

Komealupiinin (lupine) *Lupinus polyphyllus* (Lindl) vaikutukset tienpiennarten kovakuoriaislajistoon Etelä-Suomessa (Coleoptera)

Heli Vainio & Nina Kumpulainen

Vainio, H. E. & Kumpulainen, N. L. 2019: Komealupiinin (lupine) *Lupinus polyphyllus* (Lindl) vaikutukset tienpiennarten kovakuoriaislajistoon Etelä-Suomessa (Coleoptera). – Sahlbergia 25(1): 2–10.

Road verges are a suitable habitat for many kinds of insects and also for different kinds of invasive plants. Road verges are also a complementary habitat for insect species that lived in traditional habitats e.g. in meadows. Invasive plants spread effectively and change local plant composition. This change can have direct or indirect effect on local insect species composition and even on higher trophic levels. We studied how lupine (*Lupinus polyphyllus*) affects beetle species diversity and number of beetles living on the road verges. The study was carried out by collecting beetles samples with nets at the beginning of June from the road verges in Inkoo and Raasepori, which are located in southern Finland. Lupine significantly reduced the number of beetle species living on the road verges, but lupine did not have significantly impact on the number of beetle individuals. Lupine also had a negative effect on beetle diversity. The study also indicated that beetle species compositions were not similar between two types of road verges. Lupine had also a negative effect on the number of omnivores and herbivores that eat only the green parts of plants, but no effect on beetle species using other food sources. In conclusion lupine has a negative effect on beetle species and effects can be seen also on higher trophic levels, not only on herbivores. Lupine is at least a local threat to beetles living on road verges.

Tienpienareilla elää lukuisia niille ominaisia ja entisissä perinneympäristöissä eläneitä hyönteislajeja, mutta samalla pienareet ovat sopivia elinympäristöjä myös vieraskasvilajeille. Tehokkaasti leviävät vieraskasvit aiheuttavat paikallisia kasvilajiston muutoksia, joilla voi olla suoria ja epäsuoria vaikutuksia myös paikalliseen hyönteislajistoon aina ravintoketjujen ylemmille tasoille asti. Tässä tutkimuksessa selvitimme vieraslajeihin kuuluvan komealupiinin (*Lupinus polyphyllus*) vaikutuksia tienpiennarten kovakuoriaislajiston laji- ja yksilörunsauksiin sekä monimuotoisuuteen ja yhteisökoostumukseen keräämällä uutta aineistoa Inkoosta ja Raaseporista Etelä-Suomesta kesäkuussa 2018. Komealupiini vähensi merkittävästi pienareiden kovakuoriaisten lajimäärää, mutta se ei kuitenkaan vaikuttanut merkittävästi kokonaisyksilömääriin. Tutkimuksen perusteella piennartyyppien lajistot poikkesivat toisistaan. Monimuotoisuuteen komealupiini vaikutti negatiivisesti. Lisäksi komealupiinin todettiin vähentävän omnivorien eli sekasyöjien ja ainoastaan kasvien vihreitä osia syövien herbivorien lajimäärää. Muuta ravintoa käyttäviin kovakuoriaisiin komealupiinilla ei voitu todeta olevan vaikutusta. Kaikkiaan tuloksista voitiin siis päätellä, että komealupiinilla on negatiivisia vaikutuksia kovakuoriaislajistoon, ja komealupiinin vaikutukset näkyvät herbivorien lisäksi myös ylemmillä trofiatasoilla. Komealupiinin voidaankin todeta olevan ainakin paikallinen uhka tienpienareiden kovakuoriaislajistolle.

Heli E. Vainio, Voionmaankatu 22 B 31, 40700 Jyväskylä. heli.e.vainio@student.jyu.fi

Nina L. M. Kumpulainen, Taitoniekantie 9 H B 533, 40740 Jyväskylä. nina.l.m.kumpulainen@student.jyu.fi

1. JOHDANTO

Lisääntyvä matkailu, maailmankaupan vapautuminen, ihmisen muokkaamien elinympäristöjen lisääntyminen ja käynnissä oleva ilmastonmuutos lisäävät vieraskasvien mahdollisuuksia levitä ja menestyä yhä pohjoisempaan (Vitousek ym. 1996, Jonsell 2004, Perrings ym. 2005). Vieraskasvilajilla tarkoitetaan Euroopan unionin vieraslajiasetuksen (2014) mukaan kasvilajia, joka ei ole alun perin kuulunut ekosysteemin eikä olisi levinnyt sinne ilman ihmisen avustusta. Haitalliseksi vieraskasvilaji luokitellaan, mikäli se aiheuttaa uhan alkuperäisen luonnon monimuotoisuudelle ja ekosysteemipalveluille (EU:n vieraslajiasetus 2014).

Menestyvät vieraskasvilajit ovat usein hyviä kilpailijoita (Levine ym. 2003), muodostavat tiheitä kasvustoja (KVS 2012), ja lisäksi ne voivat lisätä varjostusta (Levine ym. 2003) tai muokata maaperän fysikaalis-kemiallisia ominaisuuksia (Jor-

dan ym. 2008). Muutokset aikaansaavat alkuperäiskasvilajiston lajikirjon kuin myös toiminnallisen (Haddad ym. 2001) ja fylogeneettisen (Dinnage ym. 2012) monimuotoisuuden vähene-
misen. Muutoksien vaikutukset taas heijastuvat ylemmille trofiatasoille (Knops ym. 1999, Levine ym. 2003, Litt ym. 2014, Sunny ym. 2015, Ramula ja Sorvari 2017). Monet hyönteiset, kuten kovakuoriaiset (Koch 1989), ovat riippuvaisia juuri tietyn kasvilajin tai lajiryhmän esiintymisestä, jolloin näiden kasvien häviäminen ja kasvilajiston supistuminen näkyvät suoraan hyönteislajistossa. Petoihin ja muihin ylempien trofiatasojen lajeihin vieraskasvien invaasio voi vaikuttaa saalislajien vähentymisen tai kasvillisuuden rakenteen muuttumisen kautta (Litt ym. 2014).

Eräs tehokas leviämisreitti vieraskasvilajeille on tienpienareita pitkin esimerkiksi liikenteen ja niittokoneiston mukana (Tikka ym. 2001, Mäkinen 2002). Vähentyneiden niittyjen (Vainio ym. 2001) kasvilajisto on myöskin levittäytynyt tienpienareil-

le löydettyään niiltä uuden elinympäristön. Haitalliset vieraskasvilajit voivatkin siis muodostaa uhan niittylajeille. Esimerkiksi eteläisessä Suomessa yleisesti tienpientareilla esiintyvä typensitojakasveihin kuuluva komealupiini, *Lupinus polyphyllus*, leviää kestävien siementensä (Jurado ja Flores 2009) avulla tehokkaasti vieden tilaa alkuperäiseltä kasvilajistolta (Tersa 2006).

Tienpientareita elinympäristönään käyttävät monet hyönteiset maailman suurimmasta hyönteisluokasta eli kovakuoriaisista (Coleoptera) (Sandhall & Lindroth 1976, Campbell ym. 2015). Suomessa ryhmä ei ole hyönteislahkoista suurin, mutta siihen kuuluu silti 3813 lajia (Punainen kirja 2019). Näistä lajeista 9 % on luokiteltu uhanalaiseksi (Punainen kirja 2019). Kovakuoriaisille on kehittynyt evolutiivisen historian aikana adaptatioita monenlaisiin elinympäristöihin (Harde 1998). Ryhmän lajirikkuutta selittävät kaksi hyvin erilaista vaihetta niiden elin- kierrossa – juuri kuoriutunut toukka ei juurikaan muistuta aikuista yksilöä ja saattaa käyttää täysin erilaista ravintoa (Harde 1998). Lajirikkauden säilyttämiseksi olisi siis tärkeä selvittää, mitkä eri tekijät, kuten haitalliset vieraskasvilajit, vaikuttavat kovakuoriaisten uhanalaisuuskehitykseen.

Tähän mennessä komealupiinin ja muiden vieraskasvilajien vaikutuksia alkuperäiseen kasvilajiin on tutkittu melko runsaasti (Valtonen ym. 2006, Jakobsson ym. 2015), mutta vai-

kuuksia pientareiden kovakuoriaislajiin on tutkittu toistaiseksi vähän. Ramula ja Sorvari (2017) tutkivat komealupiinin vaikutuksia eteläsuomalaisten pientareiden selkärangattomiin, mutta tutkimus oli kaksivuotinen ja ikkunapyydyksillä toteutettu. Heidän tuloksensa ovat kuitenkin sovellettavissa vain suuriin komealupiinikasvustoihin suurten tutkimusalojen vuoksi.

Tässä tutkimuksessa selvitetään komealupiinin vaikutuksia tienpiennarten kovakuoriaislajiston laji- ja yksilörunsaaksiin, monimuotoisuuteen sekä yhteisökoostumukseen. Tutkimuksen hypoteesi on, että komealupiini vaikuttaa näihin negatiivisesti. Komealupiinin vaikutuksen arvioimiseksi kerättiin aineistoa valittujen teiden varsilta Etelä-Suomesta. Pientareilta valittiin yhteensä 20 tutkittavaa paikkaa, jotka muodostuivat kahdesta näytealasta, joista toisella komealupiini esiintyi kukkakasveista valtalajina ja toisella lajia ei kasvanut.

