

LATVIJAS UNIVERSITĀTES
ĢEOGRĀFIJAS UN ZEMES ZINĀTŅU FAKULTĀTE
VIDES ZINĀTNES NODAĻA

**APMEŽOŠANĀS PROCESA IETEKME UZ AUGNSES
SĪKPOSMKĀJIEM BIJUŠAJĀS LAUKSAIMNIECĪBĀ
IZMANTOJAMĀS ZEMĒS TAURENES APKĀRTNĒ**

MAĢISTRA DARBS

Autore: **Inīta Pastare**
Stud. Apl. ip10075
Darba vadītājs: Jānis Ventiņš
Dr.biol., docents

RĪGA 2015

ANOTĀCIJA

Maģistra darbā ir salīdzinātas sīkposmkāju populācijas neskartā mežā, kā arī apmežotajās lauksaimniecības zemēs. Pētījums tika veikts Vecpiebalgas novada, Taurenes pagastā. Kopumā parauglaukumā tika ievākti 55 augsnes paraugi, kuri pēc tam tika ekstrahēti ar fototermoelektoru palīdzību.

Darba gaitā autore ir apguvusi mezofaunas ievākšanas un pētīšanas metodikas, iepazinusies ar dažādām mezofaunas taksonomiskajām grupām un to identifikāciju.

Maģistra darbā tika iegūti un analizēti dati par apmežošanās procesa ietekmi uz augsnes sīkposmkājiem bijušajās, lauksaimniecībā izmantojamās zemēs, kā arī tika izdalīti iespējamie faktori, kas nosaka sīkposmkāju blīvuma un taksonomisko grupu atšķirības parauglaukumos.

Maģistra darbā tika veikta pētījuma datu matemātiskā apstrāde un analīze ar MS Excel, IBM SPSS Statistic 22 un augsnes sīkposmkāju ordinācija veikta izmantojot PCA PC-ORD programma (McCune, M. and Mefford, M. J. 2006).

Darbs sastāv no teorētiskās un praktiskās daļas.

Atslēgas vārdi: augsnes sīkposmkāji, meži, lauksaimniecības zemju apmežošanās, augsnes īpašības

ANNOTATION

In this Masters Thesis mesofauna and the methodology of collecting and analyzing it is discussed. The research was conducted in Taurene parish, Vecpiebalga district. Altogether 55 soil samples were collected from the selected sample plot. The collected samples were extracted with photo-thermo-electrode in LU Biology institute.

During the research process, the author has studied various methodologies for collecting and analyzing mesofauna and become acquainted with several taxonomic groups of mesofauna and their identification.

In the masters thesis data regarding the impact of forestation on mesofauna in former agricultural lands was collected. Furthermore, the potential factors identifying the density variations of mesofauna across the sample plots were indicated.

The collected data was processed and mathematically analyzed by using MS Excel and IBM SPSS Statistic 22. The soil samples and the ordination of mesofauna was done by using PCA PC-ORD program (McCune, M. and Mefford, M. J. 2006).

The thesis consists of two parts – theoretical and practical.

Key words: soil microarthropods, soil properties, agricultural soil, forests

SATURS

IEVADS	5
1. LITERATŪRAS APSKATS	7
1.1. Meža augsnes faunas iedalījums un taksonomiskās grupas.....	7
1.2. Augsnes mezofauna	10
1.3. Augsnes mikroartropodi	11
1.3.1. Kolembolas	11
1.3.2. Ērces.....	12
1.4. Mezofauna dažādās habitatēs.....	15
1.4.1. Meža augsne	15
1.4.2. Lauksaimniecības zemju augsnes	15
1.4.3. Boreālie meži	16
1.4.4. Meža sukcesija	17
1.5. Mikroartropodu ekstrakcija no augsnes paraugiem	19
1.6. Pētījuma teritorijas vispārīgs raksturojums.....	20
2. MATERIĀLS UN METODIKA	22
2.1. Parauglaukumu apraksts	22
2.2. Augsnes analīze	26
2.3. Mezofaunas paraugu ievākšana	27
2.4. Datu apstrāde	28
3. REZULTĀTI UN DISKUSIJA	29
3.1. Ievāktās augsnes sīkposmkāju taksonomiskās grupas	29
3.2. Sīkposmkāju taksonomisko grupu procentuālais sadalījums parauglaukumos	30
3.3. Sīkposmkāju blīvums parauglaukumos	33
3.4. Sīkposmkāju datu ordinācija.....	35
SECINĀJUMI	39
PATEICĪBAS	41
LITERATŪRAS SARAKSTS	42
PIELIKUMS	47

IEVADS

Latvijā, tāpat kā daudzviet Eiropā, aktuāla problēma ir lauksaimniecības zemju atstāšana atmatā un to pakāpeniska apmežošanās. Tā rezultātā ne tikai samazinās lauksaimniecībā izmantojamo zemju platības, bet arī tiek izmainīta ainava, kā arī notiek izmaiņas augsnē. Daļa meža platību jau vēsturiski ir veidojušās uz bijušajām lauksaimniecības zemēm. Arī pašreizējās tendences liecina, ka ieaudzētie meži un dabiski apmežojušās platības uz lauksaimniecības zemju rēķina Latvijā tuvāko gadu laikā var ievērojami palielināties (Armolaitis et al., 2007; Penēze, 2009; Sitzia et al., 2010; LANN, 2012).

Agroekosistēmām transformējoties par meža ekosistēmām vienlaicīgi mainās arī augsnes īpašības, kas veicina izmaiņas arī augsnes dzīvo organismu sabiedrībās. Maģistra darba ietvaros autore Vecpiebalgas novadā Taurenas apkārtnē ir pētījusi lauksaimniecības zemju apmežošanās ietekmi uz augsnes sīkposmkājiem.

Lielu daļu Vecpiebalgas novada teritorijas aizņem meži. Salīdzinoši nelielas platības veido bijušās lauksaimniecības zemes, kas daļēji vēl tiek apsaimniekotas, veidojot atklātas ainavas. Tomēr daudzviet bijušās lauksaimniecības zemes aizaug, samazinot teritorijas pārskatāmību un ainavisko daudzveidību (Vecpiebalgas novada attīstības programma, 2012). Neplānotas apmežošanās gadījumā meža veidošanās parasti sākas no daudziem maziem neregulāriem kodoliem, no kuriem pakāpeniski laika gaitā saaug mežs (Forman, 1996). Atkarībā no vides apstākļiem, piemēram, augsnes, reljefa, mitruma un attāluma līdz mežam u.c., aizaugšanas process mēdz izpausties ļoti dažādi - atšķirības izpaužas gan sugu sastāva ziņā, gan aizaugšanas intensitātē (Kopecký, Vojta, 2009).

Augsnes fauna ir būtiska daļa no augsnes ekosistēmas. Tās pārstāvji aktīvi iesaistās organisko vielu sadalīšanās procesā, barības vielu apritē un augsnes veidošanās procesos. Vairāku nozīmīgu augsnes organismu funkcionālo grupu pārstāvji ir mezofaunai piederošie mikroartropodi.

Mikroartropodu sabiedrību un ekoloģiskās grupas ir nozīmīgs faktors augsnes ekosistēmu pastāvēšanā un augsnes auglības uzturēšanā. Tās labvēlīgi ietekmē augsnes organisko vielu noārdīšanās un mineralizācijas procesus, humusa veidošanos un barības vielu apriti, kā arī citu organismu daudzveidību un izplatību augsnē. Vienlaicīgi mikroartropodu sabiedrību struktūra un sugu daudzveidība raksturo augsnes kvalitāti un var kalpot kā bioindikatorī tās novērtēšanā (Battigelli, 2011).

Plašāka faktoru ietekmes pētīšana uz dabiskās apmežošanās jeb lauksaimniecības zemju aizaugšanas procesiem, perspektīvā ļaus izvēlēties labāko teritorijas izmantošanas vai lietojuma veidu (Prižavoite, 2012).

Maģistra darbā tiek salīdzinātas mikroartropodu, kolembolu un augsnes ērcu populācijas pamestās lauksaimniecības zemju augsnēs, kas gadu gaitā pakāpeniski ir apmežojušās. Maģistra darbā tika izmantoti dati no Latvijas zinātnes padomes projekta Nr. 514/2012 "Marginālo teritoriju veidošanās cēloņi un sekas Latvijā".

Darba mērķis ir noskaidrot apmežošanās procesa ietekmi uz augsnes mikroartropodiem bijušajās lauksaimniecībā izmantojamā zemēs Taurenes apkārtnē.

Darba uzdevumi:

- 1) Izvēlēties un iekārtot parauglaukumus Taurenes apkārtnē bijušajās lauksaimniecības zemēs
- 2) Noteikt augsnes mikroartropodu taksonomisko sastāvu, ekoloģiskās grupas un blīvumu parauglaukumos.
- 4) Noskaidrot iespējamo apmežošanās ietekmi uz mikroartropodiem.
- 5) Noteikt galvenos mikroartropodus ietekmējošos faktorus parauglaukumos.

Hipotēze - mikroartropodu populācijas bijušajās lauksaimniecībā izmantojamās zemēs ir mazākas nekā neskartā mežā.

Dalība konferencēs: Tēzes pieņemtas prezentēšanai EEF/SItE konferencē “*Ecology at the Interface*”, kas notiks Romā no 21. līdz 25. septembrim, 2015. gadā, Darba nosaukums:

Ventins, J., Pastare, I., Nikodemus, O., Kasparinskis, R., Prižavoite, D. 2015. Afforestation effect on the soil microarthropod communities in the former agricultural lands in Vidzeme upland.

1. LITERATŪRAS APSKATS

1.1. Meža augsnes faunas iedalījums un taksonomiskās grupas

Augsnes fauna ir nozīmīgs komponents meža ekosistēmā, kas nodrošina dažādus augsnes procesus, kā, piemēram, barības vielu mineralizāciju, nobiru sadalīšanos augsnē, stimulē mikroorganismu darbību, kā arī nodrošina augsnes porainību un augsnes sablīvēšanos (Huhta, 2007; Lang et al., 2001; Wang et al., 2002; Wu et al., 2006).

Augsnes fauna ir viena no augsnes kvalitātes rādītājiem, augsnes faunas daudzveidība augsnē integrē fiziskās, ķīmiskās un mikrobioloģiskās īpašības augsnē, un atspoguļo vispārējās ekoloģiskās izmaiņas (Paolo et al., 2010). Augsnes fauna var uzlabot slāpekļa koncentrāciju augsnē, ietekmējot slāpekļa atbrīvošanu un stimulējot mikrobu saražoto slāpekļa mineralizāciju (Gonza'lez, Seastedt, 2001; Irmeler, 2000).

Augsnes faunas daudzveidību nosaka daudzi faktori - veģetācijas sastāvs, augu sugu daudzveidība, organisko vielu daudzums, augu nobiru daudzums, kā arī cilvēka saimnieciskā darbība (Wardle et al., 2006). Tādi abiotiskie faktori kā pH, temperatūra un mitrums, organisko vielu daudzums ir nozīmīgi mezofaunu daudzveidībai augsnē (Huhta, Niemi, 2003; Laganier et al., 2009). Augsnes fauna veido tādas struktūras, kas ir noturīgas augsnē, vietās, kur augsne nav labi strukturēta, atspoguļojas uz augsnes faunas daudzveidību (Frouz et al., 2007).

Meža augsnes fauna ir dzīvnieku, galvenokārt bezmugurkaulnieku, kopums, kuri vismaz vienā attīstības fāzē (ola, kāpurs, kūniņa, pieaudzis indivīds) mīt meža augsnē vai zemsegā (Melecis, 2003).

Pēc dzīvnieku ķermeņa lieluma izšķir 4 augsnes faunas grupas (Coleman et al., 2004):

1. Mikrofauna – dzīvnieku lielums $< 0,2$ mm, ietilpst augsnes vienšūņi, augsnes nematodes, virpotāji, gauskāji;
2. Mezofauna – dzīvnieku lielums no $0,2 - 2$ mm, augsnes ērces, kolembolas, protūras, diplūras, sīksliekas, sīki zirnekļi, augsnes kukaiņi un to kāpuri, sauszemes gliemeži. Mezofaunas posmkājus (galvenokārt augsnes ērces un kolembolas) sauc arī par augsnes sīkposmkājiem jeb mikroartropodiem;
3. Makrofaunu veido sliekas, lielāki zirnekļi, māņzirnekļi, mitrenes, daudzkāji, augsnes kukaiņi un to kāpuri, sauszemes gliemeži, kuru lielums ir no $2 - 20$ mm.

4. Megafauna — sliekas, kurti, cirši, peļveidīgie grauzēji, to lielums ir >20 mm.

Mikrofauna organisko vielu mineralizācijas procesā var palielināt barības vielas piegādi augiem. Turklāt viensūņi un mikroorganismi būtiski uzlabo mikrobu daudzumu augsnē. Augsnes mezofauna un makrofauna uzlabo mineralizāciju un organisko vielu daudzumu augsnē, izmantojot nobiru sadalīšanu (Griffiths, 1994; Smith, 1994). Mikrobu un faunas aktivitāte ietekmē organisko vielu daudzumu, kā arī organisko vielu sadalīšanās intensitāti dažādās teritorijās (Irmeler, 2000). Ir noskaidrots (Seastedt, 1984), ka augsnes makrofauna patērē 20-30% no nobiru daudzuma, bet aptuveni 6% patērē kolembolas (Van Straalen, 1988).

Barības vielas augsnē ir atkarīgas no augu saknēm, mikroorganismiem un augsnes dzīvniekiem un to savstarpējo mijiedarbību (Bankowski et al., 2000).

Meža augsnē ir ļoti liela sugu daudzveidība — >90% mērenās joslas meža faunas sugu. Daudzas taksonomu grupas vēl ir maz pētītas. Meža augsnes bezmugurkaulnieki blīvums makrofaunā ir 10—100 indivīdu 1 m², mezofaunā — 100—100 000 indivīdu 1 m², mikrofaunā — > 10⁵ indivīdu 1 gramā (Melecis, 2003).

Augsnes fauna pārstāv vairākus trofiskos līmeņus (Lavelle, Spain, 2001), šie līmeņi ietekmē augsnes organisko vielu sadalīšanos gan tieši, gan netieši (Lavelle, Spain, 2001; Gonza' lez, Seastedt, 2000).

Meža augsnēs ir pārstāvētas visas trofiskās jeb barošanās grupas (Melecis, 2003):

1. fitofāgi jeb augēdāji (galvenokārt, kukaiņu kāpuri, gliemeži), kas barībā izmanto augu saknes, sūnas, ķērpjus;
2. mikofāgi jeb sēņēdāji (kukaiņi, gliemeži), kas barojas ar mikroskopiskajām un cepurīšu sēnēm;
3. saprofāgi (nematodes, bruņērces, kolembolas, daudzkāji, sīksliekas, sliekas, kukaiņu kāpuri), kas barojas ar augu atliekām, dzīvnieku ekskrementiem un līķiem;
4. zoofāgi jeb plēsīgie (kukaiņi, zirnekļi, māņzirnekļi, daudzkāji, plēsīgās ērces), kas barojas ar citiem augsnes dzīvniekiem;
5. dzīvnieki un augu parazīti (viensūņi, nematodes, kukaiņi).

Daudzi fitofāgi un augu parazīti ir meža kaitēkļi, piemēram, rūsganā priežu zāglapsene (*Neodiprion sertifer*), meža maijvabole (*Melolontha hippocastani*). Augsnes mikroskopiskās sēnes un baktērijas, izdalot fermentus ārējā vidē, nodrošina organismu vielu bioķīmisko

noārdīšanos, bet saprofāgi šo procesu veicina, jo mehāniski sasmalcina organiskās atliekas, irdina tās un pārvieto pa augsnes horizontiem, ka arī, saviem gremošanas fermentiem, aktivizē mikroorganismu darbību un pārnēsā sēņu baktēriju sporas. Mikofāgiem ir liela nozīme augsnes sēņu (arī mikorizas sēņu) daudzuma regulēšanā. Plēsēji savukārt regulē visu pārējo trofisko grupu pārstāvju (arī meža kaitēkļu) daudzumu. Meža augsnes fauna nepārtraukti izdala augsnē ļoti daudz sīku ekskrementu, pret vides iedarbību noturīgu picīņu veidā, un tie ir nozīmīgs meža augšņu humusa komponents. Vairāk nekā 90% meža augšņu koncentrēts zemsegā un augsnes virsējā slānī (5—10 cm). Lielākā dziļumā samazinās organisko vielu daudzums un augsnes porainība, tādēļ arī augsnes dzīvnieki ir mazāk (Melecis, 2003).

Pēc dzīvnieku pielāgotības dzīvei dažādā dziļumā izšķir 3 galvenās morfoekoloģiskās grupas (Melecis, 2003):

1. epigeiskā jeb augsnes virsmas fauna,
2. hemiedafiskā jeb zemsegas un humusa fauna,
3. eudafiskā jeb dziļāko augsnes horizontu fauna.

