

**Kirjallisuuskatsaus suomalaisten
viljelykasvien pölytyksestä
ja pölytyspalveluun suositeltavista
mehiläispesämääristä**

Salla Holopainen

Heinäkuu 2020

Työn ohjaaja: Eeva-Liisa Korpela, SML



Tämä selvitys on toteutettu osana EU-osarahoitteista Suomen
mehiläishoito-ohjelmaa ja sen kohtaa C) Siirtohoidon järjeistäminen

Sisällys

1	JOHDANTO	1
2	MONTAKO MEHILÄISPESÄÄ PÖLYTYSPALVELUUN TARVITAAN JA MITÄ MUUTA TULEE HUOMIOIDA PÖLYTYSPALVELUSSA?	2
3	KIRJALLISUUSKATSAUKSEN TOTEUTUS JA TEEMAHAASTATTELUT	4
4	KIRJALLISUUSKATSAUKSESSA TARKASTELLUT VILJELYKASVIT...5	
4.1	Peltokasvit.....	5
4.1.1	Rypsi (<i>Brassica rapa subsp. oleifera</i>).....	6
4.1.2	Rapsi (<i>Brassica napus</i>)	6
4.1.3	Härkäpapu (<i>Vicia faba</i>).....	7
4.1.4	Tattari (<i>Fagopyrum esculentum</i>)	9
4.1.5	Kumina (<i>Carum carvi</i>)	10
4.1.6	Valkoapila (<i>Trifolium repens</i>).....	11
4.1.7	Alsikeapila (<i>Trifolium hybridum</i>).....	12
4.1.8	Puna-apila (<i>Trifolium pratense</i>)	12
4.2	Puutarhakasvit.....	13
4.2.1	Mansikka (<i>Fragaria x ananassa</i>).....	13
4.2.2	Omena (<i>Malus x domestica</i>).....	15
4.2.3	Päärynä (<i>Pyrus communis</i>)	16
4.2.4	Mustaherukka (<i>Ribes nigrum</i>).....	16
4.2.5	Punaherukka (<i>Ribes rubrum</i>)	17
4.2.6	Pensasmustikka (<i>Vaccinium corymbosum</i>)	18
4.2.7	Puutarhavadelma (<i>Rubus idaeus</i>).....	18
4.2.8	Avomaankurkku (<i>Cucumis sativus</i>).....	19
5	YHTEENVETO	20
6.	JATKOTUTKIMUSTARPEET	23
	LÄHTEET.....	24

TAULUKOT

Taulukko 1. Puolistrukturoidun teemahaastattelun kysymykset5

Taulukko 2. Yhteenveto hyönteispölytyksen merkityksestä peltokasvien sadonmuodostuksessa ja kirjallisuudessa suositellut pesämäärät..... 21

Taulukko 3. Yhteenveto hyönteispölytyksen merkityksestä puutarhakasvien sadonmuodostuksessa ja kirjallisuudessa suositellut pesämäärät..... 22

Taulukko 4. Yhteenvetotaulukko haastateltujen perustiedoista ja pölytyspalveluun sijoitetuista mehiläispesämääristä 22

1. Johdanto

Pölytys on tärkeä tekijä monien pelto- ja puutarhakasvien (kuten marjojen ja hedelmien) sadon määrän ja laadun kannalta, ja se vaikuttaa maailmanlaajuisesti suoraan 75 prosenttiin merkittävimmistä viljelykasveista (Breeze ym. 2016, Potts ym. 2016, Gallai ym. 2009). Tarhamehiläiset ja muut pölyttäjähyönteiset vaikuttavat ruokaturvaan, maatalousyrittäjien ja mehiläistarhaajien elinkeinoon, sosiaaliin ja kulttuurisiin arvoihin sekä luonnon monimuotoisuuteen (Potts ym. 2016). Maailmanlaajuisesti on tunnustettu, että pölyttäjäkantojen heikkeneminen rajoittaa sadonmuodostusta (Rollin & Garibaldi 2019).

Pölytystä ei toistaiseksi ole pidetty maatalouden tuotantopanoksena (kuten lannoitteita ja kasvinsuojeluaineita) sen sadonlisäyspotentiaalista ja hyönteispölytteisten kasvien viljelypinta-alan lisääntymisestä huolimatta (Lindström ym. 2016); tästä poikkeuksena on Kiina (IPBES 2016). Pölytys tulisi kuitenkin nähdä sekä maatalouden tuotantopanoksena että ekosysteemipalveluna.

Tuotantopanossmielessä puhutaan etenkin mehiläistarhaajien tekemästä pölytyspalvelusta, jossa tarhamehiläispesät sijoitetaan pölytystä tarvitsevien viljelmien läheisyyteen. Ekosysteemipalvelumielessä puolestaan puhutaan koko pölyttäjähyönteislajiston tarjoamasta palvelusta. Maatalousyrittäjän onkin syytä vaalia myös luonnonpölyttäjiä, sillä tarhamehiläinen ei aina pysty täyttämään koko pölytystarvetta (Breeze ym. 2014, Borgström ym. 2018). Maatalousyrittäjät tosin harvoin seuraavat pölytystilannetta viljelyksillään (Garibaldi ym. 2020).

Maailmanlaajuisesti hyönteispölytteisten kasvien viljelypinta-ala on lisääntynyt vuodesta 1961 jopa yli 300 % (Breeze ym. 2014). Suomessakin hyönteispölytteisten viljelykasvien pinta-alat ovat kasvaneet (Breeze ym. 2014). Tähän kehitykseen ovat vaikuttaneet uusien lajikkeiden viljelyn mahdollistuminen ilmastonmuutoksen myötä, Suomen tavoite valkuaisomavaraisuudesta ja kuluttajien ruokavaliotrendit (Kyllönen 2018, Suomen ympäristökeskus 2019: PÖLYHYÖTY-hankesuunnitelma).

Viljelykasvien pölytyksestä on saatavilla paljon kirjallisuutta ja se on yksi tutkimmista ekosysteemipalveluista maailmanlaajuisesti (Breeze ym. 2016, Potts ym. 2016). Tuotantopanosmielessä pölytyspalveluun tarvittavista tarhamehiläisen pesämääristä on kuitenkin saatavilla melko niukasti tietoa. Rollinin & Garibaldin (2019) sekä Breezen ym. (2014) mukaan tutkimuksia etenkin optimaalisesta pesämäärästä on vähän, ottaen huomioon kuinka riippuvaista ruoantuotanto on pölytyksestä. Tarvittava pesämäärä vaihtelee muun muassa viljelykasveittain- ja lajikkeittain. Breezen ym. (2014) mukaan Suomen mehiläispesämäärä täyttää alle 25 prosenttia tarpeesta, sillä pesätiheys on alle yksi pesä hehtaaria kohden – tarpeen ollessa 1,5-1,7 mehiläispesää hehtaaria kohden (vuoden 2010 tilanteen mukaan).

Muun muassa Free (1993) ja Delaplane & Mayer (2000) antavat joitakin suosituksia optimaalisesta pesämäärästä eri viljelykasveilla. Suomessa Peltotalo (2010) on tehnyt pölytysoppaan, jossa myös annetaan suosituksia sen hetkisen tiedon valossa – on kuitenkin tullut aika päivittää näitä tietoja, minkä johdosta päätettiin tehdä tämä selvitys Suomen mehiläishoito-ohjelman rahoituksella Suomen mehiläishoito-ohjelma - Suomen Mehiläishoitajain Liitto (mehilaishoitajat.fi). Ohjelman yhtenä osana on siirtohoidon järjeistäminen.

Selvitys toteutettiin kirjallisuuskatsauksena ja puolistrukturoituina teemahaastatteluin, joissa haastateltiin sekä pölytyspalvelua käyttäneitä viljelijöitä että pölytyspalvelua tarjonneita mehiläistarhaajia. Haastateltujen näkemyksiä esitetään tekstin lomassa.

2. Montako pesää pölytyspalveluun tarvitaan ja mitä muuta tulee huomioida pölytyspalvelussa?

Kysymykseen tarvittavista pesämääristä ei ole helppoa vastata, sillä pölytyksen onnistumiselle ei ole asetettu standardeja tai minimivaatimuksia. Usein yksinkertaisesti oletetaan, että mitä enemmän on pölyttäjiä, sitä suurempi on myös sato. Rollinin & Garibaldin (2019) tutkimuksen perusteella on kuitenkin olemassa optimaalinen määrä mehiläispesiä kullekin kasville, muun muassa siksi, että sadon

määrä ei kasva lineaarisesti kukkavierailujen määrän mukaan. Ilman tarkempaa tietoa pesätiheyden optimoinnista on mahdollista, että mehiläispesiä on alueella liikaa tai liian vähän (Breeze ym. 2014).

Suositukset mehiläispesien optimaalisen määrän suhteen ovat niukkoja ja usein ristiriitaisia keskenään, sillä viljelykasvien lajikkeet, ilmasto ja alueelliset tekijät vaikuttavat asiaan voimakkaasti (Rollin & Garibaldi 2019). Pesämäärien vaihteluvälisuosituksen eri kasveille voivat olla kestävämmän suuria ja maantieteelliset erot asettavat oman haasteensa tutkimusten tulosten soveltamiselle.

Pölytyksen onnistumiseen vaikuttavia asioita ovat muun muassa:

- Pölytystä tarvitsevan viljelykasvin biologiset ominaisuudet (rakenne, kukan houkuttelevuus, kukinnan ajankohta jne.)
- Kilpailevat mesi- ja siitepölykasvit alueella
- Sääolosuhteet
- Maatalousmaiseman rakenne (elinympäristöjen monimuotoisuus, mahdolliset ojat ja pientareet sekä niityt, lähellä sijaitsevat metsät ja niiden tyyppi jne.), joka vaikuttaa luonnonpölyttäjien määrään
- Mehiläispesien määrä, sijoittelu ja yhteiskuntien vahvuus

Mehiläispesät tulisi sijoittaa pölytettävän viljelykasvin välittömään läheisyyteen, sillä mehiläiset pölyttävät parhaiten lähellä olevia kasveja (Couvillon ym. 2015, Raiskio 2019). Yleisesti ohjeistetaan, että mehiläispesät siirretään pölytyspalvelupaikalle sitten, kun noin 10 % kukinnoista on avautunut (Raiskio 2019, Suomen Mehiläishoitajain Liitto). Meden perässä mehiläiset lentävät keskimäärin noin 1,5 kilometriä ja siitepölyn noin 1,1 kilometriä ja matka, mutta matka vaihtelee huomattavasti muun muassa vuodenajan mukaan (Couvillon ym. 2015).

