



Agrihorts



Valsts augu
aizsardzības dienests

**LATVIJAS BIOZINĀTŅU UN TEHNOLOĢIJU
UNIVERSITĀTES
AUGU AIZSARDZĪBAS ZINĀTNISKĀ INSTITŪTA
“AGRIHORTS”**

Projekta

**Kāpostu cekulkodes *Plutella xylostela* un citu krustziežu
dārzeņu kaitēkļu fenoloģijas pētījumi**

Zinātniskā atskaite

Projekta vadītāja: Laura Ozoliņa – Pole

Jelgava, 2022

Zinātniskais projekts “Kāpostu cekulkodes *Plutella xylostela* un citu krustziežu dārzeņu kaitēkļu fenoloģijas pētījumi” veikts sadarbībā ar VALSTS AUGU AIZSARDZĪBAS DIENESTU.

Projekta izpildītāji Latvijas Augu aizsardzības zinātniskajā institūtā:

Laura Ozoliņa-Pole, Mg. biol., pētniece (projekta vadītāja)

Nameda Kārklīņa, Bc. agr., vies-zinātniskais asistents

Edīte Jākobsone, Bc. biol. zinātniskais asistents

Jānis Gailis Dr. agr. vadošais pētnieks

Nīks Ozols Mg. agr., zinātniskais asistents

Maksims Fiļipovičs Mg. biol. viespētnieks.

Guna Bundzēna Mg. agr. viespētnieks

Projekta izpildītāji Valsts augu aizsardzības dienestā:

Anitra Lestlande, Integrētās augu aizsardzības daļas vadītāja

Māra Bērziņa, Kurzemes reģionālās nodaļas vecākā inspektore

Daiga Ozoliņa, Zemgales reģionālās nodaļas vecākā inspektore

Inese Liepiņa, Zemgales reģionālās nodaļas vecākā inspektore

Valda Meijere, Latgales reģionālās nodaļas vecākā inspektore

Anita Maija Plukse, Vidzemes reģionālās nodaļas vecākā inspektore

Inga Bēme, Vidzemes reģionālās nodaļas vecākā inspektore

SATURS

1.	Kopsavilkums	4
2.	Ievads	5
3.	Literatūras apskats	6
1.	Kāpostu cekulkodes sistemātika.....	6
2.	Kāpostu cekulkodes morfoloģija.....	6
3.	Kāpostu cekulkodes bioloģija un ekoloģija	7
	Saimniekaugi.....	7
	Attīstības cikls.....	8
	Attīstības modelēšana pēc aktīvo temperatūru summām.....	9
4.	Kāpostu cekulkodes izplatība un migrācija.....	9
5.	Kāpostu cekulkodes monitorings un ierobežošanas pasākumi.	10
	Monitorings:.....	10
	Ierobežošanas pasākumi:	10
6.	Citi krustziežu kaitēkļi	11
	Kāpostu laputs (<i>Brevicoryne brassicae</i>)	11
	Balteņi (<i>Pieris sp.</i>)	12
	Kāpostu pūcīte (<i>Mamestra brassicae</i>)	13
4.	Materiāli un metodes.....	14
7.	Pētījumu vietas un apstākļu raksturojums	14
8.	2022. gada meteoroloģiskie apstākļi:	15
9.	Kāpostu cekulkodes un citu kaitēkļu monitorings	17
5.	Rezultāti un diskusija.....	18
10.	Kāpostu cekulkodes imago monitorings delta lamatās	18
	Kāpostu cekulkodes nepieaugušo formu monitorings uz augiem.....	19
11.	Citu kāpostu kaitēkļu monitorings	21
12.	Kāpostu cekulkodes attīstības cikla matemātiskā modelēšana	23
6.	Secinājumi.....	25
7.	Literatūras saraksts.....	26

1. KOPSAVILKUMS

Mainoties klimatam pasaulē un Latvijā pastāv iespēja, ka mainās kāpostu cekulkodes (*Plutella xylostella*) voltīnisms. Baltijā šobrīd reģistrētas līdz trim kāpostu cekulkodes paaudzēm, lauksaimnieki arvien biežāk ziņo, ka kāpostu stādījumi cieš no masveida kāpostu cekulkodes savairošanās.

Ņemot vērā to, ka kāpostu cekulkodei pasaulē var attīstīties līdz 41 paaudzei sezonā un tā strauji iegūst rezistenci pret lietotajiem insekticīdiem, nepieciešama aktuāla informācija par kāpostu cekulkodes dzīvesveidu Latvijas klimata apstākļos

Projekta ietvaros astoņos kāpostu laukos tika iekārtotas monitoringa vietas un tika veiktas kāpostu cekulkodes imago, olu, kāpuru un kūniņu uzskaites. Monitorings tika veikts izmantojot delta lamatas un fizisku kaitēkļu uzskaiti uz augiem, uzskaitīti tika arī visi citi lapu virsmu bojājošie kaitēkļi, kurus konstatēja uz augiem. Paralēli no monitoringa vietām tuvākajām meteoroloģiskajām stacijām ievāca datus par gaisa temperatūru un nokrišņiem.

Novērojumi veikti gan 2021. gan 2022. gadā. 2022. gadā kāpostu cekulkodes bijušas ievērojami mazāk postīgas nekā 2021. gadā, gan imago skaits delta lamatās, gan nepieaugušo formu skaits uz augiem 2022. gadā bija zemāks.

Kāpostu cekulkožu attīstība Latvijā nenotiek izteikti sinhronizēti, vienlaikus vienā teritorijā var būt satopami gan imago, gan kāpuri un kūniņas, līdz ar to grūti identificēt konkrētas paaudzes. Attīstības sinhronizācijas trūkums un literatūrā pieejami dati norāda, ka iespējams, ka liela daļa Latvijas kāpostu cekulkodes populācijas neziemo uz vietas, bet gan rudenī iet bojā, un Latvijas teritoriju ik pavasari atkārtoti kolonizē kāpostu cekulkodes no Centrāleiropas, kas migrē, sekojot valdošajiem dienvidrietumu vējiem. Tā implikācijas ir tādas, ka iespējams, Latviju ik gadu atkārtoti kolonizē ģenētiski citādas kāpostu cekulkodes, kas savukārt sarežģī insekticīdu rezistences ierobežošanas pasākumus.

Apkopojot 2021. un 2022. gada datus par iespējamo paaudzes attīstības laiku, tas variēja no 21. līdz 30 dienām, un aprēķinot minimālo attīstībai nepieciešamo temperatūras sliekšni un nepieciešamā aktīvo temperatūru summu virs šī sliekšņa, tie iekļaujas iekļāvās literatūrā aprakstītajās robežās, bet nepieciešams vairāk datu punktu no dažādām sezonām, lai varētu pārlicināši raksturot kāpostu cekulkodes attīstībai specifiskās konstantes Latvijas apstākļos.

2. IEVADS

Kāpostu cekulkode ir neliels, kosmopolītiski izplatīts, oligofāgs naktstauriņš, kas tiek uzskatīts par vienu no nozīmīgākajiem krustziežu dārzeņu kaitēkļiem pasaulē. Tai ir īss attīstības laiks, sezonā iespējamās vairākas paaudzes, kuru skaits ir atkarīgs no klimatiskajiem apstākļiem konkrētā reģionā. Papildus sarežģījumus kāpostu cekulkodes ierobežošanai rada tās spēja migrēt lielos attālumos valdošo vēju virzienā. Ņemot vērā klimata pārmaiņas un to ietekmi uz pārtikas nodrošinājumu pasaulē, nepieciešams veikt kāpostu cekulkodes fenoloģijas pētījumus, lai nākotnē izstrādātu ierobežošanas stratēģijas.

Bez kāpostu cekulkodes bojājumus krustziežu dārzeņiem Latvijā nodara arī citi kaitēkļi, piemēram kāpostu baltenis, rāceņu baltenis, kāpostu pūcīte un kāpostu laputs. Kāposti un citi krustziežu dārzeņi ir populāri, uzturvielām un šķiedrvielām bagāti kultūraugi, izmantojams gan cilvēku, gan dzīvnieku pārtikā. Ņemot vērā zemās iepirkuma cenas, un pieaugošās resursu izmaksas, dažādu krustziežu kaitēkļu ierobežošanu jāveic pamatoti un atbilstoši integrētās kaitēkļu ierobežošanas prasībām, lai vienlaikus samazinātu ražošanas izmaksas, iegūtu kvalitatīvu ražu un samazinātu kaitējumu videi.

Projekta mērķis ir noskaidrot ar klimata pārmaiņām saistītā kāpostu cekulkodes voltīnisma izmaiņām iespējamo paaudžu skaita pieaugumu, kuras attīstās gada laikā, līdz ar to arī postīgums. Lai izstrādātu ierobežošanas stratēģiju, ir nepieciešami kukaiņa fenoloģijas pētījumi.

Uzdevumi:

- 1) Kāpostu cekulkodes imago monitorings.
- 2) Kāpostu cekulkodes olu uzskaitē uz augiem.
- 3) Kāpuru un to bojājumu novērtējums krustziežu dārzeņu stādījumos.
- 4) Citu krustziežu dārzeņu kaitēkļu monitorings

3. LITERATŪRAS APSKATS

1. Kāpostu cekulkodes sistemātika

Kāpostu cekulkode *Plutella (Plutella) xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Yponomeutoidea: Plutellidae) [1] ir naktstauriņš ar sarežģītu sistemātikas vēsturi. Par pirmo oficiālo kāpostu cekulkodes aprakstu uzskata K. Linneja aprakstu *Systema Naturae* 10. izdevuma pirmajā sējumā, kur tā parādās kā *Phalaena (Tinea) xylostella* (klase Insecta: kārta Lepidoptera: ģints *Phalaena*: apakšģints *Tinea*). Linneja apraksts ietver īsu morfoloģiju- kode ar pelēkiem spārnēm, muguras svītra parasti balta, zobaina- un iespējamās barības augus –sausserži (*Lonicera*), kā sekundāri minēti krustzieži (*Brassica*) un salāti (*Lactuca*) (Linnaeus, 1758). Ģinti *Plutella* izdalīja Francs fon Paula Šranks 1802. gadā [3], bet kāpostu cekulkode vēsturiski ir tikusi aprakstīta ar vairāk nekā desmit dažādiem nosaukumiem *Plutella* ģintī, kā arī ar atsevišķiem nosaukumiem *Alucita* un *Cerostoma* ģintīs. Mūsdienās dažkārt joprojām tiek lietots arī nosaukums *Plutella maculipennis* [4]. Tā kā mātītes ir vizuāli izteikti variablas, pastāv mēģinājumi sadalīt kāpostu cekulkodes vairākās jaunās sugās (Baraniak, 2007), bieži vien mēģinājumi izdalīt jaunas sugas, balstoties uz morfoloģiju vien, nav tikuši plaši atzīti pierādījumu trūkuma dēļ [4], taču 2013. gadā izdevies izmantojot ģenētiskos marķierus izdalīt Austrālijai specifisku sugu *Plutella australiana* (Landry, Hebert, 2013), tātad kāpostu cekulkodes taksonomiskajam statusam pastāv iespēja vēl tikt koriģētam.

2. Kāpostu cekulkodes morfoloģija

Plutella ģints tauriņus no citiem var atšķirt pēc šādām pazīmēm:

- Uz galvas zvīņveida matiņi, kas veido pacēlumu galvas vidusdaļā, (no tā cēlies latviskais nosaukums- cekulkodes);
- Taustekļi diegveida, $\frac{3}{4}$ garumā no priekšspārnu garuma, vidū sašaurināti;
- Priekšspārni raibi, parasti – brūngana krāsojuma;
- Apakšspārni pelēcīgi līdz pelēcīgi brūni, ar bārkstīm [7].
- Atšķirībā no citām *Plutellinae* apakšdzimtas ģintīm, *Plutella* atšķiras ar to, ka priekšspārnos dzīslējuma M_1 un R pēdējā zara pamati saplūduši kopējā kātiņā (Tauriņa, Ozola, 1957).

Kāpostu cekulkodes imago ar sakļautiem spārnēm ir 9-12 mm gari, pelēkbrūni ar spārnu pletumu 12-15mm. Tēviņiem spārnu augšpusē $\frac{3}{4}$ pelēkbrūna, dažreiz ar okera nokrāsu, var būt bālganas zvīņas vai sīki melni punktiņi. Zemākā trešdaļa spārnēm okera līdz gandrīz baltā krāsa. Tās augšējā mala gandrīz balta un robežojas augšpusē ar tumšo laukumu. Mātītēm spārnu augšpusē $\frac{2}{3}$ okera krāsā vai gaišbrūna, gaišāka nekā tēviņiem, tāpēc kontrasts ar spārnu apakšpusi nav tik izteikts. Kas spārni ir salocīti, uz muguras kāpostu cekulkodei veidojas 3 vai 4 rombveida laukumi, no kā veidojies angļu nosaukums diamondback moth (Moriuti, 1986) (1. attēls.).

Olas ir mazas, 0,44 x 0,26 mm izmērā, ovāli saplacinātas, dzeltenīgas krāsas.

Kāpostu cekulkodes pirmās attīstības stadijas kāpuri ir gaiši zaļā krāsā ar tumšu galvu un apmēram 1 -1,7 mm gari. Galvas kapsulas platums attiecīgi pirmās līdz ceturtās attīstības posmu kāpuriem ir aptuveni 0,16 mm, 0,26 mm, 0,38 mm un 0,63 mm. Kāpuru ķermenis konusveida. Pirmajā posmā kāpuri ir gaiši zaļi, vēlāk spilgti zaļā vai smaragdzaļā, retāk zaļganpelēkā vai dzeltenīgā krāsā. Anālās plāksnes ar maziem tumšiem plankumiem. Ķermenim ir salīdzinoši maz īsu matiņu un lielāko daļu no tiem, lielākā daļa no tiem aug no maziem baltiem plankumiem. Ir pieci neīsto kāju pāri [10] (Sayyed, et al. 2002).

