



Agrihorts



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

Projekta

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

Zinātniskā atskaite

Projekta vadītāja: Laura Ozoliņa – Pole

Jelgava, 2023

**Zinātniskais projekts “Kāpostu cekulkodes *Plutella xylostella* 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. vies- zinātniskais asistents

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 METODEDES	14
7. Pētījumu vietas un apstākļu raksturojums.....	14
8. 2023. gada meteoroloģiskie apstākļi.....	17
9. Kāpostu cekulkodes un citu kaitēkļu monitorings	21
5. REZULTĀTI UN DISKUSIJA.....	24
10. Kāpostu cekulkožu monitoringa rezultāti	24
11. Citu kāpostu kaitēkļu monitoringa rezultāti.....	29
12. Kāpostu cekulkodes attīstības cikla matemātiskā modelēšana	34
6. SECINĀJUMI.....	37
7. LITERATŪRAS SARAKSTS.....	38

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 2023.gadā desmit kāpostu laukos tika iekārtotas monitoringa vietas un 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.

Šis bija trešais novērojumu veikšanas gads. 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. 2023.gada veģetācijas periodā delta lamatās uzskaitīto imago un kūniņu skaits, salīdzinot ar 2022.gadu, bija lielāks, bet kāpuru skaits - mazāks.

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., 2022. un 2023. gada datus par iespējamo paaudzes attīstības laiku, tas variēja no 21. līdz 37. dienām, un aprēķinot minimālo attīstībai nepieciešamo temperatūras sliekšni un nepieciešamā aktīvo temperatūru summu virs šī sliekšņa, tie iekļaujas literatūrā aprakstītajās robežās.

Baltā sinepe praktiski nav interesanta kā saimniekaugs kāpostu cekulkodei un lielākajai daļai citu krustziežu dārzeņu kaitēkļu, līdz ar to baltājai sinepei trūkst cerētās vērtības kā pievilinātājaugam, kas novērstu kaitēkļu uzbrukumus kāpostiem.

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 māiņas 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 dzīslojuma 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 krāsā. 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 angliskais 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

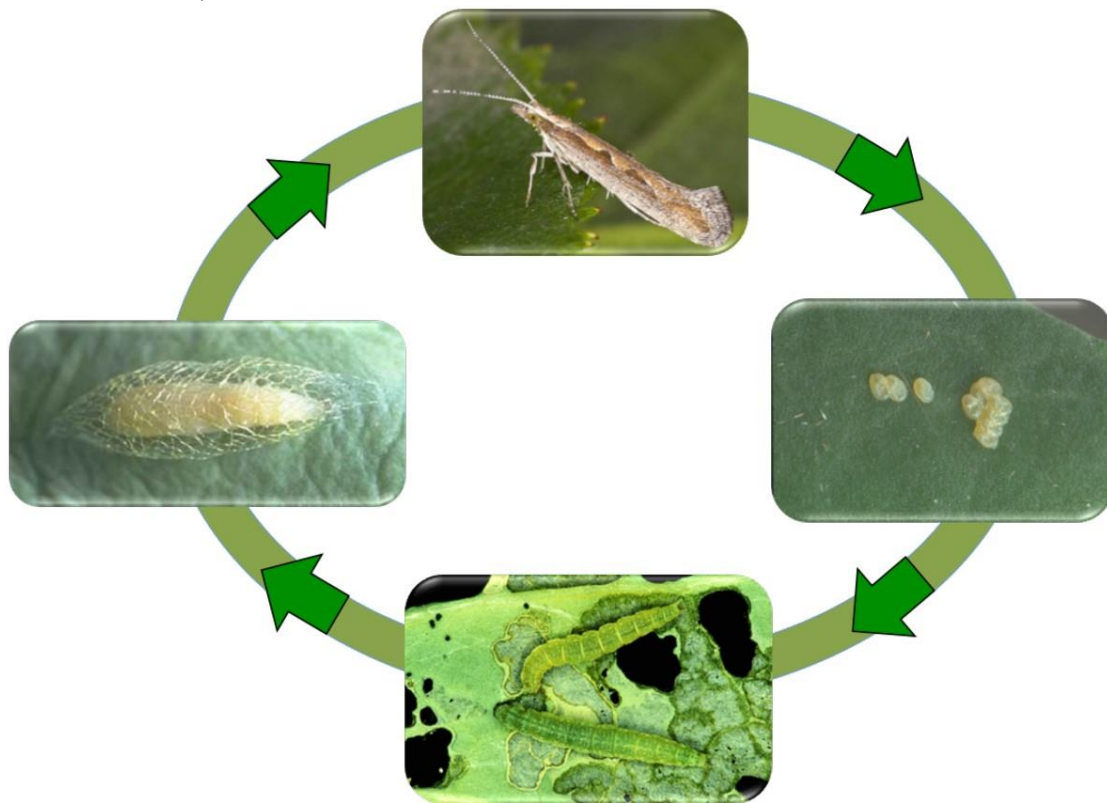
Saimniekaugi

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). Tīkmēr, 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, satīklojumi samazina produkcijas kvalitāti. Tauriņa attīstības process kūniņā aizņem no 5 līdz 15 dienām, atkarībā no reģiona (vidēji 8.5 dienas), [27] (MuimbaKankolongo, 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.

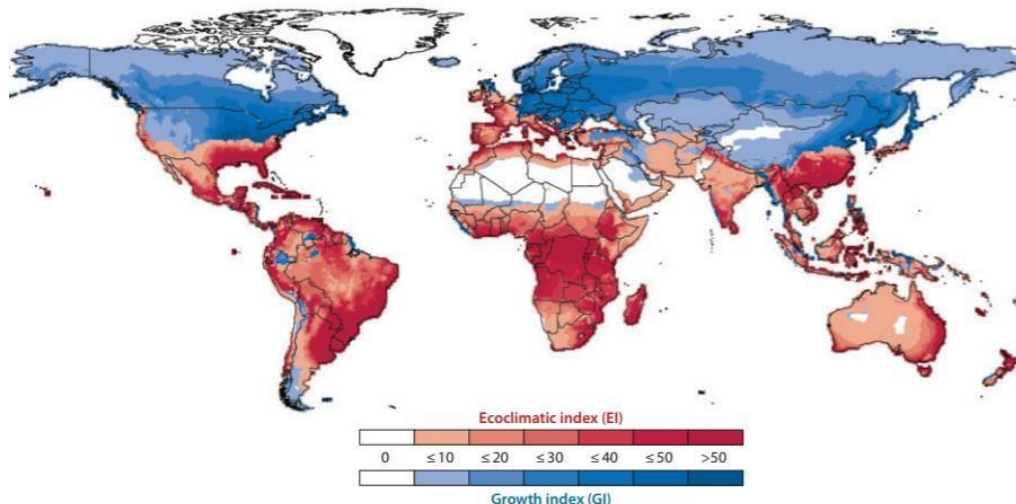
Iedziļinoties kukaiņu fenoloģijā ir konstatēts, ka bieži katrai kukaiņa attīstības stadijai (olai, kāpuram, kūniņai) ir sava specifiskā sakarība starp temperatūru un attīstības ātrumu, ar savu minimālo, optimālo un maksimālo temperatūru. Tas labāk izpētītiem kukaiņiem, tādiem kā ābolu tinējs *Cydia pomonella*, 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 sastopama 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 krāsa - ekoklimatiskais indekss (EI) ir pozitīvs (kāpostu cekulcode var attīstīties visu gadu). Zilā krāsa - EI=0, bet gada pieauguma indekss (GI) ir pozitīvs (kāpostu cekulcode var attīstīties noteiktās sezonās) (Furlong, Wright, 2012).

5. Kāpostu cekulkodes monitoring un ierobežošanas pasākumi.

Monitoring:

Kāpostu cekulkodes imago monitoringam var izmantot visas tradicionālās naktstauriņu monitoringa metodes, tādas kā tauriņu uzskaitē nakts 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 monitoringam izmanto ar feromonu dispenseriem aprīkotas lamatas. Efektīvi un vienkārši saražojami ir sievišķie dzimumferomoni (Z)-11-heksadecenilacetāts, (Z)-11-heksadecenols-1, un (Z)-11heksadecenāls, 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, jāskatās 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 dārzeņiem komerciāli pieļaujama 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 astoņu 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 trīs darbīgās vielas, viena no kurām savukārt nav reģistrēta 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 divu 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 2023. gadā kāpostu cekulkodes ierobežošanai reģistrētie insekticīdi un to pieļaujama lietojums citu kāpostu kaitēkļu ierobežošanai.

Darbīgā viela	IRAC grupa	Kāpostu cekulkode	Kāpostu un rāceņu baltenis	Kāpostu pūcīte	Kāpostu laputs
Spinosads	5	LV	LV		
Hlorantriliprols	28	LV, LT	LV, LT	LV, LT	
Ciāntriliprols	28	LV	LV	LV	
<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i>	11A	LV	LV	LV	
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 dārzu 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 sasniedzusi +7...+9°C, (Edde, 2022). Gadījumos, kad veģetācijas sezonas laikā temperatūra ir laputu attīstībai labvēlīga, bet uz konkrētā auga kolonijai sāk pietrūkt resursu, partenogēnētiski 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 krutziežu 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 nemēslotus laukus ar laukiem, kuros tika lietots organiskais vai minerālmēslojums, tika novērotas vidēji 0.93 laputis uz auga nemēsoltā laukā, līdz 2.57 indivīdiem laukā, kurš mēsloja ar organisko mēslojumu 2003. gadā. 2004. gada sezonā novērotas būtiskas atšķirības starp nemēslotu lauku (2.57 indivīdi uz auga), organiski mēslotu (7.24 indivīdi uz auga) un mēslotu 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 krāsojuma – 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 511 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 iegraužas 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 izgrauž lapās caurumus un attīstoties tālāk, iegraužas 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, parazītlapsenes 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

2023. gada veģetācijas sezonā kāpostu cekulkodes monitoringu veica desmit dažādās Latvijas vietās (4.attēls). Septiņās vietās vai netālu no tām monitoringa veikts arī 2021.un 2022. gadā. Šajā veģetācijas periodā izveidota vēl viena monitorīga vieta komercstādījumā un divas vietas blakus zinātniskām iestādēm – Agrihorts Jelgavā un Pūrē. Projektā iesaistīto saimniecību nosaukumi atskaitē netiek minēti, saskaņā ar fizisko personu datu apstrādes likuma 31. pantu [58]. Monitoringa vietām dotas tuvākās apdzīvotas vietas nosaukums: Līgatne, Vārme, Eleja, Vandāni, Tirza, Dricāni, Ķekava, Allaži, Pūre vai Agrihorts.

