



Agroresursu un
ekonomikas
institūts



EIROPAS SAVIENĪBA
EIROPA INVESTĒ LAUKU APVIDOS
Eiropas Lauksaimniecības fonds
lauku attīstībai

ATSKAITE

SKREJVABOĻU SABIEDRĪBAS KONVENCIĀLI UN LAP 2014-2020 PASĀKUMĀ BIOĻOGISKĀ LAUKSAIMNIECĪBA APSAIMNIEKOTĀS AGROCENOZĒS

2019. gada novembris

SATURS

KOPSAVILKUMS	4
SUMMARY	5
1. MATERIĀLS UN METODEDES	6
1.1. Lauka daba metodes.....	6
1.2. Laboratorijas un datu analīzes darba metodes.	9
2. Rezultāti un diskusija	12
2.1. Pētījuma vispārīgie rezultāti	12
2.2.3. Šēnona-Vīnera sugu daudzveidības indekss parauglaukumos.....	15
2.2.4. Pētījuma rezultātu statistiskā analīze	16
2.3. Skrejvaboļu daudzveidība graudaugu sējumos, ietekmējošie faktori	18
3. SECINĀJUMI UN IETEIKUMI	21
3.1. SECINĀJUMI.....	21
3.2. IETEIKUMI.....	21
IZMANTOTĀ LITERATŪRA	23
PIELIKUMI	25
1. Pielikums. Virsausgnes lauka datu forma.	25
2. Pielikums. Interkvartīlu diapozona vērtību apkopojums (IQR). bioloģiski un konvenciāli apsaimniekotos laukos 2014. līdz 2019. gadam.....	26
3. Pielikums. Skrejvaboļu sugu un Īpatņu sastopamība bioloģiski un konvenciāli apsaimniekotos laukos 2014. līdz 2019. gadam.....	29

KOPSAVILKUMS

Pētījums tika veikts Lauku attīstības programmas 2014.-2020. gadam (LAP 2014-2020) novērtēšanas ietvaros kā gadījumu izpēte, izvietojot skrejvaboļu uzskaites transektes nejaūši izvēlētos laukos. Pētījums saistīts ar LAP 2014-2020 pasākuma Bioloģiskā lauksaimniecība (M11) ieguldījuma novērtēšanu mērķa virzienā 4A – bioloģiskās daudzveidības saglabāšana, atjaunošana un palielināšana.

Skrejvaboles ir neatņemama un būtiska agrocenožu faunas sastāvdaļa, to sugu sastopamībai, dinamiskajam blīvumam un ekoloģiskajām prasībām ir būtiska nozīme lauksaimniecībā. Skrejvabolēm un īsspārņiem ir būtiska pozitīva nozīme agrocenozēs, kā integrētās augu aizsardzības un bioloģiskās daudzveidības elementam (Cameron, Leather 2012; Cole u.c. 2005; Gailis, Turka 2013; Montanez un Amarillo-Suárez 2014). Šī pētījuma mērķis bija skrejvaboļu salīdzināšana dažādās lauku apsaimniekošanas sistēmās, noskaidrojot sugu un īpatņu skaita atšķirības konvenciāli un ar LAP 2014-2020 pasākumā M11 atbalstu apsaimniekotās platībās, pievēršot uzmanību sugām ar būtisku indikatīvu nozīmi.

Pētījumi ar mērķi noskaidrot skrejvaboļu faunas atšķirības konvenciāli un bioloģiski apsaimniekotos laukos Daugavpils Universitātē tiek veikti kopš 2010. gada, kad tika veikta pētījuma aprobācijas fāze. Laika posmā no 2014. gada līdz 2019. gadam tika veikta augsnes lamatu eksponēšanu nejaūši atlasītos parauglaukumos visā Latvijas teritorijā, kopumā pētījuma ietvaros tika apsekoti 106 parauglaukumi, puse no kuriem apsaimniekota bioloģiski un puse konvenciāli.

Pētījuma realizēšanai tika izvēlēta standarta lauka darbu metodika augsnes lamatas, kas tika izvietotas līnijveida transektēs, katra lauka centrālajā daļā. Lamatu apsekošanas reižu skaits tika pielāgots statistikas prasībām. Pētījuma gaitā tika veiktas 4 materiāla izņemšanu reizes, kuru laikā tika ievākts kvalitatīvs koleopteroloģiskais materiāls. Lamatu eksponēšanas laikā tika fiksēti atsevišķi lamatu iznīcināšanas gadījumi, šādā gadījumā lamatu eksponēšanas laiks tika pagarināts.

Datu analīzē tika izmantoti 40 370 skrejvaboļu īpatņu un reģistrētas 78 sugas, no kurām 13 sugas konstatētas tikai konvencionāli apsaimniekotos laukos un 10 tikai bioloģiski apsaimniekotos. Šo sugu īpatņu skaits ir neliels, parasti 1 līdz 3 īpatņi. Tās ir samērā retas sugas, vai to ekoloģiskās preferences neatbilst agrocenozei, kā atklātam biotopam. Sugu daudzveidības raksturošanai parauglaukumos tika izmantots Šēnona-Vīnera indekss, kura vērtības pētījuma ietvaros uzrāda nebūtiski lielākas vērtības bioloģiski apsaimniekotos laukos.

2019. gadā tika noslēgts pētījumu cikls, kura rezultātā piecu pētījumu sezonu laikā tika iegūta datu ģenerālkopa, kas ir pietiekama skrejvaboļu faunas salīdzināšanai dažādi apsaimniekotos graudaugu sējumos. Statistiskās analīzes rezultātā iegūti plaši ekstrapolējami dati, attiecībā uz apsaimniekošanas sistēmu atšķirīgu ietekmi uz skrejvaboļu faunu Latvijā. Šī pētījuma rezultātā iegūtie dati norāda uz LAP 2014-2020 pasākuma Bioloģiskā lauksaimniecība (M11) pozitīvās ietekmes tendencēm uz skrejvaboļu lokālo faunu.

Darbs tika veikts Daugavpils Universitātes Dzīvības zinātņu un tehnoloģiju institūta, Biosistemātikas departamentā Vadošā pētnieka Dr.biol. M.Balalaikina vadībā pēc Agroresursu un ekonomikas institūta (AREI) Lauku attīstības novērtēšanas daļas (LAND) pasūtījuma un sadarbībā ar LAND pētnieku Dr.geogr. P.Lakovski.

SUMMARY

The study is implemented within the Rural Development Programme for 2014-2020 (RDP 2014-2020) as a case study. The aim of the study is related with assessment of the RDP 2014-2020 measure's Organic Farming (M11) contribution in Focus Area 4A.

Ground beetles are integral and essential component of agrocenosis fauna. Occurrence, dynamic density and ecological preferences of these beetles play important role in agriculture. Species of ground have substantially significant role in agrocenosis as elements of integrated plant protection and biological diversity (Cameron & Leather 2012; Cole et al. 2005; Gailis & Turka 2013; Montanez & Amarillo-Suárez 2014). The aim of this study is to compare the fauna of ground beetles in differently managed field systems - to clarify the differences in number of species and specimens in conventional fields and areas which are managed by the RDP 2014-2020 support within M11 measure.

The main task of this study in 2014 - 2019 is to get statistically significant evidence for the effect of different agricultural management practices on ground beetle species composition. During the study pitfall traps were placed in 53 conventionally and 53 biologically managed fields.

According to similar study methodology, the standard field research method was selected – pitfall traps. They were placed in line transects in the central part of each field. Trap checking times were adapted to statistical requirements. Trap exposure duration was increased to get statistically valid results. During this study qualitative coleopterological material from pitfall traps was collected 4 times in each field. 5 pitfall traps were used in each transect. Some traps were destroyed but it was considered when we planned total trap exposure duration.

Throughout the study period, 40370 ground beetles were recorded and used in a statistical analysis. Of these, 20518 were recorded on organic fields, and 19852 - on conventionally managed. In total, 78 species were recorded during the study, of which 13 species are found only in conventionally farmed fields and 10 are only in organically farmed. For characterization of species diversity in sampling sites, the Shannon-Wiener's diversity index was used. It value provide statistically valid data regarding to beetle fauna differences between both field management systems.

Studies with the aim to clarify ground beetle fauna differences in conventionally and biologically managed fields are implemented in Daugavpils University from 2010. In those studies, different sampling sites were chosen and various beetle sampling and data processing/analysis methods were used. The results of studies indicated that organic farming has a positive effect on local ground beetle fauna. After the five seasons of the study in 2019, the research cycle was completed, as a result of which a data set was obtained that was sufficient to compare the carabids fauna in crops with different management systems. As a result of statistical analysis, extensive extrapolated data were obtained on the different effects of agricultural management systems on the carabid fauna in Latvia.

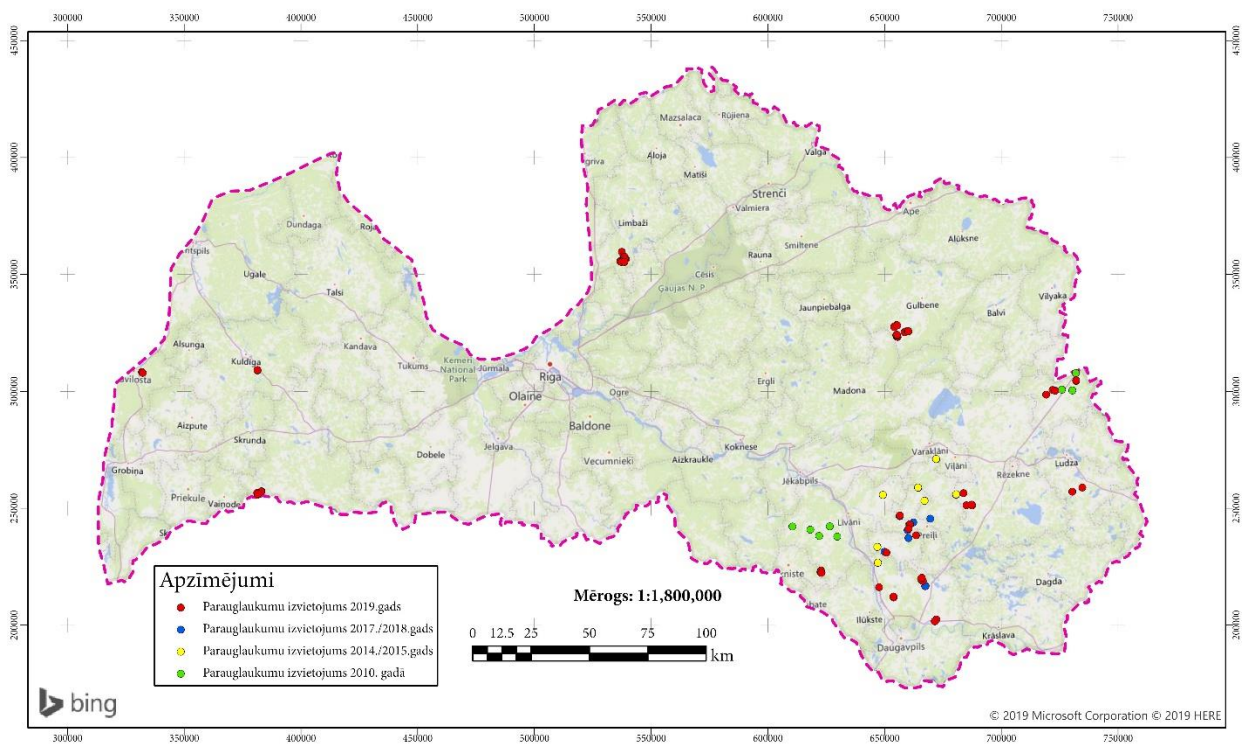
The work was done in Daugavpils University, Institute of Life Sciences and Technology, Biosystematic department under leadership of senior researcher Dr. biol. Maksims Balalaikins by order of the Institute of Agricultural Resources and Economics (IARE) and in collaboration with researcher from AREI - Dr. geogr. P. Lakovskis.

1. MATERIĀLS UN METODEDES

1.1. LAUKA DABA METODEDES

Visa pētījuma garumā lauksaimniecības laukos tika uzskaitītas skrejvaboles. Tā ir vaboļu grupa, kas bieži tiek izmantota ekoloģiskos un lauksaimnieciskos pētījumos (Andersen, Eltun 1999; Dritschilo, Wanner 1980; Dunger & Fiedler 1997; Hole u.c. 2005; Kromp 1985, 1989; Montanez un Amarillo-Suárez 2014). Lai izvērtētu citu bezmugurkaulnieku grupu pielietošanas iespējas bioindikācijas pētījumos, atsevišķos pētījuma posmos tika aprobēta īsspārņu uzskaites metodika un veikta to sastopamības analīze. Iegūtie rezultāti apkopoti 2018. gada atskaitē (Balalaikins 2018). 2010. gadā tika uzsākti skrejvaboļu faunas pētījumi, lai salīdzinātu skrejvaboļu un citu vaboļu dzimtu faunas sugu sastāvu graudaugu agrocenozēs bioloģiskajās un konvenciālajās saimniecībās. Pirmajā pētījuma sezonā tika veikta metodikas aprobācija, lai veiktu pētījumam piemēroto parauglaukumu un lauksaimniecības kultūru atlases principu novērtējumu, lamatu skaita un to izvietojuma parauglaukumos efektivitāti.

