

Palkoluteen (*Piezodorus lituratus*) esiintyminen, siihen vaikuttavat ympäristötekijät ja ludeyhteisöjen koostumus komealupiinin (*Lupinus polyphyllus*) populaatioissa

Jay Savolainen

Biologia
LuK-tutkielma
Laajuus: 6 op

Ohjaaja:
Aino Kalske

16.02.2024
Turku

Turun yliopiston laatu järjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck -järjestelmällä.

LuK-tutkielma

Oppiaine: Biologia

Tekijä: Jay Savolainen

Otsikko: Palkoluteen (*Piezodorus lituratus*) esiintyminen, siihen vaikuttavat ympäristötekijät ja ludeyhteisöjen koostumus komealupiinin (*Lupinus polyphyllus*) populaatioissa

Ohjaaja: Aino Kalske

Sivumäärä: 24 sivua

Päivämäärä: 16.02.2024

Uusien vieras- ja tulokaslajien määrä on jatkuvassa kasvussa kaikkialla maailmassa, minkä seurauksena niiden aiheuttamat muutokset koskettavat yhä useampia eliöyhteisöjä. Sekä näiden uusien lajien välisten että niiden ja paikallisen lajiston välisten vuorovaikutussuhteiden tunteminen on edellytyksenä paikallisen lajiston onnistuneelle suojelulle ja haitallisten kehityskulkujen ennaltaehkäisylle. Tämän tutkielman tavoitteena on perehtyä Suomessa yleisen haitallisen vieraslajin, komealupiinin (*Lupinus polyphyllus*), populaatioiden ominaisuuksien vaikutuksiin maassamme suhteellisen uuteen lajiin, palkoluteeseen (*Piezodorus lituratus*), jonka arvellaan erikoistuneen käyttämään sitä ravintonaan Suomessa. Tarkastelen palkoluteen esiintymistä neljään eri habitaattityyppiin (joutomaa, metsä, niitty, tienvarsi) sijoittuvissa komealupiinipopulaatioissa sekä sen yksilötiheyden suhdetta komealupiinipopulaation laajuuteen ja tiheyteen. Testaan saako resurssien keskittymishypoteesi tukea palkoluteen ja komealupiinin kohdalla. Kyseisen hypoteesin oletuksena on että spesialistihyönteiset saavuttavat suuremman yksilötiheyden tiheimmissä ravintokasvipopulaatioissa ja että ne löytävät helpommin laajemmat ravintokasvipopulaatiot ja viihtyvät niissä pidempään. Lisäksi tarkastelen komealupiinipopulaatioiden ludeyhteisöjen monimuotoisuuden (sukujen lukumäärä ja ludeyksilöiden lukumäärä) vaikutusta palkoluteeseen ja yhteisökoostumuksen eroja eri habitaattityypeissä. Keräsin tutkimusaineiston 13:sta eri komealupiinipopulaatiosta Turun ja sen lähikuntien alueelta. Aineisto koostui yhteensä 78:sta haavintanäytteestä, jotka keräsin kahtena eri ajankohtana – molemmilla otoskerroilla kuusi näytettä per tutkimuspopulaatio. Toisen otoskerran näytteiden kaikki ludeyksilöt laskettiin ja määritettiin sukutasolle. Palkoluteita havaittiin yhteensä 98 yksilöä ja havainnot jakaantuivat kymmeneen eri tutkimuspopulaatioon. Laji oli runsaimmillaan joutomailla ja tienvarsilla ja vähälukuinen metsissä ja niityillä. Resurssien keskittymishypoteesi ei saanut tukea. Palkolude ei välttämättä vaadi laajaa tai tiheää komealupiiniesiintymää voidakseen olla runsaslukuinen. Myöskään ludemonimuotoisuuden ja palkoluteen yksilötiheyden välillä ei ollut yhteyttä. Komealupiinipopulaatioista löytyi yhteensä 1185 ludeyksilöä, jotka kuuluivat 42:n sukuun. Muista ludelajeista viherluteiden (*Palomena prasina*) ja okaluteiden (*Alydus calcaratus*) havaittiin myös käyttävän komealupiinia ravintonaan. Näiden lajien vaikutuksesta palkoluteeseen sekä palkoluteen muista potentiaalisista ravintokasveista tarvitaan lisää tutkimusta.

Avainsanat: komealupiini, palkolude, vieraslajit, resurssien keskittymishypoteesi, Heteroptera, ludeyhteisö

Sisällysluettelo

1	Johdanto	1
1.1	Tulokas- ja vieraslajit ja niiden vaikutukset	1
1.2	Vieraslajien väliset vuorovaikutukset	2
1.3	Resurssien keskittymishypoteesi	3
1.4	Komealupiini ja palkolude	3
1.5	Tutkimuksen tavoite ja tutkimuskysymykset	4
2	Aineisto ja menetelmät	6
2.1	Tutkimuslajit	6
2.2	Tutkimusaineisto	6
2.3	Aineiston käsittely ja tilastolliset analyysit	8
3	Tulokset	9
3.1	Palkoluteen esiintyminen komealupiinipopulaatioissa	9
3.2	Erilaisten ympäristömuuttujien yhteys palkoluteen esiintyvyyteen	11
3.3	Komealupiinipopulaatioiden muu ludeyhteisö	13
4	Pohdinta	15
	Kiitokset	18
	Lähteet	19
	Liitteet	22
	Liite 1. Tutkimuspopulaatioista havaitut ludesuvut sukukohtaisessa yleisyysjärjestyksessä	22
	Liite 2. Tutkimuspopulaatioista havaittujen ludesukujen yksilömäärät yleisyysjärjestyksessä	23

1 Johdanto

1.1 Tulokas- ja vieraslajit ja niiden vaikutukset

Ihmisen avulla maantieteellisen leviämisen, kuten valtameren tai vuoriston, ylittäneitä ja siten luontaisen elinympäristönsä ulkopuolelle levinneitä lajeja kutsutaan vieraslajeiksi (Maa- ja metsätalousministeriö 2012). Uusien vieraslajien määrä on kasvanut jyrkästi kaikissa eliöryhmissä ja kaikkialla maailmassa viimeisen 200 vuoden aikana ja määrä jatkaa edelleen kasvuaan (Seebens ym. 2018). Tärkeimpiä syitä vieraslajien määrän kasvulle ovat henkilö- ja tavaraliikenteen lisääntynyt määrä sekä maankäytön muutokset, jotka ovat edistäneet erityisesti putkilokasvilajien asettumista uusille elinalueille (Seebens ym. 2017). Suomen ympäristökeskuksen arvion (2023) mukaan Suomessa elää vakituisesti 600–1000 vieraslajia. Ilmastonmuutoksen myötä myös tulokaslajien, eli itsenäisesti uusille elinalueille levittäytyneiden lajien, määrä on kasvanut pohjoisella pallonpuoliskolla eliölajien levittäytyessä pohjoisemmaksi (Callaghan ym. 2004). Esimerkiksi Suomeen on levittäytynyt 2000-luvun aikana yli 1000 uutta tulokaslajia, joista enemmistö on lentäviä hyönteisiä (Suomen ympäristökeskus 2023).

Suomeen vakiintuneista vieraslajeista 160 on luokiteltu haitallisiksi vieraslajeiksi (Suomen ympäristökeskus 2023). Haitalliset vieraslajit aiheuttavat haittaa paikalliselle eliölajistolle tai ekosysteemeille, taloudelle tai ihmisten tai muiden eliöiden terveydelle (Maa- ja metsätalousministeriö 2012). Vieraskasvilajit voivat aiheuttaa suoraan haittaa muille eliölajeille esimerkiksi aiheuttamalla muutoksia maaperän ravinnekoostumuksessa, varjostamalla muita kasvilajeja, erittämällä erilaisia kemikaaleja sekä ilmaan että ritsosfääriin tai houkuttelemalla pölyttäjiä paikallisten kasvilajien kustannuksella (Vilà ym. 2011; Desurmont & Pearse 2014). Vieraslajihyönteisten haittavaikutukset puolestaan tapahtuvat usein niiden ravintokasvien välityksellä: ne voivat aiheuttaa esimerkiksi metsätuhoja tai satotappioita, kilpailla resursseista paikallisten lajien kanssa tai vaikuttaa eliöyhteisöjen ravintoketjuihin (Desurmont & Pearse 2014). Kaiken kaikkiaan erilaisilla vieraslajeilla on hyvin monenlaisia ja kauaskantoisia vaikutuksia sekä terrestrisiin että akvaattisiin ekosysteemeihin (Pyšek ym. 2020). Vieraslajien katsotaankin olevan luonnonvarojen liikakäytön ohella merkittävin luonnon monimuotoisuutta maailmanlaajuisesti uhkaava tekijä (Bellard ym. 2016). Suomessa 51:n pääasiassa uhanalaisen lajin olemassaoloa uhkaa haitallinen vieraslaji, jonka lisäksi niiden katsotaan olevan tulevaisuudessa jonkinasteinen uhka ainakin 243 lajille (Jauni ym. 2021).

1.2 Vieraslajien väliset vuorovaikutukset

Vieraslajien välisistä vuorovaikutussuhteista tutkituimpia ja parhaiten tunnettuja ovat kasvien ja kasvinsyöjien väliset herbivoriasuhteet, mutta myös esimerkiksi erilaiset mutualistiset suhteet ovat yleisiä (Simberloff & Von Holle 1999). Simberloff ja Von Holle (1999) kuvailevat artikkelissaan tapoja, joilla vieraslajit voivat helpottaa toinen toistensa selviytymistä, ja siten vakiintumista ja runsastumista, uudessa elinympäristössään. Tällaisia ovat esimerkiksi kasvien ja eläinten väliset mutualistiset suhteet, joissa kasvi tarjoaa eläimelle ravintoa tai ja suojaa ja eläin kasville pölytyspalveluita tai levittää sen siemeniä. Sekä eläimet että kasvit voivat myös muokata elinympäristöään siten että se on suotuisampi ympäristö muille vieraslajeille. Tästä esimerkkinä on se, miten haitallisten vieraskasvien on havaittu usein aiheuttavan uudessa elinympäristössään sellaisia muutoksia, joiden seurauksena sen monimuotoisuus on vähäisempää ja muiden lajien yksilötiheys alhaisempi verrattuna saman alueen paikallisen lajiston asuttamiin ympäristöihin (Vilà ym. 2011). Nämä muutokset voivat helpottaa muiden samankaltaisiin olosuhteisiin sopeutuneiden vieraskasvilajien vakiintumista samalle paikalle (Simberloff & Von Holle 1999) ja edistää sekä muiden vieraskasvien että -hyönteisten asettumista alueelle, jolla on vähemmän niiden luontaisia vihollisia, kuten kasvinsyöjiä ja parasitoideja (Cornell & Hawkins 1993). Osa luontaisista vihollisista saattaa myöhemmin kyetä seuraamaan ravinto- tai isäntälajiaan uudelle alueelle, mutta yleinen trendi kuitenkin on, että uudelle elinalueelle melko hiljattain levinneet vieras- ja tulokaslajit kohtaavat vähemmän kasvinsyöntiä ja loisintaa kuin paikalliset lajit. Jotkin uuden elinalueen lajeista alkavat tavallisesti ennen pitkää hyödyntää uutta lajia ravintonaan tai loisia sillä, mutta näiden vuorovaikutussuhteiden kehittyminen vie aikaa (Cornell & Hawkins 1993).