Mehiläistarhaaja vastaa pesien sopivuudesta pölytyspalveluun, ja esimerkiksi herukan kukinnan aikaan sikiöintiä tulisi olla 4–5 kehällä ja emon muninnan tulisi olla normaalia. Kesäkuun puolivälissä sikiöintiä tulisi olla 6–7 kehällä. Hunajasato kuuluu normaalisti mehiläistarhaajalle. Pölytyspalvelusta kannattaa sopia kirjalli-

sesti, jotta molemmat osapuolet tuntevat oikeutensa ja velvollisuutensa. Pölytyspalvelun hintaan vaikuttaa esimerkiksi se, onko mehiläispesiä valjastettu harmaahomeen torjuntaan. Hinnasta sopivat mehiläistarhaaja ja kasvinviljelijä. Lisätietoa löytyy osoitteesta: [Pölytyksen merkitys ja pölytyspalvelusta sopiminen - Suomen Mehiläishoitajain Liitto SML ry \(polytys.fi\)](#)

"Sijoitamme pesät keskelle peltoa, kun siirrämme vain kukinnan ajaksi. Jos se ei ole mahdollista, niin sijoitamme pesät peltolohkon molempiin päihin. Pesäpaikalle täytyy päästä autolla. Isoilla lohkoilla pyrimme sijoittamaan tarhanpaikat kilometrin tai alle etäisyydelle toisistaan. Seuraamme kukkavierailuja ja pölytystyötä kasvukauden aikana tarkkailemalla, että näkyykö tarhamehiläisiä ja luonnonpölyttäjiä sekä laskemme niiden suhteita. Tarhat ovat yleensä 6 pesän tarhoja reilun kilometrin päässä toisistaan, joista on ennen pölytyspalveluun siirtoa poistettu hunajat ja siitepölyt ja annettu uusi emo, eli käytännössä tehty jaokkeet." – Haastateltava 4

"Emme käytä varsinaisesti pölytyspalvelua sadonlisäysmielessä, sillä meillä mehiläispesät ovat pölyttämässä lähinnä monimuotoisuuskaistoja, riista- ja maisemapeltoja sekä rehunurmea. Mehiläisillä on kuitenkin tärkeä tehtävä tilallamme. Olemme sopineet mehiläistarhaajan kanssa tarhanpaikoista, mutta mehiläispesien määriä ei ole optimoitu tarkemmin tai etsitty tarkemmin tietoa kirjallisuudesta." – Haastateltava 7

3. Kirjallisuuskatsauksen toteutus ja teemahaastattelut

Kirjallisuuskatsauksessa päivitettiin SML:n tiedot mehiläispesämääräsuosituksista eri viljelykasveille. Kirjallisuuskatsaukseen valittiin Suomessa viljeltäviä yleisimpiä hyönteispölytteisiä pelto- ja puutarhakasveja.

Kirjallisuuskatsaukseen haettiin tietoa viljelykasvin nimellä ja *"pollination"* ja *"apis mellifera"* -hakutermeillä. Lähteiksi valittiin maantieteellisesti ja ilmastollisesti Suomea lähellä olevissa maissa tehtyjä tutkimuksia, sillä muualla viljelykäytännöt ja luonnonolosuhteet voivat poiketa suurestikin Suomesta. Lisäksi verrattiin Suomen Mehiläishoitajain Liiton julkaiseman Pölytysoppaan (2010) lukuja tässä kirjallisuuskatsauksessa esiin tullessiin lukuihin pesien määrästä.

Lisäksi tehtiin haastatteluja. Haastattelu on käytetyimpiä laadullisia eli kvalitatiivisia tiedonkeruutapoja (Hirsjärvi & Hurme 2009) ja menetelmänä hyvin joustava (Eriksson & Kovalainen 2008). Teemahaastattelulla tarkoitetaan haastattelua,

jossa keskitytään tiettyyn teemaan/teemoihin (Eriksson & Kovalainen 2008), kuten tässä keskityttiin pölytyspalveluun käytettävään mehiläispesämäärään. Taulukossa 1 on listattu teemahaastattelun kysymykset, jotka esitettiin haastatelluille henkilöille.

Taulukko 1. Puolistrukturoidun teemahaastattelun kysymykset.

Kysymys nro	Haastattelukysymys
1.	Kuinka monta mehiläispesää hehtaaria kohti olette yleensä sijoittaneet viljelykasville? Miten tähän pesämäärään on päädytty eli onko määrä päätetty yhdessä mehiläistarhaajan kanssa tai etsitty mahdollisesti kirjallisuudesta suosituksia pesämäärästä?
2.	Tarkkailetko pölytystyötä viljelykasvilla? Oletko huomannut eroja tarhamehiläisen/luonnonpölyttäjien suhteessa kukkavierailuissa?
3.	Onko mehiläispesien määrä ollut mielestäsi sopiva? Käyttäisitkö enemmän pesiä, jos olisi mahdollisuus?
4.	Oletko huomannut pölyttäjien määrän vaihtelun vaikuttavan satoon?
5.	Oletko huomannut kasvuston kunnan vaikuttavan pölytykseen? Entä pesien vahvuuden?
6.	Oletko kokenut mehiläispesien saatavuuden haasteelliseksi?

4. Kirjallisuuskatsauksessa tarkastellut viljelykasvit

4.1 Peltokasvit

Luonnonpölyttäjät pystyvät pölyttämään tehokkaasti pieniä pinta-aloja, mutta suurien pinta-alojen pölytyksen varmistamiseksi tarhamehiläistä kannattaa hyödyntää peltokasvien viljelyssä (Monck ym. 2008). Lisäksi on hyvä muistaa, että luonnonvaraiset pölyttäjät eivät yleensä ole yhtä kukkauskollisia kuin tarhamehiläinen (Burkle ym. 2013), minkä vuoksi tarhamehiläisen hyödyntäminen pölytyksen onnistumiseksi voi olla tarpeellista peltokasvien viljelijöille.

Viljelijä hyötyy pölytyspalvelusta sadonlisäyksenä, kun taas mehiläistarhaajan tulisi saada korvaus pölytyspalvelusta ja siihen liittyvistä kustannuksista. Peltokasvien viljelijän kannattaa lisäksi kiinnittää huomiota siihen, että maatalousluonto on mahdollisimman monimuotoista, sillä se parantaa pölyttäjien elinolosuhteiden paranemisen myötä myös sadon määrää ja laatua (Toikkanen 2017, Toivonen ym.

2019). Tässä kirjallisuuskatsauksessa on käsitelty Suomessa yleisimmin viljellyt hyönteispölytteiset peltokasvit.

4.1.1 Rypsi (*Brassica rapa* subsp. *oleifera*)

Kevätrypsiä viljeltiin Suomessa kasvukaudella 2019 noin 16 430 hehtaarilla. Syysrypsiä viljeltiin 1 130 hehtaarilla (Ruokavirasto 2019)

Onnistuessaan hyönteispölytys auttaa vähentämään rypsinviljelyn riippuvuutta kemiallisista tuotantopanoksista (Marini ym. 2015). Rypsin pölytystä on tutkittu myös Suomessa. Lehtosen (2012) keskiarvo rypsin sadon riippuvuudesta hyönteispölytyksestä on kirjallisuuden perusteella 80 %. Rypsilajikkeen houkuttelevuus saattaa vaikuttaa mehiläisten määrään (Toivonen ym. 2019).

Toivosen ym. (2019) tutkimuksessa siementen määrä per litu olivat korkeimmillaan myöhään kukkineilla rypsipelloilla, mikä kertoo hyvästä pölytyksestä. Aikaisin kukkivat pellot saattavat kukkia pölyttäjien näkökulmasta liian aikaisin. Viljelykasvin pölytystä voidaan siis parantaa ajoittamalla kylvö pölyttäjien runsaahuippua silmällä pitäen. Kasvinsuojeluaineiden käyttö lisäsi satoa tutkimuksessa. Aineiden käytön vähentäminen parantaa pölyttäjien elinoloja, mutta laskee samalla satoa tuholaisten ja rikkakasvien lisääntymisen vuoksi. Näin ollen pölyttäjäystävällisten torjuntakeinojen kehittäminen on tärkeää, jotta voidaan säilyttää rypsin satotaso ja taata onnistunut pölytys.

Korpelan (1988) kokeessa tultiin lopputulokseen, jossa yleisohjeena pidetään 2–3 mehiläispesää/hehtaari. Mehiläisten määrä kasvustossa riippuu muun muassa rypsin viljelyalasta mehiläisten taloudellisen lentosäteen (n. 1,5 km) alueella ja muista kilpailevista mesikasveista.

4.1.2 Rapsi (*Brassica napus*)

Kevätropsia viljeltiin Suomessa kasvukaudella 2019 17 500 hehtaarilla ja syysrapsia 1 600 hehtaarilla (Ruokavirasto 2019).

Rapsin jalostusohjelmissa on pyritty vain harvoin mittaamaan tai muuttamaan rapsin riippuvuutta hyönteispölytyksestä. Kasvin lisääntymisbiologiasta, kuten meden ja siitepölyn tuotantokyvystä sekä pölytysriippuvuudesta puuttuu perustietoa (Marini ym. 2015). Hanstedin ym. (2018) mukaan syysrapsilla hyönteispölytyksen osuus sadosta on 5–15 % ja kevätrapsilla 9 %. Hudewenzin ym. (2014) mukaan rapsin lajikkeista osa hyötyy toisia enemmän ristipölytyksestä. Treffer- ja Visby -lajikkeet hyötyivät tutkimuksessa enemmän ristipölytyksestä kuin Sherlock ja Traviata.