Vienā un tajā pašā taksonomiskajā grupā var būt visu 3 morfoekoloģisko grupu dzīvnieki, kas atšķiras ar specifiskiem morfoloģiskiem pielāgojumiem dzīvei dažādā dziļumā. Tā, piemēram, epigeiskās faunas sīkposmkājiem ir labi attīstītas acis un spilgta ķermeņa krāsa, bet eudafiskās faunas dzīvniekiem acis parasti ir pilnīgi reducētas un ķermenis bālgans (Melecis, 2003).

Dažādos meža tipos augsnes fauna atšķiras pēc dažādu taksonomisko grupu pārstāvju blīvuma, skaitliskajām attiecībām un sugu sastāva. Tā, piemēram, tajos mežos, kuros ir skāba rupjā un parupjā humusa augsne, ekoloģiski nozīmīgākie ir augsnes sīkposmkāji un sīksliekas, bet gandrīz nemaz nav slieku (piemēram, Latvijā priežu sila augsnē ir >100 000 sīkposmkāju 1 m²). Mežos, kur ir vāji skāba un neitrāla mīkstā humusa augsne, galvenā ekoloģiskā nozīme ir sliekām. Meža augsnes struktūra un sugu sastāvs precīzi raksturo augsnes procesus, mitruma režīmu, kā arī antropogēno ietekmi (nobrašanās, piesārņojums, meža ugunsgrēki, mežizstrāde u.tml.) (Melecis, 2003).

1.2. Augšnes mezofauna

Augšnes mezofauna ir ļoti daudzveidīga organismu grupa augšnes ekosistēmā. Tie ir organismi, kas dzīvo augšnes mikroskopiskajās plaisās, tiem ir būtiska loma augšnes pārstrādāšanā un tie veido augšnes humusu (Ariño et al., [bez dat]).

Mezofauna darbojās vairākus trofiskajos līmeņos:

- tā var tieši ietekmēt primāro produkciju, piemēram, kaitēkļi, kas parazitē augu saknēs,

- tā var arī netieši to ietekmēt dodot savu ieguldījumu organisku vielu noārdīšanā un mineralizācijas procesos (Collins, Qualset, 1998).

Mezofaunas pārstāvji pārtiek no dažādiem mikroorganismiem. Tomēr spēj baroties arī ar citām organismu grupām, un ir arī visēdāji. Mezofauna, kā dzīves vidi, izmanto augšnes poras, dobumus, plaisas, kanāliņus, paši parasti sev ejas neveido. Ir tieša sakarība starp mezofaunas pārstāvju izmēriem un augšnes poru tilpumu. Porās, ko mezofauna nespēj apdzīvot, dominē mikrofaunas pārstāvji. Lielākais blīvums un daudzveidība ir porainās, ar organiskajām vielām bagātās augšnēs ar labi izteiktiem horizontiem. Lielākā bioloģiskā aktivitāte vērojama augšējos 20 cm, kas lauksaimniecības zemēs atbilst aramkārtai. Nekultivētās zemēs mezofauna apdzīvo galvenokārt virsējos 5 cm (Collins, Qualset, 1998).

Augšnes fauna ietekmē augšnes sadalīšanās procesus, ir atbildīga par organisko vielu sadrumstalotību un sasmalcināšanu. Netieša mezofaunas funkcija ir nemainīt augšnes mikrobu biomasu (Bardgett, 2002).

Augšnes mezofauna tiek uzskatīta par galvenajiem organismiem augšnes barības ķēdē, kas ir saistīts tieši ar barības vielu sadalīšanās procesiem. (Bardgett et al., 2005). Turklāt šie organismi paātrina mikrobu aktivitāti un barības vielu mineralizāciju augšnē, kā arī iedalās dažādos trofiskos līmeņos (Hopkin et al., 1997). Ir pierādīts, ka augšnes mezofaunas darbības rezultātā palielinās augiem pieejamā N daudzums augšnē. Augu atvašu biomasu un N saturs protozoju un nematožu klātbūtnē ir lielāks kā salīdzinot ar augu atvašu kultūrām bez šiem organismiem. Augšnes fauna ir atbildīga par ~ 30% N mineralizācijas dabisko un agroekosistēmu augšnē. Mezofaunas kaprolītos N var būt pat 40 reizi vairāk kā apkārtējā augšnē (Collins, Qualset, 1998).

Galvenās dominējošās mezofaunas grupas ir nematodes, kolembolas jeb lēcistes, ērces, protūras, diplūras, sīksliekas, sīki zirnekļi, augšnes kukaiņi un to kāpuri, sauszemes gliemeži, kas kopā ar kolembolām sastāda augšnes mikroartropodu grupu, un enhitreīdas (Coleman et al., 2004).

No augsnes mezofaunas organismiem visvairāk dominē un no visizplatītākajiem posmukājiem ir ērces (Acari) un kolembolas (Collembola), tieši šie organismi ir vieni no augsnes kvalitātes rādītājiem (Breure et al., 2004).

1.3. Augsnes mikroartropodi

Augsnes mikroartropodi, galvenokārt ērces un kolembolas, ir vieni no daudzveidīgākajiem augsnes faunas organismiem. Mikroartropodiem ir liela nozīme organisko vielu sadalīšanās procesos augsnē. Ir pētījumi, kuros ir pierādīts, ka mikroartropodiem ir liela ietekme uz nematožu populācijām augsnē, organisko vielu sadalīšanu, mikrobu noārdīšanā, kā arī tie stimulē sēnīšu un baktēriju metabolismu (Crossley et al., 1992).

Augsnes mikroartropodi tiek pieņemti kā augsnes kvalitātes rādītāji (Stork, Eggleton, 2009), kā arī par augsnes piesārņotāju indikātoru sugu (van Staalen, 1998). Ja mikroartropodus ir traucējuši dažādi vides apstākļi, pie kuriem tie nav pielāgojušies, to ietekmē var izmainīties dažādu starpsugu attiecības (Jiménez, Rossi 2006). Tāpēc liela nozīme mikroartropodu pastāvēšanai augsnē ir gan abiotiskiem faktoriem, gan biotiskiem faktoriem, kas spēj ietekmēt mikroartropodu daudzveidību augsnē - augsnes ķīmija, organiskās vielas, temperatūra, mitrums. (Blackshaw et al., 2007) .

Lauksaimnieciskā darbība, kā, piemēram, sintētisko mēslošanas līdzekļu izmantošana, kā arī pesticīdu ietekme un zemes apstrāde spēj ietekmēt mikroartropodu populāciju (Chan, 2001).

1.3.1. Kolembolas

Kolembolas, lēcastes (Collembola) – kukaiņu klases kārtā. Sīki (garums 0,2 – 5 mm, retāk 6-9 mm), primitīvi bezspārnu kukaiņi (augsnēs sīkposmkāji). Ķermenis iegarens vai gandrīz lodveidīgs, maz hitinizēts, kails un klāts ar matiņiem vai zvīņām. Vairākumam sugu vēdera 4. posms apakšpusē ir īpašs dakšveida izaugums – lēcējdakša, kuras gali miera stāvoklī ir pieliekti pie vēdera, bet, ja kolembolas iztraucē, lēcējdakša iztaisnojas līdzīgi atsperei un kolembolas lec. Šķirtdzimumu dzīvnieki; daudzām sugām raksturīga partenogēnēze. Attīstās ar nepilnīgu pārvēršanos. Tās var pārvietoties pasīvi vēja, ūdens vai erozijas rezultātā, vai aktīvi migrējot no vienas vietas uz otru (Mitchell, 1970).

Latvijā konstatētas apmēram 200 sugas. Kolembolas ir galvenokārt saprofāgi un micetofāgi, bet var baroties arī ar augsnes nematodēm un dzīvu augu daļām (Melecis, 2005). Kolembolas galvenokārt barojas ar aļģēm, detritu, sēnēm un ķērpjiem (Jørgensen et al., 2008).

Dzīvo augsnē (līdz 100 000 indivīdu 1 m²) un zemsegā. Kolembolas ir sastopamas augsnes dziļākajos slāņos, līdz augsnes O horizontam (Melecis, 2005). Kolembolas dzīve augsnē ir cieši saistīta ar augsnes struktūru (Usher, 1975), mitrumu, temperatūras režīmu. Tās dzīvo augsnes porās, lai aizsargātos no ārējiem bojājumiem (Joosse, 1961).

Tomēr novērots, ka dažādos mežu tipos kolembolu izplatība ir nevienmērīga (Melecis, 2005). Ekoloģiski, kolembolas ir ļoti nozīmīgas meža augsnes faunas komponentes. Tās piedalās nobiru noārdīšanā un augsnes mikroskopisko sēņu, arī mikorizas sēņu, populāciju regulēšanā. Latvijā meža augsnē atrodamas 20 – 40 kolembolu sugas. Sugu sastāvs labi raksturo meža augsnes apstākļus un antropogēno ietekmi (Melecis, 2003).

1.3.2. Ērces

Ērces pieder pie zirnekļveidīgo (Arachnida) klases, ērcu (Acari) apakšklases. Augsnes ērces – mežos dominējoša augsnes sīkposmkāju grupa (0,1 – 5 mm), kas ietilpst augsnes mezofaunā. Šķirtdzimuma dzīvnieki, dažkārt var vairoties arī kāpura stadijā. Attīstības ciklā parasti ietilpst ola, kāpurs (ar 2 stadijām), nimfa (ar 3 stadijām) un pieaugusi ērce (Melecis, 2003).

Ērcu sistemātika Latvijā izstrādāta vāji, daudzas grupas vēl izpētītas nepilnīgi, tāpēc domājams, ka pašreiz zināmais sugu skaits ~ 20 000 varētu būt pat desmitkārt lielāks. Latvijā līdz šim konstatētas ~ 600 ērcu sugas, kuras iedala 3 apakškārtās – Parasitiformes - pieder ganībērces, Trombidiformes – pieder tīklērces un Sarcoptiformes – pieder gan parazītiskās ērces, gan augsnē un zemsegā dzīvojošās sugas (Piterāns, 2002).

Bruņērces jeb sūnērces (Kārta: Oribatida) ir sugām bagātākā augšņu ērcu grupa un viena no visvairāk izplatītākajām augsnes sīkposmkāju grupām (Latvijā konstatētas 198 sugas) (Melecis, 2003) (1.1. attēls). Bruņērces dominē dažādos meža tipos, gan lapu koku, gan skuju koku mežos, bet tās sastopamas visvairāk ir skujukoku mežos (Lindo, Visser, 2004).

Pieaugušas ērces ķermenis parasti sedz biezi hitīna vairogī, kas briesmu gadījumā dažu sugu ērcēm dod iespēju pilnīgi paslēpties bruņās (Dzimta: Phthiracaridae). Daudzas bruņērcu sugas ir pielāgotas dzīvei dažādā augsnes dziļumā. Lielākās, stipri hitinizētās ērces,

kam ir garas ekstremitātes, mīt zemsegā, sūnās (piemēram, Belbidae suga), sīkās, vāji hitinizētas (piemēram, ģints *Oppia*) ērces dzīvo augsnes spraugās un dobumos tās dziļākajos slāņos. Latvijā vienā meža nogabalā var atrast > 60 bruņērču sugu, to blīvums 1000 – 100000 indivīdu/m². Bruņērces ir tipiski saprofāgi un mikofāgi, tām ļoti liela nozīme meža nobiru noārdīšanā (Melecis, 2003).

Bruņērces ir jūtīgas pret augsnes apstrādi, kurā organiskās vielas tiek izskalotas vai lauksaimniecības apstrādes rezultātā iznestas, līdz ar to radot bruņērču lēnu attīstību un piekļūšanu barības vielām (Behan - Pelletier, 1999. Bedano et al., 2006).



1.1. attēls. Sūnērce (**Oribatida**) (U. Kagaiņa paraugs, I. Pastares fotogrāfija)

Apakškārtā, Prostigmata ērces apvienotas morfoloģiski un bioloģiski atšķirīgas augsnes ērces. Tās barojas ar augsnes aļģēm vai mikroskopiskajām sēnēm (Dzimtas: Bdellidae un Leptidae), uzbrūk kolembolām un nematodēm un pārtiek no citu augsnes dzīvnieku olām (Melecis, 2003).

Mesostigmata ērces ir liela un daudzveidīga ērcu (Acari) apakšklases kārtā (Koehler, 1999) (1.2. att.). Vairums to ir brīvi dzīvojošas plēsējas, kuras ieņem augšējos trofiskos līmeņus barības ķēdēs (Evans et al., 1961; Karg, 1993). Mesostigmata pārtiek no sīkajiem bezmugurkaulniekiem, to olām un kāpuriem, tādejādi regulējot to populācijas un netieši ietekmējot organisko vielu noārdīšanās un aprites procesus ekosistēmās (Koehler, 1999).

Tomēr kā augsnes faunas pārstāves Mesostigmata ērces ir vismazāk sastopamie augsnes mezofaunas organismi, tomēr šīm ērcēm, tieši augsnē, ir liela nozīme, jo tās regulē mikroartropodu populāciju skaitu. pH un augsnes slāņa organisko vielu biezums būtiski ietekmē Mesostigmata ērcu populāciju blīvumu (Diaz-Aguilar et al., 2013).

Pie Mesostigmata kārtas piederošās gamazīnērces ir plēsējas. Tās ir izplatītas visā pasaulē. Latvijā tās ir konstatētas dažādos biotopos, piemēram, pļavās, mežos, purvos un piekrastēs. Gamazīnērces dzīvo augsnē un ir atkarīgas no dažādiem ekoloģiskajiem apstākļiem, tie ir labi augsnes stāvokļa indikatori. Mesostigmata stenobionto sugu sabiedrības labi raksturo meža ekosistēmu struktūras specifiku (Salmane, 2007).



1.2. attēls. **Mesostigmata ērce** (U. Kagaiņa paraugs, I. Pastares fotogrāfija)

1.4. Mezofauna dažādās habitatēs

1.4.1. Meža augsne

Mežam augot un nobriestot salīdzinoši vienkāršas augsnes organismu, tajā skaitā arī dzīvnieku, cenozes kļūst ļoti sarežģītas un daudzskaitlīgas. Šo organismu darbība ir ļoti nozīmīga augšņu auglības un produktivitātes saglabāšanā. Augsnes dzīvnieki un mikroorganismi savās funkcijās ir cieši saistīti meža nobiru noārdīšanā, augu barības vielu mineralizācijā un humifikācijas procesos. Meža izciršana šos procesus tieši ietekmē. Organiskās vielas daudzums, kas ik gadus nonāk uz augsnes virsmas, samazinās, izmainās flora, modificējās mikroklimats. Tas viss ietekmē augsnes organismu aktivitāti, izplatību un sugu sastāvu. Organisko atlieku noārdīšanās ātrums pozitīvi korelē ar augsnes dzīvnieku biomasu. Augsnes dzīvnieki ievērojami stimulē mikroorganismu aktivitāti. Faunas daudzveidība ir būtiska saistībā ar daudzveidīgajām savstarpējām attiecībām ar mikroorganismiem (Dunger, 1975).

1.4.2. Lauksaimniecības zemju augsnes

Lauksaimniecības darbība var tieši vai arī netieši ietekmēt augsnes organismu populāciju un sugu struktūru. Tiešā ietekme izpaužas kā augsnes organismu bojāeja piesārņojošo vielu vai augsnes mehāniskās darbības rezultātā. Netiešā ietekme izpaužas, ja mainās dzīvo organismu eksistencei nozīmīgi augsnes ekoloģiskie faktori antropogēno faktoru ietekmē (Nikodemus u.c., 2008).

Augsnes apstrāde, mēslošana, pesticīdi, kaitēkļu un slimību apkarošanai ietekmē augsnes faunu. Augsnes faunu būtiski ietekmē augsnes horizontu izmainīšana, augsnes mehāniskā apstrāde, aršana, sablīvēšana, ecēšana un tam līdzīgas darbības, tiek saārdītas dabiskās poras un kapilāru struktūra (Nikodemus u.c., 2008).

Negatīva ietekme uz augsnes bioloģisko daudzveidību ir lielas lauku platības, apmēram, > 10 ha, kā arī viendabīgas kultūraugu platības. Intensīvas lauksaimniecības rezultātā palielinās kaitēkļu savairošanās risks, jo tiek iznīcināti to dabiskie ienaidnieki (Nikodemus u.c., 2008).