Vieraskasvien ja -kasvinsyöjien välisessä suhteessa kasvinsyöjän ravintokasvispesifisyyden on havaittu vaikuttavan siihen, miten haitallinen se on vieraskasville (Parker ym. 2006). Spesialistihyönteiset pystyvät suuren yksilötiheyden saavuttaessaan aiheuttamaan merkittävää haittaa kasville, mistä johtuen niitä usein käytetäänkin biologisessa torjunnassa (Desurmont & Pearse 2014). Sen sijaan vierasperäiset generalistit usein hyödyttävät vieraskasvia, sillä niiden aiheuttama vahinko on vähäisempää yksittäiselle kasvilajille kuin paikallisten generalistien aiheuttama ja ne varsinkin runsaslukuisina haittaavat paikallisten kasvinsyöjien olemassaoloa heikentäen siten paikallisen eliöyhteisön biottista vastustuskykyä eli kykyä vastustaa invaasioita (Parker ym. 2006).

1.3 Resurssien keskittymishypoteesi

Resurssien keskittymishypoteesin (Root 1973) mukaan specialistit kasvinsyöjähyönteiset saavuttavat suuremman yksilötiheyden tiheimmissä ja lajistoltaan yksinkertaisemmissa ravintokasvipopulaatioissa. Ne myös löytävät ravintokasvipopulaation sitä helpommin, mitä laajempi se on ja viipyvät tiheissä kasvipopulaatioissa pidempään. Hypoteesi on muodostunut eräänlaiseksi klassikoksi ja sitä on testattu monien tutkimusryhmien toimesta vaihtelevin tuloksin. Resurssien keskittymishypoteesi on saanut sekä tukea (Andow 1990) että osittaista tukea (Rhainds & English-Loeb 2003) tai jäänyt vaille tukea (Grez & González 1995; Chau ym. 2020). Hambäck ja Englund (2005) ovat hypoteesia koskevassa artikkelissaan esittäneet parannusehdotuksia resurssien keskittymishypoteesiin, kuten ravintokasvilaikkujen geometrian ja tulo- ja lähtömuuton erisuuruuden huomioon ottamista laskennallisessa mallissa. Heidän mukaansa malli kykenee ennustamaan alkuperäisessä muodossaan vain positiivisia kasvipopulaation pinta-alan ja kasvinsyöjähyönteisen tiheyden suhteita.

1.4 Komealupiini ja palkolude

Komealupiini (*Lupinus polyphyllus*) on Suomessa yleisenä esiintyvä haitallinen vieraslaji, jonka alkuperäinen levinneisyysalue sijaitsee läntisessä Pohjois-Amerikassa (Fremstad 2010; Eckstein ym. 2023). Laji lukeutuu myös monissa muissa Euroopan maissa ongelmallisimpien vieraslajien joukkoon (Eckstein ym. 2023). Komealupiini on kookas ja nopeakasvuinen typensitojalaji (Davis 1991; Fremstad 2010), joka voi aiheuttaa haittaa muille kasveille muuttaessaan maaperän ravinneolosuhteita (Fremstad 2010), varjostamalla niitä ja muodostamalla tiheitä kasvustoja (Maron & Connors 1996; Ramula & Pihlaja 2012). Suomessa komealupiinilla on havaittu olevan negatiivinen vaikutus putkilokasvien lajimonimuotoisuuteen (Ramula & Pihlaja 2012) ja monien niveljalkaisten (Arthropoda) eliöiden yksilömäärään (Valtonen ym. 2006; Ramula & Sorvari 2017).

Komealupiinille tyypillisiä kasvupaikkoja Suomessa ovat erityisesti tienvarret, joutomaat, sorakuopat (Mossberg ym. 2014: 336) ja niityt, mutta sitä tavataan myös varjoisammilla paikoilla aluskasvillisuutena (Ramula & Pihlaja 2012).

Komealupiinia käyttävät ravintonaan Suomessa esimerkiksi lehtokotilo (*Arianta arbustorum*) ja kasvilla satunnaisesti tavattavat hohtopensasyökkösen (*Amphipyra pyramidea*) ja

ohdakeperhosen (*Vanessa cardui*) toukat (Kalske ym. 2022) sekä uudehkona tulokkaana palkolude (*Piezodorus lituratus*) (Pynnönen 2019).

Palkolude on typpyluteisiin (Pentatomidae) kuuluva tulokas- tai vieraslaji, joka havaittiin ensimmäisen kerran Suomessa vuonna 2019 (Pynnönen 2019) ja joka on sittemmin vakiintunut maamme lajistoon sen eteläisissä osissa (Suomen lajitietokeskus 2023). Maailmanlaajuisesti palkoludetta tavataan Pohjois-Amerikassa ja suurimmassa osassa Eurooppaa (Wachmann ym. 2008: 161; Integrated taxonomic information system (ITIS) 2023).

Palkolude käyttää ravinnokseen monien hernekasvien (Fabaceae) kasvinesteitä (Bantock 2018; Wachmann ym. 2008: 161), mutta sen on havaittu Ruotsissa (SLU artdatabanken 2023) ja Suomessa ruokailevan lähinnä *Lupinus*-suvun kasveilla (Pynnönen 2019; Kaunisto & Rinne 2021: 56). Laji tunnetaan myös runsaslukuisena viljelytuholaisena ainakin Turkissa (Mutlu ym. 2020) ja Venäjällä (Kaplin ym. 2020). Palkolude viihtyy lämpimissä ja kuivissa ympäristöissä ja suosii varsinkin hiekkapohjaisia paikkoja (Wachmann ym. 2008: 161).

1.5 Tutkimuksen tavoite ja tutkimuskysymykset

Tässä tutkimuksessa tarkastelen palkoluteen esiintyvyyttä komealupiinipopulaatioissa ja komealupiinipopulaation ominaisuuksien vaikutusta palkoluteeseen. Testaan myös että saako resurssien keskittymishypoteesi tukea palkoluteen ja komealupiinin kohdalla. Kyseistä hypoteesia ei vielä olla tiettävästi testattu vieraslajikontekstissa, siten että mahdollisesti molemmat vuorovaikutuksen osapuolet ovat vieraslajeja. Lisäksi selvitän komealupiinipopulaatioiden ludeyhteisöjen monimuotoisuutta ja niiden eroja. Palkoluteen tilanteen tarkempi tarkastelu on tärkeää, koska laji on jo muualla levinneisyysalueellaan osoittanut voivansa aiheuttaa haittaa taloudellisesti merkittäville viljelykasveille (Kaplin ym. 2020; Mutlu ym. 2020) ja koska sen on havaittu pystyvän käyttämään joustavasti monenlaisia hernekasveja ravintonaan (Bantock 2018; Wachmann ym. 2008: 161).

Lähestyn edellä mainittuja asioita seuraavien kysymysten kautta:

- 1) Esiintyykö palkoludetta komealupiinipopulaatioissa ja onko lajin esiintyminen yhteydessä habitaattityyppiin?
- 2) Onko palkoluteiden tiheyden ja resurssien määrän (komealupiinipopulaation laajuus, komealupiinien yksilötiheys) välillä havaittavissa yhteyttä?

3) Onko palkoluteiden tiheyden ja yleisen ludemonimuotoisuuden (sukujen lkm., yksilöiden lkm.) välillä havaittavissa yhteyttä?

4) Onko komealupiinipopulaatioiden ludeyhteisössä vaihtelua populaatioiden välillä?

Koska palkoluteen arvellaan erikoistuneen Suomessa komealupiinin käyttämiseen ravintona (Pynnönen 2019; Kaunisto & Rinne 2021: 56), pidän todennäköisenä sen esiintymistä valtaosassa tutkimuspopulaatioista, ja koska laji suosii lämpimiä ja kuivia ympäristöjä (Wachmann ym. 2008: 161), se on todennäköisesti runsaslukuisempi aurinkoisilla niityillä, tienvarsilla ja joutomailla. Varjoisista metsäympäristöistä palkolude saattaa puuttua kokonaan, sillä niissä on tavallisesti kosteampaa.

Koska palkoluteelle sopivaa elinympäristöä on Suomessa runsaasti tarjolla ja lajilla ei ole tiettävästi juurikaan kilpailijoita Suomessa, pidän mahdollisena sen esiintymistä hyvinkin runsaana. Resurssien konsentraatiohypoteesin mukaisesti odotan palkoludetiheyden korreloivan positiivisesti komealupiinipopulaation laajuuden ja tiheyden kanssa.

Ludesukujen lukumäärän eli luteiden monimuotoisuuden odotan korreloivan negatiivisesti palkoludetiheyden kanssa, koska palkoluteen voi odottaa hyötyvän ravintokasvistaan, kun taas muiden ludelajien suhtautuminen lajiin on todennäköisesti neutraali tai negatiivinen riippuen komealupiinin vaikutuksista niiden käyttämiin ravintoresursseihin. Komealupiinin on havaittu vaikuttavan negatiivisesti putkilokasvien lajimonimuotoisuuteen (Ramula & Pihlaja 2012), jonka odotan heijastuvan myös tutkimuspopulaatioiden ludemonimuotoisuuteen. Muihin lajeihin kuuluvien ludeyksilöiden lukumäärän ja palkoluteiden tiheyden mahdollisen tilastollisen yhteyden suunnasta minulla ei ole ennako-odotuksia, sillä se riippuu komealupiinipopulaatioista löytyvästä ludelajistosta, josta ei ole saatavilla aiempaa tutkimustietoa.

