskaja Ļubiķeļskaja	2009
Ķoņi 1	Naukšēnu nov., Ķoņu pag.	N 57.887526, E 25.375781	Inguna Zukure	Botaničeskaja Ļubiķeļskaja	2012
Ķoņi 2	Naukšēnu nov., Ķoņu pag.	N 57.887640, E 25.377455	SIA "North Berries"	Prožračnīje	2016

Meteoroloģiskie apstākļi izmēģinājuma norises laikā

2020. gada veģetācijas sezonā vidējās temperatūras desmit dienu griezumā Kocēnos un abos Ķoņu stādījumos bija līdzīgas. Sezona iesākās ar neraksturīgi siltu aprīļa sākumu, atlikušā aprīļa un maija sākuma temperatūra bija atbilstoša normai, bet maija vidus bija izteikti neraksturīgi vēss. Maija beigās temperatūra atgriezās normas robežās, bet visu jūniju, īpaši tā otro pusi, temperatūra bija stipri augstāka par normu. Jūlijā temperatūra bija tuva normai, bet augustā un septembrī tā visu laiku nedaudz pārsniedza normu, tikai septembra beigās bija izteikti siltākas par normu.

Nokrišņu sadalījums 2020. gadā sezonas laikā bija nevienmērīgs, bija gan samērā sausi periodi, gan atsevišķas spēcīgas lietussāzmes. Kocēnos izteikti sausas bija aprīļa beigās un maija sākums, maija beigās, kā arī augusta sākums un vidus. Savukārt jūnija sākumam un jūlija beigām bija raksturīgas spēcīgas lietussāzmes. Ķoņos izteikti sausi periodi sakrīta ar Kocēniem, bet lielāks nokrišņu daudzums bija raksturīgs gan jūnija sākumam, gan beigām, kā arī jūlija beigām (1. attēls).

2021. gada veģetācijas sezonas raksturīgākā iezīme bija ļoti karsts jūnijs un jūlijs, divus mēnešus temperatūra gan Kocēnos, gan Ķoņos turējās stipri virs ilggadīgā vidējā. Ķoņos viss jūnijs un lielākā daļa jūlija bija arī izteikti sausa, tikai pašās jūlija beigās izkrita ievērojams daudzums nokrišņu. Kocēnos sausuma periodu jūnijā un jūlijā pārtrauca atsevišķas spēcīgas lietussāzmes jūnija beigās. Pavasarim abās vietās bija raksturīgs īss, ļoti silts un sauss periods aprīļa vidū, un izteikti lietains maijs, īpaši Kocēnos maija beigās nokrišņu apjoms bija tuvu trīskāršs salīdzinājumā ar ilgtermiņa vidējo. Augustā un septembrī temperatūra caurmērā atbilda ilgtermiņa vidējam gan Kocēnos, gan Ķoņos, Ķoņos arī nokrišņu daudzums bija salīdzinoši tipisks, Kocēnos septembris caurmērā bija sausāks nekā parasti.



1. attēls. Desmit dienu perioda vidējās temperatūras un nokrišņu summas salīdzinājums ar ilggadīgajiem rādītājiem (1995.-2015. gads) periodā no aprīļa līdz septembrim 2020. un 2021. gadā.

Izmēģinājumu lauciņu izkārtojums.

Katrā stādījumā iekārtoja izmēģinājumu ar 3 variantiem, 4 atkārtojumiem, kopā 12 randomizētos blokos izvietotiem lauciņiem. Starp lauciņiem atstāja vismaz 3 kokus platas neapstrādātas izolācijas zonas. Pirmais variants bija neapstrādāta kontrole. Otrais variants tika apstrādāts ar insekticīdu Tracer 480, trešais variants ar insekticīdu GF-120 Naturalyte Fruit Fly Bait. References produkts dizainā netika iekļauts, jo šobrīd tirgū nav bioloģiskajā lauksaimniecībā atļauta produkta smiltsērkšķu raibspārnmušas ierobežošanai ar pierādītu efektivitāti. Lauciņu izkārtojums tika saglabāts nemainīgs abos izmēģinājuma gados, lai gūtu ieskatu ilgtermiņa efektos.

Ķoņu 1 un Ķoņu 2 stādījumos lauciņa izmērs bija 270 m² jeb 5x9 koki (pielikums 1 un 2). Kocēnu stādījumā, sarežģītās lauka konfigurācijas un šķirnes Maria sliktas augšanas un nepiemērotības izmēģinājumam dēļ, nācās iekārtot mazākus lauciņus - 225 m² jeb 5x6 koki (pielikums 3). Kocēnu stādījumā katrs atkārtojums tika iekārtots viendabīgā stādījuma daļā, tā, lai visa atkārtojuma ietvaros sakristu šķirne un stādīšanas gads.

Smiltsērkšķu raibspārnmušu lidošanas monitoringa

Lai novērtētu lamatu tīrības ietekmi uz lamatu jutīgumu, smiltsērkšķu raibspārnmušu lidošanas monitoringam izmantoja trīs dažādu tīrības pakāpju lamatas. Visu lamatu izgatavošanai par pamatu 2020. gadā izmantoja firmas BROS dzeltenās abpusēji lipīgās plastmasas lamatas, kuru izmērs bija 10x24 cm, bet 2021. gadā firmas Biobest modeļa BugScan Yellow 10x25 cm dzeltenās abpusēji lipīgās plastmasas lamatas ar mitro līmi. BugScan Yellow lamatām ir ar līmi neapstrādāta maliņa, tādēļ lipīgā virsma abām lamatām bija vienāda.

100% tīrības līmes lamatas (A) lietoja uzreiz no iepakojuma bez modifikācijām. 90% (B) un 70% (C) tīrības pakāpes lamatas sagatavoja sekojoši. Ar standarta kancelejas ātršuvēju no abpusēji melnā papīra izgriezta 6 mm diametra diskus. Lamatām atlobīja balto aizsargpapīru, atklājot lipīgo virsmu. Uz lipīgās virsmas, izmantojot pinceti, pielīmēja 2. tabulā norādīto tīrības pakāpei atbilstošo disku skaitu. Diskus izvietoja vienmērīgi pa visu lipīgās virsmas laukumu, kā vadlīniju izmantojot 2. tabulā norādīto disku rindu un kolonnu skaitu (skat. 2.att.). Pēc lipīgo virsmu aplīmēšanas ar diskus, aizsargpapīru atkal uzklāja lamatām līdz lietošanas brīdim

Dažādu tīrības pakāpju lamatu efektivitātes rezultāti atskaitē netiks apskatīti, bet tos paredzēts prezentēt 31. Starptautiskajā Dārzkopības Kongresā (IHC 2022) (skat. pielikumu Nr.4).

2. tabula

Disku skaits un izvietojums uz dažādas tīrības pakāpes lamatām,

Tīrības pakāpe	Disku kopējais skaits uz lamatām	Disku skaits uz vienas lamatu puses	Disku rindu skaits uz vienas lamatu puses	Disku kolonnu skaits uz vienas lamatu puses
A 100%	0	0	0	0
B 90%	168	84	14	6
C 70%	500	250	25	10



A



B



C

2. attēls. Lamatas ar dažādām tīrības pakāpēm: A- 100%, B- 90%, C-70%

Lamatas izvietoja visos trīs stādījumos 17.06.2020 un 17.06.2021. Katrā stādījumā izvietoja četras A, četras B un četras C tīrības pakāpes lamatas. Lamatas izvietoja vienmērīgi pa visu stādījuma teritoriju izolācijas zonās starp lauciņiem (pielikumi 1, 2 un 3). Kokus, kuros izkāra lamatas, iezīmēja ar lamatu tipu un identifikācijas numuru. Lamatās ik pa aptuveni piecām dienām uzskaitīja un to tām noņēma pielīpušās smiltsērķšķu raibspārnu mušas, lamatas nomainīja uz tīrām tāda paša tipa lamatām ik pa četrām uzskaites reizēm. Uzskaites turpināja līdz ražas novākšanai 2020. gadā un līdz augusta otrajai pusei 2021. gadā.

