

***Megastigmus*-pistiäislajien esiintyminen
kurturuusulla (*Rosa rugosa*) Suomessa**

Joonas Hirvensalo & Stina Vinnenmaa



Jyväskylän yliopisto

Bio- ja ympäristötieteiden laitos

Ekologia ja evoluutiobiologia

30.11.2021

JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO, Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta
Bio- ja ympäristötieteiden laitos
Ekologia ja evoluutiobiologia

Hirvensalo J. & Vinnenmaa S: *Megastigmus*-pistiäislajien esiintyminen
kurturuusulla (*Rosa rugosa*) Suomessa
Kandidaatin tutkielma: 28 s.
Tutkielman ohjaajat: Yliopistonopettaja Elisa Vallius & FM Marjaana
Hassani

Marraskuu 2021

Hakusanat: *Megastigmus aculeatus*, siemenpredaatio, herbivori, loinen, loisinta,
siemenloinen

Täpläkiilupistiäisiin (Megastigmidae) kuuluvat *Megastigmus*-suvun pistiäiset ovat kohtuullisen huonosti tunnettuja, ja varsinkin Suomessa niiden todellisesta lajimäärästä sekä ekologiasta tiedetään hyvin vähän. Kaikki *Megastigmus*-suvun lajeista ovat kasvinsyöjiä ja monet niistä toimivat siemenpredaattoreina kasveilla, käyttäen niiden siemeniä poikastensa ravintona. Ne munivat munansa siemeniin, tarjoten poikasille suojaa ja ravintoa toukka- ja kotelovaiheiden ajaksi. Tutkimuksessa selvitimme kurturuusun (*Rosa rugosa*) siemenistä löydettyjen pistiäisten lajit, sekä niiden ekologiaa Suomessa. Kurturuusuu on istutuksista luontoon levinnyt haitallinen vieraslaji, jota hyödyntävien herbivorien kartoittaminen on tärkeää sen leviämisen estämistä varten. Tutkimuksessa havaitut pistiäiset saatiin kuoriutumaan sisätiloissa kevättalvella 2021 keräämistämme kurturuusun kiulukoista. Tutkimuksemme saavutti tärkeimmän päämäärämme, eli *Megastigmus*-suvun pistiäisyksilöiden lajinmäärityksen kasvatetuista aikuisista yksilöistä. Tutkimuksemme mukaan kurturuusulla loisii Suomessa kaksi *Megastigmus*-suvun lajia, *Megastigmus aculeatus* sekä epäselväksi jäänyt laji, josta käytämme työnimeä *Megastigmus* sp. 1. *Megastigmus* sp. 1 on asiantuntija-arvion mukaan joko tuntematon värimuoto tunnetusta lajista tai tieteelle tuntematon laji. Havaitsimme myös eroja näiden kahden lajin levinneisyydessä Suomen sisällä *M. aculeatus*-lajia löytyen kaikista tutkituista kaupungeista, kun taas *M. sp. 1* rajoittui levinneisyydeltään vain eteläisempiin kaupunkeihin. Tulostemme mukaan *M. aculeatus* myös vaikuttaa poistuvan siemenen suojasta aikaisemmin kuin *M. sp. 1*.

UNIVERSITY OF JYVÄSKYLÄ, Faculty of Mathematics and Science
Department of Biological and Environmental Science
Ecology and evolutionary biology

Hirvensalo J. & Vinnenmaa S: The occurrence of *Megastigmus*-wasps on *Rosa rugosa* in Finland
Bachelor of Science Thesis: 28 p.
Supervisors: University lecturer Elisa Vallius, MSc Marjaana Hassani

November 2021

Keywords: *Megastigmus aculeatus*, seed predation, herbivore, parasite, parasitism, seed parasite

There is relatively little knowledge on wasps in the genus *Megastigmus*, family Megastigmidae, and especially in Finland little is known regarding the true number and ecology of *Megastigmus* wasps. Nowadays all known species of *Megastigmus* are herbivores and many are seed predators, using plants' seeds as nutrition for their offspring. They lay their eggs in seeds, providing the offspring with food and protection during its development. In this study we examined the species of wasps found in seeds of *Rosa rugosa* as well as the ecology of those species in Finland. *Rosa rugosa* is a harmful invasive species and mapping out the herbivores that feed on it is important for preventing its spread. The wasps examined in this study were hatched from *Rosa rugosa* hips collected in late winter 2021. This study achieved its main goal, which was to identify the species of the *Megastigmus* wasps from the full-grown wasps reared during the study. According to our study there are two species of *Megastigmus* living on *Rosa rugosa* in Finland, *Megastigmus aculeatus* and an unidentified species we refer to as *Megastigmus* sp. 1. According to an expert we consulted, *Megastigmus* sp. 1 is either an unknown colour variation of an existing species or a completely unknown species of *Megastigmus*. We also detected differences in the geographical distribution of the two species, with *M. aculeatus* being present in all the cities we sampled from, while *M. sp. 1* was found in only the most southern cities. *M. aculeatus* also seems to hatch from the seed earlier in the spring than *M. sp. 1*.

SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO	1
2 AINEISTO JA MENETELMÄT	5
2.1 Kiulukoiden kerääminen ja säilöminen	5
2.2 Pistiäisten kasvatusta, kerääminen ja säilöminen	6
2.2.1 Kasvihuone	7
2.2.2 Huoneenlämpö	8
2.2.3 Oksaverkot	9
2.2.4 Pistiäisten säilöminen	10
2.3 Lajintunnistus	10
3 TULOKSET	11
3.1 Kurtturuusun siementen sisältö kevättalvella	11
3.2 <i>Megastigmus</i> -pistiäisten kuoriutumisen eri olosuhteissa	11
3.3 Havaitut pistiäislajit	13
3.4 Sukupuolijakauma ja kuoriutumisajat	15
4 TULOSTEN TARKASTELU	16
4.1 Kurtturuusulta Suomesta löydetyt <i>Megastigmus</i> -lajit	16
4.1.1 <i>Megastigmus aculeatus</i>	17
4.1.2 <i>Megastigmus</i> sp. 1	18
4.2 <i>Megastigmus</i> -lajien ekologia ja esiintyminen kurtturuusella Suomessa	20
4.2.1 Esiintyneisyys alueittain	20
4.2.3 <i>Megastigmus</i> -lajien ekologia	20

4.3 Tutkimuksen rajoitukset	22
4.3.1 Lämpötila	22
4.3.2 Säilöminen	23
4.3.3 Lajinmääritys	23
4.4 Suosituksia jatkotutkimuksiin	24
5 JOHTOPÄÄTÖKSET	25
KIITOKSET	26
KIRJALLISUUS	27

1 JOHDANTO

Viime vuosikymmenten aikana Suomen luontoon on piha- ja puutarhaistutuksista voimakkaasti levinnyt, kansallisestikin haitalliseksi vieraslajiksi luokiteltu, kurturuusu (*Rosa rugosa*) (Kunttu & Kunttu 2017). Haitalliseksi vieraslajiksi kurturuusun tekee sen nopea ja tiheä kasvutapa, jonka vuoksi se syrjäyttää luonnossa ja varsinkin rannikoilla alkuperäistä kasvi-, sammal- ja jäkälälajistoa (Vieraslajit.fi 2021a). Kurturuusun leviämistä Suomen luonnossa yritetään estää monin eri tavoin, ja se pyritään poistamaan luonnosta kokonaan, mikäli mahdollista (Kunttu & Kunttu 2017). Haitallisuutensa takia kurturuusun myynti Suomessa kiellettiin 1.6.2019 lähtien ja kasvatus tulee olemaan kiellettyä 1.6.2022 lähtien (Vieraslajit.fi 2021b). Uudet löydökset, liittyen kurturuusun asemaan valtaamassaan ekolokerossa, voivat antaa tärkeää tietoa siitä, kuinka kurturuusu leviää ja kuinka sitä voidaan torjua (Bruun 2006).

Siemenpredaatio, eli siementen osien tai kokonaisten siementen käyttäminen ravintona, on tärkeä osa ekosysteemien kiertokulkua ja voi toimia rajoittavana tekijänä kasvien kyvyille lisääntyä. Siementen syömisessä suoraan kasvilta ennen niiden leviämistä, eli predispersaaliossa, suurimman osan siemenpredaattoreista muodostavat päiväperhoset, kovakuoriaiset, kaksisiipiset sekä pistiäiset (Crawley 2002). Esimerkiksi lehtiin verrattuna siemenillä on kasviravinnoksi poikkeuksellisen korkea ravintosisältö, ja ennen leviämistä ne esiintyvät suurissa määrissä (Janzen 1971). Toinen siemenpredaation muoto on postdispersaalinen eli siemenen leviämisen jälkeen tapahtuva predatio, jolloin siemenet ovat omillaan ilman emokasvin suojaa, mutta usein hajallaan ja huomattavasti vaikeampia löytää. Tähän osallistuu enemmän myös lintuja ja nisäkkäitä (Crawley 2002).

Siemenpredaatio on syynä monien kasvien ja hyönteisten väliseen evolutiiviseen kilpavarusteluun, jossa hyönteinen on erikoistunut hyödyntämään kasvin siemeniä voidakseen ottaa suurimman mahdollisen hyödyn niiden tarjoamasta ravinnosta. Parhaimmillaan yhdenkin kasvin siemensato voi tarjota turvallisen ja yltäkylläisen kasvuympäristön valtavalle määrälle hyönteisiä, joten erikoistuminen on kannattanut (Janzen 1971).