Turpinājumā pētījums tika īstenots piecu gadu laika posmā no 2014. līdz 2019. gadam, ar pārtraukumu 2016. gadā. Laika posmā no 2014. līdz 2018. parauglaukumi tika izvietoti iespējami kompakti, ar mērķi iegūt parauglaukumus iespējami līdzīgākā lauksaimniecības ainavā, ģeomorfoloģiskajā un klimatiskajā zonā. 2019. gada lauka pētījumu sezonas galvenais uzdevums tika vērsts uz statistiski ticamu datu iegūšanu, kas ir attiecināmi uz visu valsts teritoriju. Šī uzdevuma realizācijai tika veikta parauglaukumu atlase visā valsts teritorijā. Atlasei tika izmantots bezmugurkaulnieku fona monitoringa kvadrātu tīkls, kas aptver visu teritoriju (Valainis u.c. 2009). Bez mēģurkaulnieku fona monitoringa kvadrātu tīkls tika izveidots, lai nodrošinātu parauglaukumu sistemātisku un vienmērīgu izvietojumu, valsts teritorijā, tā izveidē tika izmantoti Latvijas koordinātu sistēmas (LKS-92) kvadrāti. 50x50 km lielos kvadrātos tika izvēlēti 5x5 km kvadrāti, kuru numuri beidzas ar 2-22. Kopumā Latvijas teritorijā, izmantojot šādu metodiku, vienmērīgi izvietoti 30 kvadrāti. Katrā pētījumam izvēlētajā kvadrātā tika veikta poligonu atlase balstoties uz Lauku atbalsta dienesta (LAD) datu bāzē uzkrāto informāciju par klientu lauku telpiskajiem datiem. Rezultātā tika atlasīti visi datubāzē esošie graudaugu sējumi, kas tika pietekti 2018. gada lauksaimniecības sezonā. Ņemot vērā to, ka parauglaukumu atlases laikā vēl nebija pieejami aktuālie 2019. gada dati, visi atlasītie parauglaukumi tika pārbaudīti manuāli, lai izslēgtu papuvē atstātos lauksaimniecības laukus, apsaimniekošanas veida un kultūras maiņu. Iespēju robežās, atlasot parauglaukumus tika izvirzīts kritērijs – katrā kvadrātā jābūt vienādam konvenciāli un bioloģiski apsaimniekoto lauku skaitam. Papildus atlasītiem datiem tika turpināta lamatu eksponēšana iepriekšējā pētījumu posmā izvēlētajās saimniecībās, lamatu eksponēšanai izvēloties citus, iepriekš pētījumā neizmantotos laukus. Pētījumā iekļautie parauglaukumi no 2010. līdz 2019. gadam ir atzīmēti 1.1. attēlā.



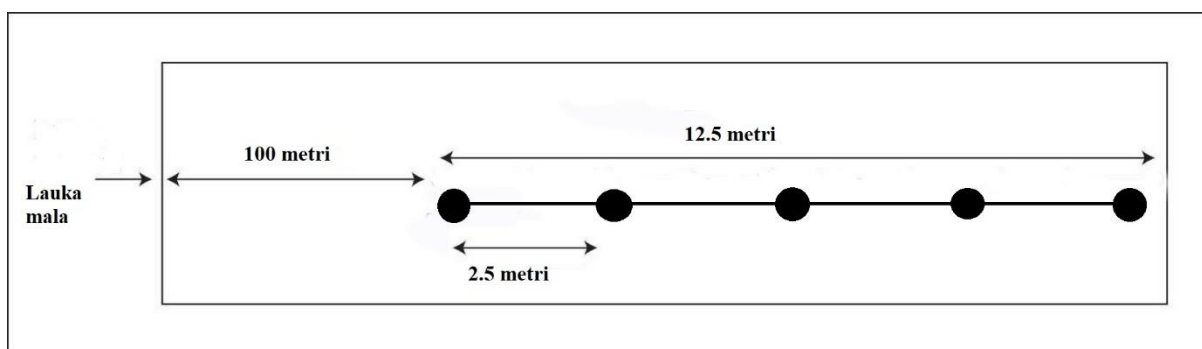
1.1. attēls. Pētījumā iekļautie parauglaukumi no 2010. līdz 2019. gadam.

Pētījuma posmos, kad lielākā uzmanība tika pievērsta dažādu faunu ietekmējošo faktoru analīzei, kā atlases vienības tika izmantotas saimniecības, kurām tika piešķirts individuālais apzīmējuma kods. 2019. gada pētījuma ietvaros netika salīdzinātas saimniecības, bet konkrētu konvenciālo un bioloģisko lauku kopums. Rezultātā apzīmēšanas kodi tika piešķirti katram laukam atsevišķi, bioloģiskajām saimniecībām piešķirot kodus no B11 līdz B153, un konvenciālajām no KO1 līdz KO53. Par pētījumam atbilstošiem tika uzskatīti graudaugu sējumi ar sekojošiem kultūras kodiem – 111 (vasaras kvieši), 121 (rudzi), 131 (vasaras mieži), 140 (auzas), 150 (vasaras tritikāle).

Laika posmā no 2014. līdz 2018. gadam parauglaukumos tika izvietots dažāds lamatu skaits un to izvietojums parauglaukumā, kā arī pielietotas lamatu modifikācijas. Šajā pētījuma posmā lamatu eksponēšana tika veikta saskaņā ar bezmugurkaulnieku fona monitoringa metodiku. Metodika paredz eksponēt lamatas 28 dienas, šo periodu sadalot 2 daļās, vasaras sākumā un beigās (Valainis u.c. 2009). Atsevišķos pētījuma posmos lamatu eksponēšanas periods tika pagarināts, lai noskaidrotu vaboļu faunas izmaiņas visas sezonas laikā (Balalaikins 2018). 2019. gada sezonā katrā parauglaukumā, līnijveida transektā, parauglaukuma centrālajā daļā, tika izvietotas 5 lamatas, kas tika eksponētas 4 nedēļas. Šāda lamatu skaita un izvietojuma izvēle pakārtota statistikas prasībām un pētījuma ietvaros pieejamiem resursiem. Ņemot vērā, ka 2019. gada pētījuma lauka darbu fāzei bija noteikts uzdevums iegūt ne mazāk kā 4 nedēļu kvalitatīvu materiālu, atsevišķos gadījumos, meža dzīvnieku vai agrotehnisko pasākumu rezultātā radušos postījumu gadījumā, lamatu eksponēšana tika pagarināta par vienu nedēļu. Lamatas tika

ekspozētas skrejvaboļu maksimālās aktivitātes laikā, saskaņā ar bezmugurkaulnieku fona monitoringa metodiku (Valainis u.c. 2009).

Visu datu standartizēšanai, veicot datu apkopošanu visos pētījuma periodos, analīzei tika izmantoti dati tikai no divām pirmajām un divām pēdējām lamatu ekspozēšanas nedēļām. No iepriekšējo pētījumu posmu datiem tika izmantoti dati, kas iegūti apstrādājot materiālu no lauksaimniecības lauku centrālajā daļā izvietotām, nemodificētām, standarta virsaugsnes lamatām (1.2. un 1.3. att.) (Schinner u.c. 1995; Dunger, Fiedler 1997, Valainis u.c. 2009, Vilks u.c. 2013). Lineāras transektes garums katrā laukumā ir 12,5 metri. Transektes sākumposms tika balstīts uz konkrētā sējuma centrālajā daļā kamerāli izvietotu punktu. Konvenciālās saimniecībās transekta tika izvietota gar tehnoloģiskām sliedēm, lai mazinātu lamatu postījumu iespējamību lauksaimniecisko darbu rezultātā un kultūras postījumus apsekošanas gaitā. Bioloģiskos laukos transekta tika izvietota paralēli lauka garākajai malai.



1.2. attēls. Transekta izvietojuma princips parauglaukumā.



1.3. attēls. Standarta augsnes lamatas

Transekta ierīkošanas laikā transekta izvietojuma centrālo punktu identificējot dabā, tajā ievietota stodere, pie kuras piesieta šņore, kas novilkta līdz transekta galapunktiem. Gar šņori tika izvietota lamatu transekta. Pēc lamatu izlikšanas virve tiek noņemta, bet stoderes paliek, kas lamatu pārbaudes laikā ļauj precīzi un ātri atrast lamatas (skat 1.4.attēlu). Pie stoderēm tiek piestiprinātas plāksnītes ar informāciju par pētījuma veicēju un brīdinošu informāciju. Konvenciāli apsaimniekotos laukos stoderes netiek izmantotas, to sabojāšanas riska dēļ.



1.4. attēls. Transektes ierīkošana parauglaukumā.

Pētījuma laikā parauglaukumu apsekošana tika veikta vienu reizi septiņās dienās. 2019. gada sezonā materiāls no lamatām tika izņemts 4 reizes. Uzskaites periods nepārklājās ar lauku apsaimniekošanas aktīvo fāzi – ražas novākšanu un augsnes apstrādi, līdz ar to būtiski lamatu bojāšanas gadījumi netika reģistrēti. Lamatu eksponēšanas periods tika pagarināts vienā parauglaukumā, kur dzīvnieku postījumu rezultātā tika iznīcinātas visas lamatas. Atkārtoti postījumi netika konstatēti. Lamatu saturs jau parauglaukumā tika atbrīvots no liekā konservējošā šķidrums, izmantojot speciālu sietiņu ar linuma acs izmēru 0.1 mm. Iegūtais materiāls no vienas lamatu transektes tika ielikts atsevišķā ZIP maisiņā un nomarkēts. Katrā parauglaukumā tika aizpildīta lauku darbu anketa, kurā raksturots lamatu stāvoklis (anketas paraugs 1. pielikums). Papildu dati 2019. gadā netika padziļināti analizēti, jo pētījumam, kā galvenais uzdevums, tika izvirzīts noskaidrot, vai pastāv statistiski ticamas atšķirības starp dažādi apsaimniekotiem lauksaimniecības laukiem, padziļināti nevērtējot konkrētus faktorus, kas var radīt šīs atšķirības.

1.2. LABORATORIJAS UN DATU ANALĪZES DARBA METODES.

Ievāktais materiāls tika šķirot laboratorijā, konstatētie skrejvaboļu īpatņi tika salikti uz vates matracīšiem un nodoti attiecīgu vaboļu grupu vadošajiem speciālistiem, noteikšanai. Pēc vaboļu noteikšanas iegūtie dati tika apkopoti SPSS programmā turpmākai analīzei.

Mūsdienu pētījumos liela nozīme tiek piešķirta iegūto rezultātu ticamībai, kas tiek panākta izmantojot datu statistisko apstrādi (Begum, Ahmed 2015; Carley, Lecky 2003). Šajā pētījumā tika pievērsta īpaša uzmanība datu objektivitātei un paraugkopas lielumam, kas būtu atbilstošs statistiski ticamu datu ieguvei. 2019. gadā statistiskai analīzei tika pakļauta datu rinda, ko veido

priekšizpētes dati, kas tika ievākti laika posmā no 2014. līdz 2018. gadam un 2019. gadā lauka darbu sezonas dati. Visi dati tika apvienoti, izveidojot homogēnu kopu, kas tika apstrādāta izmantojot statistiskās . Datu apstrādei tika izmantoti aprakstošas statistikas paņēmieni – vidējo vērtību un variācijas rādītāju aprēķināšana. Izvirzīto hipotēžu pārbaudei izmantots *Mann-Whitney U* tests ar *Bonferoni* korekciju.

Vaboļu viens paraugs tika veidots no viena veida piecu lamatu satura vienas nedēļas eksponēšanas laikā, vienā parauglaukumā. Datu apkopošanai un analīzei tika aprēķinātas vidējas vērtības. Vidējais aritmētiskais tika aprēķināts datiem ar normālo sadalījumu un bez izlēcieniem, savukārt mediāna tika aprēķināta datiem, kuri nepakļāvās normālajam sadalījumam un/vai saturēja izlēcienus. Lai novērtētu, cik stipri dati ir izkļiedēti ap savu centru (vidējo aritmētisko vai mediānu), tika aprēķināti variācijas rādītāji: standartnovirze un interkvartīlu robeža (*IQR*). Papildus bija noteikts 95% ticamības intervāls priekš vidējas vērtības, lai raksturotu, kur atrodas īsta ģenerālkopas vidēja aritmētiska vērtība.