Augu aizsardzības līdzekļu devu aprēķināšana

2020. gadā insekticīdu GF-120 Naturalyte Fruit Fly Bait Kocēnu un Ķoņu 2 stādījumā izmēģināja devā 1.5 l/ha un 1:5 atšķaidījumā ar ūdeni, bet Ķoņu 1 stādījumā devā 37.5 l/ha un atšķaidījumā 1:2 ar ūdeni.

Insekticīda Tracer 480 devas aprēķināja, vadoties pēc nosacījumiem, ka darba šķidrums koncentrācijai jābūt 0.02%, un izsmidzināmais šķidrums daudzums jāaprēķina pēc Unrath formulas $V_{darba\ šķidrums(L)} = \frac{koka\ augstums(m) \times vainaga\ diametrs(m) \times 937}{rindstarpas\ platums(m)}$, vadoties pēc koku vidējiem vainaga izmēriem apstrādājamajā teritorijā, kā arī caurmērā izsmidzinātā Tracer 480 deva nedrīkst pārsniegt 0.19 l/ha.

Kocēnu un Ķoņu 1 stādījumā koki tika mērīti un Tracer 480 devas aprēķinātas katram lauciņam atsevišķi, Ķoņu 2 stādījumā, kurš caurmērā bija homogēns, tika veikts viens aprēķins visiem četriem atkārtojumiem (3. tabula).

3. tabula

Augu aizsardzības līdzekļu devas un ūdens daudzumi izmēģinājumos pa variantiem un atkārtojumiem 2020. gadā.

Vieta	Atkārtojums	Tracer 480			GF-120 Naturalyte Fruit Fly Bait			
		0.02% darba šķidrums uz lauciņu (l)	Produkts (ml/ha)	Produkts (l/ha) vidēji uz variantu	Produkts uz lauciņu (ml)	Ūdens uz lauciņu(l)	Produkts (l/ha)	Ūdens (l/ha)
Kocēni	100	16.67	148.18	0.19	33.75	0.17	1.50	7.5
	200	23.43	208.22					
	300	28.00	248.89					
	400	17.49	155.47					
Ķoņi 1	100	11.02	81.65	0.09	1010	2.02	37.50	75
	200	19.32	143.10					
	300	14.78	109.51					
	400	6.16	45.63					
Ķoņi 2	visi	12.75	94.45	0.09	40.5	0.20	1.50	7.5

2021. gadā, sakarā ar augu aizsardzības līdzekļa Tracer 480 (Latvijā reģistrētais nosaukums Tracer) nonākšanu Valsts augu aizsardzības dienesta Augu aizsardzības līdzekļu sarakstā, saistoši kļuva noteikumi par Tracer 480 lietošanas devām (Latvijā insekticīdu lietošana samazinātā vai palielinātā devā nav atļauta), tādēļ tika pieņemts lēmums Tracer 480 lietot tikai reģistrētajā devā 0.2 l/ha, pielāgojot ūdens daudzumu lapotnes apjomam (4. tabula).

Vadoties pēc 2020. gada monitoringa rezultātiem, tika konstatēts, ka Kocēnu stādījumā smiltsērķšķu raibspārnu mušu blīvums bija aptuveni divreiz lielāks nekā Ķoņu stādījumos. Tādēļ, tika pieņemts lēmums izmantot lielāko GF-120 Naturalyte Fruit Fly Bait devu Kocēnu stādījumā. (4. tabula).

Augu aizsardzības līdzekļu devas un ūdens daudzumi izmēģinājumos 2021. gadā.

Vieta	Tracer 480		GF-120 Naturalyte Fruit Fly Bait	
	Produkts (ml/ha)	Ūdens L/ha	Produkts (l/ha)	Ūdens (l/ha)
Kocēni	200	1000	37.50	75
Ķoņi 1	200	700	1.50	7.5
Ķoņi 2	200	700	1.50	7.5

Apstrādes ar augu aizsardzības līdzekļiem

Visos izmēģinājumos gan 2020., gan 2021. gadā veica divas apstrādes ar Tracer 480. Pirmo apstrādi veica īsi pēc pirmo smiltsērķšķu raibspārnmušu noķeršanas lamatās, un otro apstrādi 8-10 dienas pēc pirmās apstrādes. Kocēnu stādījumā 2020. gadā pirmo apstrādi veica 03.07.2020, bet otro apstrādi - 13.07.2020. Ķoņu 1 un Ķoņu 2 stādījumos, kur smiltsērķšķu raibspārnmušas izlidoja vēlāk, pirmo apstrādi 2020. gadā veica 07.07.2020, bet otro apstrādi - 16.07.2020. 2021. gadā Kocēnu stādījumā Tracer 480 izsmidzināja 09.07.2021 un 19.07.2021, bet abos Ķoņu stādījumos 12.07.2021 un 20.07.2021. Produktu izsmidzināja ar STIHL SR 430 mugursomas tipa smidzinātāju.

Visos izmēģinājumos gan 2020., gan 2021. gadā veica četras apstrādes ar GF-120 Naturalyte Fruit Fly Bait. Apstrādes uzsāka īsi pēc pirmo smiltsērķšķu raibspārnmušu noķeršanas lamatās un atkārtoja ik pa 7-10 dienām. Kocēnu stādījumu 2020. gadā ar GF-120 Naturalyte Fruit Fly Bait apstrādāja 03.07.2020, 13.07.2020, 23.07.2020 un 31.07.2020. Ķoņu 1 un Ķoņu 2 stādījumos 2020. gadā ar GF-120 Naturalyte Fruit Fly Bait apstrādāja 07.07.2020, 16.07.2020, 23.07.2020 un 31.07.2020. 2021. gadā ar GF-120 Naturalyte Fruit Fly Bait Kocēnu stādījumu apstrādāja 09.07.2021., 19.07.2021., 27.07.2021. un 03.08.2021. Abos Ķoņu stādījumos apstrādāja 12.07.2021., 20.07.2021., 26.07.2021. un 03.08.2021. Kad GF-120 Naturalyte Fruit Fly Bait lietoja devā 37.5 l/ha, to izsmidzināja ar STIHL SR 430 mugursomas tipa smidzinātāju, bet, kad produkta deva bija 1.5 l/ha, to izsmidzināja ar rokas pneimatisko smidzinātāju.

Smiltsērķšķu raibspārnmušas kāpuru un bojājumu uzskaites

Smiltsērķšķu ogas kāpuru un bojājumu uzskaitē Kocēnu un Ķoņu 2 stādījumos 2020. gadā ievāca 18.08.2020, bet Ķoņu 1 stādījumā 22.08.2020. Kocēnu un Ķoņu 2 stādījumos, kur aizmeties bija pietiekams daudzums ogu, paraugu ievāca, nogriežot 5-10 zarus ar ogām no lauciņa centrālās daļas, Ķoņu 1 stādījumā, kur ogu attīstība bija vāja, ogas lasīja pa vienai, ieskaitot bojātās un sažuvušās ogas, līdz tika savāktas aptuveni 200 ogas. 2021. gadā visos stādījumos paraugus ievāca 17.08.2021, tā kā ogas bija aizmetušās labi visos stādījumos, tad visur paraugu ievāca, nogriežot 5-10 zarus ar ogām no lauciņa centrālās daļas. Ievāktos ogu paraugus nogādāja laboratorijā, atdzesēja līdz +5 °C, lai ierobežotu turpmāku kāpuru barošanās aktivitāti un migrāciju, un nākamajā dienā analizēja.