Augsnes apstrādes rezultātā var tikt izmainītas augsnes vielmaiņas process, kā arī organisko vielu daudzums, rezultātā var tikt mainīts mezofaunu pārstāvju daudzveidība, piemēram, bruņģerces (Oribatida) var veicināt vairošanos citiem mezofaunas pārstāvjiem, kā,

piemēram, Prostigamata ērcēm, tas rada šo ērcu pārpilnību un izmaiņas augsnes kvalitātē (Behan - Pelletier, 1999). Mežu attīstības dinamika un cilvēku zemes izmantošana var ietekmēt gan augsnes faunu daudzveidību, gan augu sugu sastāvu, kā arī veģetācijas struktūru (Koehler un Born, 1989), kas rada organisko vielu sadalīšanās kvalitāti (Wardle et al., 2006). Augsnes mikroartropodi tiek pieņemti par augsnes kvalitātes rādītājiem lauksaimniecībā. (Stork, Eggleton, 2009)

1.4.3. Boreālie meži

Boreālie meži pasaulē ir sastopami samērā plaši, Ziemeļamerikas un Eirāzijas meži ir līdzīgi gan vizuāli, gan sugu sastāvā un struktūrā (Mclaren, Turkigton, 2013).

Viens no galvenajiem komponentiem boreālajos mežos ir dažādu koku stāvi, kas veicina bioloģisko aktivitāti, kā arī vada augsnes procesus (Coleman et al., 1983). Koku stāvu attīstība un izveidošanās veido atsevišķas ķīmiskās un bioloģiskās īpašības, kas saistītas ar lapu pakaišiem un trūdvielu slāņiem (Laganière et al., 2010.; Ponge, 2003).

Augstākajā koku stāvā, kas ir 12-15 m augsts, skaitliski vairāk dominē skuju koku sugas, kas pieder trim ģintīm: eglei (*Picea*), priedei (*Pinus*) un lapeglei (*Larix*). Sastopamas arī tādas koku sugas kā kadiķis (*Juniperus*) un tūja (*Thuja*). Nākamais ir krūmu koku slānis (parasti 1 vai 2 m garš), sastopamas platlapju koku sugas, lapu koku sugas reti sasniedz dominējošo stāvokli boreālajos mežos. Sastopamākās lapu koku sugas pieder pie vītoli (*Salix*), bērza (*Betula*), papeles (*Populus*) un alkšņa (*Alnus*) ģintīm. Augu slānis parasti ir vāji attīstīts, bet labāk attīstīts ir sūnu un ķērpju slānis, nekā vaskulārie augi. Sūnas dominē uz vidēji mitrām un mitrām vietām, un to dažādība boreālajos mežos ir augstāka nekā lielākajā daļā mēreno vai tropu joslu mežos. Ķērpji arī būtiski sekmē sugu daudzveidību boreālajos mežos, jo īpaši attiecībā uz sausākām un ziemeļu puses vietām, kā arī tās ir sastopamas zemsedzes slānī, priežu virsājos un akmeņainajās vietās (Mclaren, Turkigton, 2013).

Boreālo meža augsne parasti ir zemas auglības un skāba, kā arī ar plānu A horizontu. Raksturīgākais augsnes tips ir podzols. Tomēr podzolētās augsnes ir sastopamas ne visā boreālo mežu reģionā. Galvenie tipiska podzolētās augsnes ietekmes rašanās komponenti ir klimats, veģetācija, augsnes ķīmiskais sastāvs, reljefs, kā arī vides ietekme. Zemas temperatūras kombinācijā ar zemu pH palēlina sadalīšanās procesu. Šajās skābajās augsnēs ir daļēji sadalījušās augu daļas, kas veido lielāko pakaišu slāni. Zema, bet pakāpeniskā sadalīšanās šajos slāņos nepārtraukti izdala organiskās skābes, kas veicina organisko daļiņu

un minerālu (galvenokārt dzelzs un alumīniju) izskalošanos no augsnes virskārtas (Mclaren, Turkigton, 2013). Šķīstošās vielas, kā, piemēram, nātrijs, kālijs, kalcijs, tiek izskaloti no augsnes ar ūdens kustību. Tā rezultātā, virsējā augsnes kārtā ir bagātināta ar silīciju un organiskajām vielām. Daudzos gadījumos, kad notiek podzolēšanās process augsne iekrāsojas bālganā vai pelēkā krāsā (Mclaren, Turkigton, 2013).

Fermentācija un humifikācija horizontos veidojas uzkrātām, nobirušajām lapām, zariem, koksnes materiāliem dažādās sadalīšanās pakāpēs (Green et al., 1993). Šajos horizontos izveidojas plaša dzīves vide mikroorganismiem un mikroartropdiem, kas nodrošina nobiru sadalīšanos (Anderson, 1975, 1978).

Boreālo mežu ekosistēmā biežais zemsedzes slānis ir galvenais biotops mikroorganismiem, mezofaunai, kuri ir galvenie bioķīmisko procesu veicēji. Augsnes mezofaunai, īpaši Mesostigmata ērcēm, ir galvenā loma augsnē, regulējot dinamisku sadalījumu starp mezofaunu un mikrofaunu, kā arī ietekmējot augsnes mineralizācijas ātrumu. Turklāt sūnērcēm (Oribitida) ir liela nozīme pakaišu sadalīšanās procesos boreālajos mežos (Diaz-Aguilar, Quideau, 2013).

1.4.4. Meža sukcesija

Meža dabiskā atjaunošanās ir koku spēja ģeneratīvi un veģetatīvi vairoties. Tā nodrošina mežaudžu ilgspējīgu pastāvēšanu, kā arī ekoloģiski kvalitatīvu sukcesiju (secīgu biocenožu nomaiņu noteiktā teritorijā (Priedītis, 1999).

Visas Zemes daudzveidīgās meža biomas no aizvēsturiskiem laikiem, dažādos ģeohronolģiskos periodos veidojušās un paplašinājušās, tikai dabiski atjaunojoties. Pieaug nepieciešamība pētīt meža sukcesiju un dinamiku meža ekosistēmā, lai varētu attīstīt un pētīt ilgspējīgu mežsaimniecību. Sukcesija mežā sākas no brīža, kad teritorijā, kurā audzis mežs, ir beigusies dabiska vai mākslīga traucējumu ietekme, kā, piemēram, ugunsgrēki, dažādas augu slimības, kukaiņi, kas nelabvēlīgi ietekmē meža attīstību, pavirši apsaimniekotas mežu platības, lauksaimniecības zemju aizaugšana un urbanizācija (Çakir et al., 2007.; Blatt et al., 2005.; Uotila, Kouki, 2005) Traucējumi jau sen ir zināmi kā svarīgs process augu un sugu sabiedrības strukturēšanā. Traucējumi samazina meža koku stāvu biomasu un izveido ainavas mozaikveida atšķirības dažādos sukcesijas posmos (White et al., 2011). Līdzīga norise novērojama arī augtenē, kuras struktūra un augsnes rādītāji atbilst nosacījumiem, lai platībā izveidotos mežaudze (aizaugošs purvs, pamestas armazemes, nosusinātas ieplakas u.tml.) (Broks, 2003).

Priedes un egles dabiskā atjaunošanās notiek tikai ģeneratīvi. Tā kā abas sugas ir anemohori, vējš to spārnainās sēklas parasti aiznes 100—250 m attālumā no māteskoka (dažkārt arī tālāk). Parastajai eglei no augsnes apbērtā zara ievainojuma vietā dažkārt veidojas adventīvās saknes un dzinums (noliektis), bet tiem egļu dabiskā atjaunošanās procesā nav nekādas praktiskas nozīmes. Lapu koki dabiski atjaunojas gan ģeneratīvi, gan veģetatīvi. Vietējo sugu lapkoku (izņemot ozolu un dižskābardi) sēklu lidierīces ir spārniņi un matiņi. Ļoti tālu ar gaisa strāvām izplatās vieglās bērzu, apšu un papeļu sēklas. Lapkoku izcirtumos biežāk notiek veģetatīva atjaunošanās ar celma atvasēm no snaudošiem un adventīviem pumpuriem. Apsei un baltalksnim, arī dažviet ieaudzētām papelēm no adventīviem pumpuriem izaug ātraudzīgas sakņu atvases. Gan celma, gan sakņu atvasēm, izmantojot nocirsto koku saknēs uzkrātās barības vielu rezerves, kā arī spēju uzsūkt minerālbarošanās vielas, piemīt liela augšanas enerģija (Broks, 2003)

Mežu dabiskajai atjaunošanās spējai var būt gan pozitīvas, gan negatīvas sekas. Dabiski izveidojušajām, augstvērtīgām un konkrētos augšanas apstākļos rezistentām kokaudžu populācijām atjaunojoties ģeneratīvi, ir lielāka garantija saglabāt savu iedzimto ekoloģisko un saimniecisko vērtību. Orientācija uz mežu dabisko atjaunošanos ar ātri augošu atvasāju var dot labu koksnes masas pieaugumu pirmajās vecumklasēs. Tomēr jārēķinās arī ar dažām iespējamām negatīvām sekām. No celma atvasēm augošiem kokiem biežāk veidojas stumbra izliekumi (1—1,5 m zonā virs celma), kas pazemina sortimenta kvalitāti. Lielu zudumu var rasties, ja atvases aug no kokiem, kam bijusi sakņu un stumbra trupe, jo tā jaunajā kokaudzē parasti progresē. Pieņemot lēmumu par meža dabisko atjaunošanos kādā izcirtumā, jāapsver visas iespējamās pozitīvās un negatīvās sekas, lai nodrošinātu ekoloģiski, saimnieciski un ekonomiski vērtīgu mežaudžu veidošanos. Mežu dabiskā atjaunošanās var notikt arī zem kokaudzes vainagu klāja (pirmsatjaunošanās) vai izcirtumā pēc kokaudzes nociršanas (pēc atjaunošanās) no blakus esošās mežaudzes vai izcirtumā atstātajiem sēkliniekiem. Sekmīgu priedes un egles pirmsatjaunošanos dažreiz var panākt ar pakāpeniskajām izlases cirtēm. Veicot izlases cirtes, tiek nodrošināta nepārtraukta atjaunošanās, kuras rezultātā veidojas tā sauktais izlases mežs. Liela nozīme jāpievērš arī meža dabiskās atjaunošanās veicināšanas pasākumiem (Broks, 2003).

Augsnes organismi ir svarīgi rādītāji stresa un traucējumu noteikšanā meža ekosistēmā (Katherin et al., 2001). Meža ekosistēmā nobiru un augsnes organismi un to procesi var kalpot kā vērtīgi stresa un traucējumu rādītāji, ko izraisa antropogēna darbība, arī meža apsaimniekošana. Neskartajos mežos, pakaiši uzkrājas uz meža virsējās zemsedzes slāņa, kur arī uzkrājas būtiski slāpekļa un ūdens resursi (Berg, Tamm, 1994). Augsnes organismi

(baktērijas, sēnītes, mikroartropodi, nematodes un vienšūņi) veicina organisko vielu sadalīšanos un uztur augsnes produktivitāti. Kailcirte var paātrināt detrīta un augsnes oglekļa apgrozījumu augsnē, ieskaitot pakaišu, saknes un augsnes organiskās vielas. Tādējādi, organiskās vielas var tikt samazinātas, jo palielinājusies sadalīšanās pakāpe pēc kailcirtes (Katherina et al., 2001). Kailcirte ietekmē meža zemsedzes slāni rodas tieša ietekme uz slāpekļa apriti augsnē. Mikroartropodu blīvuma lejupslīde tiek novērota ilglaicīgā priodā pēc kailcirtes (Seastedt, Crosskeyc, 1981; Blair, Crossley, 1988).

Izmaiņas mikroartropodu populācijas dinamikā un sastāvā tiek izmantoti kā bioindikatoru smago metālu, insekticīdu, fungicīdu, barības vielu aprites procesā, kā arī lauksaimniecības un mežsaimniecības apsaimniekošanas praksē (Katherina et al., 2001).

1.5. Mikroartropodu ekstrakcija no augsnes paraugiem

Lai izdalītu no augsnes paraugiem pēc iespējas lielāko skaitu mikroartropodu, dzīvnieku ekstrakcijai izmanto dinamiskās metodes, kas balstās uz dzīvnieku uzvedības – bēgšanas reakcijām. Būtībā šīs metodes balstās uz tā, kā mikroartropodi pie noteiktiem apstākļiem sāk migrēt (Бызова, 1987).

Noteicošie faktori, kas liek dzīvniekiem pārvietoties no augsnes paraugiem uz ārpusi ir: augsnes izžūšana, augsta temperatūra, gaiss vai ķīmiskā iedarbība. Dažādas mikroartropodu grupas ir atšķirīgi noturīgas pret šiem faktoriem, tādēļ neviena no šīm metodēm nevar būt efektīva visām mikroartropodu grupām (Бызова, 1987).

Fototermoelektoru metode (Tulgrēna – Berlēzes metode) balstās uz dzīvnieku negatīvo reakciju pret gaismu un karstumu (negatīva fototakse un termotakse), kuru iedarbībā tie cenšas virzīties lejup – pozitīvā ģeotakse. Vienkāršākās konstrukcijas Tulgrēna aparātos kā gaismas avotu izmanto parasto kvēlspuldzi, kas nodrošina parauga uzsildīšanu. Tomēr parauga virsmas uzsildīšanas temperatūras ekstrakcijas sākumā nedrīkst pārsniegt $+ 20^{\circ} - 30^{\circ}\text{C}$, t.i. siltuma gradientam jābūt pakāpeniskam un pēc iespējas konstantā virzienā no parauga augšas uz leju (Бызова, 1987).

Zem savācējplūves tiek novietota Petri plātīte ar fiksējošo šķīdumu, kura sastāvā ietilpst ūdens, glicerīns, etilspirts (2.2. att.). Augsnes paraugus pirms novietošanas uz plūves sieta ieteicams ietīt marlē, lai novērstu pārāk strauju parauga izsūšanu un pārmērīgu augsnes daļiņu sabīršanu Petri plātītē (pirms parauga ietin marlē to nav ieteicams mehāniski sadrupināt, jo parasti traumē vai bojā mikroartropodus, tādēļ ieteicams nepārveidot augsnes

parauga struktūru neizjaucot dzīvnieku veidotās ejas) (Бызова, 1987). Lai paaugstinātu metodes efektivitāti, mūsdienās izmanto sarežģītas konstrukcijas aparātus ar automātiskām apgaismojuma un t⁰ regulēšanas sistēmām.

1.6. Pētījuma teritorijas vispārīgs raksturojums

Pētījuma vieta tika izvēlēta Latvijas teritorijas centrālajā daļā - Vecpiebalgas novada Tauresnes pagastā – pētījuma vieta ir ar projektu LZP, projekta Nr. 514/2012, „Marginālo teritoriju veidošanās cēloņi un sekas Latvijā” ietvaros izvēlētajiem parauglaukumiem. Pētītā teritorija atrodas Centrālvidzemes ģeobotāniskajā rajonā. Meža masīvi parasti ir sastopami lauksaimniecībai mazāk piemērotās zemēs. Augsnes pārsvarā no mēreni mitrām līdz slapjām. Dominē boreālie egļu meži. Platlapju un priežu meži sastopami ļoti reti. Pētījumu teritorijā mežos visvairāk izplatītas koku sugas ir egle (*Picea abies*), āra bērzs (*Betula pendula*), baltalksnis (*Alnus incana*). Dabiskie zālāji ir maz sastopami. Visbiežāk tie ir mēreni mitri zālāji mazauglīgās un vidēji auglīgās augsnēs, uz pauguru nogāzēm atrodami arī sausie kalcifīlie zālāji, starppauguru ieplakās – slapjie zālāji Starppauguru ieplakās un ezeru krastos bieži veidojās nelieli zemie un pārejas tipa purvi (Табока, 1990; Laiviņš, 2009).

Pētījuma teritorija ietilpst Vidzemes pauguraino augstieņu rajonā. Reljefa mainīgums ietekmē augšņu daudzveidību. Mežoles paugurainē, ar morēnas smilšmālu un mālsmilti kā dominējošo cilmiezi, pārsvarā ir velēnu podzolaugšnes. Izteikto nogāžu pakājēs veidojas velēnu glejaugšnes, bet ieplakās ar traucētu noteci - kūdrainās purva augsnes, stāvākās nogāzēs - erodētas podzolaugšnes (Vecpiebalgas novada attīstības programma, 2012).

Pētījuma teritorijā dominē divi augšņu apakštipi: velēnu podzolaugšne un velēnpodzolētā virsēji glejotā augsne. Pēc Starptautiskās augšņu klasifikācijas dominējošās augsnes ir *Luvisols* un *Albeluvisols* (Prižavoite, 2014).

Vecpiebalgas novadā zemju lielāko daļu aizņem meži – 53,8%, bet Tauresnes pagastā tie sastāda apmēram 50%. Novads ir viens no bagātākajiem ar ezeriem Latvijā – 5,1%, bet purvi sastāda 3,8% no teritorijas. Tuvākie ezeri pētījuma teritorijai ir Bānūžu un Ilzes, tuvākā upe – Meļļupīte (Vecpiebalgas novada attīstības programma, 2012).