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

2.1. Aineiston keruu

Komealupiinin (*Lupinus polyphyllus*) vaikutuksia tutkittiin keräämällä kovakuoriaisaineistoa kenttähaavilla valtatie 25 varrelta Raaseporista ja kantatie 51 varrelta Inkoosta Uudenmaan maakunnasta (Kuva 1.) 11.–13.6.2018. Kohdealue määräytyi



Kuva 1. Tutkimusalue, johon on merkitty paikat teiden 51 ja 25 varsille punaisilla pisteillä. Tutkimus sijoittuu Inko–Kariaa (Raasepori)–Hanko akselille. Paikkojen näytealat sijaitsivat lähellä toisiaan, joten osa pisteistä näkyy kartalla päällekkäisinä. Yhteensä paikkoja on 20 eli näytealojen kokonaislukumäärä on 40. (Kartta-aineisto: MML 1:500 000)

komealupiinin leviämisen alueen eteläpainotteisuuden ja aiempien havaintojen perusteella (*Laji.fi*, P. Ahlroth henkilökohtainen tiedonanto 8.12.2017), ja ajankohta taas komealupiinin kukinta-ajan perusteella. Ennen näytteiden ottamista valitut tiet ajettiin kertaalleen lävitse sopivien näytealojen havaitsemiseksi. Samalla potentiaaliset pientareet kirjattiin Maastokartat-sovellukseen, jotta ne löydettiin helpommin uudelleen. Näytteet otettiin yhteensä 20 paikalta, jotka koostuivat kahdesta näytealasta, joista toisella esiintyi komealupiinia ja toisella ei. Etukäteen päätetyn parittaisen tutkimusasetelman mukaisesti komealupiinia ja ei komealupiinia sisältävä piennar muodostivat aina



Kuva 2. Esimerkki paikan näytealoista, joissa toisessa (vasen) kasvaa kukkakasveista valtalajina komealupiinia ja toisessa (oikea) mahdollisimman paljon samoja kasvilajeja Komealupiinia lukuun ottamatta. Kuvassa on paikka 11, jonka molemmat alat sijaitsivat kantatien 51 pohjoispuolella noin 200 metrin päässä toisistaan. Oikeanpuoleinen kuva on käännetty peilikuvakseen vertailun helpottamiseksi. Kuvat: Heli Vainio

yhdessä parin (Kuva 2.). Komealupiinin valloittamilta alueilta ei vaadittu täydellistä komealupiinin peittävyttä, vaan riittävä peittävyys arvioitiin silmämääräisesti niin, että komealupiini oli selvästi kyseisten näytealojen runsaimpana putkilokasvina. Näytealojen kooksi valittiin aluksi 25 m x 4 m eli 100 m², mikä perustui arvioon haavimiseen tarvittavasta pinta-ala. Koska sopivien alueiden löytäminen osoittautui vaikeaksi, alueiden kokoa pienennettiin kokoon 20 m x 2 m eli 40 m² viidennestä alueparista lähtien. Myös uusi pienempi ala salli vaadittujen näytteiden ottamiseen, ja paikkojen sisällä koko pidettiin aina vakiona. Näytealat mitattiin 30 metrin mittanauhalla, ja kaikki näytealat olivat aina 0,5–1 metrin päässä asfaltin reunasta samalla puolella tietä. Näin alueen koko tai esimerkiksi sille tulevan auringonvalon määrä ei aiheuttanut paikkojen näytealojen lajitojen välille eroja. Paikkojen sisällä näytealojen etäisyydet toisistaan vaihtelivat välillä 2–215 metriä. Alojen valitsemisen yhteydessä niiden koordinaatit kirjattiin ylös YKJ-muodossa myöhemmin QGIS-paikkatieto-ohjelmalla tehtävää karttaa varten niin, että koordinaatit kuvaavat alueen aloitusreunaa edetessä lähimmän kaistan liikenteen suuntaisesti. Paikat numeroitiin samassa järjestyksessä kuin näytteet kerättiin.

Näytealojen sijainnin ja koon vakioimisen lisäksi paikkojen samankaltaisuus varmistettiin huomioimalla säätila ja muu kasvillisuus. Kohteelle saavuttaessa ja sieltä lähdetessä läm-

pötilaa mitattiin käytössä olleen henkilöauton mittaristolla. Vastaavasti näytteidenottoa ennen ja sen aikana tuuliosuhteita arvioitiin asteikolla heinät eivät heilu–heinät heiluvat–oksat heiluvat. Näytealojen muuta kasvillisuutta silmäiltiin ennen alojen lopullista valintaa, jottei toisella alalla olisi ollut runsaasti toiselta puuttuvia putkilokasvilajeja tai täysin poikkeavaa ravinteikkautta. Paikan muuttujat arvioi ja merkitsi ylös aina sama henkilö, jotta erot lajintuntemuksessa tai olojen arvioinnissa eivät aiheuttaisi ylimääräisiä eroja paikan näytealojen välille.

Molempien piennartyyppien kaikilta näytealoilta otettiin 100 haaviniskun näyte halkaisijaltaan 40 cm alumiinivanteisella hyönteishaavilla. Näytteet kerättiin iskemällä noin yksi isku per askel siten, että koko ala tuli haavittua kerran. Haavi tyhjennettiin hyönteisimurin avulla joko 50 iskun välein tai sarjassa 30–30–40 riippuen kertyneen kasvimateriaalin määrästä, johon vaikuttivat sää sekä muu kasvillisuus. Mukaan otettiin ainoastaan aikuiset kovakuoriaiset.

Haavinnan jälkeen hyönteisimurin pulloon kaadettiin hieman 40 % etanolia, jotta hyönteiset tainnutuivat. Tämän jälkeen näyte kaadettiin suppilon avulla näyteputkeen, joka täytettiin etanolilla. Näytteitä säilytettiin tällä tavoin syyskuuhun asti, kunnes kovakuoriaisten määrittäminen aloitettiin.

Näytteet määritettiin stereomikroskoopilla käyttäen apuna useita alan teoksia ja kirjasarjoja. Suurin osa määritettiin Käfer Europas-sivuston (*Coleo-net.de*) määrittyskaavojen avulla. Lisäksi muutamat näytteet määritettiin käyttäen apuna kirjaa Hyppivät ja hohtavat: Suomen sepät, sepikät, rikkasepät ja jalokuoriaiset (Heliövaara ym. 2014) ja kirjasarjoja Die Käfer Mitteleuropas (Freude ym. 1969) sekä Svensk insektfauna (Palm 1966). Yhteen näytteeseen (*Trixagus carinifrons*) pyydettiin lisäksi kokeneen kovakuoriaisharrastajan Tom Clayhillsin varmistus. Suurin osa näytteistä määritettiin lajilleen, mutta osa jätettiin suku- tai heimotasolle ryhmän haastavuuden vuoksi. Osa näytteiden naarasyksilöistä jätettiin sukutasolle, jos varma määrittäminen vaatii koirasgenitaalien katsomista. Kunkin näytteen laji- ja yksilömäärät kirjattiin Microsoft Excel-taulukkoon, ja lisäksi näytteille tehtiin yhteinen lajilista (Liite 1.) teosten Catalogue of Palaearctic Coleoptera Vol 7. Curculionidea (Löbl ja Smetana 2011) ja Kovakuoriaisten maakuntaluettelon 2015 (Rassi ym. 2015) taksonomian perusteella. Yksinkertaistamisen vuoksi eri tasoille määritetyistä taksoneista puhutaan tässä kuitenkin termillä laji.

Määrittysten jälkeen lajit jaettiin vielä kuuteen ryhmään aikuisten kovakuoriaisten ravinnonkäytön perusteella, jotta mahdollisia eroja piennartyyppien lajikoostumuksessa voitiin tutkia yksityiskohtaisemmin. Ryhmiä jaottelussa (Liite 1.) olivat predatorit eli muita selkärangattomia syövät pedot, omnivorit eli sekasyöjät sekä fungivorit eli sientensyöjät. Jäljelle jääneet olivat herbivoreja eli kasvinsyöjiä, jotka eriteltiin vielä kolmeen ryhmään sen mukaan, syövätkö ne kasvien lehtiä vaiko siitepölyä ja/tai mettä. Herbivorien erottelu toisistaan tehtiin siksi, että voitiin selvittää, johtaako mettä tuottamaton komealupiini mettä ja siitepölyä syöviä kovakuoriaisia harhaan samaan tapaan kuin sen on todettu johtavan pölyttäjinä toimivia kimalaisia (Ramula ja Sorvari 2017).

Ravinnonkäytön luokittelu tehtiin tarkimman mahdollisen tiedon mukaan eli useimmiten lajikohtaisen tiedon perusteella. Apuna luokittelussa käytettiin kirjasarjan Die Käfer Mitteleuropas osioita Ökologie 1–3 (Koch 1989) ja sarjan Faunastik der Mitteleuropäischen Käfer osaa 3 (Horion 1953). Apua luokitteluun saatiin myös Luomuksen kokoelmakoordinaattori Jaakko Mattilalta, Suomen ympäristökeskuksen ulkopuoliselta tutkijalta Ilpo Mannerkoskelta ja kokeneelta kovakuoriaisharrastajalta Tom Clayhillsiltä. Kuudesta näytteille melko harvakuorisesta lajista ja lajiryhmästä (*Aleocharinae*, *Cleopomiarus graminis*, *Dalopius marginatus*, *Hemicrepidius niger*, *Miarus* ja *Miarus ajugae*) ei löytynyt varmaa lajikohtaista tietoa, joten ne jätettiin ravinnonkäytön luokittelun ulkopuolelle.

2.2. Tilastolliset menetelmät

Aineiston tilastotieteelliset analyysit aloitettiin paikkojen yksilö- ja lajimäärien vertailuilla parittaisilla t-testeillä ohjelmalla IBM SPSS (versio 24). Excel-tiedostosta laskettiin kunkin näytealan laji- ja yksilömäärät erikseen, ja näille tehtiin parit-

taisten otosten t-testit paikkojen mukaisesti niin, että komealupiinin valloittamia näytealoja verrattiin komealupiinittomiin aloihin. Molemmista tuloksista piirrettiin viiksilaatikot. Lisäksi sekä piennartyyppien laji- että yksilömäärille laskettiin kuvailevat tunnusluvut, kuten keskiarvo, mediaani sekä pienimmät ja suurimmat arvot.