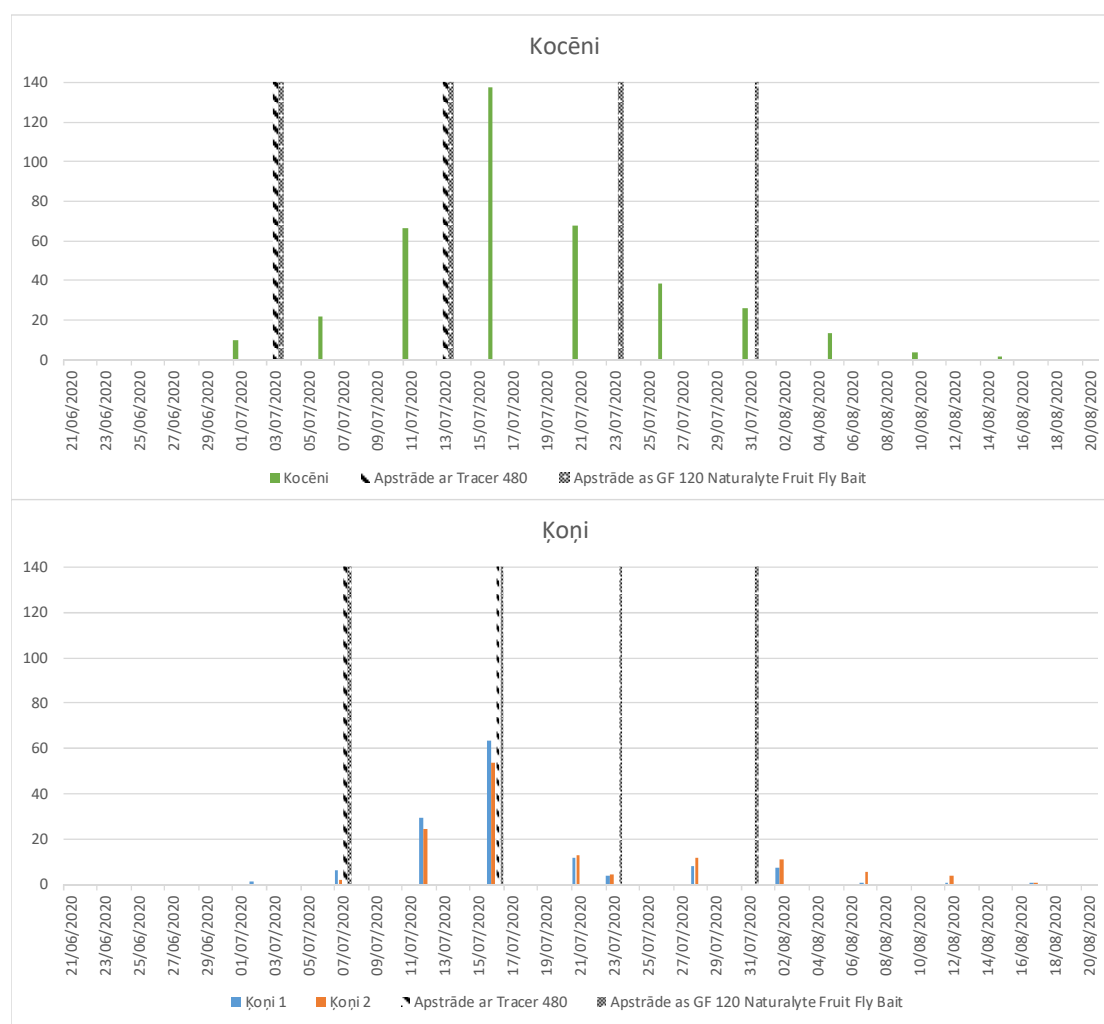
Paraugos, kuros bija nogriezti zari, tika atlasītas 200 ogas vienmērīgi izdalot tās starp paņemtajiem zariem, un ogas ņemot pēc kārtas no zara distālā gala. Katara oga tika apskatīta no

ārpuses un novērtēts, vai tai ir smiltsērķšķu raibspārnmušas kāpura darbības pazīmes (oga sausa un sačokurojusies, oga ar caurumu, oga mīksta un šķīstoša), pēc tam katru ogu atvērta un tās iekšpusē meklēja smiltsērķšķu raibspārnmušas kāpurus. Pierakstīja ogu skaitu ar kāpuriem un ogu skaitu ar bojājuma pazīmēm, bet bez kāpuriem.

Rezultāti

Smiltsērķšķu raibspārnmušas lidošanas monitoringa rezultāti

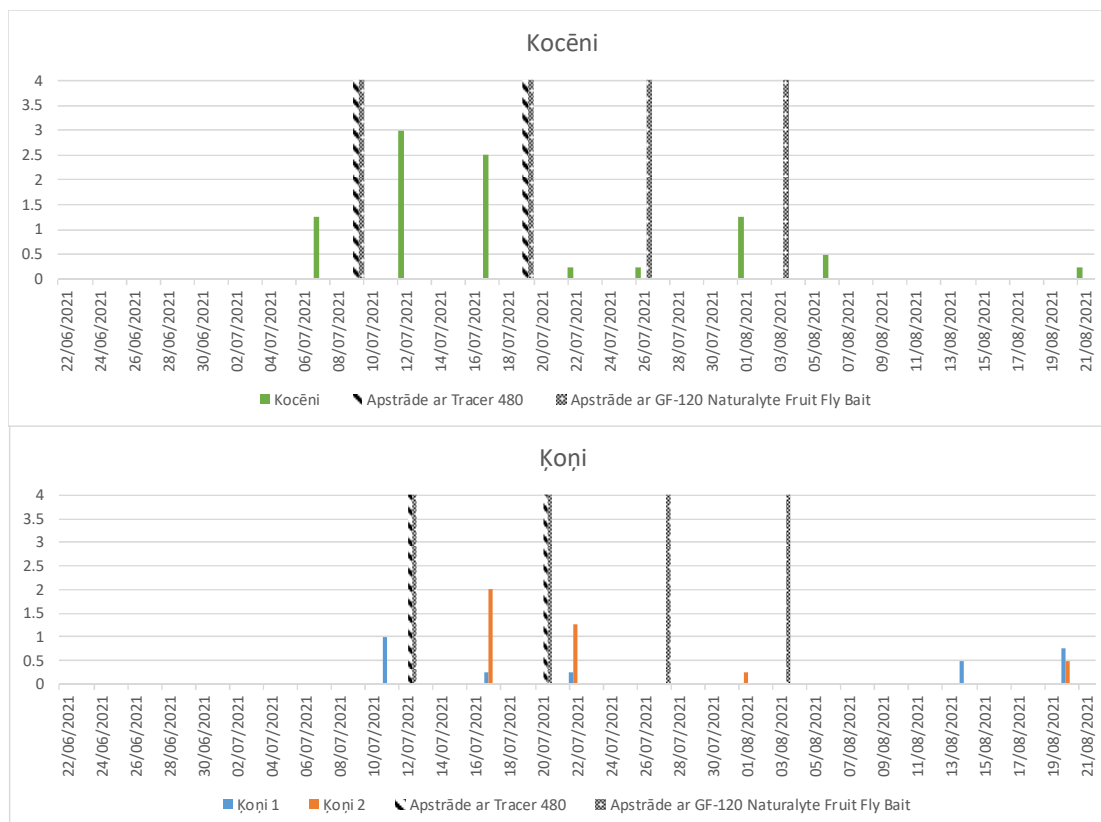
2020. gadā Kocēnu stādījumā pirmās smiltsērķšķu raibspārnmušas lidošanas konstatēja 01.07.2020, Ķoņu 1 stādījumā 02.07.2020, bet Ķoņu 2 stādījumā 07.07.2020. Visos trīs stādījumos smiltsērķšķu raibspārnmušas lidošanas maksimumu konstatēja 16.07.2020. Visos trīs stādījumos smiltsērķšķu raibspārnmušas lidošana turpinājās ilgāk, nekā parādīts attēlā, atsevišķas raibspārnmušas tika noķertas līdz pat septembra vidum, bet noķerto raibspārnmušu skaits bija ļoti neliels. Kocēnu stādījumā caurmērā katrā uzskaites reizē intensīvas lidošanas laikā tika noķerti divreiz vairāk smiltsērķšķu raibspārnmušas nekā Ķoņu stādījumos (3. attēls).



3. attēls. Smiltsērķšķu raibspārnmušu vidējais skaits uz vienām 100% tīrības dzeltenās līmes lamatām uzskaites reizē, monitoringa veikšanai 2020. gadā.