Loispistiäisiksi kutsutaan pistiäislajeja, jotka ovat erikoistuneet erittäin valikoiviksi saalistajiksi, jotka turvaavat jälkeläistensä selviämisen laskemalla munansa juuri kyseiselle lajille sopivaan isäntäeliöön tehtävään erikoistunutta munanasetinta käyttäen - monille pistiäislajeille kelpaa vain yksi isäntälaji (Donnelly 2019). Loispistiäisillä tämä tarkoittaa eläintä, usein toista selkärangatonta kuten hämähäkkiä tai hyönteisen toukkaa, mutta jotkin siemenpredaatiota harjoittavat pistiäiset käyttävät samanlaista lisääntymisstrategiaa kasviravinnon hyödyntämiseen. Nämä lajit munivat munansa siemenen sisään, jolloin munasta kuoriutuva toukka pääsee hyödyntämään siemenen ravinteita ja suojaa samaan tapaan kuin loispistiäisten toukat tekevät omille isännilleen.

Alan terminologiassa on joitain vakiintuneita käytäntöjä, joita noudatetaan vaihtelevasti. Kasviravintoa syövästä hyönteisestä ei yleensä puhuta loisina eikä parasitoideina, vaikka poikkeuksiakin tälle löytyy (Bonal ym. 2016, Takagi ym. 2020). Emme käytä tutkimuksessa parasitoidi-termiä kuvaamaan tutkittavia siemenpredaattoreita, mutta puhumme isäntäkasvin loisimisesta, sillä toukkavaiheen ehdoton riippuvuus isäntäkasvista tekee mielestämme loinen-termin käytöstä mielekäästä. Lois-termi kuvaa tarkemmin käsittelemämme pistiäisen ja ruusun välistä suhdetta kuin pelkkä herbivori-termi.

Vuonna 2020 Jyväskylän yliopiston tutkimuksissa löydettiin kurturuusun siementen sisältä aikuisia, mutta hyvin huonokuntoisia *Megastigmus*-suvun pistiäisiä, joita ei voitu määrittää lajilleen. Tämä löytö viittaa kurturuusuun

kohdistuvaan siemenpredaatioon. *Megastigmus*-suvun pistiäiset kuuluvat kiilupistiäismäiset (Chalcidoidea) -yläheimo, jonka tunnetuista lajeista valtaosa munii munansa saalishyönteisen sisään (Jansta ym. 2018). Nykyään kaikki *Megastigmus*-suvun lajeista, joiden elinkierto tunnetaan, käyttävät yksinomaan kasviraivintoa. Ennen *Megastigmus*-sukuun kuuluneet parasitoideina toimivat lajit on sittemmin luokiteltu omaksi suvukseen *Bootanomyia* (Doğanlar 2011). Maailmanlaajuisesti *Megastigmus*-sukuun kuuluu 135 lajia, ja niistä 70 on siemenpredaattoreita (Roques ym. 2016). *Megastigmus*-suvun lajit ovat yleensä erikoistuneet tiettyihin kasviryhmiin tai jopa tiettyyn kasvilajiin (Hussey 1955). Muun muassa *Megastigmus aculeatus*, *M. rosae* ja *M. nigrovariegatus* -lajeja on tavattu ruusuilla (*Rosa*), ja *M. aculeatus* ja *M. nigrovariegatus* on myös löydetty nimenomaan kurturuusun siemenistä (Roques & Skrzypczyńska 2003, Gillan & Richardson 1997). Suomessa on tavattu vain lajia *M. aculeatus*, ainoana ruusuilla lisääntyvänä *Megastigmus*-lajina. Luonnontieteellisen keskusmuseon tietojen mukaan löytöjä tästä lajista on viimeisen sadan vuoden aikana tehty noin 140 kappaletta eri puolilta Etelä-Suomea (J. Paukkunen, henkilökohtainen tiedonanto, 24.11.2021).

Aikuiset *Megastigmus*-pistiäiset munivat kesällä tuoreisiin ruusunmarjoihin eli kiulukoihin. Toukka kehittyy siemenen sisällä käyttäen sitä ravintonaan ja käy läpi ravinnon ja siemenen antaman suojan turvin täydellisen muodonvaihdon toukasta aikuiseksi (Gauld 1988, Rouco & Nolbury 2013). Uusille alueille *Megastigmus*-pistiäisten leviäminen onnistuu mm. kiulukoiden tullessa lintujen syömiksi, sillä siemenen sisällä pistiäiset selviävät linnun ruoansulatuskanavasta elossa, päätyen näin joskus kauas alkuperäisestä kasvusta (Rouco & Nolbury 2013). Kesällä aikuiset *Megastigmus*-pistiäiset purevat leuoillaan aukon siemenen ja poistuvat sen suojasta valmiina paritteluun. Uusi sukupolvi munii munansa jälleen uusiin sopivan kehitysasteen siemeniin isäntäkasvissaan ja sukupolvien kierto jatkuu (Gauld 1988).

Megastigmus on melko puutteellisesti tunnettu suku maailmalla sekä Suomessa (Suomen lajitietokeskus 2021, Roques ym. 2016). Kurtturuusun siemenloisia ei myöskään ole tietääksemme tutkittu aikaisemmin Suomessa, joten tämä on mielenkiintoinen mahdollisuus kartoittaa mahdollinen laji/lajit, jotka kohdistavat siemenpredaatiota kurtturuusua kohtaan. Vaikka yksi pistiäisen toukka vaatiikin vain yhden siemenen kasvaakseen, voi suuri määrä toukkia aiheuttaa merkittäviä siementappioita ja näin haitata kurtturuusun leviämistä (Gauld 1988, Roques & Skrzypczyńska 2003). Lisäksi tutkimuksissa esille tulleissa löydöissä kurtturuusun *Megastigmus*-suvun siemenloisiin voi kuulua lajeja, joita ei ole ennen tavattu Suomessa. Tällöin myös mahdollisuus näiden lajien leviämisestä Suomessa ja muiden isäntäkasvien käyttämisestä muodostuu mielenkiintoiseksi tutkimuskysymykseksi, etenkin kurtturuusun leviämisen hallinnan kannalta.

Tutkimme LuK-työssämme kurtturuusun (*Rosa rugosa*) siemenistä löytyneitä, *Megastigmus*-sukuisia pistiäisiä. Halusimme selvittää, mikä laji/mitkä lajit kehittyvät kurtturuusun siementen sisällä suomalaisissa kurtturuusukasvustoissa. Aiemman kirjallisuuden perusteella hypoteesinamme oli, että löytäisimme todennäköisimmin lajia *M. aculeatus*, sillä sitä on havaittu aiemmin Suomessa ja sen on havaittu kehittyvän kurtturuusulla. Oletimme löytävämmehän mahdollisesti myös muita tunnettuja ruusujen *Megastigmus* -pistiäisiä, kuten *M. rosae* ja *M. nigrovariegatus*, jotka olisivat Suomelle uusia lajeja.

Pyrimme lisäksi käyttämään määritetystä lajista löytyvää kirjallisuutta sekä tutkimuksessa havainnoitua lajin ekologiaa ja levinneisyyttä. Pyrimme näiden avulla muodostamaan johtopäätöksiä lajin/lajien elämänkierrosta sekä roolista kurtturuusun lisääntymisessä. Hypoteesinamme oli lajien noudattavan aiemmissa tutkimuksissa havaittua *Megastigmus* -pistiäisten elinkiertoa (Hussey 1955). Näin ollen odotimme lajin talvehtivan siemenissä toukkina ja kuoriutuvan aikuisina loppukevään tai alkukesän aikana.

2 AINEISTO JA MENETELMÄT

2.1 Kiulukoiden kerääminen ja säilöminen

Tutkimuksessa käytetty kurturuusun kiulukoista koostuva aineisto kerättiin Helsingistä, Tampereelta, Jyväskylästä, Vaasasta ja Kajaanista keväällä 2021 helmittoukokuun aikana (Taulukko 1). Aineiston kerääjä, keruupaikkojen koordinaatit ja aikatiedot kirjattiin muistiin. Kurturuusukasvustoista kiulukat poimittiin käsin ja niitä pyrittiin keräämään kiulukoita koko kasvuston mitalta, ylä - keski - ja alaosasta kasvustoa. Joissakin kohteissa, kuten Tampereella, osa pensaista olivat kohtuullisen pieniä ja lunta oli lähes koko pensaan korkeudelta. Näin ollen kaikista kohteista ei saatu kerättyä ohjeistuksen mukaista määrää kutakin korkeutta kohden, joten niistä kerättiin niin paljon kiulukoita kuin oli mahdollista.

Aineiston kiulukoita keräsimme itse Tampereelta kolmesta ja Jyväskylästä viidestä kohteesta. Siemenpredaation vaikutusta kurturuusun lisääntymiseen käsittelevää LuK-tutkielmaa tekevän ryhmän jäsenet (Aliisa Lassila, Miia Perälä ja Sinna Saastamoinen) keräsivät omaan tutkimukseensa kiulukoita Jyväskylästä, Vaasasta ja Kajaanin alueelta sekä ohjaajamme Marjaana Hassani keräsi kiulukkanäytteitä Helsingistä ja Jyväskylästä (Taulukko 1). Saimme näistä kiulukoista kuoriutuneet *Megastigmus*-yksilöt tutkimusmateriaaliksemme. Varmistuaksemme siitä, että siemenissä oli pistiäisiä, ja selvittääksemme niiden sen hetkisen kehitysasteen, avasimme osan Tampereelta kerätyistä siemenistä heti helmikuussa 2021.