Hyönteispölytystä tutkittiin Lindströmin ym. (2016) toimesta Etelä-Ruotsissa yhteensä 43:lla syysrapsipellolla. 22:n pellon laidalle laitettiin mehiläispesät ja 21:n pellon läheisyydessä ei ollut mehiläistarhoja. Mehiläispesäiä laitettiin kaksi hehtaaria kohden. Rapsin lajikkeita toinen oli populaatorapsi ja toinen ensimmäisen sukupolven hybridi. Mehiläispesien lisääminen johti 11 %:n sadonlisäykseen populaatiolajikkeiden pelloilla, mutta ei hybridilajikkeilla ($p=0,07$). Lehtosen (2012) yhteenvedoarvio on, että rapsin sadon riippuvuus hyönteispölytyksestä on 10 %, mikä on lähellä tätä tulosta.

Tällä hetkellä Suomessa suositellaan sekä rypsiläille että rapsille 2–3 mehiläispesää hehtaaria kohden (VYR 2017), ja Ruotsissa käytetään samaa suositusta (Pedersen). Hanstedin ym. (2018) rapsille riittäisi 2 pesää hehtaaria kohden. Breezen ym. (2014) laajemman katsauksen mukaan rapsille suositellaan kirjallisuudessa keskimäärin 2,8 mehiläispesää hehtaarille, vaihteluvälin ollessa 1–5 mehiläispesää.

”Rapsille olemme sijoittaneet 2 pesää hehtaaria kohden. Tähän määrään on päädytty pitkän kokemuksen kautta, ei juurikaan kirjallisuuden perusteella. Suomen olosuhteissa yksikin pesä riittäisi, mutta 2 on aina parempi. Kasvuston kunnolla on merkitystä: huonokuntoiseen kasvustoon ei kannata panostaa pölytyspalvelullakaan. Maaperän ravinteikkaus on avainasemassa myös kasvin mesimisen suhteen.” – Haastateltava 4

4.1.3. Härkäpapu (*Vicia faba*)

Kasvukaudella 2019 Suomessa viljeltiin härkäpapua 17 671 hehtaarilla (Ruokavirasto 2019). Vuonna 2010 härkäpapua viljeltiin 9 400 hehtaarilla (Lehtonen 2012), joten määrä on kasvanut merkittävästi.

Härkäpapu on 20-80 prosenttisesti itsefertiili, mutta pölyttyy myös tuulen ja hyönteisten avulla (Nätterlund 2007). Kasvin keskimääräinen riippuvuus hyönteispölytyksestä on Lehtosen (2012) työn mukaan 30-40 % ja Hanstedin ym. (2018) mukaan 5-45 %.

Bishopin ym. (2016) tutkimuksen mukaan härkäpavun riippuvuus hyönteispölytyksestä oli 18-26 asteen lämpötiloissa 16 % sadon määrästä, mutta lämpöstressin myötä (30 astetta) riippuvuus hyönteispölytyksestä kasvoi 53 %:iin. Kyseinen tutkimus tehtiin Iso-Britanniassa. Suomessakin on koettu pitkiä 30 asteen hellejaksoja, joten tulos on relevantti myös Suomessa.

Australiassa tehdyn selvityksen mukaan härkäpapupelloille sijoitettiin keskimäärin 2,26 mehiläispesää hehtaaria kohti (Cunningham & Le Feuvre 2013). Sadonlisäykseksi saatiin keskimäärin 17 %, mutta sadonlisäys oli voimakkainta pesien lähellä ja sadosta 90 % saatiinkin n. 800 metrin päässä mehiläispesistä. Tanskassa vuosina 1988-1992 toteutetussa tutkimuksessa saatiin 27 %:n sadonlisäys (Svendsen & Brødsgård 1992).

Varis ym. (1990) toteuttivat härkäpavun pölytyskokeita kahtena peräkkäisenä vuonna Etelä-Suomessa. Kokeessa käytettiin kahta erilaista pölytyshäkkiä, joista toisissa oli mehiläisiä suorittamassa ns. pakotettua tarhamehiläispölytystä ja toisissa ei. Jälkimmäisellä koekäsittelyllä siis estettiin pölyttäjien pääsy kukkiin. Lisäksi seurattiin vapaata pölytystä avoimilla koealoilla.

Vapaa pölytys ja pakotettu mehiläispölytys tuottivat korkeimman sadon – sadot olivat kaksinkertaisia verrattuna aloihin, joihin pölyttäjät eivät päässeet. Kasvit olivat pituudeltaan korkeimpia häkkipalstalla, missä ei ollut mehiläisiä pölyttämässä. Avoimella koealalla 44 % pölyttäjistä oli mehiläisiä ja 56 % kimalaisia. Tutkimustulosten perusteella pienillä viljelylohkoilla mehiläispölytys ei välttämättä tuo sadonlisäystä, mutta suuremmilla lohkoilla tarhamehiläispesät ovat tarpeen.

Kyllösen (2018) mukaan härkäpapu pölytyksestä huomattavasti etenkin sääolojen ollessa suotuisat. Mehiläiset keräävät niin mettä kuin siitepölyäkin härkäpavusta.

Kimalaiset, etenkin pitkäkieliset kimalaislajit, ovat härkäpavun tehokkaimpia pölyttäjiä (Malika ym. 2007), mutta myös tarhamehiläinen on tärkeä pesien suuren yksilömäärän vuoksi. Luonnonpölyttäjien olosuhteiden parantaminen on näin ollen hyödyllistä härkäpavun viljelijöille, koska tarhamehiläinen ja luonnonpölyttäjät täydentävät toisiaan härkäpavun pölytyksessä. Lyhytkieliset kimalaiset tosin saattavat tehdä härkäpavun kukkiin reikiä, joista ne imevät meden pölyttämättä kukkaa; tarhamehiläinenkin hyödyntää näitä reikiä (mm. Kyllönen 2018).

Hanstedin (2018) tutkimuksen mukaan yhtä härkäpapuhehtaaria kohden tulisi sijoittaa vähintään yksi mehiläisyhteiskunta. Erityisesti jaoketarhoja suositellaan pölyttämään härkäpapua niiden suuren siitepölytarpeen takia (Hansted ym. 2018). Ruottisen (2005) mukaan mehiläispesä tulisi olla härkäpapuhehtaaria kohden 2,5–5 ja Delaplanen ja Mayerin (2000) mukaan 2–8. Breezen ym. (2014) mukaan härkäpavulle suositellaan keskimäärin 3,8 mehiläispesää hehtaarille, kirjallisuuden suositusten vaihdellessa 2,5–5 mehiläispesän välillä.

”Olemme käyttäneet noin 0,5–1 pesää hehtaaria kohti. Pölytyspalvelua ei ole aktiivisesti etsitty ja pesät ovat pysyvissä tarhanpaikoissa ympäri vuoden. En juuri tarkkaile pölytystyötä kuin satunnaisesti kasvukauden aikana. Kasvuston kunto vaikuttaa paljon pölytyksen onnistumiseen; huonokuntoiseen kasvustoon ei kannata panostaa. Käyttäisin todennäköisesti enemmän pesiä erityisesti suurilla lohkoilla, joilla luonnonpölyttäjien osuus tuntuu olevan pieni.” – Haastateltava 3

”Härkäpavulle on sijoitettu 2 pesää hehtaaria kohden. Tähän määrään on päädytty pitkän kokemuksen kautta, ei juurikaan kirjallisuuden perusteella. Teemme käytännössä jaoketarhan härkäpapupellolle, jolloin pesistä otetaan ennen pölytyspalveluun siirtoa pois siitepölyä ja hunajat sekä laitetaan uusi emo. Näin pesät hakevat ahkerasti siitepölyä härkäpavun kukkinnoista. Kasvuston kunnolla on merkitystä: huonokuntoiseen kasvustoon ei kannata panostaa pölytyspalvelullakaan. Maaperän ravinteikkaus on avainasemassa myös kasvin mesimisen suhteen.” – Haastateltava 4

4.1.4 Tattari (*Fagopyrum esculentum*)

Suomessa tattaria viljeltiin 2 035 hehtaarilla kasvukaudella 2019 (Ruokavirasto 2019). Vuonna 2009 viljelyala oli 655 hehtaaria (Lehtonen 2012), joten lisäys on ollut huomattava. Lisääntynyt viljelypinta-ala johtunee esimerkiksi gluteenittomien tuotteiden kysynnän lisääntymisestä (Berg 2015).

Tattarille hyönteisten suorittama ristipölytys on välttämätön edes kohtuullisen sadon varmistamiseksi (Toratti 2018). Suomessa tehdyn tutkimuksen mukaan tarhamehiläisen ja luonnonpölyttäjiä yhteisvaikutus nostaa tattarin satoa ja sato on lähes kaksinkertainen, kun molemmat osallistuivat pölytykseen (Toratti 2018). Samassa tutkimuksessa avoimen, vapaasti pölyttyneen kasvuston sato oli noin 22-vertainen verrattuna kasvustoon, johon pölyttäjiä pääsy oli estetty.

Luonnonvaraisten pölyttäjiä kannat vaihtelevat vuosittain suurestikin, minkä vuoksi tarhamehiläinen täydentää tattarin pölytystä huomattavasti erityisesti vuosina, jolloin luonnonpölyttäjiä kannat ovat alhaisimmillaan (Toratti 2018, Björkman 1995). Tarhamehiläinen on tattarin tärkein pölyttäjä ja sen on todettu parhaimmillaan pölyttävän 90 % tattarin kukista (McGregor 1976).

Ruottinen (2005) suosittelee tattarihehtaarille 2–6 mehiläispesää. Breezen ym. (2014) mukaan tattarille suositellaan keskimäärin 3,5 mehiläispesää hehtaarille, kirjallisuuden suositusten vaihdella 2–5 pesän välillä.