2021. gadā Kocēnu stādījumā pirmās smiltsērķšķu raibspārnmušas lidošanas konstatēja 07.07.2021, nedēļu vēlāk nekā 2020. gadā. Ķoņu 1 stādījumā pirmās smiltsērķšķu raibspārnmušas konstatēja 11.07.2021, bet Ķoņu 2 stādījumā 17.07.2021., kas arī bija vairāk nekā nedēļu vēlāk nekā

2020. gadā. Salīdzinājumā ar 2020. gadu, kad smiltsērķšķu raibspārnušu blīvums abos stādījumos bija augsts, un sezonas laikā bija skaidri novērojama dinamika ar izteiktu pīķi jūlija vidū, 2021. gadā smiltsērķšķu raibspārnušu tika noķerts ļoti maz, to skaits nepārsniedza vidēji 3 raibspārnušas lamatās uzskaites reizē Kocēnu stādījumā un vidēji 2 raibspārnušas lamatās uzskaites reizē Ķoņu 2 stādījumā, bet Ķoņu 1 stādījumā, kurā iepriekšējā sezonā bija aizmeties ļoti maz ogu, augstākais rādītājs bija vidēji 1 raibspārnuša uz lamatām uzskaites reizē. Līdz ar ārkārtīgi mazo smiltsērķšķu raibspārnušu skaitu, skaidri neiezīmējās lidošanas dinamika, taču Kocēnu stādījumā maksimālais smiltsērķšķu raibspārnušu skaits tika sasniegts 12.07.2021, Ķoņu 1 stādījumā 11.07.2021, bet Ķoņu 2 stādījumā 17.07.2021. (4. attēls)



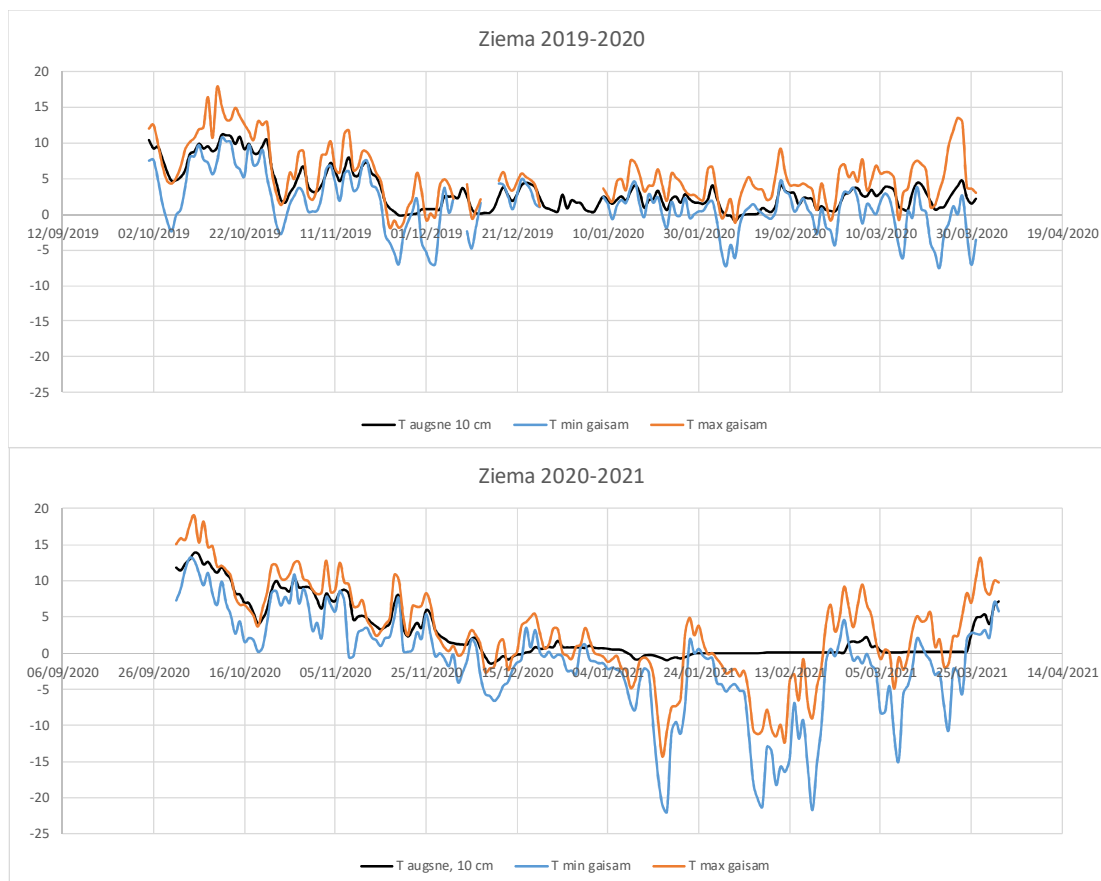
4. attēls. Smiltsērķšķu raibspārnušu vidējais skaits uz vienām 100% tīrības dzeltenās līmes lamatām uzskaites reizē, monitoringa veikšanai 2021. gadā.

Meklējot skaidrojumu ārkārtīgi mazajam izlidojušo smiltsērķšķu raibspārnušu skaitam 2021. gadā salīdzinājumā ar 2020. gadu, uzmanību pievēršam laika apstākļiem 2019.-2020. gada ziemai, salīdzinājumā ar 2020.-2021. gada ziemu. No Priekuļu hidrometeoroloģiskās stacijas, kas ir abām izmēģinājumu vietām tuvākā stacija, kas aprīkota ar aramkārtas temperatūras sensoriem, tika iegūti dati par gaisa un augsnes 10 cm dziļumā temperatūru (5. attēls).

2019.-2020. gada ziemā aramkārtas temperatūra 10 cm dziļumā lielāko daļu laika bija pozitīva un pārsniedza +1 °C. Tikai trīs dienas novembra beigās un piecas dienas februāra sākumā augsnes temperatūra nokritās zem 0 °C un viens četru dienu periods decembra otrajā dekādē bija tāds, kurā augsnes temperatūra tuvojās sasalšanas punktam bet to nesasniedza. Sasalšanas atkuššanas ciklu skaits augsnē tātad bija salīdzinoši neliels, visticamāk divi vai trīs.

2020.-2021. gada ziemā augsnes temperatūra caurmērā bija zemāka, no decembra pirmās dekādes beigām līdz pat marta trešajai dekādei, lielāko daļu laika augsnes temperatūra 10 cm

dziļumā bija zemāka par +1 °C, izņemot atsevišķas īpaši siltas dienas. Desmit dienas decembra vidū un piecpadsmit dienas janvāra vidū augsnes temperatūra turējās stabili zem 0 °C. Gandrīz mēnesi no janvāra beigām līdz februāra beigām un divas ar pusi nedēļas marta vidū augsnes temperatūra 10 cm dziļumā praktiski visu laiku turējās 0 – 0.2 °C robežās, kas nozīmē, ka nedaudz seklāk augsne visticamāk konstanti atradās uz sasalšanas un atkuššanas robežas. Tas nozīmē, ka smiltsērķšķu raibspārnmušas pupārijiem bija jāiziet nenosakāmi liels skaits (iespējams, pat vairāki desmiti) sasalšanas un atkuššanas ciklu (5. attēls)



5. attēls. Gaisa un aramkārtas temperatūra (HMS Priekuļi dati) ziemās pirms 2020. un 2021. gada veģetācijas sezonām.

Smiltsērķšķu raibspārnmušas ierobežošanas efektivitātes rezultāti

Nevienā no izmēģinājumiem ne 2020., ne 2021. gadā neizdevās panākt statistiski būtiskas atšķirības starp kontroli un kādu no apstrādātajiem variantiem.

2020. gadā Kocēnu izmēģinājumā, kur, pēc monitoringa rezultātiem bija īpaši augsta smiltsērķšķu raibspārnmušu lidošanas aktivitāte, variantā, kas tika smidzināts ar GF-120 Naturalyte Fruit Fly Bait devā 1.5 L/ha netika sasniegts nekāds uzlabojums, un variantā, ko smidzināja ar Tracer 480 sasniegtais uzlabojums bija neliels (20%). Nevienā no variantiem netika sasniegts tāds veselo ogu īpatsvars, lai pieļautu ražas vākšanu, griežot zarus, un apsaimniekotāji pieņēma lēmumu ražu nevākt vispār.