Havaintopaikkojen lajiston samankaltaisuuden kuvaamista varten käytettiin ei-metristä moniulotteista skaalausta (non-metric multidimensional scaling, MDS), joka on yksi rajoittamattomista ordinaatimenetelmistä (Quinn & Keough, 2002). Aineiston analysointi toteutettiin R (versio 3.5.1) ohjelmistolla vegan-pakettia käyttäen. Ensin aineistosta laskettiin poikkeavuusmatriisi, joka ilmaisee kunkin paikan lajiston parittaiset erot, joita kuvattiin etäisyyksinä. Etäisyysmittana käytettiin Bray-Curtis -mittaa. Seuraavaksi etäisyysmatriisin avulla luotiin kaksikulotteiset ordinaatiopisteet siten, että ordinaatiopisteiden etäisyydet vastasivat alkuperäisen aineiston eroja. Ordinaatiokuvassa lähekkäin olevien havaintopaikkojen oletetaan siis olevan lajistoltaan samankaltaisia. Kuva piirrettiin koko aineistosta ja uudelleen kahden yleisimmän lajin poistamisen jälkeen. Analysoinnin suorittamisessa avustivat Jyväskylän yliopiston matematiikan ja tilastotieteen laitoksen lehtori Harri Högmänder ja yliopistonlehtori Sara Taskinen.

Piennartyyppien lajimäärien eron biologisia taustoja selvitetiin vielä tekemällä näytealojen lajimäärille parittaiset t-testit ravinnonkäyttöryhmien mukaan. Vertailu tehtiin taas niin, että komealupiinia kasvavien näytealojen lajimääriä verrattiin komealupiinittomiin aloihin, ja siinä käytettiin kuhunkin ravinnonkäyttöryhmään kuuluvien lajien summia eri näytealoilla. Kunkin ryhmän testit tehtiin erikseen. Lisäksi parittaiset t-testit päätettiin tehdä vielä aineiston kahdelle yleisimmälle lajille, jotta niiden ravinnonkäyttöä voitiin arvioida suhteessa niiden yleisyyteen.

Lopuksi kullekin alueelle laskettiin Shannonin diversiteetti-indeksi (H) ja näille indekseille tehtiin edelleen parittaiset t-testit piennartyyppien välisten monimuotoisuuserojen selvittämiseksi. Arvojen laskemisessa käytettiin Excel-taulukkoa ja t-testeissä SPSS-ohjelmaa. Diversiteetti-indeksit saatiin kaavalla (Campbell ym. 2015)

$$H = -(p_A \ln p_A + p_B \ln p_B + p_C \ln p_C + \dots) \quad (1)$$

jossa A, B, C... ovat alueen lajeja ja p_A, p_B, p_C... ovat kunkin lajin suhteellisia osuuksia alueella.

3. TULOKSET

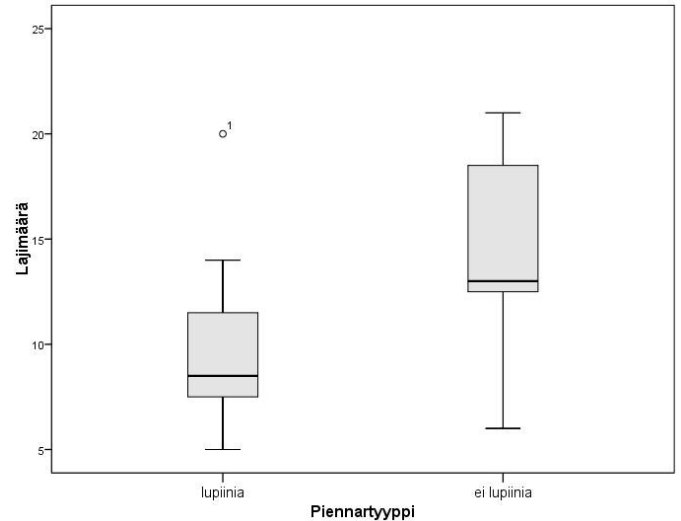
Kaikkiaan haavilla kerätty aineisto koostui 102 lajista, joista 60 lajia löytyi komealupiinia kasvavilta pientareilta ja 88 lajia komealupiinia kasvamattomilta pientareilta (Liite 2.). Yksilöitä näytteissä oli yhteensä 3894, ja näistä 1903 yksilöä komea-

lupiinia kasvavilta näytealoilta ja 1991 yksilöä alueilta, joilta komealupiini puuttui (Liite 2.). Kahtena yleisimpänä ryhmänä olivat siitepölyä syövät lyhytsiipisiin (*Staphylinidae*) lukeutuvat *Eusphalerum minutum*-kukkalaakaset (1089 yksilö) ja kiiltokuoriaisiin (*Nitidulidae*) kuuluvat *Meligethes*-teriökiillokkaat (1810 yksilöä) (Liite 2.). Vain yhdestä näytealasta löytyneitä lajeja oli kaikkiaan 41 (Liite 2.). Aineiston lajeista omnivoreihin lukeutui 15 lajia, predatoreihin 9, herbivoreihin, jotka syövät muuta kuin siitepölyä tai mettä, 42, herbivoreihin, jotka syövät vain siitepölyä 23 ja herbivoreihin, jotka syövät vain siitepölyä tai mettä 2 sekä fungivoreihin 5 (Liite 1.).

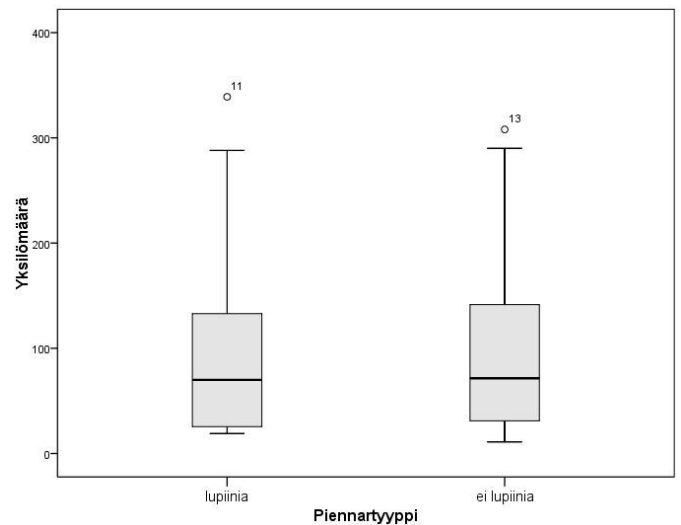
Komealupiini vähensi kovakuoriaisten lajimäärää ($t=-4,43$, $df=19$, $p<0,0001$). Komealupiinia kasvavilla pientareilla oli keskimäärin (95 % luottamusväli -6,92 – -2,48) neljä lajia vähemmän kuin komealupiinittomilla. Lisäksi komealupiinittomien näytealojen lajimäärän vaihteluväli oli suurempi kuin komealupiinia kasvavien (Kuva 3.). Vaihteluvälin ulkopuolelle jäi komealupiinia kasvanut näyteala 1, joka erottui aineistosta poikkeamana suuremman lajimääränsä vuoksi (Kuva 3.).

Komealupiini ei vaikuttanut piennarten kovakuoriaisten yksilömäärään ($t=-0,47$ $df=19$, $p=0,644$). Komealupiinia kasvavilla pientareilla oli keskimäärin (95 % luottamusväli -23,99 – 15,19) neljä yksilöä vähemmän kuin komealupiinittomilla. Molempien piennartyypin viiksilaatikot asettuivat varsin samalle korkeudelle yksilömäärän suhteen eli piennartyypin yksilömäärien ala- ja yläneljännekset ovat samankaltaiset (Kuva 4.). Vaihteluvälit olivat piennartyypistä riippumatta hyvin samanlaiset, mutta komealupiinillinen näyteala 11 ja komealupiinittomien 13 poikkesivat muusta aineistosta suurempien yksilömääriensä takia (Kuva 4.).

Piennartyypin laji- ja yksilömäärän tunnusluvuissa oli myös eroja. Keskimäärin lajeja oli komealupiinia kasvavilla näytealoilla 9,60 ja komealupiinittomilla 14,30. Komealupiinia kasvavien näytealojen lajimäärän mediaaniksi taas saatiin 8,50 ja komealupiinittomien 13,00. Keskiarvot ja mediaanit ovat suuruudeltaan lähellä toisiaan, joten aineisto on melko symmetrisesti jakautunut. Molempien piennartyypin lajimäärien vaihteluvälit olivat yhtä suuria (komealupiinia kasvavilla 5–20 ja komealupiinittomilla 6–21). Vastaavasti yksilöitä oli keskimäärin komealupiinia kasvavilla näytealoilla 95,15, ja komealupiinittomilla taas oli 99,55 yksilöä. Komealupiinia kasvavien näytealojen yksilömäärän mediaani oli 70,00, ja vastaava luku komealupiinittomille pientareille oli 71,50. Toisin kuin lajimäärien kohdalla, keskiarvo ja mediaani poikkeavat toisistaan, joten yksilömäärien suhteen aineisto on oikealle vino eli suuri osa havainnoista on keskiarvoa pienempiä. Komealupiinia kasvavien näytealojen yksilömäärän vaihteluväli oli sen sijaan hieman suurempi kuin näytealojen, joista komealupiini puuttui; komealupiinipientareille pienimmät ja suurimmat arvot olivat 19 ja 339 (vaihteluväli 320), kun taas komealupiinittomille pienimmät ja suurimmat arvot olivat 11 ja 308 (vaihteluväli 297).