Arī 2023.gadā pētījuma vietas izvēlējās tā, lai reprezentētu pēc iespējas lielāku daļu no valsts teritorijas un novērotu kāpostu cekulkodes pēc iespējas dažādos apstākļos. Lai dati būtu salīdzināmi, daļa novērojumus atkārtoja netālu no monitoringa punktiem iepriekšējās sezonās.



4. attēls. Kāpostu cekulkodes monitoringa pētījumu vietas Latvijā 2023.gadā. (A-Līgatne; B-Vārme; C-Eleja; D- Vandzene; E-Tirza; F—Dricāni; G- Ķekava; H-Allaži; I-Pūre; J-Agrihorts)

Katrā no monitoringa vietām ir atšķirīgi kāpostu augšanas apstākļi (2.tabula) un kopšana. Monitoringa vietas apsaimniekotāja sniegtā informācija par šajā veģetācijas sezonā lietotajiem mēslojumiem un augu aizsardzības līdzekļiem parādīta 3.un 4.tabulās.

2. tabula. Informācija par kāpostu cekulkodes monitoringā izmantotajiem kāpostu stādījumiem 2023.gadā

Saimniecība	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
vieta	Līgatne	Vārme	Eleja	Vandāni	Tirza	Dricāni	Ķekava	Allaži	Pūre	Agrihorts
	Līgatnes pag., Līgatnes nov.	Vārmes pag., Kuldīgas nov.	Elejas pag., Jelgavas nov.	Dignājas pag., Jēkabpils nov.	Tirzas pag., Gulbenes nov.	Dricānu pag., Rēzeknes nov.	Ķekavas pag., Ķekavas nov.	Allažu pag., Siguldas nov.	Pūres pag., Tukuma nov.	Jelgava
lauka koordinātas	57.20720; 25.01750	56.85215094; 22.21534656	56.432908; 23.712185	56.28847; 26.17664	57.17355; 26.7602	56.654180; 27.176101	56.80810; 24.26760	57.06512; 24.83119	57.0629164; 22.9188960	56.66514; 23.76307
Meteo-stacija	Sigulda, Davis	Stende, LVGMC	Jelgava, LVGMC	Zīlāni, LVGMC	Gulbene, LVGMC	Rēzekne, LVGMC	Rīga LU, LVGMC	Sigulda, Davis	Stende, LVGMC	Jelgava, LVGMC
stādīšanas datums	22.05.2023	12.05.2023	16.05.2023	22.05.2023	09.05.2023	29.05.2023, 31.05.2023	27.04.2023	31.05.2023	29.05.2023	05.05.2023
stādīšanas metode	stādāmā mašīna	stādāmā mašīna	stādāmā mašīna	stādāmā mašīna	stādāmā mašīna	ar rokām	stādāmā mašīna	stādāmā mašīna	ar rokām	ar rokām
Šķirne	Ramko, Lennox, Krautman	Ancoma	Successor	Lenox, Storidor	Lennox	Lennox	Sweety F1	Kilastor F1	Jaguar	Sweety F1
dēstu izcelsme	pašaudzētu	pašaudzēti	pašaudzēti	pašaudzēti	pašaudzēti	pašaudzēti	pašaudzēti	pašaudzēti	pašaudzēti	SIA Flourishing
priekšaugi	papuve	bietes	ziemas kvieši	ziemas kvieši	ganības	burkāni	zemenes	kukurūza	dārzeni	-
augšnes granulometriskais sastāvs	smilšmāls	smilšmāls	smilšmāls	smilšmāls	mālsmilts	mālsmilts	mālsmilts	smilšmāls	mālsmilts	kūdra

3.tabula Monitoringa vietās lietoie mēslošanas līdzekļi

vieta	lietotie mēslošanas līdzekļi
Līgatne	Novatec Classic , Amonija nitrāts
Vārme	8.05. Berlka - 800kg/ha, NPK 11-11-24 - 200kg/ha, Amofoss - 450kg/ha, Kālija Sulfāts - 600 kg/ha; 10.05. Nitrabors - 100kg/ha; 26.05. Raykat Start- 0.3kg/ha; 3.06. Calmax - 1 kg/ha; 8.06. Ikar Ocean -0.25 kg/ha; 26.06. Karbamīds- 150kg/ga; 28.06. Bors -1kg/ha, Nutrivant Rapsim- 3kg/ha; 5.07. Kālija nitrāts- 3kg/ha; 12.07. Bosfoliar - 3kg/ha; 19.07. Rapsam - 2kg/ha, Bors - 0.5kg/ha, Icar Ocean -0.2kg/ha, CaO - 3kg/ha.
Eleja	22.05. NPK 14-14-21- 600kg/ha; 26.06 NS 27-3- 300kg/ha
Vandāni	NPK 8-11-23
Tirza	30.05. YaraTropicote N 15.5, Ca 26 - 0.15t/ha; 3.06. Yara Tropicote N 15.5, Ca 26 - 0.15 t/ha; 16.06 Nitrabors N15.4 Ca 18.5 Br 0.3 - 0.15t/ha; 29.06 Nitrabors N15.4 Ca 18.5 Br 0.3 - 0.15t/ha
Dricāni	NPK 10-26-26, JaraMila Complex NPK 12-11-18
Ķekava	27.04. Yara Mila 12-11-18; vēlāk uzmglots Kalcija nitrāts
Allaži	31.05. NPK 11-11-21 - 500kg/ha, 26.06. Nitrabor - 150kg/ha, 06.07. Nitrabor- 150kg/ha
Pūre	Plant - I Boost
Agrihorts	nav lietoti



5.attēls Monitoringa vietas Elejā un Vārmē

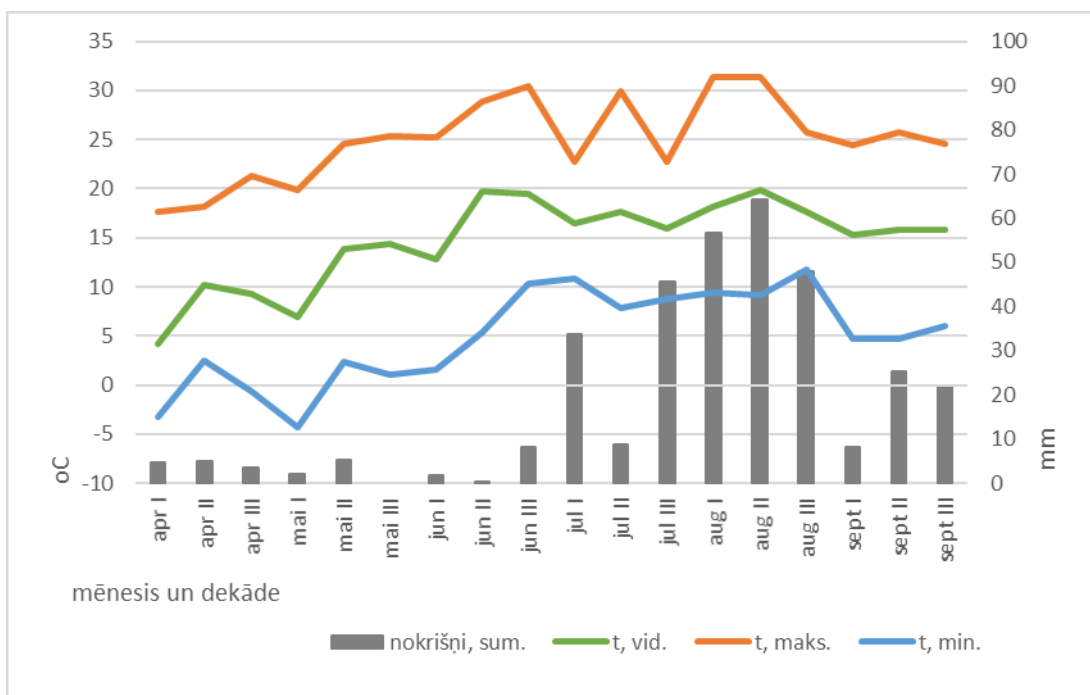
4.tabula Monitoringa vietās lietotie augu aizsardzības līdzekļi