Taulukko 1 Kerättyjen kurturuusun kiulukoiden löytötiedot, kokonaismäärä (suluissa) ja sisäkasvatuksessa olleiden määrä kohteittain. Kirjain a tarkoittaa, että pistiäiset ovat kuoriutuneet paljaista siemenistä kokonaisten kiulukoiden sijaan.

Paikka	Koodi	Päivä	Kiulukkamäärä	Kerääjä
Helsinki	HEL	6.2.2021	(86) 23 a	M. Hassani
Tampere	SVTAM 1	4.2.2021	(30) 10	S. Vinnenmaa
Tampere	SVTAM 1	2.4.2021	28	S. Vinnenmaa
Tampere	SVTAM 3	7.5.2021	32	S. Vinnenmaa
Jyväskylä	Joona 2	17.2.2021	(30) 10	J.Hirvensalo
Jyväskylä	Joona 3	17.2.2021	(30) 10	J.Hirvensalo
Jyväskylä	Joona 4	21.2.2021	(30) 10	J.Hirvensalo
Jyväskylä	Joona 5	21.2.2021	(30) 10	J.Hirvensalo
Jyväskylä	Joona 6	25.2.2021	(30) 10	J.Hirvensalo
Jyväskylä	SSJKL1	28.2.2021	20	S.Saastamoinen
Jyväskylä	SSJKL2	28.2.2021	15	S.Saastamoinen
Jyväskylä	Viherlandia	9.3.2021	(98) 6a	M.Hassani
Vaasa	MPVSA 7-9	-2.2021	30	M. Perälä
Vaasa	MPVSA 10-12	-2.2021	29	M. Perälä
Vaasa	MPVSA 13-15	-2.2021	30	M. Perälä
Kajaani	SSKAJ1	31.1.2021	30	S.Saastamoinen
Kajaani	SSKAJ2	31.1.2021	30	S.Saastamoinen
Kajaani	SSKAJ4	31.1.2021	30	S.Saastamoinen
Kajaani	SSKAJ9	5.2.2021	7	S.Saastamoinen
Kajaani	SSKAJ10	5.2.2021	5	S.Saastamoinen

2.2 Pistiäisten kasvatusta, kerääminen ja säilöminen

Tutkimuksen onnistumisen kannalta tärkeää oli saada kasvatettua *Megastigmus*-pistiäiset aikuisiksi asti ja saada ne kuoriutumaan siemenestä itsenäisesti, jotta ne

saataisiin talteen hyväkuntoisina ja niiden lajinmääritys onnistuisi. Emme kuitenkaan tutkimuksen alussa tienneet miten ja missä lämpötilassa aikuiset *Megastigmus*-pistiäiset kuoriutuvat. Tästä syystä säilöimme kiulukat varmuuden vuoksi kolmella eri tavalla, parantaaksemme todennäköisyyttä, että edes osa yksilöistä selviäisi aikuisiksi asti. Jokaiselta paikalta keräämämme kiulukat jaettiin kolmeen osaan lukumääränsä mukaan ja säilöttiin eri tavoilla: kolmasosa pakastettiin, kolmasosa pidettiin yliopiston lämmittämättömässä kasvihuoneessa ja kolmasosa pidettiin huoneenlämmössä sisätiloissa. Pakastetut kiulukat säilytettiin -18 °C asteisessa pakastimessa pakastepusseihin suljettuna, kun taas sisälämpötilassa ja kasvihuoneessa olleet kiulukat säilytettiin purkeissa, joiden kantena toimi kuminauhalla pingotettua Taimi -tuhohyönteisverkkoa (Kuva 1). Verkolla pyrittiin estämään kiulukoiden homehtuminen ja pistiäisten pakeneminen kuoriutumisen jälkeen.

2.2.1 Kasvihuone

Kasvatuksessa käyttämämme kasvihuone ei ole talvella lämmitetty, eli kasvatuksen aikana sen lämpötila kohosi luonnollisesti kevään edetessä. Kasvihuoneen tarjoamia olosuhteita haluttiin seurata saadaksemme tietoa pistiäisten luontaisesta aikuistumisajankohdasta ja -lämpötilasta. Seurannassa käytimme EL-USB-2-LCD RH/temp data -loggereita (Kuva 1). Dataloggereita oli kasvihuoneessa kaksi kappaletta, ja ne mittasivat kerran tunnissa ilmakehän kosteuden prosentteina sekä lämpötilan celsius-asteina.



Kuva 1: Kasvihuonenäytteet laatikoissa, dataloggeri etualalla. Kanneksi viritelty verkko mahdollistaa ilman vaihtumisen ja estää homehtumista (Stiina Vinnenmaa 2021).

2.2.2 Huoneenlämpö

Toiseksi kasvatusmenetelmäksi valitsimme kiulukoiden säilytyksen huoneenlämmössä, jolloin lämpötila oli keskimäärin 21 °C. Osa kiulukoista siirrettiin huoneenlämpöön muovirasiassa sellaisinaan. Muutamat sisälle tuoduista kiulukoista avattiin, ja niiden siemenet huuhdeltiin vedellä hedelmälihasta ja kuivattiin talouspaperilla. Kiulukat ja paljaat siemenet säilytettiin Taimi-hyönteisverkolla varustelluissa purkeissa. Kiulukoita säilytettiin huoneenlämmössä niin kauan kunnes uusia pistiäisiä ei enää kuoriutunut. Kasvihuoneessa sekä huoneenlämmössä olevia kiulukoita tarkkailtiin kevään mittaan noin kerran viikossa, jotta voitiin havainnoida, oliko aikuisia pistiäisiä nähtävissä keräämistä varten.

2.2.3 Oksaverkot

Onnistuneen kasvatuksen ja tutkittavien näytteiden saannin takaamiseksi päätimme kokeilla myös pistiäisten pyydystämistä suoraan kurturuusupensaista. Kerätäksemme luonnollisesti kiulukoista kuoriutuvia pistiäisiä viritimme keväällä erittäin pienisilmäistä Taimi-tuhohyönteisverkkoa nippusiteillä kiristäen kurturuusun oksiin, joissa oli jäljellä kokonaisia kiulukoita (Kuva 2). Verkot tarkastettiin kevään ja kesän aikana kerran viikossa, mikäli mahdollista. Kiulukoista kuoriutuneet aikuiset pistiäiset jäivät tuhohyönteisverkon muodostaman pussin sisään, jolloin oksat leikattiin irti ja tuotiin tuhohyönteisverkon sisällä laboratorioon tutkittavaksi. Verkot, joissa ei ollut havaittavissa pistiäisiä, poistettiin vasta heinäkuussa.



Kuva 2. Verkko kurturuusupensaassa oksassa. Verkko on viritelty kiulukoiden ympärille, jotta pistiäiset jäivät verkon sisään kiulukoista poistuttuaan (Stiina Vinnenmaa 2021).

2.2.4 Pistiäisten säilöminen

Pensaiden ansaverkoista ja sisäkasvatuksessa olleista purkeista löydettyt pistiäiset otettiin talteen 5 ml eppendorf-putkiin ja säilöttiin n. 70 % etanoliin. Eppendorf-putket merkittiin paikkakoodilla myöhempää tarkastelua varten. Toiselle LuK-työryhmälle ei ollut tarkennettu säilömismenetelmää, joten nämä pistiäiset olivat säilöttynä muovipusseissa tai suurissa muovirasioissa joko pakkasessa tai kuivina huoneenlämmössä.

2.3 Lajintunnistus

Kasvatuksesta kerätty pistiäisaineisto analysoitiin valomikroskoopin avulla yliopiston laboratoriotiloissa. Käytössämme oli yliopiston Olympus SZ51 -mikroskooppeja, joiden korkein suurennos on 40x. Pyrimme määrittämään aineistosta kuoriutuneet pistiäiset lajilleen Roques & Skrzypczyńska (2003) artikkelin määrityskaavojen avulla. *Megastigmus*-pistiäisten pienen koon ja määrityskaavan haastavien kohtien takia pyrimme varmistamaan lajinmäärityksemme pistiäisasiantuntijalla. Aineistosta valikoidut näyteyksilöt lähetettiin pistiäisasiantuntija Gergely Várkonyille (SYKE) tarkistettavaksi, jotta saisimme varmuuden lajinmäärityksiemme todenperäisyydestä. Lähetimme jokaista epäilemäämme erillistä lajia kohden kahdesta neljään yksilöä sekä naaraita että koiraita tutkittavaksi, yhteensä 18 kappaletta. LuK-tutkielmaan käytettävän ajan ja vähäisen määrityskokemuksemme takia tutkimme näytteistämme vain naarasyksilöt lukuun ottamatta näytteitä Joona 2–6, jotka määritettiin saadaksemme alustavaa tietoa sukupuolijakaumasta ja kuoriutumisen jakautumisesta ajassa

3 TULOKSET

3.1 Kurtturuusun siementen sisältö kevättalvella

Siemenissä ei havaittu reikiä vielä kevättalvella. Tällöin avatuissa siemenissä pistiäiset olivat yhä toukkavaiheessa (Kuva 3). Osa virkosi huoneenlämmössä ja alkoivat liikkumaan.