Lauksaimniecībā izmantojamā zeme aizņem 31% no visas novada teritorijas, attiecīgi. 55% sastāda aramzeme, 33% - ganības, 10% - pļavas. Lauksaimniecības zemju platības samazinās katru gadu. Nekoptas galvenokārt ir platības līdz 10 ha, tas ir, aptuveni 20% no visām lauksaimniecības zemēm. Pētāmās teritorijas apkārtnē meliorācija nav veikta. Izteikti paugurainais reljefs ir viens no faktoriem, kas ierobežo teritorijas izmantošanu

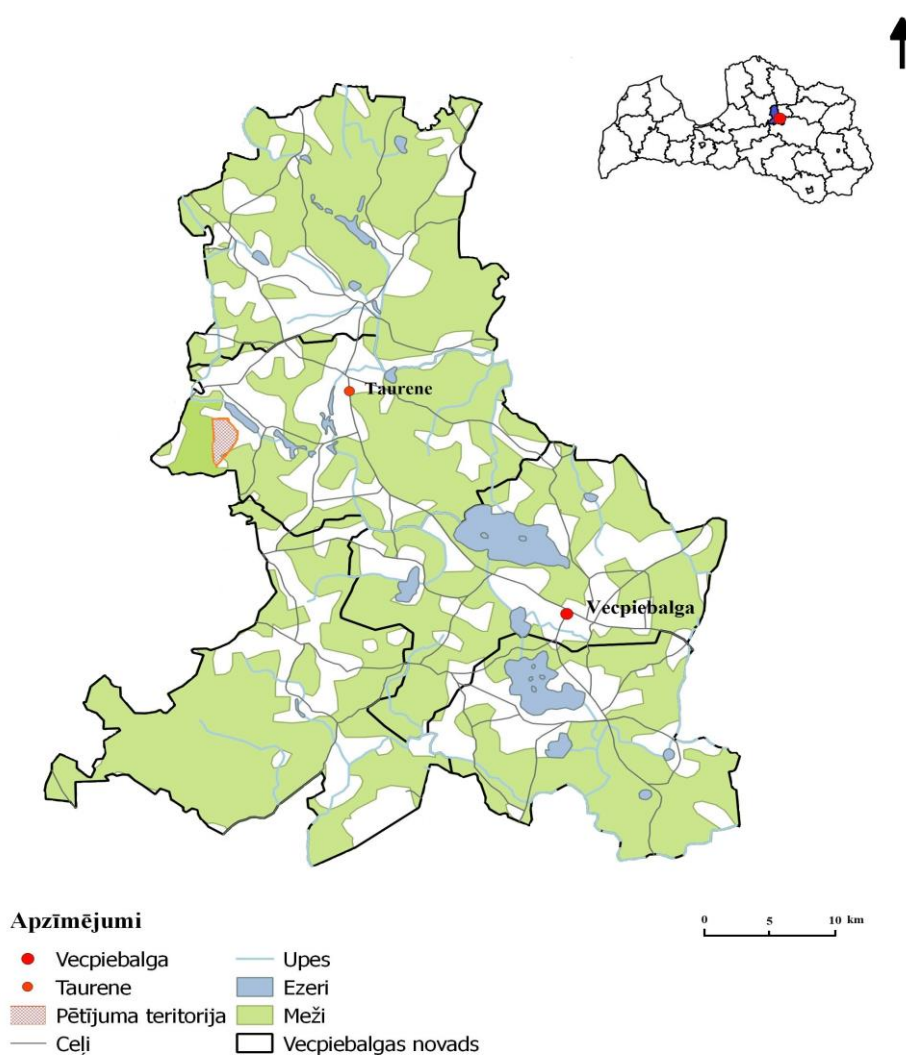
lauksaimniecības vajadzībām, kā arī, intensīvi izcērtot mežus, noris augšņu erozija un gravu veidošanās. Pašlaik daudzviet notiek atsevišķu ieplaku pārpurvošanās, kā arī intensīva upju gultņu aizsērēšana un ezeru aizaugšana (Vecpiebalgas novada attīstības programma, 2012).

2. MATERIĀLS UN METODIKA

2.1. Parauglaukumu apraksts

Augsnes mezofaunas pārstāvju ievākšana tika veikta Vecpiebalgas novada, Taurenes pagastā (2.1. att.) bijušajās lauksaimniecības zemēs, kas ir apmežojušās - dažāda vecuma mežaudzēs (2.3. att.). Parauglaukumi mikroartropodu ievākšanai sakrīt ar LZP projekta Nr. 514/2012 „Marginālo teritoriju veidošanās cēloņi un sekas Latvijā” ietvaros izveidotajiem parauglaukumiem (2.2. att.). Augsnes paraugi tika ievākti 2013. gada oktobra mēnesī, augsnes faunas rudens aktivitātes periodā.

Augšņu paraugu ņemšanas vietās tika noteiktas koordinātas ar GPS (Globālo pozicionēšanas sistēmu – *Magellan*).



2.1. attēls. Pētījuma atrašanās vieta kartē (Izstrādāja autore, izmantojot GISLatvia10.mdb datu slāņus. LU ĢZZF WMS)



2.2. attēls. **Parauglaukumu izvietojums** (Izstrādāja autore, izmantojot GISLatvia10.mdb datu slāņus. LU ĢZZF WMS)

- 1. parauglaukums** atrodas reljefa nogāzē, aizaug ar egli, kuru vecums ir no 10-20 gadiem. Augsnes apakštīps ir velēnpodzolētā virsēji glejotā augsne (PGu), augsne ir skāba. Granulometriskais sastāvs atbilst putekļainam ar smilts īpatsvaru 17,9 %.
- 2. parauglaukums** ir plakanā reljefā, kas aizaug ar 10 - 20 gadus vecām eglēm un baltalkšņiem. Sastopamās augsnes apakštīps ir velēnpodzolaugsne (PVv), augsne ir skāba. Granulometriskais sastāvs atbilst smagai mālsmiltij ar smilts īpatsvaru 55,44 %.
- 3. parauglaukums** atrodas nogāzē un aizaug ar baltalkšņiem, kas ir 10 – 20 gadus veci. Augsnes apakštīps atbilst velēnpodzolētajai virsēji glejotajai augsnei (PGu), augsne ir skāba. Granulometriskais sastāvs atbilst putekļainam smilšmālam ar smilts īpatsvaru 41,78 %.
- 4. parauglaukums** atrodas nogāzē, kurā aug 10-20 gadus veci baltalkšņi, egles un bērzi. Augsnes apakštīps atbilst velēnpodzolētajai virsēji glejotajai augsnei (PGu), augsne ir skāba. Granulometriskais sastāvs atbilst putekļainam smilšmālam ar smilts īpatsvaru 52,1 %.
- 5. parauglaukums** - paugura piekāje ar 10 – 20 gadus veciem baltalkšņiem. Augsnes apakštīps atbilst iluviālā humusa podzola augsnei (POf), augsne ir skāba. Granulometriskais sastāvs atbilst smagai mālsmiltij ar smilts īpatsvaru 55,28 %.
- 6. parauglaukuma** atrašanās vieta ir nogāze, kas apaug ar baltalkšņiem un eglēm, kuri ir 30-40 gadus veci. Augsne - velēnpodzolēta virsēji geljota, augsnes apakštīps (PGu), augsne ir skāba. Granulometriskais sastāvs atbilst putekļainam smilšmālam ar smilts īpatsvaru 25,44%.
- 7. parauglaukuma** ir plakanā reljefā. Parauglaukuma teritorija aizaug ar apsi, audzes vecums vairāk kā 40 gadi. Augsne atbilst velēnpodzolaugsnes apakštīpam (PVv), augsne ir ļoti skāba. Granulometriskais sastāvs atbilst smagai mālsmiltij ar smilts īpatsvaru 50,68 %.
- 8. parauglaukums** ir plakanā reljefā, kurā aug vairāk kā 40 gadus veci baltalkšņi. Augsne atbilst velēnpodzolētajam virsēji geljotajam apakštīpam (PGu), augsne ir skāba. Augsnes granulometriskais sastāvs atbilst putekļainam smilšmālam ar smilts īpatsvaru 50,22 %.
- 9. parauglaukums** - paugura pakāje, kurā aug 30-40 gadus veci bērzi, apses, egles un baltalkšņi. Augsne atbilst velēnpodzolētajam virsēji geljotajam apakštīpam (PGu), augsne ir skāba. Granulometriskais sastāvs ir putekļains smilšmāls, ar smilts īpatsvaru 45,82 %.
- 10. parauglaukums** ir iekārtots nogāzē, kurš aizaug ar eglēm, kuras ir 10 – 20 gadus vecas. Augsnes apakštīps atbilst velēnu podzolaugsnei (PVv), augsne ir skāba. Granulometriskais sastāvs ir putekļains smilšmāls ar smilts īpatsvaru 31,12 %.
- 11. parauglaukuma** vieta ir nogāzē, kurā aug 10-20 gadus veci baltalkšņi un egles. Augsnes apakštīps ir velēnpodzolētā virsēji glejotā augsne (PGu), augsne ir skāba. Granulometriskais sastāvs - smaga mālsmilts, ar smilts īpatsvaru 55,04%.



2.3. attēls. Paraugu ņemšanas vietas, kas aizaug ar baltalkšņiem (augšējais attēls) un eglēm (J. Ventīņa fotogrāfijas, 2013)

2.2. Augsnes analīzes

2013.gada rudenī augšņu paraugi tika analizēti LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātes Augšņu laboratorijā. Augsnes īpašību noteikšanu sava maģistra darba un projekta „Marginālo teritoriju veidošanās cēloņi un sekas Latvijā” ietvaros 2013. gadā veica Dana Prižavoite (Prižavoite, 2014).

Paraugi vispirms laboratorijā tika izžāvēti un sagatavoti analīžu veikšanai, izsijājot caur 2 mm sietu. Visas fizikālās un ķīmiskās analīzes izdarītas 3 atkārtojumos. Pēc analīžu veikšanas tika izvērtēti rezultāti un par ticamiem tika uzskatīti tikai tie, kuru rezultāti savā starpā neatšķīrās par 10% (FSCC, 2010). Autore maģistra darbā izmanto sekojošus augsnes paraugu rādītājus (2. pielikums):

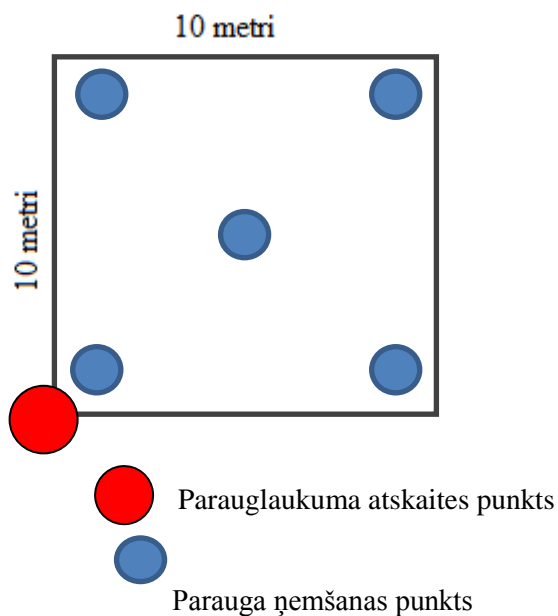
- Augsnes granulometriskais sastāvs (%) - noteikts, izmantojot pipetēšanas metodi. Paraugi tika apstrādāti ar 1M NaOH šķīdumu. Lietojot nomogrammu, tika noteiktas augsnes granulometriskā sastāva grupas;
- Augsnes reakcijas pH(KCl) vērtība noteikta, izmantojot pH-metru *WTW inoLab* ar stikla elektrodu. Šķīduma tilpuma un masas attiecība 1:5;
- Apmaiņas bāze Ca^{2+} un apmaiņas elements Al^{3+} (mg/kg) BaCl_2 šķīdumā noteiktas ar atomabsorbcijas spektrometru *Perkin Elmer Analyst 200*;
- Kustīgais P (mg/g) noteikts 0,02N $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{CaO}_6$ un 0,02N HCl šķīduma izviljumā ar spektrofotometru *HACH DR/2000*;

2.3. Mezofaunas paraugu ievākšana

Katrā no 11 paraugu ievākšanas vietām tika izdalīti kvadrātveida parauglaukumi 10 x 10 m platībā. Kopā katrā parauglaukumā pēc konverta principa tika ņemti 5 paraugi (2.4. att.). Vispirms ar īpaša metāla augsnes urbja (5 cm diametrā) palīdzību tika paņemts augsnes zemsegas slānis kopā ar sūnu slāni līdz ~7 cm dziļumā. Katrs paraugs tika ievietots polietilēna maisiņā, maisiņam tika pievienota etiķete ar kārtas numuru.

Pēc tam paraugi tika transportēti uz tālāko to apstrādes vietu LU Bioloģijas institūtu Salaspilī, kur tos novietoja uz speciāliem fototermoelektoriem un eksponēja zem elektriskajām spuldzītēm divas nedēļas (2.5. att.).

Augsnes dzīvnieki tika uzskaitīti, un to taksonomiskais statuss un piederība pie kādas no mezofaunas ekoloģiskām grupām noteikts ar binokulārās lupas palīdzību.



2.4. attēls. Parauga ievākšanas shēma parauglaukumos. Kvadrāta malas ir orientētas ziemeļu-dienvidu virzienā (sastādīja autore, 2014)



2.5. attēls. Augsnes paraugi uz fototermoelektoriem (I.Pastares fotogrāfija, 2012)

2.4. Datu apstrāde

Datu apstrāde tika veikta *Microsoft Excel* vidē. Ar *MS Excel* programmas palīdzību tika apkopoti visi pētījuma dati, tie tika sagrupēti un apkopoti tabulās un grafikos pēc dažādiem kritērijiem (gads, parauga Nr., utt.), lai tos būtu vieglāk izmantot tālākai apstrādei.

Ar *MS Excel* tiks veiktas sīkposmkāju procentuālās sadalīšanas grafikveida attēlojums (*Chart Area*).

Sīkposmkāju blīvuma sadalījuma grafiki tika izveidoti un apstrādāti ar *IBM SPSS Statistic 22*.

Augsnes mezofaunas ordinācija veikta izmantojot *PCA PC-ORD* (McCune, Mofford, 2006) programma.

Pamatojoties uz iegūtajiem rezultātiem, tika veikta datu interpretācija, skaidrojot lauksaimniecības zemju dabisko aizaugšanas gaitu morēnas paugurainē ar sīkposmkāju populācijām un to ietekmējošajiem faktoriem.

3. REZULTĀTI UN DISKUSIJA

3.1. Ievāktās augsnes sīkposmkāju taksonomiskās grupas

Ievāktās augsnes sīkposmkāju taksonomiskās grupas ir uzskaitītas sīkposmkāju uzskaites tabulā (1. pielikums). Visvairāk ievākto augsnes sīkposmkāju taksonomiskās grupas tika atrastas vietās, kur audzes vecums ir vismaz 30 gadus, tas ir 6., 7., 8. un 9. parauga ņemšanas vietās. 10. parauga ņemšanas vietā, kurā audzes vecums ir no 10 - 20 gadu, arī ir novērojams augsts sīkposmkāju taksonomisko grupu skaits.