vieta	lietotie augu aizsardzības līdzekļi
Līgatne	30.05. Benevia 100OD (Ciāntraniliprols 100g/l)- 0.5l/ha; 11.07. Beneva 100OD (Ciāntraniliprols 100g/l)- 0.5l/ha; 27.07. Acetami 20SG (Acetamiprīds 200g/kg)- 0.3g/ha
Vārme	8.06. Karate Zeon 5SC (Lambda cihalotrīns 50g/l)- 0.15kg/ha; 13.06. Lentagran WP (Piridāts 450g/kg)- 0.95kg/ha, Ciperkils 500 e.k. (Cipermetrīns 500g/l)- 0.05kg/ha; 28.06. Teppeki (Flonikamīds 500g/kg)-0.14kg/ha; 5.07. Conclude 250SC (Azoksistrobīns 250g/l)- 0.8l/ha; 12.07. Beneva 100OD (Ciāntraniliprols 100g/l) - 0.5l/ha; 11.08. Signum (Boskalīds 26.7%, Piraklostrobīns 6.7%)- 1l/ha, Teppeki (Flonikamīds 500g/kg) - 0.14l/ha
Eleja	15.05. Devrinols s.k. (Napropamīds 450g/l)- 2l/ha; 2.06. Butisan 400 (Metazahlors 400g/l) - 1.875l/ha, Lentagran WP (Piridāts 450g/kg)- 2.l/ha; 6.07. Mospilan 20SG (Acetamiprīds 200g/kg)- 0.2kg/ha; 29.07. Decis Mega (Deltametrīns 50g/l) - 0.15l/ha;
Vandāni	29.05. Lentagran WP (Piridāts 450g/kg) - 1.2 kg/ha; Lentagran WP (Piridāts 450g/kg) - 0.7kg/ha; Rapsan 400SC (Metazahlors 400g/l)- 1.5 l/ha; 29.06. Acetami 20 SG (Acetamiprīds 200g/kg)- 0.22l/ha; 1.08. Conclude 250SC (Azoksistrobīns 250g/l) - 0.8l/ha
Tirza	10.05. Devrinols s.k. (Napropamīds 450g/l) - 2l/ha; 16.05. Rapsan 400SC (Metazahlors 400g/l) - 1.875 l/ha; 16.05. Ciperkils 500 e.k. (Cipermetrīns 500g/l) - 0.05 l/ha; 22.06. Cliophar 600SL (Klopiralīds 600g/l)- 0.2l/ha; 26.06. Teppeki (Flonikamīds 500g/kg) - 0.14l/ha; 26.06. Decis Mega (Deltametrīns 50g/l) - 0.15 l/ha; 30.06. Conclude 250SC (Azoksistrobīns 250g/l) - 0.8 l/ha; 11.07. Karate Zeon 5SC (Lambda cihalotrīns 50g/l) - 0.15 l/ha; 19.07. Movento SC100 (Spirotetramāts 100g/l)- 0.75 l/ha
Dricāni	31.05. Decis Mega (Deltametrīns 50g/l); 12.07. Decis Mega (Deltametrīns 50g/l) - 0.12l/ha
Ķekava	Ciperkils 500 e.k. (Cipermetrīns 500g/l), Decis Mega (Deltametrīns 50g/l)
Allaži	12.06. Lentagran WP (Piridāts 450g/kg) - 1.8kg/ha, 10.07. Agil 100EC (Propakvizafops 100g/l)- 1.5l/ha, Karate Zeon 5SC (Lambda cihalotrīns 50g/l) - 0.15 l/ha, 05.08. Movento SC100 (Spirotetramāts 100g/l) - 0.075l/ha
Pūre	2.08.2023 NeemAzal (Azadiraktīns- A 10g/l)- 50ml/ 10l ūdens
Agrihorts	nav lietoti

8. 2023. gada meteoroloģiskie apstākļi

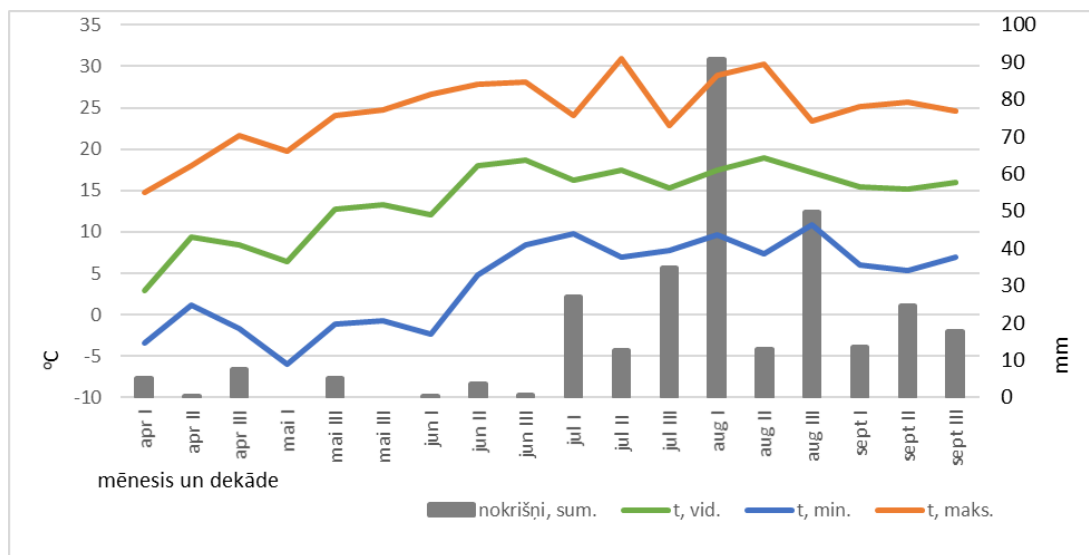
Izvērtējot monitoringa vietu tuvumā esošo meteoroloģisko novērojumu staciju temperatūru un nokrišņu datus no aprīļa līdz septembrim, secināts, ka tajos atspoguļojas 2023.gada meteoroloģiskās īpašības – aukstuma viļņi pavasarī, silta un sausa vasara un liels mitrums augustā.

Monitoringa vietu Līgatnē un Allažos meteodati iegūti no Davis meteostacijas (6.attēls), kas izvietota kādā saimniecībā Siguldas pagastā. Šī meteoroloģisko novērojumu stacija maija pirmajā dekādē fiksējusi tikai -4.3°C temperatūru, bet maija trešajā dekādē nokrišņi nav konstatēti. Augstākā sagaisa temperatūras bijušas augusta pirmajā pusē + 31,4°C. Augusta otrajā dekādē fiksēts arī lielākais nokrišņu daudzums – 64.2mm.

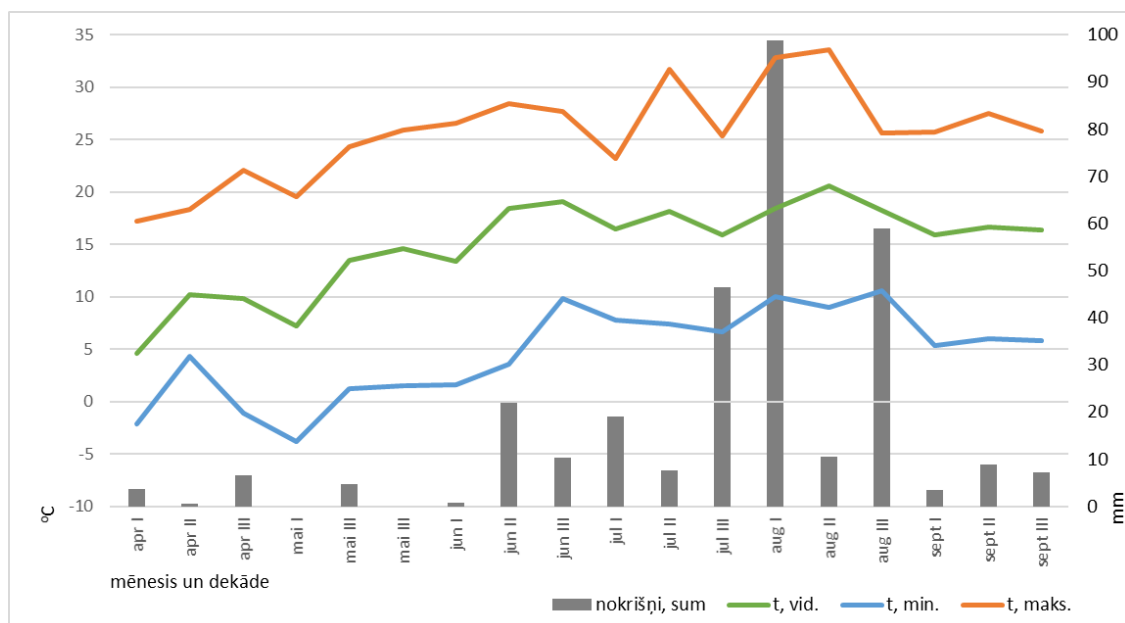


6.attēls Meteoroloģiskie apstākļi monitoringa vietās Līgatne un Allaži

Citās vietās fiksēto meteoroloģisko datu apskatei tiek izmantotas monitoringa vietai tuvāk izvietotās Latvijas vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centra novērojumu stacijas. Monitoringa vietām Vārme un Pūre tuvākā ir Stendes novērojumu stacija. Šeit gaisa temperatūras, kas nepārsniedz 0°C, ir fiksētas aprīlī un maijā (7.attēls), bet jūnija pirmajā dekādē zemākā gaisa temperatūrā bijusi pat -2.4°C. Maija pirmajā un trešajā dekādēs nokrišņi nav bijuši, savukārt augusta pirmajā dekādē nolijuši pat 90.7 mm nokrišņu.