Iekūpošanās notiek vaļīgā zīda kokonā, kuru parasti kāpurs veido uz apakšējām vai ārējām lapām. Kūniņa sākotnēji dzeltenīga, 7 līdz 9 mm gara (1. attēls).



1. attēls. Kāpostu cekulkodes (*Plutella xylostella*) pieaudzis īpatnis, kūniņa un kāpurs [12].

3. Kāpostu cekulkodes bioloģija un ekoloģija

Saimniekaugi

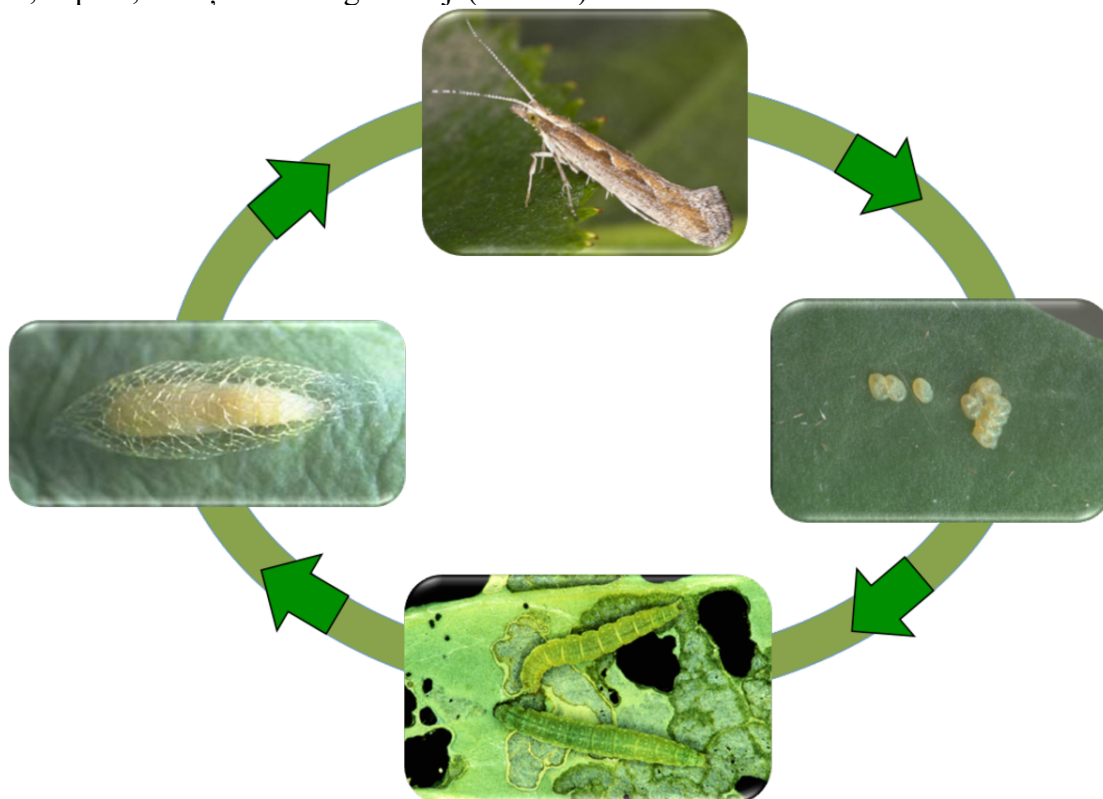
Kāpostu cekulkodei ir samērā plašs saimniekaugu klāsts. Lielākā daļa tās saimniekaugu pieder krustziežu dzimtai (Brassicaceae), to skaitā ir gandrīz visi plaši kultivētie krustziežu dārzeņi, tādi kā dažādi kāposti, tai skaitā ziedkāposti un kolrābji *Brassica oleracea*, rāceņi un Ķīnas kāposti *Brassica rapa*, dažādas sinepes *Sinapis sp.*, kā arī eļļas rapsis *Brassica napus*, ūdenskreses *Nasturtium officinale* un citi kultivēti krustzieži. Arī liela daļa kosmopolītiski izplatīto krustziežu nezāļu, tādu kā tūruma zvēre *Sinapis arvensis*, parastā pārkonene *Erysimum cheiranthoides* un ganu plikstiņš *Capsella bursa-pastoris* ir kāpostu cekulkodei piemēroti saimniekaugi [13]. Tā rezultātā kāpostu cekulkode var veiksmīgi attīstīties praktiski visās zemeslodes sauszemes teritorijās, kur notiek aktīva lauksaimniecība.

Kāpostu cekulkodes reaģē uz glikozinolātiem, ko izdala krustzieži (Sun, et al., 2009) (Cunningham, 2011). Pierādīts, ka savvaļas krustzieži satur vairāk glikozinolātu, nekā kultivētās sugas (Gols, Harvev, 2009). Kāpostu cekulkode brīvās izvēles situācijās dod priekšroku tūruma sinepei, nevis parastajai pārkonenei vai ganu plikstiņam. Arī olu attīstība līdz kāpuram un pēcāk pieaugušam īpatnim visstraujākā ir tiem indivīdiem, kuri attīstās uz tūruma sinepes. Arī kāpuru un kūniņu masa, attīstoties uz tūruma sinepes, ir augstāka salīdzinot ar īpatņiem, kuri attīstās uz parastās pārkonenes vai ganu plikstiņa. Tas liecina, ka teritorijas piesārņojums ar tūruma sinepi varētu veicināt kāpostu cekulkodes populācijas pieaugumu. (Riet, et al. 2008). Tikmēr, salīdzinot galviņkāpostus ar ganu plikstiņu un citām, Latvijā reti sastopamām, krustziežu nezālēm (Virdžīnijas cietķērsu *Lepidium virginicum*, meža ķērsu *Cardamine flexuosa* un paķērsu *Rorippa indica*), galviņkāposti kāpostu cekulkodei bija piemērotāks saimniekaugs un uz tā attīstījās spēcīgāki jaunie īpatņi. (Muhamad, et al., 1994) (Begum, et al., 1996).

Retāk ziņots, ka kāpostu cekulkodes kāpuri atrasti uz citu dzimtu augiem. Centrāl- un Dienvidamerikā kāpostu cekulkode dažkārt konstatēta uz kurvjziežu (Asteraceae) dzimtas augiem, konkrētāk salātiem (*Lactuca sp.*) un zeltslotiņām (*Solidago sp.*) [20], savukārt Āfrikā konstatētas populācijas, kas spēj attīstīties uz dažādiem tauriņziežiem (Fabaceae) [21]. Anekdotiski ziņojumi piemin vēl daudzus dažādus augus, taču jārēķinās, ka kāpurus ir grūti atšķirt no citiem Plutellidae dzimtas kāpuriem pēc tikai morfoloģiskām pazīmēm [22].

Attīstības cikls

Kāpostu cekulkode, kā jau visi tauriņi, ir holometabols kukainis, attīstās ar pilnīgu pārvēršanos, tai ir olas, kāpura, kūniņas un imago stadija(2. attēls).



2. attēls Kāpostu cekulkodes (*Plutella xylostella*) attīstības cikls (Harvey-Samuel, 2015)

Dzimumu attiecība kāpostu cekulkodei ir aptuveni 1:1. Pieauguši tauriņi parasti sāk pāroties pirmajā izlidošanas dienā. Pārošanās notiek pirmo 8-15 stundu laikā pēc tauriņu izšķilšanās un pacelšanās spārnos. Olu dēšana notiek, sākot ar krēslas iestāšanos, un sasniedz maksimumu apmēram 2 stundas vēlāk, pēc pusnakts olu dēšana praktiski apstājas.

Tēviņu vidējais dzīves ilgums ir apmēram 12 dienas, mātītes - vidēji 16 dienas. Apmēram 10 dienu laikā viena mātīte izdēj vidēji 70-150 olu. Olu dēšana un to attīstība ir atkarīga no vidējās gaisa temperatūras, augu izdalītajām smaržvielām, lapu matiņiem un lapu virsmu sedzošajiem vaskiem [24;25; 27] (Ahmad, 2005). Inkubācijas laiks, līdz no olas izšķīlas kāpurs, ir atkarīgs no temperatūras un variē no 3 līdz 15 dienām (Sarnthoy, et al. 1989).

No olām attīstījušies kāpuri četras reizes maina apvalku, starp katrām divām apvalka maiņām paiet 2-4 dienas. Pirmās attīstības stadijas kāpuri alo lapas dējuma tuvumā [29]. Vēlīnākos attīstības posma kāpuri skeletē lapas apakšpusi, izgraužot neregulāras formas laukumus, pārsvarā neskarot lapu augšējo epidermu [25; 11] (Hermansson, 2016).

Kad kāpurs pietiekami uzbarojies un attīstījies, tas gatavojas iekūņoties. Iekūņošanās process aizņem 1 – 3 dienas, kuru laikā tas pārtrauc baroties (Muimba-Kankolongo, 2018). Iekūņošanās notiek vaļīgā zīda kokonā, kuru parasti kāpurs veido uz apakšējām vai ārējām lapām. Ziedkāpostiem kāpostu cekulkodes kāpuri iekūņojas ziedkopās, satikļojumi samazina produkcijas kvalitāti. Tauriņa attīstības process kūniņā aizņem no 5 līdz 15 dienām, atkarībā no reģiona (vidēji 8.5 dienas), [27] (Muimba-Kankolongo, 2018). Kad metamorfoze beigusies, izlido jauns kāpostu cekulkodes imago, kas labvēlīgos apstākļos mazāk nekā diennakts laikā atkal ir gatavs pāroties. Ja laikapstākļi tālākai attīstībai nav labvēlīgi un temperatūra ir pārāk zema, kūniņa var ieiet diapauzē, iespējams, ka Latvijas apstākļos daļa kāpostu cekulkodes populācijas šādi pārziemo (Ozols, 1973) .

Attīstības modelēšana pēc aktīvo temperatūru summām.

Kāpostu cekulkode ir poikiloterms organisms, tās ķermeņa temperatūra un līdz ar to arī metabolisma parametri ir atkarīgi no apkārtējās vides temperatūras. Tas nozīmē, ka eksistē minimālā temperatūra, pie kuras vairs notiek tikai pašsaglabāšanās dzīvības procesi, bet produktīvie procesi, tādi kā augšana un attīstība, apstājas, optimālā temperatūra, pie kuras dzīvības procesi norisinās visātrāk, un maksimālā temperatūra, pēc kuras pārsniegšanas organisma dzīvības procesi apstājas karstuma stresa dēļ. Starp minimālo un optimālo temperatūru, temperatūrai pieaugot, attīstības ātrums pieaug, bet starp optimālo un maksimālo temperatūru, temperatūrai pieaugot, attīstības ātrums strauji samazinās, jo vairāk resursu tiek izmantots karstuma negatīvo efektu neitralizēšanai (Logan et al. 1976).

Kā redzams, saistība starp temperatūru un attīstības ātrumu kopumā visā temperatūras spektrā nav lineāra, taču kukaiņa dabiskajai dzīvotnei raksturīgajās temperatūrās bieži, bet ne vienmēr šo saistību var aptuveni aprakstīt ar taisni.

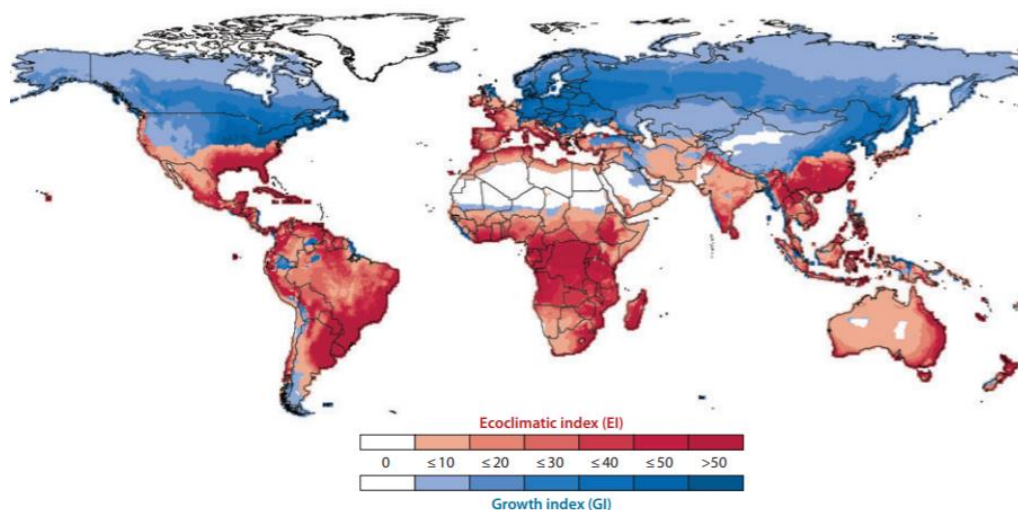
Iedziļinoties kukaiņu fenoloģijā ir konstatēts, ka bieži katrai kukaiņa attīstības stadijai (olai, kāpuram, kūniņai) ir sava specifiskā sakarība starp temperatūru un attīstības ātrumu, ar savu minimālo, optimālo un maksimālo temperatūru. Tas labāk izpētītiem kukaiņiem, tādiem kā ābolu tinējs *Cydia pomonella*, ļauj izstrādāt modeļus, kas paredz katras attīstības stadijas iestāšanos ar augstu precizitāti (Trapman et al., 2008). Kāpostu cekulkodes gadījumā vairāki pētījumi no 1954. līdz 2011. gadam ir fokusējušies uz tāda modeļa izstrādi, kas ļauj paredzēt paaudzes pilnas attīstības laiku pie dotajiem laikapstākļiem (Marchioro et al. 2015). Šādos modeļos minimālais temperatūras sliekšnis ne vienmēr atbilst fizioloģiski nepieciešamajai minimālajai temperatūrai, pie kuras sākas attīstība, bet gan apraksta punktu, kur ekstrapolētās lineārās sakarības taisne krusto temperatūras asi. Šādi modeļi izmanto aktīvo temperatūru summas, ko mēra akumulētajās grāddienās virs minimālās temperatūras sliekšņa - vienā dienā tiek akumulēts tāds grāddienu virs temperatūras sliekšņa skaits, par cik grādiem dienas vidējā temperatūra pārsniedz minimālās temperatūras sliekšni. Marchioro et al (2015) apkopotajos pētījumos, kur modelēts kāpostu cekulkodes paaudzes attīstības laiks grāddienās dažādos platuma grādos un uz dažādiem kultūraugiem, aprēķinātie minimālie temperatūras sliekšņi bija no 6.10 °C līdz 9.90 °C un nepieciešamais akumulēto grāddienu virs sliekšņa skaits svārstījās no 229 grāddienām (pie sliekšņa 9.50 °C) līdz 313 grāddienām (pie sliekšņa 7.50 °C).