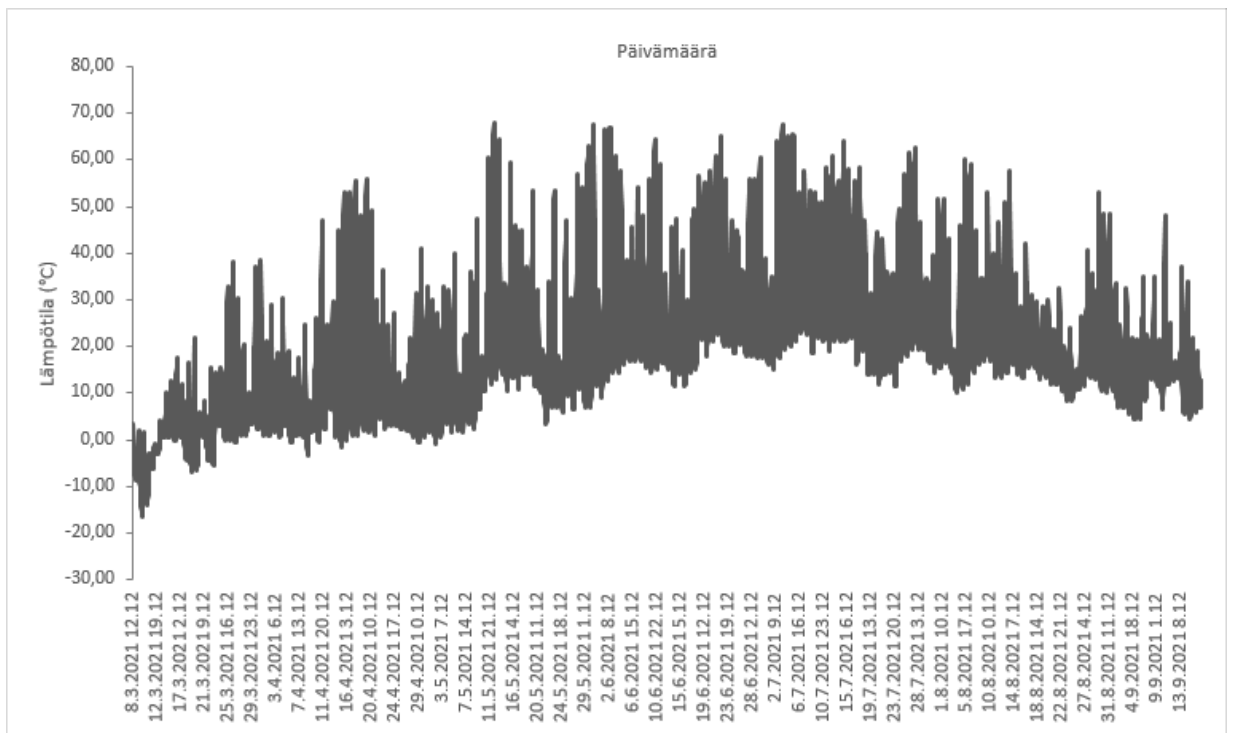


Kuva 3. Elävä toukka avatussa siemenessä helmikuussa 2021 (Stiina Vinnenmaa 2021)

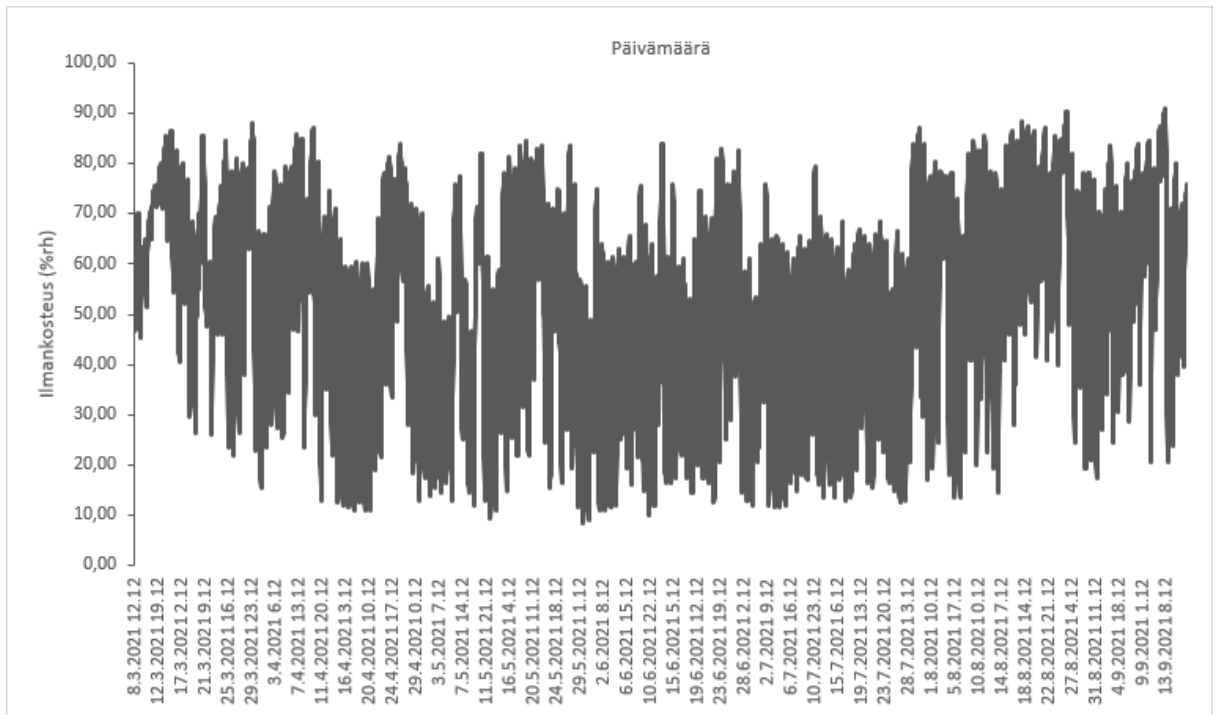
3.2 *Megastigmus*-pistiäisten kuoriutuminen eri olosuhteissa

Irtonaisista kiulukoista kasvatetuista *Megastigmus*-pistiäisistä vain huoneenlämmössä kasvatuksessa olleet kuoriutuivat tutkimuksen aikana. Yksilöiden kuoriutuminen ja kiulukoista poistuminen tapahtui huhti-toukokuussa, alkaen n. kuukausi sisätiloihin tuomisen jälkeen. Näytteiden Joonä 2–6 perusteella pistiäisiä kuoriutui keskimäärin n. 2 kpl/vrk. Kuoriutumistiheyden huippu osui välille 19.–26.4., n. 6 kpl/vrk. Valtaosa pistiäisistä oli elossa näytteitä kerättäessä.

Kasvihuonekasvatuksessa olleista kiulukoista ei kuoriutunut pistiäisiä tutkimuksen aikana. Kiulukoiden annettiin olla kasvihuoneessa syksyyn asti satunnaisessa tarkkailussa. Lämpötila nousi kasvihuoneessa kasvatuksen aikana huomattavasti ulkolämpötilan yläpuolelle, lähes 70 °C asteeseen asti (Kuva 4). Myös ilmankosteus vaihteli suuresti tutkimuksen aikana, välillä n. 10–90 % rh (Kuva 5). Tietääksemme sisätiloissa ei tapahtunut merkittäviä lämpötilavaihteluita. Sisätilojen lämpötilaa ja ilmankosteutta ei seurattu tutkimuksen aikana, mutta rakennus ja laboratorio, jossa näytteet säilytettiin, olivat käytössä koko tutkimuksen ajan ja näin ollen vaihtelu ilmastoidussa tilassa oli vähäistä. Pensaisiin asennetuista kahdeksasta verkosta vain yhteen kuoriutui *Megastigmus*-suvun pistiäisiä.



Kuva 4: Kasvihuoneen lämpötila tutkimuksen aikana (°C). Ennen ensimmäisiä kuoriutumisia 17.4.2021 saavutettiin lähes 60 °C lämpötila, ja ennen luonnossa kuoriutumisia lähes 70 °C lämpötila.



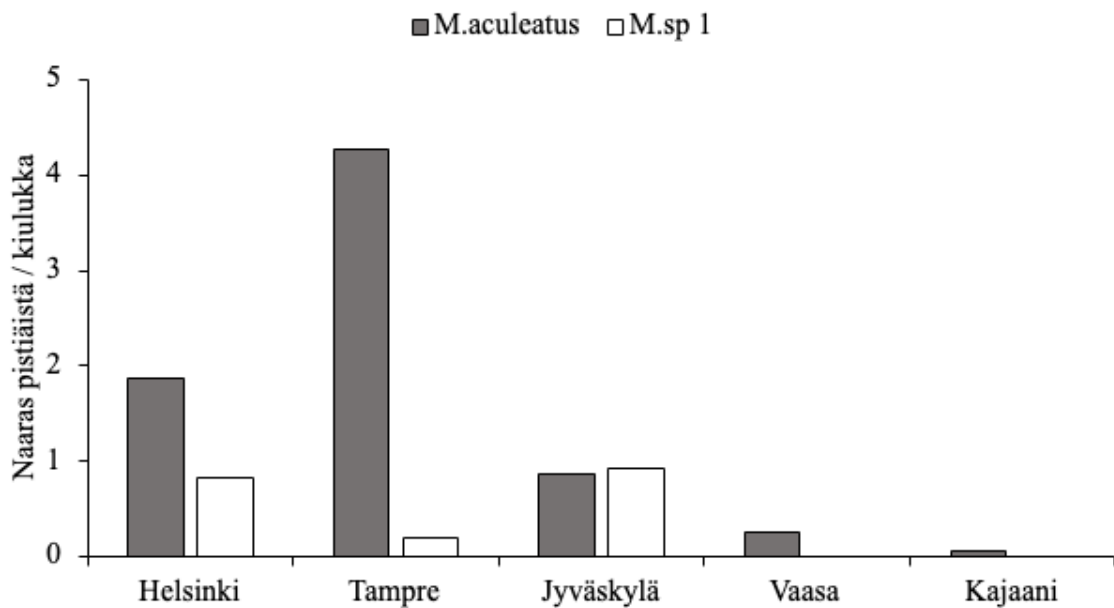
Kuva 5: Kasvihuoneen ilmankosteus tutkimuksen aikana (%rh). Vaihtelu oli suurta, n. välillä 10 %rh ja 90 %rh.