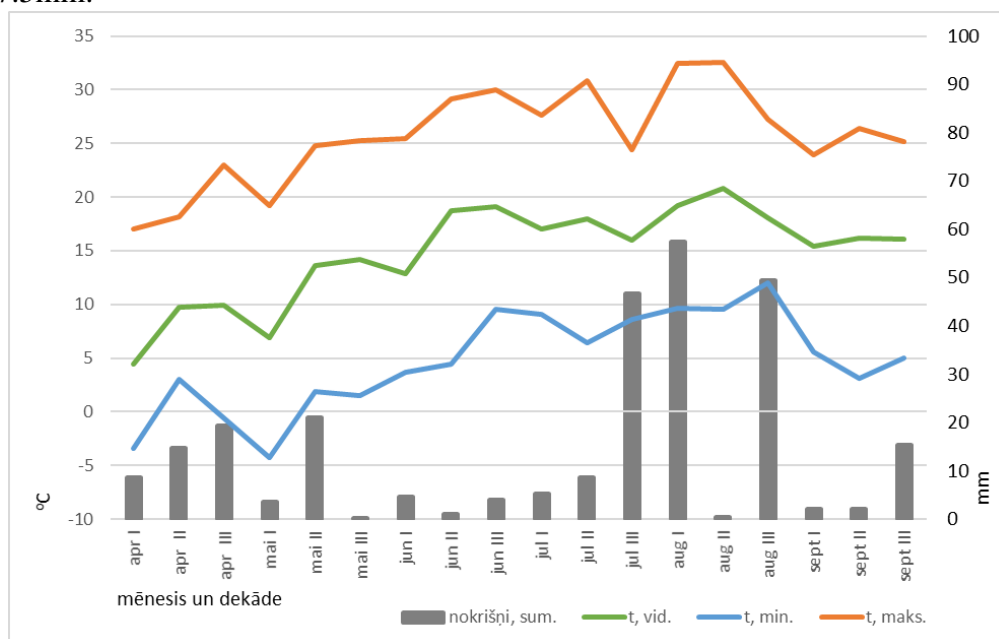
7.attēls Meteoroloģiskie apstākļi monitoringa vietās Vārme un Pūre



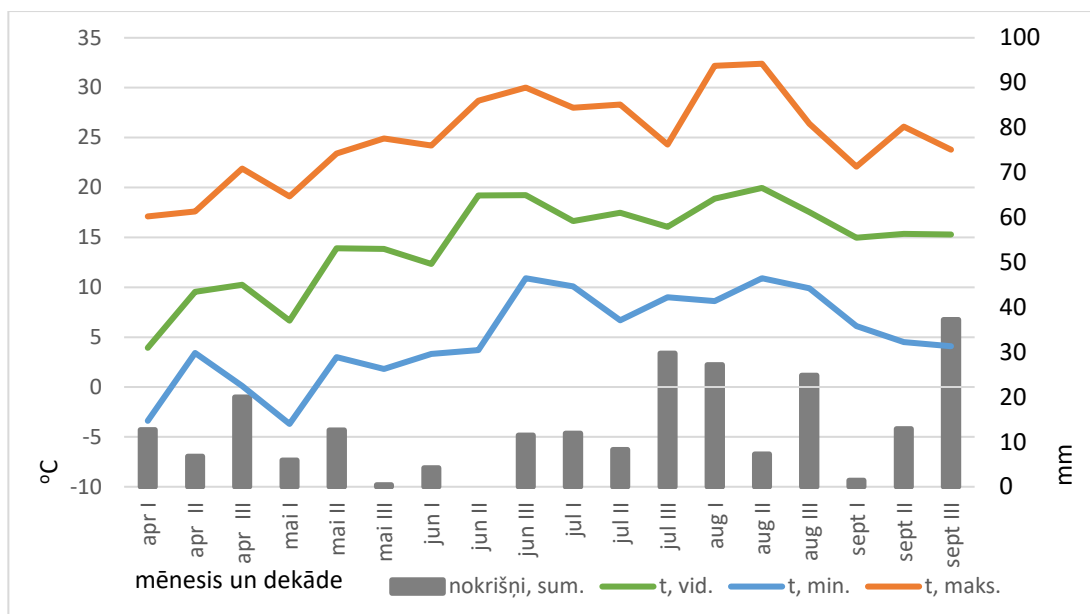
8.attēls Meteoroloģiskie apstākļi monitoring vietās Eleja un Agrihorta

Jelgavas meteoroloģisko novērojumu stacijā fiksētā informācija (8.attēls) var tikt piemērota Elejas un Agrihorta monitoringa vietu meteoroloģiskajiem apstākļiem. Arī šeit zemākā gaisa temperatūra -3.8°C reģistrēta maija pirmajā dekādē. Maija pirmajā un trešajā dekādē nokrišņi nav bijuši, bet augusta pirmajā dekādē nolijuši pat 98.8 mm nokrišņu.

Monitoringa vietai Vandāni tuvākā ir Zilānos izvietotā meteoroloģisko novērojumu stacija (9.attēls). Iegūtie dati liecina, ka Jēkabpils novadā gaisa temperatūra virs $+30^{\circ}\text{C}$ pakāpušās jūlija otrajā dekādē, kā arī augusta pirmajā un otrajā dekādē. Neskatoties uz to, ka arī Jēkabpils novadā maija trešajā dekādē bija niecīgs nokrišņu daudzums – 0.2mm, jūlija beigās un augustā reģistrēto nokrišņu apjoms nav bijis tik krasi atšķirīgs, kā citās vietās Latvijā – augusta pirmajā dekādē bijis lielākais nokrišņu daudzums – 57.5mm.

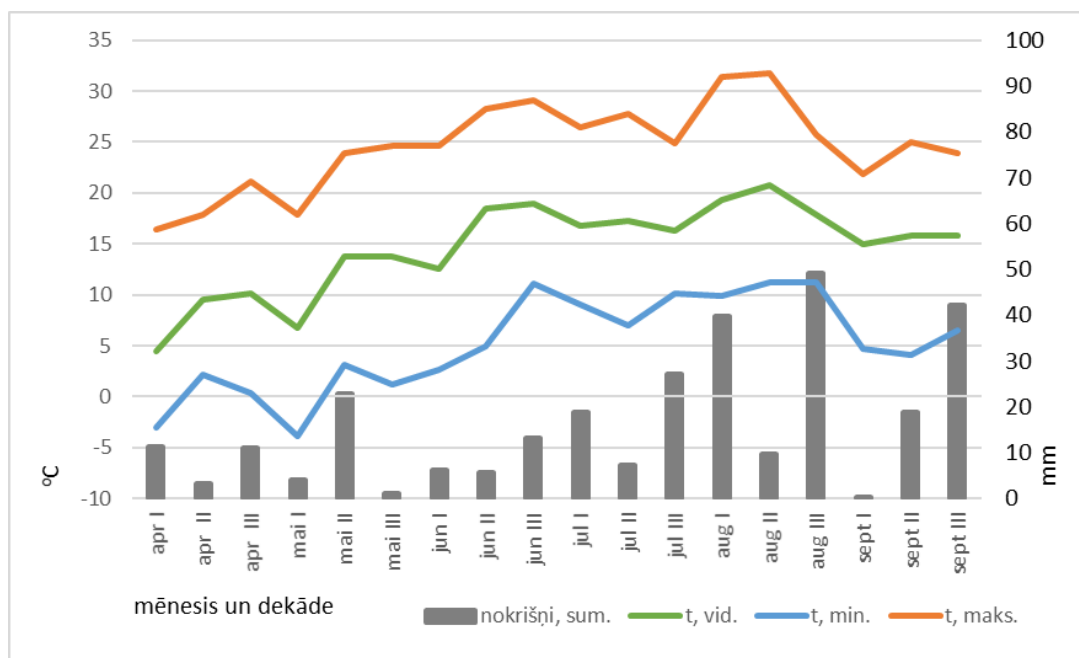


9.attēls Meteoroloģiskie apstākļi monitoringa vietā Vandāni



10.attēls Meteoroloģiskie apstākļi monitoringa vietā Tirza

No Gulbenes novadā izvietotā meteoroloģisko novērojumu stacijas datiem (10.attēls), var spriest par apstākļiem monitoring vietā Tirza. Maija pirmajā dekādē gaisa temperatūra ir nokritusi līdz -3.7°C , bet augusta pirmajā un otrajā dekādē gaisa temperatūra pakāpusies virs $+32^{\circ}\text{C}$ atzīmei. Arī Gulbenes novadā starpība starp apskatāmajā laika periodā novēroto nokrišņu daudzumu nav liela, t.i. kaut gan jūnija otrajā dekādē nokrišņu nav bijis, jūlija trešajā dekādē un augusta pirmajā un trešajā dekādē nokrišņi bijuši mazāk kā 30 mm. Lieākais nokrišņu daudzums fiksēts septembra trešajā dekādē – 37.2 mm.

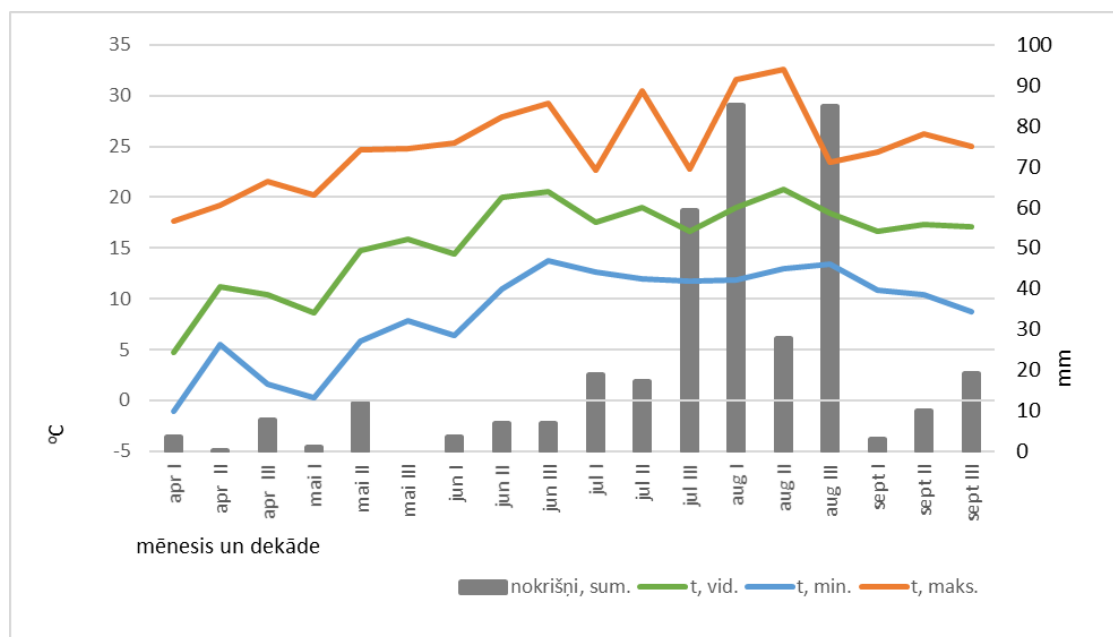


11.attēls Meteoroloģiskie apstākļi monitoringa vietā Dricāni

11.attēlā redzam Rēzeknes novadā izvietotās meteoroloģisko novērojumu stacijā fiksētos datus. Tie liecina, ka arī monitoringa vietā Dricāni temperatūru un nokrišņu svārstības nav bijušas tik krasas, kā citās vietās Latvijā. Maija pirmajā dekādē fiksēts sals līdz -3.9°C , bet augusta pirmajā un

otrajā dekādē termometra stabiņš pacēlies virs +31 °C atzīmei. Lielākais nokrišņu daudzums - 49.2 mm, reģistrēts augusta trešajā dekādē.