Eri komealupiinipopulaatioiden ludeyhteisöissä on todennäköisesti ainakin jonkinlaista vaihtelua eri habitaattityyppien välillä, sillä niiden abioottiset olosuhteet poikkeavat toisistaan esimerkiksi kosteuden ja valoisuuden suhteen ja eri habitaattityypeissä on erilaista kasvilajistoa.

2 Aineisto ja menetelmät

2.1 Tutkimuslajit

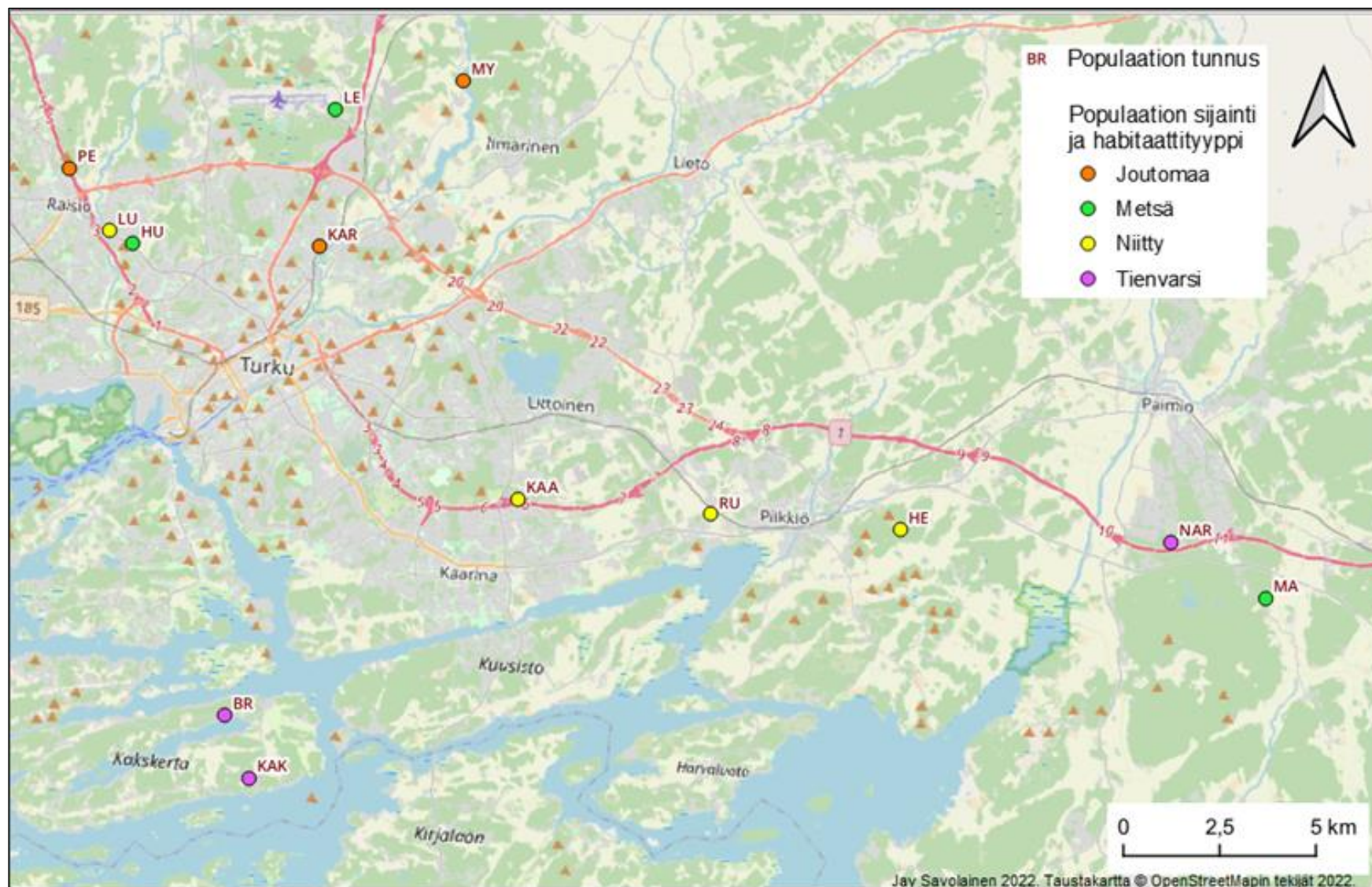
Komealupiini on monivuotinen hernekasvilaji. Laji kukkii yleensä touko—heinäkuussa, mutta kukkivia yksilöitä voidaan havaita vielä syys—lokakuussa (Fremstad 2010; Eckstein ym. 2023). Komealupiinin siemenet kypsyvät tavallisesti loppukesällä tai alkusyksyllä ja kimpoavat siemenpalon haljetessa emokasvin läheisyyteen (Fremstad 2010). Kasvilajin pölytyksestä vastaavat pääasiassa kimalaiset (*Bombus spp.*) (Pohtio & Teräs 1995).

Palkolude on luteisiin (alalahko Heteroptera) kuuluva hyönteislaji, jonka ravintokasveihin kuuluvat esimerkiksi jänönvihma (*Cytisys scoparius*), pensasväriherne (*Genista tinctoria*), piikkiherneet (*Ulex spp.*), kultasateet (*Laburnum spp.*) ja lupiinit (*Lupinus spp.*) (Wachmann ym. 2008: 161; Bantock 2018). Palkolude on aikuistalvehtija ja sen paritteluaika on touko—heinäkuussa (Wachmann ym. 2008: 161). Wachmannin ym. (2008) mukaan lajin nymfejä voidaan havaita aina syyskuulle asti ja seuraavan polven aikuisia yksilöitä heinäkuun lopulta tai elokuun alusta alkaen. Suomessa on kuitenkin havaittu sekä nymfejä että aikuisia yksilöitä vielä lokakuun puolivälissä (Suomen lajitietokeskus 2022), mikä lienee seurausta palkoluteen selviämislle suotuisan ajan pidentymisestä ilmaston lämpenemisen myötä.

2.2 Tutkimusaineisto

Keräsin tutkimuksen aineiston 13 komealupiinipopulaatiosta Turusta ja sen lähikuntien alueelta Varsinais-Suomesta (Kuva 1). Tutkimuspopulaatiot edustivat neljää erilaista habitaattityyppiä, jotka olivat joutomaa, niitty, metsä ja tienvarsi. Keräsin jokaisesta tutkimuspopulaatiosta aineistoa kahtena eri ajankohtana kesän 2022 aikana. Ensimmäinen otoskerta sijoittui 15.06.–21.06.2022 välille ja toinen 28.07.–01.08.2022 välille.

Palkoluteiden esiintyvyyden selvittämiseksi keräsin jokaisesta komealupiinipopulaatiosta yhteensä 12 haavintanäytettä – kuusi kummallakin otoskerralla. Käytin näytteiden keräämiseen kenttähaavia, jonka vanteen halkaisija oli 35 cm. Yksi haavintanäyte koostui kymmenestä haavinvedosta, jotka keräsin rauhallista kävelyvauhtia suoraa linjaa kävellen. Sijoitin haavintalinjat mahdollisimman tasaisesti tutkimuspopulaatioiden eri osiin ja



Kuva 1. Tutkimuspopulaatioiden (N=13) sijainnit ja habitaattityypit.

satunnaistin niiden tarkat aloituskohdat heittämällä taittomittaa olan ylitse. Laitoin kunkin haavintanäytteen välittömästi keräämisen jälkeen yksilöllisillä keräystiedoilla varustettuun minigrip-pussiin (koko 29,5 cm x 13,5 cm) ja sitten edelleen kylmälaukkuun. Myöhemmin saman päivän aikana siirsin näytteet kylmähuoneeseen, -20 °C:seen, jossa pidin niitä vähintään kolme vuorokautta ennen niiden läpikäyntiä.

Laskin molemmista näyte-eristä palkoluteiden lukumäärät elinvaiheittain (aikuiset ja nymfit) per näyte. Toisen otokerran näytteistä poimin lisäksi lähempään tarkasteluun myös kaikki muut ludeyksilöt. Määritin ne sukutasolle ja laskin jokaiselle populaatiolle sukukohtaiset yksilömäärät komealupiinipopulaatioiden ludeyhteisöjen tarkastelua varten. Käytin määrittäessä apuna stereomikroskooppia (Olympus SZ4045) sekä Rintalan ja Rinteen Suomen luteet -kirjan 2.painoksen (2011) lajitietoja ja määrittämissä ja Suomen lajitietokeskuksen verkkosivuilta (<https://laji.fi>) löytyviä ludelajien valokuvia.

Keräsin komealupiinipopulaatioiden laajuuteen ja tiheyteen liittyvän aineiston ensimmäisellä otokerralla. Selvitin lupiinipopulaatioiden laajuuden etsimällä maastossa kävelemällä kunkin populaation ääripisteet ja sitten mittaamalla suurimman leveyden ja suurimman pituuden puolen metrin tarkkuudella avokelamitalla.

Komealupiinien tiheyttä mittasin keräämällä jokaisesta tutkimuspopulaatiosta kuusi yhden neliömetrin suuruista kasvuruutua. Muodostin kasvuruudut kahdesta 90°:n kulmaan asetetusta taittomitasta. Ruudut sijoituivat niihin kohtiin, joihin toinen mitoista oli laskeutunut haavintalinjojen aloituskohtia satunnaistettaessa. Laskin jokaiselta kasvuruudulta kukkivien ja nupullisten komealupiiniyksilöiden sekä kaikkien komealupiiniyksilöiden lukumäärän. En laskenut kokonaismäärään mukaan aivan pieniä taimia, koska komealupiinin tiedetään yleensä kukkivan Suomessa vasta toisena kasvuvuotenaan (Jauni & Ramula 2017).

2.3 Aineiston käsittely ja tilastolliset analyysit

Käytin aineiston käsittelyssä sekä pylväs- ja sirontakuvaajien piirtämisessä Microsoft Exceliä (versio 2210) ja tein tutkimuspopulaatioiden sijaintia kuvaavan kartan QGIS-ohjelmalla (versio 3.28.0). Tilastolliset analyysit tein SAS-ohjelmalla (versio 8.3) lukuun ottamatta moniulotteista skaalausta (NMDS), jonka tein R-ohjelmalla (versio 4.2.1; R Core team 2022).