4. Kāpostu cekulkodes izplatība un migrācija

Mūsdienās kāpostu cekulkode ir sastopama visos kontinentos, izņemot Antarktīdu, kā arī lielā daļā Okeānijas valstu [35]. Tās spēja baroties ar daudziem savvaļas, kultivētiem un sinantropiem augiem nozīmē, ka kāpostu cekulkode ir satopama praktiski visur, kur cilvēki nodarbojas ar lauksaimniecību. Pastāv vairākas hipotēzes par kāpostu cekulkodes izcelsmes teritoriju. Sākotnēji tika uzskatīts, ka kāpostu cekulkode ir Eiropā attīstījusies suga (Hardy, 1938), taču mūsdienās, vadoties pēc parazītoīdu sugu spektra, kas ir saistīti ar kāpostu cekulkodi, pieļauj, ka tās izcelsme drīzāk varētu būt Dienvidāfrika (Kfir, 1998) vai Austrumāzija (Liu, et al. 2000). Jebkurā gadījumā cilvēka saimnieciskās aktivitātes ir padarījušas lielāko daļu planētas kāpostu cekulkodes attīstībai piemērotu. Ziemeļamerikas populācijas visticamāk cēlušās no Eiropas populācijām [35].

Atkarībā no klimatiskajiem apstākļiem eksistē teritorijas, kur kāpostu cekulkode attīstās visā gada garumā, un teritorijas, kur tikai siltākā daļa no gada ir piemērota kāpostu cekulkodes attīstībai (3. attēls), bet atlikušo gada daļu kāpostu cekulkodes vai nu pavada kūniņu stadijā diapauzē (Ozols, 1973), vai arī iestājoties ziemai populācija iet bojā un nākamajā pavasarī teritoriju no jauna atkārtoti kolonizē daļa no tuvāk ekvatoram dzīvojošās populācijas. Šāda, no ikgadējiem migrantiem sastāvoša populācija ir kāpostu cekulkodes populācija Kanādā, to ik gadu atjauno migrējošās kāpostu cekulkodes no ASV dienvidiem un Meksikas (Mason et al, 2022). Trūkst pārliecinošu pētījumu par to, vai Latvijā sastopamās kāpostu cekulkodes pārsvarā pārziemo kūniņu stadijā te pat Latvijas teritorijā, vai Latvijas teritorija tiek ik gadu kolonizēta no jauna ar kāpostu cekulkodēm no Centrāleiropas. Rezistences ierobežošanas pasākumu plānošanai to būtu būtiski noskaidrot, jo, ja Latvijā nav patstāvīgas kāpostu

cekulkožu populācijas, un to uztur migranti no Centrāleiropas, rezistences ierobežošanas pasākumiem primāri būtu jānotiek Centrāleiropā, un valstīm, starp kurām notiek kāpostu cekulkožu migrācija, būtu jāapmainās ar informāciju par potenciālajām insekticīdu rezistences īpašībām migrējošajās populācijās.



3. attēls. Kāpostu cekulkodes izplatības areāli, un to sezonālitate, modelis. Sarkanā krāsā - ekoklimatiskais indekss (EI) ir pozitīvs (kāpostu cekulkode var attīstīties visu gadu). Zilā krāsā - EI=0, bet gada pieauguma indekss (GI) ir pozitīvs (kāpostu cekulkode var attīstīties noteiktās sezonās) (Furlong, Wright, 2012).

5. Kāpostu cekulkodes monitorings un ierobežošanas pasākumi.

Monitorings:

Kāpostu cekulkodes imago monitorings var izmantot visas tradicionālās naktstauriņu monitorings metodes, tādās kā tauriņu uzskaitē naktīs stundās uz izgaismota ekrāna (Ozols, 1973) vai lamatas ar līmes ieliktņiem, kas izvietotas, ņemot vērā valdošo vēja virzienu (Priedītis, 1999). Tomēr mūsdienās lielāka jutīguma un mazākas darbietilpības dēļ praktiski vienmēr kāpostu cekulkodes imago monitorings izmanto ar feromonu dispenseriem aprīkotas lamatas. Efektīvi un vienkārši saražojami ir sievišķie dzimumferomoni (Z)-11-heksadecenilacetāts, (Z)-11-heksadecenols-1, un (Z)-11-heksadecenāls, kuri pievilina pāroties gatavus tēviņus (Yang, et al. 2007) (Tamaki, et al. 1977). Feromonu dispenserus var lietot kombinācijā gan ar delta lamatām un ar līmes ieliktņiem, gan piltuvveida lamatām, gan lamatām, kur kā fiksators izmantots ūdens [45].

Ja ierobežošanu plānots veikt ar produktiem, kam ir larvicīda (kāpurus ierobežojoša) iedarbība, pēc imago lidojuma konstatēšanas, lai noteiktu precīzu insekticīdu pielietošanas laiku, jāsāk novērot olas un jaunie kāpuri uz augiem. Jāņem vērā, ka jaunie kāpuri līdz pirmajai apvalka maiņai grauž lapu parenhīmu starp epidermas slāņiem un uz auga virsmas vēl neuzturas, līdz ar to ir grūti pamanāmi [29].

Ierobežošanas pasākumi:

Lapu dārzeniem komerciāli pieļaujama kukaiņu bojājumu apjoms ir tuvs nullei, īpaši ja tos pārdod svaigam patēriņam vai ilgstoši uzglabā svaigā veidā. Tādēļ vēlās attīstības stadijās postīgu kaitēkļu, tādu kā tauriņu kāpuri, ierobežošana ir komerciāli nozīmīga. Tauriņi, tai skaitā kāpostu cekulkodes, ir relatīvi mobili kaitēkļi, kas viegli pārlido no stādījuma uz stādījumu, kāpostu cekulkodes, kā iepriekš minēts, var vairoties arī ruderālās teritorijās uz krustziežu nezālēm, tādēļ tauriņu imago ierobežošana bieži vien nav efektīva. Kāpostu cekulkodes gadījumā papildu sarežģījumus rada kāpuru slēptais dzīvesveids līdz pirmajai apvalka maiņai. Kontakta iedarbības insekticīdi bez translamināras iedarbības vāji ierobežo kāpurus, kas atrodas lapas parenhīmā.

Latvijā kāpostu cekulkodes ierobežošanai ir reģistrēti augu aizsardzības līdzekļi uz septiņu darbīgo vielu bāzes (jāņem vērā, ka ne visas konkrēto darbīgo vielu saturošas formulācijas var būt reģistrētas vienādam kaitēkļu spektram, tāpēc vienmēr jāvadās pēc produktu marķējuma). Kāpostu cekulkodes ierobežošanai reģistrētu augu aizsardzības līdzekļu pieejamība Latvijā ir caurmērā labāka nekā Lietuvā (pieejami līdzekļi, kas satur četras darbīgās vielas, divas no kurām savukārt nav reģistrētas kāpostu cekulkodes ierobežošanai Latvijā) un Igaunijā (pieejami līdzekļi, kas satur divas darbīgās vielas, no kurām neviena nav reģistrēta kāpostu cekulkodes ierobežošanai Latvijā). Ir novērojama paradoksāla situācija, lai arī gan Latvija, gan Lietuva un Igaunija atrodas EPPO Ziemeļu zonā, līdz ar to augu aizsardzības līdzekļu reģistrēšanai visās trīs valstīs var izmantot vienus un tos pašus datus, ne tikai vienām un tām pašām darbīgajām vielām, bet pat vienāda nosaukuma un ražotāja produktiem starp valstīm atšķiras reģistrētie lietojumi (1. tabula).

Arī darbības mehānismu, kuri ir svarīgi rezistences veidošanās risku samazināšanai, daudzveidības ziņā Latvija ir priekšā Lietuvai un Igaunijai, Latvijā ir pieejami piecu IRAC grupu insekticīdi, kas reģistrēti kāpostu cekulkodes ierobežošanai, Lietuvā pārstāvētas ir trīs IRAC grupas, bet Igaunijā ir reģistrēti tikai 3A jeb sintētisko piretroīdu grupas insekticīdi (1. tabula).

Latvija ir arī vienīgā no Baltijas valstīm, kur kāpostu cekulkodes ierobežošanai ir pieejami bioloģiskajā lauksaimniecībā atļauti preparāti ar aktīvajām vielām spinosadu, azadiraktīnu-A un *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*.

1. tabula. Baltijas valstīs 2022. gadā kāpostu cekulkodes ierobežošanai reģistrētie insekticīdi un to pieļaujamais lietojums citu kāpostu kaitēkļu ierobežošanai.

Darbīgā viela	IRAC grupa	Kāpostu cekulkode	Kāpostu un rāceņu balteni	Kāpostu pūcīte	Kāpostu laputs
Spinosads	5	LV	LV		
Hlorantraniliprols	28	LV, LT	LV, LT	LV, LT	
<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i>	11A	LV	LV	LV	
Indoksakarbs	22A	LT	LT	LT	
Cipermetrīns	3A	LV, LT	LV, LT	LV, LT	LV, LT
Deltametrīns	3A	EST	EST, LV, LT	EST, LV, LT	EST, LV, LT
Gamma-cihalotrīns	3A	LV	LV, LT		LV
Lambda-cihalotrīns	3A	LV	LV	LV	LV
Tau-fluvalināts	3A	LT, EST	LT, EST	LT	LT, EST, LV
Azadiraktīns-A	UN	LV	LV	LV	LV

[46, 47, 48]

6. Citi krustziežu kaitēkļi

Kāpostu laputs (*Brevicoryne brassicae*)

Kāpostu laputs (*Brevicoryne brassicae*) ir pasaulē plaši sastopams kaitēklis, par kuru postīgumu dārzeņu stādījumos zināms kopš 18. gadsimta sākuma. Bojā visas krustziežu sugas, dodot priekšroku *Brassica sp.* ģints augiem. Apdzīvo arī dažādas krustziežu nezāles, īpaši ganu plikstiņu (*Capsella bursa-pastoris*) (Capinera, 2001).

Kāpostu laputīm raksturīga paaudžu maiņa, tām raksturīga dzimumpaaudze un vairākas partenogēniskas bezdzimumpaaudzes (Edde, 2022). Paaudžu skaits atkarīgs no klimatiskajiem apstākļiem. Dienvidkarolīnā reģistrētas 20 paaudzes, bet augstākais pasaulē reģistrētais rādītājs ir 30 paaudzes sezonā (Capinera, 2001) (Edde, 2022), kamēr Latvijā Valsts Augu Aizsardzības dienests reģistrējis līdz 16 paaudzēm [51]. Temperatūrai rudenī pazeminoties, attīstās spārnota dzimumpaaudze, kurā ir gan tēviņi, gan mātītes, tie lido, pārojas un dēj salizturīgas olas [52]. Olas pārziemo uz savvaļas krustziežiem un uz krustziežu kultūraugu atliekām (Capinera, 2001). Pirmās paaudzes attīstās uz savvaļas augiem, kad vidējā diennakts gaisa temperatūra sasnies +7...+9°C, (Edde, 2022). Gadījumos, kad veģetācijas sezonas laikā temperatūra ir laputu attīstībai labvēlīga, bet uz konkrētā auga kolonijai sāk pietrūkt resursu, partenogēniski attīstās spārnota migrējoša bezdzimumpaaudze, kas pārlido uz citu saimniekaugu. [52].

Bezspārnu mātītes ir pelēcīgi zaļas, vidēji 2.5mm garas, ar tumšu galvu un gaiši brūnām kājām. Uz muguras divas rindas ar brūnu punktojumu, ķermenis klāts ar baltiem pūderveida izdalījumiem. Spārnotās partenogēnētiskās mātītes ir līdzīgi blāvi zaļas ar tumšu galvu, bet kājas ir tumši brūnas. Uz muguras viena tumšu punktu rinda un spārnu dzīslas ir tumšas līdz melnas. Ķermenis ar smalku baltu pulverveida apsarmi. Spārnotā partenogēnētiskā mātīte ir apmēram 1,9 mm gara. To mūžs ir īsāks – apmēram 10 dienas, salīdzinot ar bezspārnu mātīšu dzīves ilgumu (Capinera, 2001).