3.3 Havaitut pistiäislajit

Kuoriutuneiden yksilöiden joukko koostui vain *Megastigmus*-suvun yksilöistä, eikä tutkimuksessa ilmennyt muita pistiäissukuja. *Megastigmus*-naaraita kuoriutui kaikilta kohteilta yhteensä 565 kappaletta (Taulukko 2). Kuoriutuneet *Megastigmus*-naaraat määritettiin kuuluvaksi lajeihin *M. aculeatus* ja *M. sp. 1*. Valtaosa määritetyistä naaraista, 79,5 %, kuuluivat lajiin *M. aculeatus*, jota löytyi kaikista kaupungeista. Lajia *M. sp. 1* löytyi vain Helsingistä, Jyväskylästä ja Tampereelta otetuista näytteistä. Koska kiulukoiden määrä vaihteli paikoittain, tulosten tarkastelemisen selkeyttämiseksi teimme kuvaajan, jossa pistiäisyksilöiden lukumäärä on jaettu kerättyjen kiulukoiden lukumäärällä. Näin ollen kaupunkien väliset erot ovat vertailukelpoisia keskenään (Kuva 6).

Taulukko 2. Kuoriutuneiden eri *Megastigmus*-lajien naaraspistiäisten yksilömäärä, kaupungeittain ja lajeittain lueteltuna.

Laji	Kaupunki					Yht.
	Helsinki	Tampere	Jyväskylä	Vaasa	Kajaani	
<i>M. aculeatus</i>	43	299	78	22	7	449
<i>M.sp 1</i>	19	13	84	0	0	116
Yht.	62	312	162	22	7	565



Kuva 6. Kahden eri *Megastigmus*-lajin naaraiden esiintyminen kaupungeittain. Kuvaajassa kerätyistä kiulukoista kuoriutuneiden naaraspistiäisten määrä jaettuna alueelta kerättyjen, kasvatukseen käytettyjen kiulukoiden lukumäärällä.

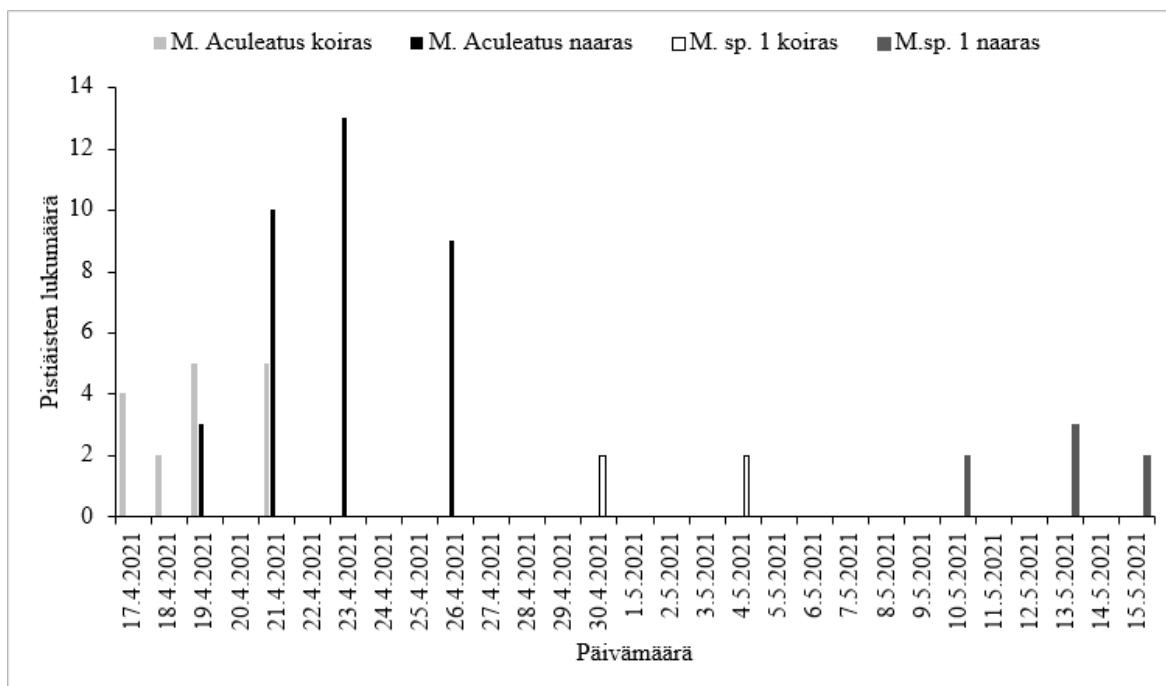
Lajia, josta käytämme työnimeä *M. sp. 1*, ei pystytty tunnistamaan lajilleen kaavan avulla, ja avustaneen asiantuntijan Gergely Várkonyin mukaan kyseessä on joko tuntematon värimuunnos tunnetusta lajista tai mahdollisesti tieteelle ennestään tuntematon laji (Taulukko 3). LuK-tutkielman rajoissa aika ei riittänyt tämän varmistamiseen, mutta näytteet lähetetään edelleen asiantuntijalle, joka voi varmistaa asian ja tarvittaessa tehdä uuden lajin lajikuvauksen.

Taulukko 3: *Megastigmus*-lajien ominaisuuksien vertailu kolmen kirjallisuudesta löytyvän ja yhden tutkimuksessa mahdollisesti uutena löydetyn lajin välillä. Tunnettujen lajien ominaisuudet perustuvat Roques & Skrzypczyńska (2003) artikkeliin ja *M. sp. 1*-lajin ominaisuudet omiin havaintoihin.

Laji	Lajien välisiä tuntomerkkejä		
	Ruumiin pituus	Munanasettimen pituus	Stigman muoto
<i>M. aculeatus</i>	3,4 mm	1,2x ruumiinpituus	Selvärajainen, soikeahko ja ympärillä ei tummaa/sumeaa aluetta
<i>M. nigrovariegatus</i>	3,2 mm	0,7–0,8x ruumiinpituus	Ei selvärajainen, ympärillä alaspäin jatkuva tumma alue
<i>M. rosae</i>	2,4 mm	0,7–0,8x ruumiinpituus	Pyöreähkö ja selvärajainen, ympärillä ei tummaa/sumeaa aluetta
<i>M. sp. 1</i>	2,5–3,2 mm	0,7–0,8x ruumiinpituus	Ei selvärajainen, pyöreähkö ja tumma alue ympärillä

3.4 Sukupuolijakauma ja kuoriutumisaajat

Jyväskylästä otetuista näytteistä Joonä 2–6 saatiin alustavaa tietoa kuoriutumisaajoista ja niiden vaihtelusta, sekä sukupuolieroista kuoriutumisaajoissa. Kuoriutumisia tapahtui kaikkiaan noin kuukauden ajan. Kummankin lajin kuoriutumiset kestivät noin kaksi viikkoa, *M. sp. 1*-lajin aloittaessa kuoriutumisen vasta *M. aculeatus* -lajin lopetettua. Kuoriutumisaajan tarkkailussa kuoriutuneista 52 *M. aculeatus* -pistiäisestä 15 oli koiraita ja 35 naaraita, sukupuolten välisen suhteen ollen näin n. 1 : 2,3, kun taas *M. sp. 1*-pistiäisissä koiraita oli 4 ja naaraita 7, sukupuolten väliseksi suhteeksi muodostuen 1 : 1,75. Molemmilla lajeilla koiraat aloittivat kuoriutumisen ennen naaraita (Kuva 7).



Kuva 7. 50 Jyväskylässä kerätyn kiulukan pistiäisten kuoriutumisaikajankohdat, lajeittain ja sukupuolittain. Alun jälkeen näytteitä ei tarkastettu päivittäin, joten todellinen ajankohta voi olla joitain päiviä ilmoitettua aikaisemmin.

4 TULOSTEN TARKASTELU

4.1 Kurtturuusulta Suomesta löydetyt *Megastigmus*-lajit

Suomesta on tavattu Suomen lajitietokeskuksen -tietokannan mukaan vain 14 *Megastigmus*-suvun lajia (Suomen lajitietokeskus 2021), joista vain *M. aculeatus* lisääntyy kurtturuusulla (Roques & Skrzypczyńska 2003). Tutkimuksessamme löytyi suomalaisilla kurtturuusilla loisivat ainakin kaksi *Megastigmus*-sukuun kuuluvaa lajia, *Megastigmus aculeatus* ja *Megastigmus sp. 1* (työnimi). Näin ollen merkittävimpänä tuloksena LuK-tutkimuksessamme on Suomelle uuden

kurturuusulla tavattavan *Megastigmus*-pistiäislajin *Megastigmus* sp. 1 löytyminen, sekä *Megastigmus aculeatus* -lajin levinneisyyden ja ekologian alustava kartoittaminen. Suomen lajitietokeskuksen sivulla ei ole tehty aiempia havaintoja kummastakaan löytämästämme lajista (Suomen lajitietokeskus 2021). Juho Paukkunen (henkilökohtainen tiedonanto, 24.11.2021) varmisti meille luonnontieteellisen keskusmuseon kokoelmista löytyvän 135 havaintoa *M. aculeatus* -lajista viimeisen sadan vuoden aikana, joita ei ole vielä digitoitu ja sen vuoksi kyseiset havainnot eivät näy Suomen lajitietokeskuksen sivulla. Näin ollen tämä tutkimus tuo paljon lisää varmistettuja *Megastigmus* -havaintoja lajitietokantaamme.