Ķoņu 1 izmēģinājumā 2020. gadā bez smiltsērķšķu raibspārnmušas postīga bija bijusi arī pumpuru bakterioze, līdz ar to ogu bija aizmeties ļoti nedaudz. Ar Tracer 480 smidzinātajā variantā pārtikai derīgo ogu īpatsvara uzlabojums bija ļoti neliels, ar GF- 120 Naturalyte Fruit Fly Bait

nedaudz lielāks (21%). Vājās ogu aizmešanās un joprojām augstā smiltsērķšķu raibspārnmušas bojājumu īpatsvara dēļ apsaimniekotājs pieņēma lēmumu ražu nevākt.

Ķoņu 2 izmēģinājums 2020. gadā bija vienīgais izmēģinājums, no kura tika komerciālos nolūkos novākta raža, lai arī neapstrādātajā kontrolē bija viszemākais veselo ogu īpatsvars starp izmēģinājumiem (51%). Augstā bojājumu īpatsvara dēļ raža tika vākta ar rokām, nevis griežot zarus. Ķoņu 2 izmēģinājumā tika sasniegts visaugstākais uzlabojums salīdzinājumā ar kontroli gan ar Tracer 480 apstrādātajā variantā(25%), gan ar GF-120 Naturalyte Fruit Fly Bait devā 1.5 L/ha apstrādātajā variantā (46%) (5. tabula).

5. tabula. **Bojāto ogu skaits 200 ogu paraugā un efektivitāte pēc Abota formulas attiecībā pret kontroli pa variantiem un izmēģinājumiem (negatīva efektivitāte koriģēta uz 0 %).**

2020	Variants	Invadētas ogas		Bojātas ogas		Kopā pārtikai nederīgas ogas		Pārtikai derīgas ogas %
		Skaits	Samazinājums attiecībā pret kontroli %	Skaits	Samazinājums attiecībā pret kontroli %	Skaits	Samazinājums attiecībā pret kontroli %	
Kocēni	Kontrole	43.8	-	36.5	-	80.3	-	60%
	Tracer 480	33.3	24.0%	38.8	15.8%	64.0	20.2%	68%
	GF-120 Naturalyte fruit Fly Bait	59.8	0.0%	47.3	0.0%	107.0	0.0%	47%
Ķoņi 1	Kontrole	32.0	-	57.8	-	89.8	-	55%
	Tracer 480	22.3	30.5%	55.8	3.5%	78.0	13.1%	61%
	GF-120 Naturalyte fruit Fly Bait	19.3	39.8%	51.3	11.3%	70.5	21.4%	65%
Ķoņi 2	Kontrole	16.9	-	79.3	-	98.0	-	51%
	Tracer 480	8.8	48.2%	64.0	19.2%	77.3	25.3%	61%
	GF-120 Naturalyte fruit Fly Bait	11.0	35.2%	33.8	57.4%	45.8	45.8%	77%

2021	Variants	Invadētas ogas		Bojātas ogas		Kopā pārtikai nederīgas ogas		Pārtikai derīgas ogas %
		Skaits	Samazinājums attiecībā pret kontroli %	Skaits	Samazinājums attiecībā pret kontroli %	Skaits	Samazinājums attiecībā pret kontroli %	
Kocēni	Kontrole	6.3	-	14.3	-	20.5	-	90%
	Tracer 480	3.3	48.0%	11.5	19.3%	14.8	28.1%	93%
	GF-120 Naturalyte fruit Fly Bait	0.5	92.0%	7.5	47.4%	8.0	61.0%	96%
Ķoņi 1	Kontrole	0.0	-	2.0	-	2.0	-	99%
	Tracer 480	0.3	0.0%	0.8	62.5%	1.0	50.0%	100%
	GF-120 Naturalyte fruit Fly Bait	0.0	0.0%	1.5	25.0%	1.5	25.0%	99%
Ķoņi 2	Kontrole	0.0	-	2.8	-	2.8	-	99%
	Tracer 480	0.0	0.0%	0.3	90.9%	0.3	90.9%	100%
	GF-120 Naturalyte fruit Fly Bait	0.0	0.0%	1.8	36.4%	1.8	36.4%	99%

Kocēnu stādījumā 2021. gada ražā veselo ogu īpatsvars bija daudz augstāks nekā 2020. gadā, pat neapstrādātajā kontrolē tas bija 90%. Ar Tracer 480 apstrādātajā variantā bija par 28% mazāk bojātu ogu nekā neapstrādātajā kontrolē, bet ar GF-120 Naturalyte Fruit Fly Bait devā 37.5 L/ha apstrādātajā variantā bija par 61% mazāk bojātu ogu nekā neapstrādātajā kontrolē.

Ķoņu 1 un Ķoņu 2 stādījumos ogas bija aizmetušās labi, pumpuru bakterioze Ķoņu 1 stādījumā bija maznozīmīga. Abos stādījumos vāca ražu, griežot zarus. Veselo ogu īpatsvars neapstrādātajās kontrolēs sasniedza 99%, līdz ar to praktiski nebija iespējams veikt jēgpilnu salīdzinājumu starp variantiem. Vismazāk bojāto ogu bija ar Tracer 480 apstrādātajos variantos, kur veselo ogu īpatsvars tuvojās 100%, bet arī ar GF-120 Naturalyte Fruit Fly Bait devā 1.5 L/ha apstrādātajos variantos bija mazāk bojāto ogu nekā neapstrādātajā kontrolē. Tomēr pie tik zema bojājumu blīvuma, šie rezultāti tikpat labi var būt arī sagādīšanās.

Iesaistīto partneru paveiktais un ieguvumi no projekta realizācijas Agrihorts

Dalība darba uzdevumos – projekta administrēšana, literatūras izpēte, metodikas izstrāde, galarezultātu interpretācija;

Gūtas zināšanas par lamatu tīrības pakāpju ietekmi uz mušas izlidošanas monitoringu, pieejamo bioloģisko AAL efektivitāti smiltsērķšķu stādījumos, radās jaunas idejas pētījuma turpinājumam.

SIA LAAPC

Dalība darba uzdevumos – izmēģinājumu iekārtošana, zemnieku apmācība mušu skaitīšanā, lidošanas monitoringa un līmes lamatu ar dažādām tīrības pakāpēm testēšana, AAL efektivitātes izmēģinājumi, rezultātu interpretācija

Gūta jauna pieredze lamatu testēšanā, pieredze ciešajā komunikācijā ar zemniekiem.

Inguna Zukure ,SIA North Berries un ZS Mežmalas

Dalība darba uzdevumos: projekta administrēšana, smiltsērķšķu raibspārnmušas lidošanas monitorings, stādījuma kopšana atbilstoši Agrihorts un SIA LAAPC prasībām.

Smiltsērķšķu stādījumu īpašniekiem bija iespēja piedalīties raibspārnmušas monitoringa pasākumā un vērot pašiem to izlidošanas laiku. Piedaloties Lauku dienās, tika gūtas zināšanas par raibspārnmušas dzīves ciklu un to attīstības stadijām un par pieejamo AAL efektivitāti. Zemniekiem kļuva smidzināšanas process/laiks saprotamāks, turpmāk tiks vairāk piedomāts pie pamatotas smidzināšanas stratēģijas.

Diskusija

Caurmērā projekta ietvaros, situācijās, kur smiltsērķšķu raibspārnmušas bojājumu blīvums bija pietiekams objektīvai rezultātu izvērtēšanai (visos trīs stādījumos 2020. gadā un Kocēnu stādījumā 2021. gadā) produkts Tracer 480 (šobrīd Latvijas Republikā reģistrēts kā Tracer) uzrādīja efektivitāti robežās no 13% līdz 28%, atšķirības starp variantiem nerasniedza statistisku būtiskumu. Ņemot vērā produkta Tracer 2022. gada janvāra cenu – tikai produkts uz vienu hektāru, sezonā veicot divus smidzinājumus, izmaksā vismaz 230 eur, neskaitot ar ieguldīto darbu un motorstundām saistītas izmaksas – situācijas, kur ~20% bojājumu samazinājums būtu šī finansiālā ieguldījuma vērts, visticamāk būs ārkārtīgi retas. Vienīgā situācija, kurā Tracer lietošana varētu potenciāli attaisnoties, būtu gadījums, kurā 20% nosaka atšķirību starp iespējamību vai neiespējamību nodot smiltsērķšķus mehāniskai šķirošanai, taču, kā tika novērots projekta laikā, ir praktiski neiespējami uzticami prognozēt, kāds būs dotās sezonas bojājumu līmenis brīdī, kad lamatās tiek noķertas pirmās smiltsērķšķu raibspārnmušas, un projekta ietvaros pārbaudītajā režīmā pieņemts lēmums veikt pirmo smidzinājumu.