Tarkastelin ja vertailin tutkimuspopulaatioista löytyneiden palkoluteiden lukumääriä sekä visuaalisesti kuvaajien avulla että tilastollisilla testeillä. Käytin ensimmäisessä ja toisessa

otoksessa havaittujen palkoluteiden populaatiokohtaisten kokonaislukumäärien välisen riippuvuuden testaamiseen Spearmanin järjestyslukukorrelaatiota, koska muuttujat eivät olleet normaalijakautuneita. Käytin Spearmanin järjestyslukukorrelaatiota samasta syystä myös palkoluteiden keskimääräisen tiheyden (yksilöä /m²) ja erilaisten ympäristömuuttujien välisten riippuvuuksien tarkasteluun. Testattuja ympäristömuuttujia olivat komealupiinipopulaation laajuus (ha), kukkivien/nupullisten komealupiinien tiheys (yksilöä /m²), kaikkien komealupiinien tiheys (yksilöä /m²) sekä muiden havaittujen ludesukujen lukumäärä ja niihin kuuluvien yksilöiden kokonaismäärä. Eri habitaattityyppejä vertailin vain visuaalisesti eri habitaattiryhmien pienistä koista johtuen.

Käytin tilastollisissa testeissä palkoluteiden tiheyden osalta vain jälkimmäisen otoskerran aineistoa, sillä populaatiokohtaiset otokset olivat toisistaan riippuvaisia. Valitsin toisen otoskerran näytteet sen vuoksi, että silloin palkoluteita löytyi useammasta eri populaatiosta kuin ensimmäisellä otoskerralla, ja koska myös ludeyhteisödata perustui toisen otoskerran näytteisiin. Laskin keskimääräiset populaatiokohtaiset palkoludetiheydet jakamalla niiden kuudesta haavintanäytteestä löydettyjen palkoludeyksilöiden kokonaismäärän ensin kuudella (= linjakohtainen keskiarvo) ja sitten edelleen 24:llä, koska arvioin yksittäisen haavintalinjan kattavan pinta-alallisesti noin 12 m x 2 m:n kokoisen alueen. Komealupiinien tiheysmuuttujien osalta käytin tilastollisissa testeissä aritmeettisiä keskiarvoja, jotka perustuivat populaatioista kerättyihin kuuteen kasviruutuun.

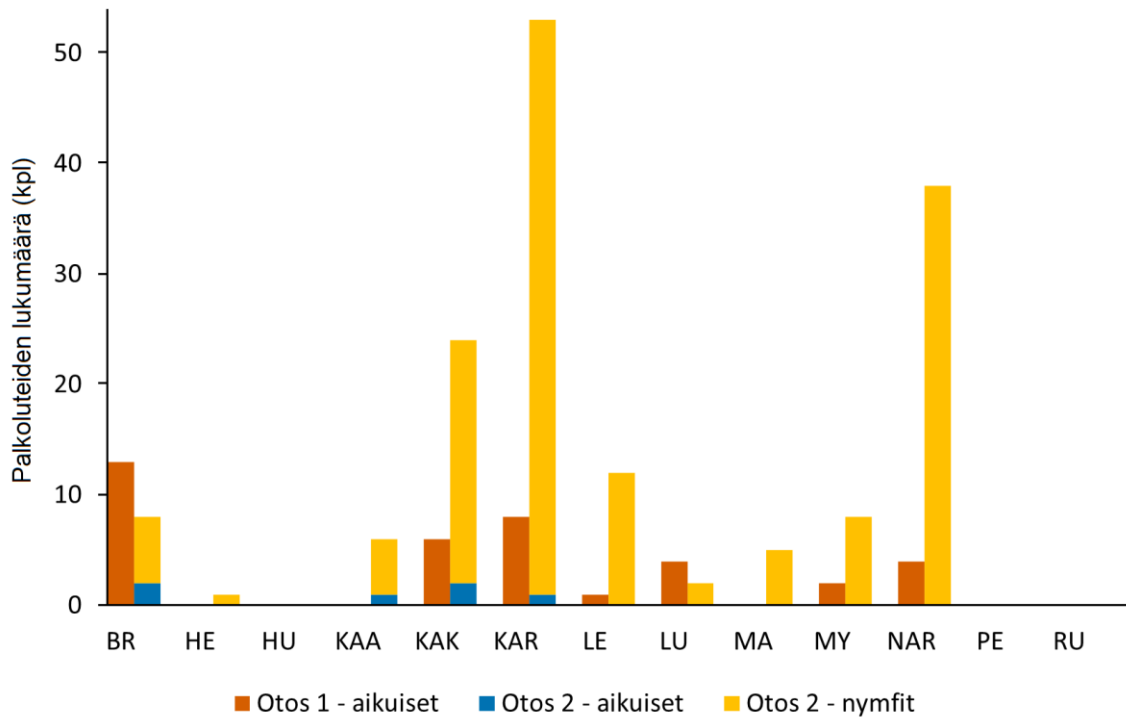
Käytin lupiinipopulaatioiden ludeyhteisöjen erojen analysointiin moniulotteista skaalausta (NMDS), jonka tein vegan-paketin metaMDS-funktiolla (Oksanen ym. 2022). Erilaisuusmatriisin muodostamisessa käytin Bray-Curtisin indeksiä (vegan-paketin vegdist-funktio) ja Wisconsinin kaksoisstandardisointia. Käytin mallissa tilastollisen selkeyden vuoksi kahta ulottuvuutta, jolloin sen stressi sai arvon 0,170. Malli perustui tutkimuspopulaatioissa havaittujen ludesukujen yksilömääriin palkolude mukaan lukien.

3 Tulokset

3.1 Palkoluteen esiintyminen komealupiinipopulaatioissa

Palkoluteita löytyi ensimmäisellä otoskerralla seitsemän komealupiinipopulaation haavintanäytteistä (Kuva 2). Lisäksi havaitsin tutkimuspopulaatioissa KAA yhteensä neljä

palkoludeyksilöä aineistonkeruun yhteydessä. Kaikki ensimmäisen otoksen 38 yksilöstä olivat aikuisia ja eniten palkoluteita löytyi tutkimuspopulaatioiden BR, KAR ja KAK näytteistä (Kuva 2). Yksittäiseltä haavintalinjalta löydettyjen palkoluteiden lukumäärä vaihteli ensimmäisellä otoskerralla 0–4 yksilön välillä, jotka jakautuivat populaatiosta riippuen 1–4 haavintalinjalle.



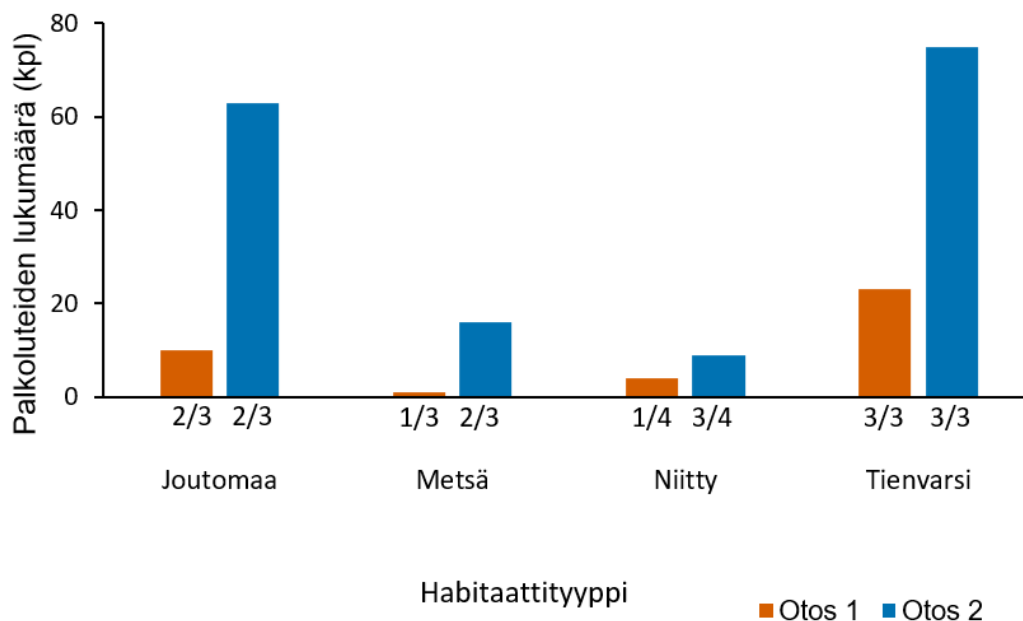
Kuva 2. Komealupiinin (*Lupinus polyphyllus*) populaatioista kerätyistä haavintanäytteistä (N = 78) löytyneiden palkoluteiden (*Piezodorus lituratus*) lukumäärät (kpl) tutkimuspopulaatioittain (N = 13), otoksittain ja elinvaiheittain (aikuiset, nymfit) jaoteltuna. Jokaisesta tutkimuspopulaatiosta kerättiin 6 haavintanäytettä /otoskerta.

Toisella otoskerralla palkoluteita löytyi kymmenestä tutkimuspopulaatiosta. Eniten yksilöitä oli tutkimuspopulaatioiden KAR, NAR ja KAK näytteissä (Kuva 2). Jälkimmäisen otoskerran näytteissä oli yhteensä 163 palkoludetta, joista kuusi oli aikuisia ja loput eri kehitysvaiheissa olevia nymfejä. Havaittuja yksilöitä oli 0–22 /linja ja ne jakautuivat 1–5 haavintalinjalle. Tutkimuspopulaatioiden HU, PE ja RU näytteistä ei löytynyt palkoluteita kummallakaan otoskerralla.

Ensimmäisen otoskerran suuret palkoludemäärät olivat voimakkaasti yhteydessä toisen otoskerran suuriin yksilömääriin ($r_s = 0,729$, $P = 0,005$, $N = 13$).