Kāpostu laputs nimfas ir pelēkbaltas klātas ar vaskotu slāni un tām ir četras attīstības stadijas, kura katra ilgst pāris dienas. Nimfu stadiju attīstības posmi atkarīgi no apkārtējās vides temperatūras. Secināts, ka tas ir 12,5 dienas pie gaisa temperatūras 15°C, līdz 6,0 dienām pie 25 - 30°C. Zemākie temperatūras sliekšņi nimfu attīstībai ir no 4°C līdz 4,5°C. Optimālā temperatūra no 20°C līdz 30°C. Temperatūrā virs 30°C tās iet bojā (Edde, 2022). Katra partenogēnētiskā mātīte dzemdē 30 - 50 nimfas ar dzīves ilgumu apmēram 30 - 40 dienas (Capinera, 2001).

Kāpostu laputis sūc šūnsulu no visām auga daļām, izraisot to deformāciju, veicinot sēņu un baktēriju izraisītu puuvju veidošanos, kā arī pārnēsā vīrusus [51]. Līdzīgi kā citiem krustziežu kaitēkļiem, sinepju eļļas glikozīds sinigrīns darbojas kā barošanas stimulants (Capinera, 2001). Pētījumā Lietuvā 2003. un 2004. gadā secināts, ka kāpostu laputis dod priekšroku laukiem, kuros ir labāks barības vielu nodrošinājums augiem. Salīdzinot nemēsļotus laukus ar laukiem, kuros tika lietots organiskais vai minerālmēslojums, tika novērotas vidēji 0.93 laputis uz auga nemēsļotā laukā, līdz 2.57 indivīdiem laukā, kurš mēsļots ar organisko mēsļojumu 2003. gadā. 2004. gada sezonā novērotas būtiskas atšķirības starp nemēsļotu lauku (2.57 indivīdi uz auga), organiski mēsļotu (7.24 indivīdi uz auga) un mēsļotu ar minerālmēsliem (6.48 indivīdi uz auga) variantiem. Iemesls varētu būt, ka augi ar labāku barības vielu nodrošinājumu ražo vairāk glikozinolātu, kas pievilina krustziežu kaitēkļus (Duchovskiene, 2005).

Kāpostu laputu dabiskie ienaidnieki ir parazitoīdlapsenes, mārītes, pangodiņi *Aphidoletes aphidimyza* (Capinera, 2001). Kāpostu laputis var ierobežot, izmantojot dažādu grupu insekticīdus, Latvijā laputu ierobežošanai kāpostos pieejams diezgan plašs insekticīdu klāsts (1. tabula), kā arī insekticīdi ar tādām aktīvajām vielām, kas nav reģistrētas kāpostu cekulkodes ierobežošanai, kā acetamiprīds, spirotertamāts un flonikamīds.

Balteni (*Pieris sp.*)

Kāpostu baltenim (*Pieris brassicae*) ir dienas tauriņš ar spārnu plētumu 55-60mm. Spārniem raksturīga tumša, pusmēness formas apsarme spārnu galos un divi tumši plankumi spārnu vidusdaļā. Mātītes ir izmēros lielākas, nekā tēviņi, kuriem no raksturīgā spārnu krāsojuma ir tikai divi tumšie plankumi uz spārniem.

Gadā kāpostu baltenim Ziemeļeiropā attīstās divas paaudzes [54]. Pārziemo kūniņas un pirmās paaudzes kāpuri attīstās uz savvaļas krustziežiem. Kultūraugus bojā otrās paaudzes kāpuri. Mātītes vidējā auglība ir 15- 300 olas, olas dēj lapu apakšpusē lielās grupās [55]. Olas attīstās 4 līdz 16 dienas, atkarībā no gaisa temperatūras. Tikko izšķīlušies kāpuri ir okera krāsā, vēlāk kļūst dzeltenzaļi ar dzeltenām joslām sānos un uz muguras. Sākumā kāpuri grauž lapas parenhīmu tās apakšpusē, sasniedzot trešo attīstības posmu – izgrauž caurumus lapās, piesārņojot tās ar ekskrementiem un atstājot tikai lapu dzīslas. Kāpuri attīstās 13 līdz 38 dienās atkarībā no temperatūras, sasniedzot 50-60 mm garumu pēc piektās apvalka maiņas. Pēc VAAD datiem, Latvijas apstākļos kāpura stadija tipiski ilgst 20-30 dienas. Pēcāk kāpuri iekūņojas dzeltenzaļā tumši punktotā kūniņā uz 8-15 dienām vai ieiet diapauzē pārziemošanai, ja laikapstākļi nav labvēlīgi jaunas paaudzes attīstībai. Par nelabvēlīgiem apstākļiem tiek uzskatītas gan aukstas un mitras vasaras, gan vasaras, kurās gaisa temperatūra pārsniedz +26°C pie gaisa mitruma zem 60% [55].

Kāpostu balteni ierobežo gan zemas gaisa temperatūras ziemā (zem -20) [55], gan savlaicīga krustziežu nezāļu ierobežošana, kāpuru un olu dējumu savākšana un iznīcināšana, trihogrammu lietošana [51]. Insekticīdu klāsts, kas pieejams kāpostu balteņa ierobežošanai, ir nedaudz plašāks kā kāpostu cekulkodes ierobežošanai paredzētais, tajā ietverts vairāk dažādu sintētisko piretroīdu (1. tabula).

Rāceņu balteņa (*Pieris rapae*) dzīves cikls ļoti līdzīgs kāpostu balteņa dzīves ciklam. Vizuāli lidojošie tauriņi atšķirami pēc spārnu krāsējuma – rāceņu baltenim priekšspārnu galos tumšā apsarme veido trīsstūra, nevis pusmēness formu. Pieauguši imago izmēros mazāki, to spārnu pletums 40-50mm. Vienas mātītes auglība ir 150-500 olas, atšķirībā no kāpostu balteņa olas dēj pa vienai. To attīstība 5-11 dienas. Kāpuri samtaini zaļi ar garenisku, tumši dzeltenu muguras svītru un gaiši dzeltenu svītru katrā pusē; attīstās 20-30 dienu laikā, izejot cauri piecām stadijām. Atšķirībā no kāpostu balteņa kāpuriem, rāceņu balteņa kāpuri ir klāti ar ļoti smalku melnu punktojumu. Kāpuri barojas, graužot gan lapas, gan alojot kāpostaugu galviņas. Kūniņa balta vai zaļgana, ar pelēkiem plankumiem, vasarā attīstās 8-15 dienas. Otrās paaudzes kūniņas pārziemo uz augu atliekām, saimniekaugu lapām, savvaļas augiem. Latvijā attīstās divas paaudzes [51].

Ierobežot rāceņu balteni var ar pareizu augseku, augu atlieku aizvākšanu no lauka, dziļu augsnes apstrādi [51]. Insekticīdi lielākoties reģistrēti tieši tie paši, kas kāpostu balteņa ierobežošanai [46].

Kāpostu pūcīte (*Mamestra brassicae*)

Kāpostus bojā arī kāpostu pūcītes (*Mamestra brassicae*) kāpuri. Kāpostu pūcīte ir samērā polifāgs kaitēklis, kas spēj bojāt lielu daļu Latvijā komerciāli nozīmīgo dārzeņu, bet dod priekšroku krustziežu dārzeņiem [56]. Galviņkāpstos lielie kāpuri iegrauzas galviņās un izalo tās, piesārņojot ar ekskrementiem. Raža nav uzglabājama, tajā pastiprināti attīstās puve.

Kāpostu pūcītes spārnu pletums ir 40-50mm, priekšspārni pelēkbrūni ar gaišu M formas zīmējumu, ko veido submarginālās dzīslas. Kāpurs savas attīstības laikā sešas reizes maina apvalku, pilnībā nobriedis kāpurs sasniedz 50 mm garumu un spēj iegrauzties dziļi kāpostu galviņā. Gadā attīstās divas paaudzes. Kāpostu pūcīte atšķirībā no balteņiem un kāpostu cekulkodes iekūņojas pēc ierakšanās augsnē 5-10cm dziļumā. Tur arī ziemo [57]. Pirmās paaudzes izlidošana notiek, vidējai gaisa temperatūrai sasniedzot +10°C, maijā-jūnijā. Mātītes olas dēj lapas apakšpusē, grupās 8-200. Viena mātīte sezonā spēj izdēt līdz 1500 olām vidējā dējība 600 olas no mātītes[57]. Kāpuri attīstās 13-20 dienu laikā. Jaunie kāpuri alo lapu epidermu, tās virspusi atstājot neskartu. 2. un 3. attīstības posmā kāpuri izgauž lapās caurumus un attīstoties tālāk, iegrauzas galviņās un tās bojā. Pieaudzis kāpurs 35-50mm. Kūniņa sarkanbrūna. Otrā paaudze no kūniņas attīstās 8-15 dienu laikā.

Kāpostu pūcīti ierobežo ar augsnes dziļaršanu rudenī vai insekticīdu lietošanu kāpuru stadijā. Latvijā reģistrēto insekticīdu klāsts ir līdzīgs kā balteņiem (1. tabula). Par dabiskajiem ienaidniekiem uzskatāmas trihorgamas, parazitlapsesnes un kāpurmušas. Arī sauss laiks samazina kāpostu pūcītes populācijas blīvumu. Tā ir higrofila suga un dod priekšroku augstam gaisa un apkārtējās vides mitrumam [51]

4. MATERIĀLI UN METODES

7. Pētījumu vietas un apstākļu raksturojums

2022. gada veģetācijas sezonā kāpostu cekulkodes monitoringu veica septiņās saimniecībās dažādās Latvijas vietās (4.attēls). Šajās pašās vietās vai netālu no tām monitoringu veica arī 2021. gada veģetācijas sezonā. Projektā iesaistīto saimniecību nosaukumi atskaitē netiek minēti, saskaņā ar fizisko personu datu apstrādes likuma 31. pantu [58]. Monitoringa atrašanās vietas tādēļ apzīmēja ar burtiem A, B, C, D, E, F un G. Saimniecībās D un G monitoringa vietu vispirms iekārtoja agro kāpostu stādījumos D1 un G1 un, pēc to novākšanas, pārcēla uz vēlāku šķirņu kāpostu stādījumiem D2 un G2, kas atradās netālu no agrariem stādījumiem un kuriem, visticamāk, bija kopīga kāpostu cekulkožu populācija (2.tabula).



4. attēls. Kāpostu cekulkodes monitoringa pētījumu vietas Latvijā 2021. un 2022.gadā.

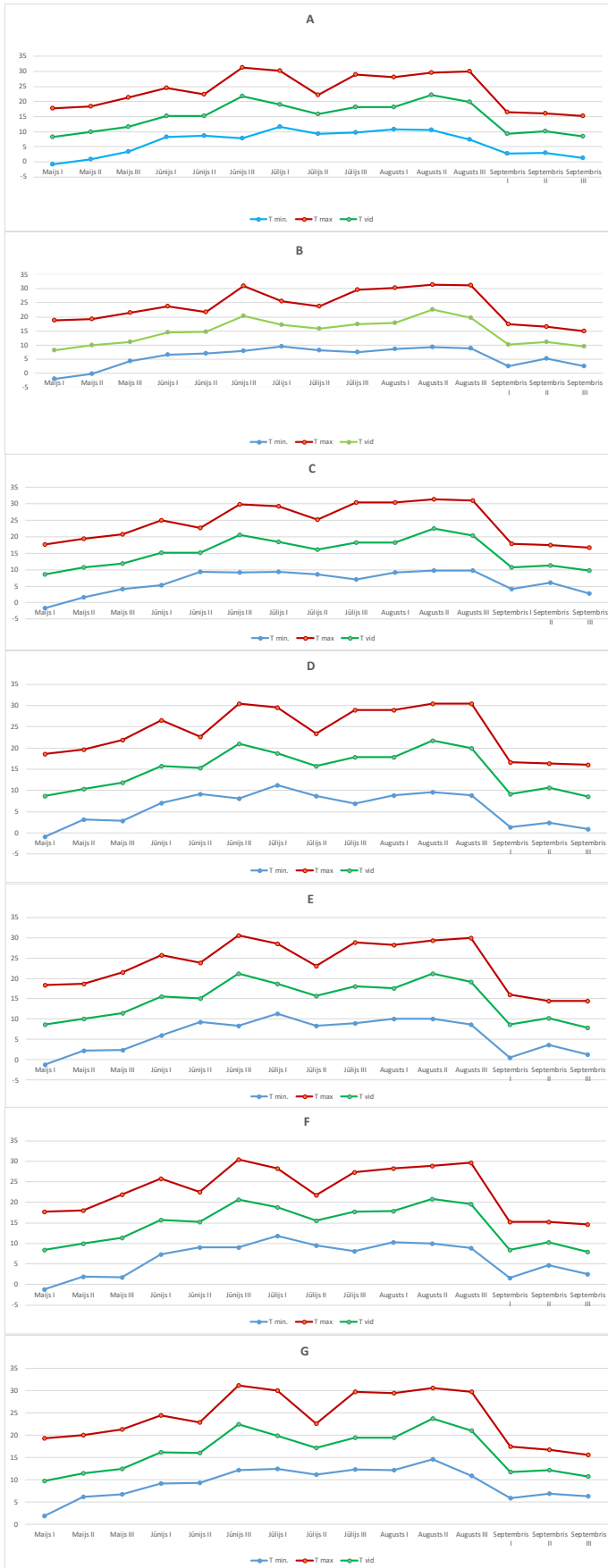
2. tabula. Informācija par kāpostu cekulkodes monitoringā izmantotajiem kāpostu stādījumiem 2022. gadā