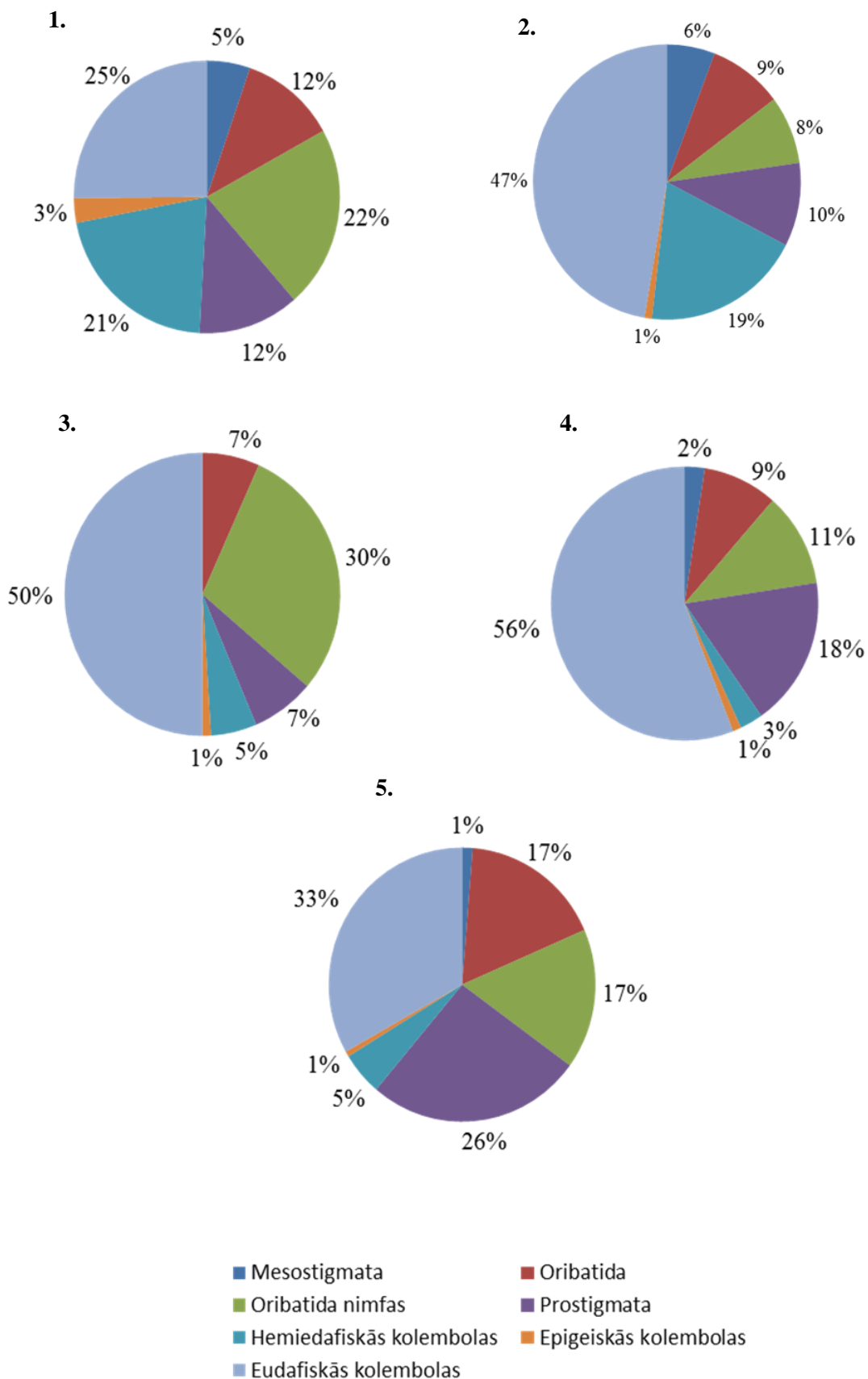
Pēc helicerātu (Chelicerata) klases atrasti ir ērcu (Acari) kārtas indivīdi, plēsīgās ērces (Mesostigmata) un (Prostigmata), kā arī sūnērces (Oribatida) un to nimfas. Tika izdalīti arī kukaiņu (Insecta) klases, kolembolu (Colembola) kārtas pārstāvji. Kolembolas tika grupētas pēc to morfoloģiskās piederības – hemiedafiskās kolembolas, epigeiskās kolembolas un eudafiskās kolembolas (1. pielikums).

3.2. Sīkposmkāju taksonomisko grupu procentuālais sadalījums parauglaukumos

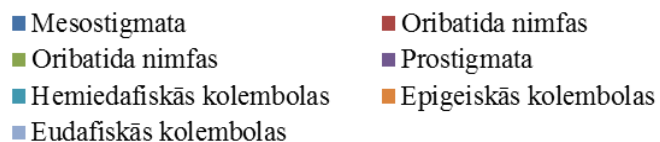
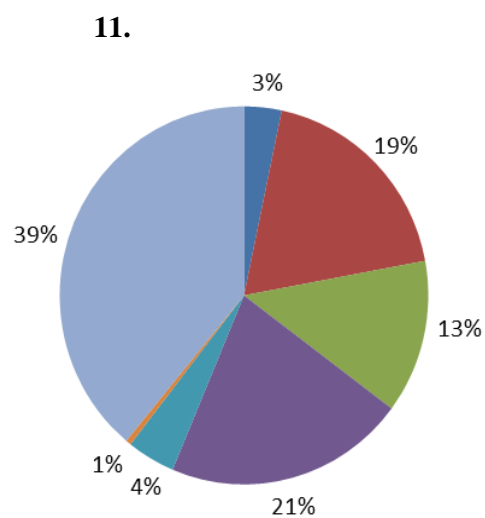
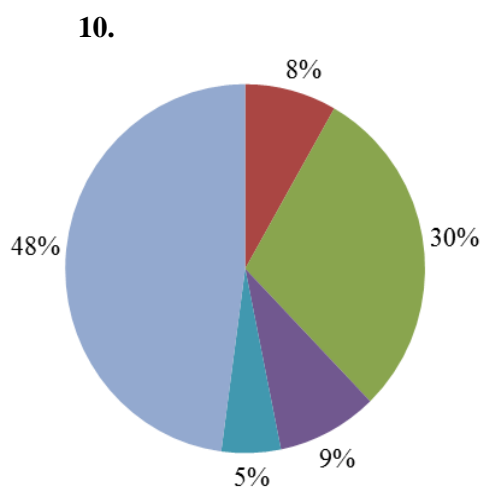
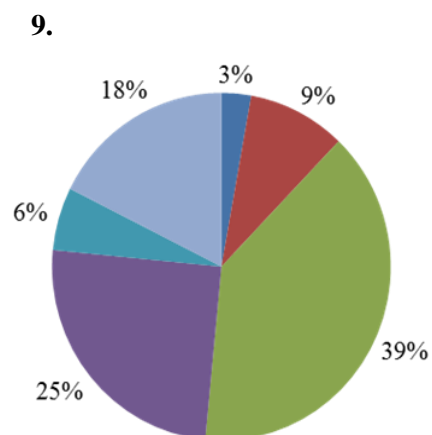
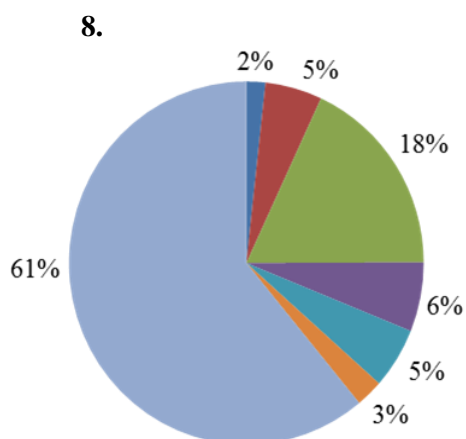
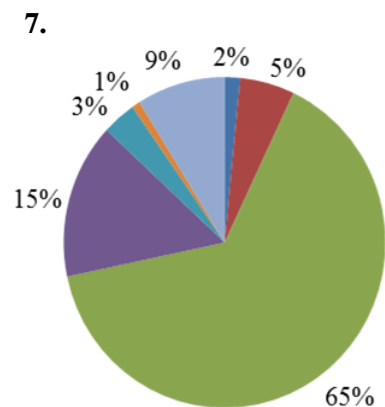
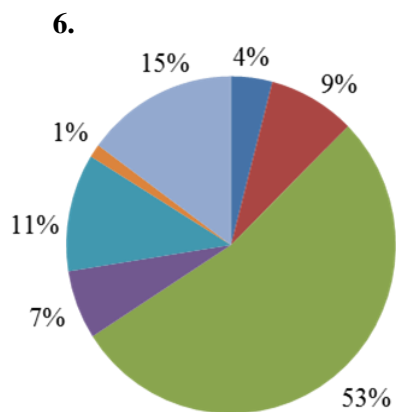
Parauglaukumos ir atrasti dažādu sīkposmkāju taksonomisko un ekoloģisko grupu pārstāvji. Sīkposmkāju procentuālais sadalījums un atsevišķu taksonomisko grupu dominance katrā parauglaukumā ir atšķirīga (3.1., 3.2. attēls). Tomēr atsevišķas grupas sastopamas ar lielāku īpatsvaru. Gandrīz visos parauglaukumos dominē euedafiskās kolembolas, vienīgi 6., 7., un 9. parauglaukumā, kur kokaudzes ir salīdzinoši vecākas, dominējošā grupa ir sūnērces, īpaši sūnērcu (*Oribatida*) nimfas. Kolembolas un sūnērces pēc barošanās tipa galvenokārt ir saprofāgas (Dunger, 1974), un šo grupu dominance liecina par organisko atlieku kā barības bāzes pieejamību. Atšķirības taksonomisko grupu dominancē dažādos parauglaukumos, iespējams, var noteikt šo organisko atlieku daudzums, sadalīšanās pakāpe un kvalitāte.

Visos parauglaukumos mazā daudzumā ir sastopamas epigeiskās kolembolas (10. un 11. parauglaukumā tās vispār netika atrastas), Domājams, ka noteicošais faktors bija tas, ka paraugi tika ievākti oktobra beigās, kad dažādu posmkāju aktivitāte un sastopamība augsnes virspusē dēļ zemajām temperatūrām ir neliela.

Salīdzinoši mazāks īpatsvars ir plēsīgajām ērcēm (*Mesostigamta*, *Prostigmata*). Tomēr atsevišķos parauglaukumos tās ir novērojams diezgan augsts, ko var skaidrot ar labas barības bāzes pieejamību. Tā kā sūnērces, īpaši to nimfas, sastāda būtisku daļu no plēsīgo ērcu barības raciona (Dunger, 1974), tad, jādoma, ka to sastopamība paraugos atspoguļo šādas plēsēja – upura attiecības.



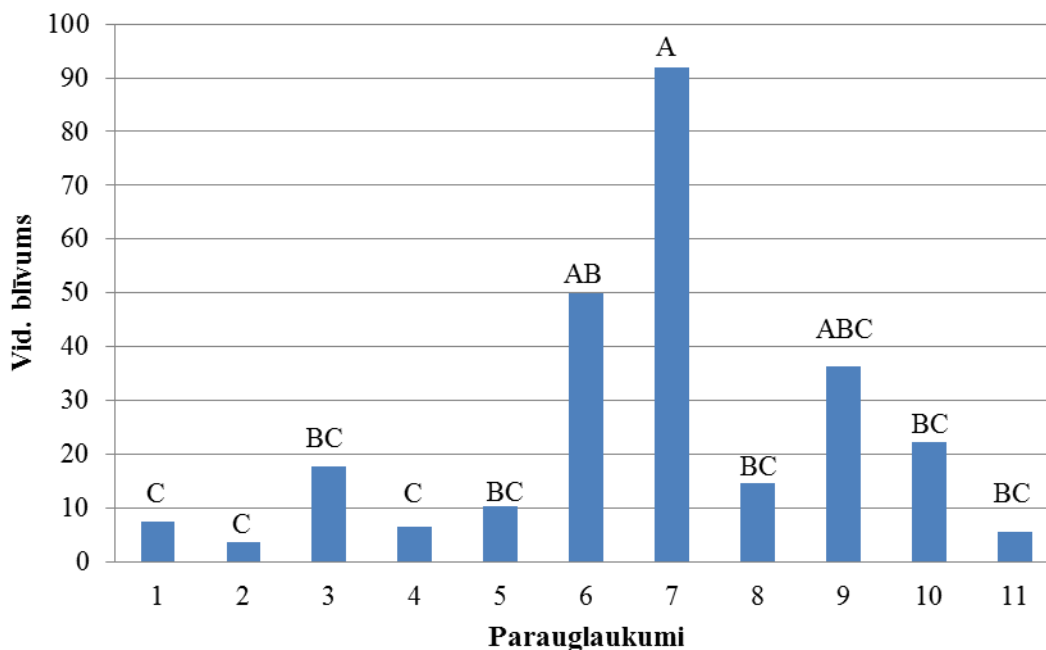
3.1. attēls. Sikposmkāju taksonomisko grupu procentuālais sadalījums parauglaukumos. 1., 2., 3., 4., 5. – parauglaukumi (izstrādājusi autore)



3.2. attēls. Sīkposmkāju taksonomisko grupu procentuālais sadalījums parauglaukumos. 6., 7., 8., 9., 10., 11. – parauglaukumi (izstrādājusi autore)

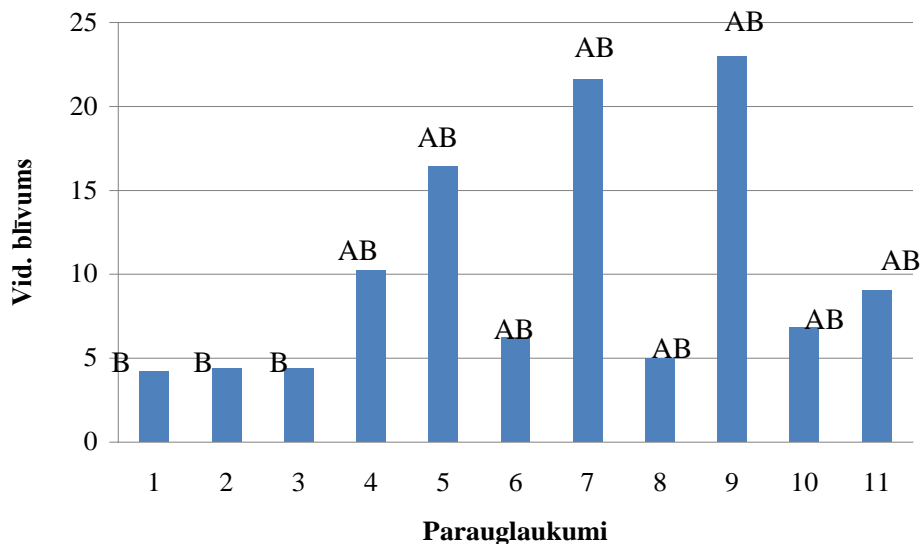
3.3. Sīkposmkāju blīvums parauglaukumos

Sūnērču (*Oribatida*) nimfu vidējā blīvuma datu analīze parāda, ka statistiski būtisku atšķirību pastāv starp 1., 2., 4., 6. un 7. parauglaukumu. Starp 3., 5., 8., 9., 10., 11. parauglaukumu nepastāv statistiski būtisku atšķirību (3.3. attēls). Salīdzinoši jaunās audzēs sūnērču nimfu izplatība ir krasi mazāka, nekā tas ir vecākās mežaudzēs.



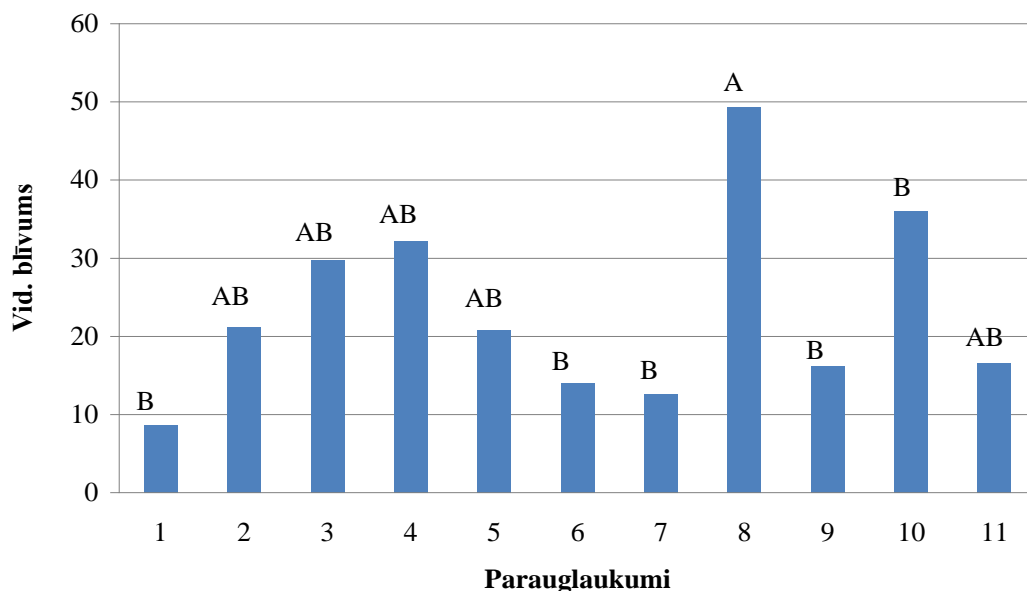
3.3. attēls. Vidējais sūnērču (*Oribatida*) nimfu blīvums vienā paraugā. Būtiski atšķirīgās blīvuma vērtības parauglaukumu starpā atzīmētas ar burtiem A, B un C ($\alpha=0,05$) (izveidoja autore)

Plēsīgo ērču (*Prostigmata*) vidējais blīvums parauglaukumos parāda, ka statistiski būtiska atšķirība ir starp 1., 2., 3. un pārējiem parauglaukumiem (3.4. att.). Tomēr var novērot, ka jaunākās mežaudzēs prostigmata ērču blīvums ir mazāks nekā tas ir vecākās mežaudzēs. 5. parauglaukumā un 4. parauglaukumā ir būtiski palielinās prostigmata ērču blīvums, kuros mežaudžu vecums nav lielāks par 20 gadiem. Domājams, ka plēsīgo Prostigmata ērču izplatība ir saistīta ar to galveno barības objektu oribatīdu (īpaši to nimfu) sastopamību parauglaukumos.