Pēc projekta praktiskās daļas noslēgšanās, iepazīstoties ar līdzīgu pētījumu rezultātiem Vācijā, kur arī tika izmēģināts Tracer līdzīgas formulācijas spinosadu saturošs insekticīds SpinTor, bet pielietots nedaudz cits smidzinājuma laiks, un sasniegti labāki rezultāti (Holz, Kreuz, 2021), rodas jautājums, vai arī Latvijā būtu iespējams sasniegt augstāku efektivitāti, modificējot smidzinājuma laikus. Izmēģinājumā Vācijā, tā pat kā šī projekta ietvaros, tika pielietoti divi smidzinājumi, taču atšķirībā no Latvijas izmēģinājumiem, kur pirmais smidzinājums tika veikts pie pirmo smiltsērķšķu raibspārnmušu noķeršanas, un otrais aptuveni lidošanas maksimuma laikā (7-10 dienas pēc pirmā smidzinājuma), izmēģinājumā Vācijā smidzinājumus veica nedaudz vēlāk, tā, lai pirmais smidzinājums iekristu 3-4 dienas pirms lidošanas maksimuma un otrais smidzinājums 3-4 dienas pēc tā. Iespējams, ka arī Latvijā šāda režīma pielietošana vairāk vai mazāk celtu produkta Tracer efektivitāti, taču, lai pielietotu šo metodi veiksmīgi, ir nepieciešamas plašākas zināšanas par

smiltsērķšķu raibspārnmušu lidošanas dinamiku ietekmējošiem faktoriem, jo šobrīd ir sarežģīti prognozēt lidošanas maksimuma datumu un līdz ar to pirmā smidzinājuma laiku.

Produkta GF-120 Naturalyte Fruit Fly Bait efektivitāte projekta ietvaros izrādījās visai nestabila. 1.5 L/ha deva pielietota četras reizes sezonā, atkarībā no apstākļiem, gadījumos, kuros bojājumu blīvums bija pietiekams objektīvai rezultātu izvērtēšanai, deva efektivitāti, kas variēja no 0%- 46%. Augstākā objektīvi vērtējamā efektivitāte tika sasniegta Ķoņu 2 stādījumā 2020. gadā, Ķoņu 2 stādījumam bija raksturīgi, ka koki tobrīd bija vēl joprojām ļoti mazi augumā, līdz ar to deva bija salīdzinoši lielāka attiecībā pret lapotnes apjomu. Savukārt tajā pašā sezonā Kocēnu stādījumā, kur lapotnes apjoms caurmērā bija ļoti liels, efekta nebija vispār. Ņemot vērā, ka GF-120 Naturalyte Fruit Fly Bait produkta izmaksas pat 1.5 L/ha devā četru smidzinājumu gadījumā visticamāk sasniegtu vismaz 350 eur/ha sezonā, un sniegums ir praktiski neparedzams. 37.5 L/ha deva, kura tika pārbaudīta ar cerību, ka tā sasniegtu 100% tuvu efektivitāti un ļautu efektīvi attīrīt stādījumu no smiltsērķšķu raibspārnmušas viena vai divu gadu laikā, sevi, ņemot vērā produkta cenu, sevi neattaisnoja. GF-120 Naturalyte Fruit Fly Bait vienīgā priekšrocība salīdzinājumā ar Tracer ir mazāka ekoloģiskā pēda. 1.5 L/ha devā, lietojot GF-120 Naturalyte Fruit Fly Bait četras reizes sezonā, stādījumā tiek izsmidzināts tikai 1.2 g spinosada, 80 reizes mazāk nekā Tracer gadījumā, un pastāv teorētiska iespēja sasniegt līdzīgu rezultātu.

Diemžēl pat visveiksmīgākajos piedzīvotajos scenārijos neviens no pārbaudītajiem spinosada produktiem reālistiski neatrisināja smiltsērķšķu raibspārnmušas radīto problēmu gadījumos, kuros patiešām bija vajadzība to risināt. Ņemot vērā 21. gadsimta pētījumus par spinosada joprojām problemātisko ekoloģisko profilu, kā arī smiltsērķšķu audzētāju ekonomisko situāciju, spinosada lietošana smiltsērķšķu raibspārnmušas ierobežošanai šobrīd visticamāk padara bioloģiskā smiltsērķšķu audzētāja ekonomisko situāciju un vidi stādījumā sliktāku, nevis labāku. Pastāv iespēja, ka spinosads varētu tikt veiksmīgi lietots kā palīg līdzeklis atsevišķās situācijās, kur lielākā daļa smiltsērķšķu raibspārnmušas ierobežošanas tiek paveikta ar mehāniskām vai bioloģiskām metodēm, pie nosacījuma, ka šīs metodes ir relatīvi lētas un efektīvas, bet prognozējamā raža ļoti augsta, taču šobrīd trūkst pētījumu par veiksmīgu šādu intensīvu smiltsērķšķu audzēšanas modeli.

Secinājumi

1. Izmēģinātajās devās un lietošanas režīmos neviens no izmēģinātajiem spinosadu saturošajiem produktiem nenodrošina pārliecinošu 70% vai lielāku bojājumu apjoma samazinājumu salīdzinājumā ar neapstrādāto kontroli.
2. Augstās produktu cenas un spinosada radītā potenciālā kaitējuma kukaiņu faunai stādījumos dēļ, šobrīd spinosadu saturošu produktu lietošana projekta ietvaros izmēģinātajos režīmos smiltsērķšķu raibspārnmušas ierobežošanai nav ekonomiski un ekoloģiski pamatota.
3. Nākotnē ir nepieciešams izskatīt vai spinosadu saturošo produktu efektivitāti var uzlabot ar vēlākiem smidzinājumiem, un, vai tos var veiksmīgi izmantot pasākumu kompleksa, kas ietver arī mehāniskus un/vai bioloģiskus ierobežošanas pasākumus, sastāvā.
4. Kamēr tālāki pētījumi nav pierādījuši, ka eksistē kāds efektīvs kāda spinosadu saturoša produkta lietošanas režīms, spinosada lietošana smiltsērķšķu stādījumos nav rekomendēta.
5. Lamatās ar 70% tīrības pakāpi, salīdzinot ar tīrām vai 90% tīrām lamatām, tika noķerts *ievērojami mazāks kukaiņu skaits*, kas nebija mērķsugas. Savukārt pielīpušo smiltsērķšķu raibspārnmušu skaits ievērojami neatšķīrās dažādu piesātinājuma līmeņu slazdos. Tas nozīmē, ka lamatu piesātinājumam ar kukaiņiem nav būtiskas nozīmes standarta

izmantošanas periodā (aptuveni 3 nedēļas), lai precīzi veiktu smiltsērķšķu raibspārnušas monitoringu. Ja ir nepieciešams noteikt vispārējo kukaiņu daudzveidību, tad varētu būt nepieciešams biežāk mainīt dzeltenās līmes lamatas, jo lamatās ar 70% tīrības pakāpi kukaiņu sugu daudzveidība bija ievērojami mazāka.