Stādījums:	A	B	C	D1	D2	E	F	G1	G2
Adrese:	Līgatnes nov., Līgatnes pag.	Kuldīgas nov., Vārmes pag.	Jelgavas nov., Elejas pag.	Jēkabpils nov., Dignājas pag.	Jēkabpils nov., Dignājas pag.	Gulbenes nov., Daukstu pag.	Rēzeknes nov., Dricānu pag.	Ķekavas nov., Ķekavas pag.	Ķekavas nov., Ķekavas pag.
Koordinātes:	N 57.206149, E 25.019822	N 56.849155, E 22.226446	N 56.447248, E 23.720842	N 56.307331, E 26.165223	N 56.362281, E 26.154405	N 57.147747, E 26.433040	N 56.655440, E 27.176500	N 56.811050, E 24.265864	N 56.811075, E 24.264461
Meteorodatiem izmantotā meteostacija:	Sigulda	Stende	Jelgava	Zilāni	Zilāni	Gulbene	Rēzekne	Rīga Universitāte	Rīga Universitāte
Augsnes granulometriskais satāvs:	Smilšmāls	Smilšmāls	Smilšmāls	Smilšmāls	Mālsmilts	Mālsmilts	Mālsmilts	Mālsmilts	Mālsmilts
Priekšaugi:	Āboliņš	Ziemas kvieši	Kvieši	Ziemas kvieši	Zirņi	Ziemas kvieši	Papuve	Zemenes	Zemenes
Kāpostu šķirne:	Lennox F1, Ramco F1	Ancoma H	Castello F1	Parel F1	Lennox F1	Lennox F1	Bolikor F1, Krautman F1, Agressor F1	Sweety F1	Lion F1
Izstādīšanas datums:	25/05/2022	16/05/2022	03/05/2022	06/05/2022	18/05/2022	28/04/2022- 04/05/2022	17/05/2022- 30/05/2022	02/05/2022	02/05/2022
Pirmā uzskaitē:	27/05/2022	30/05/2022	11/05/2022	20/05/2022	07/07/2022	01/06/2022	03/06/2022	10/05/2022	28/07/2022
Lietotie insekticīdi:	06/07/2022 Benevia OD 0.5 L/ha (darb.viela ciantraniliprols 100 g/L);	06/06/2022 Decis Mega 0.125 L/ha (darb. viela deltametrīns 50 g/L) 07/07/2022 Teppeki (darb.viela flonikamīds, 500 g/kg) 0.14 kg/ha 29/08/2022 Mospilan 20 SG 0.2 kg/ha (darb.viela acetamipirīds 200 g/kg)	21/06/2022 Mospilan 20 SG, 0.2 kg/ha (darb.viela acetamipirīds, 200 g/kg);	16/06/2022 DiPel DF 0.8kg/ha (darb.viela <i>Bacillus thuringiensis var. kurstaki</i> ABTS-351);	27/07/2022 DiPel DF 0.73 kg/ha (darb.viela <i>Bacillus thuringiensis var. kurstaki</i> ABTS-351) 16/06/2022 DiPel DF 0.73 kg/ha (darb.viela <i>Bacillus thuringiensis var. kurstaki</i> ABTS-351)	07/06/2022 Karate Zeon 5 CS 0.15 L/ha (darb. viela lambda- cihalotrīns 50 g/l);	Dēsti izmērcēti pirms stādīšanas Decis Mega 75 ml /100L ūdens (darb. viela deltametrīns 50 g/L)		07/07/2022 Tracer 0.2 L/ha (darb.viela spinosads 480 g/L),

Pētījuma vietas 2021. gadā izvēlējās tā, lai reprezentētu pēc iespējas lielāku daļu no valsts teritorijas, un novērotu kāpostu cekulkodes pēc iespējas dažādos apstākļos. 2022. gada veģetācijas sezonā novērojumus atkārtoja netālu no iepriekšējās sezonas monitoringa punktiem, lai dati būtu salīdzināmi.

8. 2022. gada meteoroloģiskie apstākļi:

2022. gadā kāpostu dēstus caurmērā izstādīja laukā aptuveni 10 dienas agrāk nekā 2021. gadā. 2022. gadā praktiski visus stādīšanas darbus pabeidza maijā, kamēr 2021. gadā tie iestiepās pirmajā jūnija nedēļā (2. tabula). Tomēr variācijas starp saimniecībām joprojām bija lielākas nekā variācijas starp sezonām. Gaisa temperatūras un nokrišņu daudzuma dati iegūti no saimniecībām teritoriāli tuvāk esošajām Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centra stacijām.



5. attēls. Desmit dienu periodu minimālā, vidējā un maksimālā temperatūra 2022. gada veģetācijas sezonā.

Caurmērā 2022. gada maijs bija izteikti vēsāks par ilggadējo normu, vienīgi monitoringa vietai G tuvākajā meteoroloģiskajā stacijā Rīga Universitāte, maija sākumā nekonstatēja temperatūras kritumus zem 0 °C. Jāatzīmē, ka Rīgas Universitātes meteoroloģiskā stacija atrodas ne tikai 20 km no monitoringa vietas G, bet arī pilsētas centrā, kur temperatūras svārstības ietekmē arī apbūves efekts, tādēļ pastāv iespēja, ka meteoroloģiskie dati par monitoringa vietu G ir salīdzinoši mazāk reprezentatīvi. Nevienu no monitoringa vietām temperatūras krišanos zem 0 °C neregistrēja maija vidū vai vēlāk sezonā līdz septembra beigām. Maija sākums visās monitoringa vietās bija ļoti sauss, taču to kompensēja pietiekams nokrišņu daudzums maija vidū un beigās, līdz ar to kāposti no sausuma stresa lielākoties necieta.

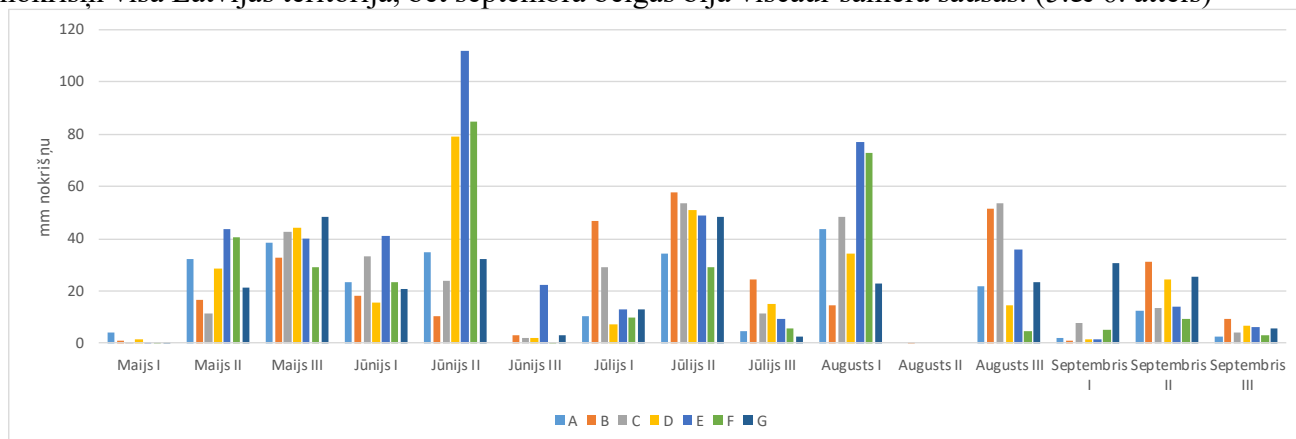
Jūnija sākumā un vidū temperatūra bija mērena, bet jūnija beigas raksturoja straujš temperatūras pieaugums visās monitoringa vietās. Jūnija vidus monitoringa vietās D, E un F bija izteikti lietains, bet jūnija beigas visās vietās, izņemot monitoringa vietu E, bija izteikti sauss.

Jūlija sākums joprojām bija izteikti karsts, bet jūlija vidū visās monitoringa vietās bija vērojams īslaicīgs, vairāk vai mazāk ass temperatūras kritums. Jūlija beigās temperatūra atkal atgriezās jūlija sākuma līmenī. Jūlija sākums bija samērā sauss, vairāk nokrišņu bija tikai vietās B un C, jūlija vidus bija viscaur mēreni lietains, bet jūlija beigas atkal samērā sausas, visu cauru jūliju visvairāk nokrišņu izkrita monitoringa vietā B.

Augusts Latvijā bija viscaur vienmērīgi karsts. Augusta sākums bija samērā lietains, mazāk nokrišņu bija vietās B un G. Augusta vidū praktiski nelija nevienā no monitoringa vietām, augusta beigās vietās B, C un E bija vērojamas atsevišķas spēcīgas lietūsgāzes, citur tikai nelieli nokrišņi.

Septembra sākumā visā Latvijas teritorijā temperatūra strauji pazeminājās un saglabājās tādā līmenī visu mēnesi.

Septembra sākums bija sauss visur, izņemot monitoringa vietu G, septembra vidū raksturoja nelieli nokrišņi visā Latvijas teritorijā, bet septembra beigās bija viscaur samērā sausas. (5.& 6. attēls)



6. attēls. Nokrišņu daudzums pa dekādēm monitoringa vietās

9. Kāpostu cekulkodes un citu kaitēkļu monitorings

Monitoringa vietas iekārtoja īsi pēc kāpostu iestādīšanas. Katrā monitoringa vietā atzīmēja vienu taisnu 100 m garu transekti ar 10 vienādos attālumos izvietotiem novērojumu punktiem (7. attēls), kas tiek iezīmēti ar baltiem stiklšķiedras mietiņiem. Ap katru punktu izvēlējās un ar bambusa mietiņu un numurētu etiķeti atzīmēja sešus kāpostu dēstus, uz kuriem uzskaitīja kāpostu kaitēkļus (8. attēls).

Kāpostu cekulkodes imago kāpostu stādījumos izvietoja delta lamatas ar feromonu dispenseriem. Monitoringu veica no kāpostu iestādīšanas brīža līdz septembra beigām, vai līdz brīdim, kamēr lamatās vairs nenokļūda nevienu kāpostu cekulkodi, vai līdz kāpostus novāca.

Pirmās delta lamatas ar feromonu dispenseriem uzstādīja monitoringa iekārtošanas dienā katrā otrajā no atzīmētajiem punktiem, kopā piecas lamatas katrā transektē.

Kāpostu cekulkodes lamatās un kaitēkļus uz augiem vietās A, B, C, D un F uzskaitīja reizi nedēļā vienā un tajā pašā dienā, vietā G uzskaites veica divas reizes nedēļā. Līmes ieliktnus delta lamatās mainīja katrā uzskaites reizē, feromonu dispenses reizi četrās nedēļās.



7. attēls. Kāpostu cekulkodes uzskaites punkts ar atzīmējamiem 6 augiem un Delta lamatām (Schematisks atainojums)



8. attēls. Kāpostu ceulkodes uzskaites punkts ar atzīmētiem 6 augiem un Delta lamatām. (Foto: N. Kārklīņa)

Visos kāpostu stādījumos veica ierastās apsaimniekošanas aktivitātes, ieskaitot insekticīdu smidzinājumus, ja tie bija nepieciešami pēc apsaimniekotāja ieskatiem.

5. REZULTĀTI UN DISKUSIJA

10. Kāpostu cekulkodes imago monitorings delta lamatās

Kopumā 2022. gada veģetācijas sezonā pa septiņām monitoringa vietām laikā no maija līdz septembrim delta lamatās ar feromonu dispenseriem noķēra 4945 kāpostu cekulkožu imago. Kāpostu cekulkožu imago konstatēja visās monitoringa vietās, izņemot monitoringa vietu E. Monitoringa vietā E visas sezonas garumā nekonstatēja arī nevienas citas attīstības stadijas kāpostu cekulkodes, arī citus kāpostu kaitēkļus, tai skaitā kāpostu balteņu un kāpostu pūcīšu kāpurus monitoringa vietā neatrada. Interesanti, ka monitoringa vietas E apsaimniekotājs bija pieņēmis lēmumu trīs reizes sezonā lietot insekticīdus, jūnija un augusta sākumā plaša spektra sintētiskos piretroīdus un jūlija sākumā *Bacillus thuringiensis var. kurstaki* saturošu mikrobioloģisko insekticīdu, kas ir specifisks tauriņu kāpuriem. Visiem šiem insekticīdiem ir kontakta un/vai zarnu iedarbība, līdz ar to tie ir pielietojami, kad mērķa kaitēkļi jau sastopami stādījumā. Ņemot vērā, ka uz sešdesmit kāpostu galviņām, uz kurām konstanti tika monitorēti kaitēkļi, tie ne reizi netika konstatēti, un delta lamatās neparādījās kāpostu cekulkožu imago, nākas apšaubīt trīs insekticīdu smidzinājumu nepieciešamību.

Pārējās monitoringa vietās kāpostu cekulkožu lidošanas intensitāte bija ļoti dažāda. Monitoringa vietā A maksimālais kāpostu cekulkožu skaits vienās lamatās bija četras, pārsvarā lamatas bija tukšas, pa retam tajās bija viens vai divi tauriņi. Kāpostu cekulkodes lidoja tikai no jūnija vidus līdz augusta sākumam.