"Tattarille on sijoitettu 2 mehiläispesää hehtaarille. Tähän määrään on päädytty pitkän kokemuksen kautta, ei juurikaan kirjallisuuden perusteella. Yksikin riittäisi Suomen olosuhteissa, mutta 2 on parempi. Joinakin vuosina luonnonpölyttäjiä on havaittu olevan tattarin kukinnoissa, jolloin tarhamehiläisiä ei ole juurikaan näkynyt, kun taas joinakin vuosina on toisinpäin. Kasvuston kunnolla on merkitystä: huonokuntoiseen kasvustoon ei kannata panostaa pölytyspalvelullakaan. Maaperän ravinteikkaus on avainasemassa myös kasvin mesimisen suhteen." – Haastateltava 4

4.1.5 Kumina (*Carum carvi*)

Kuminaa viljeltiin Suomessa 24 093 hehtaarilla kasvukaudella 2019. Vuonna 2013 sitä viljeltiin 15 200 hehtaarilla (Ruottinen ym. 2014), joten viljelyala on kasvanut huomattavasti viime vuosina. Suomella on lisäksi huomattava osuus eli 28 % maailman kuminamarkkinoista (Ruottinen ym. 2014).

Kesällä 2019 Etelä-Suomessa tehdyssä peltokokeessa kukkakärpäset olivat ylivoimaisesti runsain pölyttäjäryhmä kuminapelloilla ja tarhamehiläinen toiseksi runsain. Kuminan viljelijälle on siis hyödyllistä vaalia maatalousluonnon monimuotoisuutta. Hyönteispölytyksen osuus kuminan sadosta oli kaikkiaan 65 % (Karimaa

2020). Toikkasen (2017) tekemän pro gradu -työn perusteella kumina hyötyy pelon reunustalla olevasta sekametsästä, sillä se parantaa kukkakärpästen elinolosuhteita, kun taas mesipistiäiset hyötyvät pientareista, ojista ja suojakaistoista. Kumina ei ole tarhamehiläisille kaikkein houkuttelevin kasvi (Karimaa 2020), vaikkakin mesi ja siitepöly houkuttelevat jonkin verran mehiläisiä (Lehtonen 2012).

Alankomaissa tehdyn tutkimuksen mukaan ilman pölytystä kuminan sato oli 15–20 % alhaisempi kuin pölytetyllä verrokillä (Bouwmeester & Smid 1995). Saman tutkimuksen mukaan kuminalle on tärkeää niin hyönteispölytys kuin tuulipölytyskin. Ruottisen ym. (2014) mukaan kuminan onnistunut pölytys lähes kaksinkertaistaa sadon ja vähentää varisemista. Saarisen (2016) mukaan onnistunut pölytys lisää kuminan satotasoa noin 50 %. Lehtonen (2012) päätyi kirjallisuuskatsaukseen siihen, että kuminan sadon riippuvuus hyönteispölytyksestä on peräti 100 %

Ruottisen ym. (2014) mukaan kuminalla on käytetty vain yhtä tarhamehiläispesää neliökilometrillä eli sadalla hehtaarilla, mutta pesiä pitäisi olla kymmeniä. Hehtaaria kohden tulisi olla 2-9 mehiläispesää.

”Kuminalle on sijoitettu 2 mehiläispesää hehtaarille. Tähän määrään on päädytty pitkän kokemuksen kautta, ei juurikaan kirjallisuuden perusteella. Yksikin riittäisi Suomen olosuhteissa, mutta 2 on parempi. Kasvuston kunnolla on merkitystä: huonokuntoiseen kasvustoon ei kannata panostaa pölytyspalvelullakaan. Maaperän ravinteikkaus on avainasemassa myös kasvin mesimisen suhteen.” – Haastateltava 4

4.1.6 Valkoapila (*Trifolium repens*)

Valkoapila on itsesteriili kasvi, joten se tarvitsee hyönteispölytystä sadonmuodostukseensa (Rodet ym. 1998). Valkoapila on hyvä siitepölykasvi mehiläisille ja se tuottaa myös mettä (Hansted ym. 2018). Valkoapilan sadon riippuvuus hyönteispölytyksestä on 80–90 % (Pedersen; Hansted ym. 2018). Tarhamehiläinen on valkoapilan tärkein pölyttäjä, mikä johtuu muun muassa siitä, että kimalaisyhteiskunnat eivät ole ehtineet vielä kasvaa riittävän suuriksi kasvin kukinnan aikaan kesäkuun alkupuolella (Pedersen).

Hanstedin ym. (2018) ja Sveriges jordbruksverketin (2016) mukaan valkoapilalle tulisi sijoittaa 2-4 mehiläisyhteiskuntaa hehtaaria kohden.

"Meillä on lähinnä rehunurmia viljelyksessä, jossa on monta lajiketta ja valko- ja puna-apila ovat yksi niistä. Emme ole sijoittaneet pesiä varsinaisesti pölytyspalveluun koska meillä ei ole apilan siementuotantoa, vaan mehiläispesät ovat myös riistapeltoja ja monimuotoisuuskais-toja pölyttämässä. Samalla ne käyvät varmaan apilassa." – Haastateltava 7

4.1.7 Alsikeapila (*Trifolium hybridum*)

Alsikeapilalla, kuten valkoapilallakin, tarhamehiläinen on tärkein pölyttäjä ja sen siemensato on täysin riippuvainen hyönteispölytyksestä (Pedersen). Alsikeapilan pölytyksestä 70–90 % on tarhamehiläisen työtä (Pedersen).

Valko- ja alsikeapilalalle Peltotalo (2010) suosittelee 2–3 yhteiskuntaa hehtaarille, mutta alkuperäistä lähdettä ei löydy. Pankiwin & Elliottin (1959) mukaan alsikeapilalla tulisi olla noin 1 600 mehiläistä hehtaaria kohden. On kuitenkin huomioitava, että kaikki viljelmien läheisyyteen sijoitettavien pesien yksilöt eivät ole pölytystöissä, varsinkaan samaan aikaan.

4.1.8 Puna-apila (*Trifolium pratense*)

Kimalaiset ovat puna-apilan tärkeimpiä pölyttäjiä, mutta tarhamehiläiset ovat myös tärkeitä (Brødsgaard & Hansen 2002; Rundlöf 2007, 2008 ja 2012). Brødsgaardin & Hansenin (2002) Tanskassa tehdyn tutkimuksen mukaan puna-apilan keskisato kasvoi 600-700 % kimalaisen ja mehiläisen myötä verrattuna koeruutuun, jossa pölyttäjiä ei ollut.

Ruotsissa on tehty vuonna 2008 puna-apilan 2 pölytyskoetta kasvin ollessa täydessä kukassa. Tutkimuksissa todettiin, että kukkavierailuista toisessa 11 % oli tarhamehiläisen tekemiä ja toisessa 24 %, ja loput olivat kukkakärpäsiä ja muita hyönteisiä (Vimarlund 2008). Tanskalaisessa tutkimuksessa (Wermuth 2009) puolestaan todettiin, että puna-apilan sato kasvoi 392 kg/ha tarhamehiläisiä käytettäessä, kun se oli 209 kg/ha, jos pölytystyö oli pelkästään luonnonpölyttäjien varassa. Hanstedin ym. (2018) mukaan hyönteispölytyksen osuus puna-apilan sadosta on 80-90 %. Lehtosen (2012) mukaan puna-apilan sadon riippuvuus hyönteispölytyksestä on peräti 100 %.

Pohjois-Amerikassa ja Kanadassa pesämääräsuositus apilalle on 4 mehiläispesää hehtaarille (Sagili & Burgett 2011). Ruotsissa suositus on puna-apilalle on 3–5 mehiläispesää hehtaarille (Pedersen). Hanstedin ym. (2018) mukaan puna-apilahehtaaria kohden tulisi sijoittaa 3–6 pesää tai tehdä jaoketarha samalla pesämäärällä.

”Puna-apilan pölytykseen sijoitamme 1 pesän hehtaaria kohden. Kasvuston kunnolla on merkitystä: huonokuntoiseen kasvustoon ei kannata panostaa pölytyspalvelullakaan. Maaperän ravinteikkaus on avainasemassa myös kasvin mesimisen suhteen.” –Haastateltava 4

4.2 Puutarhakasvit

Puutarhakasvit eroavat peltokasveista niiden laatuvaatimusten suhteen, sillä muun muassa väri ja muoto vaikuttavat kuluttajan ostopäätökseen. Pölytys parantaa tuotteiden laatua, sillä monet marjat ja hedelmät tulevat onnistuneen pölytyksen myötä suuremmiksi ja säännöllisemmän muotoisiksi (Pedersen). Pölytys parantaa myös marjojen ja hedelmien säilyvyyttä (Klatt ym. 2014).

Puutarhakasvien sato on useimmiten peltokasveja riippuvaisempaa pölytyksestä. Pölytys vaikuttaa puutarhakasveilla muun muassa siten, että pölytys stimuloi hormonituotantoa, joka puolestaan mahdollistaa marjojen ja hedelmien optimaalisen kehityksen (Free 1993). Tässä katsauksessa käsitellään Suomessa yleisimmin viljeltyt puutarhakasvit.

4.2.1 Mansikka (*Fragaria x ananassa*)

Kasvukaudella 2019 mansikkaa viljeltiin 4 445 hehtaarilla (Luonnonvarakeskus 2020), kun vuonna 2010 viljelyala oli 3 311 hehtaaria (Lehtonen 2012).

Mansikka on pääosin itsepölytyvä, mutta pölytyspalvelun käyttö lisää satoa ja parantaa sen marjojen laatua (Pedersen) ja säilyvyyttä (Klatt ym. 2014). Mansikan muoto määrittyy pölyttyneiden siementen mukaan (Free 1993). Mansikan kukka on kuitenkin medetön, jonka vuoksi se houkuttelee huonosti pölyttäjiä (Salonen 2018).