6. Veicot divu gadu datu analīzi, tika secināts, ka jebkura tipa dzeltenās līmes lamatas ir izmantojamas smiltsērķšķu raibspārnušas monitoringam. Noteicošais faktors ir dzeltenā krāsa, kas pievilina raibspārnušas. *Vadoties pēc pieredzes, BROS līmes lamatas uzskatāmas par kvalitatīvākajām – krāsas intensitātes un līmes kvalitātes ziņā. Pērkot citas līmes lamatas jāpievērš uzmanība lamatu līmes kvalitātei, jo ne visu kompāniju pārdotās līmes lamatas ir vienlīdz kvalitatīvas.*
7. Lamatas ir ieteicams izlikt **jūnija otrajā dekādē**, īpašu uzmanību pievēršot lamatu apsekošanai jūnija trešajā dekādē, kad sāk izlidot raibspārnušas. Izlidošana ir atkarīga no meteoroloģiskajiem laika apstākļiem.
8. Parādoties pirmajām smiltsērķšķu raibspārnušām uz līmes lamatām, ir nepieciešams veikt ierobežošanas pasākumus. Pieļaujamā lamatu tīrības pakāpe ir 70%, lai kvalitatīvi veiktu smiltsērķšķu raibspārnušas monitoringu.

Izmantotā literatūra

- Biondi, A., Mommaerts, V., Smagghe, G., Viñuela, E., Zappalà, L., & Desneux, N. (2012), The non-target impact of spinosyns on beneficial arthropods. *Pest. Manag. Sci.*, 68: 1523-1536. <https://doi.org/10.1002/ps.3396>
- Botanical Society of Britain & Ireland and the Biological Records Centre. (nezināms). *Hippophae rhamnoides*. *Hippophae rhamnoides* | Online Atlas of the British and Irish Flora. Apmeklēts 27.01.2022, <https://www.brc.ac.uk/plantatlas/plant/hippophae-rhamnoides>
- Daniel., C. (2014). Experiences of integrated management of European Cherry Fruit Fly (*Rhagoletis cerasi*) and how to utilize this knowledge for Sea Buckthorn Fly (*Rhagoletis batava*). Proceedings to the 3rd European Workshop on Sea Buckthorn, EuroWorkS 2014, Naantali, Finland
- de Jong, Y. et al. (2014). Fauna Europaea - all European animal species on the web. *Biodiversity Data Journal* 2: e4034. doi: 10.3897/BDJ.2.e4034.
- GBIF Secretariat (2021). *Rhagoletis obscuriosa* Kolomiets, 1970, GBIF Backbone Taxonomy. Apmeklēts 27.01.2022, <https://doi.org/10.15468/39omei>
- Holz, U., & Kreuz, A. (2021) Sea buckthorn Fruit Fly (*Rhagoletis batava* Her.) – Monitoring data for determination of control measures with PPP [prezentācija konferencē]. “SEABUCKTHORN FIELD TECHNOLOGIES, INCLUDING PESTS AND DISEASES CONTROL”, https://euroworks.online/wp/wp-content/uploads/2021/11/2021-11-23-euroworks-III-Sea-buckthorn-fruit-fly-Holz_Kreuz-red.pdf
- Insecticide Resistance Action Committee (2022). The IRAC mode of action classification online. Apmeklēts 27.01.2022, <https://irac-online.org/modes-of-action/>
- Kollman, W. S. (nezināms). Environmental fate of spinosad. Department of Pesticide Regulation Environmental Monitoring Branch, Apmeklēts 27.01.2022, <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.636.8198&rep=rep1&type=pdf>
- Larson, L. L. (1997). Effects of adjuvants on the activity of Tracer 480SC on cotton in the laboratory, *Arthropod Management Tests* 22:415±416.
- Li, T. S. C., & Schroeder, W. R. (1996). Sea buckthorn (*hippophae rhamnoides* L.): A multipurpose plant. *HortTechnology*, 6(4), 370–380. <https://doi.org/10.21273/horttech.6.4.370>
- Stalažs A., (2012) *Rhagoletis* (Diptera: Tephritidae) fruit flies in Latvia. *RPD Abstracts* 1, 10
- Stalažs, A., & Balalaikins, M. (2017). Country checklist of *Rhagoletis* Loew (Diptera: Tephritidae) for Europe, with focus on *R. Batava* and its recent range expansion. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B. Natural, Exact, and Applied Sciences.*, 71(3), 103–110. <https://doi.org/10.1515/prolas-2017-0018>
- Tartanus, M., & Malusà, E. (2021). Problems and perspectives in pests control of seabuckthorn in Poland [prezentācija konferencē]. “SEABUCKTHORN FIELD TECHNOLOGIES, INCLUDING PESTS AND DISEASES CONTROL”, <https://euroworks.online/wp/wp-content/uploads/2021/11/Tartanus-and-Malusà-Poland-situation-red.pdf>

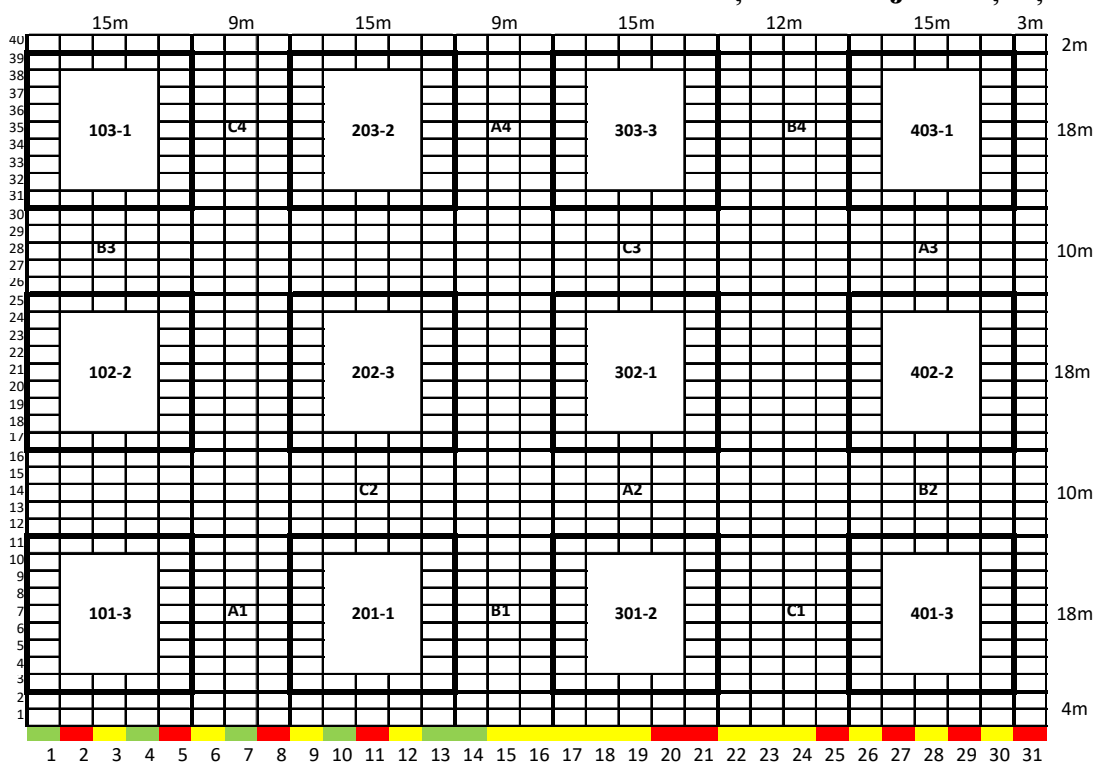
Thompson, G.D., Dutton, R. and Sparks, T.C. (2000). Spinosad – a case study: an example from a natural products discovery programme. *Pest. Manag. Sci.*, 56: 696-702. [https://doi.org/10.1002/1526-4998\(200008\)56:8<696::AID-PS182>3.0.CO;2-5](https://doi.org/10.1002/1526-4998(200008)56:8<696::AID-PS182>3.0.CO;2-5)

Thompson, G. D., Hutchins, S. H., & Sparks, T. C. (nezināms). Development of spinosad and attributes of a new class of Insect Control Products. *Development of Spinosad and Attributes of A New Class of Insect Control Products | Radcliffe's IPM World Textbook*. Apmeklēts 27.01.2022, <https://ipmworld.umn.edu/thompson-spinosad>

Valsts augu aizsardzības dienests (2022). Augu aizsardzības līdzekļu saraksts. Apmeklēts 27.01.2022, http://registri.vaad.gov.lv/reg/aal_saraksts.aspx

van Leeuwen, T., Dermauw, W., Van De Veire, M., & Tirry, L. (2005). Systemic use of Spinosad to control the two-spotted spider mite (Acari: Tetranychidae) on tomatoes grown in rockwool. *Experimental and Applied Acarology*, 37(1-2), 93–105. <https://doi.org/10.1007/s10493-005-0139-8>