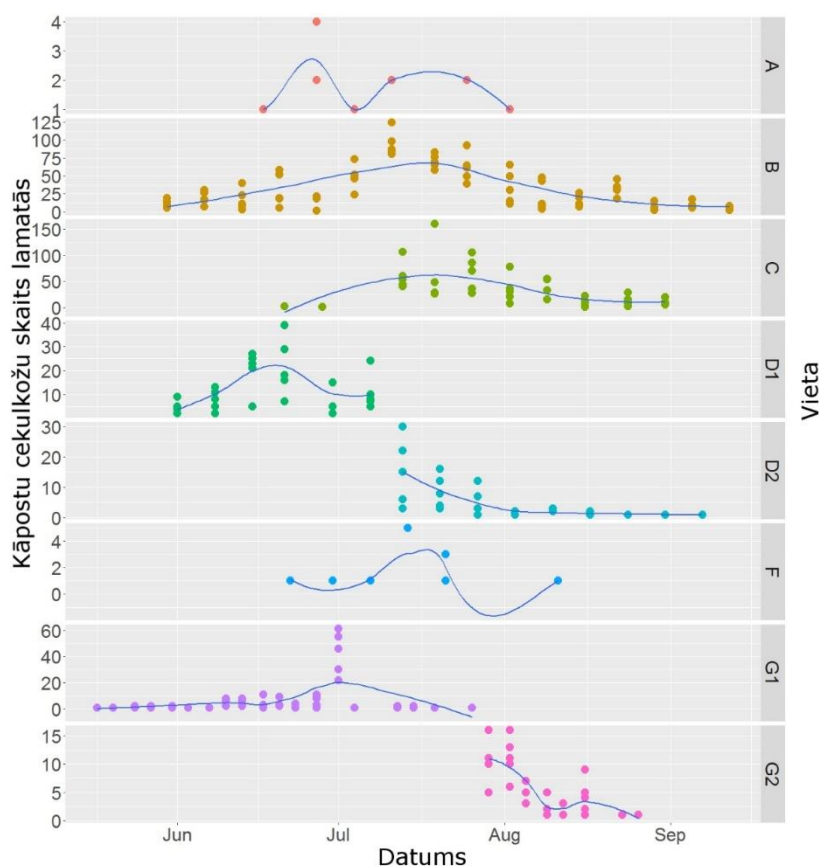
Monitoringa vietā B kāpostu cekulkodes lidoja no maija beigām līdz pat gandrīz septembra vidum. Lidošanas maksimums tika sasniegts īsi pirms jūlija vidus, kad vienās delta lamatās noķēra līdz pat 125 tauriņiem. Noķertās kāpostu cekulkodes bija izdalītas diezgan vienmērīgi pa visu sezonu, nebija skaidri redzami dažādu paudžu pīķi.

Monitoringa vietā C kāpostu cekulkožu lidošanu konstatēja no jūnija vidus līdz augusta beigām, vislielākais tauriņu skaits lamatās bija īsi pēc jūlija vidus, kad vienās no lamatām izdevās noķert vairāk nekā 150 tauriņus. Arī monitoringa vietā C skaidri neizdalījās vairāki paudžu pīķi.

Monitoringa vietā D kāpostu cekulkožu lidošana sākās jūnija sākumā un beidzās septembra sākumā. Agrajos kāpostos lidošanas maksimumu kāpostu cekulkodes sasniedza jūnija otrās trešdaļas beigās, tad to skaits līdza sāka kristies, pārvietojot monitoringa punktus uz vēlajiem kāpostiem jūnija vidū, cekulkožu skaits atkal nedaudz pieauga, ko var interpretēt kā otrās paaudzes pīķi. Agrajos kāpostos maksimālais noķertais tauriņu skaits vienās lamatās bija tuvs 40, un vēlajos kāpostos maksimālais skaits bija tuvs 30.

Monitoringa vietā F laika posmā no jūnija otrās puses līdz augusta sākumam tika noķertas tikai atsevišķas kāpostu cekulkodes, ne vairāk kā piecas vienās delta lamatās.

Monitoringa vietā G kāpostu cekulkožu lidošana sākās no maija vidus un turpinājās līdz augusta beigām. Agrajos kāpostos jūnija sākumā bija vērojams ļoti izteikts lidošanas pīķis, kad katrās lamatās bija starp 20 un 60 tauriņiem, pēc tam kāpostu cekulkožu lidošanas aktivitāte strauji kritās. Jūnija beigās, pārvietojoties uz blakus esošo vēl kāpostu lauku, lidošanas aktivitāte uz nedēļu atkal strauji pieauga, dažās lamatās bija pat 15 tauriņi. Tādēļ arī monitoringa vietā G izdalāmi divu paaudžu lidošanas maksimuma pīķi (9.attēls).



9. attēls. Kāpostu cekulkožu imago skaits delta lamatās. (katrs punkts apzīmē vienu uzskaites reizi vienās lamatas, kurās noķerto kāpostu cekulkožu skaits >0, tukšās lamatas, un monitoringa vietas, kur nav konstatēti imago, nav parādītas, D1 un G1 apzīmē agros, un D2 un G2 vēlos kāpostu stādījumus vienā un tajā pašā monitoringa vietā).

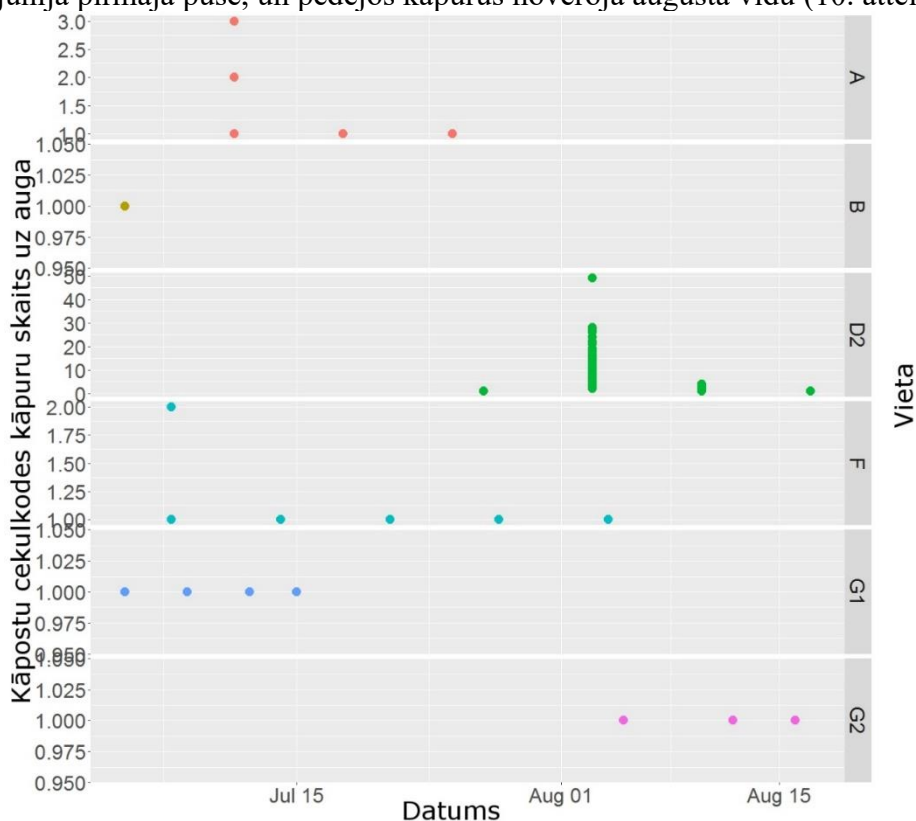
Kāpostu cekulkodes nepieaugušo formu monitorings uz augiem

2022. gada veģetācijas sezonā visās monitoringa vietās kopumā novēroja tikai astoņas kāpostu cekulkodes olas, taču novēroto kāpuru skaits sasniedza 884. Tā kā olu inkubācijas periods kāpostu cekulkodei siltos laikapstākļos var būt īsāks par nedēļu, iespējams, ka, uzskaitot ik pa septiņām dienām, olu stadiju var arī nenovērot.

No 884 novērotajiem kāpuriem, 764 kāpurus jeb 86% no visiem kāpuriem novēroja vienā uzskaites reizē trešajā augustā monitoringa vietā D, vēlo kāpostu stādījumā. Monitoringa vietā D neliels skaits kāpuru bija atrodams arī nedēļu pirms un divas nedēļas pēc trešā augusta.

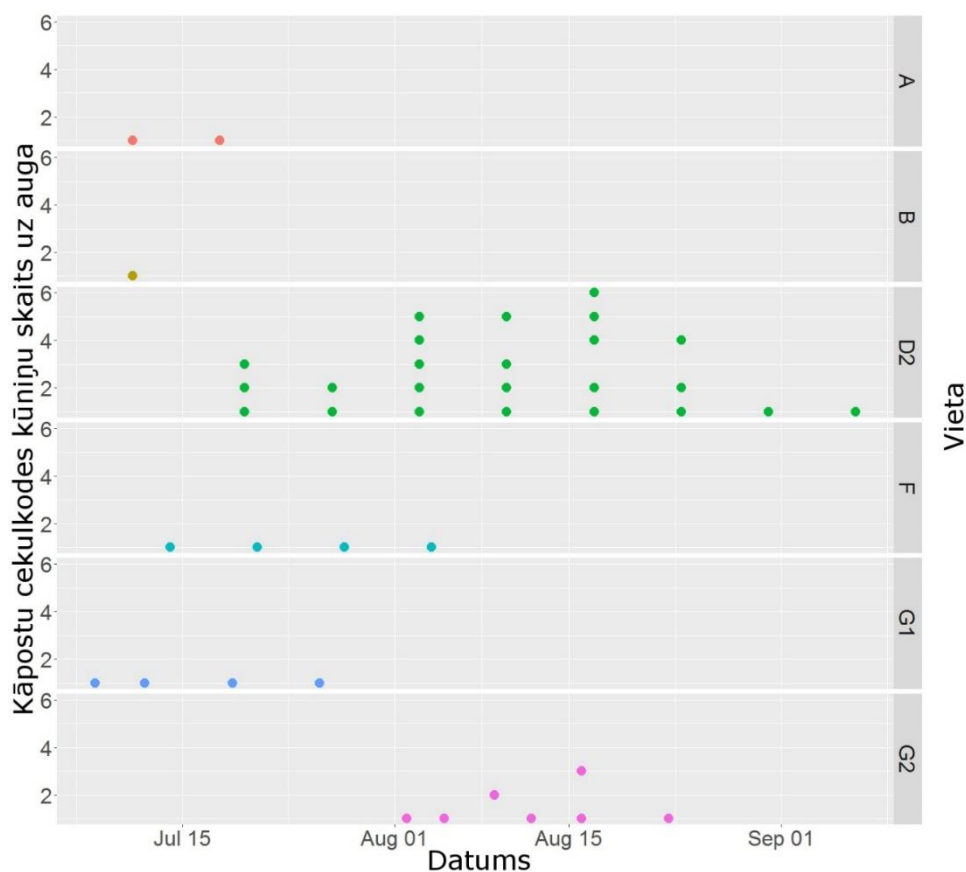
Monitoringa vietās C un E kāpostu cekulkodes kāpurus nekonstatēja vispār. Monitoringa vietā E tas atbilda sagaidītajam, jo tur kāpostu cekulkodes nebija atrodamas arī delta lamatās, savukārt monitoringa vietā C kāpuru trūkums ir grūtāk izskaidrojams, jo kāpostu cekulkožu lidošanas aktivitāte bija augsta. Acetamiprīdu saturoša insekticīda smidzinājums divdesmit pirmajā jūnijā visticamāk nenodrošināja aizsargājošu efektu ilgāk par divām nedēļām, un, tā kā lidošanas un visticamāk olu dēšanas maksimums notika jūlija vidū, kad acetamiprīdam augos jau vajadzētu būt pilnībā metabolizētam, jāsecina, ka relatīvi lietainais laiks varētu būt negatīvi ietekmējis olu dēšanu.

Monitoringa vietās A, B, F un G konstatēja tikai atsevišķus kāpostu cekulkodes kāpurus uz atsevišķiem augiem. Visilgākajā laika periodā kāpurus konstatēja monitoringa vietā G, kur pirmie kāpuri parādījās jūnija pirmajā pusē, un pēdējos kāpurus novēroja augusta vidū (10. attēls).



10. attēls. Kāpostu cekulkožu kāpuru skaits uz augu. (katrs punkts apzīmē vienu uzskaites reizi uz viena auga, uz kura konstatēto kāpuru skaits >0, augi bez kāpuriem un monitoringa vietas, kur nav konstatēti kāpuri, nav parādītas, D1 un G1 apzīmē agros, un D2 un G2 vēlos kāpostu stādījumus vienā un tajā pašā monitoringa vietā).

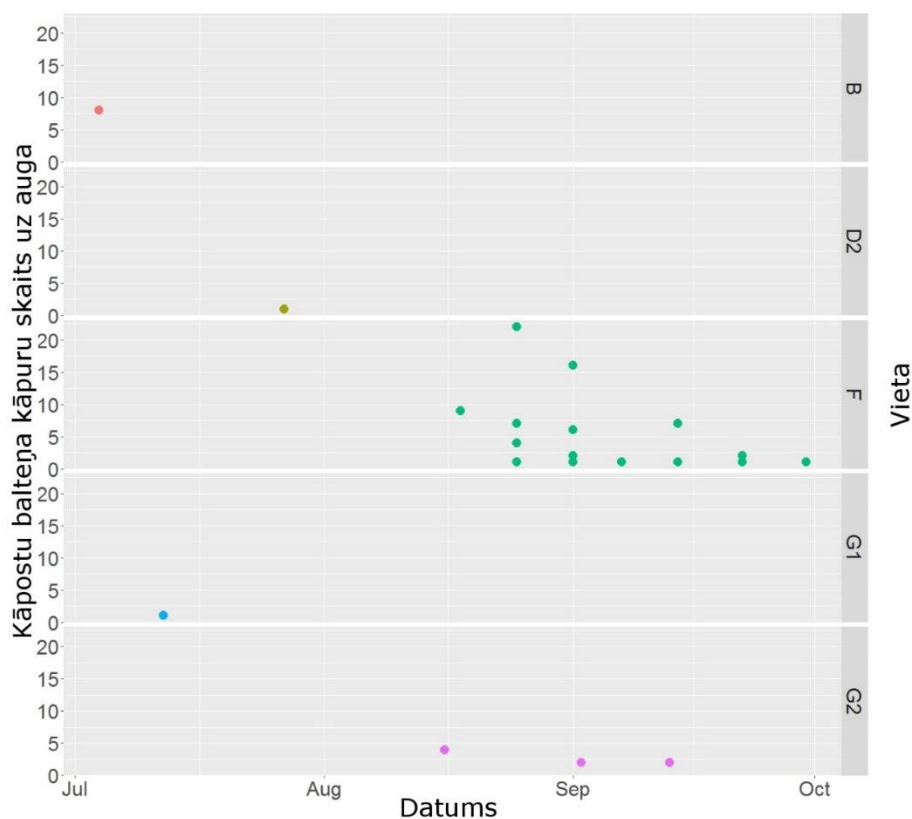
Kūniņas novēroja tajās pašās monitoringa vietās, kur pirms tam tika redzēti kāpuri. Kopumā 2022. gada veģetācijas sezonā uzskaitīja 273 kūniņas. Kā jau paredzams, visvairāk kūniņu bija monitoringa vietā D, vēlo kāpostu stādījumā, kur iepriekš bija visvairāk kāpostu cekulkodes kāpuru. Kūniņas monitoringa vietā D bija atrodamas no jūlija otras puses līdz septembra sākumam, kūniņu skaits uz augiem nekad nebija tik liels kā kāpuru skaits. Ja kāpuru skaits trešajā augustā uz daudziem no augiem sasniedza vairākus desmitus, kūniņu skaits ne reizi nepārsniedza sešas. Monitoringa vietās A un B atsevišķas kūniņas varēja novērot jūlija vidū, monitoringa vietā F no jūlija vidus līdz augusta sākumam, bet monitoringa vietā G kūniņas varēja atrast gan agrajos, gan vēlajos kāpostos, sākot ar jūlija sākumu un beidzot ar augusta otru pusi (11. attēls).