Rīgā izvietotās meteoroloģisko novērojumu stacijas datus (12.attēls) izmantojam, lai raksturotu monitoringa vietas Ķekavā apstākļus. Temperatūras, kas nepārsniedz 0 °C, ir fiksētas tikai aprīļa pirmajā dekādē, savukārt augusta otrajā dekādē termometra stabiņš pakāpies līdz +32.6°C atzīmei. Maija trešajā dekādē nokrišņi nav reģistrēti, savukārt augusta pirmajā un trešajā dekādēs nokrišņi bijuši 85.3 mm un 84.9 mm.



12.attēls Meteoroloģiskie apstākļi monitoringa vietā Ķekava

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 (13. 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 (14. 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 nenokāpa 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 uzskaitīja reizi nedēļā vienā un tajā pašā dienā. Līmes ieliktnus delta lamatās mainīja katrā uzskaites reizē, feromonu dispenserus reizi četrās nedēļās.



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



14. 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.

Novērojuma vietās Agrihorts un Pure kāposti netiek audzēti komercnolūkos, to platības ir nelielas, blakus kāpostu stādījumiem ierīkotas baltās sinepes sējumi. Monitorings tiek veikts uz 20 kāpostu un 20 baltās sinepes stādiem, katru augu atzīmējot ar bambusa mietiņu un numurēti etiķeti. Kāpostu cekulkodes imago uzskaitēi Pūrē tiek lietotas piecas delta lamatas, bet Agrihortā, nelielās monitoringa vietas platības dēļ – trīs (15.attēls).



15.attēls Monitoringa vieta Agrihortā (foto G.Bundzēna)

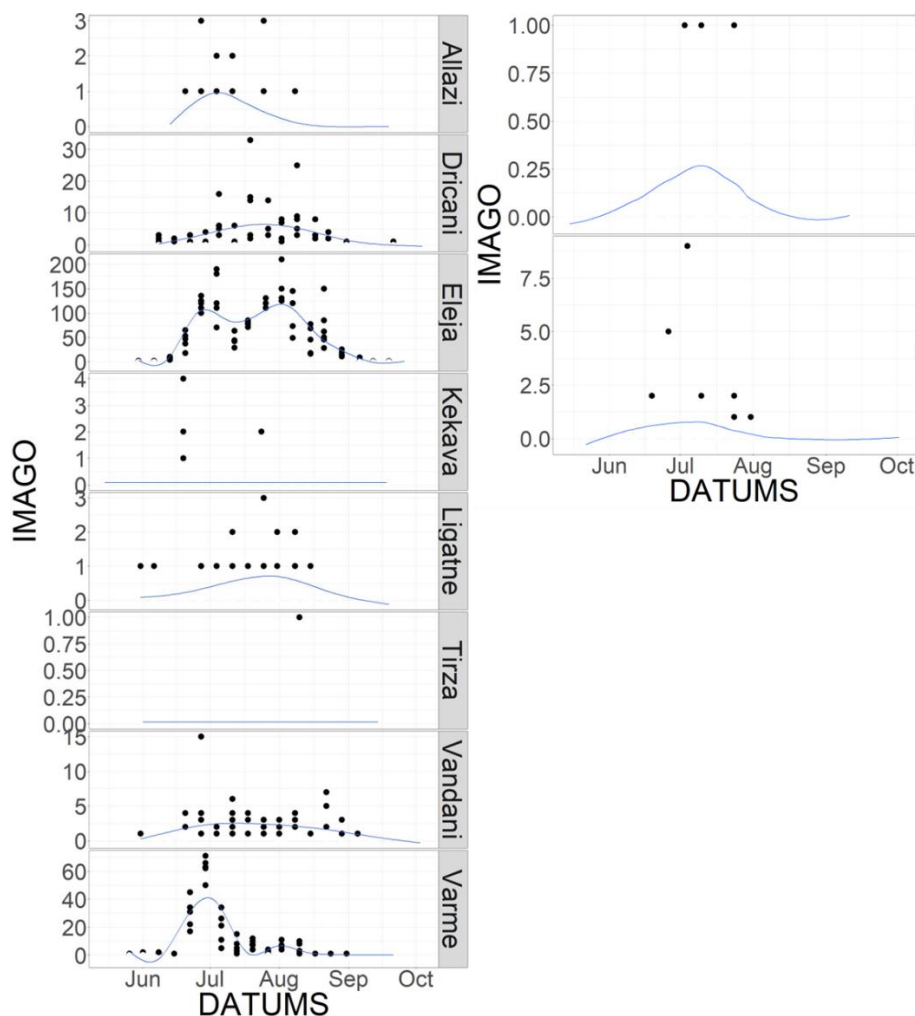
5. REZULTĀTI UN DISKUSIJA

10. Kāpostu cekulkožu monitoringa rezultāti

Kāpostu cekulkodes imago (16. attēls) lidošanas aktivitāte stipri variēja starp novērojumu vietām. Viszemākā tā bija Tīrzā, kur visas delta lamatu eksponēšanas laikā tika noķerti viens imago. Savukārt visaugstākā tā bija Elejā, kur visas sezonas laikā tika noķerti 4624 kāpostu cekulkodes tēviņi. Elejā atsevišķos gadījumos vienās delta lamatās vienā uzskaites reizē noķēra pat virs 150 kāpostu cekulkodes tēviņiem. Vēl salīdzinoši liels skaits kāpostu cekulkodes imago novērots Vārmē, kur jūnija beigās kāpostu cekukložu skaits lielākajā daļā lamatu pārsniedzis 40, Dricānos, kur atsevišķos gadījumos vienās lamatās noķertas 15-30 cekulkodes un Vandānos, kur bijuši gadījumi, kuros lamatās bijuši 5-15 imago. Pūrē vienās atsevišķās lamatās jūlija sākumā noķerti astoņi imago. Citur imago skaits lamatās nevienā brīdī nav pārsniedzis piecus(17. attēls).



16.attēls Kāpostu cekulkodes imago Delta lamatās

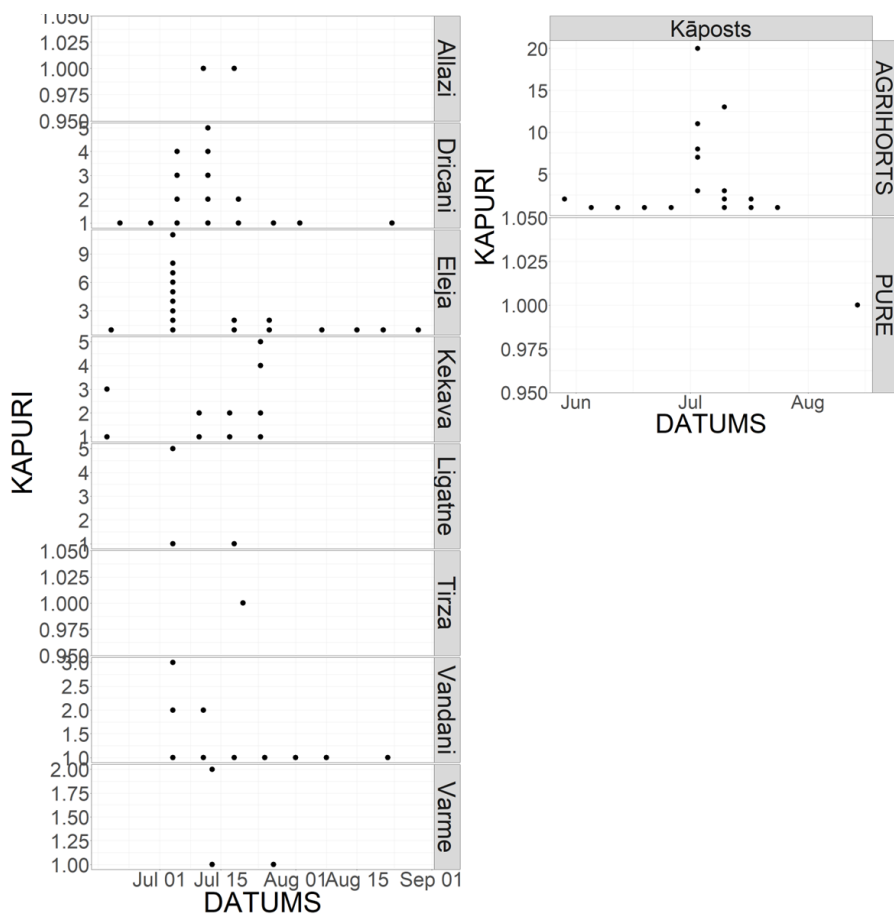


17. attēls. Kāpostu cekulkožu imago skaits delta lamatās. Redzamas tikai tās lamatas, kurās attiecīgajā uzskaitē kāpostu cekulkožu skaits >0.