Datu sadalījuma noteikšanai tika pielietotas trīs metodes:

- grafiskā datu vizualizācija (histogramma, *QQ* plots u.c.)
- asimetrijas (*skewness*) un ekscesa (*kurtosis*) indeksu novērtējums
- statistiskais tests (*Shapiro-Wilk*)

Konstatējot, ka izlases dati nepakļaujas Gausa sadalījumam, tika analizēts, vai tas ir atkarīgs no izlēcienu klātbūtnes vai/un datu asimetrijas. Datu asimetrijas novēršanai tika izmantota datu logaritmiskā transformācija ($Y=Lg_{10}X$). Savukārt izlēcienu konstatēšanai ar turpmāko analīzi pielietoja sekojošus aprēķinus:

- ekstremāli augstām vērtībām = $Q3+2.2*(Q3-Q1)$
- ekstremāli zemām vērtībām = $Q1-2.2*(Q3-Q1)$

kur $Q1$ ir izlases datu pirmā kvartīle (25 procentīle), $Q3$ ir trešā kvartīle (75 procentīle), bet 2.2 ir reizināšanas koeficients. Datu homogenitātes/heterogenitātes noskaidrošanai izmantots *Levene* tests. Balstoties uz iepriekš iegūtiem datu analīzes rezultātiem divu un vairāku izlašu datu salīdzināšanai izmantoti parametriskie testi (*T-tests*, *one-way ANOVA*) vai neparametriskie (*Mann-Whitney U* vai *Kruskal – Wallis*), tie ir testi ar attiecīgo aposterioro salīdzināšanu (*post-hoc comparison of mean*).

Mann-Whitney U testam tika piemērota *Bonferoni* korekcija, jo dati (sugu skaits un īpatņu skaits) nepakļāvās normālajam sadalījumam (*Shapiro-Wilk*, $p<0.05$) un independent samples *T*-tests, jo dati bija normāli sadalīti (*Shapiro-Wilk*, $p>0.05$) un homogēni (*Levene's test*, $p>0.05$).

Statistisko testu efekta lielumi (*effect size*) tika aprēķināti pēc Tomczak and Tomczak, (2014). Rezultātu praktiskais efekts tika vērtēts saskaņā ar Cohen (1988), tā lielumu interpretē sekojoši: 0.2 mazs, 0.5 vidējs un 0.8 liels efekta lielums.

Lai noteiktu vai pastāv saistība starp mainīgiem, kuri pieder nominālai un attiecību skalai tika izmantots η korelācijas tests, savukārt lai noteiktu vai pastāv saistība starp mainīgiem, kuri pieder pie nominālas un rangu skalas izmantots *Chi-square test of independence* tests. Saistība starp mainīgiem, kuri pieder pie attiecību un rangu skalas tika aprēķināta izmantojot *Spearman's* korelācijas testu.

Datu statistiska apstrāde veikta izmantojot SPSS programmu (IBM Corporation, Chicago, Illinois, USA). Daži aprēķini, kuri nav integrēti SPSS programmā, bija veikti R (*R Development Core Team, 2016*) programmā.

Lai noteiktu vai iegūtie rezultāti ir ekstrapolējami, piemēram, uz visu valsts teritoriju un lai saprast, vai pētījumā iegūtie rezultāti atkārtosies, kā paraugkopu ņemot nevis atsevišķas teritorijas, bet visu valsts teritoriju tika veikta “*Power*” analīze ar sekojošiem parametriem: divas neatkarīgas izlases, kuras pakļaujas normālajam sadalījumam ar vienādu dispersiju un pieņēmumu, ka abās izlasēs ir vienāds datu daudzums; $\alpha=0.05$ (kļūda) un $d=0.18$ (efekta lielums). Izejas dati ņemti no pētījumā ievāktajiem datiem par sugu sastāvu parauglaukumos.

Sugu daudzveidības noteikšanai tika analizēts ievāktu sugu un to īpatņu skaitliskais sastāvs un sastopamības dati parauglaukumos. Iegūto datu apstrādē tika izmantoja SPSS programma. Papildus tika aprēķinātas sugu daudzveidības, Šēnona-Vīnera (H) indeksa vērtības. Šis indekss

tika aprēķināts, pielietojot formulu: $H = -\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$, kur H – Šēnona-Vīnera indekss, p_i – i-tās

klases relatīvā frekvence. Lielāka iegūtā indeksa vērtība norāda uz augstāku bioloģisko daudzveidību apsekotajā parauglaukumā. Šēnona-Vīnera sugu daudzveidības indekss (saukts arī par entropijas indeksu) H mainās apmēram no 1,5-3,5. Šis indekss (tāpat kā citi daudzveidības indeksi) apvieno abus daudzveidības aspektus - gan sugu skaitu, gan īpatņu sadalījuma vienmērīgumu. Jo lielāks ir iegūtais indekss, jo augstāka sugu daudzveidība apsekotajā parauglaukumā, indivīdu skaits vienmērīgāk sadalīts starp sugām, tas ir samazinās varbūtība, ka divi vienā parauglaukumā noķertie īpatņi pieder pie vienas un tās pašas sugas.

Sugu daudzveidības indekss tika aprēķināts katram parauglaukumam, visam lamatu eksponēšanas periodam, iegūtām indeksu vērtībām noteiktas standarta novirzes un aprēķināta to vidējā vērtība. Šāds aprēķina modelis nodrošina objektīvāku datu ieguvī, izvairoties no īslaicīgās atsevišķu sugu savairošanās ietekmes, piemēram, izšķiļoties vaboļu jaunajai paaudzei

2. REZULTĀTI UN DISKUSIJA

2.1. PĒTĪJUMA VISPĀRĪGIE REZULTĀTI

Kopš 2010. gada Daugavpils Universitātes pētnieki veica vairākus atsevišķus pētījumus ar mērķi noteikt skrejvaboļu faunas atšķirības bioloģiski un konvenciāli apsaimniekotos laukos. Atsevišķu pētījuma posmu rezultāti apkopoti atskaitēs par attiecīgiem pētījuma posmiem (Balalaikins 2014, 2015, 2017, 2018). Laika posmā no 2014 līdz 2018. gadam pētījumi tika īstenoti 40 graudaugu sējumos, kas lokalizēti Latvijas austrumu daļā. Vairāku pētījumu rezultātā tika izdarīti secinājumi, kas norāda uz skrejvabolēm labvēlīgāku vidi bioloģiski apsaimniekotos laukos. Sākotnējā pētījumu posmā tika vērtēts sugu un īpatņu skaits un to atšķirības, vēlāk tam tika pievienota sugu daudzveidības indeksu pielietošana. 2017. gadā tika uzsākts pētījumu cikls, kura rezultātā bija paredzēts iegūt statistiski ticamus rezultātus, balstoties uz sugu un īpatņu skaitliskām vērtībām, sugu daudzveidības vērtībām un daudzfaktoru analīzi, kas sevī iekļauj vides faktoros, veģetācijas vērtējumu parauglaukumā, ainavas vērtējumu un agrotehnisko pasākumu kopumu. Skrejvaboļu un īspārņu faunas mijiedarbības analīze ar norādīto faktoru kopumu ir aprakstīta iepriekšējo posmu atskaitēs (Balalaikins 2014, 2015, 2017 un 2018). 2019. gadā tika palielināts apsekojamo lauksaimniecības lauku skaits, lai sasniegtu statistikai apstrādei izmantojamu parauglaukumu ģenerālkopu. Kopumā 2019. gada sezonā tika apsekoti ~ 60% no pētījumā iekļautiem parauglaukiem. Noslēdzoties pētījumu ciklam 2019. gadā tika apkopoti un standartizēti dati, kas tika ievākti piecu gadu posmā, no 2014. līdz 2019. gadam. Šāda datu rinda nodrošina optimālās paraugkopas lieluma sasniegšanu. Ņemot vērā, ka priekšizpētes posma īstenošanas laikā saimniecības un to apsaimniekotie lauki pētījuma īstenošanas laikā gan mainījās, gan atkārtojās, kopējais gala analīzē iekļauto parauglaukumu skaits ir 106, kas ir mazāks par kopējo apsekoto visos pētījuma posmos apsekoto parauglaukumu skaitu (skat. 2.1. tabula).

2.1.Tabula. Kopējais pētījuma gaitā konstatēto sugu un īpatņu skaits

Pētījuma īstenošanas periods	2019.gads Bi+Ko	2018. gads Bi+Ko	2017. gads Bi+Ko	2015. gads Bi+Ko	2014. gads Bi+Ko	2014- 2019. gads kopā Bi+Ko
Apsekoto parauglauku skaits	33+33	5+5	5+5	5+5	5+5	53+53
Konstatēto īpatņu skaits	10254/8165	1769/2363	4473/3361	2291/3985	1731/1978	20518 + 19852
Konstatēto sugu skaits	53/58	24/27	24/25	34/32	28/29	65 + 68

Pētījuma realizācijas periodā no 2014. līdz 2018. gadam, katras lauka sezonas ietvaros lamatas tika eksponētas 10 lauksaimniecības laukos. Daļā no lauksaimniecības laukiem lamatas tika eksponētas vairāku sezonu garumā, lai iegūtu priekšstatu par faunas izmaiņām dažādu vides faktoru un agrotehnisko pasākumu ietekmē, kas tika apskatīts iepriekšējo pētījuma posmu atskaitēs (Balalaikins 2015, 2017, 2018). Veicot ievāktu īpatņu un sugu datu apkopojumu visa pētījuma ietvaros, no katra parauglaukuma tika izmantoti dati par četrus nedēļas lamatu eksponēšanu, līdz ar to 2.1. tabulā norādītais sugu un īpatņu skaits atšķiras no attiecīgo pētījuma gadu atskaitēs norādītā (Balalaikins 2014, 2015, 2017, 2018). Ievāktu īpatņu skaits dažādos

pētījuma posmos variēja no 3709 īpatņiem, kas ievākti 10 parauglaukumos, līdz 7834 īpatņiem. Šādas īpatņu skaita variācijas lielā mērā ir saistāmas ar laika apstākļu dažādību vaboļu uzskaites sezonās un to ietekmi uz graudaugu sējumos dominējošo skrejvaboļu sugu skaitliskumu. 2019. gadā ievāktu īpatņu skaits atbilst vidējam īpatņu skaitam pārējos pētījuma realizācijas gados, to pārrēķinot uz eksponēto lamatu skaitu. Katra pētījuma posma realizēšanas ietvaros konstatēto sugu skaits variēja no 33 līdz 43 sugām. Palielinoties parauglaukumu skaitam 2019. gadā sugu skaits strauji pieauga, sasniedzot 66 sugas, kopējam konstatēto sugu skaitam no 2014. gada līdz 2019. gadam pieaugot līdz 78 sugām. Atšķirības konstatēto sugu skaitā ir saistāmas ar faktoru kopumu, kas ietekmē skrejvaboļu faunu parauglaukumos. Skrejvaboļu sugu sasaiste ar dažādiem vides faktoriem un objektiem ārpus konkrēta lauksaimniecības lauka tika apskatīta 2018. gada rezultātu apkopojumā (Balalaikins 2018). Vērtējot konstatēto sugu sastopamību dažādos, pētījumā iekļautos laukos ir konstatēts, ka 55 sugas ir sastopamas abu apsaimniekošanas veidu parauglaukumos, tātad veido ar agrocenozēm saistīto sugu sabiedrību. Pārējās 23 sugas ir reti sastopamas vai to ekoloģiskās prasības ir specifiskas un tās nav saistītas ar atklātiem biotopiem (3. pielikums). Bioloģiskajās saimniecībās konstatētas 10 sugas, kas netika, konstatētas konvencionāli apsaimniekotos laukos (3. pielikums). Šīs sugas pamatā bija sastopamas tikai vienā no parauglaukumiem, to indivīdu skaitam atsevišķos lauksaimniecības laukos nepārsniedzot 10 īpatņus. Šīs sugas ir uzskatāmas par reti sastopamām, atsevišķos gadījumos tām ir specifiskas ekoloģiskās prasības, kas neatbilst lauksaimniecības lauku raksturojumam. Ņemot vērā šo sugu retu sastopamību un mazskaitliskumu, šīm sugām nav indikatīvās vērtības un to sastopamībai nav būtiska ietekme uz pētījuma rezultātu. Līdzīga situācija ir konvenciālu saimniecību laukos, kur šādu sugu skaits ir 13. Apvienojot sugu sastopamības datus visos parauglaukumos un sadalot tos pēc apsaimniekošanas veida (2.1. tabula) nav konstatētas būtiskas atšķirības starp divām datu kopām, turklāt atsevišķos pētījuma posmos lielāks sugu skaits ir reģistrēts konvencionālos laukos. Vērtējot sugu sastopamības analīzi katrā paraukumā atsevišķi ir konstatēts neliels sugu pārsvars bioloģiski apsaimniekotos laukos. Šī tendence norāda uz to, ka kopējo parauglaukumos konstatēto sugu skaits raksturo nevis apsaimniekošanas veidu, bet atsevišķu paraugkopā iekļauto parauglaukumu specifiskumu. Izvērtējot graudaugu sējumiem raksturīgāko 55 skrejvaboļu sugu, kas ir sastopamas visās saimniecībās, sadalījumu pētījumā iekļautajos parauglaukumos, būtiskas atšķirības netika konstatētas (2.2. tabula). Šī tendence apstiprina statistiski apstiprinātu hipotēzi, ka nav saistības starp konkrētām vaboļu sugām un apsaimniekošanas veidu.