Kuva 3. Kovakuoriaisten lajimäärän vaihtelu piennartyypin mukaan. Laatikoiden poikittaissuuntaiset mustat viivat kuvaavat lajimäärien mediaaneja. Laatikon alareuna kuvaa alaneljänneistä ja yläreuna yläneljänneistä eli puolet havainnoista jää näiden rajojen välille. Pystyjanoista nähdään lajimäärien vaihteluväli ja niiden päissä olevat vaakaviivat kuvaavat pienintä ja suurinta arvoa. Komealupiinillisen näytealan 1 lajimäärä poikkeaa muista havainnoista suurempana, joten se näkyy kuvassa erillisenä pisteinä.



Kuva 4. Kovakuoriaisten yksilömäärän vaihtelu piennartyypin mukaan. Laatikoiden poikittaissuuntaiset viivat kuvaavat yksilömäärien keskiarvoja. Laatikon alareuna kuvaa alaneljänneistä ja yläreuna yläneljänneistä eli puolet havainnoista jää näiden rajojen välille. Pystyjanoista nähdään lajimäärien vaihteluväli ja niiden päissä olevat vaakaviivat kuvaavat pienintä ja suurinta arvoa. Komealupiinillisen näytealan 11 ja komealupiinittoman näytealan 13 yksilömäärät poikkeavat muista havainnoista suurempana, joten ne näkyvät kuvassa erillisinä pisteinä.

Myös piennartyypin lajikoostumusten voitiin todeta olevan erilaiset, sillä piennartyypin alueet jakaantuivat selkeästi kahteen eri ryhmään (Kuva 5.). Kun kaksi yleisintä lajia poistettiin aineistosta, ero piennartyypin välillä ei ollut nähtävissä, eli selvät ryhmät katosivat.

Piennartyyppien Shannonin diversiteetti-indeksit erosivat myös toisistaan ($t=-5,09$ $df=19$, $p<0,0001$). Komealupiinia kasvavien pientareiden diversiteetti-indeksit olivat keskimäärin (95 % luottamusväli $-0,79 - -0,33$) 0,6 pienempiä kuin komealupiinittomien eli komealupiinia kasvavien pientareiden monimuotoisuus oli alhaisempi.

Ryhmiä "herbivorit, muu kuin siitepöly tai mesi" ($t=-4,43$ $df=19$, $p=0,000$) ja "omnivorit" ($t=5,26$, $df=19$, $p=0,000$) esiintymisen erosi eri piennartyyppien välillä. Pientareilla, joilla komealupiinia kasvoi, oli keskimäärin (95 % luottamusväli oli $-1,32 - -3,68$) kolme ryhmään "muuta kuin kasvien siitepölyä tai mettä syövät herbivorit" kuuluvaa lajia vähemmän kuin komealupiinittomilla pientareilla. Omnivorien ryhmään luokiteltuja lajeja oli komealupiinia kasvavilla pientareilla keskimäärin (95 % luottamusväli $-0,93 - -2,17$) kaksi lajia vähemmän kuin komealupiinittomilla. Omnivorien tulosten 95 % luottamusväli oli siis hieman leveämpi.

Muiden neljän ravinnonkäyttöryhmän eli "herbivorit, vain siitepöly" ($t=0,17$, $df=19$, $p=0,868$), "predatorit" ($t=-1,00$, $df=19$, $p=0,330$), "fungivorit" ($t=-1,10$, $df=19$, $p=0,287$), ja "herbivorit, mesi ja siitepöly" ($t=-1,00$, $df=19$, $p=0,330$) lajimäärillä ei sen sijaan todettu eroa. Ryhmän "herbivorit, vain siitepöly" 95 % luottamusväli oli levein ($-1,14 - 1,34$), kun taas ryhmän "herbivorit, mesi ja siitepöly" luottamusväli oli kapein ($-0,31 - 0,11$). Jäljelle jäävien "predatorit"- ja "fungivorit"-ryhmien luottamusvälit olivat myös kapeita; "predatorit" ryhmän $-0,46 - 0,16$ ja "fungivorit" -ryhmän $-0,73 - 0,23$.

Kahdesta yleisimmästä lajista kiiltokuoriaisiin (Nitidulidae) kuuluvia *Meligethes*-teriökiillokkaita oli komealupiinia kasvaneilla aloilla enemmän ($t=2,20$, $df=19$, $p=0,040$). Keskimäärin (95 % luottamusväli oli $1,20 - 48,40$) yksilöitä oli komealupiinia kasvattomien alueisiin verrattuna 24 enemmän komealupiinia kasvaneilla aloilla. Sen sijaan lyhytsiipisiin (Staphylinidae) lukeutuvien *Eusphalerum minutum*-kukkalaakasten määrässä piennartyyppien välillä ei ollut eroa ($t=-0,85$, $df=19$, $p=0,405$, 95 % luottamusväli $-40,965 - 17,25$).

4. TULOSTEN TARKASTELU JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä tutkimuksessa saatu tulos komealupiinin aiheuttamasta piennarten kovakuoriaisten lajimäärän vähenemisestä (Kuva 3.) oli hypoteesin mukainen ja yhteneväinen aiemman tutkimuksen tulosten kanssa (Ramula ja Sorvari 2017). Aiemmassa Ramulan ja Sorvarin (2017) tutkimuksessa komealupiinin vaikutuksia piennarten hyönteislajistoon tutkittiin ikkunapyydydysten avulla kahden kesän ajan. Kyseisessä tutkimuksessa käytettiin suurempia tutkimusaloja, joiden koko vaihteli välillä 120–2400 m². Siten tämä tutkimus antoi uutta tietoa siitä, että komealupiinin negatiivinen vaikutus piennarten kovakuoriaisten lajimäärään ja -koostumukseen sekä monimuotoisuuteen

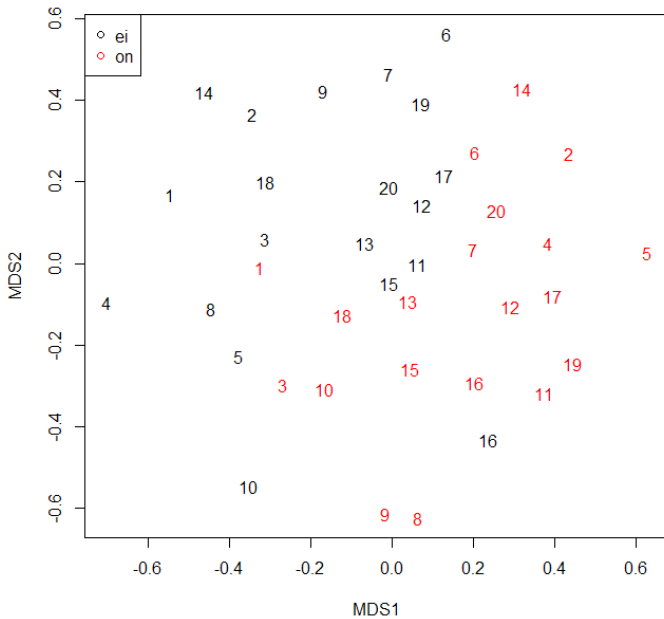
tulee esiin jo pienemmältä alalta ja lyhyemmällä aikavälillä kerätystä aineistosta.

Saatu keskimääräinen neljän laji erotus piennartyyppien välillä oli biologiselta merkitykseltään pieni huomioiden kovakuoriaisten lajimäärän Suomessa (3813, Punainen kirja 2019). Kuitenkin jopa 41 lajia eli lähes puolet aineiston kokonaislajimäärästä (102) havaittiin ainoastaan yhdellä näytealalla. Saatu neljän lajin erotus oli kuitenkin tuloksena tarkka, ja siitä kertoi luottamusvälin ($-6,92 - -2,45$) kapeus ja sijainti. Ero paikkojen lajistojen vaihtelussa oli systemaattinen ja lähes yhtä suuri, ja siksi luottamusväli oli kapea. Luottamusrajan yläreuna sijaitsi kaukana nolasta, joka kieli tuloksen merkitsevyydestä. Lisäksi siitä, että komealupiinittomien näytealojen monimuotoisuus oli suurempaa, voitiin päätellä, että komealupiinittomilla pientareilla voi elää useampia kovakuoriaislajeja. Voi siis olla, että vielä suurempi otanta saattaisi kasvattaa lajimäärää entisestään, ja ero piennartyyppien välillä saattaisi olla silloin suurempi.

Hypoteesin vastaisesti komealupiinilla ei kuitenkaan ollut merkitsevää vaikutusta piennarten yksilömääriin, mikä voi selittyä yhden lajin runsaammalla esiintymisellä komealupiinin valloittamilla alueilla. Vaikka lajeja oli komealupiinia kasvavilla alueilla vähemmän, niin aineiston yleisintä lajia *Meligethes* sp. oli enemmän komealupiinia kasvavilla pientareilla. Jo näytteiden keruun aikana tätä lajia näytti olevan paljon runsaammin komealupiinipientareilla, ja lopulta lajia olikin komealupiinia kasvavilla näytealoilla enemmän sekä kokonaismäärällisesti (Liite 2.) että yksittäisiä paikkoja tarkastellessa kahta lukuun ottamatta. Myös lajille tehty oma parittaisen t -testin merkitsevä tulos puolsi tätä. Ilman kyseistä lajia piennartyyppien yksilömäärien tulos saattaisi muuttua. Saattaa kuitenkin myös olla, että ilman kyseistä lajia tuloksen luottamusväli ($-23,99 - 15,19$) voisi yhä olla hyvin leveä ja epätarkka. Muutenkin merkitsevän tuloksen saaminen vaatisi paljon suuremman otannan tai tarkemmin määritellyt pientareet, sillä nolla oli lähes luottamusvälin puolella välissä.

