



HUMALAN TUHOLAISET JA NIIDEN LUONTAISET VIHOLLISET

Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Maaseutuelinkeinot

Kevät 2024

Alexi Korhonen

Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma

Tekijä Aleksi Korhonen

Työn nimi Humalan tuholaiset ja niiden luontaiset viholliset

Ohjaaja Erja Huusela (Luke) Heikki Pietilä (Hamk)

Tiivistelmä

Vuosi 2024

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selvittää Suomessa humalalla (*Humulus lupulus*) esiintyviä tuhohyönteisiä ja niiden luontaisia vihollisia. Humalan laaja-alaisempi viljely on Suomessa vielä nousujohteessa eikä aiempia tutkimuksia asiaan liittyen juurikaan ole.

Opinnäytetyö on tehty yhteistyössä Luonnonvarakeskuksen (Luke) kanssa osana Panimohumala-hankkeen kasvinsuojelututkimusta. Opinnäytetyön kirjallisuuskatsauksessa hyödynnetään pääasiassa ulkomaista kirjallisuutta humalantuholaisten elintapoihin, luontaisiin vihollisiin sekä kasvintuhoojien hallintaan liittyen. Käytännön tutkimus tehtiin Luken Piikkiön lajikekoehumalistossa, jossa kasvustosta tarkkailtiin sekä tuho- että hyötyhyönteisiä. Hyönteisiä tarkkailtiin kasvustosta aktiivisesti silmien korkeudelta lehtiä kääntelemällä sekä passiivisesti keltaliima-ansojen avulla.

Opinnäytetyön tutkimusosio pohjautuu kasvukaudella 2022 ja 2023 tehtyihin havaintoihin. Tuloksissa ilmeni humalakirvapopulaation nopea lisääntyminen kasvukauden edetessä kumpanakin vuonna. Humalakirvoja ravinnokseen käyttävän leppäpirkon populaatiotiheys kasvoi myös merkittävästi kirvapopulaation kasvua seuraten. Myös kaskaita oli kumpanakin vuonna runsaasti alkukesästä, mutta niiden määrät hiipuivat kasvukauden edetessä. Tarkasteltavat kasvukaudet (2022 ja 2023) olivat sadannaltaan lähes samankaltaiset, joskin vuonna 2023 elokuussa satoi runsaammin.

Tämän selvityksen perusteella humalakirva vaikuttaisi olevan merkittävin humalan tuholainen myös Suomessa. Humalakirvan vaikutus sadon laatuun on huomionarvoinen ja humalakirvan hallintaan käytettävät integroidun kasvinsuojelun keinot vaativat kehittämistä. Käytännön haasteita torjunnalle luovat humalakasvin nopeakasvuisuus ja humalakirvan nopea lisääntyminen. Kasvuston tuholaistarkkailu on avainasemassa torjunnan ajoittamiselle. Mahdollisia hallintakeinoja ovat muun muassa luontaisten vihollisten suosiminen sekä massakasvatettujen petohyönteisten lisääminen. Kemialliselle torjunnalle voisi myös olla tarvetta viljelyn vakiintuessa ja tuhoeläinongelmien lisääntyessä.

Avainsanat Humala, kasvinsuojelu, tuhoeläimet, IPM

Sivut 58 sivua ja liitteitä 0 sivua

Agricultural and Rural Industries

Author Aleksi Korhonen

Subject Hop pests and their natural enemies

Supervisors Erja Huusela (Luke) Heikki Pietilä (Hamk)

Abstract

Year 2024

The purpose of this thesis is to find out what are the most common hop (*Humulus lupulus*) pests and their natural antagonists in Finland. Extensive hop farming is still arising and there is no previous research about the subject.

The thesis has been done in collaboration with Natural Resources Institute Finland (Luke) and is part of plant protection research within Arctic Hop for Breweries project. The literature review of the thesis will be utilizing foreign studies about the biology of insect pest and their natural enemies. Literature review includes strategies and practices for pest management. Practical section of the study was done in hop variety test site which is located in Piikkiö. In Piikkiö's hop field we observed both harmful and beneficial insects. Insects were inspected actively from the growth at eyesight height while turning leaves. Especially flying insects were also collected passively with yellow glue flytraps.