Mehiläisten kukkakäynti-intoa voidaankin joutua lisäämään poistamalla pesästä siitepölyä tai keräämällä sitä lentoaukolta (Salonen 2018). Muiden kukkivien kasvien tai ainakin niiden kukkien poistaminen mansikan riviväleistä voi auttaa, jos ne houkuttelevat mehiläisiä enemmän kuin itse mansikka. Pohjois-Savossa mansikan viljelijöiden tekemien pölyttäjälaskentojen perusteella luonnonvaraisia pölyttäjiä on mansikkapelloilla liian vähän, mutta silti osa mansikanviljelijöistä luottaa pelkkiin luonnonpölyttäjiin (Kangas 2020).

Freen (1993) mukaan yksittäisellä mansikan kukalla tulee olla 11–20 kukkavierailua, jotta pölytys onnistuu. Hänen mukaansa tarhamehiläinen on mansikan tärkein pölyttäjä. Anderssonin (2012) mukaan mansikka kuitenkin tarvitsee optimaaliseen pölytykseen kukkavierailuja eri kokoisilta pölyttäjiltä. Garibaldin ym. (2020) mukaan taas riittäisi neljä kukkavierailua.

Isossa-Britanniassa tehdyn tutkimuksen mukaan tarhamehiläisen tekemä pölytys vastaa 10 % mansikan sadosta (National Audit Office 2009), kun taas tanskalaisen tutkimuksen arvio on 20 % sadosta ja ruotsalaisen tutkimuksen mukaan tarhamehiläinen ja kimalainen yhdessä vastaavat 20–35 % sadosta (Hansen ym. 2006, Jensen 2008). Hanstedin ym. (2018) mukaan hyönteispölytyksen vaikutus mansikan satoon kokonaisuudessaan on 10–70 %. Lehtosen (2012) yhteenvedon lukema mansikalle on 20 %.

Hanstedin ym. (2018) mukaan optimaalinen mehiläispesien lukumäärä mansikkahehtaarilla on 10–25, mutta käytännössä sijoitetaan yleensä 2 pesää hehtaarille. Breezen ym. (2014) mukaan mansikalle suositellaan keskimäärin 8,6 mehiläispesää hehtaarille, kirjallisuuden suositusten vaihdella 1,2–25 pesän välillä.

”Omilla mailla olemme sijoittaneet mansikan pölytykseen noin 3 pesää hehtaaria kohden, mutta pölytyspalvelua tarjotessa muille viljelijöille pyrimme sijoittamaan 4 pesää hehtaaria kohden. Mansikka ei ole kovin houkutteleva kasvi pölyttäjille, joten jos esimerkiksi vadelma kukkii lähistöllä samaan aikaan, mehiläiset hylkäävät mansikan ja menevät vadelmaan. Aluksi tutkimme kirjallisuutta sopivan pesämäärän löytämiseksi, mutta edellä mainittu on muodostunut nyt kokemuksen kautta. Emme laske pölyttäjien suhteita viljelykasvissa, mutta seuraamme pölytystä muuten.” –Haastateltava 6

4.2.2 Omena (*Malus x domestica*)

Omena on täysin riippuvainen hyönteispölytyksestä ja ilman sitä omenoita ei saada (Free 1993). Viljelijän on huomioitava eri lajikkeiden kyky pölyttää toisiaan (Tahvonen ym. 2005). Freen (1993) tutkimuksessa omenasta saatiin 90 % korkeampi sato, kun omenapuiden lähelle asetettiin 1–3 mehiläispesää hehtaaria kohden. Tanskalaisen tutkimuksen mukaan tarhamehiläiset pölyttivät 70 % omenapuista (Hansen ym. 2006), kun taas ruotsalaisen tutkimukseen mukaan tarhamehiläiset ja kimalaiset yhdessä hoitivat 70 % omenapuiden pölytyksestä (Jensen 2008). Englannissa tehdyn tutkimuksen mukaan suurin osa omenan pölytyksestä on luonnonpölyttäjien työtä (Garrat ym. 2016). Lehtosen (2012) mukaan omenan sadosta 90 % on riippuvaista hyönteispölytyksestä.kirjallisuuperusteella.

Omenan pölytyksen onnistuessa vaikutukset hedelmän painoo sekä kalsiumin, kaliumin ja magnesiumin pitoisuuksiin ovat positiivisia (Porcel ym. 2018). Garibaldin ym. (2020) mukaan yksittäinen omenan kukka tarvitsee 10 kukkavierailua pölytyksen onnistumiseksi.

Pohjois-Amerikassa ja Kanadassa omenalle suositellaan 3–4 yhteiskuntaa hehtaaria kohden (= 1,5 yhteiskuntaa/eekkeri (engl. acre)). Tahvosen ym. (2005) mukaan omenatarhan laidoilla on oltava aina vähintään 1–2 mehiläispesää hehtaaria kohti. Hanstedin ym. (2018) mukaan omenahehtaaria kohden tulisi olla 4 mehiläisyhteiskuntaa. Breezen ym. (2014) mukaan omenalle suositellaan keskimäärin 3,6 mehiläispesää hehtaarille, kirjallisuuden suositusten vaihdellessa 1–12,5 pesän välillä. Peltotalon (2010) pölytysoppaan mukaan omenalle tarvitaan 4–12 yhteiskuntaa hehtaaria kohti, mutta tuoreempien arvioiden perusteella suositukseksi voidaan antaa noin 4 mehiläispesää/hehtaari.

"Pitkäaikaisen kokemuksen perusteella omenan viljelystä kirjallisuuden suositukset ovat yläkanttiin Suomen olosuhteissa. Täällä tarvitaan keskimäärin 1 pesä hehtaaria kohti tarhamehiläisiä, mutta käytämme myös kimalaisia" – Haastateltava 1

"Pesä on noin 3–4 mehiläispesää hehtaaria kohti omenalla" – Haastateltava 2

4.2.3 Päärynä (*Pyrus communis*)

Isossa-Britanniassa tehdyn tutkimuksen mukaan tarhamehiläispölytyksen osuus päärynän sadonmuodostuksessa on noin 30 % (National Audit Office 2009). Tanskalaisen tutkimuksen mukaan tarhamehiläisen osuus päärynän pölytyksestä oli 70 % (Hansen ym. 2006) ja ruotsalaisen tutkimuksen mukaan kimalaisen ja tarhamehiläisen osuus oli 70 % (Jensen 2008). Ristipölytyksestä on päärynälle huomattava hyöty, vaikka osa lajikkeista on partenokarppisia (Free 1993).

Päärynän kukat tuottavat runsaasti siitepölyä, mutta vain vähän mettä ja meden sokeripitoisuus on pieni, noin 25 % (Lehtonen 2012). Tämän vuoksi mehiläiset eivät välttämättä pidä päärynää kovin houkuttelevana. Delaplane & Mayer (2000) suosittelevat suurehkoa pesämäärää kompensoimaan tätä, (1–)5 mehiläispesää hehtaarille. Myös Hanstedin (2018) mukaan päärynähehtaaria kohti tulisi sijoittaa 1–5 mehiläisyhteiskuntaa. Breezen ym. (2014) mukaan päärynälle suositellaan keskimäärin 3,4 mehiläispesää hehtaarille, kirjallisuuden suositusten vaihdellessa 1–5 pesän välillä.

”Päärynä kukkii ennen omenaa, joten olemme sijoittaneet päärynäpuut omenoiden keskelle. Pesä on noin 3–4 mehiläispesää hehtaaria kohti” – Haastateltava 2

4.2.4 Mustaherukka (*Ribes nigrum*)

Kasvukaudella 2019 mustaherukkaa viljeltiin Suomessa 1 656 hehtaarilla (Ruokavirasto 2019). Vuonna 2010 mustaherukkaa viljeltiin 1 648 hehtaarilla, joten määrä on pysynyt suunnilleen samana (Lehtonen 2012).

Mustaherukka on Suomessa alunperin luonnonvarainen kasvi ja se sopeutuu hyvin erilaisiin kasvuolosuhteisiin (Lehtonen 2012). Mustaherukan jotkin lajikkeet ovat itsefertiilejä, mutta ristipölytyksen avulla saadaan parempi sato (Matala 1999, Denisow 2003). Kukinta alkaa eteläisessä Suomessa toukokuun puolivälissä ja pohjoisessa kesäkuussa, ja kestää 2–2,5 viikkoa (Lehtonen 2012). Suomen olosuhteissa luonnonvaraisia pölyttäjähyönteisiä voi olla vähän liikkeellä kukinta-aikaan, joten tarhamehiläisen pölytys on tärkeää mustaherukalle; tosin myös talvihorroksesta

herännäillä kimalaiskuningattarilla on suuri merkitys varhain kukkivien puutarhakasvien pölytyksessä.

Mustaherukan riippuvuus hyönteispölytyksestä on Denisowin mukaan 20-80 %. Jensenin (2008) mukaan tarhamehiläisten ja kimalaisten osuus mustaherukan sadosta on 60 %. Muut arviot vaihtelevat 60–90 % prosentin välillä (Yläoutinen 1994, Lehtonen 2012), ja Lehtosen (2012) yhtevedon lukema on 70 %.

Virossa tehdyn tutkimuksen mukaan vapaalla pölytyksellä mustaherukka tuotti 50–200 % enemmän marjoja, jotka olivat 10–20 % suurempia ja kokonaissato oli 60–300 % suurempi, kuin verrokkikasveilla, joita ei pölytetty lainkaan (Paimetova & Maend 2000). Tutkimuksessa tutkittiin seuraavat lajikkeet: 'Ben Alder', 'Ben Lomond', 'Ben Nevis', 'Ben Tirran', 'Ceres', 'Ojebyn', 'Titania' and 'Triton' (Paimetova & Maend 2000). Denisowin (2003) tutkimuksessa 70 % kukista kehittyi marjoiksi vapaalla pölytyksellä, kun itsepölytyksellä marjomisprosentti oli 49–60 %.

Ruottisen (2003) ja Peltotalon (2010) mukaan mustaherukkahehtaarille tulisi sijoittaa 2–4 mehiläispesää. Breezen ym. (2014) mukaan mustaherukalle suositellaan keskimäärin 4,5 mehiläispesää hehtaarille, kirjallisuuden suositusten vaihdellessa 3–8 pesän välillä.