Koska piennartyyppien yksilömäärien välillä ei ollut merkitsevää eroa, todettu ero riippuu lajien esiintymisestä, eikä sitä voida selittää yksilömäärillä. Näin ollen piennartyyppien lajistot olivat selkeästi erilaiset eli komealupiini vaikuttaa piennarten lajikoostumukseen. Kuitenkin myös paikkojen välillä oli hieman vaihtelua, ja esimerkiksi pareilla 4 ja 5 kuvaajan pisteet ovat hyvin kaukana toisistaan (Kuva 5.), eli komealupiinia kasvaneiden ja komealupiinittomien näytealojen lajistoissa on enemmän eroa, kuin esimerkiksi paikalla 16.

Ryhmiä muodostumiseen vaikutti kaksi yleisintä lajia, sillä kun ne poistettiin, ryhmät eivät enää olleet havaittavissa eli lajitojen ero piennartyyppien välillä ei ollut selkeästi nähtävissä ilman kahden yleisimmän lajin vaikutusta. Näin ollen komealupiinin esiintyminen ei kasvattanut pientareiden kovakuoriaislajiston monimuotoisuutta edes hetkellisesti.



Kuva 5. Ei-metrinen moniulotteinen skaalaus lajikoostumuksen vaihtelusta 20 paikassa. Punaiset (on) numerot tarkoittavat näytealoja, joilla komealupiinia kasvaa ja mustat (ei) numerot komealupiiniittomia näytealoja. Mitä lähempänä toisiaan numerot sijaitsevat, sitä enemmän niiden kuvaamien näytealojen lajistossa on samankaltaisuutta. Koska lajistoa mallinnetaan kvalitatiivisesti, akselien arvot ovat seurausta käytetystä moniulotteista skaalauksesta, eivätkä ne ole tulkitsemisen kannalta merkitseviä.

Komealupiinin vaikutuksia havaittiin myös eri ravinnonkäyttöryhmissä. Komealupiini vähensi muuta kuin siitepölyä tai mettä syövien herbivorien eli kasvien vihreiden osien syövien kovakuoriaisten lajimäärää, ja se liittyy vieraskasvien aiheuttamaan kasvilajiston monimuotoisuuden vähenemiseen (Haddad ym. 2001, Dinnage ym. 2012). Monet kovakuoriaiset ovat riippuvaisia juuri tietyn kasvilajin tai vähintään kasviryhmän esiintymisestä (Koch 1989), jolloin näiden kasvien syrjäytyminen ja kasvilajiston supistuminen näkyvät kuoriaislajistossa. Vastaavasti omnivorien lajimäärälle saatu merkitsevä tulos voi liittyä epäsuorasti kasvi- ja herbivorilajiston yksipuolistumiseen. Omnivorien ja kasvien vihreitä osia syövien herbivorien merkitsevästi vähäisempi määrä komealupiinin valloittamalla pientareilla antaa viitteitä siitä, että kovakuoriaislajisto poikkeaa myös osittain toiminnallisuudeltaan sellaisten piennarten lajistosta, joille vieraskasvi ei ole levinnyt.

Molempien ravinnonkäyttöryhmien tulosten arvioinnissa oli kuitenkin huomioitava taas luottamusvälien pituus sekä sijainti. Omnivorien luottamusväli (-0,93 – -2,17) oli hieman kapeampi eli niiden esiintymisen estimointi oli tarkempaa. Muuta kuin siitepölyä tai mettä syövien herbivorien tulosten luottamusväli (-1,32 – -3,68) voisi olla myös kapeampi eli tuloksessa oli pientä epätarkkuutta. Ryhmien tulosten epätarkkuus voi johtua yksilömäärien tulosten tapaan joko riittämättömästä otannasta tai perusjoukon vaihtelusta eli ryhmien lajien esiintymisen vaihtelusta. Lisäksi omnivorien tapauksessa ryhmään kuului vain alle puolet kyseisen herbivoriryhmän lajimäärästä, mikä hieman vähensi testin mielekkyyttä. Myös kovakuoriaislajien

yksilömäärät ryhmissä ”herbivorit, mesi ja siitepöly” ja ”fungivorit” olivat alhaiset; ensimmäisiä oli komealupiinia kasvavilla 2 ja komealupiiniittomilla 4 ja vastaavasti jälkimmäisiä 11 ja 16. Kuitenkin esimerkiksi fungivoreihin ja mettä ja siitepölyä syöviin herbivoreihin verrattuna omivoreihin kuului riittävästi lajeja, minkä ansiosta tulos saattoikin olla merkitsevä.

Komealupiinin vaikutuksia muiden ravinnonkäytön ryhmien kovakuoriaisiin ei voitu näiden tulosten perusteella vahvistaa, mutta niitä ei voitu myöskään sulkea pois. Se, ettei niille saatu merkitseviä tuloksia, voi aina tarkoittaa sitä, että komealupiinin läsnäolo ei estä lajien elämistä pientareilla. Tällöin näiden kovakuoriaislajien täytyisi olla riippuvaisia jostakin muusta kuin suoraan tietyillä kasvilajeilla elävistä kovakuoriaisista. Ne voisivat käyttää ravintonaan esimerkiksi muita kasvillisuudessa ja maan pinnalla eläviä selkärangattomia tai sienä, joiden menestymiseen komealupiini ei vaikuta edes välillisesti. Myös Ramula ja Sorvari (2017) pohtivat samankaltaisia mahdollisuuksia, kun heidän tutkimuksessaan komealupiinilla ei todeta olevan vaikutuksia petoina eläviin hämähäkkeihin (Araneae) tai pistisiisiin (Hymenoptera).

Vaikka siitepölyä ja mettä tai ainoastaan mettä syöviä herbivoreja olisi näytteissä enemmän, voisi tilastollisesti merkitsevien erojen puuttuminen tarkoittaa myös sitä, että komealupiini houkutteli niitä yhtä hyvin kuin piennar, josta komealupiini puuttui. Kovakuoriaisten kannalta tämä voi kuitenkin olla negatiivinen ilmiö, sillä monista kasveista poiketen komealupiini tuottaa ainoastaan siitepölyä eikä yhtään mettä (Haynes ja Mesler 1984). Tällöin medestä riippuvaiset kovakuoriaislajit eivät saa kasvilta tavoittelemaansa energiaa, vaan ne päinvastoin menettävät energiaansa etsiessään mettä, kuten lupiinin houkuttelemat kimalaisetkin (Ramula ja Sorvari, 2017). Siten komealupiini voisi johtaa Sunny ym. (2015) esittämään evolutiiviseen loukkuun, jossa hyönteislaji käyttää tai yrittää käyttää ravintonaan kasvia, joka ei todellisuudessa tarjoakaan sen tarvitsemia resursseja. Pitkällä aikavälillä tämä voisi johtaa hyönteislajin selviytymisen ja lisääntymisen heikkenemiseen sekä populaation pienenemiseen (Sunny ym. 2015). Kuitenkaan tätä ei voida tulosten perusteella vahvistaa tai sulkea pois.

Etukäteen päätetyllä parittaisella tutkimusasetelmalla saatiin poistettua tai ainakin vähennettyä muiden ympäristötekijöiden vaikutuksia. Kahdentyyppisiä näytealoja vertailemalla ja keräämällä niiden näytteet peräkkäin poistettiin esimerkiksi vuorokaudenajan ja sään vaikutukset. Näin esimerkiksi yhden maastopäivän aamun vesisade ei vaikuttanut tuloksiin. Parittaiseen asetelmaan liittyy myös se, että saman paikan näytteet keräsi aina sama henkilö, jolloin näytealojen välisiin eroihin eivät voineet vaikuttaa eroavaisuudet haavin käytössä tai muussa tekniikassa. Vastaavasti paikan muun kasvillisuuden vaikutuksia vähennettiin niin, että sama henkilö arvioi paikan näytealojen kasvillisuuden. Lisäksi asetelmalla saatiin vähennettyä lajiston alueellisen vaihtelun seurauksia, mutta sitä vähennettiin myös ottamalla paikan näytteet mahdollisimman läheltä

toisiaan. Asetelmalla oli siis suuri merkitys, sillä tuloksiin vaikuttaneiden tekijöiden poistaminen tai vakioiminen olisi ollut muuten käytännössä mahdotonta.

Parittaisesta tutkimusasetelmasta ja tarkkailluista ympäristömuuttujista huolimatta tuloksiin olivat saattaneet vaikuttaa muutamit tekijät lähtien paikan näytealojen muun kasvillisuuden eroista. Vain toisella alueella esiintyneet kasvilajit voivat helposti vääristää tuloksia tiettyjen kasvien houkutellessa voimakkaasti kovakuoriaisia. Esimerkiksi koiranputki *Anthriscus sylvestris* vetää puoleensa kovakuoriaisiin kuuluvia sarvijääriä (Cerambycidae) (Heliövaara ym. 2004).

Näytteitä kerätessä erot pyrittiin huomioimaan karkeasti erityisesti suurten putkilokasvien, kuten koiranputken, tai tietynlaisista ravinteikkuutta tai kosteutta ilmentävien lajien, kuten sananjalan *Pteridium aquilinum* ja villojen *Eriophorum* sp., osalta. Kasvilajiston arviointi oli kuitenkin vain silmämääräistä ja yksinkertaiseen kasvilajien listaukseen perustuvaa. Esimerkiksi kuvaajista ilmenneet poikkeavat näytealat, joilla joko kovakuoriaisten yksilö- tai lajimäärä poikkesi huomattavasti (Kuva 3. ja Kuva 4.), voivat selittyä juuri paikkojen sisäisillä kasvilajiston eroilla. Täydellinen kasvilajiston samankaltaistaminen luonnoloissa voi olla lisäksi haastavaa komealupiinin maaperää rehevöittävän vaikutuksen seurauksena. Muiden kasvilajien vaikutusten poistaminen kokonaan vaatisikin kaikkien kasvilajien peittävyuden arvioimista ja alueiden hyvin tarkkaa valintaa tai komealupiinin vaikutusten tutkimista koeoloissa.