3.4. attēls. Vidējais Prostigmata ērcu blīvums vienā paraugā. Būtiski atšķirīgās blīvuma vērtības parauglaukumu starpā atzīmētas ar burtiem A, B un C ($\alpha=0,05$) (izveidoja autore)

Eudafisko kolembolu vidējo blīvumu salīdzināšana parauglaukumos parāda, statistiski būtisku atšķirību starp vairākiem parauglaukumiem (3.5. att.). Starp 8. parauglaukumu un visiem pārējiem parauglaukumiem ir statistiski būtiska atšķirība. Vērojama tendence, ka eudafisko kolembolu blīvums palielinās vecākajās mežaudzēs.



3.5. attēls. Vidējais eudafisko kolembolu blīvums vienā paraugā. Būtiski atšķirīgās blīvuma vērtības parauglaukumu starpā atzīmētas ar burtiem A, B un C ($\alpha=0,05$) (izveidoja autore)

3.4. Sīkposmkāju datu ordinācija

Faktorslodžu matrica parāda analizē iekļauto mainīgo faktoru korelāciju ar PCA asīm jeb galvenajiem šo mainīgo struktūru nosakošajiem faktoriem (3.1. tabula).

Pirmajai asij augstākais korelācijas koeficients ir Al^{3+} ($r = -0,570$), pārējo faktoru korelācijas koeficientu absolūtās vērtības attiecīgi ir mazākas, kas būtiski neko neizmaina. Pirmā ass izskaidro 39% no kopējas datu dispersijas un pozitīvi korelē ar $pH(KCl)$ un negatīvi ar Al^{3+} , kas nozīmē to, jo lielāks $pH(KCl)$, jo mazāka Al^{3+} koncentrācija.

Otrā ass nosaka fizikālo faktoru korelāciju ar PCA galveno asi, kurā būtiska ietekme ir Ca^{2+} koncentrācijai, kas ir negatīva ($r = -0,619$). Otrā ass izskaidro 26% no kopējās datu dispersijas. Mazākā mērā korelācija ir ar smilts saturu augsnē. Augsnes ķīmiskais sastāvs būtiski ietekmē sīkposmkājus. Pārējo faktoru korelācija ir pārāk zemas, lai notiktu faktoru korelācija ar PCA galveno asi.

Trešā ass izskaidro 15% no datu dispersijas un nosaka P_2O_5 ietekmi uz augsnes sīkposmkājiem. P_2O_5 ($r = -0,734$) koncentrācija ir būtiska, kas ir jāuzskata par vienīgo fizikālo faktoru, kas būtu jāņem vērā.

3.1. tabula

PCA asu korelācijas ar ekoloiskajiem faktoriem (izstrādājusi autore)

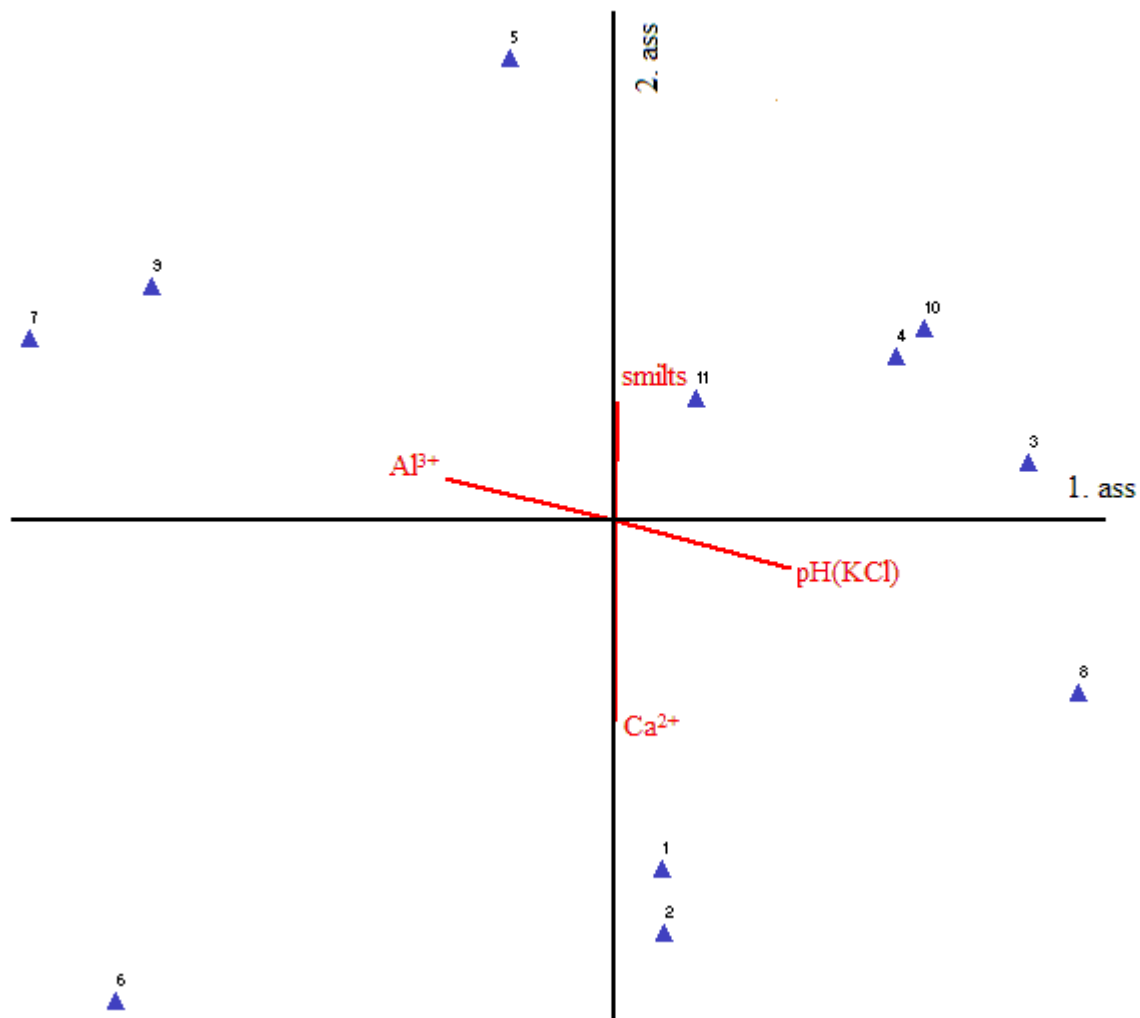
Asis	1	2	3
	r	r	r
Smilts	,078	,476	-,218
Ca^{2+}	,051	-,619	-,126
Al^{3+}	-,570	,280	-,396
$pH(KCl)$,581	-,300	,265
P_2O_5	-,185	,163	-,734

Parauglaukumu ordinācijā ar PCA pēc augsnes sīkposmkāju galveno grupu blīvuma tika izdalītas 3 ekoloģiski interpretējamās asis, kas kopumā izskaidro 81% no mikroartropodu datu dispersijas (3. pielikums). Pirmā ass izskaidro 39% no kopējās datu dispersijas un pozitīvi korelē ar pH(KCl) un negatīvi ar Al^{3+} . Pirmajai asij ir augsta negatīvas korelācijas gandrīz ar visām sīkposmkāju grupām, izņemot euedafiskās kolembolas, kurām ar šo asi ir augsta pozitīva korelācija (3.1. tab.). Tādējādi, jāsecina, ka augsnes ērcu blīvums ir lielāks parauglaukumos ar skābākām augsnēm, bet euedafiskās kolembolas uzrāda lielāku blīvumu augsnēs ar mazāku skābumu.

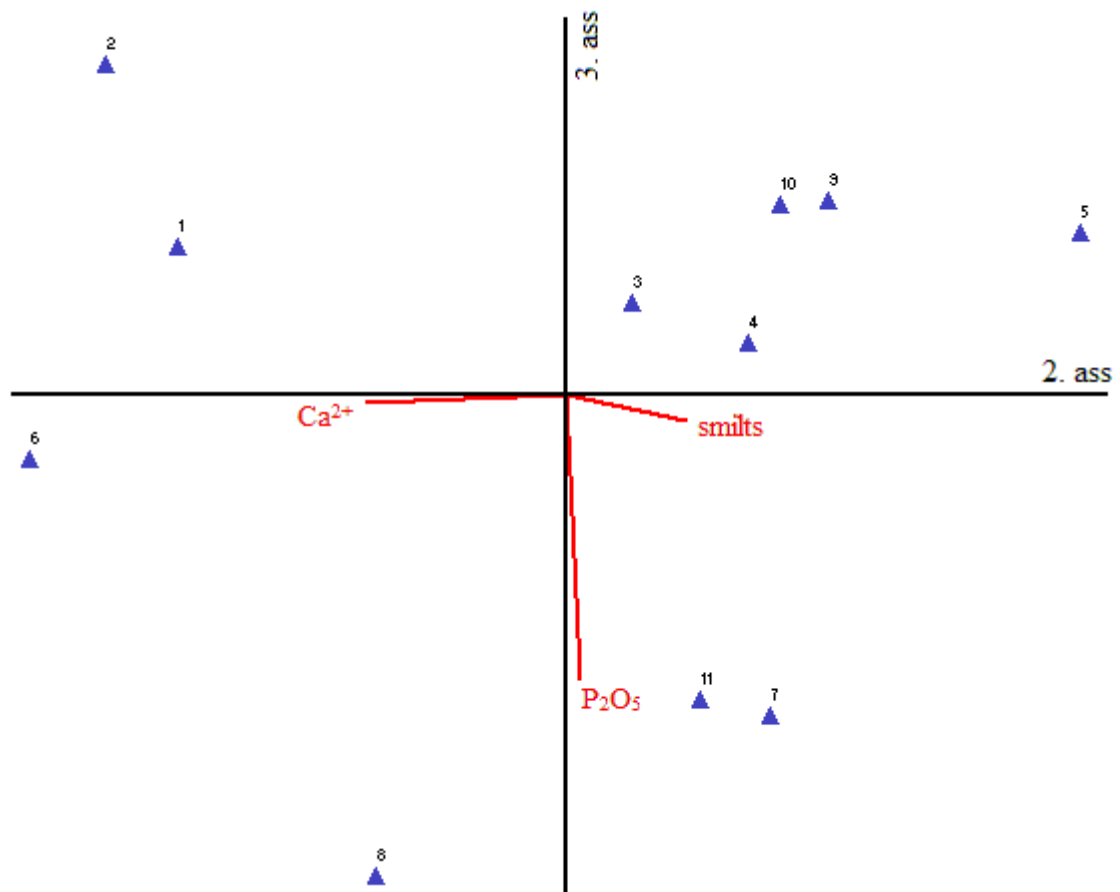
Otrā ass izskaidro 26% no kopējās datu dispersijas un negatīvi korelē ar Ca^{2+} daudzumu augsnē, bet pozitīvi ar smilts procentuālo sastāvu. Otrajai asij ir augsta negatīva korelācija ar hemiedafisko kolembolu blīvumu un pozitīva korelācija ar Prostigmata ērcu blīvumu.

Trešā ass izskaidro 15% no datu dispersijas un nosaka P_2O_5 ietekmi uz augsnes sīkposmkājiem. Izteikti negatīva ietekme uz fosfora daudzumu tomēr ir tikai epigeiskajām kolembolām.

Pārējiem analizē iekļautajiem ekoloģiskajiem faktoriem, tai skaitā kokaugu veģetācijai un augsnes tipam, dotās datu kopas ietvaros nav konstatēta būtiska ietekme uz galveno augsnes sīkposmkāju grupu blīvumu (3.6., 3.7. att.).



3.6. attēls. Augsnes sīkposmukāju datu ordinācija 1.un 2. PC asis (izveidojusi autore)



3.7. attēls. Augsnes sīkposmukāju datu ordinācija 2. un 3. PC asis (izveidojusi autore)

SECINĀJUMI

- Mikroartropodu izpētei tika iekārtoti 11 parauglaukumi pārmežotās lauksaimniecības zemēs Taurenas pagastā LZP projekta "Marginālo teritoriju veidošanās cēloņi un sekas Latvijā" stacionārajās izpētes vietās.
- Ievāktajos augsnes paraugos dominēja augsnes mikroartropodi – kolembolas un augsnes ērces. Pārējās konstatētās augsnes mezofaunas taksonomiskās grupas bija pārstāvētas tikai ar atsevišķiem indivīdiem.
- Gandrīz visos parauglaukumos dominēja euedafiskās kolembolas, vienīgi parauglaukumos, kur kokaudzes ir salīdzinoši vecākas, dominējošā grupa bija sūnērces un to nimfas. Epigeisko kolembolu nelielajam skaitam vākumos noteicošais faktors bija zemās gaisa temperatūra paraugu ievākšanas periodā. Savukārt, plēsīgo ērcu īpatsvars paraugos labi atspoguļo plēsēja – upura attiecības konkrētajās barības ķēdēs.
- Salīdzinoši jaunās mežu audzēs augsnes mikroartropodi sastopami mazākā blīvumā kā vecākās. Tas saistās ar barības pieejamību saprofāgajām formām – augu atliekas, to sadalīšanās pakāpe. Savukārt saprofāgie mikroartropodi kalpo kā piemērota barības bāze plēsīgajām ērcēm.
- Parauglaukumu ordinācijā ar PCA pēc augsnes sīkposmkāju galveno grupu blīvuma tika izdalītas 3 ekoloģiski interpretējamās asis, kas izskaidro 81% no datu dispersijas.
- Pirmā ass pozitīvi korelē ar pH(KCl) un negatīvi ar Al^{3+} . Tai ir augstas negatīvas korelācijas gandrīz ar visām sīkposmkāju grupām, izņemot euedafiskajām kolembolām, kuru blīvums attiecīgi ir lielāks mazāk skābās augsnēs.
- Otrā ass negatīvi korelē ar Ca^{2+} daudzumu augsnē, bet pozitīvi ar smilts procentuālo sastāvu. Tai ir augsta negatīva korelācija ar hemiedafisko kolembolu blīvumu un pozitīva korelācija ar Prostigmata ērcu blīvumu.
- Trešā ass nosaka P_2O_5 ietekmi uz augsnes sīkposmkājiem. Izteikti negatīva ietekme ir tikai uz epigeiskajām kolembolām. Pārējiem analizētajiem ekoloģiskajiem faktoriem - kokaugu veģetācijai un augsnes tipam, nav konstatēta būtiska ietekme uz augsnes sīkposmkājiem.

- Turpinot pētījumus būtu jāpalielina apsekoto parauglaukumu skaits, kā arī jānosaka ievāktās augsnes mikroartropodu grupas līdz sugas līmenim.

PATEICĪBAS

Darba autore izsaka pateicību darba vadītājam Dr.biol., docentam Jānim Ventiņam par palīdzību lauka darbos, veltīto laiku, sniegtajām konsultācijām un ierosinājumiem darba tapšanas laikā. Paldies arī zinātniskajam asistentam Uģim Kagainim par sniegtajām konsultācijām ievāktā mikroartropodu materiāla uzskaitē. Paldies arī profesoram Viesturam Melecim par konsultācijām un veltīto laiku, paldies Dr. geogr .Raimondam Kasparinskim par palīdzību lauku darbos un konsultācijām. Paldies Danai Prižavoitei par pētāmās teritorijas augsnes parametru datiem.

LITERATŪRAS SARAKSTS

Publicētā literatūra

Armolaitis, K., Aleinikovienė, J., Baniūnienė, A., Lubyte, J., Žėkaitė, V. 2007. *Carbon Sequestration and Nitrogen Status in Arenosols Following Afforestation or Following Abandonment of Arable Land. Baltic Forestry.* 13 (2/25), 169–177.

Bardgett, R., 2005. *The Biology of Soil: a Community and Ecosystem Approach.* Oxford University Press, UK.

Battigelli, J. P. 2011. *Exploring the World Beneath your Feet – Soil Mesofauna as Potential Biological Indicators of Success in Reclaimed Soils.* Vancouver, BC.

Bonkowski, M., Griffiths, B., Scrimgeour, C. 2000. *Substrate heterogeneity and microfauna in soil organic 'hotspots' as determinants of nitrogen capture and growth of ryegrass.* Applied Soil Ecology. 14, 37–53.

Bedano, J.C., Cantu, M.P., Doucet, M.E., 2006. *Influence of three different land management practices on soil mite (Arachnida: Acari) densities in relation to a natural soil.* Appl. Soil Ecol. 32, 293–304.

Behan-Pelletier, V., 1999. *Oribatid mite biodiversity in agroecosystems: role for bioindication.* Agric. Ecosyst. Environ. 74, 411–423.