3.2 Erilaisten ympäristömuuttujien yhteys palkoluteen esiintyvyyteen

Kaikkien habitaattityyppien näytteistä löytyi palkoluteita, mutta laji oli kuitenkin selvästi runsaslukuisempi tienvarsilla ja joutomailla kuin metsissä ja niityillä (Kuva 3). Kaikista tutkimuksen aikana havaitsemistani palkoludeyksilöistä 98 (49 %) löytyi tienvarsilta, 73 (36 %) joutomailta, 17 (9 %) metsistä ja 13 (7 %) niityiltä. Samat habitaattityypit olivat vallitsevia myös tarkasteltaessa kummankin otoskerran näytteitä erikseen (Kuva 3).



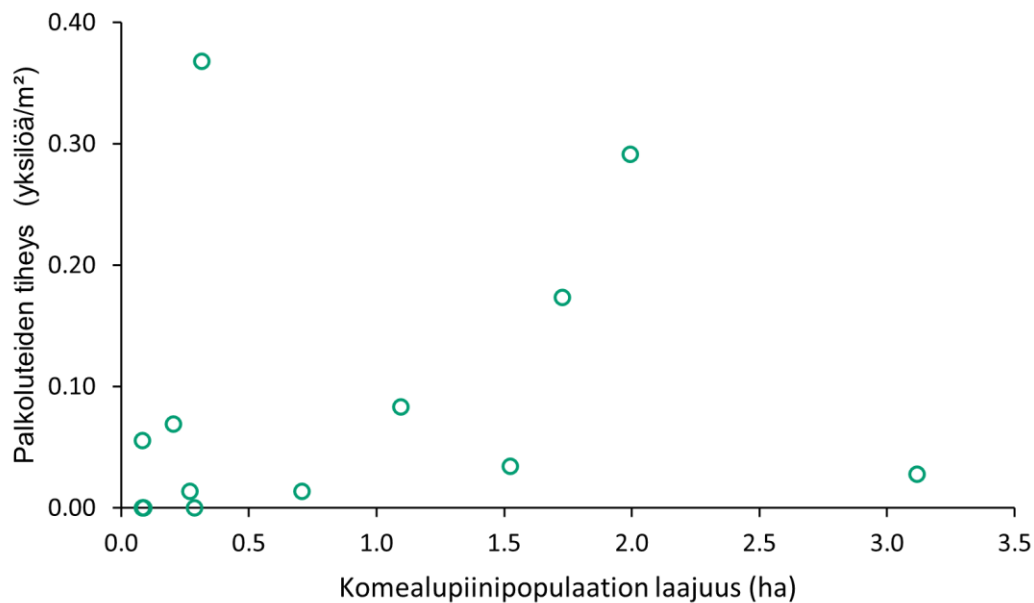
Kuva 3. Tutkimuksen aikaisten palkoludehavaintojen (*Piezodorus lituratus*) jakautuminen eri habitaatteihin kahdessa eri otoksessa sekä kuinka monessa kunkin habitaattityypin tutkimuspopulaatiossa palkoluteita havaittiin kyseisellä otoskerralla. Tutkimuspopulaatiot (N = 13) jakautuivat eri habitaattityyppeihin seuraavasti: 3 joutomaata, 3 metsää, 4 niittyä ja 3 tienvartta.

Komealupiinipopulaatioiden laajuus vaihteli 0,1–3,0 ha:n välillä. Keskimääräinen laajuus oli 0,9 ha (SD \pm 1,0). Suurimpia komealupiinipopulaatioita olivat MA (3,1 ha), NAR (2,0 ha) ja KAK (1,7 ha) ja pienimpiä RU, BR ja HU, jotka olivat kaikki noin 0,1 ha:n laajuisia. Komealupiinipopulaatioiden laajuuden ja palkoluteiden tiheyden välillä ei ollut tilastollista yhteyttä ($r_s = 0,451$, $P = 0,122$, $N = 13$) (Kuva 4).

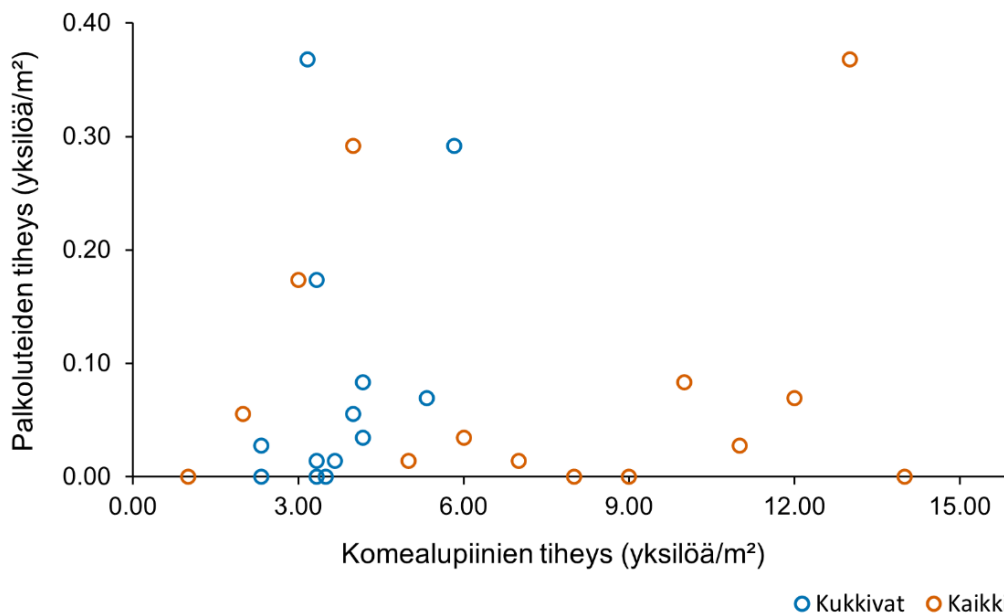
Kukkivien komealupiinien lukumäärä neliometrillä vaihteli 0–11 yksilön välillä ja kaikkien komealupiiniyksilöiden lukumäärä 0–34 välillä. Komealupiinien tiheyden ja palkoluteiden tiheyden välillä ei ollut tilastollista yhteyttä riippumatta siitä, että oliko tarkastelun kohteena vain

kukkivien ($r_s = 0,368$, $P = 0,216$, $N = 13$) komealupiinien vai kaikkien ($r_s = 0,141$, $P = 0,646$, $N = 13$) komealupiinien tiheydet (Kuva 5).

Komealupiinipopulaatioista toisella otoskerralla löytyneet muut luteet kuuluivat tutkimuspopulaatiosta riippuen 6—19 sukuun ja havaittujen ludeyksilöiden määrä vaihteli 23—202 välillä (Liitteet 1 ja 2). Palkoluteiden tiheyden (yksilöä /m²) ja muiden ludesukujen lukumäärän välillä ei havaittu yhteyttä ($r_s = 0,388$, $P = 0,190$, $N = 13$). Myöskään palkoluteiden tiheyden (yksilöä /m²) ja muiden luteiden yksilömäärän välillä ei ollut yhteyttä ($r_s = 0,069$, $P = 0,822$, $N = 13$).



Kuva 4. Palkoluteiden tiheydet (yksilöä /m²) ja komealupiinin (*Lupinus polyphyllus*) populaatioiden laajuuden (ha) mukaan. Kuvaajassa on käytetty palkoluteen osalta toisen otoskerran tiheyksiä. Jokainen piste vastaa yhtä tutkimuspopulaatiota ($N = 13$).



Kuva 5. Palkoluteiden tiheydet (yksilöä /m²) kukkivien (N = 13) ja kaikkien (N = 13) komealupiinien (*Lupinus polyphyllus*) tiheyden (yksilöä /m²) mukaan. Analyysissä on käytetty palkoluteen osalta toisen otokerran tiheyksiä. Jokainen piste vastaa yhtä tutkimuspopulaatiota.

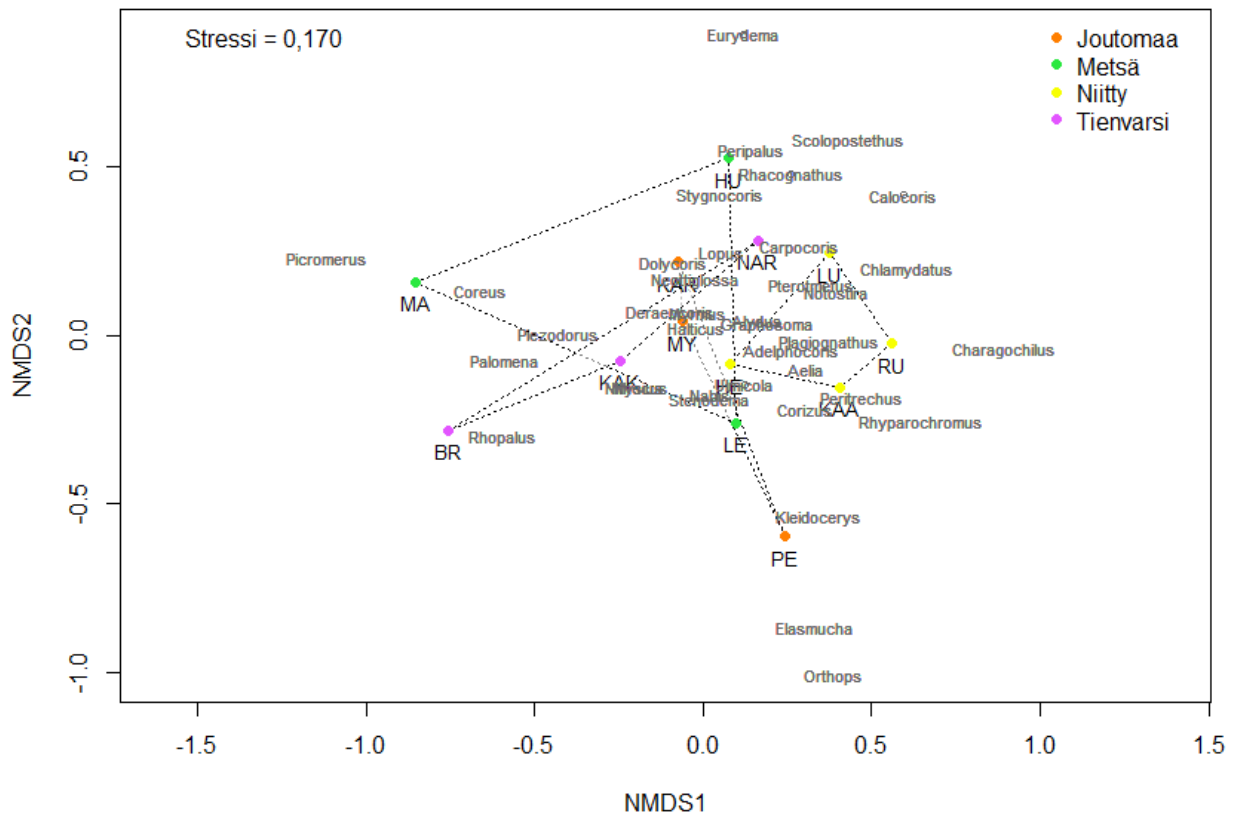
3.3 Komealupiinipopulaatioiden muu ludeyhteisö

Palkoluteiden lisäksi komealupiinipopulaatioista kerätyistä haavintanäytteistä löytyi toisella otokerralla yhteensä 1185 luteisiin (alalahko Heteroptera) kuuluvaa hyönteisyksilöä, jotka kuuluivat 42:n eri sukuun (Liitteet 1 ja 2).