11. attēls. Kāpostu cekulkožu kūniņu skaits uz augu. (katrs punkts apzīmē vienu uzskaites reizi uz viena augu, uz kura konstatēto kūniņu skaits >0, augi bez kūniņām un monitoringa vietas, kur nav konstatētas kūniņas, nav parādītas, D1 un G1 apzīmē agros, un D2 un G2 vēlos kāpostu stādījumus vienā un tajā pašā monitoringa vietā).

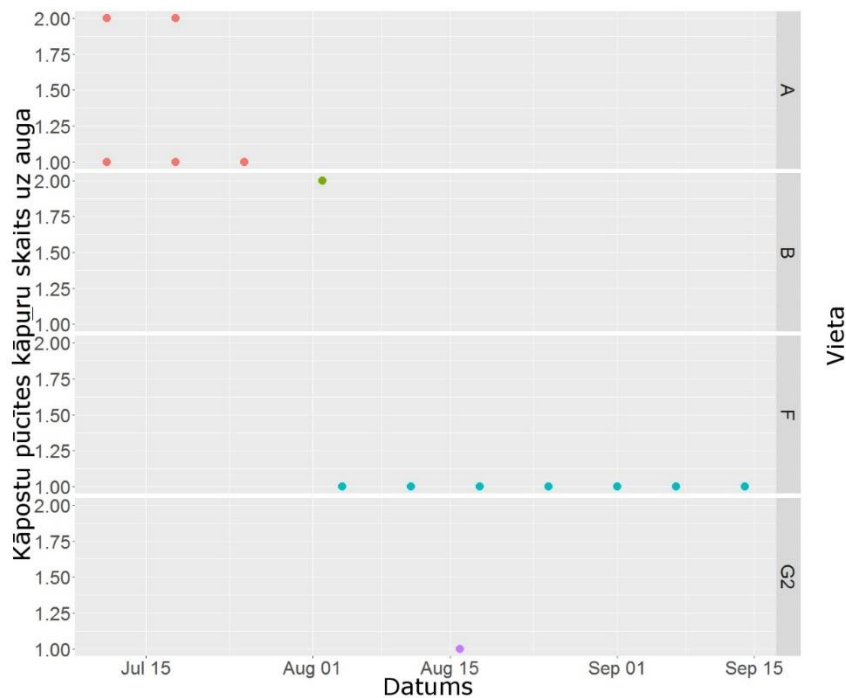
11. Citu kāpostu kaitēkļu monitorings

Kāpostu balteņi 2022. gada veģetācijas sezonā bija sastopami monitoringa vietās B, D, F un G. Kopā reģistrēja 111 kāpostu balteņa kāpurus. Vienīgi monitoringa vietā F kāpostu balteņa kāpuri bija sastopami ekonomiski nozīmīgā apjomā. Monitoringa vietā F kāpostu balteņa kāpuri bija sastopami no augusta vidus līdz pat oktobra sākumam, atsevišķos gadījumos līdz pat 20 kāpuriem uz galviņas. Tā kā kāpostu balteņa kāpuri ir diezgan lieli un spējīgi nodarīt apjomīgus bojājumus, tik vēl sezonā bojātās galviņas visticamāk kļuva tirgum nederīgas. Monitoringa vietās B un D konstatēja pa vienai bojātai galviņai jūlijā, un monitoringa vietā G vienu bojātu galviņu jūlijā agrajos kāpostos, un dažas bojātas galviņas vēlajos kāpostos augusta vidū un septembra sākumā. Visticamāk bojājumu apjoms nebija ekonomiski īpaši nozīmīgs (12. attēls).



12. attēls. Kāpostu balteņa kāpuru skaits uz augu. (katrs punkts apzīmē vienu uzskaites reizi uz viena augu, uz kura konstatēto kāpuru skaits >0, augi bez kāpuriem un monitoringa vietas, kur nav konstatēti kāpuri, nav parādītas, D1 un G1 apzīmē agros, un D2 un G2 vēlos kāpostu stādījumus vienā un tajā pašā monitoringa vietā).

Kāpostu pūcīte 2022. gada veģetācijas sezonā apsekotajās monitoringa vietās bija maznozīmīgs kaitēklis, kopumā konstatēja tikai 53 kāpurus, no kuriem lielākā daļa tika atrasti monitoringa vietās A un F. Monitoringa vietā A kāpostu pūcītes kāpurus atrada jūlijā, bet monitoringa vietā F augustā un septembrī. Pa vienai bojātai galviņai atrada arī monitoringa vietās B un G. Monitoringa vietā G kāpostu pūcītes bojātu galviņu atrada vēlajos kāpostos (13. attēls).



13. attēls. Kāpostu pūcītes kāpuru skaits uz auga. (katrs punkts apzīmē vienu uzskaites reizi uz viena auga, uz kura konstatēto kāpuru skaits >0, augi bez kāpuriem un monitoringa vietas, kur nav konstatēti kāpuri, nav parādītas, D1 un G1 apzīmē agros, un D2 un G2 vēlos kāpostu stādījumus vienā un tajā pašā monitoringa vietā).

12. Kāpostu cekulkodes attīstības cikla matemātiskā modelēšana

Kā redzams, skatoties uz kāpostu cekulkožu imago monitoringa rezultātiem delta amatās 2021. un 2022. gada veģetācijas sezonā, ja kāpostu cekulkožu dotajā monitoringa vietā ir daudz, tās parādās delta amatās lielākā vai mazākā skaitā praktiski katrā uzskaites reizē pat vairāk nekā divus mēnešus no vietas. Arī kāpuri un kūniņas uzskaitēs parādās daudzas nedēļas pēc kārtas. Tas liecina, ka kāpostu cekulkožu populācija pat vienā monitoringa vietā neattīstās pilnīgi sinhroni. Tā ir netieša norāde, ka iespējams, vismaz daļa populācijas nevis ziemo uz vietas, bet imigrē, ceļojot ar valdošajiem dienvidrietumu vējiem no Centrāleiropas. Ja populācija ziemotu Latvijā, no vienu monitoringa vietu apdzīvojošajām kāpostu cekulkodēm varētu sagaidīt lielāku sinhronizāciju, jo tās visas attīstītos vienos temperatūras apstākļos, bet lielā izkliede attīstības stadijās norāda, ka, ļoti iespējams, ar vēju uz Latviju tiek atnestas vairoties gatavas kāpostu cekulkodes no dažādām teritorijām dažādos laikos.

Ja migrācijas hipotēze ir patiesa, ar lokāliem aktīvo temperatūru summu modeļiem paredzēt sezonas pirmo kāpostu cekulkožu invāziju nav iespējams. Tā kā kāpostu cekulkodes bojājumi kļūst ekonomiski nozīmīgāki, ja tie tiek nodarīti tuvāk ražas novākšanai, ir svarīgi prognozēt, kuros brīžos vasaras otrajā pusē varētu būt jāpastiprina monitoringa pasākumi un jāierobežo jaunie otrās un, iespējams, trešās paaudzes kāpuri. Tādā gadījumā par atskaites punktu var izmantot novērojumus par pirmā kāpostu cekulkožu “vilņa” attīstību, un mēģināt prognozēt otro, un iespējams trešo “vilni”, kuriem pārsvarā vajadzētu pastāvēt no pirmās paaudzes imigrantu pēcnācējiem.

Lai modelētu attīstības ciklam nepieciešamo aktīvo temperatūru summu un minimālo attīstībai nepieciešamo temperatūru, izskatījām 2021. un 2022. gadā ievāktos datus par delta amatās noķertajiem kāpostu cekulkožu tēviņiem. Mērķis bija lidojuma dinamikā konkrētā sezonā un monitoringa vietā atrast vismaz divus “pīķus” jeb īpaši aktīvas imago lidošanas brīžus. Pieņemām, ka katrs “pīķis” atbilst atsevišķai paaudzei, laika posms starp “pīķiem” tika uzskatīts par viena pilna attīstības cikla izpildei nepieciešamo laiku.

2021. gadā, kad kāpostu cekulkožu bija samērā daudz, lidošanas dinamikās izdevās identificēt 11 “pīķus”. Monitoringa vietās A, B, D un G, katrā konstatēja pa diviem “pīķiem” jeb vienam pilnam

attīstības ciklam ar zināmu laiku, savukārt monitoringa vietā E identificēja trīs “pīķus”, tātad divus attīstības ciklus ar zināmu laiku.

2022. gadā kāpostu cekulkožu vairākās monitoringa vietās bija par maz, lai identificētu skaidrus “pīķus”, izdevās identificēt tikai divus “pīķu” pārus jeb attīstības ciklus ar zināmu laiku, vienu monitoringa vietā D un otru monitoringa vietā G (3. tabula).

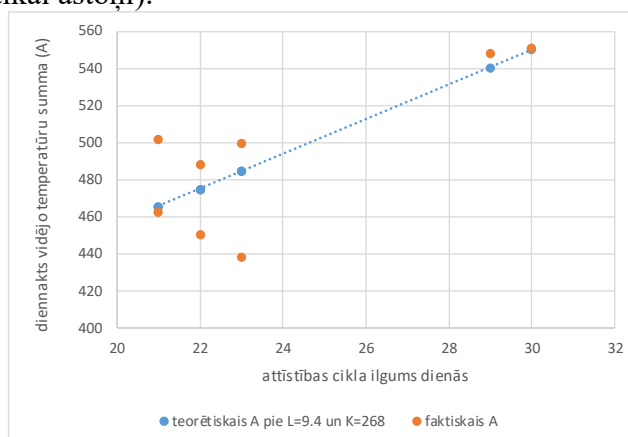
3. tabula. 2021. un 2022. gadā konstatēto identificējamo pilno kāpostu cekulkodes attīstības ciklu laiki.

Gads	Vieta	Attīstības cikla laiks dienās	Sākuma datums	Beigu datums
2021	A	22	02/07/2021	23/07/2021
2021	B	22	05/07/2021	26/07/2021
2021	D	23	06/07/2021	28/07/2021
2021	E	23	03/06/2021	25/06/2021
2021	E	21	25/06/2021	15/07/2021
2021	G	21	25/06/2021	16/07/2021
2022	D	30	21/06/2022	20/07/2022
2022	G	29	01/07/2022	29/07/2022

Katram no astoņiem identificētajiem attīstības cikliem ar zināmo laiku atlasīja gaisa temperatūras datus no tuvākās meteoroloģiskās stacijas par šo laika posmu, un, tā kā visos šajos laika posmos gaisa temperatūra bija viscaur pozitīva, aprēķināja diennakts vidējo temperatūru summu.

Pieņemot, ka diennakts vidējo temperatūru summu attīstības ciklā (A), attīstības cikla laiku dienās (B, dienas), minimālo aktīvās temperatūras sliekšni (L, °C) un nepieciešamo akumulēto grāddienu virs minimālā aktīvās temperatūras sliekšņa daudzumu (K) saista formula $K=A-B*L$, diennakts vidējo temperatūru summu attīstības ciklā izteica kā $A=K+B*L$, un izmantojot mazāko kvadrātu metodi, starpībām starp faktiskajām A vērtībām un A vērtībām pie konkrētiem L un K, atrada L un K vērtības, kas vislabāk apraksta vienlaikus visus astoņus apskatītos attīstības ciklus.

Iegūtās vērtības, sekojot šai metodei, bija $L \sim 9.4^{\circ}\text{C}$ un $K \sim 268$ akumulētās grāddienas pie aprēķinātā sliekšņa. Abas šīs vērtības iekļaujas robežās, kuras aprakstījis Marchioro et al (2015), apkopojot pētījumus no 1954. līdz 2011. gadam, taču datus vērojama diezgan liela izkliede (14. attēls), kas saistīta ar metodikas ierobežojumiem, tādiem kā ilgais laiks (līdz pat septiņām dienām) starp uzskaitēm un meteoroloģisko staciju dažkārt visai lielā distance līdz monitoringa vietām, kā arī nelielais datu punktu skaits (tikai astoņi).