Esimerkiksi koiranputken ottaminen näytealoihin tasapuolisesti oli haastavaa. Laji tuntui kasvavan usein juuri samoilla paikoilla komealupiinin kanssa, ja kasvilajistoltaan samanlaisten komealupiinittomien näytealojen löytäminen vei paljon aikaa. Havainto saattoi johtua joko komealupiinikasvuston eteneemisestä tai puhtaasta sattumasta. Yhtenä merkittävänä syynä saattoi myös olla koiranputken viihtyminen runsasravinteisilla kasvupaikoilla (Piirainen ym. 1999), joita myös typensitojakasveihin kuuluva komealupiini suosii.

Kasvilajiston lisäksi tuloksiin saattoivat vaikuttaa joidenkin kovakuoriaislajien alhaiset yksilömäärät, mutta tätä aineiston piirrettä on vaikea välttää ekologisessa tutkimuksessa. Monia lajeja saatiin näytteisiin vain 1–5 yksilöä, jolloin sattumalla saattoi olla suuri vaikutus siihen, kuinka monta lajia näytealalta kyseisenä ajankohtana saatiin. Tällöin vähäisillä yksilömäärillä yksittäisen yksilön merkitys testien tuloksille kasvoi. Kuitenkin ilmiötä on havaittu ekologisessa tutkimuksessa yleisesti; usein muutamaa lajia esiintyy aineistossa runsaana ja muita lajeja vähäisemmissä määrin johtuen otannan koon ja luonnossa olevien resurssien rajallisuudesta. Vastaavasti lajien ruumiinkoko vaihtelee siten, että pieniä on enemmän ja suuria paljon vähemmän (Gaston ym. 1993). Jos otoskokoa voitaisiin kasvattaa rajattomasti, yksilömäärä lähestyisi normaalijakaumaa, mutta useiden lajien yksilömäärät olisivat edelleen alhaiset.

Lisäksi tuloksiin saattoi vaikuttaa kyseisen vuoden pitkään vallinnut kuuma ajanjakso alkukesästä. Vallinnut kuumuus näkyi esimerkiksi näytteiden keräämisen yhteydessä, kun paikoin tienpiennarten saniaiset ja jopa paksumpilehtiset komealupiinit olivat laajoilta aloilta täysin kuolleita. Pitkään jatkunut kuivuus ja kuumuus saattoivat muuttaa kovakuoriaisten esiintymistä erityyppisillä pientareilla, kun ne mahdollisesti siirtyivät tavallisesti parhaimmilla habitaateiltaan sopivampaan ympäristöön, jossa oli toisaalta hieman vähemmän niiden tarvitsemia ravintokasveja. Kuumissa oloissa kotoperäisiä kasvilajeja, kuten erilaisia heiniä ja leinikkikasveja, kasvavat pientareet ovat voineet olla liian kuivia, jolloin osittain komealupiinia kasvavat pientareet ovat voineet olla kovakuoriaisille ja muille hyönteisille optimaalisempia. Kuivuutta kestävä ja suurilehtinen komealupiini (Paarlahti 2005) on voinut tarjota suojaa paahteelta, jolloin maanpinta on säilynyt hieman kosteampana. Molempien piennartyyppien näytealoilla kasvoi aina myös muita kasvilajeja, joten erityisesti kasveista suoraan riippuvaisten hyönteisten eläminen komealupiinipientareilla oli myös mahdollista lupiineista huolimatta. Jos kuumuus vaikuttaa piennarten mikroilmastoon merkittävästi, hieman sateisempänä kesänä komealupiinia kasvavilta pientareilta olisi voinut tulla vähemmän kovakuoriaisia ja piennartyyppien lajimäärän erotus olisi ollut suurempi.

Tuloksista ei voitu kuitenkaan päätellä komealupiinin vaikutuksia kovakuoriaislajistoon vieraskasvi-invaasion eri vaiheissa. Näytealojen komealupiinikasvustojen ikää tai peittävyttä ei arvioitu numeerisesti, joten kasvilajin vaikutusten ajoittaminen ainoastaan tämän aineiston perusteella ei ollut mielekästä. Lisäksi komealupiinia kasvavien näytealojen ympärillä kasvoi komealupiinia vaihtelevalla alalla pientareesta riippuen, vaikka näytteet otettiinkin aina vakioitun kokoiselta näytealalta. Näyteala toimi siis vain vähimmäisvaatimuksena komealupiinikasvuston pinta-alalle. Tämä voi vaikuttaa tuloksiin numeerisesti, mutta ei laadullisesti. Invaasion ajankohtien ja invaasion kattavuuden vaikutusten arviointi vaatisi tarkempaa näytealojen valitsemista ja kasvustojen arvioimista sekä koealan sisä- että ulkopuolelta. Tuloksia ei voida yleistää muihin hyönteisryhmiin tai lupiinilajeihin, vaan vaikutuksia tulisi tutkia jokaisella ryhmällä ja lajilla erikseen niiden biologian eroavaisuuksien vuoksi. Tuloksista ei ole myöskään pääteltävissä, miten komealupiini vaikuttaa kukkimisaikansa ulkopuolella.

Kaiken kaikkiaan tulosten perusteella komealupiini vähensi kovakuoriaislajiston määrää sekä sen monimuotoisuutta paikallisesti, joten voidaan todeta komealupiinin poistamisen tienpienareilta olevan kannattavaa. Tämä tutkimus antaa viitteitä siitä, että komealupiinin vaikutukset saattavat heijastua muuhun eliöyhteisöön ylemmille trofiatasoille, mutta sen selvittäminen vaatii jatkotutkimusta aiheesta.

KIITOKSET

Haluamme kiittää dosentti Atte Komosta korvaamattomasta avusta ja tuesta tässä tutkimuksessa, joka tehtiin myös kandidaatin tutkielmana. Lisäksi osoi-

tamme kiitokset Biodiversiteettikeskuksen johtajalle Petri Ahlrothille saamistamme tutkimuksellisista neuvoista ja Jyväskylän yliopiston matematiikan ja tilastotieteen laitoksen lehtorille Harri Högmänderille innokkaasta avunannosta koeesetelman suunnittelussa ja aineiston analysoinnissa. Aineiston määrittämiseen ja jaotteluun saamastamme avusta haluamme kiittää Luomuksen kokoelmakoordinaattori Jaakko Mattilaa, Suomen ympäristökeskuksen ulkopuolista tutkijaa Ilpo Mannerkoskea ja kokenutta kovakuoriaisharrastajaa Tom Clayhillsiä. Lisäksi kiitämme Jyväskylän yliopiston matematiikan ja tilastotieteen laitoksen lehtori Sara Taskista ordinaatiomenetelmässä avustamisesta. Kiitämme myös dosentti Anssi Lensua saamastamme avusta karttakuvan tekemiseen. Ennen kaikkea kiitämme myös Suomen Hyönteistieteellistä Seuraa ja Vuokon luonnonsuojelusäätiötä saamistamme apurahoista, jotka mahdollistivat tämän työn.