No vietām kurās noķerts pietiekams daudzums kāpostu cekulkožu, lai varētu izvērtēt lidošanas intensitātes dinamiku sezonas griezumā, tikai Elejā un, mazākā mērogā, Vārmē, sezonas laikā varēja izšķirt divus lidošanas intensitātes “pīķus”, Elejā abi “pīķi” ir ar līdzīgu amplitūdu, bet Vārmē otrais “pīķis” ir izteikti zemāks (17. attēls). Iespējams, tas saistīts ar sistēmas iedarbības insekticīda ciāntraniliprola lietojumu jūlija vidū (4. tabula), kas varēja būt ietekmējis kāpurs, no kuriem būtu jāatīstās otrās paaudzes imago. Vārmē visas sezonas garumā tika novēroti tikai atsevišķi kāpuri un kūniņas jūlijā, kā arī to skaits nekad nepārsniedza vienu uz auga (18.-21. attēls).



18. attēls Kāpostu cekulkodes kāpuri uz auga

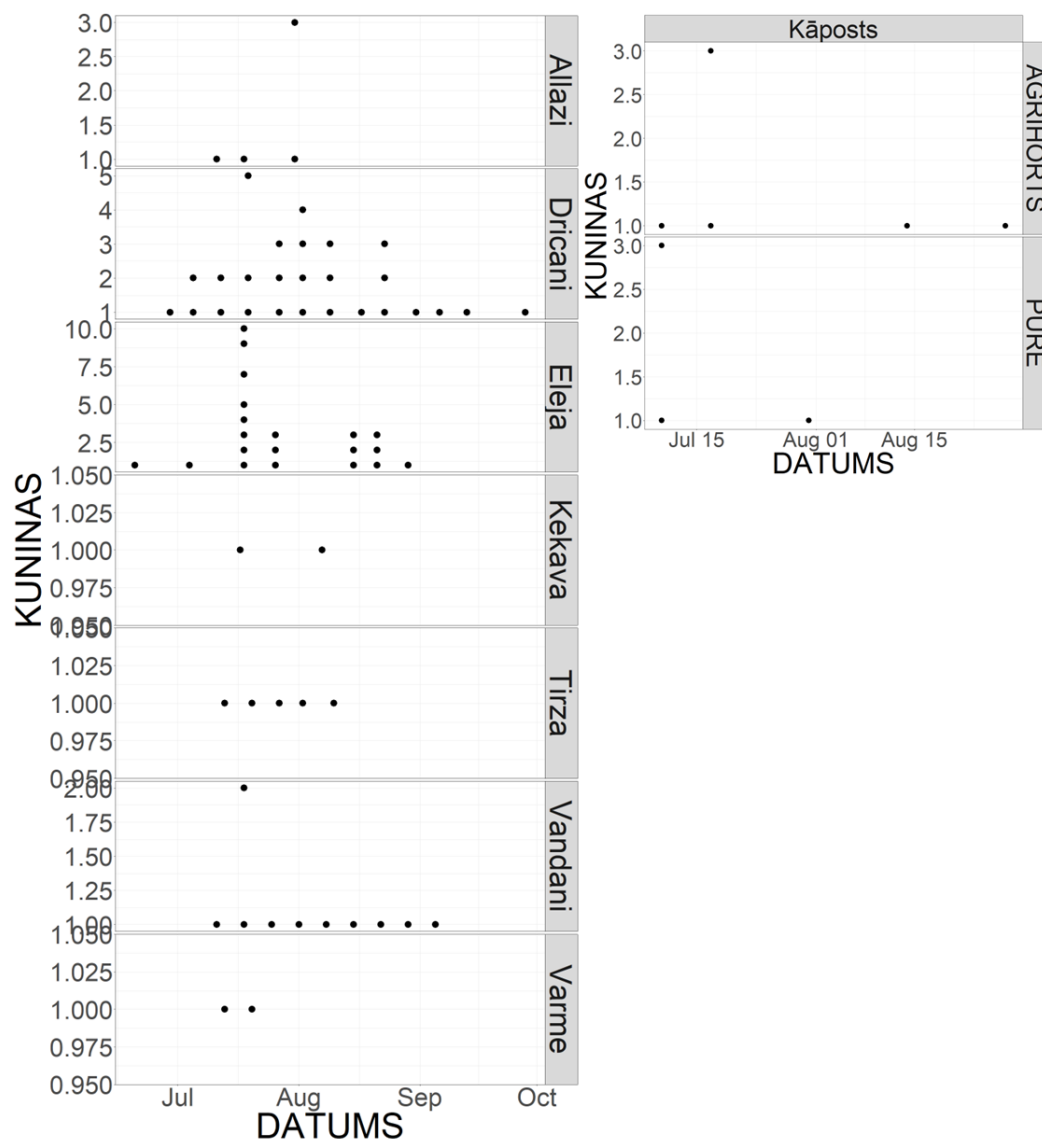


19. attēls. Kāpostu cekulkožu kāpuru skaits uz apsekotajiem augiem (Agrihortā un Pūrē apsekoti 20 augi uzskaites reizē, komercclaukos 60 augi uzskaites reizē). Redzami tikai tie augi, uz kuriem attiecīgajā uzskaitē kāpuru skaits >0.

Visvairāk kāpostu cekulkodes kāpuru attīstījās Agrihorta novērojumu lauciņos, uz atsevišķiem augiem bija pat 10-20 kāpuri. Tas ir ļoti liels skaits, salīdzinot ar Agrihortā novēroto imago lidošanas aktivitāti (visas sezonas laikā noķerti tikai četri imago)(19. attēls). Apstākļi, kas noveduši pie tik veiksmīgas kāpostu cekulkodes kāpuru attīstības, nav īsti skaidri, bet jāņem vērā, ka Agrihorta novērojumu lauciņos netika lietoti nekādi augu aizsardzības līdzekļi, kamēr tajos komerclaukos, kur kāpuru skaits bija neliels, lielākoties sezonas sākumā bija lietots kāds insekticīds. Savukārt kūniņu Agrihorta novērojumu lauciņos bija mazāk nekā komerclaukos ar zemāku kāpuru skaitu. Iespējams, ka tas liecina par augstāku dabisko kāpostu cekulkodes ienaidnieku darbību apstākļos, kur kāposti netiek audzēti lielā laukā monokultūrā, bet gan mazās, izolētās dobītēs.



20. attēls Kāpostu cekulkožu kūniņas uz auga



21. attēls. Kāpostu cekulkožu kūniņu skaits uz apsekotajiem augiem (Agrihortā un Pūrē apsekti 20 augi uzskaites reizē, komercclaukos 60 augi uzskaites reizē). Redzami tikai tie augi, uz kuriem attiecīgajā uzskaitē kūniņu skaits >0.

Elejā, kā jau sagaidāms, pie tik augstas imago lidošanas intensitātes, novēroja salīdzinoši daudz kāpuru un kūniņu. Visvairāk kāpuru Elejā novēroja jūlija sākumā, bet visvairāk kūniņu jūlija beigās. Atsevišķus kāpurus un kūniņas novēroja līdz pat septembrim. Salīdzinoši daudz kāpuru un kūniņu novēroja arī Dricānos, kur vienīgais lietotais insekticīds bija deltametrīns, kurš, šķiet, bija mazāk efektīvs kāpostu cekulkožu ierobežošanā, līdz ar to, neskatoties uz ne pārāk augsto lidošanas aktivitāti, attīstījās samērā daudz kāpuru un kūniņu, reizumis, pat piecas uz viena auga (19. un 21. attēls).

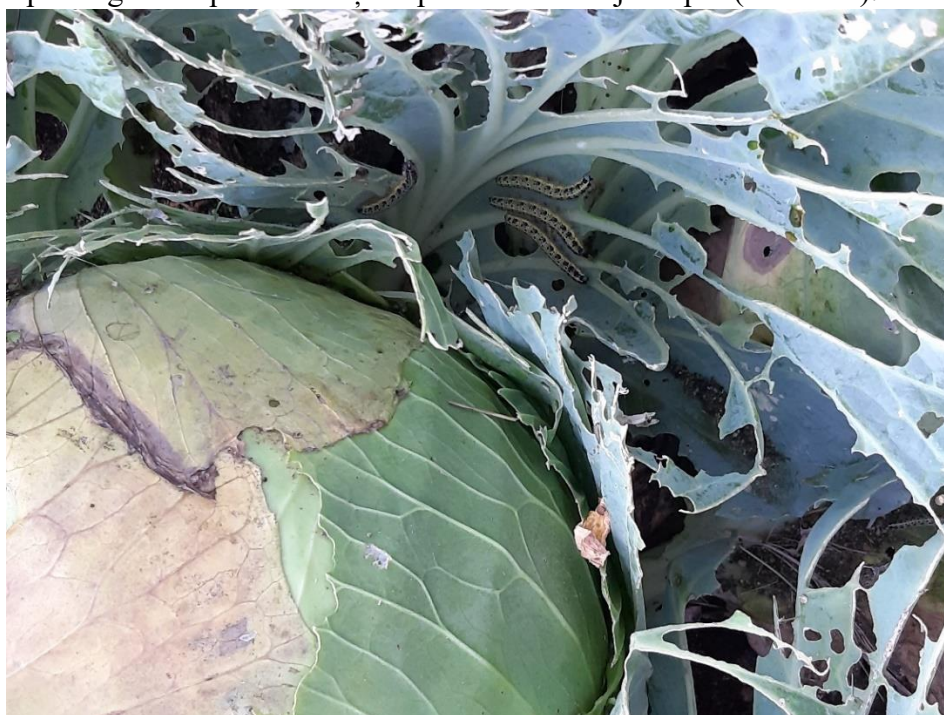
Lai arī imago lidošanas aktivitāte Ķekavā bija zema, uz atsevišķiem augiem Ķekavā atrada vienu līdz piecus kāpostu cekulkodes kāpurus, kūniņas gan konstatēja ļoti reti, un ne vairāk kā pa vienai uz auga.