2.2.Tabula. Graudaugu aagrocenozēm raksturīgo sugu skaits.

Pētījuma īstenošanas periods	2019.g ads Bi/Ko	2018. gads Bi/Ko	2017. gads Bi/Ko	2015. gads Bi/Ko	2014. gads Bi/Ko	2014-2019. gads kopā Bi+Ko
Kopējais konstatēto sugu skaits	52	31	25	37	36	55
Konstatēto sugu sadalījums atbilstoši apsaimniekošanas veidam	49/50	23/25	22/25	32/30	26/27	55/55

2.3.Tabula. Graudaugu sējumos dominējošo sugu īpatņu skaits 2014 - 2019. gada parauglaukumos.

Sugas nosaukums	Īpatņu skaits bioloģiskajos laukos	Īpatņu skaits konvenciālajos laukos	Kopējais īpatņu skaits	Cik saimniecībās suga konstatēta Bi+Ko	% No kopējā īpatņu skaita 2019-2014
<i>Poecilus cupreus</i>	7372	7191	14563	53+53	36,1
<i>Harpalus rufipes</i>	4284	3089	7373	53+53	18,3
<i>Pterostichus melanarius</i>	2241	3897	6138	53+53	15,2
<i>Calathus fuscipes</i>	1411	1266	2677	45+46	6,6
<i>Poecilus versicolor</i>	1211	647	1858	36+25	4,6
<i>Pterostichus niger</i>	951	801	1752	43+39	4,3
<i>Carabus cancellatus</i>	956	724	1680	44+34	4,2

Veicot skrejvaboļu uzskaiti visos apsektos parauglaukumos konstatēts, ka trīs sugas *Poecilus cupreus*, *Harpalus rufipes* un *Pterostichus melanarius* ir tipiskākās sugas graudaugu agroceņozēs un ir reģistrētas visos pētījuma parauglaukumos, turklāt *P. cupreus* izteikti dominē, veidojot 36,1% īpatņu skaita. Vēl četras sugas ir bieži sastopamas (skat. 2.3. tabula). Šīs sugas ir Latvijas agroceņozēm raksturīgas un bieži ir eidominantas, pamatā zoofāgi (izņemot *Harpalus rufipes*) (Bukejs u.c. 2009). No tām *Pterostichus niger* ir mežam raksturīga suga, divas sugas ir meža-atklāto biotopu sugas (*Pterostichus melanarius* un *Carabus cancellatus*), pārējās sugas ir atklāto biotopu sugas. Parauglaukumos netika konstatētas aizsargājamas sugas, bet 2018. gadā vienā parauglaukumā tika konstatēti 7 *Calosoma maderae* īpatņi. Līdz pētījuma uzsākšanai šīs sugas aktuālās atradnes Latvijā nebija zināmas (Balalaikins u.c. 2018). 2019. gadā tika konstatētas vēl 2 šīs sugas atradnes, no tām viena atradne konstatēta bioloģiski apsaimniekotā laukā.

Novērtējot skrejvaboļu īpatņu skaita sadalījumu starp konvenciāli un bioloģiski apsaimniekotiem laukiem, visos pētījuma posmos ir saglabājušās līdzīgas tendences, bioloģiski apsaimniekotos laukos īpatņu skaits ir nebūtiski lielāks, nekā konvenciāli apsaimniekotos, attiecīgi 2019. gada analizē tika izmantoti 20518 un 19852 īpatņi.

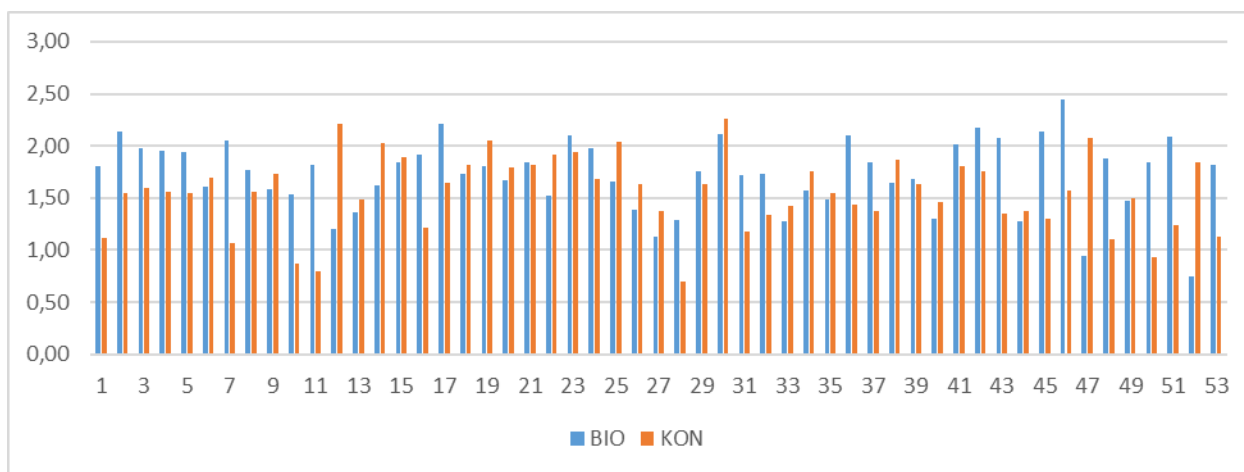
Atsevišķos skrejvaboļu uzskaites laukos reģistrēto skrejvaboļu skaits būtiski variē, bet ir minimāli atšķirīgs starp dažādā veidā apsaimniekotiem laukiem. Konvencionāli apsaimniekotos laukos konstatēto sugu skaits variē no 6 līdz 20 sugām, bet bioloģiski apsaimniekotos no 8 līdz 22 sugām.

Vidējais konstatēto skrejvaboļu skaits parauglaukumos atšķiras – bioloģiski apsaimniekotos laukos 14 sugas, bet konvenciāli apsaimniekotos 12. Iegūtie rezultāti apstiprina hipotēzi par parauglaukumu dažādību, turklāt parauglaukumos konstatēto sugu skaits būtiski atšķiras gan bioloģiski gan konvencionāli apsaimniekotos laukos. Konstatēto sugu skaita sastopamības intervāls ir līdzīgs abu apsaimniekošanas veidu laukos, kas norāda uz līdzīgiem faktoriem, kas ietekmē sugu daudzveidību graudaugu sējumos. Neskatoties uz līdzīgām sugu sadalījuma tendencēm dažādi apsaimniekoto parauglaukumu kopās, gan vidējais parauglaukumos konstatēto sugu skaits ir nedaudz lielāks bioloģiski apsaimniekotos laukos, gan maksimālais konstatēto sugu

skaits. Šī neliela, bet statistiski pierādīta atšķirība norāda uz bioloģiskās lauksaimniecības pozitīvu ietekmi uz skrejvaboļu sugu daudzveidību graudaugu sējumos.

2.2.3. ŠĒNONA-VĪNERA SUGU DAUDZVEIDĪBAS INDEKSS PARAGLAUKUMOS

Katram no apsekotajiem parauglaukumiem tika izrēķinātas Šēnona-Vīnera indeksa vērtības (2.1. attēls). Iegūto indeksa vērtību salīdzināšanai tika aprēķināta Šēnona-Vīnera indeksa vidējā vērtība bioloģiski un Konvenciāli apsaimniekotos laukos. Bioloģiskajās saimniecībās Šēnona-Vīnera indeksa vērtība bija augstāka (1.72 ± 0.34 , vid. vērt. \pm st. novirze), nekā konvenciālajās (1.55 ± 0.35). Vērtības statistiski būtiski atšķīrās par 0.176 (95% CI 0.041 – 0.310), $t(104) = 2.600$, $p = 0,011$. Iegūtai atšķirībai ir mazs praktiskais nozīmīgums $d=0.35$ (*effect size*).



2.1. attēls. Šēnona-Vīnera indeksa vērtību salīdzinājums 2014 - 2019. gadu pētījumu sezonā.

Konvenciāli un bioloģiski apsaimniekoto lauku salīdzināšanai, var tikt izmantota pāru metode, kur tiek salīdzināti tuvu izvietotie lauki, kas pakļauti līdzīgiem klimatiskiem faktoriem un atrodas līdzīgā ainavā (Döring & Kromp 2013). Vērtējot sugu daudzveidības indeksa vērtības parauglaukumu pāros, 28 gadījumos tā ir lielāka bioloģiskos laukos un attiecīgi 18 lielāka konvenciālajos, 7 gadījumos atšķirība ir minimāla. Šāds indeksa vērtību sadalījums parāda, ka vismaz ~53% izvēlēto pāru indeksa vērtība ir būtiski lielāka bioloģiski apsaimniekotos laukos.

Starp visiem pētījumā iekļautajiem parauglaukumiem, lielākā sugu daudzveidības indeksa vērtība ir reģistrēta bioloģiski apsaimniekotā laukā – 2.44, kopumā indeksa vērtība 2 punktu robežu pārsniedz 12 bioloģiski apsaimniekotos laukos, vēl 7 laukos vērtības ir pietuvinātas šādam līmenim. 2.4. tabulā tika apkopots pētījumā iekļauto parauglaukumu salīdzinājums. Visas aprēķinātās indeksa vērtības ir sadalītas atbilstoši tam atbilstošam sugu daudzveidības līmenim.

2.4. Tabula. Šēnona-Vīnera indeksa vērtību salīdzinājums bioloģiski un konvencionāli apsaimniekotos laukos.

Šēnona-vīnera indeksa vērtības	Konvencionāli apsaimniekoti lauki	Bioloģiski apsaimniekotie lauki
< 1	4	2
1-2	43	39
>2	6	12

Kopā:	53	53
--------------	-----------	-----------

Vērtības < 1 ir uzskaitāmas par zemu sugu daudzveidību, 1-2 par vidējo un >2 par augstu. Šī rezultātu interpretācija ir attiecināma uz šo pētījumu un atspoguļo sugu daudzveidību graudaugu agrocenozēs Latvijas teritorijā. Šī sadalījuma rezultāti uzskatāmi parāda, ka lielākā parauglaukumu skaitā sugu daudzveidība ir līdzīga, bet atšķirības, kas ir saistāmas ar lauku apsaimniekošanas modeli ir uzskatāmi redzamas zemu un augstu indeksa vērtību sadalījumā. Attiecīgi ir konstatēts, ka saimniecībās ar zemu sugu daudzveidību visniežāk būs konvencionāli apsaimniekotas, bet ar lielu sugu daudzveidību bioloģiski apsaimniekotas.

2.2.4. PĒTĪJUMA REZULTĀTU STATISTISKĀ ANALĪZE

Pētījuma noslēguma posmā, veicot visu ievāktu datu apkopojumu, netika analizēti dati par skrejvaboļu faunas atšķirībām konkrētajā lauksaimniecības kultūrā. Analizējot datus no dažādu kultūru, vienādi apsaimniekotiem laukiem tika ņemts vērā saimniecības veids, kas paredz noteiktu principu ievērošanu, neuzskaitot konkrētas darbības, ko veic apsaimniekotājs. Atkarībā no nepieciešamības konvenciāli apsaimniekotos laukos var tikt pielietots atšķirīgs minerālmēsli, herbicīdu un pesticīdu daudzums, bet kopumā ekstensīvākā vai intensīvāka saimniekošana nepadara to par atbilstošu bioloģiskās saimniekošanas principiem, jo tā nav vērsta uz bioloģiskās daudzveidības saglabāšanu.