Blackshaw, R.P., Donovan, S.E., Hazarika, S., Bol, R., Dixon, E.R. 2007. *Earthworm responses to long term agricultural management practices: spatial relationships with soil properties.* Eur. J. Soil Biol. 43, S171–S175.

Breure, A.M., Mulder, C., Rutgers, M., Schouten, T., de Zwart, D., Bloem, J. 2004. *Abiological indicator for soil quality.* Proceedings of the OECD Expert Meeting on Soil Erosion and Soil Biodiversity Indicators. OECD. Paris. pp. 485–494.

Broks, J. 2003. *Meža enciklopēdija: Meža dabiskā atjaunošanās.* Rīga. Apgāds Zelta Grauds. 200-201.

Chan, K.Y. 2001. *An overview of some tillage impacts on earthworm population abundance and diversity – implications for functioning in soils.* Soil Tillage Res. 57, 179–191.

Coleman, D.C., Crossley, D.A., Hendrix, P.F. 2004. *Fundamentals of Soil Ecology.* Amsterdam: Elsevier.

Coleman, D.C., Reid, C.P.P., Cole, C.V., 1983. *Biological strategies of nutrient cycling in soil systems.* Adv. Ecol. Res. 13, 1–55.

Collins, W., Qualset, C. 1998. *Biodiversity in Agroecosystems.* CRC Press, Boca Raton. 334 pp.

- Crossley, Jr. D.A., Muellerb, B.R., Perduec, J.C. 1992. *Biodiversity of microarthropods in agricultural soils: relations to processes*. Agriculture, Ecosystems & Environment. Biotic Diversity in Agroecosystems. 40(1–4), 37–46
- Diaz-Aguilar, I., Quideau, S. A., Proctor, H.C., Kishchuk, B. E., Spence, J.R. 2013. *Influence of stand composition on predatory mite (Mesostigmata) assemblages from the forest floor in western Canadian boreal mixedwood forests*. Forest Ecology and Management. Canada. 309, 105–114.
- Dunger, W. 1974. *Tiere im Boden*. Die Neue Brehm-Bucherei. A.Ziemsen Verlag. Wittenberg, Lutherstadt. 265
- Evans G.O., Sheals J.G., Macfarlane, D. 1961. *The terrestrial Acari of the British isles. An Introduction to their Morphology, Biology and Classification*. Volume 1. Introduction and Biology. London, Trustees of the British Museum: 219 pp.
- Forman R. T. T., Gordon M., 1986. *Landscape Ecology*. John Wiley & Sons, New York.
- Frouz, J., Elhottová, D., Pizl, V., Tajovsky, K., Šourková, M., Picek, T., Maly, S. 2007. *The effect of litter quality and soil faunal composition on organic matter dynamics in post-mining soil: a laboratory study*. Appl. Soil Ecol. 37, 72–80
- Gonza'lez, G., Seastedt, T.R., 2001. *Soil fauna and plant litter decomposition in tropical and subalpine forests*. Ecology 82, 955–964.
- Green, R.N., Trowbridge, R.L., Klinka, K. 1993. *Towards a taxonomic classification of humus forms*. Forest Sci. Monogr. 29, 1–49.
- Anderson, J.M. 1978. *Inter- and intra-habitat relationships between woodland Cryptostigmata species diversity and the diversity of soil and litter microhabitats*. Oecologia 32, 341–348.
- Griffiths B.S. 1994. *Soil nutrient flow*. Soil Protozoa, CAB International, London, pp. 65–92.
- Hopkins, D.W., Benedetti, A. 1997. *Microbiological Methods for Assessing Soil Quality*. CABI Publishing, King's Lynn, UK.
- Huhta, V. 2007. *The role of soil fauna in ecosystems: a historical review*. Pedobiologia. 50 (6) 489–495
- Huhta, V., Niemi, R. 2003. *Communities of soil mites (Acarina) in planted birch stands compared with natural forests in central Finland*. Can. J. Forest Res. 33, 171–180.
- Irmmler, U. 2000. *Changes in the fauna and its contribution to mass loss and N release during leaf litter decomposition in two deciduous forests*. Pedobiologia 44, 105–118.
- Jimenez, J.J., Rossi, J.P. 2006. *Spatial dissociations between two endogeic earthworms in the Colombian "Llanos"*. Eur. J. Soil Biol. 42, S218–S224.

- Joosse, E.N.G. 1981. *Ecological strategies and population regulation of Collembola in heterogeneous environments*. Pedobiologia 21, 346–356.
- Jørgensena, H.B., Hedlundb, K., Jørgen, A. A. 2008. *Life-history traits of soil collembolans in relation to food quality*. Applied Soil Ecology. 38(2), 146–15.
- Karg ,W. 1993. *Acari (Acarina), Milben Parasitiformes (Anactinochaeta) Cohors Gamasina Leach*. Raubmilben. Jena,Stuttgart, New York, Gustav Fischer Verlage: 524 pp.
- Koehler, H.H. 1999. *Predatory mites (Gamasina, Mesostigmata)*. Agriculture, Ecosystems and Environment 74: 395-410.
- Kopecký M., Vojta J., 2009. *Land use legacies in post-agricultural forest in the Doupovské Mountains, Czech Republic*. Applied Vegetation Science, 12 (2): 251-260.
- Laganier, J., Pare, D., Bradley, R.L. 2010. *How does a tree species influence litter decomposition? Separating the relative contribution of litter quality, litter mixing, and forest floor conditions*. Can. J. Forest Res. 40, 465–475.
- Lang, W.J. Wen, D.Z. 2001. *Soil biota and its role in soil ecology*. Chinese Journal of Applied Ecology 12 (1137–140).
- Laganier, J., Pare, D., Bradley, R.L. 2009. *Linking the abundance of aspen with soil faunal communities and rates of belowground processes within single stands of mixed aspen–black spruce*. Appl. Soil Ecol. 41, 19–28.
- Lavelle, P., Spain, A.V., 2001. *Soil Ecology*. Kluwer Academic publishers, London, pp. 210–353.
- Lindo, Z., Visser, S., 2004. *Forest floor microarthropod abundance and oribatid mite(Acari: Oribatida) composition following partial and clear-cut harvesting in the mixedwood boreal forest*. Can. J. Forest Res. 34, 998–1006.
- Melecis, V. 2003. Grām.: Broks, J. (sast.) *Augsnes ērces: Meža enciklopēdija*. 1. sēj. Rīga, Apgāds Zelta Grauds. 38-39.
- Melecis, V. 2003. Grām.: Broks, J. (sast.) *Kolembolas: Meža enciklopēdija*. 1. sēj.. Rīga, Apgāds Zelta Grauds. 143.
- Melecis, V. 2003. Grām.: Broks, J. (sast.) *Meža augsnes fauna: Meža enciklopēdija*. Rīga, Apgāds Zelta Grauds. 197.
- Mitchell, R. 1970. *An analysis of dispersal in mites*. The American Naturalist. 104, 425–431
- Nikodemus, O., Kārklīņš, A., Kļaviņš, M., Melecis, V. 2008. *Augsnes ilgtspējīga izmantošana un aizsardzība*. Rīga, LU akadēmiskais apgāds. 218-221.
- Paolo, A.G., Raffaella, B., Danio, A., Attilio, D.R.A.M., Ettore, C. 2010. *Assessment of soil-quality index based on microarthropods in corn cultivation in Northern Italy*. Ecological Indicators 10, 129e135.

- Penēze, Z. 2009. *Latvijas lauku ainavas izmaiņas 20. un 21. gadsimtā: cēloņi, procesi un tendences*. Promocijas darbs. LU, Rīga, 255 lpp
- Ponge, J.F. 2003. *Humus forms in terrestrial ecosystems: a framework to biodiversity*. Soil Biol. Biochem. 35, 935–945.
- Priedītis, N. 1999. *Latvijas mežs: daba un daudzveidība*. Rīga, WWF – Pasaules dabas fonds. 48-50.
- Salmane, I. 2007. *Mesotigmata mite (Acari, Parasitiformes) fauna of wood – related microhabitats in Latvia*. Latvijas entomologs. 44, 69-86.
- Sitzia, T., Sementzato, P., Trentanovi, G. 2010. *Natural reforestation is changing spatial patterns or rural mountain and hill landscapes: A global overview*. Forest Ecology and Management. 259, (8), 1354–1362.
- Smith J.L. 1994. *Cycling of nitrogen through microbial activity*. Soil biology: Effects on soil quality. Lewis Publishers. Tokyo
- Stork, N.E., Eggleton, P. 2009. *Invertebrates as determinants and indicators of soil quality*. Am. J. Alternative Agric. 7, 38–47.
- Turkington, R., McLaren, R. J. 2013. *Boreal Forest Ecosystems*. University of Texas at Arlington, Arlington, TX, USA, Roy University of British Columbia, Vancouver, BC, Canada, 627-629.
- Usher, M.B., 1975. *Aggregation responses of soil arthropods in relation to the soil environment*. In: Anderson, J.M., MacFayden, A. (Eds.), *The Role of Terrestrial and Aquatic Organisms in Decomposition Processes*. pp. 61–93.
- Van Straalen, N.M. 1998. *Evaluation of bioindicator systems derived from soil arthropod communities*. Appl. Soil Ecol. 9, 429–437.
- Wang, Z.Z. Zhang, Y.M. Xing, X.J. 2002. *Effect of change in soil environment on community structure of soil animal*. Acta Pedologica Sinica. 39 (6) 892–897.
- Wardle, D.A., Yeates, G.W., Barker, G.M., Bonner, K.I. 2006. *The influence of plant litter diversity on decomposer abundance and diversity*. Soil Biology & Biochemistry 38, 1052–1062
- Wu, H.T., Lu, X.G. Yang, Q. Jiang, M. 2006. *Ecological characteristics and functions of soil fauna community*. Acta Pedologica Sinica. 43 (2) 314–323.

Elektroniskie resursi

Ariño, A. H. Baquero, E. Jordana, R. [bez dat]. *Imaging Soil Mesofauna. Department of Zoology and Ecology. Spain.* Sk. 01.05.2014. Pieejams:
http://www.unav.edu/departamento/unzyec/files/file/zoologia/ARINO_Imaging_soil_mesofauna.pdf/

Atsauce tekstā: (Ariño et al, [bez dat])

FSCC (Forest Soil Co-ordinating Centre), 2010. *Manual IIIa: Sampling and Analysis of Soil. In: ICP Forests, 2006: Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, 67 monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests.* UNECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre, Hamburg. p 26. + annexes; Sk. 10.10.2013. Pieejams: <http://icp-forests.net/page/icp-forests-manual>

LANN. Latvijas Valsts agrārās ekonomikas institūts. 2012. *Atskaite par Lauku attīstības programmu 2007.-2013. Gadam. Lauksaimniecībā neizmantojamās zemes pirmreizējās apmežošanas (2.2.3) pasākuma novērtējums.* Sk. 01.05.2014. Pieejams:
http://www.lvaei.lv/upload/223_pasakuma_atskaite_072012_LVAEI.pdf/
Atsauce tekstā: (LANN, 2012)

Piterāns. A. 2002. *Zirnekļveidīgie (Arachnida), Ērces (Acari).* Sk. 10.03.2015. Pieejams:
<http://latvijas.daba.lv/dzivnieki/posmkaaji/zirneklhi/>
Atsauce tekstā (Piterāns, 2002).

Vecpiebalgas novada attīstības programma 2013.-2019.gadam. Gala redakcija. Pieņemta: 28.12.2012. Vecpiebalgas novada pašvaldība. Sk. 05.04.2015. Pieejams:
http://www.vecpiebalga.lv/docs/545/_planojums/Vecpiebalgas%20AP.pdf/
Atsauce tekstā: (Vecpiebalgas novada attīstības programma, 2012)

Nepublicētie materiāli

Prižavoite, D. 2012. *Lauksaimniecības zemju aizaugšanas gaita morēnas paugurainē Vidzemē:* bakalaura darbs. Rīga, LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, Latvijas Universitāte

Prižavoite, D. 2014. *Telpiskās un ekoloģiskās likumsakarības lauksaimniecības zemju aizaugšanai ar baltalksni un parasto egli morēnas paugurainē Vidzemē:* maģistra darbs. Rīga, LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, Latvijas Universitāte

PIELIKUMS

1.pielikums

1. tabula

Sīkposmkāju uzskaites tabula. (sastādīja autore, 2014)

Taksons	Indivīdu skaits paraugā					kopējais sk.	vidējais sk.	ind/m3
	1. paraugs							
	1.	2.	3.	4.	5.			
Klase: Helicerāti - Chelicerata								
Kārta: Ērces - Acari								
Ap. Kārta: Plēsīgās ērces - Mesostigmata	1	1	1	3	3	9	1.8	459
Ap. Kārta: Sūnērces - Oribatida	2	6	6	1	5	20	4	1019
Sūnērču (Oribatida) nimfās	2	3	20	2	10	37	7.4	1885
Ap. Kārta: Plēsīgās ērces - Prostigmata	0	2	0	2	17	21	4.2	1070
Klase: Kukaiņu - Insecta								
Kārta: Kolemboles-Collembola								
Hemiedafiskās kolumboles	8	17	3	8	0	36	7.2	1834
Epigeiskās kolumboles	4	1	0	0	0	5	1	255
Eudafiskās kolumboles	0	30	3	10	0	43	8.6	2191
Taksons	2. paraugs					kopējais sk.	vidējais sk.	ind/m3
	1. paraugs							
	1.	2.	3.	4.	5.			
Klase: Helicerāti - Chelicerata								
Kārta: Ērces - Acari								
Ap. Kārta: Plēsīgās ērces - Mesostigmata	6	2	2	3	0	13	2.6	662
Ap. Kārta: Sūnērces - Oribatida	2	2	7	9	0	20	4	1019
Sūnērču (Oribatida) nimfās	1	2	7	8	0	18	3.6	917
Ap. Kārta: Plēsīgās ērces - Prostigmata	5	7	2	8	0	22	4.4	1121
Klase: Kukaiņu - Insecta								
Kārta: Kolemboles-Collembola								
Hemiedafiskās kolumboles	3	15	5	20	0	43	8.6	2191
Epigeiskās kolumboles	0	0	0	2	0	2	0.4	102
Eudafiskās kolumboles	27	29	19	31	0	106	21.2	5401
Taksons	3. paraugs					kopējais sk.	vidējais sk.	ind/m3
	1. paraugs							
	1.	2.	3.	4.	5.			
Klase: Helicerāti - Chelicerata								
Kārta: Ērces - Acari								
Ap. Kārta: Plēsīgās ērces - Mesostigmata	0	1	0	0	0	1	0.2	51
Ap. Kārta: Sūnērces - Oribatida	9	6	3	1	1	20	4	1019
Sūnērču (Oribatida) nimfās	25	15	24	2	22	88	17.6	4484
Ap. Kārta: Plēsīgās ērces - Prostigmata	1	1	17	1	2	22	4.4	1121
Klase: Kukaiņu - Insecta								
Kārta: Kolemboles-Collembola								
Hemiedafiskās kolumboles	4	6	2	4	0	16	3.2	815
Epigeiskās kolumboles	1	1	0	1	0	3	0.6	153
Eudafiskās kolumboles	14	53	17	37	28	149	29.8	7592
Taksons	4. paraugs					kopējais sk.	vidējais sk.	ind/m3
	1. paraugs							
	1.	2.	3.	4.	5.			
Klase: Helicerāti - Chelicerata								
Kārta: Ērces - Acari								
Ap. Kārta: Plēsīgās ērces - Mesostigmata	1	3	1	1	1	7	1.4	357
Ap. Kārta: Sūnērces - Oribatida	3	5	12	0	6	26	5.2	1325
Sūnērču (Oribatida) nimfās	0	24	2	0	6	32	6.4	1631
Ap. Kārta: Plēsīgās ērces - Prostigmata	0	14	18	0	19	51	10.2	2599
Klase: Kukaiņu - Insecta								
Kārta: Kolemboles-Collembola								
Hemiedafiskās kolumboles	0	4	2	0	2	8	1.6	408
Epigeiskās kolumboles	0	2	1	0	0	3	0.6	153
Eudafiskās kolumboles	8	32	67	15	39	161	32.2	8204