Eri habitaattityyppien näytteistä löytyi seuraavat määrät ludesukuja ja -yksilöitä: niityiltä (N = 4) 30 eri sukua ja 489 yksilöä, metsistä (N = 3) 27 sukua ja 279 yksilöä, joutomailta (N = 3) 26 sukua ja 156 yksilöä ja tienvarsilta (N = 3) 22 sukua ja 261 yksilöä. Joutomaiden, tienvarsien ja metsien ludeyhteisöjen koostumuksessa oli paljon yhteistä lajistoa, mutta näiden habitaattityyppien sisällä oli hajontaa erityisesti metsiin sijoittuvissa tutkimuspopulaatioissa (Kuva 6). Niittyihin sijoittuvat tutkimuspopulaatiot sen sijaan muistuttivat enemmän toisiaan ja niiden ludeyhteisöihin kuului myös sellaista lajistoa, joka puuttui muista tutkimuspopulaatioista (Kuva 6; Liite 1).

Yksittäisen tutkimuspopulaation muut ludeyksilöt kuuluivat keskimäärin 14 ludesukuun (SD ± 5). Eniten eri sukuihin kuuluvia yksilöitä oli tutkimuspopulaatioiden MY ja NAR (19 sukua) sekä HE ja LU (18 sukua) näytteissä ja vähiten tutkimuspopulaatioiden BR ja MA (6 sukua) näytteissä (Liite 1). Yleisimpiä havaittuja ludesukuja olivat *Nabis*, *Palomena*, *Aelia*, *Alydus*,

Dolycoris, *Nithecus* ja *Plagiognathus*. Myös palkoluteen suku *Piezodorus* kuului yleisimpien havaittujen ludesukujen joukkoon (Liite1).



Kuva 6. Komealupiini populaatioissa toisella otantakerralla havaittujen ludesukujen yksilömääriin perustuva moniulotteinen skaalaus (NMDS), jossa on hyödynnetty Bray-Curtisin indeksii ja Wisconsinin kaksoisstandardisointia. Kuvassa ovat näkyvissä myös tutkimuspopulaatiot habitaattityypeineen.

Muihin ludesukuihin kuuluvia ludeyksilöitä havaittiin keskimäärin 91 yksilöä per tutkimuspopulaatio (SD ± 59). Eniten ludeyksilöitä havaittiin tutkimuspopulaatioiden LE (202 yks.), RU (182 yks.) ja HE (146 yks.) näytteissä ja vähiten tutkimuspopulaatioiden BR (23 yks.) ja MA (27 yks.) näytteissä (Liite 2).

Yksilömäärältään runsaimpia havaittuja ludesukuja olivat *Alydus*, *Plagiognathus* ja *Palomena*. Palkoluteen suku *Piezodorus* oli yksilömäärältään kolmanneksi runsain ludesuku haavintanäytteissä. Osassa tutkimuspopulaatioista edellä mainitut suvut olivat myös paikallisesti selvästi muita ludesukuja runsaammin edustettuja (Liite 2).

Havaitsin sekä okaluteiden (*Alydus calcaratus*) että viherluteiden (*Palomena prasina*) – jotka ovat kumpikin Suomessa sukujensa ainoat lajit – käyttävän komealupiinin kasvinesteitä ravintonaan. Varsinkin molempien lajien nymfejä esiintyi useiden yksilöiden ryhminä samoilla lupiiniyksilöillä palkoluteiden kanssa. Okalude oli erityisen runsas tutkimuspopulaatioissa LE ja RU, joissa havaitsin lupiiniyksilöitä, joilla oli 10+ okaludetta saman kasvin paloilla ruokailemassa ja aikuisia yksilöitä parittelemassa. Kaikkiaan okaluteita havaittiin molemmissa tutkimuspopulaatioissa yli sata yksilöä. Viherlude puolestaan oli huomattavan runsas tutkimuspopulaatioissa KAK, jossa niitä havaittiin 62 yksilöä – lähes kolminkertainen määrä verrattuna saman tutkimuspopulaation palkoluteiden yksilömäärään (Liite 2).

4 Pohdinta

Palkoludetta tavattiin molemmilla otoskerroilla enemmistössä tutkimuspopulaatioista ja lajin havaittiin myös lisääntyneen kaikissa niistä kymmenestä paikasta, joista siitä tehtiin havaintoja. Palkolude ei kuitenkaan ollut kaikissa tutkimuspopulaatioissa erityisen runsaslukuinen, mikä saattaa olla yksi syy siihen, miksi lajia havaittiin osassa tutkimuspopulaatioista vain jälkimmäisellä otoskerralla. Toisena syynä voi olla talvehtineiden palkoluteiden lähteminen liikkeelle eri aikaan talvehtimisen jälkeen ja siten esimerkiksi parittelun sijoittuminen eri ajankohtaan eri tutkimuspopulaatioissa, josta saadaan viitteitä komealupiinipopulaatioissa havaittujen ludeyksilöiden elinvaiheiden erilaisista suhteellisista määristä jälkimmäisenä otosajankohtana. Palkoluteen voidaan kuitenkin tehtyjen havaintojen perusteella todeta vakiintuneen osaksi komealupiinipopulaatioiden ludeyhteisöä Turussa ja lähikuntien alueella.

Palkoluteita havaittiin kaikissa tutkimuksessa mukana olleissa habitaattityypeissä, mutta laji oli selvästi runsaslukuisempi joutomailla ja tienvarsilla sijaitsevissa tutkimuspopulaatioissa. Metsissä sijaitsevissa komealupiinipopulaatioissa palkolude oli harvalukuinen. Vastoin odotuksia laji oli kuitenkin niityillä vielä metsäympäristöjäkin harvalukuisempi. Koska tässä tutkimuksessa ei tarkasteltu erilaisiin habitaatteihin sijoittuvien komealupiinipopulaatioiden abiottisten olosuhteiden tai esimerkiksi kasvilajiston eroja, syytä tähän ei voida keräämäni datan perusteella suoraan todeta. Lisäksi osan tutkimuspopulaatioista välinen etäisyys oli varsin lyhyt, minkä seurauksena niiden välillä voi olla spatiaalista autokorrelaatiota. Tällaisia tutkimuspopulaatiopareja ovat Kaksikerran saarella sijaitsevat tutkimuspopulaatiot BR ja KAK sekä Rasion tutkimuspopulaatiot LU ja PE. Myös se etteivät kaikki tutkimuspopulaatiot olleet yksinomaan jotain yhtä habitaattityyppiä, vaikutti todennäköisesti tutkimustulokseen.

Palkoluteen puuttuminen tutkimuspopulaatiosta PE voikin selittyä sillä, että kyseisessä tutkimuspopulaatiossa oli paikoin kohtalaisen runsas puustonpeittävyys.

Yksi mahdollinen syy palkoluteen vähälukuisuuteen niityillä voi olla sen mahdollisesti suurempi kuolleisuus niityillä, joka puolestaan voi olla seurausta ainakin kahdesta tekijästä: Ensinnäkin rakenteeltaan yksinkertaisempi, heinäpainotteinen, kasvillisuus tarjoaa vähemmän suojaa pedoilta ja mahdollisilta loisilta. Palkoluteiden vihollisiin lukeutuvat esimerkiksi hämähäkit (Nyffeler ym. 1994) ja *Nabis*-suvun naskaliluteet, jotka käyttävät ravintonaan erityisesti pienikokoisia kasvinsyöjähyönteisiä, mukaan lukien luteiden nymfejä (Lattin 1989). *Nabis*-suvun luteet kuuluivat yksilömäärältään yleisimpiin ludesukuihin komealupiinipopulaatioista keräämissäni näytteissä ja niitä tavattiin erityisesti niityillä ja joutomailla (Liite 2). Myös hämähäkkien rooli palkoludetiheyden säätelijänä saattaa olla tärkeä, sillä hämähäkkejä oli melko paljon kaikkien habitaattityyppien haavintanäytteissä (oma havainto) ja komealupiinien läsnäololla ei olla havaittu olevan negatiivista vaikutusta hämähäkkien yksilömääriin ainakaan joutomailla sijaitsevissa komealupiinipopulaatioissa (Ramula & Sorvari 2017). Palkoluteiden eri elinvaiheilla loisivien hyönteisten, kuten eräiden loiskärpästen, läsnäoloa tai runsautta ei selvitetty tässä tutkimuksessa. Toiseksi myös eri habitaattityypeissä vallitsevilla lämpötiloilla ja mahdollisuuksilla suojautua kesäisiltä lämpöaalloilta on mahdollisesti voinut olla vaikutusta palkoluteiden kuolleisuuteen. Esimerkiksi viherluteilla tehdyssä tutkimuksessa havaittiin lajin nymfien kuolleisuuden olevan suurempaa korkeammissa lämpötiloissa (Gusev & Lopatina 2018).

Resurssien keskittymishypoteesi ei saanut tukea tässä tutkimuksessa. Palkoluteen yksilötiheys ei ollut yhteydessä komealupiinipopulaation laajuuteen, eikä komealupiinien tiheyteen. Tulosten perusteella voidaan sen sijaan todeta, ettei palkolude välttämättä vaadi laajaa tai tiheää komealupiinipopulaatioita voidakseen olla runsaslukuinen.