Pētījuma realizācijas dažādos posmos īpaša uzmanība tika vērsta uz dažādu faktoru ietekmes vērtējumu uz skrejvaboļu faunu. Tika veikta ainavu analīze, vērtēti agrotehniskie pasākumi, lauksaimniecības kultūra tās augstums un kultūru maiņa, klimatiskie faktori. Pētījumā konstatēts, ka visiem šiem faktoriem ir ietekme uz bioloģisko daudzveidību sējumos. Viens no būtiskākajiem faktoriem ir ainavas ietekmi uz parauglaukumiem, kas izpaužas kā skrejvaboļu dispersija no blakus esošajām dzīvotnēm – mežiem, krūmājiem, neapsaimniekotām lauksaimniecības zemēm (Balalaikins 2014, 2015, 2017, 2018). Daudzos pētījumos, kuru rezultātā ir nepieciešams datu apkopojums, lai pārbaudītu izvirzītās hipotēzes par kāda faktora ietekmi uz skrejvaboļu faunu, tās bieži tiek sadalītas funkcionālās grupās. Šajās grupās tiek iedalītas sugas ar līdzīgu sezonālās aktivitātes maksimumu, reproductīvo periodismu, diennakts aktivitāti, ķermeņa lielumu, spārnu morfoloģiju, barības objektu izvēles atšķirībām, saistību ar biotopu atvērtību un tā mitruma pakāpi. Tomēr šāds iedalījums ir saistīts ar rezultātu subjektivitāti, jo sugu ekoloģiskās prasības pārklājas un nav pilnīgi izpētītas pat reģionos ar labu izpēti līmeni. Turklāt skrejvaboļu spēja lidot padara to pētījumus komplicētākus (Niemelä et al. 2007).

Vērtējot pētījumā iekļauto datu kopu, tika izvirzīta hipotēze, ka katru parauglaukumu ietekmē dažādi faktori, bet pastāv noteicošais faktors, kas ietekmē skrejvaboļu sugu sastāvu un īpatņu skaitu. Šis faktors ir apsaimniekošanas veids – konvencionālais, kas pieļauj dažādu sintētisko ķīmisko vielu izmantošanu, tajā skaitā herbicīdu, pesticīdu un minerālmēsli, un bioloģiskais, kas šīs darbības aizliedz. Pētījuma kontekstā visi parauglaukumi tika sadalīti divās vienādās paraugkopās, atbilstoši to apsaimniekošanas veidam, lai noteikt vai pastāv būtiskas atšķirības starp šīm divām paraugkopām.

Priekšizpēti laikā iegūtā materiāla analīzes procesā, vērtējot 2017. un 2018. gada datu kopu, netika konstatētas statistiski būtiskas sugu skaita atšķirības starp bioloģiski un konvenciāli apsaimniekotiem laukiem (*T-tests*, $p > 0.05$).

Analizējot visu datu rindu kopumā konstatēts, ka parauglaukumos vidēji konstatēto skrejvaboļu sugu skaits ir augstāks bioloģiskās saimniecībās (14.28 ± 3.51 , vīd. vērt. \pm st. novīrze) salīdzinājumā ar konvenciālām (12.21 ± 3.33 , vīd. vērt. \pm st. novīrze)) $t(104) = -3.12$ $p = 0.002$, $d = 0.18$ (efekta lielums). Iegūtie rezultāti norāda uz statistiski pierādītu lielāku sugu daudzveidību bioloģiski saimniecībās salīdzinājumā ar konvenciālajām. Vērtējot iegūto datu praktisku nozīmi, jāatzīmē, ka to praktiskā nozīme ir maza (Cohen (1988), vidēji bioloģiski apsaimniekotā parauglaukumā ir par 2 sugām vairāk nekā konvenciāli apsaimniekotā, kas ir vidējais rādītājs starp visiem parauglaukumiem. Lielākā daļā bioloģiski apsaimniekotu lauku tika konstatēta lielāka sugu daudzveidība, bet daļā no tiem starpība nebija būtiska vai arī sugu daudzveidība mazāka nekā konvencionāli apsaimniekotos laukos. Šie rezultāti ir izskaidrojami ar daudziem biotiskiem, abiotiskiem un antropogēniem faktoriem, kuru ietekme uz skrejvaboļu faunu tika analizēta dažādos pētījuma posmos (Balalaikins 2017, 2018). 2019. gadā šo faktoru kopums netika vērtēts un tika salīdzināts tikai deklarētais apsaimniekošanas veids, neskatoties uz to cik intensīvi tiek saimniekots konkrētajā laukā. Pat ja vizuāli konvencionāli apsaimniekotais lauks izskatījās pēc bioloģiski apsaimniekotā, iegūtie dati tika attiecināti uz konvenciālo apsaimniekošanas modeli. Pētījuma dati atspoguļo situāciju Latvijas lauksaimniecībā, kas ir atkarīga ne tikai no deklarētā saimniekošanas veida, bet arī no saimniecību lieluma, tām pieejamiem resursiem un izpratnes par atbilstosu lauksaimniecisko praksi.

Saskaņā ar priekšizpēti laikā, 2018. gadā apstrādātiem datiem, konstatēta statistiski būtiska atšķirība starp vienas skrejvaboļu sugas īpatņu skaitu bioloģiski un konvenciāli apsaimniekotās saimniecībās: *Pseudophonus rufipes* (Mann – Whitney, $U = 2972.500$ $Z = -2.731$ $p = 0.006$ $r = 0.21$ (zems efekta lielums)). Vēl septiņām vaboļu sugām, tika konstatēta statistiski būtiska atšķirība starp īpatņu skaita mediānām dažādi apsaimniekotās saimniecībās.

2019. gadā, veicot pilnu datu rindas analīzi, priekšizpēti laikā iegūtie rezultāti neapstiprinājās un statistiski būtiskas atšķirības starp atsevišķu skrejvaboļu sugu īpatņu sastopamību, kādā no lauku apsaimniekošanas veida laukiem netika konstatētas.

Pēc vizuālās histogrammu un QQ plot grafiku analīzes, izvērtējot asimetrijas un ekscesa indeksus un to standartkļūdas (Cramer 1998; Cramer, Howitt, 2004; Doane, Seward, 2011), ka arī Shapiro – Wilk testa rezultātus $p < 0.05$ (Shapiro & Wilk, 1965; Razali & Wah, 2011) var uzskatīt, ka skrejvaboļu īpatņu datu sadalījumi tāpat kā iepriekšējos pētījuma posmos dati nepakļāvās Gausa sadalījumam. Ņemot vērā to, ka neskatoties uz pieejamo datu rindas garumu dati nepakļaujas šim sadalījumam, šāds sadalījums ir uzskatāms par dabisku skrejvabolēm lauksaimnieciskos laukos un datu rindas pagarināšana to neietekmē.

Vērtējot hipotēzi, ka bioloģiskajās saimniecībās populācijas ir stabilākas, nekā konvenciālajās, tika veikts interkvartīlu diapozona vērtību (IQR) apkopojums bioloģiski, un konvenciāli apsaimniekotos laukos paraugiem no 2014. līdz 2019. gadam (2. pielikums). IQR vērtību atšķirības norāda uz sugu īpatņu sadalījuma vienmērību pētījumā iesaistītos parauglaukumos. Mazāks IQR vērtību intervāls norāda uz vienmērīgāku sugu īpatņu skaita sastopamību visos parauglaukumos, kas savukārt var norādīt uz to populācijas stabilitāti. Konstatētās IQR vērtību atšķirības norāda uz populāciju stabilitātes atšķirībām atšķirīgi apsaimniekotos parauglaukumos. Bioloģiskās saimniecībās IQR vidējā vērtība ir 1723 (4110 - 5833), bet konvenciālajās 2124

(3849 - 5973). Agrocenozēs dominantās sugas ir iekrāsotas oranžā krāsā. Vērtējot dominantās sugas, uz visu parauglaukumu fona būtiskas IQR svārstības ir konstatētas *Pterostichus melanarius* konvenciālās sasimniecībās (3 – 29.25) kas norāda uz šīs sugas ievāktu īpatņu skaita nestabilitāti pētījuma iekļautajos parauglaukumos.

2.3. SKREJVABOĻU DAUDZVEIDĪBA GRAUDAUGU SĒJUMOS, IETEKMĒJOŠIE FAKTORI

Viens no LAP2014-2020 bioloģisko saimniecību atbalsta mērķiem ir vērsts uz bioloģiskās daudzveidības atjaunošanu, saglabāšanu un veicināšanu. Bioloģiskā daudzveidība iekļauj sevī vairākus līmeņus – daudzveidību iekšsugas līmenī, kas nosaka sugas iekšējo ģenētisko daudzveidību, sugu līmenī, kas nosaka sugu skaitu, kas ir sastopamas noteiktā sabiedrībā un ekosistēmu daudzveidību, kas ir ekosistēmu kopums, kas sastopams noteiktā reģionā (Kumar un Mina 2018). Sējumi ir uzskatāmi par mākslīgo ekosistēmu, kur sugu daudzveidība ir atkarīga no cilvēka darbības (Baumber A. 2016). Bioloģiskās daudzveidības veicināšana lauksaimniecībā ir saistīta ar dažādām sugām piemērotu apstākļu saglabāšanu lauksaimniecības zemēs. Sugu kopumu ekosistēmā raksturo savstarpējās attiecības, piemēram, konkurence vai plēsonība, līdz ar to vienas ekoloģiskās grupas sugu daudzveidība netieši atspoguļos kopējo biodaudzveidību ekosistēmā. Izvēloties pētījuma mērķgrupu tika pieņemts, ka skrejvaboļu sugu daudzveidība norāda uz kopējo sugu daudzveidību graudaugu sējumos. Sugu daudzveidība ir cieši saistīta arī ar ekosistēmu savstarpējo mijiedarbību, daļai īpatņu pārvietojoties starp dažādām ekosistēmām. Skrejvaboles ir plaša vaboļu grupa, kas ir sastopama dažādās dzīvotnēs, gan atklātos gan meža biotopos, tām ir dažādas ekoloģiskās prasības, barības objekti, atšķirīgi vairošanās cikli un to ilgums. Vērtējot šīs atšķirības, ir saprotams, ka nav iespējams nodrošināt visām sugām piemērotus, vienādi labvēlīgus apstākļus.

Vērtējot 2014-2019. gadu pētījuma rezultātus ir konstatēts, ka būtiska loma skrejvaboļu sugu daudzveidības ilglaicīgai saglabāšanai ir lauksaimniecības kultūraugam konvencionāli apsaimniekotos laukos un nezāļu daudzumam sējumos. Būtiskākais faktors, kas var izskaidrot bioloģiskās lauksaimniecības sniegtās priekšrocības, ir mazāka agrotehnisko pasākumu intensitāte, kas ļauj skrejvabolēm atrast tām piemērotās patvertnes un ilglaicīgi uzturēties noteiktajā laukā, šī hipotēze apstiprinās arī publicētos pētījumos (Sądej et al. 2012). Skrejvaboles ietekmē arī jebkurš augsnes apstrādes veids. Pastāv uzskats, ka bioloģiskās apsaimniekošanas lielāka efekta sasniegšanai ir ieteicams izvēlēties mazāk destruktīvas augsnes apstrādes metodes, kuru rezultātā nenotiek augsnes dziļāko slāņu apgrīšana, vai arī jācenšas pielāgot lauksaimnieciskās darbības laukus apdzīvojošo organismu dzīves cikliem. Zinātniskajā literatūrā pieejami dati par potenciāli vidi saudzējošu, samazinātu augsnes apstrādi ir pretrunīgi un nesniedz viennozīmīgu atbildi par šāda agrotehniskā pasākuma pozitīvu ietekmi uz skrejvaboļu daudzveidību, un atkarīgi no pētījuma lokalizācijas vietas (Holland & Luff 2000). Pašlaik Latvijā netiek noteikti augsnes apstrādes intensitātes un periodiskuma ierobežojumi bioloģiskām saimniecībām, līdz ar to nav principiālas atšķirības starp augsnes apstrādes veidiem bioloģiski un konvencionāli apsaimniekotos laukos, kas var ietekmēt vaboļu faunas daudzveidību. Realizētā pētījuma ietvaros netika vērtēti konkrētie augsnes apstrādes veidi.