4.1.1 *Megastigmus aculeatus*

M. aculeatus on tutkimuksemme runsaslukuisin laji. Se on helppo tunnistaa verrattain suuren kokonsa, etusiiven selkeärajaisen siipitäplän eli stigman sekä pitkän munanasettimensa avulla (Taulukko 3, Kuva 8). *Megastigmus aculeatus* -lajista on kaksi väri variaatiota, tavallinen *M. aculeatus* sekä *M. aculeatus* var. *nigroflavus* (Jesse ym. 2006). *Nigroflavus*-värimuunnosta ei kuitenkaan tiettävästi ole tavattu Suomesta.

Keväällä 2021 tekemämme toukkahavainnot (Kuva 3) sopivat yhteen aiemman kirjallisuuden löydösten kanssa. Jesse ym. (2006) tutkivat *M. aculeatus* var. *nigroflavus* toukkien siemenpredaation vaikutusta japaninköynnösruusun (*Rosa multiflora*) lisääntymiseen. Kyseisessä tutkimuksessa kävi ilmi että, *M. aculeatus* -naaras munii munansa pitkän munanasettimensa avulla kehitysvaiheessa olevaan japaninköynnösruusun kiulukkaan. Tutkimuksen mukaan *M. aculeatus* naaras ei valitse kiulukkaa siementen laadun tai määrän mukaan vaan munii satunnaisesti (Jesse ym. 2006). Toukat talvehtivat siemenen sisällä, ja koteloituvat alkukevästä. Aikuistuneet pistiäiset kuoriutuvat siemenistä touko- kesäkuun aikana (Jesse ym.

2006). Nämä yllä mainitut havainnot siemenen sisältä löytyneistä toukista ja kesällä kuoriutumista aikuisista ovat yhtäläisiä omiin havaintoihimme.

Roques & Skrzypczyńska (2003) mukaan *M. aculeatus* -lajia on tavattu ainakin 23 *Rosa* -suvun lajista, mukaan luettuna kurturuusu (*Rosa rugosa*), vaikkakin Jesse ym. (2006) tutkimuksessa havaittu *M. aculeatus* var. *nigroflavus* on vain japaninköynnösruusulla tavattu laji. Suomesta ennen tätä LuK-tutkimusta, Luonnontieteellisen keskusmuseon tietojen mukaan, on löydetty noin 140kpl *M. aculeatus* -pistiäistä monesta eri kohteesta ympäri Etelä-Suomea. Näistä havainnoista noin puolet on peräisin Erkki Valkeilan metsäruusun (*Rosa cinnamomea*) siemenistä kasvattamista *M. aculeatus* -pistiäisistä (J. Paukkunen, henkilökohtainen tiedonanto, 24.11.2021).

4.1.2 *Megastigmus* sp. 1

Tutkimusmateriaalissamme havaitsimme myös toisen, ulkonäöltään selvästi erottuvan *Megastigmus*-lajin (Kuva 8). Tämä toinen laji oli kooltaan hieman pienempi, sen munanasetin oli vartalon kokoon verrattuna lyhyempi ja etusiiven siipitäplä sumeareunaisempi kuin *M. aculeatus*-lajilla. Määritimme nämä yksilöt kaavan avulla, ja päädyimme lajeihin *M. nigrovariegatus* ja *M. rosae* todennäköisimpänä määrittymään. Oletimme mahdollisesti löytävämme kyseisiä lajeja, koska Gillan & Richardson 1997 tutkimuksen mukaan kurturuusulla esiintyy myös laji *M. nigrovariegatus*, jota ei kuitenkaan ole tavattu Suomessa (Suomen lajitietokeskus 2021, J. Paukkunen, henkilökohtainen tiedonanto, 24.11.2021). Lisäksi *M. rosae* kehittyy tietyvästi muilla ruusulajeilla (*Rosa*) (Roques & Skrzypczyńska 2003), mutta sitäkään ei ole tavattu aiemmin Suomessa (Suomen lajitietokeskus 2021, J. Paukkunen, henkilökohtainen tiedonanto, 24.11.2021).

Gergely Várkonyi, pistiäisasiantuntija Suomen Ympäristökeskuksesta, tarkasti osan määrittymistämme ja totesi määrittymisemme *M. nigrovariegatus* ja *M. rosae* -lajien

osalta virheellisiksi. Tutkimuksessamme löydettyä lajia ei pystytty lopulta ollenkaan määrittämään tiettyyn lajiin käytössä olleiden kaavojen avulla, joten laji jäi tunnistamattomaksi. Várkonyin ehdotuksesta käytämme tästä tunnistamattomasta lajista työnimeä *Megastigmus* sp. 1. Várkonyin mukaan laji on joko tunnetun lajin tuntematon värimuunnos tai tieteelle ennestään tuntematon laji. *Megastigmus* -suvun lajien tutkimus on puutteellista, ja on hyvinkin mahdollista löytää tieteelle tuntemattomia lajeja (Roques ym. 2016). Etenkin tämä löydös on erittäin jännittävä ja asian selvittämistä jatketaan LuK-projektin ulkopuolella, mutta valitettavasti aikasyistä selvittämistä ei pystytty sisällyttämään tähän LuK-projektiin.



Kuva 8: Tutkimusaineistosta kuvattuja *Megastigmus*-naaraita. Ylhäällä kaksi väriykseltään erilaista tunnistamaton *M.* sp. 1 -lajin yksilöä ja alhaalla laji *M. aculeatus*.

4.2 *Megastigmus*-lajien ekologia ja esiintyminen kurturuusulla Suomessa

4.2.1 Esiintyneisyys alueittain

Megastigmus-suvun pistiäisiä löytyi tutkimuksessamme kaikilta näytteenottoalueilta (Helsinki, Tampere, Jyväskylä, Vaasa, Kajaani). Lisäksi havaittujen kahden lajin lukumäärällisissä suhteissa oli havaittavissa selviä eroja kaupungeittain. Jyväskylässä esiintyi molempia lajeja lähes yhtä paljon, mutta Tampereella ja Helsingissä *M. aculeatus* -lajia oli selvästi enemmän, ja Vaasassa ja Kajaanissa tavattiin yksinomaan *M. aculeatus* -lajia (Kuva 6). On mahdollista, että *M. sp. 1* -lajin levinneisyysalueen pohjoisin raja kulkee Suomessa Jyväskylä-Kajaani välillä, mutta laajempaa tutkimusta tarvitaan asian varmistamiseksi. *Megastigmus*-lajien levinneisyysalueilla on mahdollisesti yhteys kurturuusun sekä muiden mahdollisten isäntälajien levinneisyysalueisiin.

Tutkimuksessamme havaitsimme *M. aculeatus* lajia huomattavasti enemmän kuin *M. sp. 1* -lajia. *M. aculeatus* oli myös laji, joka on ennestään havaittu Suomesta. Pohdimme voisiko tällainen ero kertoa mahdollisesti lajien välisistä kilpailusuhteista, Suomeen leviämisen ajankohdasta tai lajien sopeutumisesta Suomen sääoloihin. Pohdimme myös, voiko *M. aculeatus* olla dominoivampi laji, mikä voisi selittää lajien väliset yksilömääräerot. Esimerkiksi jos *M. aculeatus* kestää paremmin kylmää tai jos sille on kilpailullisesti eduksi aiempi kuoriutumisaikajankohta (Kuva 7).

4.2.3 *Megastigmus*-lajien ekologia

Gauldin (1988) mukaan *Megastigmus*-toukka syö kesän aikana siemenen sisällön ja talvehtii siemenen sisällä toukkana. Keväällä toukka koteloituu siemenen sisällä, ja lopulta aikuinen pistiäinen syö tiensä ulos siemenestä. Tämä vastaa kokeemme tuloksia, mukaan lukien toukkien löytymistä talvella avatuista siemenistä (Kuva 3). Totesimme havaintoihimme perustuen koiraiden kuoriutuvan siemenistä ennen

naaraita, sekä olevan pian valmiita lisääntymään - havaitsimme kahden yksilön parittelevan muutaman päivän sisällä kuoriutumisestaan. Luonnossa molempien lajien *M. aculeatus* ja *M. sp.* 1 kuoriutuminen ajoittui kesäkuun lopulle, karkeasti samaan aikaan kurturuusun kukkimisen kanssa. Tämä on loogista, sillä siemenen tulee olla vielä kehityksen alkuvaiheissa, jotta munanasetin voi läpäistä sen pehmeän ulkokuoren.