Pielikums Nr.1. Lauciņu izkārtojums Ķonu 1 stādījumā



Ceļš

Apstrādātā
lauciņa
robežas

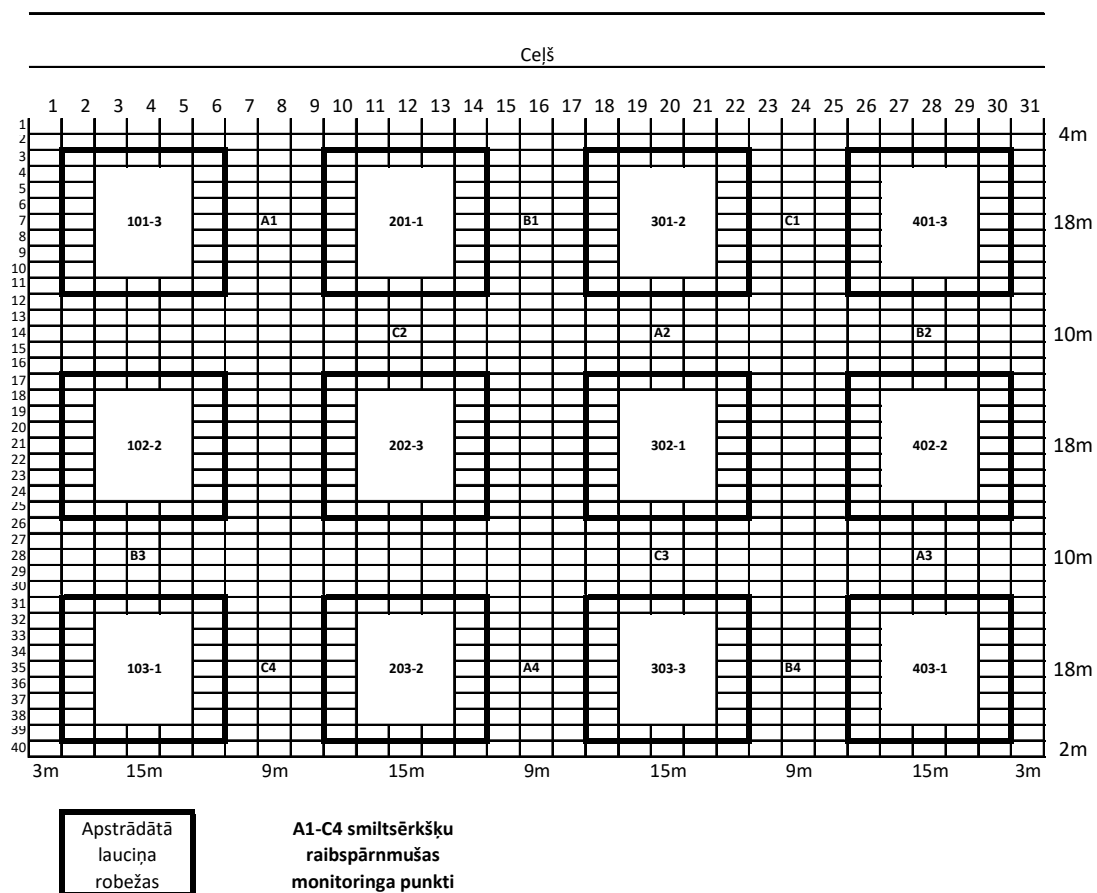
Neapzāģēti
koki

2018. gadā
apzāģēti koki

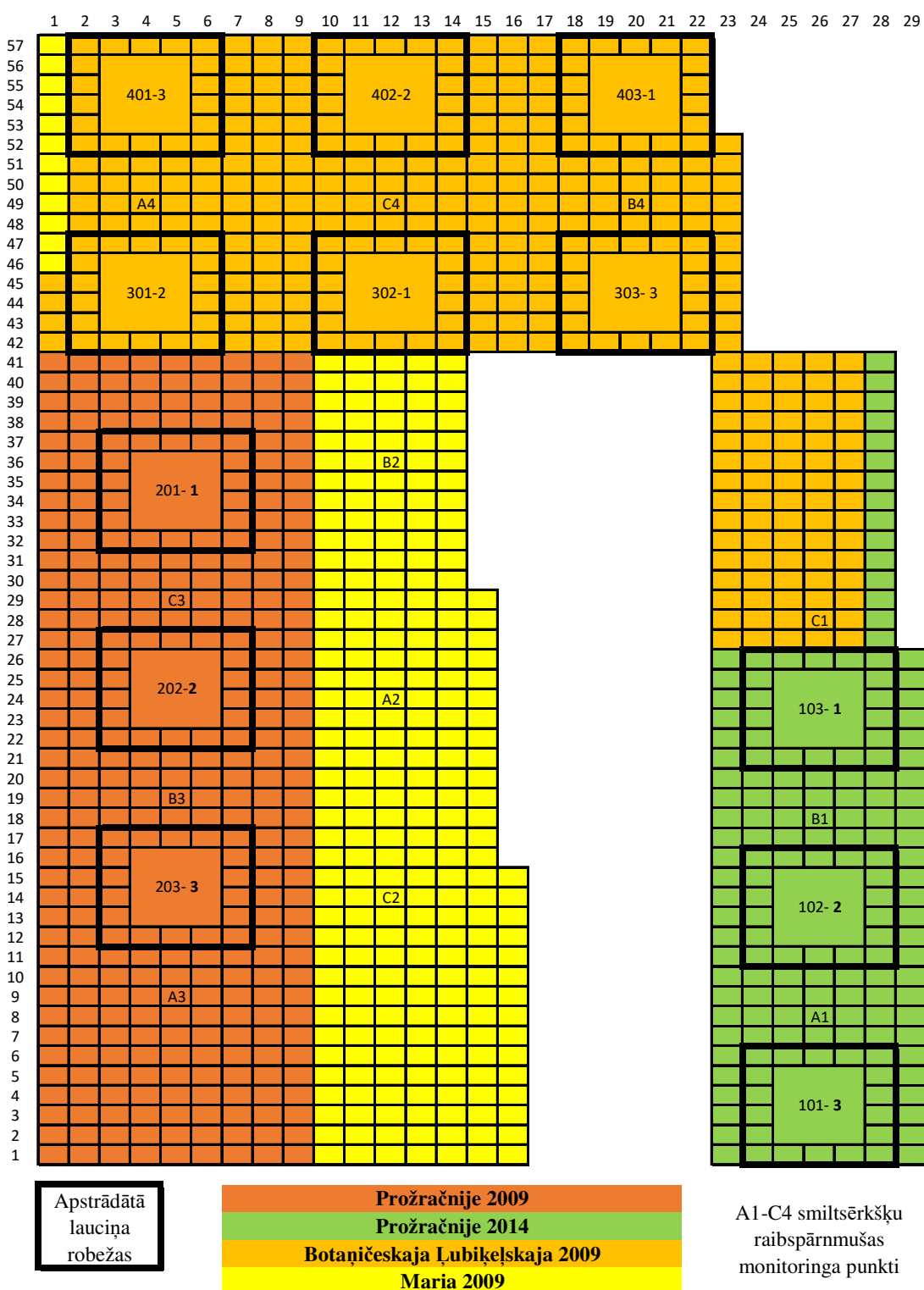
2019. gadā
apzāģēti koki

A1-C4 smiltsērķšķu
raibspārnmušas
monitoringa punkti

Pielikums Nr.2. Lauciņu izkārtojums Ķoņu 2 stādījumā



Pielikums Nr.3. Lauciņu izkārtojums Kocēnu stādījumā



Pielipušo smiltsērķšķu raibspārnmušu skaits un citu nemērķkukuņu skaits uz lamatām ar dažādu tīrības pakāpi (Jākobsons E. et.al., Impact of non-target insect accumulation in traps on sea buckthorn fruit fly *Rhagoletis batava* trap catches in sea buckthorn *Hippophae rhamnoides* plantations, IHC 2022).