Pesticīdiem, īpaši insekticīdiem ir lokāla un īstermiņa iedarbība uz skrejvaboļu faunu, jo lauki tiek samērā ātri atkārtoti kolonizēti (Holland & Luff 2000). Ņemot vērā pesticīdu pielietošanas īstermiņa efektu, tas var neatspoguļoties šī pētījuma ietvaros iegūtajos datos. Savukārt ilgtermiņa pesticīdu lietošanas efekts ir grūtāk pierādāms un tā ietekme var izplatīties uz plašākām

teritorijām, tajā skaitā bioloģiski apsaimniekotiem laukiem (Holland & Luff 2000). Savukārt oglekli un slāpekli saturošu minerālmēslu lietošanai, vairumā gadījumu ir pozitīva ietekme uz augsnes organismu daudzumu un līdz ar to arī uz skrejvaboļu faunu (Sādej et al. 2012). Vairumam no pētījumā iekļautiem konvencionāli apsaimniekotiem parauglaukumiem ir raksturīga lauku mēslošana, kas sniedz pozitīvo ietekmi uz sugu daudzveidību. Bioloģiski apsaimniekotiem laukiem pamatā ir raksturīgs neiejaukšanās režīms, kas pozitīvi ietekmē sugu daudzveidību parauglaukumos, bet nav raksturīga lauku mēslošana. Organiskā mēslojuma pielietošanai ir prognozējama pozitīva ietekme uz organismu daudzveidību lauksaimniecības laukos, bet šī faktora pozitīvās ietekmes pārbaudei ir nepieciešama specifiska parauglaukumu atlase. Būtiska loma ir arī kultūraugu maiņai, no vides stabilitātes saglabāšanas viedokļa skrejvabolēm ir labvēlīga viena kultūrauga ilglaicīga audzēšana (Balalaikins 2018). Kopumā skrejvaboļu faunu graudaugu agrocenozēs Latvijā pozitīvi ietekmē lauksaimnieciskās ainavas sadrumstalotība, kur blakus atrodas lauksaimniecībā izmantojamās zemes, meža puduri un reizēm arī ilgstoši neizmantotās atklātās platības, kā arī bioloģiski un konvenciāli apsaimniekotu lauku līdzās pastāvēšana, kur skrejvabolēm ir iespēja migrēt starp laukiem, izvēloties attiecīgajam periodam piemērotāku dzīvotni. Daudzos pētījumos, kas veltīti sējumu faunas izpētei un to ietekmējošiem faktoriem būtiska uzmanība ir pievērsta laukam blakus esošiem zemes gabaliem un to lietojuma veidam (Balog u.c. 2008). Daugavpils Universitātes realizētā pētījuma ietvaros, 2018. gada lauka darbu sezonā, tika veikta ainavas līmeņa zemes lietojuma analīze, kuras rezultātā analizēts zemes lietojums 1000 metru rādiusā ap parauglaukumā izvietoto transekti. Rezultātā tika iegūtas vairākas saistības starp skrejvaboļu un īsspārņu īpatņu skaitu un faktoriem, kas tos ietekmē. Būtiskākais identificētais faktors ir krūmu segums, kas negatīvi ietekmē vairākas, lauksaimniecības laukos sastopamās sugas. Potenciāli šo sugu skaits var būt lielāks, jo to ciešās saistības noteikšanai ar šo vai kādu citu faktoru ir nepieciešams pietiekams konstatēto īpatņu skaits (Balalaikins 2018). Rietumeiropā, kur starpība starp konvenciāli un bioloģiski apsaimniekoto lauku faunu ir izteiktāka, skrejvaboles ietekmē lielas vienādi, konvenciāli apsaimniekoto lauksaimniecības zemju platības, kur sugu migrācija mazāk izteikta (Montanez & Amarillo-Suárez 2014). Latvijā lielākas konvenciāli apsaimniekoto graudaugu sējumu platības ir lokalizētas Zemgales reģionā. Šim reģionam raksturīga vienvēidīga konvenciāli apsaimniekoto aramzemju dominance. Veicot parauglaukumu atlasī šajā reģionā, atbilstoši metodikai, nebija iespējams atlasīt pietiekamu parauglaukumu skaitu, tāpēc pamatā parauglaukumi atlasīti reģionos ar lielāku bioloģiski apsaimniekoto lauku īpatsvaru. Vērtējot situāciju Zemgales reģionā, balstoties uz literatūras datiem (Montanez & Amarillo-Suárez 2014) var izvirzīt hipotēzi, ka reģionā ar lielāku konvenciālās lauksaimniecības īpatsvaru ir zemāka sugu daudzveidība graudaugu sējumos. Šīs hipotēzes apstiprināšanai ir jāveic faunas pētījums lauksaimniecībā intensīvi izmantoto platību centrālajā daļā.

Vispārīgs priekšstats par bioloģisko lauksaimniecību saistīts ne tikai ar sintētisku ķīmisko vielu pielietošanas aizliegumu, bet arī ar ūdens apgādes sistēmu dabiskošanu un mazāk destruktīvu augsnes apstrādes veidu (Montanez un Amarillo-Suárez 2014). Taču, vērtējot Latvijā praktizējamo pieeju graudu audzēšanai bioloģiskajās saimniecībās, jāatzīmē, ka tā tikai daļēji atbilst pasaulē vispārpieņemtajiem bioloģiskās lauksaimniecības principiem, kas ietver mērķtiecīgu bioloģiskās daudzveidības saglabāšanas pasākumu īstenošanu, iekļaujot agrotehnisko pasākumu pielāgošanu organismu dzīves cikliem. Līdz ar to vaboļu faunas atšķirības parauglaukumos ir jāvērtē, ņemot vērā esošo bioloģisko lauku apsaimniekošanas praksi un efektivitāti. Latvijā bioloģiskā saimniekošanas pamatā ir prasība neizmantot

sintētiskos minerālmēslus un pesticīdus, kā arī papildu lauku apstrādes nosacījumi ražošanas procesā.

Skrejvaboles ir arī viens no vides objektiem, kas ir izmantojams integrētās augu aizsardzības pasākumu nodrošināšanā, līdz ar to potenciāli, palielinot sējumiem vērtīgo vaboļu sugu piesaistīšanu, ir iespējams nodrošināt ne tikai sugu daudzveidībai labvēlīgus apstākļus, bet arī gūt ekonomiskus ieguvumus. Šāda veida pasākumi var tikt īstenoti konvenciālajos laukos, atstājot ar glifosātiem neapstrādātās joslas, tādā veidā saglabājot nelielu nezāļu daudzumu, kas var piesaistīt skrejvaboles visam laukam. Līdzīga pozitīva pieredze ir aprakstīta (Chiverton un Sotherton 1991) rakstā, kur herbicīdi netika pielietoti graudaugu sējumu malās, bet potenciāli uzlabot šo efektu var atstājot šādas joslas arī lauka vidū. Bioloģiski apsaimniekoti graudaugu sējumiem raksturīga nedaudz lielāka sugu daudzveidība, tos salīdzinot ar konvencionāliem laukiem. Uzskaitot skrejvaboļu ekoloģiskās pasības ir konstatēta to pozitīva saistība ar oglekli un slāpekli saturošo mēslojumu pielietošanu lauksaimniecības zemēs, nezāļu daudzumu un minimāla agrotehnisko pasākumu režīma ievērošanu veģetācijas sezonas laikā (Holland & Luff 2000, Šadej et al. 2012, Balalaikins 2018). Apkopojot šos faktorus ir secināms, ka sugu daudzveidības palielināšanu graudaugu sējumos sekmēs lauku bagātināšana ar organisko mēslojumu, kas tiks veikta ārpus veģetācijas sezonas un agrotehnisko pasākumu minimums veģetācijas sezonā.

3. SECINĀJUMI UN IETEIKUMI

3.1. SECINĀJUMI

Lauku attīstības programmas 2014.-2020. gadam (LAP 2014-2020) ietvaros 5 gadu posmā tika veikta skrejvaboļu faunas izpēte 106 parauglaukumos visā Latvijas teritorijā, ievācot ~ 40 000 skrejvaboļu īpatņu un reģistrējot 78 sugas. Pētījuma rezultātā iegūtā datu ģenerālkopa pierāda LAP 2014-2020 pasākumā (M11) *Bioloģiskā lauksaimniecība* pozitīvo ietekmi uz skrejvaboļu sugu sastopamību graudaugu sējumos.

Apkopojot skrejvaboļu uzskaišu rezultātus, kas vērsti uz LAP 2014-2020 pasākuma “Bioloģiskās lauksaimniecības devums bioloģiskās daudzveidības saglabāšanā” efektivitātes izvērtēšanu, konstatēts, ka Latvijas graudaugu sējumos neatkarīgi no to apsaimniekošanas veida skrejvaboļu sabiedrības ir līdzīgas, bet ir neliela statistiski būtiska atšķirība sugu skaitā, kas atkarīga no lauka apsaimniekošanas veida. Lielākā daļā bioloģiski apsaimniekoto parauglaukumu konstatēta lielāks sugu skaits, ko apstiprina arī sugu daudzveidības indeksa rādītāji. Šāda sakarība ir vērtējama kā LAP 2014-2020 pasākuma “Bioloģiskās lauksaimniecības devums bioloģiskās daudzveidības saglabāšanā” pozitīvā ietekme.

Apkopojot ievākto koleopteroloģisko materiālu visos pētījuma posmos tika noskaidrots Latvijas graudaugu sējumiem raksturīgo 55 skrejvaboļu kopums, ieskaitot dominantās skrejvaboļu sugas, kas ir sastopamas katrā aramzemes laukā (*Poecilus cupreus*, *Harpalus rufipes* un *Pterostichus melanarius*). Pagarinoties datu rindai, atsevišķu sugu saistības nozīme ar konkrēto lauka apsaimniekošanas veidu mazinājās, rezultātā statistiski neapstiprinoties šo sugu saistībai ar konkrēto lauka apsaimniekošanas veidu.

Pētījuma gaitā veikta dažādu hipotēžu izvērtēšana, kas var izskaidrot skrejvaboļu faunas sastopamības likumsakarības dažādi apsaimniekotos lauksaimniecības laukos. Tika konstatēta skrejvaboļu saistība ar nezāļu daudzumu, lauksaimniecības kultūraugiem, to maiņu un laukam pieguļošo ainavu elementiem.

Vērtējot visos parauglaukumos pētījumā laikā konstatēto skrejvaboļu sugu īpatņu skaitu, secināms, ka to skaits ir līdzīgs, 20 518 īpatņi uzskaitīti bioloģiski apsaimniekotos laukos un 19 852 īpatņi konvenciālos laukos. Īpatņu skaita sadalījums starp sugām ir vienmērīgs un neuzrāda atšķirības atkarībā no apsaimniekošanas veida.

Sugu daudzveidības analīzē lauksaimniecības laukos tika pielietots Šēnona-Vīnera indekss. Vidēji LAP 2014-2020 pasākumā (M11) *Bioloģiskā lauksaimniecība* atbalstīto saimniecību laukos indeksa vērtība bija augstāka nekā konvenciālajās, tas statistiski būtiski atšķīrās par 0.176. Iegūtā atšķirība ir neliela tai ir mazs praktiskais nozīmīgums.

3.2. IETEIKUMI

Bioloģiski apsaimniekotiem laukiem pamatā ir raksturīgs ekstensīvāks apsaimniekošanas režīms, kas pozitīvi ietekmē sugu daudzveidību parauglaukumos. Tomēr, neveicot lauku mēslošanu, pastāv organisko vielu samazināšanās risks augsnē, kā rezultātā var samazināties kopējā sugu daudzveidība attiecīgajā laukā. Mērenai lauku mēslošanai ar organisko mēslojumu (ārpus

veģetācijas sezonas) prognozējama pozitīva ietekme uz skrejvaboļu sugu daudzveidību, tāpēc bioloģiski apsaimniekotajos laukos jā saglabā un jā uzlabo augsnes auglība.

Sugu daudzveidība lauksaimniecībā izmantojamās zemēs ir atkarīga no zemnieku izpratnes par atbilstošu lauksaimniecisko praksi, kā arī ieguvumiem ko sniedz dabai draudzīgā saimniekošana. Lauksaimnieku izglītošana un pozitīvās attieksmes veidošana ir viens no būtiskākajiem bioloģiskās daudzveidības atjaunošanas, saglabāšanas un veicināšanas aspektiem Latvijā.

Veicot lauksaimniecības kultūraugu maiņu un plānojot agrotehniskos pasākumus, iespēju robežās ir jāņem vērā lauksaimniecības laukiem raksturīgo organismu dzīves cikls un vidi saudzējošie agrotehniskie pasākumi, piemēram, pielietojot minimālo augsnes apstrādi.

Latvijas agrozenozēs jāveic specifiski un sistemātiski pētījumi, kas orientēti uz dažādu faktoru un konkrēto agrotehnisko pasākumu ietekmes izvērtēšanu uz sugu daudzveidību un lauksaimniecisko ražu. Šo pētījumu aktualitāti var pamatot ar lauksaimniekiem nepieciešamo informāciju, kas nodrošinās efektīvākus lauku apsaimniekošanas veidus, samazinās apsaimniekošanas izmaksas, kā arī ļaus viņiem izvēlēties dabai draudzīgākus risinājumus praksē.