Aiempi tutkimus (Hussey 1955) *Megastigmus spermotrophus* -lajin ekologiaan myötäilee havaintojamme vahvasti. Kahden viikon aikaväli kuoriutumisilla, koiraiden aikaisempi kuoriutuminen ja nopea kehitys viimeiseen toukka-asteeseen vastaavat kaikki tutkimuksemme havaintoja. Talvella löytämiemme toukkien koko ja selkeästi erottuvat ruumiinjaokkeet viittaavat toukkien olleen kehityksensä loppupuolella. Tällöin niiden kehitys voi seurata Hussey (1955) tutkimuksen havaintoja, joissa toukka saavuttaa jo muutamassa viikossa viimeisen eli viidennen kehitysvaiheensa ja talvehtii siinä. Talvehtiminen toukkavaiheessa on hyönteisille yleistä ja tässä tapauksessa luultavimmin tarpeellista. Monet hyönteiset talvehtivat diapaussissa, jolloin niiden ruumiin toiminnot hidastuvat, ruumiin vesipitoisuus pienenee ja jäätymiseltä estävät pakkasnesteeet kertyvät niiden kehoon (Natura 2017). *Megastigmus*-pistiäiset ovat mitä luultavimmin talven ajan diapaussissa viidennessä toukkavaiheessa, ja vasta tämän jälkeen ne ovat valmiita kehittymään aikuisiksi. Kehitys voi jopa edellyttää kylmäjakson diapaussissa, jotta toukka ei aikuistu ennaikaisesti ja menehdy aikuisena talven tullessa. Lisäksi Hussey (1955) tutkimuksessa pistiäisiä on pidetty hengissä sokerivedellä, mikä kertoo aikuisten omaavan toimivan ruoansulatusjärjestelmän. Ei voida siis sulkea pois mahdollisuutta, että havaitut *Megastigmus*-pistiäiset toimisivat kurturuusun pölyttäjinä.

Kova siemen tarjoaa kurturuusun *Megastigmus*-lajeille mahdollisen leviämiskeinon. Rouco ja Norbury (2013) havaitsivat *Megastigmus*-pistiäisten selviävän kettukusun (*Trichosurus vulpecula*) ruoansulatusjärjestelmän läpi

siemenen suojaan ilman, että tämä haittaisi niiden eloonjäämisen mahdollisuuksia. On siis mahdollista, että esim. lintujen ruokailu kurturuusun kiulukoilla auttaa pistiäisiä leviämään laajemmalle alueelle kuin mihin ne omin voimin pystyisivät. Olimme pohtineet tutkimuksen alussa mahdollisuutta, että pistiäiset kuoriutuvat jo syksyllä välttääkseen lintujen syödyksi tulemisen, mutta mitä ilmeisemmin tämä ei ole uhka pistiäisille eikä tarvetta aikaiselle kuoriutumiselle näytä olevan.

Tutkimuksemme havaintoja sukupuolijakaumasta ja kuoriutumisen ajoituksesta on syytä kohdella vasta alustavina pienen otoskoon (62 yksilöä) vuoksi. Se antaa kuitenkin viitteitä siihen, että lajeilla *M. aculeatus* ja *M. sp. 1* on mahdollisesti toisistaan eriävät kuoriutumisaajat, että molemmilla koiraat poistuvat siemenistä naaraita aiemmin, ja että molemmilla naaraita esiintyy huomattavasti koiraita enemmän (Kuva 7).

Havaittujen *Megastigmus*-pistiäisten elämä on selvästi sitoutunut vahvasti kurturuusuun. Siemenpredaatio on kasville haitallista menetettyjen ravinteiden ja lisääntymismahdollisuuksien vuoksi. Tämä haitta ei kuitenkaan ole välttämättä merkittävä, sillä vain pieni osa siemenistä vaikuttaisi joutuvan toukkien syömiksi. On lisäksi mahdollista, että nämä pistiäiset toimivat kurturuusun pölyttäjinä. On siis vaikeaa määrittää, kuinka suuri vaikutus *Megastigmus*-pistiäisillä on kurturuusun menestykseen, emmekä voi edes sanoa varmuudella, onko vaikutus enemmän negatiivinen vai positiivinen. Vaikutuksen laadun ja määrän varmistamiseksi tarvitaan lisää tutkimusta.

4.3 Tutkimuksen rajoitukset

4.3.1 Lämpötila

Syy kasvihuoneen kasvatuksen epäonnistumisen takana ei ole selvä, mutta todennäköisin syy saattaa olla kasvihuoneen poikkeuksellisen korkeaksi noussut

lämpötila. Siemenen sisällä pistiäinen pystyy kehittymään suojassa kosteuden ja happamuuden muutoksilta sekä haitallisilta kemikaaleilta, mikä on selvää pistiäisten kyvystä selvitä siemenen matkasta linnun ruoansulatusjärjestelmän läpi (Rouco & Nolbury 2013). Siemen ei kuitenkaan pysty suojaamaan pistiäistä liialliselta lämpötilan nousulta, ja yli 50 °C asteen lämpötilat ovat hengenvaarallisia useimmille hyönteisille (Porto ym. 2017). Olimme toivoneet kasvihuoneessa olleiden kiulukoiden olosuhteiden vastaavan luonnollista ympäristöä, mutta osittain suljetun tilan lämpötila nousi lämpiminä päivinä paljon ympäristön lämpötilaa korkeammaksi, ja 50 °C asteen ylittävät lämpötilat saavutettiin jo huhtikuun puolivälissä, huomattavasti ennen siemenistä kuoriutumisen alkamista muissa tarkkailuryhmissä. Kasvihuone saavutti lähes 70 °C asteen lämpötilan jo toukokuun alkupuolella, kun luonnossa ensimmäiset kuoriutumiset havaittiin vasta kesäkuussa (Kuva 4). Tähän verrattuna luonnonoloissa Jyväskylän lämpötila oli huhtikuussa korkeimmillaan 16.1 °C ja toukokuussa 26.4 °C (Sääasema Jyväskylä Nenäinniemi 2021)

4.3.2 Säilöminen

Osa pistiäisten tuntomerkeistä oli kärsinyt säilömisestä, jos näytteet oli säilötty esim. huoneenlämpöön kuivana tai liian suuriin rasioihin. Muun muassa munanasettimet, siivet ja jopa koko ruumis olivat tuhoutuneet säilönnän aikana. Näytteitä oli myös likaisissa astioissa sekä ilmatiiviissä eppendorf-putkissa, ilman säilöntään käytettävää etanolia, jolloin niihin oli kasvanut hometta. Näiden yksilöiden määrittäminen lajitasolle oli yksilöstä riippuen haastavaa tai mahdotonta.

4.3.3 Lajinmäärittäminen

Kohtasimme pistiäisten määrittämisessä huomattavia ongelmia käytettävien mikroskooppien riittämättömän suurennoksen sekä oman vähäisen määrittämiskokemuksemme vuoksi. *Megastigmus*-pistiäisten lajinmäärittämisessä on

oltava käytettävissä mikroskooppi, jonka suurennus on suurempi kuin 40x. Käytössämme olleilla mikroskoopeilla ei pystynyt havainnoimaan tärkeitä lajien välisiä eroja esim. selkäkilpien rakenteessa. Myös esimerkiksi tutkimusyksilöiden siipitäplissä oli paljon variaatiota ja määrityskaavan kuvista poikkeavia muotoja, minkä vuoksi emme voineet olla täysin varmoja kuuluivatko ne eri lajiin. Olimme alusta asti vakuuttuneita siitä, että näytteissä on useampaa kuin yhtä *Megastigmus*-suvun lajia, mutta arviomme lajien määrästä oli lopulta virheellinen. Asiantuntijan varmistus osasta näytteitämme auttoi tarkentamaan käsitystä lajeista ja niiden määrästä, mutta on mahdollista, että asiantuntijan tutkiman näyteotoksen ulkopuolelle jäi muiden lajien edustajia, joita emme kyenneet erottamaan varmasti havaituista lajeista.

4.4 Suosituksia jatkotutkimuksiin

Kurtturuusulla esiintyvien *Megastigmus*-pistiäisten kasvatuksessa saavutetaan tutkimuksemme perusteella nopeimmat tulokset ja suuri lukumäärä aikuisia pistiäisiä säilyttämällä kiulukat kuivassa, huoneenlämpöisessä tilassa astioissa, joissa ilman pääsee vaihtumaan, esimerkiksi verkon läpi. On myös mahdollista, että toukat tarvitsevat kylmän ajanjakson kehitystään varten, joten suosittelemme keräämään kiulukat vasta talvella tai alkukeväästä. Ulkokasvatuksessa tulee joko kehittää ratkaisu, jossa lämpötilan nousu ulkolämpötilan yläpuolelle voidaan estää, tai vaihtoehtoisesti voidaan yrittää käyttää verkotettuja, pensaassa kiinni olevia oksia. Tässä kuitenkin oksan valinnalla on ilmeisen suuri vaikutus, eikä pistiäisten saanti vaikuta varmalta. Olimme arvelleet, että lämpötilan nopea nousu -18 °C asteesta +21 °C asteeseen voisi olla vahingollinen pistiäisille, mutta tämä ei vaikuttanut haittaavan kuoriutumista. Kuitenkin lämpötilan vaiheittainen lasku -18 °C asteesta aina +21 °C asti voisi mahdollisesti edesauttaa parempien kuoriutumistulosten saavuttamista.

Lisäksi hyönteisten säilömisen suhteen tulee varmistaa, että kaikki tutkijat ryhmässä osaavat joko 70 % alkoholiin laittamalla tai pakastamalla säilöä hyönteisiä niin, että ne säilyvät hyväkuntoisina. Muuten riskinä on, että tulokset kärsivät tiettyjen näytteiden ollessa huonokuntoisempia kuin toisten.