KIRJALLISUUS

- Asetus 1143/2014/EY Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus haitallisten vieraslajien tuonnin ja leviämisen ennalta ehkäisemisestä ja hallinnasta. EYVL L317/35, 22.10.2014 Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1523291038026&uri=CELEX:32014R1143>.
- Campbell, N.A., Reece, J.B., Cain, M.L., Wasserman, S.A., Minorsky, P.V. & Jackson, R.B. 2015: Biology. 10th edition — Pearson, Boston. s. 1288.
- Dinnage, R., Cadotte, M., Haddad, N., Crutsinger, G. & Tilman, D. 2012: Diversity of plant evolutionary lineages promotes arthropod diversity. — *Ecology Letters* 15: 1308–1317.
- Freude, H., Harde, K.W. & Lohse, G.A. 1969: Käfer Mitteleuropas 8 Oedemeridae Scarabaeidae. — Goecke & Evers, Krefeld.
- Gaston, K.J., Blackburn, T.M. & Lawton, J. H. 1993: Comparing animals and automobiles: A Vehicle for Understanding Body Size and Abundance Relationships in Species Assemblages? — *Oikos* 66(1): 172–179.
- Haddad, N., Tilman, D., Haarstad, J., Ritchie, M. & Knops, J. 2001: Contrasting Effects of Plant Richness and Composition on Insect Communities: A Field Experiment. — *The American Naturalist* 158: 17–35.
- Harde, K.W. 1998: A field guide in colour to beetles. — Octopus Books, London. s. 16-18.
- Haynes, J. & Mesler, M. 1984. Pollen foraging by bumblebees: Foraging patterns and efficiency on *Lupinus polyphyllus*. — *Oecologia* 61(2): 249–253.
- Heliövaara, K., Mannerkoski, I., Muona, J., Siitonen, J. & Silfverberg, H. 2014: Hyppivät ja hohtavat Suomen sepät, sepikät, rikkasepät ja jalokuoriaiset. — Metsäkustannus, Helsinki.
- Heliövaara, K., Mannerkoski, I. & Siitonen, J. 2004: Suomen Sarvijäävät. Longhorn Beetles of Finland (Coleoptera, Cerambycidae). — Tremex Press, Helsinki. s. 30.
- Horion, A. 1953: Faunistik der Mitteleuropäischen Käfer. Band III. Malacodermata Sternoxia (Elateridae bis Throscidae). — Eigenverlag Museum Frey, München.
- Jakobsson, A, Padrón, B & Ågren, J. 2015: Distance-dependent effects of invasive *Lupinus polyphyllus* on pollination and reproductive success of two native herbs. — *Basic and Applied Ecology*. 16(2): 120–127.
- Jonsell, B. 2004: Flora Nordica, General Volume — Royal Swedish Academy of Sciences, Bergius Foundation, Stockholm.
- Jordan, N.R., Larson, D.L. & Huerd, S.C. 2008: Soil modification by invasive plants: effects on native and invasive species of mix-grass prairies — *Biological Invasions*. 10: 177–190.
- Jurado, E. & Flores, J. 2009: Is seed dormancy under environmental control or bound to plant traits? — *Journal of Vegetation Science* 16: 559–564.
- Knops, J.M.H., Tilman, D., Haddad, N.M., Naeem, S., Mitchell, C.E., Haarstad, J., Ritchie, M.E., Howe, K.M., Reich, P.B., Siemann, E. & Groth, J. 1999: Effects of plant species richness on invasion. — *Ecology Letters* 2: 286–293.
- Koch, K. 1989: Die Käfer Mitteleuropas: Ökologie Bd. 1–3. — Krefeld: Goecke & Evers, Germany.
- Käfer Europas. 2018: Coleoptera. <http://coleonet.de/coleo/texte/coleoptera.htm> (haettu 9.9.2018).
- Levine, J.M., Vilà, M., D’Antonio, C.M., Dukes, J.S., Grigulis, K., Lavorel, S. 2003: Mechanisms underlying the impacts of exotic plant invasions. — *Proceedings of The Royal Society B: Biology Sciences* 270: 775–781.
- Litt, A.R., Cord, E.E., Fulbright, T.E. & Schuster, G.L. 2014: Effects of invasive plants on arthropods — *Conservation Biology*. 28(6): 1532–1549.
- Löbl, L. & Smetana, A. 2011: Catalogue of Palearctic Coleoptera. Vol 7, Curculionidea 1. — Apollo Books, Stenstrup.
- Maa- ja metsätalousministeriö 2012: Kansallinen vieraslajistrategia. — Maa- ja metsätalousministeriö, Helsinki. Saatavissa <http://mmm.fi/vieraslajit>.
- Malmberg, S., Mannerkoski, I., Martikainen, P., Clayhills, T., Helve, E., Hyvärinen, E., Karjalainen, S., Mattila, J., Muona, J., & Rassi, P. 2019: Kovakuoriaiset. Julk.: Hyvärinen, E., Juslén, A., Kempainen, E., Uddström, A. & Liukko, U.–M. (toim.) 2019. Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2019 — Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus. Helsinki. S. 391–425.
- Mäkinen, A. 2002: Kuriiripostia itämailta. — *Lutukka* 18: 114–117.
- Palm, T. 1966: Svensk insektfauna 9 Skalbaggar. Coleoptera kortvingar: fam. Staphylinidae underfam. Habrocerinae, Trichophyinae, Tachyporinae häfte 4. — Almqvist & Wiksells, Uppsala.
- Paarlahti, J. 2005: Myrkkukasvit. — WSOY, Helsinki. S. 92.
- Perrings, C., Dehnen-Schmutz, K., Touza, J. & Williamson, M. 2005: How to manage biological invasions under globalization. — *Trends in Ecology & Evolution*. 20: 212–215.
- Piirainen, M., Piirainen, P. & Vainio, H. 1999: Kotimaan luonnonkasvit. — WSOY, Helsinki. S. 228.
- Ramula, S. & Sorvari, J. 2017: The invasive herb *Lupinus polyphyllus* attracts bumblebees but reduces total arthropod abundance. — *Arthropod-Plant Interactions*. 11: 911–918.
- Rassi, P., Karjalainen, S., Clayhills T., Helve, E., Hyvärinen, E., Laurinharju, E., Malmberg, S., Mannerkoski, I., Martikainen, P., Mattila, J., Muona, J., Pentinsaari, M., Rutanen, I., Salokannel, J., Siitonen, J. & Silfverberg, H. 2015: Kovakuoriaisten maakuntaluettelo 2015 [Provincial List of Finnish Coleoptera 2015]. — *Sahlbergia* 21: 1–164.
- Sandhall, Å., & Lindroth, C. 1976: Kovakuoriaiset. — WSOY, Porvoo. S. 6.
- Sunny, A., Diwakar, S. & Sharma, G.P. 2015: Native insects and invasive plants encounters. — *Arthropod-Plant Interactions*. 9: 323–331.
- Tersa, P. 2006: Tienpiennarkasvillisuuden maisemavaikutusten arviointi. — Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 42/2006.Tiehallinto, Helsinki.
- Tikka, P., Högmänder, H. & Koski, P. 2001: Road and railway verges serve as dispersal corridors for grassland plants. — *Landscape Ecology* 16: 659–666.
- Vainio, K., Kekäläinen, H., Alanen, A. & Pykälä, J. 2001: Luonto ja luonnonvarat 527: Suomen perinnebiotoopit. Perinnemaisemaprojektin valtakunnallinen loppuraportti. — Suomen ympäristökeskus, Helsinki.
- Valtonen, A., Jantunen, J. & Saarinen, K. 2006: Flora and lepidoptera fauna adversely affected by invasive *Lupinus polyphyllus* along road verges. — *Biological Conservation* 133: 389–396.
- Vitousek, P.M., D’Antonio, C.M., Loope, L. & Westbrooks, R. 1996: Biological invasions as global environmental change. — *American Scientist* 84: 468–478.
- Quinn, G.G.P. & Keough, M.J. 2002: Experimental design and data analysis for biologists. — Cambridge University Press, Cambridge.

LIITE 1. LAJILISTA JA LAJIEN RAVINNONKÄYTTÖRYHMÄT

Heimo	Laji/taksoni	Ravinnonkäyttöryhmä
Anthicidae	<i>Notoxus monoceros</i>	Omnivori
Anthribidae	<i>Anthribus nebulosus</i>	Predatori
Apionidae	Apioninae	Herbivori, muu kuin siitepöly tai mesi
Buprestidae	<i>Anthaxia quadripunctata</i>	Herbivori, vain siitepöly
Cantharidae	<i>Cantharis figurata</i>	Omnivori
	<i>Cantharis lateralis</i>	Omnivori
	<i>Cantharis livida</i>	Omnivori
	<i>Cantharis nigricans</i>	Omnivori
	<i>Cantharis obscura</i>	Omnivori
	<i>Cantharis pellucida</i>	Omnivori
	<i>Cantharis rustica</i>	Omnivori
	<i>Malthodes</i>	Omnivori
	<i>Rhagonycha nigriventris</i>	Omnivori
Cerambycidae	<i>Agapanthia villosoviridescens</i>	Herbivori, vain siitepöly
	<i>Anoplodera maculicornis</i>	Herbivori, vain siitepöly
	<i>Anoplodera sanguinolenta</i>	Herbivori, vain siitepöly
	<i>Gaurotes virginea</i>	Herbivori, vain siitepöly
Chrysomelidae	<i>Altica</i>	Herbivori, muu kuin siitepöly tai mesi
	<i>Bruchus loti</i>	Herbivori, muu kuin siitepöly tai mesi
	<i>Cassida</i>	Herbivori, muu kuin siitepöly tai mesi
	<i>Chaetocnema concinna</i>	Herbivori, muu kuin siitepöly tai mesi
	<i>Chaetocnema picipes</i>	Herbivori, muu kuin siitepöly tai mesi
	<i>Chrysolina marginata</i>	Herbivori, muu kuin siitepöly tai mesi
	<i>Crepidodera fulvicornis</i>	Herbivori, muu kuin siitepöly tai mesi
	<i>Cryptocephalus aureolus</i>	Herbivori, vain siitepöly
	<i>Cryptocephalus labiatus</i>	Herbivori, muu kuin siitepöly tai mesi
	<i>Cryptocephalus parvulus</i>	Herbivori, muu kuin siitepöly tai mesi
	<i>Galeruca tanacetii</i>	Herbivori, muu kuin siitepöly tai mesi
	<i>Galerucella</i>	Herbivori, muu kuin siitepöly tai mesi
	<i>Galerucella tenella</i>	Herbivori, muu kuin siitepöly tai mesi
	<i>Lochmaea caprea</i>	Herbivori, muu kuin siitepöly tai mesi
	<i>Longitarsus nasturtii</i>	Herbivori, muu kuin siitepöly tai mesi
<i>Luperus flavipes</i>	Herbivori, muu kuin siitepöly tai mesi	
<i>Oulema erichsonii</i>	Herbivori, muu kuin siitepöly tai mesi	