Se ettei resurssien keskittymishypoteesi toteutunut, voi johtua siitä että kyseinen hypoteesi koskee ensisijaisesti specialistihyönteisiä. Vaikka palkoluteen arvellaan erikoistuneen käyttämään komealupiinia ravintonaan, asiaa ei kuitenkaan varsinaisesti olla tutkittu. Lajin tiheyteen eri tutkimuspopulaatioissa saattoi siten vaikuttaa myös muiden sille sopivien ravintokasvien läsnäolo, sillä kaikissa tutkimuspopulaatioissa kasvoi myös muita hernekasveja komealupiinien lisäksi. Palkoluteen on havaittu käyttävän Suomessa ravinnokseen komealupiinin lisäksi ainakin siperianhernepensasta (*Caragana arborescens*) (Pynnönen 2019) ja valkomesikkää (*Melilotus albus*) (oma havainto; tutkimuspopulaatiosta NAR). Muiden ravintokasvien merkitystä tai sitä että käyttäkö palkolude eri ravintokasveja eri ajankohtina, jos niitä on saatavilla samalla alueella, ei kuitenkaan tunneta.

Palkoluteiden tiheyden ja ludemonimuotoisuuden, eli ludesukujen ja ludeyksilöiden lukumäärän, välillä ei havaittu yhteyttä. Tästä ei kuitenkaan voida tehdä johtopäätöksiä muun ludelajiston mahdollisista vaikutuksista palkoluteeseen. Palkoluteen lisäksi paikalliseen ludelajistoon kuuluvien lajien, viherluteen ja okaluteen havaittiin käyttävän komealupiinia ravintonaan (Kuva 7). Esimerkiksi tutkimuspopulaatioissa RU ja LE okaluteiden havaittu yksilömäärä ylitti sata yksilöä ja tutkimuspopulaatioissa KAK havaittiin kaikkiaan 62 viherludeyksilöä, lähes kolminkertainen määrä palkoluteiden yksilömäärään nähden (Liite 2). Sen selvittämiseksi, miten viherluteiden ja okaluteiden läsnäolo vaikuttaa palkoluteeseen ja miten noin intensiivinen kasvinsyönti vaikuttaa komealupiiniin, tarvitaan lisää tutkimusta.



Kuva 7. Palkoluteen (*Piezodorus lituratus*), viherluteen (*Palomena prasina*) ja okaluteen (*Alydus calcaratus*) nymfit ruokailivat samalla komealupiiniyksilöllä tutkimuspopulaatioissa KAK. Kuva: Jay Savolainen.

Eri habitaattityyppien ludeyhteisöissä oli paljon päällekkäisyyttä metsien, tienvarsien ja joutomaiden osalta johtuen todennäköisesti siitä että kyseisissä tutkimuspopulaatioissa oli monesti useampien eri habitaattityyppien piirteitä. Niittyjen ludeyhteisö puolestaan erottui

muista habitaattityypeistä aivan omana kokonaisuutenaan, joka johtuu todennäköisesti kyseisen elinympäristön omaleimaisesti kasvilajistosta ja alhaisesta puustonpeittävydestä johtuvista abioottisista olosuhteista. Niityiltä kerätyistä haavintanäytteistä löytyi myös kaikkein eniten siemeniä ravintonaan käyttäviä ludelajeja. On kuitenkin mahdollista, että nämä lähellä maata elävät ludelajit jäivät muissa habitaattityypeissä haavin ulottumattomiin, sillä haavintanäytteiden kerääminen suoritettiin ensisijaisesti palkoluteiden yksilötiheyden havainnointia ajatellen eli priorisoiden sitä että haavinlyönnit osuivat riittävän korkealle, sillä palkoluteet suosivat erityisesti komealupiinin paloilla ruokailemista. Komealupiinipopulaatioiden ludeyhteisöistä voidaankin siis edelleen saada uutta, täydentävää tietoa hyödyntämällä haavinnan ohella muita havainnointimenetelmiä, kuten ikkuna- ja kuoppapyydyksiä. Passiivisten pyydystysmenetelmien avulla voidaan myös saada parempi kuva palkoluteiden yksilömäärien vaihtelusta komealupiinipopulaatioissa eri aikoina. Näitä menetelmiä voitaisiin hyödyntää sen selvittämisessä, että miten laaja palkoluteen esiintymisalue todellisuudessa on Suomessa. Komealupiinin laaja levinneisyysalue, joka ylittää nykyisin Suomessa pitkälle Rovaniemen yläpuolelle, tarjoaa lajille hyvät edellytykset levittäytymiseen yhä laajemmalle alueelle. Suomen lajitietokantaan merkittyjen havaintojen lisääntynyt määrä ajan kuluessa viittaa ainakin siihen, että palkolude on yleistymässä entisestään ainakin eteläisessä Suomessa.

Kiitokset

Kiitos ohjaajalleni Aino Kalskeelle avusta ja kommentteista työn eri vaiheissa. Kiitos Satu Ramulalle useimpien tutkimuspopulaatioiden koordinaateista sekä kommentteista ja Veikko Rinteelle ajatuksia herättävästä keskustelusta työn varhaisessa suunnitteluvaiheessa. Kiitos myös isälleni Jukka Savolaiselle mittausapulaisena toimimisesta ja tutkimuspopulaatiosta toiseen kulkemisen mahdollistamisesta. Viimeisenä muttei vähäisimpänä kiitos kumppanilleni Milja Sipilälle ja kaikille ystäväilleni myötäelämisestä ja tuesta tutkielman kirjoittamisen aikana.

Lähteet

- Andow DA (1990). Population dynamics of an insect herbivore in simple and diverse habitats. *Ecology*, 71(3):1006–1017.
- Bantock T (2018). Provisional atlas of shieldbugs & allies. Saatavilla: https://www.britishbugs.org.uk/Provisional_atlas_of_shieldbugs_and_allies_2018.pdf. Luettu 25.03.2023.
- Bellard C, Cassey P & Blackburn TM (2016). Alien species as a driver of recent extinctions. *Biology letters*, 12(2):20150623–20150623.
- Callaghan TV, Bjorn LO, Chernov Y, Chapin T, Christensen TR, Huntley B, Ims RA, Johansson M, Jolly D, Jonasson S ym. (2004). Biodiversity, distribution and adaptations of arctic species in the context of environmental change. *Ambio*, 33(7):404–417.
- Chau SN, Bristow LV, Grundel R & Hellmann JJ (2020). Resource segregation at fine spatial scales explains karner blue butterfly (*Lycaeides melissa samuelis*) distribution. *Journal of insect conservation*, 24(5):739–749.
- Cornell HV & Hawkins BA (1993). Accumulation of native parasitoid species on introduced herbivores: a comparison of hosts as natives and hosts as invaders. *The american naturalist*, 141(6):847–865.
- Davis MR (1991). The comparative phosphorus requirements of some temperate perennial legumes. *Plant and soil*, 133(1):17–30.
- Desurmont GA & Pearse IS (2014). Alien plants versus alien herbivores: does it matter who is non-native in a novel trophic interaction? *Current opinion in insect science*, 2:20–25.
- Eckstein RL, Welk E, Klinger YP, Lennartsson T, Wissman J, Ludewig K, Hansen W & Ramula S (2023). Biological flora of Central Europe – *Lupinus polyphyllus* Lindley. *Perspectives in plant ecology, evolution and systematics* 58:125715.
- Fremstad E (2010). NOBANIS – Invasive alien species fact sheet – *Lupinus polyphyllus*. – Saatavilla: Online database of the European network on invasive alien species – North European and Baltic network on invasive alien species (NOBANIS), www.nobanis.org. Luettu 18.11.2022.
- Grez AA & González RH (1995). Resource concentration hypothesis: effect of host plant patch size on density of herbivorous insects. *Oecologia* 103(4):471–474.
- Gusev IA & Lopatina EB (2018). Temperature and photoperiodic control of development in the green shield bug *Palomena prasina* (L.) (Heteroptera, Pentatomidae) in Leningrad province. *Entomological review*, 98(8):939–955.
- Hambäck PA & Englund G (2005). Patch area, population density and the scaling of migration rates: the resource concentration hypothesis revisited. *Ecology letters*, 8(10):1057–1065.
- Integrated taxonomic information system – ITIS (2023). *Piezodorus lituratus* (Fabricius, 1794). Saatavilla: https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=108950#null. Luettu 15.2.2024.

- Jauni M & Ramula S (2017). Demographic mechanisms of disturbance and plant diversity the establishment of invasive *Lupinus polyphyllus*. *Journal of plant ecology*, 80(3):510–517.
- Jauni M, Rytteri T, Huusela E & Urho L (2021). Tavoite 9: punaisella listalla olevat lajit, joita haitalliset vieraslajit uhkaavat. Julkaisussa: Arvio EU:n biodiversiteettistrategian vaikutuksista Suomessa (Kärkkäinen L & Koljonen S toim.). *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 75:191–210. Luonnonvarakeskus, Helsinki.
- Kalske A, Luntamo N, Salminen J-P & Ramula S (2022). Introduced populations of the garden lupine are adapted to local generalist snails but have lost alkaloid diversity. *Biological invasions*, 24(1):51–65.
- Kaplin VG, Volodina IA, Kuryanovich AA & Vasin VG (2020). Dynamics of the composition and density of insects on aboveground organs of alfalfa in the forest-steppe of Samara province. *Entomological review*, 100(5),591–619.
- Kaunisto K & Rinne V (2021). *Hyönteisiä Suomen luonnossa*. Kustannusosakeyhtiö Otava, Helsinki. ISBN 978-951-1-36767-3.
- Lattin JD (1989). Bionomics of the *Nabidae*. *Annual review of entomology*, 34(1):383–400.
- Maa- ja metsätalousministeriö (2012). Kansallinen vieraslajistrategia. Kansallista vieraslajistrategiaa valmistelleen työryhmän ehdotuksen pohjalta koontanut Niemivuo-Lahti J. Saatavilla: <https://vieraslajit.fi/info/i-292>.
- Maron JL & Connors PG (1996). A native nitrogen-fixing shrub facilitates weed invasion. *Oecologia*, 105(3):302–312.
- Mossberg B, Stenberg L, Vuokko S & Väre H (2014). *Suuri pohjolan kasvio*. 4. painos. Helsinki: Kustannus Oy Tammi. ISBN 978-951-31-6779-0.
- Mutlu Ç, Çiftçi V, Yeken MZ & Mamay M (2020). The influence of different intensities of chalky spot damage on seed germination, grain yield and economic returns of red lentil. *Phytoparasitica*, 48(2):191–202.
- Nyffeler M, Sterling WL & Dean DA (1994). How spiders make a living. *Environmental entomology*, 23(6):1357–1367.
- Oksanen J, Blanchet FG, Friendly M, Kindt R, Legendre P, McGlenn D, Minchin PR, O'Hara RB, Simpson GL, Solymos P ym. (2022). *Vegan: community ecology package*. R package version 2.6-4. <https://cran.r-project.org/web/packages/vegan/index.html>.
- Parker JD, Burkepille DE & Hay ME (2006). Opposing effects of native and exotic herbivores on plant invasions. *Science*, 311(5766):1459–1461.
- Pohtio I & Teräs I (1995). Bumblebee visits to different colour morphs of the Washington lupine, *Lupinus polyphyllus*. *Entomologica fennica*, 6(2–3):139–151.
- Pynnönen P (2019). Tiedonantoja – Suomelle uusia lajeja. *Piezodorus lituratus* (Pentatomidae). *Sahlbergia*, 25(2):2.
- Pyšek P, Hulme PE, Simberloff D, Bacher S, Blackburn TM, Carlton JT, Dawson W, Essl F, Foxcroft LC, Genovesi P ym. (2020). Scientists' warning on invasive alien species. *Biological reviews of the Cambridge philosophical society*, 95(6):1511–1534.