IZMANTOTĀ LITERATŪRA

1. Andersen A. 1991 Carabidae and Staphylinidae (Col.) frequently found in Norwegian agricultural fields. New data and review. *Fauna Norvegica Seria B* 38, 65–76.
2. Andersen A., Eltun R. 2000. Long-term developments in the carabid and staphylinid (Col., Carabidae and Staphylinidae) fauna during conversion from conventional to biological farming. *Journal of Applied Entomology*. Blackwell Wissenschafts-Verlang, Berlin, P. 51-56.
3. Balalaikins M. 2015. Skrejvaboļu izplatība un to atšķirības dažādās agroceņozēs. *Atskaite, Daugavpilī*, 56 lpp.
4. Balalaikins M. 2017. Skrejvaboļu un īsspārņu sabiedrības konvenciāli un lap 2014-2020 pasākuma Bioloģiskā lauksaimniecība apsaimniekotās agroceņozēs. *Atskaite, Daugavpilī*, 36 lpp.
5. Balalaikins M. 2018. Skrejvaboļu un īsspārņu sabiedrības konvenciāli un lap 2014-2020 pasākuma Bioloģiskā lauksaimniecība apsaimniekotās agroceņozēs. *Atskaite, Daugavpilī*, 46 lpp.
6. Balalaikins M., Barševskis A., Tamutis V., Valainis U., Aksjuta K. 2018. New record of *Calosoma (Campalita) auropunctatum* (Herbst, 1784) in Latvia with notes on its occurrence in the Eastern Baltic region. *Periodicum Biologorum* 120(1):59-65
7. Balog A., Marko V., Szarvas P. 2008. Dominance, activity density and prey preferences of rove beetles (Coleoptera: Staphylinidae) in conventionally treated Hungarian agro-ecosystems. *Bulletin of Entomological Research*, 98: 343–353.
8. Baumber A. 2016. *Bioenergy Crops for Ecosystem Health and Sustainability* (Routledge Studies in Bioenergy). Routledge; 1 edition. New York, PP. 218. ISBN-13: 978-1138838833
9. Begum K.J., Ahmed A. 2015. The Importance of Statistical Tools in Research Work. *International Journal of Scientific and Innovative Mathematical Research (IJSIMR)* Volume 3, Issue 12: 50-58
10. Bukejs A., Petrova V., Jankevica L., Volkov D. 2009. Carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) of Latvian agroceņozes: review. *Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis*, 9 (1): 79-88
11. Cameron H.K., Leather R.S. 2012. How good are carabid beetles (Coleoptera, Carabidae) as indicators of invertebrate abundance and order richness? *Biodiversity and Conservation*, Volume 21, Issue 3, pp 763–779.
12. Carley S., Lecky F. 2003. Statistical consideration for research. *Emerg. Med. J.*, 20:258–262
13. Chiverton P.A., Sotherton, N.W. 1991. The effects on beneficial arthropods of the exclusion of herbicides from cereal crop edges. *Journal of Applied Ecology*, 28, 1027–1039.
14. Cohen J. 1988. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
15. Cole L.J., McCracken D.I., Downie I.S., Dennis P., Foster G.N., Waterhouse T., Murphy K.J., Griffin A.L., Kennedy M.P. 2005. Comparing the effects of farming practices on ground beetle (Coleoptera: Carabidae) and spider (Aranea) assemblages of Scottish farmland. *Biodiversity and Conservation*, 14: 441-460.
16. Cramer D., 1998. *Fundamental statistics for social research*. London: Routledge.
17. Cramer D. and Howitt D., 2004. *The SAGE dictionary of statistics*. London: SAGE.
18. Doane D. P. and Seward L. E., 2011. Measuring skewness. *Journal of statistics education*, 19(2), 1 – 18.

19. Döring T., Kromp B. 2013. Which carabid species benefit from grassy strips in organic agriculture? —a review of comparative studies in winter cereals from Germany and Switzerland. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 98 (2003) 153–161.
20. Dritschilo W. and Wanner, D. 1980. Ground beetle abundance in organic and conventional corn fields. *Environmental Entomology*, 9, 629-631.
21. Dunger, W., Fiedler, H. J., 1997. Methoden der Bodenbiologie. Jena, Gustav Fischer Verl., 539s.
22. Gailis J., Turka J. 2013. Discussion on ground beetles and rove beetles as indicators of sustainable agriculture in Latvia: REVIEW, Research for Rural Development, volume 1, 56-62.
23. Gailis J., Turka I., Ausmane M. 2017. The most frequent ground beetles (Coleoptera, Carabidae) are differently affected by main soil treatment and crop rotation in winter wheat fields. *Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis* 17(1):29-52
24. Hokkanen H. and Holopainen J.K. 1986. Carabid species and activity densities in biologically and conventionally managed cabbage fields. *Journal of Applied Entomology*, 102, 353-363.
25. Hoffmann, M.P. and Frodsham, A.C. 1993. *Natural Enemies of Vegetable Insect Pests*. Cooperative Extension, Cornell University, Ithaca, NY. 63 pp.
26. Holland J.M. & Luff M.L. 2000. The effects of agricultural practices on Carabidae in temperate agroecosystems. *Integrated Pest Management Reviews*, 5, 109-
27. Hole D. G., Perkins A. J., Wilson J. D., Alexander I. H., Grice P. V. & Evans A. D. 2005: Does organic farming benefit biodiversity? *Biological Conservation* 122: 113–130.
28. Kromp B. 1985. Zur Laufkäferfauna (Coleoptera, Carabidae) von Äckern in drei Gegenden Österreichs unter besonderer Berücksichtigung der Bewirtschaftungsweise. Ph.D. Thesis. University of Vienna.
29. Kromp B. 1989. Carabid beetle communities (Carabidae, coleoptera) in biologically and conventionally farmed agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 27, 241-251
30. Kumar P., Mina U. 2018. Fundamentals of Ecology and Environment. Second Edition. Pathfinder Publication, a unit of Pathfinder Academy Pvt. Ltd. New Deli, P. 55-78 ISBN: 978-81-934655-0-9
31. Lang, J., Benbow, M. 2013. Species Interactions and Competition. *Nature Education Knowledge* 4(4):8. Dayton. PP. 10.
32. Montanez M. N., Amarillo-Suárez A. 2014. Impact of organic crops on the diversity of insects: A review of recent research. – *Revista Colombiana de Entomologia* 40(2): 131-142.
33. Niemelä J., Koivula M., Kotze D.J. 2007. The effects of forestry on carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) in boreal forests. *Journal of Insect Conservation* 11:5-18. doi: 10.1007/s10841-006-9014-0
34. Sądziej W., Kosewska A., Sądziej W., Nietupski M. 2012. Effects of fertilizer and landuse type on soil properties and ground beetle communities. – *Bulletin of Insectology* 65: 239-246.
35. Schinner F., Ohlinger R., Kandeler E., Margesin R. 1995. Methods in soil biology. Berlin, Springer-Verlag: 426 p.
36. Skłodowski J. 1999. Movement of selected carabid species (Col. Carabidae) through a pine forest-fallow ecotone. *Folia Forestalia Polonica, Series A – Forestry* 41, 5–23.
37. Valainis U., Cibulskis R., Savenkovs N. 2009. Bezmugurkaulnieku fona monitoringa metodika. Daugavpils Universitātes Sistemātiskās bioloģijas institūts, Daugavpils, 22 lpp.
38. Vilks, K., Kalniņš M., Digna P., Rudzītis M., Spuņģis V. 2013. Bezmugurkaulnieku monitoringa metodika Natura 2000 teritorijās. Latvijas Entomoloģijas biedrība: 65 lpp.

PIELIKUMI

1. PIELIKUMS. VIRSAUGSNES LAUKA DATU FORMA.

Virsausgnes lamatu lauka datu forma

Parauglaukuma kods. Apsekošanas reize

Trans. sākuma koordinātas

x
y

 Trans. beigu koordinātas

x
y

Apsekošanas datums Eksperts

Lamatu stāvokļa apraksts

Piezīmes (citi faktori, kas var ietekmēt iegūtos datus, apkārtējie biotopi, u.c. informācija)

2. PIELIKUMS. INTERKVARTĪLU DIAPOZONA VĒRTĪBU APKOPOJUMS (IQR). BIOLOĢISKI UN KONVENCIĀLI APSAIMNIEKOTOS LAUKOS 2014. LĪDZ 2019. GADAM.

Sugas nosaukums		Min – Max	Me	IQR	Kopā
Acupalpus meridianus	BI	-	-	-	-
Acupalpus meridianus	KO	-	1	-	3
Agonum ericeti	BI	-	1	-	3
Agonum ericeti	KO	-	2	-	2
Agonum fuliginosum	BI	-	1	-	1
Agonum fuliginosum	KO	-	-	-	-
Agonum gracilipes	BI	1 – 2	1	-	8
Agonum gracilipes	KO	1 – 2	1	-	9
Agonum muelleri	BI	1 – 8	2	0.5 – 3.5	60
Agonum muelleri	KO	1 – 14	2	1 – 3.5	39
Agonum sexpunctatum	BI	1 – 3	1	-	18
Agonum sexpunctatum	KO	-	1	-	15
Amara aenea	BI	1 – 4	1	1 – 3.5	15
Amara aenea	KO	1 – 4	1.5	1 – 2.75	15
Amara apricaria	BI	1 – 2	2	-	5
Amara apricaria	KO	-	1	-	2
Amara aulica	BI	1 – 42	1	-	83
Amara aulica	KO	1 - 4	1	-	34
Amara bifrons	BI	1 – 10	3	1.5 - 7	20
Amara bifrons	KO	1 – 6	2	1 – 4.5	25
Amara communis	BI	1 – 2	1	-	7
Amara communis	KO	-	2	-	2
Amara consularis	BI	-	-	-	-
Amara consularis	KO	-	1	-	1
Amara equestris	BI	-	1	-	1
Amara equestris	KO	-	1	-	1
Amara erratica	BI	-	-	-	-
Amara erratica	KO	-	1	-	1
Amara eurynota	BI	1 – 7	2	1 – 3	56
Amara eurynota	KO	1 -109	4	2 - 25	464
Amara famelica	BI	-	2	-	2
Amara famelica	KO	-	-	-	-
Amara fulva	BI	1 – 28	2.5	1 – 5.25	119

Sugas nosaukums		Min – Max	Me	IQR	Kopā
Amara fulva	KO	1 – 36	4.5	1.25 – 11	159
Amara majuscula	BI	-	-	-	-
Amara majuscula	KO	-	1	-	1
Amara nitida	BI	-	1	-	1
Amara nitida	KO	1 – 2	1	-	4
Amara ovata	BI	1 – 5	1	-	18
Amara ovata	KO	1 – 3	1	-	7
Amara quenseli silvicola	BI	-	-	-	-
Amara quenseli silvicola	KO	3 – 7	5	-	10
Anchomenus dorsalis	BI	1 – 15	2	1 – 5	258
Anchomenus dorsalis	KO	1 – 26	2	1 – 5.25	293
Anisodactylus signatus	BI	-	1	-	3
Anisodactylus signatus	KO	-	1	-	2
Asaphidion flavipes	BI	-	1	-	1
Asaphidion flavipes	KO	-	1	-	1
Asaphidion pallipes	BI	-	-	-	-
Asaphidion pallipes	KO	-	1	-	2
Bembidion guttula	BI	1 – 2	1.5	-	3
Bembidion guttula	KO	-	-	-	-
Bembidion lampros	BI	1 – 18	2	1 – 3.25	66
Bembidion lampros	KO	1 – 53	3	1 – 5.5	90
Bembidion properans	BI	1 – 11	1	1 – 3	46
Bembidion properans	KO	1 – 21	2	1 – 3	87
Bembidion quadrimaculatum	BI	1 – 10	1.5	1 – 6.75	40
Bembidion quadrimaculatum	KO	2 – 7	6	2.75 - 7	21
Blemus discus	BI	-	1	-	1
Blemus discus	KO	-	-	-	-
Broscus cephalotes	BI	-	1	-	4
Broscus cephalotes	KO	1 – 2	1	-	6
Calathus ambiguus	BI	1 – 14	2.5	1.25 – 4.75	32
Calathus ambiguus	KO	1 – 12	5.5	3 – 7.75	110
Calathus fuscipes	BI	1 – 95	7	2 – 15.75	1411
Calathus fuscipes	KO	1 – 105	5	2 – 13	1266
Calathus melanocephalus	BI	1 – 3	1	1 – 2	36
Calathus melanocephalus	KO	1 – 2	1	1 – 2	18
Calathus micropterus	BI	-	1	-	1
Calathus micropterus	KO	-	-	-	-
Calosoma maderae	BI	-	1	-	1
Calosoma maderae	KO	1 – 4	2.5	-	5
Carabus cancellatus	BI	1 – 88	4	1 – 8	956
Carabus cancellatus	KO	1 – 56	4	1 – 10	724
Carabus granulatus	BI	1 – 7	1	1 – 2	36
Carabus granulatus	KO	1 – 3	1	1 – 2.75	13
Carabus hortensis	BI	-	1	-	1