	<i>Phratora vitellinae</i>	Herbivori, muu kuin siitepöly tai mesi
	<i>Phyllotreta undulata</i>	Herbivori, muu kuin siitepöly tai mesi
Coccinellidae	<i>Coccidula rufa</i>	Predatori
	<i>Coccinella septempunctata</i>	Predatori
	<i>Coccinula quatuordecimpustulata</i>	Predatori
	<i>Propylea quatuordecimpunctata</i>	Predatori
	<i>Psyllobora vigintiduopunctata</i>	Predatori
Cryptophagidae	<i>Atomaria</i>	Fungivori
	<i>Micrambe abietis</i>	Fungivori
	<i>Telmatophilus typhae</i>	Herbivori, vain siitepöly
Curculionidae	<i>Anthonomus rubi</i>	Herbivori, muu kuin siitepöly tai mesi
	<i>Archarius salicivorus</i>	Herbivori, muu kuin siitepöly tai mesi
	<i>Ceutorrhynchus</i>	Herbivori, muu kuin siitepöly tai mesi
	<i>Cionus hortulanus</i>	Herbivori, muu kuin siitepöly tai mesi
	<i>Cleopomiarus graminis</i>	Jätetty pois puutteellisten tietojen vuoksi
	<i>Gymnetron beccabungae</i>	Herbivori, muu kuin siitepöly tai mesi
	<i>Hypera miles</i>	Herbivori, muu kuin siitepöly tai mesi
	<i>Hypera nigrirostris</i>	Herbivori, muu kuin siitepöly tai mesi
	<i>Isochnus foliorum</i>	Herbivori, muu kuin siitepöly tai mesi
	<i>Isochnus sequensi</i>	Herbivori, muu kuin siitepöly tai mesi
	<i>Miarus</i>	Jätetty pois puutteellisten tietojen vuoksi
	<i>Miarus ajugae</i>	Jätetty pois puutteellisten tietojen vuoksi
	<i>Otiorhynchus ligustici</i>	Herbivori, muu kuin siitepöly tai mesi
	<i>Phyllobius oblongus</i>	Herbivori, muu kuin siitepöly tai mesi
	<i>Phyllobius pyri</i>	Herbivori, muu kuin siitepöly tai mesi
	<i>Polydrusus tereticollis</i>	Herbivori, muu kuin siitepöly tai mesi
	<i>Rhamphus pulicarius</i>	Herbivori, muu kuin siitepöly tai mesi
	<i>Rhinoncus pericarpus</i>	Herbivori, muu kuin siitepöly tai mesi
	<i>Sitona</i>	Herbivori, muu kuin siitepöly tai mesi
	<i>Strophosoma capitatum</i>	Herbivori, muu kuin siitepöly tai mesi
	<i>Tachyerges salicis</i>	Herbivori, muu kuin siitepöly tai mesi
	<i>Tachyerges stigma</i>	Herbivori, muu kuin siitepöly tai mesi
	<i>Tropiphorus elevatus</i>	Herbivori, muu kuin siitepöly tai mesi
	<i>Tychius picirostris</i>	Herbivori, muu kuin siitepöly tai mesi
Elateridae	<i>Agriotes obscurus</i>	Herbovori, vain siitepöly
	<i>Athous subfuscus</i>	Herbivori, vain siitepöly ja mesi

LIITE 2. LAJIEN YKSILÖMÄÄRÄT PIENNARTYYPEISSÄ

Laji	Kokonaisyksilö-määrä lupiinipientareilla	Kokonaisyksilö-määrä lupiinittomilla pientareilla	Kokonaisyksilö- määrä kaikilla tutkituilla pientareilla
<i>Agapanthia villosoviridescens</i>	1	2	3
<i>Agriotes obscurus</i>	1	0	1
Aleocharinae	0	4	4
<i>Altica</i>	1	4	5
<i>Anaspis frontalis</i>	9	7	16
<i>Anaspis thoracica</i>	1	0	1
<i>Anoplodera maculicornis</i>	0	1	1
<i>Anoplodera sanguinolenta</i>	0	1	1
<i>Anthaxia quadripunctata</i>	3	1	4
<i>Anthonomus rubi</i>	0	3	3
<i>Anthribus nebulosus</i>	0	1	1
Apioninae	44	85	129
<i>Archarius salicivorus</i>	1	1	2
<i>Athous subfuscus</i>	1	12	13
<i>Atomaria</i>	2	3	5
<i>Bruchus loti</i>	0	2	2
<i>Cantharis figurata</i>	3	12	15
<i>Cantharis lateralis</i>	1	3	4
<i>Cantharis livida</i>	4	7	11
<i>Cantharis nigricans</i>	25	36	61
<i>Cantharis obscura</i>	2	2	4
<i>Cantharis pellucida</i>	1	8	9
<i>Cantharis rustica</i>	0	4	4
<i>Cassida</i>	0	3	3
<i>Ceutorrhynchus</i>	4	12	16
<i>Chaetocnema concinna</i>	6	6	12
<i>Chaetocnema picipes</i>	0	1	1
<i>Charopus graminicola</i>	3	8	11
<i>Chrysanthia geniculata</i>	18	32	50
<i>Chrysolina marginata</i>	0	2	2
<i>Cionus hortulanus</i>	0	1	1

LIITE 2. LAJIEN YKSILÖMÄÄRÄT PIENNARTYYPEISSÄ

Laji	Kokonaisyksilö-määrä lupiinipientareilla	Kokonaisyksilö-määrä lupiinittomilla pientareilla	Kokonaisyksilö- määrä kaikilla tutkituilla pientareilla
<i>Agapanthia villosviridescens</i>	1	2	3
<i>Agriotes obscurus</i>	1	0	1
Aleocharinae	0	4	4
<i>Altica</i>	1	4	5
<i>Anaspis frontalis</i>	9	7	16
<i>Anaspis thoracica</i>	1	0	1
<i>Anoplodera maculicornis</i>	0	1	1
<i>Anoplodera sanguinolenta</i>	0	1	1
<i>Anthaxia quadripunctata</i>	3	1	4
<i>Anthonomus rubi</i>	0	3	3
<i>Anthribus nebulosus</i>	0	1	1
Apioninae	44	85	129
<i>Archarius salicivorus</i>	1	1	2
<i>Athous subfuscus</i>	1	12	13
<i>Atomaria</i>	2	3	5
<i>Bruchus loti</i>	0	2	2
<i>Cantharis figurata</i>	3	12	15
<i>Cantharis lateralis</i>	1	3	4
<i>Cantharis livida</i>	4	7	11
<i>Cantharis nigricans</i>	25	36	61
<i>Cantharis obscura</i>	2	2	4
<i>Cantharis pellucida</i>	1	8	9
<i>Cantharis rustica</i>	0	4	4
<i>Cassida</i>	0	3	3
<i>Ceutorrhynchus</i>	4	12	16
<i>Chaetocnema concinna</i>	6	6	12
<i>Chaetocnema picipes</i>	0	1	1
<i>Charopus graminicola</i>	3	8	11
<i>Chrysanthia geniculata</i>	18	32	50
<i>Chrysolina marginata</i>	0	2	2
<i>Cionus hortulanus</i>	0	1	1
<i>Cleopomiarus graminis</i>	1	0	1

<i>Coccidula rufa</i>	0	1	1
<i>Coccinella septempunctata</i>	1	0	1
<i>Coccinula quatuordecimpustulata</i>	1	6	7
<i>Corticaria</i>	1	2	3
<i>Corticicara gibbosa</i>	26	13	39
<i>Crepidodera fulvicornis</i>	0	3	3
<i>Cryptocephalus aureolus</i>	1	3	4
<i>Cryptocephalus labiatus</i>	2	3	5
<i>Cryptocephalus parvulus</i>	0	1	1
<i>Cychramus luteus</i>	0	1	1
<i>Cyphon</i>	5	2	7
<i>Dalopius marginatus</i>	1	2	3
<i>Dasytes niger</i>	15	1	16
<i>Dasytes plumbeus</i>	7	1	8
<i>Dolichosoma lineare</i>	15	77	92
<i>Eusphalerum minutum</i>	426	663	1089
<i>Galeruca tanaceti</i>	0	1	1
<i>Galerucella</i>	1	4	5
<i>Galerucella tenella</i>	0	1	1
<i>Gaurotes virginea</i>	3	0	3
<i>Gymnetron beccabungae</i>	0	1	1
<i>Hemicrepidius niger</i>	1	0	1
<i>Hypera miles</i>	0	1	1
<i>Hypera nigrirostris</i>	0	1	1
<i>Isochnus foliorum</i>	0	1	1
<i>Isochnus sequensi</i>	0	1	1
<i>Lochmaea caprea</i>	1	0	1
<i>Longitarsus nasturtii</i>	0	1	1
<i>Luperus flavipes</i>	3	4	7
<i>Malthodes</i>	6	8	14
<i>Meligethes</i>	1153	657	1810
<i>Miarus</i>	0	2	2
<i>Miarus ajugae</i>	0	1	1
<i>Micrambe abietis</i>	0	1	1
<i>Mordella</i>	5	5	10
<i>Mordellistena</i>	1	4	5

<i>Notoxus monoceros</i>	0	1	1
<i>Oedemera</i>	1	0	1
<i>Oedemera femorata</i>	36	69	105
<i>Oedemera virescens</i>	2	1	3
<i>Olibrus</i>	2	8	10
<i>Otiorhynchus ligustici</i>	2	0	2
<i>Oulema erichsonii</i>	0	1	1
<i>Paraphotistus impressus</i>	0	1	1
<i>Pheletes aeneoniger</i>	0	2	2
<i>Phratora vitellinae</i>	1	0	1
<i>Phyllobius oblongus</i>	1	1	2
<i>Phyllobius pyri</i>	0	2	2
<i>Phyllotreta undulata</i>	9	45	54
<i>Polydrusus tereticollis</i>	0	1	1
<i>Propylea quatuordecimpunctata</i>	1	3	4
<i>Prosternon tessellatum</i>	1	3	4
<i>Psyllobora vigintiduopunctata</i>	3	0	3
Ptiliidae	0	4	4
<i>Rhagonycha nigriventris</i>	24	49	73
<i>Rhamphus pulicarius</i>	0	1	1
<i>Rhinoncus pericarpus</i>	0	1	1
<i>Sitona</i>	5	45	50
<i>Stenus</i>	0	1	1
<i>Strophosoma capitatum</i>	0	1	1
<i>Tachyerges salicis</i>	0	1	1
<i>Tachyerges stigma</i>	1	6	7
<i>Tachyporus obtusus</i>	1	0	1
<i>Tachyporus pulchellus</i>	1	0	1
<i>Telmatophilus typhae</i>	1	0	1
<i>Temnocerus coeruleus</i>	0	2	2
<i>Temnocerus longiceps</i>	0	1	1
<i>Trixagus carinifrons</i>	0	1	1
<i>Tropiphorus elevates</i>	0	1	1
<i>Tychius picirostris</i>	4	2	6
Yhteensä	1903	1991	3894