QGIS Development Team (2022). QGIS geographic information system. Open source geospatial foundation project. <http://qgis.osgeo.org>.

Ramula S & Pihlaja K (2012). Plant communities and the reproductive success of native plants after the invasion of an ornamental herb. *Biological invasions*, 14(10):2079–2090.

Ramula S & Sorvari J (2017). The invasive herb *Lupinus polyphyllus* attracts bumblebees but reduces total arthropod abundance. *Arthropod-plant interactions*, 11(6):911–918.

R Core Team (2022). R: A language and environment for statistical computing. R foundation for statistical computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.

Rhainds M & English-Loeb G (2003). Testing the resource concentration hypothesis with tarnished plant bug on strawberry: density of hosts and patch size influence the interaction between abundance of nymphs and incidence of damage. *Ecological entomology*, 28(3):348–358.

Rintala T & Rinne V (2011). Suomen luteet. 2. päivitetty painos. Helsinki: Hyönteistarvike Tibiale. ISBN 978-952-67544-0-6.

Root RB (1973). Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). *Ecological monographs* 43(1):95–124.

Seebens H, Blackburn TM, Dyer EE, Genovesi P, Hulme PE, Jeschke JM, Pagad S, Pyšek P, Winter M, Arianoutsou M ym. (2017). No saturation in the accumulation of alien species worldwide. *Nature communications*, 8(1):14435.

Seebens H, Blackburn TM, Dyer EE, Genovesi P, Hulme PE, Jeschke JM, Pagad S, Pyšek P, van Kleunen M, Winter M ym. (2018). Global rise in emerging alien species results from increased accessibility of new source pools. *Proceedings of the national academy of sciences (PNAS)*, 115(10):E2264–E2273.

Simberloff D & Von Holle B (1999). Positive interactions of nonindigenous species: invasional meltdown? *Biological invasions*, 1:21–32.

SLU artdatabanken (2023). Artfakta: *Piezodorus lituratus*. Saatavilla: <https://artfakta.se/naturvard/taxon/piezodoruslitoratus-101574>. Luettu 13.11.2023.

Suomen lajitietokeskus (2023). *Piezodorus lituratus*. Saatavilla: <https://laji.fi/taxon/MX.5015645>. Luettu 07.11.2023.

Suomen ympäristökeskus (2023). Tulokas- ja vieraslajit. Saatavilla: <https://www.ymparisto.fi/fi/luonto-vesistot-ja-meri/luonnon-monimuotoisuus/lajien-monimuotoisuus/tulokas-ja-vieraslajit>. Luettu 13.12.2023.

Valtonen A, Jantunen J & Saarinen K (2006). Flora and lepidoptera fauna adversely affected by invasive *Lupinus polyphyllus* along road verges. *Biological conservation*, 133(3):389–396.

Vilà M, Espinar JL, Hejda M, Hulme PE, Jarošík V, Maron JL, Pergl J, Schaffner U, Sun Y & Pyšek P (2011). Ecological impacts of invasive alien plants: a meta-analysis of their effects on species, communities and ecosystems. *Ecology letters*, 14(7):702–708.

Wachmann E, Melber A & Deckert J (2008). Wanzen. Band 4: Pentatomomorpha II: Pentatomoidea: Cydnidae, Thyreocoridae, Plataspidae, Acanthosomatidae, Scutelleridae, Pentatomidae. Goecke & Evers, Keltern. ISBN 978-3-937783-36-9.

Liitteet

Liite 1. Tutkimuspopulaatioista havaitut ludesuvut sukukohtaisessa yleisyysjärjestyksessä

Toisen otokerran haavintanäytteistä havaitut ludesuvut tutkimuspopulaatioittain ja esiintymiseen perustuvassa yleisyysjärjestyksessä sekä tutkimuspopulaatiokohtaiset sukujen lukumäärät. 0= ei havaittu. 1= havaittu.

Suku	Populaatio													Yht.
	BR	HE	HU	CAA	KAK	KAR	LE	LU	MA	MY	NAR	PE	RU	
<i>Nabis</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	12
<i>Palomena</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	12
<i>Aelia</i>	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	10
<i>Alydus</i>	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	10
<i>Dolycoris</i>	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	10
<i>Nithecus</i>	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	10
<i>Piezodorus</i>	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	10
<i>Plagiognathus</i>	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	10
<i>Adelphocoris</i>	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	9
<i>Notostira</i>	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	8
<i>Coreus</i>	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	7
<i>Halticus</i>	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	7
<i>Stenodema</i>	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	7
<i>Graphosoma</i>	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	6
<i>Nysius</i>	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	5
<i>Rhopalus</i>	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	5
<i>Myrmus</i>	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	4
<i>Peripalus</i>	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	4
<i>Corizus</i>	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	3
<i>Kleidocerys</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	3
<i>Peritrechus</i>	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	3
<i>Pterotmetus</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	3
<i>Stygnocoris</i>	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	3
<i>Carpocoris</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2
<i>Chlamydatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2
<i>Elasmucha</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2
<i>Lopus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2

<i>Neottiglossa</i>	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Picromerus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2
<i>Scolopostethus</i>	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
<i>Apolygus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Calocoris</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Charagochilus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Cymus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Deraeocoris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Eurydema</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Lygocoris</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Lygus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Megalocoleus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Orthops</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Rhacognathus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Rhyparochromus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Ulmicola</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Yht.	7	19	15	12	13	17	19	18	7	20	20	10	11	

Liite 2. Tutkimuspopulaatioista havaittujen ludesukujen yksilömäärät yleisyysjärjestyksessä

Haavintanäytteissä toisella otokerralla havaittujen ludesukujen yksilömäärät tutkimuspopulaatioittain, ludesukukohtaiset kokonaismäärät sekä tutkimuspopulaatiokohtaiset ludeyksilöiden kokonaismäärät palkoluteen kanssa ja ilman. Suvut on järjestetty havaittujen yksilörunsauksien mukaan.

Suku	Populaatio													Yht.
	BR	HE	HU	CAA	KAK	KAR	LE	LU	MA	MY	NAR	PE	RU	
<i>Alydus</i>	0	40	2	4	7	9	114	18	4	0	35	0	123	356
<i>Plagiognathus</i>	0	17	10	18	0	5	26	27	0	7	37	10	17	174
<i>Piezodorus</i>	8	2	0	5	25	53	12	2	4	10	42	0	0	163
<i>Palomena</i>	14	11	1	6	62	2	6	7	19	14	4	2	0	148
<i>Aelia</i>	0	14	7	14	10	2	0	4	0	4	1	9	14	79
<i>Nabis</i>	3	9	3	12	6	2	11	5	0	5	6	6	4	72
<i>Adelphocoris</i>	0	13	0	0	1	2	6	5	0	7	5	1	6	46
<i>Stenodema</i>	0	2	0	0	11	6	2	0	0	7	11	7	0	46
<i>Nithecus</i>	2	10	2	0	4	2	3	1	0	1	7	3	0	35

<i>Graphosoma</i>	0	8	5	6	1	0	3	0	0	2	0	0	0	25
<i>Halticus</i>	0	3	0	3	1	1	0	0	1	6	0	0	10	25
<i>Nysius</i>	1	1	0	0	0	0	15	4	0	0	3	0	0	24
<i>Dolycoris</i>	0	0	7	2	2	2	2	1	1	2	2	0	2	23
<i>Notostira</i>	0	4	1	4	0	1	0	2	0	2	2	0	3	19
<i>Rhopalus</i>	2	5	0	0	3	0	2	0	0	1	0	0	0	13
<i>Coreus</i>	1	0	3	0	2	1	0	0	1	1	3	0	0	12
<i>Myrmus</i>	0	4	0	0	0	4	1	0	0	3	0	0	0	12
<i>Scolopostethus</i>	0	0	2	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	11
<i>Kleidocerys</i>	0	0	0	0	0	0	5	1	0	0	0	2	0	8
<i>Peripalpus</i>	0	0	2	0	0	3	0	1	0	0	1	0	0	7
<i>Pterotmetus</i>	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	3	0	0	6
<i>Lopus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	5
<i>Stygnocoris</i>	0	0	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	4
<i>Chlamydatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	3
<i>Corizus</i>	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	3
<i>Elasmucha</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	3
<i>Peritrechus</i>	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	3
<i>Apolygus</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Carpocoris</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2
<i>Cymus</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
<i>Lygocoris</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Lygus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
<i>Neottiglossa</i>	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Picromerus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2
<i>Calocoris</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Charagochilus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Deraeocoris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Eurydema</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Megalocoleus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Orthops</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Rhacognathus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Rhyparochromus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Ulmicola</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Yht.	31	148	50	76	135	97	214	92	31	79	170	43	182	
ilman <i>P.lituratus:ta</i>	23	146	50	71	110	44	202	90	27	69	128	43	182	