4.2.5 Punaherukka (*Ribes rubrum*)

Kasvukaudella 2019 punaherukkaa viljeltiin Suomessa 171 hehtaarilla (Ruokavirasto 2019). Vuonna 2010 sitä viljeltiin Lehtosen (2012) mukaan 87 hehtaarilla, joten pinta-ala on lähes tuplaantunut.

Punaherukan sadosta 50–70 % riippuu hyönteispölytyksestä (Axelsen ym. 2011, Lehtonen 2012) ja siitä 25–30 % on tarhamehiläisen osuutta (Morse & Calderone 2000, Yläoutinen 1994). Punaherukan lajikkeista osa on itsefertiilejä, mutta laadukkaan ja runsaan sadon takaamiseksi avoin hyönteispölytys on tarpeellista ja se voi jopa kaksinkertaistaa sadon (Crane & Walker 1984).

Korsgaardin (2010) mukaan punaherukalla tulee olla vähintään neljä mehiläisyhteiskuntaa hehtaaria kohden, mutta Peltotalon (2010) mukaan riittäisi kaksi pesää hehtaarille. Breezen ym. (2014) mukaan punaherukalle suositellaan kirjallisuudessa keskimäärin neljää mehiläispesää hehtaarille.

"Herukoiden pölytykseen olemme sijoittaneet 3 pesää hehtaaria kohden. Määrä on muodostunut aluksi kirjallisuutta tutkimalla ja myöhemmin kokemuksen kautta. Pyrimme tehokkaaseen pölytykseen. Seuraamme pölytystyötä viljeltykasvilla, mutta emme laske pölyttäjien suhteita. Marjoja ei käytännössä tule, jos ei ole pölytystä, joten se on hyvin tärkeä tuotantopanos. Pölytys vaikuttaa marjoilla sadon määrän lisäksi myös laatuun sekä siihen, että marjat kypsyvät nopeammin, jolloin "herkkä" vaihe jää lyhyemmäksi ja pölytys parantaa näin sadon onnistumisen todennäköisyyttä." – Haastateltava 6

4.2.6 Pensasmustikka (*Vaccinium corymbosum*)

Suurilla pinta-aloilla tarhamehiläisen pölytyksen osuus pensasmustikan pölytyksestä on jopa 97 % (Isaacs & Kirk 2010). Saman pohjoisamerikkalaisen tutkimuksen mukaan luonnonpölyttäjät ovat tehokkaampia pölyttäjiä pienillä pinta-aloilla (Isaacs & Kirk 2010). Lehtosen (2012) mukaan pensasmustikan sadon riippuvuus hyönteispölytyksestä on 100 %.

Pensasmustikalle suositellaan Isaacs & Kirkin (2010) ja Delaplanen & Mayerin (2000) mukaan 2–12 yhteiskuntaa hehtaarille. Kanadassa suositellaan 1–3 yhteiskuntaa hehtaaria kohden (British Columbia Blueberry pollination 2012), joten yli 10 yhteiskuntaa on todennäköisesti yläkanttiin.

Pölytysoppaan alkuperäistä lähdettä ei löydy, mutta siinä suositellaan 3–5 mehiläispesää optimaalista pölytystä varten (Peltotalo 2010).

4.2.7 Puutarhavadelma (*Rubus idaeus*)

Ruokaviraston (2019) mukaan kasvukaudella 2019 puutarhavadelmaa viljeltiin 382 hehtaarilla. Vadelman viljely on vähentynyt Lehtosen (2012) tutkimuksen jälkeen, jolloin sitä oli 529 hehtaaria.

Vadelma kukkii kesäkuussa 2–3 viikkoa runsaana (Lehtonen 2012). Ristipölytys on vadelmalle tarpeellista korkean sadon ja laadun takaamiseksi (Żurawicz ym.

2018). Pedersenin mukaan puutarhavadelman sadosta 25–40 % riippuu tarhamehiläisen pölytyksestä. Yläoutinen (1994) arvioi kaiken hyönteispölytyksen osuudeksi 60 % ja tähän lukemaan on päätynyt myös Lehtonen (2012). Jensenin (2008) mukaan tarhamehiläisten ja kimalaisten osuus oli 30–45 %. Salosen (2017) mukaan valtaosa kukkavierailuista vadelmalla oli tarhamehiläisen tekemiä, ja vadelman sato kasvoi ja marjojen laatu parani mehiläispölytyksen ansiosta. Garibaldin ym. (2020) mukaan yksittäinen vadelman kukka tarvitsee 10 kukkavierailua kasvukauden aikana pölytyksen onnistumiseksi.

Puutarhavadelmahehtaaria kohden tulisi Hanstedin ym. (2018) mukaan sijoittaa 1–4 mehiläispesää ja polytunneleissa myös kimalaisia. Peltotalon (2010) mukaan vadelmalle tulisi sijoittaa 1–2 mehiläispesää hehtaaria kohden. Delaplanen & Mayerin (2000) mukaan sopiva pesämäärä on 2 pesää/hehtaari. Breezen ym. (2014) mukaan puutarhavadelmalle suositellaan keskimäärin 2 mehiläispesää hehtaarille, kirjallisuuden suositusten vaihdellessa 0,5–2,5 mehiläispesän välillä.

”Pölytyspalveluun olemme sijoittaneet puutarhavadelmalle noin 3 mehiläispesää hehtaarille. Pyrimme tehokkaaseen pölytykseen. Vadelmalla pölytys vaikuttaa sadon määrään ja laatuun suuresti ja marjoja ei käytännössä tule ilman pölytystä, joten se on tärkeä tuotantopanos marjanviljelijälle. Heikkoihin kukintoihin mehiläiset eivät mene, vaan menevät sitten sinne missä kukinta on onnistunut.” – Haastateltava 6

4.2.8 Avomaankurkku (*Cucumis sativus*)

Delaplanen & Mayerin (2000) mukaan mehiläiset vierailevat mielellään avomaankurkunkukissa, mutta se ei silti ole kovin hyvä siitepöly- tai mesikasvi. Vuonna 2010 avomaan kurkkua viljeltiin Suomessa 217 hehtaarilla (Lehtonen 2012).

Avomaankurkku vaatii ristipölytyksen ja hyönteispölytyksen, paitsi partenokarpiset lajikkeet, joita viljellään lähinnä kasvihuoneissa. Lehtosen (2012) mukaan avomaankurkun ei-partenokarpisilla lajikkeilla sadon riippuvuus hyönteispölytyksestä on 90 %. Garibaldin ym. (2020) mukaan yksittäinen avomaankurkun kukka tarvitsee kolme kukkavierailua pölytyksen onnistumiseksi.

Delaplanen & Mayerin (2000) mukaan avomaankurkulle suositellaan 2–10 mehiläispesää hehtaaria kohden. Cervancian & Forbesin (1993) mukaan 4000:tta kasvia

kohti tarvitaan yksi mehiläispesä. Peltotalon (2010) mukaan avomaan kurkulle suositellaan 2–6 mehiläispesää hehtaaria kohti. Breezen ym. (2014) mukaan avomaan kurkulle suositellaan keskimäärin 5,5 mehiläispesää hehtaarille, kirjallisuuden suositusten vaihdella 0,3–10 mehiläispesän välillä.

5. Yhteenveto

Pölytyksen onnistuminen on monen tekijän summa. Siihen vaikuttavat muun muassa sääolot, pölytystä tarvitsevan viljelykasvin ominaisuudet, mehiläispesien vahvuus ja lukumäärä, luonnonpölyttäjien kannat sekä muut alueella kukkivat kasvit. Pölytysoppaat ja muut kirjallisuuslähteet keskittyvät lähinnä pesämääräsuositusten antamiseen, mutta nämä suositukset eivät välttämättä takaa pölytyksen onnistumista tai mittaa sitä riittävästi (Garibaldi ym. 2020). Pesämääräsuositukset ovat silti tärkeä ohjenuora muun muassa mehiläistarhaajien ja viljelijöiden vuoropuheeseen, ja tähän keskusteluun tämänkin selvityksen toivotaan tuovan oman lisänsä. Kirjallisuus toki täydentyy jatkuvasti, joten suosituksia on vastaisuudessakin syytä aika ajoin päivittää.

Kuten Rollin & Garibaldi (2019) ja Breeze ym. (2014) toteavat, suositukset pölytyspalveluun sijoitettavista pesämääristä ovat osin epäjohdonmukaisia ja vaihtelevat suuresti. Maatalousyrittäjät seuraavat ravinteiden määrää ja tekevät sen perusteella toimenpiteitä lannoituksen varmistamiseksi, mutta pölytystä seurataan harvoin. Garibaldi ym. (2020) ja Rollin & Garibaldi (2019) suosittelivatkin kukkavierailujen mittaamista pölytyksen varmistamiseksi – näitä kenttähavaintoja voitaisiin hyödyntää myös tarvittavien mehiläispesämäärien pohtimisessa.

Tässä selvityksessä useampi haastateltavista ilmoitti seuraavansa pölyttäjiä satunnaisesti sekä pelto- että puutarhakasvien osalta. Kukkavierailuja ei kuitenkaan laskettu tarkasti, vaan katsottiin pintapuolisemmin, että näkyykö tarhamehiläisiä tai muita pölyttäjähyönteisiä pölytystä tarvitsevilla viljelyksillä.

Kirjallisuuskatsaukseen pyrittiin valitsemaan tutkimuksia, joita voidaan soveltaa Suomen olosuhteisiin. Haastateltujen viljelijöiden ja mehiläistarhaajien käyttämät

pesämäärät pölytyspalvelussa olivat samansuuntaisia kuin kirjallisuudessa, joskin osin pienempiä. Tähän voi vaikuttaa se, että Suomessa luonnonpölyttäjien tilanne lienee parempi kuin useissa muissa maissa. Luonnonpölyttäjät hyötyvät monimuotoisesta peltoluonnosta, kuten suojakaistoista, ojista ja pientareista (Toikkanen 2017) ja toimenpiteistä, jotka edistävät niiden olosuhteita, kuten kasvinsuojeluvälineiden käytön vähentämisestä (Scheper ym. 2013). Maatalousyrittäjälle on hyödyksi vaalia myös luonnonpölyttäjien elinolosuhteita pölytyksen optimoimiseksi (Toikkanen 2017, Toivonen ym. 2019,).