Talvella kerättyjen, pakastettujen näytteiden tarkastelu voisi tuoda jatkotutkimuksessa mielenkiintoista lisätietoa pistiäisten kehitysvaiheista talven aikana. Tarkoituksemme oli varmistaa pistiäisten elämän kierron vaiheita avaamalla keväällä pakastettuja siemeniä, mutta LuK-projektiin varattu aika ei riittänyt pakastettujen näytteiden systemaattiseen tutkimiseen. Siementen avaamisella oli tarkoitus kartoittaa eri kehitysasteiden pistiäisiä siemenen sisällä ennen kuoriutumista.

Mielenkiintoisia jatkotutkimusaiheita *Megastigmus*-pistiäisistä olisivat esimerkiksi tuntemattomaksi jääneen *M. sp. 1* lajin määrittäminen sekä suomalaisten täpläkiilupistiäisten (Megastigmidae) DNA-viivakoodaus. Laajemman tutkimusmateriaalin kerääminen, lajien välisten runsaussuhteiden ja lajien levinneisyyden selvittäminen Suomessa olisi myös suotavaa. LuK-työmme otoskoko on melko pieni, eikä sen voida sanoa tuovan näihin kysymyksiin varmoja vastauksia. Myös tutkimusta siitä, kuinka kurttuuruuden hävittäminen vaikuttaa ruusuilla lisääntyviin *Megastigmus*-lajeihin, olisi ajankohtainen tutkimusaihe.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

LuK-työmme perusteella tiedämme, että Suomen kurttuuruudessa esiintyy ainakin kahden eri lajin tai alalajin *Megastigmus*-pistiäisiä, että ne talvehtivat siemenissä ja kuoriutuvat keväällä aikuisina, ja että samoissa pensaissa voi esiintyä kummankin lajin pistiäisiä. Lajien eroja löydettiin niin morfologisista piirteistä, että

kuoriutumisen ajankohdasta. Tutkimuksessa tuli ilmi myös monia mahdollisia haasteita sen työvaiheissa, esimerkiksi kasvihuonekasvatuksessa. LuK - tutkielmamme aikarajoissa emme pystyneet selvittämään kaikkia mieleemme nousseita selvittämisen arvoisia kysymyksiä liittyen *Megastigmus*-pistiäisiin ja niiden esiintyvyyteen Suomessa. Näin ollen mielestämme tutkimuksemme on luonut mielenkiintoisia ja ajankohtaisia jatkokysymyksiä kurttturuusulla lisääntyviä *Megastigmus*-pistiäisiä koskeville uusille tutkimuksille.

KIITOKSET

Haluamme kiittää tämän LuK-tutkielman ohjaajia Elisa Valliusta ja Marjaana Hassania viisaista ja asiantuntevista neuvoista, tiiviistä ja ystävällisestä ohjauksesta sekä etenkin aidosta mielenkiinnosta tutkimusta kohtaan ja tieteellisen uteliaisuuden jatkuvasta rohkaisemisesta ohjattavissaan. Haluamme kiittää myös rinnakkaisryhmämme jäseniä Aliisa Lassilaa, Miia Perälää ja Sinna Saastamoista aineistonsa jakamisesta kanssamme. Lisäksi suuri kiitos kuuluu Gergely Várkonyille (SYKE), joka oli mukana projektissa ulkopuolisena asiantuntijana täysin vapaaehtoisesti. Hän auttoi meitä varmistamaan lajinmäärityksemme sekä ohjasi kyseiseen aiheeseen kuuluvaan terminologian käyttöön, sekä auttoi tutkimus lähteiden löytämisessä ja niiden oikeanlaisessa tulkitsemisessä. Kiitos myös luonnontieteellisen keskusmuseon Juho Paukkuselle museonäytteiden tietojen jakamisesta tutkimuksemme käyttöön. Lisäksi haluamme kiittää Jari Haimia alkuperäisestä sukutason määrittämisestä, asiantuntevista neuvoista ja rohkaisusta aineen pariin. Kiitos myös Matias Mustoselle avusta tutkimuksemme liittyvien aineistojen parissa sekä asiantuntijakontaktien suosittelusta.

KIRJALLISUUS

- Bonal R., Espelta J. M., Muñoz, A., Ortego J., Aparicio J. M., Gaddis K. & Sork V. L. 2016. Diversity in insect seed parasite guilds at large geographical scale: The roles of host specificity and spatial distance. *Journal of biogeography*, 43(8): 1620–1630.
- Bruun, H. 2006. Prospects for Biocontrol of Invasive *Rosa rugosa*. *BioControl*, 51: 141–181.
- Crawley M. 2002. Seed predators and plant population dynamics. Teoksessa: Fenner, M. (toim.), *Seeds: The ecology of regeneration in plant communities*, 2nd edition, CABI Publishing, pp. 167-182.
- Doğanlar, M. 2011. Review of Palearctic and Australian species of *Bootanomyia* Girault 1915 (Hymenoptera: Torymidae: Megastigminae), with descriptions of new species. *Turkish journal of zoology*, 35(2): 123-157.
- Gauld I.D., Bolton B., Huddleston T., Fitton M.G., Shaw M.R., Noyes J.S., Day M.C., Else G.R., Fergusson N.D.M. & Ward S.L. 1988. *The Hymenoptera*. British Museum (Natural History). Oxford University Press. Oxford.
- Gillan T. & Richardson D. 1997. The chalcid seed wasp, *megastigmus nigrovariegatus* hymenoptera: torymidae, on *rosa rugosa* thunb. in nova scotia. *The Canadian Entomologist*. 129(5): 809-814.
- Hussey, N. W. 1955. The life-histories of *Megastigmus spermotrophus* Wachtl (Hymenoptera: Chalcidoidea) and its principal parasite, with descriptions of the developmental stages. *Transactions of the Royal Entomological Society of London*, 106: 133–151.
- Jansta P., Cruaud A., Delvare G., Genson G., Heraty J., Krizkova B. & Rasplus J-Y. 2018. Torymidae (Hymenoptera, Chalcidoidea) revised: molecular phylogeny, circumscription and reclassification of the family with discussion of its biogeography and evolution of life-history traits. *Cladistics* 34: 627–651.
- Janzen, D. 1971. Seed predation by animals. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 2, pp. 465–492.
- Jesse, L. C., Moloney, K. A. & Obrycki, J. J. 2006. Insect pollinators of the invasive plant, *Rosa multiflora* (Rosaceae), in Iowa, USA. *Weed Biology and Management*, 6(4): 235-240.
- Kunttu, P. & Kunttu, S. 2017. Distribution and Habitat Preferences of the Invasive Alien *Rosa rugosa* (Rosaceae) in Archipelago Sea National Park, SW Finland. *Polish Botanical Journal*, 62: 99–115.

- Mehran, R., Ali Asghar, T., Zahra, T. 2019. Parasitoids: the role of host preference and host specificity in biological control. *Parasitoids: Biology, Behavior and Ecology*. Nova science publishers, inc.
- Natura 2017. Hyönteisten talvi. <http://www.naturalehti.fi/2017/03/03/hyonteisten-talvi/> (luettu: 29.11.2021)
- Porto, S. M., Valenti, F., Bella, S., Russo, A., Cascone, G. & Arcidiacono, C. (2017). Improving the effectiveness of heat treatment for insect pest control in flour mills by thermal simulations. *Biosystems engineering* 164: 189-199.
- Suomen lajitietokeskus 2021. Megastigmus. Luonnontieteellinen keskusmuseo. <https://laji.fi/taxon/MX.53438> (luettu: 21.11.2021)
- Sääasema Jyväskylä Nenäinniemi 2021. Sääasema Jyväskylä, Nenäinniemi. <https://www.jyv-weather.info/wxhistory.php> (luettu: 29.11.2021)
- Takagi, E., Matsuo, K., Suzuki, M., Adachi, Y. & Togashi, K. (2020). Natural occurrence of oviposition and adult emergence of the seed parasitoid wasp *Macrodasyceras hirsutum* Kamijo (Hymenoptera, Torymidae) on *Ilex latifolia* Thunberg in Japan. *Taiwania (Taipei)*, 65(4): 541-543.
- Roques A. & Skrzypczyńska M. 2003. Seed-infesting chalcids of the genus *Megastigmus* Dalman, 1820 (Hymenoptera: Torymidae) native and introduced to the West Palearctic region: taxonomy, host specificity and distribution. *Journal of Natural History*. 37: 127-238.
- Roques A., Copeland R.S., Soldati L., Denux O. & Auger-Rozenberg M-A. 2016. *Megastigmus* seed chalcids (Hymenoptera, Torymidae) radiated much more on Angiosperms than previously considered. I- Description of 8 new species from Kenya, with a key to the females of Eastern and Southern Africa. *ZooKeys*, 585: 51-124.
- Rouco, C. & Norbury, G. 2013. An introduced species helping another: Dispersal of a rose seed infesting wasp by a marsupial in New Zealand. *Biological Invasions*, 15: 1649-1652.
- Vieraslajit.fi 2021a. Haitallisen kurturuusun tunnistaminen ja torjunta pihalla ja puutarhassa. <https://vieraslajit.fi/ajankohtaista/i-1932> (luettu: 2.11.2021)
- Vieraslajit.fi 2021b. Kasvatuskielto. <https://vieraslajit.fi/info/i-961> (luettu: 2.11.2021)