Sugas nosaukums		Min – Max	Me	IQR	Kopā
<i>Carabus hortensis</i>	KO	-	1	-	2
<i>Carabus nemoralis</i>	BI	-	1	-	1
<i>Carabus nemoralis</i>	KO	-	1	-	1
<i>Chlaenius nigricornis</i>	BI	1 – 6	1	1 – 2.5	17
<i>Chlaenius nigricornis</i>	KO	-	1	-	2
<i>Chlaenius nitidulus</i>	BI	1 – 17	3	1.5 – 9	94
<i>Chlaenius nitidulus</i>	KO	1 – 3	2	1 – 2.5	9
<i>Cicindela germanica</i>	BI	-	1	-	3
<i>Cicindela germanica</i>	KO	-	-	-	-
<i>Clivina fossor</i>	BI	1 – 7	1	1 – 2	43
<i>Clivina fossor</i>	KO	1 – 3	1	-	15
<i>Cychrus caraboides</i>	BI	-	1	-	3
<i>Cychrus caraboides</i>	KO	-	1	-	1
<i>Dolichus halensis</i>	BI	1 - 43	2	1 – 5.75	458
<i>Dolichus halensis</i>	KO	1 – 28	2	1 – 5	271
<i>Dyschirius globosus</i>	BI	-	1	-	6
<i>Dyschirius globosus</i>	KO	-	1	-	4
<i>Harpalus affinis</i>	BI	1 – 26	1	1 – 4	199
<i>Harpalus affinis</i>	KO	1 – 11	1	1 – 4	131
<i>Harpalus griseus</i>	BI	1 – 16	3	1 – 4.25	96
<i>Harpalus griseus</i>	KO	1 – 10	1	1 – 6	48
<i>Harpalus laevipes</i>	BI	-	1	-	1
<i>Harpalus laevipes</i>	KO	-	-	-	-
<i>Harpalus luteicornis</i>	BI	-	1	-	2
<i>Harpalus luteicornis</i>	KO	1 – 6	1.5	-	10
<i>Harpalus rubripes</i>	BI	1 – 2	1	-	4
<i>Harpalus rubripes</i>	KO	-	1	-	2
<i>Harpalus rufipes</i>	BI	1 – 182	16	6 – 31	4284
<i>Harpalus rufipes</i>	KO	1 – 143	12	4 – 24	3089
<i>Harpalus sericeus</i>	BI	-	10	-	10
<i>Harpalus sericeus</i>	KO	-	-	-	-
<i>Harpalus tardus</i>	BI	-	-	-	-
<i>Harpalus tardus</i>	KO	-	4	-	4
<i>Leistus ferrugineus</i>	BI	-	1	-	1
<i>Leistus ferrugineus</i>	KO	-	-	-	-
<i>Loricera pilicornis</i>	BI	-	1	-	1
<i>Loricera pilicornis</i>	KO	1 – 3	1	-	11
<i>Microlestes minutulus</i>	BI	1 – 3	2	-	4
<i>Microlestes minutulus</i>	KO	-	1	-	1
<i>Nebria brevicollis</i>	BI	-	-	-	-
<i>Nebria brevicollis</i>	KO	-	1	-	1
<i>Ophonus rufibarbis</i>	BI	1 – 3	2	-	4
<i>Ophonus rufibarbis</i>	KO	-	-	-	-
<i>Oxypselaphus obscurus</i>	BI	1 – 6	1	-	11

Sugas nosaukums		Min – Max	Me	IQR	Kopā
<i>Oxypselaphus obscurus</i>	KO	-	1	-	2
<i>Paranchus albipes</i>	BI	1 – 5	3	-	6
<i>Paranchus albipes</i>	KO	-	-	-	-
<i>Platynus assimilis</i>	BI	-	-	-	-
<i>Platynus assimilis</i>	KO	-	1	-	1
<i>Poecilus cupreus</i>	BI	1 – 659	11	4 – 33.5	7372
<i>Poecilus cupreus</i>	KO	1 – 986	13	5 – 36.5	7191
<i>Poecilus lepidus</i>	BI	-	-	-	-
<i>Poecilus lepidus</i>	KO	1 – 9	1.5	1 – 7.5	13
<i>Poecilus punctulatus</i>	BI	-	-	-	-
<i>Poecilus punctulatus</i>	KO	-	1	-	1
<i>Poecilus versicolor</i>	BI	1 – 126	9	4 – 19	1211
<i>Poecilus versicolor</i>	KO	1 – 361	4	1 – 11	647
<i>Pterostichus macer</i>	BI	1 – 3	1	1 – 2.25	9
<i>Pterostichus macer</i>	KO	1 – 57	2	1 – 45	112
<i>Pterostichus melanarius</i>	BI	1 – 264	5	2 – 14	2241
<i>Pterostichus melanarius</i>	KO	1 – 245	9.5	3 – 29.25	3897
<i>Pterostichus niger</i>	BI	1 – 147	3	1 – 5	951
<i>Pterostichus niger</i>	KO	1 – 171	3	1 – 9.5	801
<i>Pterostichus nigrita</i>	BI	1 – 4	2.5	-	5
<i>Pterostichus nigrita</i>	KO	-	1	-	1
<i>Pterostichus strenuus</i>	BI	-	-	-	-
<i>Pterostichus strenuus</i>	KO	-	1	-	1
<i>Pterostichus vernalis</i>	BI	1 – 3	1	1 – 2	18
<i>Pterostichus vernalis</i>	KO	1 – 5	1	-	7
<i>Stomis pumicatus</i>	BI	-	1	-	1
<i>Stomis pumicatus</i>	KO	-	1	-	1
<i>Syntomus truncatellus</i>	BI	1 – 3	2	-	4
<i>Syntomus truncatellus</i>	KO	-	1	-	1
<i>Synuchus vivalis</i>	BI	1 – 12	2	1 – 3	62
<i>Synuchus vivalis</i>	KO	1 – 10	1	1 – 2	43
<i>Trechus obtusus</i>	BI	1 – 17	1	1 – 1.75	1
<i>Trechus obtusus</i>	KO	1 – 9	1	1 – 2	49
<i>Trechus secalis</i>	BI	-	1	-	3
<i>Trechus secalis</i>	KO	-	1	-	4

Ar oranžo krāsu iekrāsotas graudaugu sējumos dominējošās sugas.

3. PIELIKUMS. SKREJVABOĻU SUGU UN ĪPATŅU SASTOPAMĪBA BILOĢISKI UN KONVENCIĀLI APSAIMNĪKOTOS LAUKOS 2014. LĪDZ 2019. GADAM

2019-2014	Bio	Konv	Īpatņu skaits	Saimniecību skaits
<i>Carabus nemoralis</i>	1	1	2	2
<i>Carabus cancellatus</i> ⁱ	956	724	1680	48

2019-2014	Bio	Konv	Īpatņu skaits	Saimnie-cibu skaits
<i>Carabus hortensis</i>	1	2	3	2
<i>Carabus granulatus</i>	37	13	50	24
<i>Cychrus caraboides</i>	3	1	4	4
<i>Pterostichus macer</i>	9	112	121	10
<i>Pterostichus niger</i>	951	801	1752	48
<i>Pterostichus melanarius</i>	2241	3897	6138	53
<i>Pterostichus vernalis</i>	18	7	25	14
<i>Pterostichus strenuus</i> ⁱⁱ	0	1	1	1
<i>Pterostichus nigrita</i>	5	1	6	3
<i>Stomis pumicatus</i>	1	1	2	2
<i>Broscus cephalotes</i>	4	6	10	8
<i>Oxypselaphus obscurus</i>	11	2	13	4
<i>Bembidion lampros</i>	66	83	149	14
<i>Bembidion properans</i>	46	87	133	21
<i>Synuchus vivalis</i>	62	43	105	25
<i>Trechus secalis</i>	3	4	7	6
<i>Trechus obtusus</i>	45	51	96	26
<i>Loricera pilicornis</i>	1	11	12	6
<i>Leistus ferrugineus</i> ⁱⁱⁱ	1	0	1	1
<i>Nebria brevicollis</i>	0	1	1	1
<i>Poecilus versicolor</i>	1211	647	1858	42
<i>Poecilus cupreus</i>	7372	7191	14563	53
<i>Poecilus lepidus</i>	0	13	13	1
<i>Platynus assimilis</i>	0	1	1	1
<i>Agonum sexpunctatum</i>	23	15	38	15
<i>Agonum ericeti</i>	3	2	5	3
<i>Agonum fuliginosum</i>	1	0	1	1
<i>Agonum muelleri</i>	60	39	99	21
<i>Agonum gracilipes</i>	8	9	17	10
<i>Clivina fossor</i>	46	17	63	26
<i>Dyschirius globosus</i>	6	4	10	7
<i>Asaphidion pallipes</i>	0	2	2	2
<i>Chlaenius nigricornis</i>	17	2	19	10
<i>Chlaenius nitidulus</i>	94	9	103	9
<i>Anisodactylus signatus</i>	3	2	5	4
<i>Harpalus affinis</i>	199	131	330	45
<i>Harpalus laevipes</i>	0	1	1	1
<i>Harpalus rufipes</i>	4284	3089	7373	53
<i>Ophonus rufibarbis</i>	4	0	4	2
<i>Acupalpus meridianus</i>	0	3	3	1
<i>Microlestes minutulus</i>	4	1	5	3

2019-2014	Bio	Konv	Īpatņu skaits	Saimnie-cibu skaits
<i>Anchomenus dorsalis</i>	258	293	551	46
<i>Calathus erratus</i>	22	49	71	15
<i>Calathus fuscipes</i>	1411	1266	2677	51
<i>Calathus melanocephalus</i>	36	16	52	23
<i>Calathus micropterus</i>	1	0	1	1
<i>Amara ovata</i>	18	7	25	12
<i>Amara bifrons</i>	20	25	45	8
<i>Amara aulica</i>	83	34	117	23
<i>Amara communis</i>	7	2	9	6
<i>Amara nitida</i>	1	4	5	3
<i>Amara aenea</i>	15	15	30	13
<i>Amara fulva</i>	119	159	278	20
<i>Amara apricaria</i>	5	2	7	5
<i>Amara eurynota</i>	56	464	520	20
<i>Dolichus halensis</i>	458	271	729	44
<i>Syntomus truncatellus</i>	4	1	5	3
<i>Harpalus griseus</i>	100	48	148	31
<i>Amara majuscula</i>	0	1	1	1
<i>Harpalus rubripes</i>	4	2	6	4
<i>Amara famelica</i>	2	0	2	1
<i>Bembidion guttula</i>	3	0	3	1
<i>Bembidion quadrimaculatum</i>	40	21	61	9
<i>Blemus discus</i>	1	0	1	1
<i>Asaphidion flavipes</i>	1	1	2	2
<i>Harpalus luteicornis</i>	2	10	12	3
<i>Harpalus sericeus</i>	10	0	10	1
<i>Calathus ambiguus</i>	32	110	142	12
<i>Amara equestris</i>	1	1	2	2
<i>Paranchus albipes</i>	6	0	6	2
<i>Amara consularis</i>	0	1	1	1
<i>Calosoma maderae</i>	1	5	6	3
<i>Cicindela germanica</i>	3	0	3	3
<i>Amara quenseli silvicola</i>	0	10	10	2
<i>Amara sp.</i>	1	1	2	1
<i>Harpalus tardus</i>	0	4	4	1
<i>Amara erratica</i>	0	1	1	1
<i>Poecilus punctulatus</i>	0	1	1	1
Kopā 2019-2014	20518	19852	40370	53+53

ⁱ Ar “*Bold*” iezīmētas sugas ir dominējošas parauglaukumos.

ⁱⁱ Ar sarkano krāsu atzīmētas sugas, kas sastopamas tikai konvenciāli apsaimniekotos laukos.

ⁱⁱⁱ Ar zaļo krāsu atzīmētas sugas, kas sastopamas tikai bioloģiski apsaimniekotos laukos.