Oheisissa taulukoissa 2–3 esitetyt luvut vastaavat tilannetta, jossa myös luonnonpölyttäjiä on saatavilla ja tarhamehiläistä käytetään täydentämään pölytystä. Taulukon alaraja tarkoittaa kirjallisuudessa alhaisinta suositeltua pesämäärää ja yläraja korkeinta. Pesämäärien suosituksissa pyrittiin tarkentamaan SML:n nykyisiä suosituksia mahdollisuuksien mukaan.

Hyönteispölytyksen osuus on esitetty taulukoissa niin, että siihen sisältyvät myös luonnonpölyttäjät. Tarhamehiläisen osuus hyönteispölytyksestä on esitetty erikseen mikäli se on saatavilla. Taulukossa 2 on esitetty yhteenvetona tämän selvityksen kirjallisuuskatsauksen tulokset peltokasvien osalta.

Taulukko 2. Yhteenveto hyönteispölytyksen merkityksestä peltokasvien sadonmuodostuksessa ja kirjallisuudessa suositellut pesämäärät; *) = tarhamehiläisen osuus hyönteispölytyksestä, jos saatavilla.

Peltokasvi	Sadon riippuvuus hyönteispölytyksestä (%)	Pesämäärän alaraja	Pesämäärän yläraja	Keskimääräinen suositeltu pesämäärä
Rypsi	80 (15-30*)	2	3	2,5
Rapsi	5-15 (11*)	1	5	2,8
Härkäpapu	30 (40*)	2	8	3,8
Tattari	90 (70-90*)	2	6	3,5
Kumina	15-65 (60*)	2	9	5,5
Valkoapila	80-90	2	4	3
Alsikeapila	(70-90*)	2	3	2,5
Puna-apila	100 (25*)	2	6	4

Taulukossa 3 on esitetty yhteenvetona tämän selvityksen kirjallisuuskatsauksen tulokset peltokasvien osalta. Hieman yllättäen kirjallisuutta löytyi vähemmän puutarhakasveista kuin peltokasveista, vaikka pölytyksen merkitys on puutarhakasveilla jopa peltokasveja suurempi.

Taulukko 3. Yhteenveto hyönteispölytyksen merkityksestä puutarhakasvien sadonmuodostuksessa ja kirjallisuudessa suositellut pesämäärät; *) = tarhamehiläisen osuus hyönteispölytyksestä, jos saatavilla.

Puutarhakasvi	Sadon riippuvuus hyönteispölytyksestä (%)	Pesämäärän alaraja	Pesämäärän yläraja	Keskimääräinen suositeltu pesämäärä
Mansikka	20 (10-30*)	1,2	25	8,6
Omena	90 (60*)	1	12,5	3,6
Päärynä	70 (60*)	1	5	3,4
Mustaherukka	70 (30*)	3	8	4,5
Punaherukka	70 (20-30*)	2	4	3
Pensasmustikka	(100*)	2	12	4,25
Puutarhavadelma	70 (60*)	0,5	4	2
Avomaan kurkku	90 (40*)	0,3	10	5,5

Taulukossa 4 on esitetty haastateltujen perustiedot sekä heidän ilmoittamansa pesämäärät pölytyspalvelussa. Haastateltujen sijoittamat pesämäärät viljelykasvien pölytykseen poikkeavat osittain kirjallisuuden suosittelamista pesämääräistä, mutta Suomen olosuhteissa tehdyn tutkimuksen vähyyden vuoksi moni haastateltava oli toiminut myös oman kokemuksensa pohjalta.

Taulukko 4. Yhteenvetotaulukko haastateltujen perustiedoista ja pölytyspalveluun sijoitetusta mehiläispesämäärästä.

Haastateltava	Viljelijä/mehiläistarhaaja	Pölytyspalvelussa ollut viljelykasvi/kasvit	Mehiläispesien määrä hehtaaria kohden viljelykasvilla
1	Viljelijä	Omena	1
2	Viljelijä	Omena, päärynä	3-4, 3-4
3	Viljelijä	Härkäpapu	0,5-1
4	Viljelijä ja mehiläistarhaaja	Rapsi, härkäpapu, kumina, tattari	2, 2, 2, 2
5	Mehiläistarhaaja	Puutarhavadelma, mansikka	0,5

6	Viljelijä ja mehiläistarhaaja	Mansikka, puutarhavedelmä, herukat	3-4, 3, 3
7	Viljelijä	Puna- ja valkoapila, sinimailanen, riista- ja maisemapelto, monimuotoisuuskaistat	-

6. Jatkotutkimustarpeet

Standardisoiduilla menetelmillä tehtävää perustutkimusta tarvitaan tuottamaan yhdenmukaisia suosituksia pölytyspalveluun sijoitettavista pesämääristä kullekin viljelykasville. Systemaattinen pölyttäjäkantojen seuranta tukisi pesämääräsuositusten antamista (Breeze ym. 2014, Vaissière 2011), samoin kukkavierailujen tutkiminen vakioituilla menetelmillä (Rollin & Garibaldi 2019). Lisäksi joidenkin kasvien, kuten rapsin, perusbiologiasta ja pölytystarpeesta tarvitaan lisätutkimusta.

Rollin & Garibaldi (2019) toteavat, että mehiläispesämäärälle on olemassa optimi, joka voitaisiin mahdollisesti selvittää taloustieteellisten mallien avulla. Matemaattisten mallien soveltamisesta pölytyspalveluun tarvitaan lisää tutkimusta – muilla maatalouden tuotantopanoksilla malleja jo käytetään. Gavina ym. (2014) tutkivat mehiläispesien optimaalista sijoittelua matemaattisten mallien avulla ja totesivat, että mallinnuksen hyödyntäminen pesien sijoittelussa voi auttaa pölytystyön onnistumisessa sekä lisätä samalla hunajantuotantoa.

Lisäksi Suomessakin tarvitaan systemaattista pölyttäjäkantojen seuranta, jotta käsityksemme tarhamehiläisen ja luonnonpölyttäjien rooleista eri alueilla ja eri viljelykasveilla tarkentuisi. Suomen ympäristökeskuksen vetämä hanke 'Suomen pölyttäjähönteiskantojen tila, seuranta ja hönteispölytyksen taloudellinen merkitys maataloudelle' (PÖLYHYÖTY) tuottaa parhaillaan monipuolista lisätietoa pölytyksestä ja Suomen kansallisen pölyttjästrategian valmistelu on alkanut syyskuussa 2020.

Lähteet

- Andersson, G. 2012. Effects of farming practice on pollinators and pollination across space and time. Doktorsavhandling. Lunds Universitet.
- Axelsen, J., Enkegaard, A., Strandberg, B., Kryger, P. & Sørensen, P.B. 2011. Bestrøvningsforhold og -behov I dyrkede afgrøder. Danmarks miljøundersøgelser, Aarhus Universitet.
- Berg I. 2015. Svensk boveteproduktion – odlingsförutsättningar och påverkan på biologisk mångfald. Sveriges lantbruksuniversitet.
- Bishop, J., Jones, H. E., Lukac, M. & Potts, S.G. 2016. Insect pollination reduces yield loss following heat stress in faba bean (*Vicia faba* L.). *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 220.
- Björkman, T. 1995. Role of honeybees (Hymenoptera: Apidae) in the pollination of buckwheat in Eastern North America. *Journal of Economic Entomology*, 88.
- Borgström P., Ahnén K. & Johansson N, 2018. Pollinatörer och pollinering i Sverige – värden, förutsättningar och påverkansfaktorer. Naturvårdsverket.
- Bouwmeester, H.J. & Smid, H.G. 1995. Seed yield in caraway (*Carum carvi*). 1. Role of pollination. *The Journal of Agricultural Science*, 124.
- Breeze ym. 2014. Agricultural Policies Exacerbate Honeybee Pollination Service Supply-Demand Mismatches Across Europe. *PLOS ONE*, 9.
- Breeze, T.D. 2016. Economic Measures of Pollination Services: Shortcomings and Future Directions. *Trends in Ecology & Evolution*, 31.
- British Columbia Blueberry pollination. 2012. Simon Fraser University.
- Brødsgaard, C. & Hansen, H. 2002. Pollination of red clover in Denmark. DIAS Report. *Plant Production*, 71.
- Burkle, L.A., Marlin, J.C. & Knight, T.M. 2013. Plant-pollinator interactions over 120 years: Loss of species, co-occurrence, and function. *Science*, 339.
- Cervancia, C. & Forbes, M. 1993. Density of bees (*Apis mellifera* L.) needed for effective pollination of cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Philippine Journal of Science*, 2.
- Couvillon, M.J. ym. 2015. Honey bee foraging distance depends on month and forage type. *Apidologie*, 46,
- Crane, E. & Walker, P. 1984. Pollination directory for world crops. 1. painos. The Cambrian News Ltd.
- Cunningham, S.A. & Le Feuvre, D. 2013. Significant yield benefits from honeybee pollination of faba bean (*Vicia faba*) assessed at field scale. *Field Crops Research*, 149.
- Delaplane, K.S. & Mayer, D.F. 2000. Crop pollination by bees. 1. painos. CAB Publishing.
- Gallai, N., Salles, J., Settele, J., & Vaissière, B. 2009. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics*, 68.
- Garibaldi, L.A., Sáez, A., Aizen, M.A., Fijen, T. & Bartomeus, I. 2020. Crop pollination management needs flower-visitor monitoring and target values. *Journal of Applied Ecology*, 57.