Vandānos pa vienam līdz trim kāpuriem uz atsevišķiem augiem parādījās no jūlija sākuma līdz augusta vidum, bet kūniņas pat līdz septembra sākumam. Tirzā un Allažos novēroto kāpuru un kūniņu skaits bija ļoti neliels (19. un 21. attēls).

Gan Pūres, gan Agrihorta novērojumu lauciņos, kur tika audzēta baltā sinepe, uz tās kāpostu cekulkožu attīstību nenovēroja vispār.

11. Citu kāpostu kaitēkļu monitoringa rezultāti.

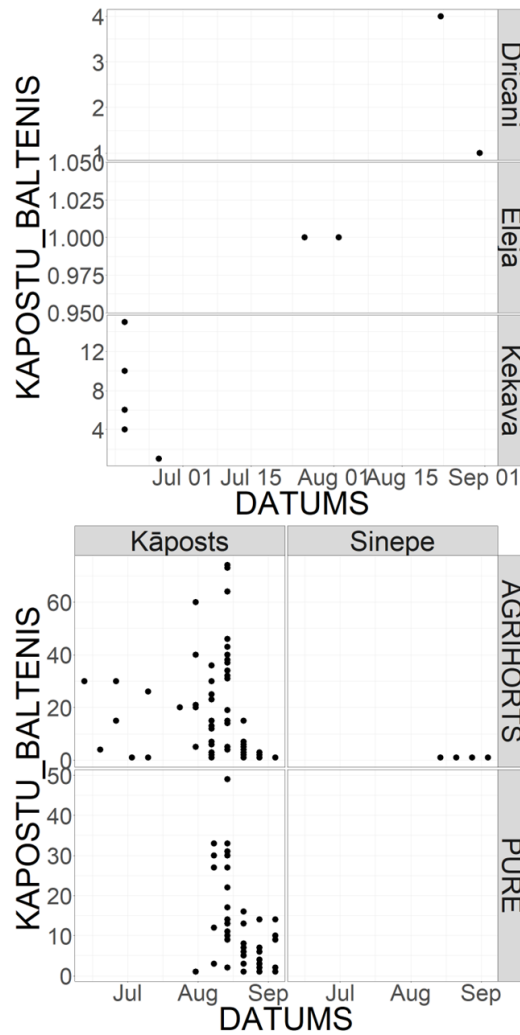
Kāpostu balteņa kāpuri (22. attēls) komercclaukos bija samērā reta parādība, tos konstatēja tikai Dricānos un Elejā komerciāli nenozīmīgā apjomā sezonas beigās, kā arī Ķekavā jūnija beigās bija atrodami daži samērā stipri invadēti augi. Savukārt novērojumu lauciņos Agrihortā un Pūrē kāpostu balteņa kāpuri bija sastopami lielā skaitā, Pūrē līdz 50 kāpuriem uz auga, Agrihortā atsevišķos gadījumos pat virs 80 kāpuriem uz auga. Sākot ar augusta vidu tika novēroti parazītlapseņu invadēti kāpostu balteņa kāpuri (23.attēls). Agrihorta izmēģinājumu lauciņos sākot no augusta vidus, lai saglabātu kāpostu zaļo masu citu kaitēkļu novērošanai, kāpostu balteņa kāpurus nolasīja ar rokām. Augusta beigās un septembra sākumā Agrihortā atsevišķus kāpostu balteņa kāpurus novēroja arī uz baltās sinepes augiem, bet salīdzinājumā ar kāpostiem, baltā sinepe praktiski palika neskarta. Pūrē uz baltās sinepes augiem kāpostu balteņa kāpurus nenovēroja vispār (24. attēls).



22.attēls Kāpostu balteņa kāpuri uz augiem Agrihortā (foto G.Bundzēna)



23.attēls Parazītlapsenes *Cotesia glomerata* invadēts kāpostu balteņa kāpurs

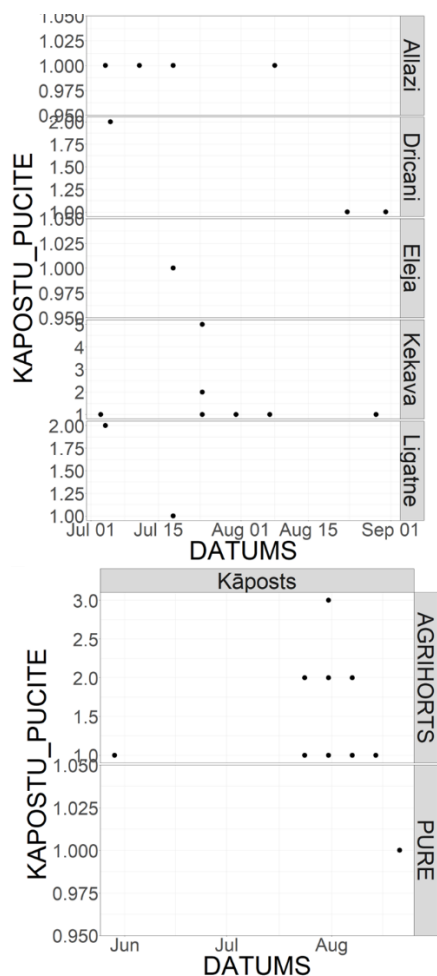


24. attēls. Kāpostu balteņu kāpuru skaits uz apsekotajiem augiem (Agrihortā un Pūrē apsekoti 20 augi uzskaites reizē, komerclaukos 60 augi uzskaites reizē). Redzami tikai tie augi, uz kuriem attiecīgajā uzskaitē kāpuru skaits >0.

Kāpostu pūcītes kāpuri (25. attēls) nelielā skaitā bija atrodami piecos no astoņiem komerclaukiem, Pūrē visas sezonas garumā konstatēja vienu kāpostu pūcītes kāpuru, Agrihorta novērojumu lauciņos jūlija beigās un augustā bojājumu bija nedaudz vairāk kā komerclaukos, visticamāk tādēļ, ka netika veikti nekādi ierobežošanas pasākumi (26. attēls).



25.attēls Kāpostu pūcītes kāpurs uz auga

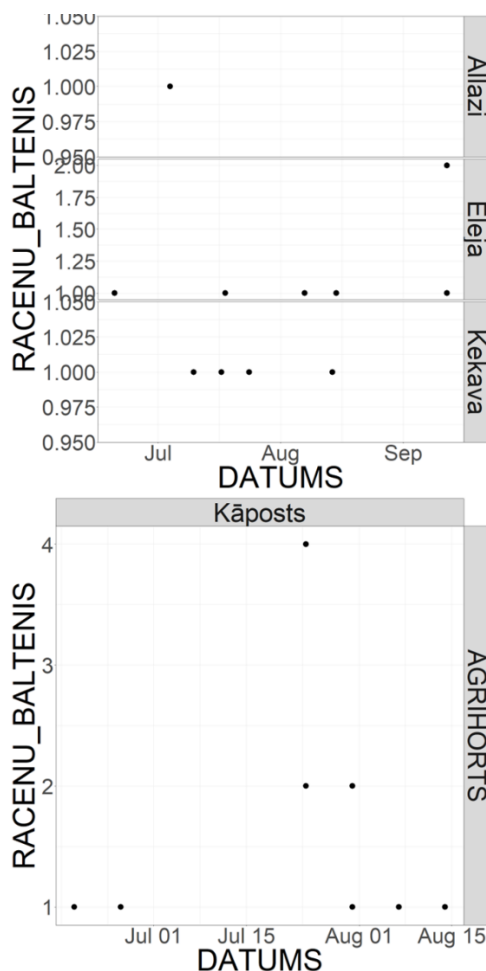


26. attēls. Kāpostu pūcīšu kāpuru skaits uz apsekotajiem augiem (Agrihortā un Pūrē apsekoti 20 augi uzskaites reizē, komerclaukos 60 augi uzskaites reizē). Redzami tikai tie augi, uz kuriem attiecīgajā uzskaitē kāpuru skaits >0.

Rāceņu baltenis (27. attēls) 2023. gada veģetācijas sezonā bija samērā rets kaitēlis, kas mazā skaitā uz atsevišķām galviņām bija atrodams tikai Allažu, Elejas un Ķekavas komerclaukos, nedaudz biežāk tas bija atrodams Agrihorta novērojumu lauciņos, savukārt Pūrē netika konstatēts vispār (28. attēls).