1. tabulas turpinājums

Taksons	5. paraugs					kopējais sk.	vidējais sk.	ind/m ³
	1.	2.	3.	4.	5.			
Klase: Helicerāti - Chelicerata								
Kārta: Ērces - Acari								
Ap. Kārta: Plēšīgās ērces - Mesostigmata	2	0	0	1	1	4	0.8	200
Ap. Kārta: Sūnērces - Oribatida	14	15	3	13	9	54	10.8	2750
Sūnērču (Oribatida) nimfās	7	4	15	26	0	52	10.4	2650
Ap. Kārta: Plēšīgās ērces - Prostigmata	20	32	5	15	10	82	16.4	4180
Klase: Kukaiņu - Insecta								
Kārta: Kolemboles-Collembola								
Hemiedafiskās kolumboles	1	3	0	5	7	16	3.2	8154
Epigeiskās kolumboles	0	0	0	0	2	2	0.4	102
Eudafiskās kolumboles	16	36	4	37	11	104	20.8	5299
Taksons	6. paraugs					kopējais sk.	vidējais sk.	ind/m ³
	1.	2.	3.	4.	5.			
Klase: Helicerāti - Chelicerata								
Kārta: Ērces - Acari								
Ap. Kārta: Plēšīgās ērces - Mesostigmata	5	4	5	3	2	19	3.8	968
Ap. Kārta: Sūnērces - Oribatida	1	7	8	9	15	40	8	2038
Sūnērču (Oribatida) nimfās	16	101	37	41	55	250	50	12739
Ap. Kārta: Plēšīgās ērces - Prostigmata	9	6	6	7	3	31	6.2	1580
Klase: Kukaiņu - Insecta								
Kārta: Kolemboles-Collembola								
Hemiedafiskās kolumboles	5	3	23	15	7	53	10.6	2701
Epigeiskās kolumboles	1	2	0	2	1	6	1.2	306
Eudafiskās kolumboles	4	9	23	16	18	70	14	3567
Taksons	7. paraugs					kopējais sk.	vidējais sk.	ind/m ³
	1.	2.	3.	4.	5.			
Klase: Helicerāti - Chelicerata								
Kārta: Ērces - Acari								
Ap. Kārta: Plēšīgās ērces - Mesostigmata	2	1	4	3	1	11	2.2	561
Ap. Kārta: Sūnērces - Oribatida	6	4	12	10	7	39	7.8	1987
Sūnērču (Oribatida) nimfās	74	5	248	95	37	459	91.8	23388
Ap. Kārta: Plēšīgās ērces - Prostigmata	14	4	56	28	6	108	21.6	5503
Klase: Kukaiņu - Insecta								
Kārta: Kolemboles-Collembola								
Hemiedafiskās kolumboles	12	2	2	5	3	24	4.8	1223
Epigeiskās kolumboles	5	1	0	0	0	6	1.2	306
Eudafiskās kolumboles	12	13	27	4	7	63	12.6	3210
Taksons	8. paraugs					kopējais sk.	vidējais sk.	ind/m ³
	1.	2.	3.	4.	5.			
Klase: Helicerāti - Chelicerata								
Kārta: Ērces - Acari								
Ap. Kārta: Plēšīgās ērces - Mesostigmata	1	1	2	1	2	7	1.4	357
Ap. Kārta: Sūnērces - Oribatida	4	6	2	3	6	21	4.2	1070
Sūnērču (Oribatida) nimfās	11	8	26	2	26	73	14.6	3720
Ap. Kārta: Plēšīgās ērces - Prostigmata	14	0	0	7	4	25	5	1274
Klase: Kukaiņu - Insecta								
Kārta: Kolemboles-Collembola								
Hemiedafiskās kolumboles	6	9	2	4	1	22	4.4	1121
Epigeiskās kolumboles	6	3	0	1	0	10	2	510
Eudafiskās kolumboles	20	31	73	13	110	247	49.4	12586

1. tabulas turpinājums

Taksons	9. paraugs					kopējais sk.	vidējais sk.	ind/m ³
	1.	2.	3.	4.	5.			
Klase: Helicerāti - Chelicerata								
Kārta: Ērces - Acari								
Ap. Kārta: Plēsīgās ērces - Mesostigmata	6	1	2	0	4	13	2.6	663
Ap. Kārta: Sūnērces - Oribatida	20	4	7	6	6	43	8.6	2191
Sūnērču (Oribatida) nimfās	32	28	19	35	67	181	36.2	9223
Ap. Kārta: Plēsīgās ērces - Prostigmata	18	10	34	22	31	115	23	5860
Klase: Kukaiņu - Insecta								
Kārta: Kolemboles-Collembola								
Hemiedafiskās kolumboles	7	5	8	4	3	27	5.4	1376
Epigeiskās kolumboles	1	0	0	0	0	1	0.2	51
Eudafiskās kolumboles	16	14	28	2	21	81	16.2	4127
Taksons	10. paraugs					kopējais sk.	vidējais sk.	ind/m ³
	1.	2.	3.	4.	5.			
Klase: Helicerāti - Chelicerata								
Kārta: Ērces - Acari								
Ap. Kārta: Plēsīgās ērces - Mesostigmata	0	0	0	1	0	1	0.2	51
Ap. Kārta: Sūnērces - Oribatida	2	9	4	8	8	31	6.2	1580
Sūnērču (Oribatida) nimfās	3	6	13	58	31	111	22.2	5656
Ap. Kārta: Plēsīgās ērces - Prostigmata	0	0	0	17	17	34	6.8	1732
Klase: Kukaiņu - Insecta								
Kārta: Kolemboles-Collembola								
Hemiedafiskās kolumboles	4	0	12	2	2	20	4	1019
Epigeiskās kolumboles	1	0	0	0	0	1	0.2	51
Eudafiskās kolumboles	49	48	32	25	26	180	36	9172
Taksons	11. paraugs					kopējais sk.	vidējais sk.	ind/m ³
	1.	2.	3.	4.	5.			
Klase: Helicerāti - Chelicerata								
Kārta: Ērces - Acari								
Ap. Kārta: Plēsīgās ērces - Mesostigmata	1	1	2	1	2	7	1.4	357
Ap. Kārta: Sūnērces - Oribatida	0	4	5	3	28	40	8	2038
Sūnērču (Oribatida) nimfās	0	12	0	8	8	28	5.6	1427
Ap. Kārta: Plēsīgās ērces - Prostigmata	12	26	3	1	3	45	9	2293
Klase: Kukaiņu - Insecta								
Kārta: Kolemboles-Collembola								
Hemiedafiskās kolumboles	1	1	1	2	4	9	1.8	459
Epigeiskās kolumboles	0	0	1	0	0	1	0.2	51
Eudafiskās kolumboles	16	13	31	6	17	83	16.6	4229

2.pielikums

2. tabula

Augsnes parametri. (izstrādāja autore, izmantojot Prižavoite, 2014)

Parauglaukuma nr.	Y koordinatas	X koordinatas	Novietojums reljefā	Audze	Vecums	Augsnes apakštīps 2013	Smilts, %	Granulometriskais sastāvs	Ca ²⁺ (mg/kg)	Al ³⁺ (mg/kg)	pH	P ₂ O ₅ (mg/g)
1.	6333353	595866	Nogāze	E	10-20	PGu	17.90	putekļi	1876.2	6.8	5.03	0.0129
2.	6333474	595790	Plakans reljefs	Ba; E	10-20	PVv	55.44	smaga mālsmilts	631.3	23.0	4.71	0.0089
3.	6333523	595705	Nogāze	Ba	10-20	PGu	41.78	putekļains smilšmāls	784.8	34.9	5.00	0.0109
4.	6333567	595635	Nogāze	Ba; E; B	10-20	PGu	52.10	putekļains smilšmāls	517.0	21.7	4.9	0.0142
5.	6333600	595616	Paugura piekāje	Ba	10-20	POf	55.28	smaga mālsmilts	634.0	37.1	4.74	0.0102
6.	6333730	595352	Nogāze	Ba; E	30-40	PGu	25.44	putekļains smilšmāls	1456.2	33.8	4.83	0.0115
7.	6333789	595804	Plakans reljefs	Ap	virš 40	PVv	50.68	smaga mālsmilts	642.0	158.3	4.32	0.0181
8.	6333677	595992	Plakans reljefs	Ba	virš 40	PGu	50.22	putekļains smilšmāls	1361.9	22.4	4.81	0.0194
9.	6333464	595202	Paugura piekāje	B; Ap; E; Ba	30-40	PGu	45.82	putekļains smilšmāls	807.8	32.7	4.73	0.0174
10.	6333296	595202	Nogāze	E	10-20	PVv	31.12	putekļains smilšmāls	1079.9	23.4	4.73	0.0102
11.	6332752	595329	Nogāze	Ba; E	10-20	PGu	55.04	smaga mālsmilts	786.2	26.0	4.83	0.0148

Datu analizes izdruka

Augsnes mezofauna

Cross-products matrix contains CORRELATION COEFFICIENTS among sugas
VARIANCE EXTRACTED, FIRST 7 AXES

Broken-stick

AXIS	Eigenvalue	% of Variance	Cum.% of Var.	Eigenvalue
1	2.740	39.146	39.146	2.593
2	1.848	26.398	65.544	1.593
3	1.069	15.271	80.815	1.093
4	0.635	9.067	89.882	0.760
5	0.401	5.724	95.606	0.510
6	0.254	3.628	99.233	0.310
7	0.054	0.767	100.000	0.143

FIRST 6 EIGENVECTORS, scaled to unit length.

These can be used as coordinates in a distance-based biplot,
where the distances among objects approximate their Euclidean
distances.

sugas	Eigenvector					
	1	2	3	4	5	6
Mesosti	-0.4383	-0.4284	-0.0541	0.0469	-0.3518	0.5182
Orib	-0.3883	0.4161	-0.0505	0.3924	-0.5095	-0.4925
nimfas	-0.4427	0.0580	-0.3390	-0.6465	0.3059	-0.3303
Prosti	-0.4111	0.4837	-0.0553	-0.1516	-0.0501	0.5242
H_ko	-0.2851	-0.5870	0.2307	-0.1564	-0.2431	-0.3227
Epi_ko	0.0496	-0.2297	-0.8767	0.3313	0.0528	-0.0016
Eud_ko	0.4565	0.0928	-0.2341	-0.5184	-0.6772	0.0291

FIRST 6 EIGENVECTORS, each scaled to its standard deviation

These are sometimes called V vectors, and, when applied to

PCA of a correlation matrix, are the same as the correlation coefficient between scores for rows in the main matrix and the column variables.

	Eigenvector					
sugas	1	2	3	4	5	6
Mesosti	-0.7255	-0.5823	-0.0559	0.0374	-0.2227	0.2612
Orib	-0.6427	0.5656	-0.0522	0.3126	-0.3225	-0.2482
nimfas	-0.7328	0.0788	-0.3505	-0.5150	0.1936	-0.1665
Prosti	-0.6806	0.6576	-0.0572	-0.1208	-0.0317	0.2642
H_ko	-0.4720	-0.7980	0.2385	-0.1246	-0.1539	-0.1626
Epi_ko	0.0821	-0.3123	-0.9064	0.2639	0.0334	-0.0008
Eud_ko	0.7556	0.1261	-0.2421	-0.4130	-0.4287	0.0146

COORDINATES (SCORES) OF vietas

	Axis (Component)					
vietas	1	2	3	4	5	6
1 1	0.2194	-1.6257	0.6220	0.7404	1.0270	0.0512
2 2	0.2313	-1.9235	1.3840	-0.1102	-0.2058	0.3802
3 3	1.9289	0.2726	0.3881	-0.5317	0.7829	-0.3287
4 4	1.3169	0.7649	0.2140	-0.1264	-0.0705	0.8050
5 5	-0.4891	2.1496	0.6770	0.8910	-0.6419	-0.5159
6 6	-2.3195	-2.2427	-0.2705	0.0753	-0.6696	-0.6271
7 7	-2.7240	0.8495	-1.3396	-1.0456	0.9145	-0.0232
8 8	2.1622	-0.7978	-2.0066	-0.5407	-0.8356	0.2129
9 9	-2.1540	1.0927	0.8116	-0.2565	-0.4377	0.7733
10 10	1.4433	0.8960	0.7928	-0.8636	-0.1509	-0.7652
11 11	0.3846	0.5644	-1.2728	1.7680	0.2876	0.0375

PRINCIPAL COMPONENTS ANALYSIS – Parauglaukumi in parametr space

Parametri

Cross-products matrix contains CORRELATION COEFFICIENTS among parametr

VARIANCE EXTRACTED, FIRST 7 AXES

AXIS	Eigenvalue	Broken-stick		
		% of Variance	Cum.% of Var.	Eigenvalue
1	3.433	49.039	49.039	2.593
2	1.754	25.062	74.102	1.593
3	0.688	9.827	83.929	1.093
4	0.474	6.773	90.702	0.760
5	0.364	5.200	95.903	0.510
6	0.248	3.543	99.445	0.310
7	0.039	0.555	100.000	0.143

FIRST 6 EIGENVECTORS, scaled to unit length.

These can be used as coordinates in a distance-based biplot, where the distances among objects approximate their Euclidean distances.

parametr	Eigenvector					
	1	2	3	4	5	6
Ap_mers	-0.4834	0.2721	-0.2435	-0.0566	0.0182	0.0710
Mitrums	0.2906	0.5264	-0.3360	-0.2210	-0.2205	-0.6516
Apg	0.1660	-0.4885	-0.8164	0.1950	0.1667	-0.0250
Blivums	0.4297	-0.2955	0.1554	0.0915	-0.7123	0.0436
Mep_t	-0.2737	-0.5004	0.0540	-0.7711	-0.0661	-0.2696
Vecums	-0.4622	0.1163	-0.3129	0.0222	-0.6346	0.2954
Saimn_d	-0.4256	-0.2429	0.1907	0.5536	-0.0938	-0.6387

FIRST 6 EIGENVECTORS, each scaled to its standard deviation

These are sometimes called V vectors, and, when applied to PCA of a correlation matrix, are the same as the correlation coefficient between scores for rows in the main matrix and the column variables.

parametr	Eigenvector					
	1	2	3	4	5	6
Ap_mers	-0.8957	0.3603	-0.2020	-0.0390	0.0110	0.0353
Mitrumis	0.5384	0.6973	-0.2787	-0.1521	-0.1331	-0.3245
Apg	0.3076	-0.6470	-0.6771	0.1343	0.1006	-0.0124
Blivums	0.7961	-0.3914	0.1289	0.0630	-0.4298	0.0217
Meþ_t	-0.5070	-0.6628	0.0448	-0.5310	-0.0399	-0.1343
Vecums	-0.8563	0.1540	-0.2595	0.0153	-0.3829	0.1471
Saimn_d	-0.7886	-0.3217	0.1582	0.3812	-0.0566	-0.3180

COORDINATES (SCORES) OF Parauglaukumi

Paugl	Axis (Component)					
	1	2	3	4	5	6
1 P1	1.0618	0.1789	-0.9676	-0.4457	0.8029	0.6440
2 P2	0.9311	0.2237	-1.0474	-0.4465	0.7068	0.7072
3 P3	-0.9864	-0.7359	-0.6642	1.0136	-0.0357	0.5207
4 P4	-0.9314	-0.7737	-0.6443	1.0253	-0.1268	0.5262
5 P5	-0.7241	-0.0308	1.1418	0.6501	0.4260	0.2299
6 P6	-1.8963	0.3810	0.4055	0.6476	-0.7689	0.7997
7 P7	-0.6296	-0.4345	1.3372	0.1837	0.6521	-0.0517
8 P8	-2.2989	-0.1761	0.4521	-0.3107	-0.6688	0.4540
9 P9	-0.5543	-0.4838	1.3673	0.1978	0.5602	-0.0491
10 P10	-1.2892	-2.4341	-0.1565	-1.3420	0.3965	-0.5807
11 P11	-0.9628	-0.6193	1.2950	-0.3172	0.6509	-0.2291
12 P12	-0.7769	-0.3883	1.2346	0.1892	0.3756	0.0335
13 P13	0.3649	-0.4304	-0.4531	0.7437	0.6083	-0.7714
14 P14	0.1774	1.5724	0.3179	0.5676	0.0985	-1.2448
15 P15	0.8638	2.1864	-0.2084	-0.6199	0.2015	0.1780
16 P16	-0.7212	1.9633	-0.1986	0.5233	-0.3878	-0.9314
17 P17	0.8567	2.1939	-0.2081	-0.6234	0.2463	0.1723
18 P18	0.9951	2.1527	-0.1180	-0.6266	0.4075	0.0938
19 P19	0.8196	2.1976	-0.2384	-0.6178	0.1408	0.2063
20 P20	4.6649	-0.6085	0.0402	0.1565	-0.9983	-0.3680
21 P21	-1.7637	-0.7339	-1.3406	-0.6961	-0.7768	-0.5450
22 P22	-2.7264	-0.7559	0.4578	-1.2491	-0.8498	0.1755

23 P23	4.6117	-0.9578	0.5285	0.8751	-0.3104	0.4652
24 P24	3.7911	-2.1436	0.5494	-0.9925	-0.7627	-0.0831
25 P25	-1.7801	1.1141	-0.1445	0.3708	-1.1455	0.1050
26 P26	-0.4927	-0.1647	-1.0038	0.7575	-0.3134	-0.3038
27 P27	-0.6040	-2.2926	-1.7338	0.3858	0.8709	-0.1532