14. attēls. Teorētiskās un faktiski novērotās diennakts vidējo temperatūru summas (A), pie dažādiem attīstības cikla ilgumiem dienā (B), pieņemot, ka minimālais attīstībai nepieciešamais temperatūras sliekšnis $L=9.4^{\circ}\text{C}$ un nepieciešamā aktīvo temperatūru summa virs šī sliekšņa $K=268$ grāddienas.

6. SECINĀJUMI

Kāpostu cekulkožu attīstība Latvijā nenotiek izteikti sinhronizēti, vienlaikus vienā teritorijā var būt satopami gan imago, gan kāpuri un kūniņas, līdz ar to grūti identificēt konkrētas paaudzes.

Gadījumos, kad izdodas identificēt atsevišķas paaudzes, vienas paaudzes attīstības laiks variē no 21 līdz 30 dienām.

Vadoties pēc 2021. un 2022. gadā konstatētajiem gadījumiem, kad izdevies identificēt atsevišķas paaudzes, aprēķinātais minimālais attīstībai nepieciešamais temperatūras sliekšnis un nepieciešamā aktīvo temperatūru summa virs šī sliekšņa iekļaujas literatūrā aprakstītajās robežās. Sakarā ar mazo izmantojamo datu punktu skaitu 2022. gadā, novērojumus nepieciešams turpināt, lai papildinātu datu kopu ar jauniem datu punktiem un varētu veikt pārliecinošus spriedumus par kāpostu cekulkodes attīstību aprakstošajām konstantēm Latvijas apstākļos.

Attīstības sinhronizācijas trūkums un literatūrā pieejami dati norāda, ka iespējams, ka liela daļa Latvijas kāpostu cekulkodes populācijas neziemo uz vietas, bet gan rudenī iet bojā, un Latvijas teritoriju ik pavasari atkārtoti kolonizē kāpostu cekulkodes no Centrāleiropas, kas migrē, sekojot valdošajiem dienvidrietumu vējiem.

Ja Latvijas kāpostu cekulkožu populāciju tiešām pārsvarā veido tālas distances migranti no Centrāleiropas, pastāv risks, ka populācija, kas ik gadu izveidojas Latvijā, ir ģenētiski heterogēna gan laikā, gan telpā, un tai ik gadu var piemist citādas īpašības, tai skaitā rezistence pret insekticīdiem, kas iegūta izcelsmes teritorijās pirms migrācijas.

7. LITERATŪRAS SARAKSTS

- 1) https://fauna-eu.org/cdm_dataportal/taxon/4f99faee-5888-426e-8bc8-9eed7b36ce0 Tiešsaiste, skatīts 14.11.2022.
 - 2) Linnaeus C. 1758. Systema Naturae Ed. 10, Vol. 1.
 - 3) <https://www.gbif.org/species/1831127> Tiešsaiste, skatīts 14.11.2022.
 - 4) <https://www.gbif.org/species/1831136> Tiešsaiste, skatīts 14.11.2022.
 - 5) Baraniak E. 2007. Taxonomic revision of the genus *Plutella* Schrank, 1802 (Lepidoptera: Plutellidae) from the Palaearctic region with notes on its phylogeny. Polish Journal of Entomology, pp 118.
 - 6) Landry J.F., Hebert P. DN. 2013. *Plutella australiana* (Lepidoptera, Plutellidae), an overlooked diamondback moth revealed by DNA barcodes. ZooKeys 327: 43-63.
 - 7) <https://britishlepidoptera.weebly.com/18-plutellidae.html> Tiešsaiste, skatīts 14.11.2022.
 - 8) Tauriņa E., Ozola E. 1957. Latvijas PSRS dzīvnieku noteicējs, I Bezmugurkaulnieki. Latvijas valsts izdevniecība, Rīgā.
 - 9) Moriuti S., 1986. Taxonomic Notes on the Diamondback Moth, Entomological Laboratory, College of Agriculture, University of Osaka Prefecture, Sakai, 591 Japan, pp 83-88
 - 10) diamondback moth - *Plutella xylostella* (Linnaeus) (ufl.edu) Tiešsaiste, skatīts 14.11.2022.
 - 11) Sayyed A. H., Rizvi R.M., Alvi A.H. 2002. Management of Diamondback Moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae): a Lesson from South East Asia for Sustainable Integrated Pest Management. Pakistan Journal of Biological Sciences, 5: 234-245.
 - 12) <http://insectpestmanagement.blogspot.com/2016/05/diamondback-moth-monitoring-prairie.html> Tiešsaiste, skatīts 14.11.2022.
- Bioloģija un ekoloģija
- 13) <https://www.cabi.org/isc/datasheet/42318#tohostPlants> Tiešsaiste, skatīts 14.11.2022.
 - 14) Sun, J.Y., Sønderby, I.E., Halkier, B.A., Jander, G. and de Vos, M. 2009. Non-volatile intactindole glucosinolates are host recognition cues for ovipositing *Plutella xylostella*. Journal of Chemical Ecology 35: 1427-1436.
 - 15) Cunningham, J.P. 2011. Can mechanisms help explain insect host choice? Journal of Evolutionary Biology 25:244-251.
 - 16) Gols, R. and Harvey, J.A. 2009. The effect of host developmental stage at parasitism on sexrelated size differentiation in a larval endoparasitoid. Ecological Entomology 34:755-762
 - 17) G. Riet, Witjes L. M. A., Van Loon J. J. A., Posthumus M. A., Dicke M., Harvey J. A. 2008. The effect of direct and indirect defenses in two wild brassicaceous plant species on a specialist herbivore and its gregarious endoparasitoid. Entomologia Experimentalis et Applicata, Special Issue: 13th International Symposium on Insect-Plant Interactions and 50th anniversary of EEA, Vol. 128, Issue1, p. 99-108.
 - 18) Muhamad, O., Tsukuda, R., Oki, Y., Fujisaki K., Nakasuji F. 1994. Influences of wild crucifers on life history traits and flight ability of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae). Researches of Population Ecology 36, p. 53-62.
 - 19) Begum S., Tsukuda R., Fujisaki K., Nakasuji F. 1996. The effects of wild cruciferous host plants on morphology, reproductive performance and flight activity in the diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae). In: Population Ecology, Vol. 38, Issue 2, p. 257-263
 - 20) <http://idtools.org/id/leps/lepintercept/pdfs/xylostella.pdf> Tiešsaiste, skatīts 14.11.2022.
 - 21) <https://www.cabi.org/isc/abstract/20033001254> Tiešsaiste, skatīts 14.11.2022.
 - 22) <http://idtools.org/id/leps/lepintercept/pdfs/xylostella.pdf> Tiešsaiste, skatīts 14.11.2022.

- 23) Harvey-Samuel T., 2015 Genetic control of the diamondback moth (*Plutella xylostella* L.) A Thesis Submitted in Fulfilment of the Degree of Doctor of Philosophy. Department of Zoology University of Oxford. pp 237.
- 24) http://www.agroatlas.ru/en/content/pests/Plutella_maculipennis/ Tiešsaiste, skatīts 14.11.2022.
- 25) <https://www.cabi.org/news-article/study-shows-life-table-of-crop-devastating-diamondback-moth-has-changed-little-in-65-years/> Tiešsaiste, skatīts 14.11.2022.
- 26) Ahmad M., 2005. Diamondback moth, *Plutella xylostella*: a review of its biology, ecology and control., *Journal of Agricultural Research* 43(4) p. 361-382
- 27) http://entnemdept.ufl.edu/creatures/veg/leaf/diamondback_moth.htm Tiešsaiste, skatīts 14.11.2022.
- 28) Sarnthoy O., Keinmeesuke P., Sinchaisri N., Nakasuji F. 1989. Development and reproductive rate of the diamondback moth, *Plutella xylostella*, from Thailand. *Applied Entomology and Zoology* 24 p 202-208.
- 29) <https://bladmineerders.nl/parasites/animalia/arthropoda/insecta/lepidoptera/ditrysia/yponomeutoidea/plutellidae/plutella/plutella-xylostella/> Tiešsaiste, skatīts 14.11.2022.
- 30) Hermansson J., 2016. Biology of the Diamondback moth (*Plutella xylostella*) and its future impact in Swedish oilseed rape production– a literature review, Independent project. Degree project. SLU, Department of Ecology, Swedish University of Agricultural Sciences Faculty of Natural Resources and Agricultural Sciences, Department of Ecology pp. 42.
- 31) Muimba-Kankolongo A., 2018. Food Crop Production by Smallholder Farmers in Southern Africa. Challenges and Opportunities for Improvement. p205-274
- 32) Logan J.A., Wollkind S., Hoyt C., Tanigoshi K. 1976. An Analytic Model for Description of Temperature Dependent Rate Phenomena in Arthropods. *Environmental Entomology* 5(6) p. 1133-1140
- 33) Trapman M., Helsen H., Polfliet M. 2008. Development of a dynamic population model as a decision support system for Codling Moth (*Cydia pomonella* L) management. *Ecofruit - 13th International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing: Proceedings to the Conference from 18th February to 20th February 2008 at Weinsberg/Germany*, pp. 247-251
- 34) Marchioro C.A., Krechmer F.S., de Moraes C.P., Forester L.A. 2015. Reliability of Degree-Day Models to Predict the Development Time of *Plutella xylostella* (L.) under Field Conditions. *Neotropical Entomology* volume 44, p. 574–579.
- 35) <https://www.cabi.org/isc/datasheet/42318#A5F95D80-3BBD-4002-ABF8-EA326F1A24A3> Tiešsaiste, skatīts 14.11.2022.
- 36) Hardy, J.E., 1938. *Plutella maculipennis*, Curt., its natural and biological control in England. *Bulletin of Entomological Research*. 29 (4) p. 343-372.
- 37) Kfir, R., 1998. Origin of the diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). *Annals of the Entomological Society of America*. 91(2) p. 164-167.
- 38) Liu, S.S., Wang, X.G., Guo, S.J., He, J.H., Shi, Z.H., 2000. Seasonal abundance of the parasitoid complex associated with the diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) in Hangzhou, China. *Bulletin of Entomological Research*, 90 (3) p. 221-231.
- 39) Mason, P.G., Dancau, T., Abram, P.K., Noronha, C., Dixon, P.K., Parsons, C.R., Bahar, M.D., Bennett, A.M.R., Fernández-Triana, J.L., Brauner, A.M., Clarke, P., Thiessen, J., Gillespie, D.R., Haye, T., 2022. The parasitoid complex of diamondback moth, *Plutella xylostella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Plutellidae), in Canada: impact and status. *The Canadian Entomologist*. 154.
- 40) Furlong M.J., Wright D.J., 2012. Diamondback Moth Ecology and Management: Problems, Progress, and Prospects. *Annual Review of Entomology* 58(1)
- 41) Ozols E. 1973. Lauksaimniecības entomoloģija. Zvaigzne lp. 495.

- 42) Priedītis A. 1999 Kultūraugu kaitēkļu kritiskie sliekšņi ķīmisko un bioloģisko aizsardzības pasākumu pamatošanai. Rīga, Jelgava lp. 16.
- 43) Yang, C.,Y., Lee, S., Choi, K., S., Jeon, H.,Y., and Boo, K., S. 2007. Sex pheromone production and response in Korean populations of the diamondback moth, *Plutella xylostella*. *Entomol. Exp. Appl.* 124:293-298.
- 44) Tamaki, Y., Kawasaki, K., Yamada, H., Koshihara, T., Osaki, N., Ando, T., Yoshida, S., and Kakinohana, H. 1977. (Z)-11-hexadecenal and (Z)-11-hexadecenyl acetates: sex-pheromone components of the diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). *Appl. Entomol. Zool.* 12:208-210.
- 45) <https://www.pherobank.com/catalogue.html> Tiešsaiste, skatīts 14.11.2022.
- 46) http://registri.vaad.gov.lv/reg/aal_saraksts.aspx Tiešsaiste, skatīts 14.11.2022.
- 47) <https://portaal.agri.ee/avalik/#/taimekaitse/taimekaitsevahendid-otsing/en> Tiešsaiste, skatīts 14.11.2022.
- 48) http://www.vatzum.lt/uploads/documents/aaprs/augalu_apsaugos_produkta_ Tiešsaiste, skatīts 14.11.2022
- 49) Capinera L.J., 2001. Order Homoptera—Aphids, Leaf- and Planthoppers, Psyllids and Whiteflies. *Handbook of Vegetable Pests*, p. 279-346
- 50) Edde A.P., 2022. Arthropod pests of rapeseed (canola) (*Brassica napus* L.). *Field Crop Arthropod Pests of Economic Importance* p. 140-207.
- 51) http://registri.vaad.gov.lv/reg/kaitigie_organismi.aspx Tiešsaiste, skatīts 14.11.2022.
- 52) https://entnemdept.ufl.edu/creatures/veg/aphid/cabbage_aphid.htm Tiešsaiste, skatīts 14.11.2022.
- 53) Duchovskiene L. 2005. Seasonal abundance dynamic of cabbage aphid *Brevicoryne brassicae* in differently fertilized white cabbages. *Scientific works of Lithuanian Institute of Horticulture and Lithuanian University of Agriculture. Sodininskyste ir daržininkyste*, 24 (4). p. 163-171.
- 54) <https://www.cabi.org/isc/datasheet/41157> Tiešsaiste, skatīts 14.11.2022.
- 55) http://www.agroatlas.ru/en/content/pests/Pieris_brassicae/ Tiešsaiste, skatīts 14.11.2022.
- 56) <https://www.cabi.org/isc/datasheet/8491> Tiešsaiste, skatīts 14.11.2022.
- 57) http://www.agroatlas.ru/en/content/pests/Mamestra_brassicae/ Tiešsaiste, skatīts 14.11.2022.
- 58) <https://likumi.lv/ta/id/300099-fizisko-personu-datu-apstrades-likums>