27.attēls Rāceņu balteņa kāpurs uz auga



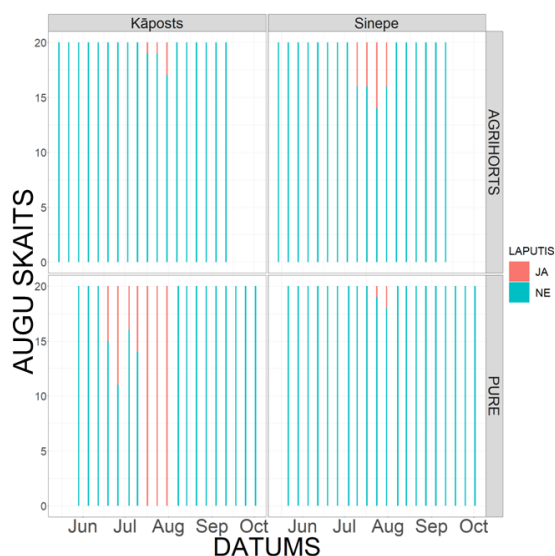
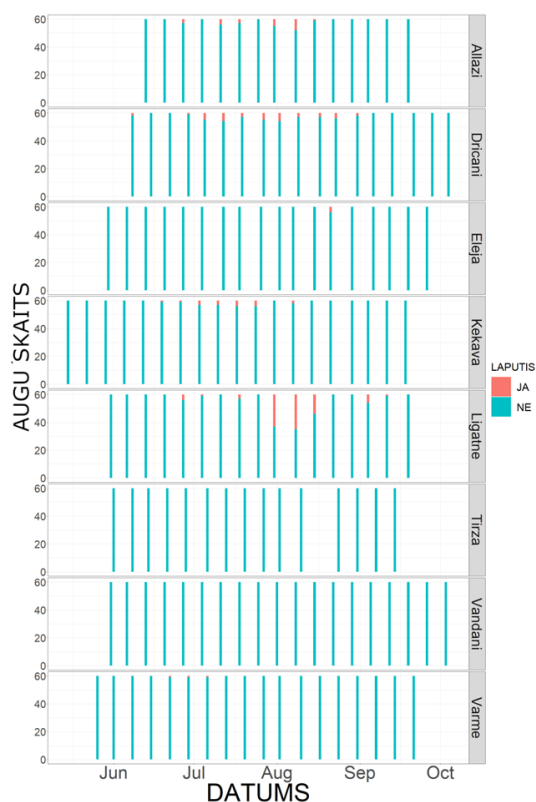
28. attēls. Rāceņu balteņu kāpuru skaits uz apsekotajiem augiem (Agrihortā un Pūrē apsekoti 20 augi uzskaites reizē, komerclaukos 60 augi uzskaites reizē). Redzami tikai tie augi, uz kuriem attiecīgajā uzskaitē kāpuru skaits >0.

Rāceņu balteni un kāpostu pūcīti ne reizi nekonstatēja arī uz baltās sinepes augiem.

Laputis (29. attēls) lielākoties kāpostu komercstādījumos bija novērojamas no jūnija beigām līdz septembrim, un invadēja samērā nelielu daļu augu. Tikai Līgatnē jūlija beigās un augusta sākumā invadēti bija vairāk par 30% augu. Arī Agrihortā augusta sākumā bija novērotas atsevišķas laputu kolonijas uz dažiem kāpostu un baltās sinepes augiem. Savukārt Pūrē laputu invāzija bija ļoti izteikta un jūlija beigās bija invadēti 100% apsekojo kāpostu augu un atsevišķi baltās sinepes augi (30. attēls), tādēļ kāpostu stādījumā laputis tika ļoti veiksmīgi ierobežotas ar azadiraktīnu saturošu insekticīdu.



29.attēls Laputu kolonija uz kāposta (foto G. Bundzēna)



30. attēls. Laputu invadēto augu īpatsvars no apsekotajiem augiem (Agrihortā un Pūrē apsekti 20 augi uzskaites reizē, komerclaukos 60 augi uzskaites reizē

12. Kāpostu cekulkodes attīstības cikla matemātiskā modelēšana

Kā redzams, skatoties uz kāpostu cekulkožu imago monitoringa rezultātiem delta amatās no 2021. līdz 2023. gadam, 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 “viļņa” 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 ievāktos datus par delta lamatās noķertajiem kāpostu cekulkožu tēviņiem. Mērķis bija lidojuma dinamikā konkrētā sezonā un monitoringa vietā atrast vismaz divus “pīķus” jeb īpaši aktīvas imago lidošanas brīžus. Pieņēmām, 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 sešus “pīķu” pārus. 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 (5. tabula).

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 (5. tabula).

2023. gadā kāpostu cekulkožu invāzija vairākās monitoringa vietās atkal bija pārāk zema, lai identificētu “pīķu” pārus. Skaidrs “pīķu” pāris parādījās tikai monitoringa vietās C un B (5. tabula).

5.tabula. 2021., 2022. un 2023. gadā konstatēto identificējamo pilno kāpostu cekulkodes attīstības ciklu laiki.

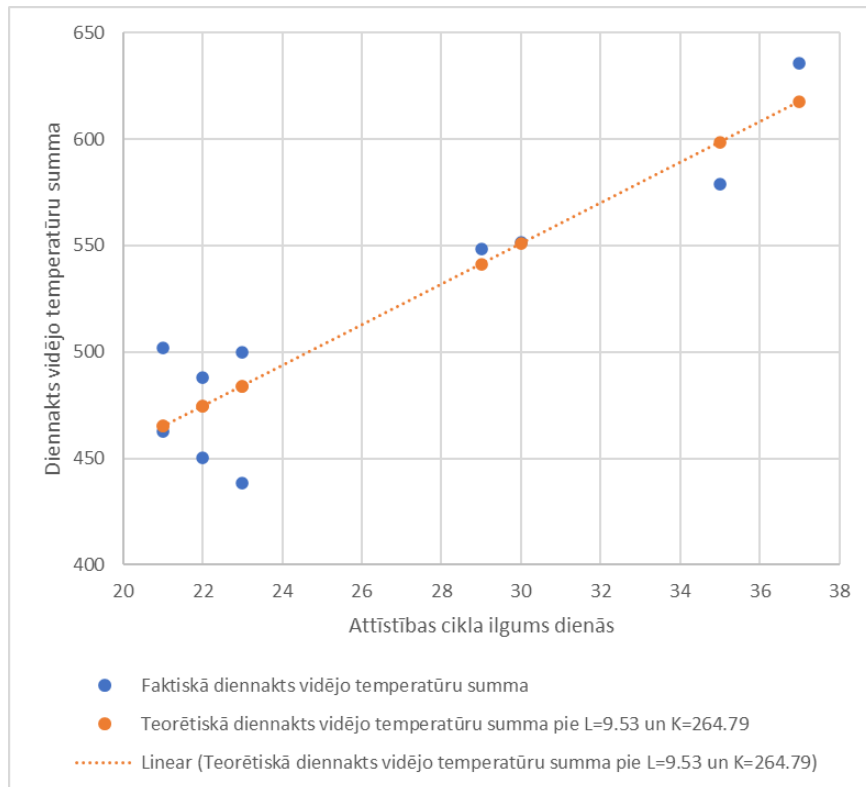
Gads	Vieta	Attīstības cikla laiks dienās	Sākuma datums	Beigu datums
2021	A	22	02/07/2021	23/07/2021
2021	B	22	05/07/2021	26/07/2021
2021	D	23	06/07/2021	28/07/2021
2021	E	23	03/06/2021	25/06/2021
2021	E	21	25/06/2021	15/07/2021
2021	G	21	25/06/2021	16/07/2021
2022	D	30	21/06/2022	20/07/2022
2022	G	29	01/07/2022	29/07/2022
2023	C	37	27/06/2023	02/08/2023
2023	B	35	29/06/2023	02/08/2023

Katram no desmit 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 desmit apskatītos attīstības ciklus.

Iegūtās vērtības, sekojot šai metodei, bija $L \sim 9.5^{\circ}\text{C}$ un $K \sim 265$ 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 (31. 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 desmit). Tomēr cerību vieš fakts, ka, veicot šos pašus aprēķinus 2022. gadā, kad pieejami bija tikai astoņi no desmit datu punktiem, iegūtās konstantes bija $L \sim 9.4^\circ\text{C}$ un $K \sim 268$ akumulētās grāddienas pie aprēķinātā sliekšņa, kas izmainījās salīdzinoši maz, pievienojot datu kopai vēl divus datu punktus.



31.attēls. Teorētiskās un faktiski novērotās diennakts vidējo temperatūru summas (A), pie dažādiem attīstības cikla ilgumiem dienā (B), pieņemot, ka minimālais attīstībai nepieciešamais temperatūras sliekšnis $L=9.5^\circ\text{C}$ un nepieciešamā aktīvo temperatūru summa virs šī sliekšņa $K=265$ 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 37 dienām un virs 0°C akumulēto diennakts vidējo temperatūru summa variē no 439°C, līdz 635°C. Visprecīzāk pilnu paaudzes attīstības laiku šobrīd prognozē diennakts aktīvo temperatūru summas 256°C virs minimālā attīstībai nepieciešamā temperatūras sliekšņa 9.5°C sasniegšana. Šis sliekšnis un aktīvo temperatūru summa iekļaujas literatūrā aprakstītajās robežās.

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.

2023. gada veģetācijas sezonā veiktie novērojumi liecina, ka salīdzinājumā ar galviņkāpostiem, baltā sinepe praktiski nav interesanta kā saimniekaugs kāpostu cekulkodei un lielākajai daļai citu krustziežu dārzeņu kaitēkļu, uz tās konstatēti tikai kāpostu balteņa kāpuri un laputis, bet arī tie izvēles gadījumā vispirms kolonizē galviņkāpostus, līdz ar to baltajai sinepei trūkst cerētās vērtības kā pievilinātājaugam, kas novērstu kaitēkļu uzbrukumus kāpostiem.

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-monitoringprairie.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 sex-related 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-ABF8EA326F1A24A3> 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 14.11.2023.
- 47) <https://portaal.agri.ee/avalik/#/taimekaitse/taimekaitsevahendid-otsing/en> Tiešsaiste, skatīts 14.11.2023.
- 48) http://www.vatzum.lt/uploads/documents/aaprs/augalu_apsaugos_produkta_ Tiešsaiste, skatīts 14.11.2023
- 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. 163171.
- 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>