- Garratt, M.P.D. ym. 2016. Apple pollination: Demand depends on variety and supply depends on pollinator identity. PLOS ONE, 11.
- Gavina, M., Rabajante, J. & Cervancia, C. 2014. Mathematical programming models for determining the optimal location of beehives. Bulletin of Mathematical Biology, 76.
- Denisow, S. 2003. Self pollination and self-fertility in eight cultivars of black currant (*Ribes nigrum* L.). Acta Biologica, 45.
- Eriksson, P. & Kovalainen, A. 2008. Qualitative research on business research. SAGE Publications Ltd.
- Free, J.B. 1993. Insect pollination of crops. 2. painos. Academic Press.
- Hansted L., Nielsen L E. & Kjelkvist H. 2018. Bestøvningsbiavl. Danmarks Biavlerforening.
- Hansen, L.M., Kryger, P., Boelt, B., Holst, N., Enkegard., A., Spliid, N.H., Nielsen, S.L., Graglia, E., Jespersen, J.B. & Larsen, K.B. 2006. Vidensyntese om honningbier. DJF rapport. Markbrug nr. 120. Danmarks Jordbrugsforskning.
- Hirsjärvi, S. & Hurme, H. 2008. Tutkimushaastattelu: Teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Gaudeamus Helsinki University Press.
- Hudewenz, A., Pufal, G., Bögeholz, A. & Klein, A. 2014. Cross-pollination benefits differ among oilseed rape varieties. The Journal of Agricultural Science, 152.
- IPBES (Intergovernmental science-policy platform on biodiversity and ecosystem services), 2016. The assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production. S.G. Potts, V. L. Imperatriz-Fonseca, ja H. T. Ngo (toim.)
- Isaacs, R. & Kirk, A.K. 2010. Pollination services provided to small and large highbush blueberry fields by wild and managed bees. Journal of Applied Ecology, 47.
- Jensen, K. 2008. Pollinering I ekologisk frukt- och bärödling. Jordbruksinformation 6–2008. Jordbruksverket.
- Karimaa, A-E. 2020. Kuminan pölytys. Helsingin yliopisto [Sähköpostihaastattelu 27.5.2020].
- Klatt, B. K., Holzschuh, A., Westphal, C., Clough, Y., Smit, I., Pawelzik, E., & Tscharnkte, T. 2014. Bee pollination improves crop quality, shelf life and commercial value. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 281.
- Kangas, L. 2020. Mansikkatiloilla on puutetta pölyttäjistä Pohjois-Savossa. YLE, 23.6.2020.
- Korpela, S. 1988. The influence of honeybee pollination on turnip rape (*Brassica campestris*) yield and yield components. Ann. Agric. Fenn. 27.
- Korsgaard, M. 2010. Økonnyt Frugt og Bær, 5.
- Kyllönen T. 2018. Effects of pollination on pod distribution in Faba bean (*Vicia Faba* L.). Helsingin yliopisto.
- Lehtonen, T. 2012. Mehiläispölytyksen taloudellinen arvo Suomessa viljeltävien kasvien ja luonnonmarjojen sadontuotannossa. Helsingin yliopisto.

Lindström, S., Herbertsson, L., Rundlöf, M., Smith, H. & Bommarco, R. 2016. Large-scale pollination experiment demonstrates the importance of insect pollination in winter oilseed rape. *Oecologia*, 180.

Luonnonvarakeskus. 2020. Käytössä oleva maatalousmaa.

Malika, A-S. & Salah-Eddine, D. 2007. Pollination of the broad bean (*Vicia faba* L.) by wild bees and honey bees and its impact on the seed production in the Tizi-Ouzoa area (Algeria). *African Journal of Agricultural Research* 3.

Marini, L., Tamburini, G., Petrucco-Toffolo, E., Lindström, S.A., Zanetti, F., Mosca, G. & Bommarco, R. 2015. Crop management modifies the benefits of insect pollination in oilseed rape. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 207.

Matala, V. 1999. Herukan viljely. 2. painos. Puutarhaliiton julkaisuja.

McGregor, S.E. 1976. Insect pollination of cultivated crop plants. Washington, USA.

Monck, M., Gorodn, J. & Hanslow, K. 2008. Analysis of the market for pollination services in Australia. ARIRDC Publication 08/058.

Morse, R.A. & Calderone, N.W. 2000. The value of honey bees as pollinators of U.S crops in 2000. USA, Cornell University.

National Audit Office. 2009. The health of livestock and honeybees in England. Department for Environment, Food and Rural affairs. London, 4.3.2009.

Nätterlund, H. 2007. Öka skörden med honungsbin och jordhumlor. Jordbruksinformation 21–2007. Jordbruksverket.

Paimetova, V. & Maend, M. 2000. Pollinators of black currant (*Ribes nigrum* L.) and their pollination efficiency. *Transactions of Estonian Agricultural University*, 207.

Pankiw P. & Elliott C.R. 1959. Alsike clover pollination by honeybees in the peace river region. Canada department of Agriculture.

Pedersen, T.R. Värdet av honungsbins pollinering av grödor i Sverige. Sveriges jordbruksverket.

Peltotalo, P. 2010. Pölytysopas. Suomen Mehiläishoitajain Liitto.

Porcel, M., Andersson, G.K.S., Pålsson, J. & Tasin, M. 2018. Organic management in apple orchards: Higher impacts on biological control than on pollination. *Journal of Applied Ecology*, 55.

Potts, S.G. 2016. Safeguarding pollinators and their values to human well-being. *Nature*, 540.

Raiskio, S. 2019. Mesikasvikesannot, mehiläiskasvit ja pölytyspalvelu. Luonnonvarakeskus, 19.8.2019.

Rodet, G., Vaissière, B.E., Brévault, T. & Torre Grossa, J. 1998. Status of self-pollen in bee pollination efficiency of white clover (*Trifolium repens* L.). *Oecologia*, 114.

Rollin, O. & Garibaldi, L.A. 2019. Impacts of honeybee density on crop yield: A meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*, 56.

Rundlöf, M. 2007. Biodiversity in agricultural landscapes: landscape and scaledependent effects of organic farming. Doktors avhandling. Department of Ecology. Lund University.

Rundlöf, M. 2008. Pollinering och bekämpning av skadegörare i rödklöver – presentation av ett stort svenskt projekt. Präsentation på vallfrökonferens i Örebro 5–6 november 2006.

- Rundlöf, M. 2012. Humlor pollinerar rödklöver och rödklöver ger fler humlor. Ekovallfröodling 2012–4. Jordbruksverket.
- Ruokavirasto. 2019. Hyönteispölytteisten kasvien sijainti ja määrä. (Vaatii käyttöoikeuden).
- Ruottinen, L., Ollikka, T., Vartiainen, H. & Seppälä A. 2005. Mehiläishoitoa käytännössä, osa 2. 1. painos. Suomen Mehiläishoitajain Liitto.
- Ruottinen, L., Saarinen, A., Lehtonen T. & Leppälä J. 2014. Pölytyksen vaikutus kuminasaatoon – kenttäkoe Somerolla 2013. Hunajaluotsi.
- Sagili & Burgett. 2011. Evaluating honey bee colonies for pollination. A Pacific Northwest Extension Publication, PNW 623.
- Salonen A. 2018. Selvitys pölytyksen merkityksestä marjakasveille. Mahdollisuuksia jatkojalostukseen -hanke. Itä-Suomen yliopisto, luento 21.2.2018.
- Salonen T. 2017. Vadelma ja mehiläinen – Mehiläispölytyksellä tehoa sadon määrään ja laatuun. Suomen Mehiläishoitajain Liitto.
- Scheper, J. ym. 2013. Environmental factors driving the effectiveness of European agri-environmental measures in mitigating pollinator loss – a meta-analysis. Ecology Letters, 16.
- Suomen ympäristökeskus. 2019. Suomen pölyttäjähönteiskantojen tila, seuranta ja hyönteispölytyksen taloudellinen merkitys maataloudelle: PÖLYHYÖTY. Tarkennettu hankesuunnitelma.
- Svendsen, O.S. & Brødsgård, C.J. 1993. Betydningen af bibestøvningen for to sorter af hestebønner. Afdelingen for Korn-, Frø- og Industriafrøder. Den kgl Veterinær og Landbohøjskole.
- Sveriges jordbruksverket. 2016. Öka skörden – gynna honungsbin och vilda pollinerare. Jordbruksinformation 14-2016.
- Tahvonen, R., Kinnan, H. & Ylämäki A. 2005. Onnistunut pölytys on runsaan omenasadon edellytys. MTT. <http://www.mtt.fi/koetoiminta/pdf/mtt-kjak-v62n03s12a.pdf>
- Toikkanen J. 2017. Pölyttäjät hyötyvät sekametsästä ja monimuotoisesta maatalousympäristöstä. Savon sanomat, 8.6.2017.
- Toivonen, M., Herzon, I., Rajanen, H., Toikkanen, J. & Kuussaari, M. 2019. Late flowering time enhances insect pollination of turnip rape. Journal of Applied Ecology, 56.
- Toratti, S. 2018. Hyönteispölytyksen vaikutus tattarin satoon. Helsingin yliopisto.
- Varis, A.-L., & Brax, R. 1990. Effect of bee pollination on yield and yield components of field bean (*Vicia faba* L.). Agricultural and Food Science, 62.
- Vaissière, B.E., Freitas, B.M. & Gemmill-Herren, B. 2011. Protocol to detect and assess pollination deficits in crops: A Handbook for its Use. Rome, FAO.
- Vimarlund, L. 2008. Registrering av pollinatörer i rödklöverförsök. Sveriges Frö- och Oljeväxtodlare. www.svenskraps.se/vallfrotill10000/09-projekt_rodklover_kloverspetsvivel.asp
- VYR. 2017. Rypsin ja rapsin viljelyopas.
- Wermuth, K.H. 2009. Humlebieerne er i tilbagegang. Frøavleren nr 9. Dansk Landbrugs Medier.
- Yläoutinen, T. 1994. Mehiläispölytyksen arvo Suomessa. Helsingin yliopisto.

Żurawicz, E., Studnicki, M., Kubik, J. & Pruski, K. 2018. A careful choice of compatible pollinizers significantly improves the size of fruits in red raspberry (*Rubus idaeus* L.). *Scientia Horticulturae*, 235.