Practical study is based on observations which have been gathered during 2022 and 2023 growing season. The results did show signs about hop aphid's rapid reproduction during both years. Ladybeetle populations followed hop aphid population development and their prevalence comes slightly behind, so there was a positive correlation. Leafhoppers were also abundant at the beginning of growing season in both years, but their population densities diminished significantly over time. Years 2022 and 2023 had quite similar precipitation during growing season, although in August 2023 the rainfall were greater.

As a result from this research, it seems that damson-hop aphid is the major hop pest also in Finland. Damson-hop aphid's impact is remarkable on hop yield and for this reason integrated pest management methods against hop aphid need more development. Practical challenges for pest control are hop plant's fast vegetative growth and rapid aphid population development. Observation of the vegetation is the most important management practice to plan and time proper pest control method. Potential means of pest control could be fostering natural enemy populations and adding mass-reared predatory insects into the hop yard. Chemical control could be also necessary management practice when hop cultivation becomes more common in Finland.

Keywords Common hop, plant protection, pests, IPM

Pages 58 pages and appendices 0 pages

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Humala kasvina	2
2.1	Humalan viljely Suomessa	3
3	Yleisiä humalan tuholaisia Suomessa	5
3.1	Humalakirva (<i>Phorodon humuli</i>)	5
3.2	Vihannespunkki (<i>Tetranychus urticae</i>)	6
3.3	Kaskaat (<i>Auchenorrhyncha</i>)	7
3.4	Erakkokorvakärsäkäs (<i>Otiorhynchus singularis</i>)	9
3.5	Perhostoukat	10
4	Humalakirvan, varsiyökkösen ja humalayökkösen elinkierto	12
4.1	Humalakirva (<i>Phorodon humuli</i>)	12
4.2	Varsiyökkönen (<i>Hydraecia micacea</i>)	16
4.3	Humalayökkönen (<i>Hypena rostralis</i>)	17
5	Luontaiset viholliset	19
5.1	Leppäpirkot (<i>Coccinellidae</i>)	20
5.2	Kukkakärpäset (<i>Syrphidae</i>)	21
5.3	Harsokorennot (<i>Chrysopidae</i>)	22
5.4	Nokkaluteet (<i>Anthocoridae</i>)	23
5.5	Petopunkit (Phytoseiidae) ja hyrräpungit (Anystidae)	24
5.6	Loispistiäiset	25
5.7	Moniruokaiset generalistipedot	27
5.8	Maanpinnalla liikkuvat pedot	29
6	Integroitu kasvinsuojelu humalalla (IPM)	30
6.1	Kasvintuhoojien seuranta	32
6.2	Mekaaniset ja viljelykselliset torjuntakeinot	32
6.3	Kemiallinen torjunta	34
6.4	Biologisen torjunnan keinot	36
7	Kenttähavainnot ja tutkimusmenetelmät	38
7.1	Humalan lajikekoekenttä	39
7.2	Hyönteisten havainnointi	39
7.3	Säätiedot	41
8	Tulokset	43
8.1	Lajien runsaus ja kehitys Piikkiön koekentällä	44
8.1.1	Humalan tuholaiset	44

8.1.2	Luontaiset viholliset	47
8.2	Tulosten merkitys humalanviljelylle	49
8.3	Tutkimuksen luotettavuus	50
9	Johtopäätökset.....	52
9.1	Päätelmät	52
9.2	Ilmaston lämpeneminen ja muut eliöstöön vaikuttavat seikat	53
9.3	Jatkotutkimuksen tarve	55
	Lähteet	57

1 Johdanto

Humala (*Humulus lupulus*) on olennainen oluen valmistuksen raaka-aine. Humalan käyttö on keskittynyt pääasiassa panimoteollisuuteen. Kiinnostus humalanviljelyä kohtaan on noussut Suomessa pienien ja suurien panimoiden kasvaneen kysynnän vuoksi. Kysyntään vaikuttavat kotimaisuusbrändi ja huoltovarmuus sekä suomalaisen humalan omintakeinen aromi. Humalanviljely on kiinnostanut vuosien saatossa myös monia sivutoimisia viljelijöitä ja kotimaisille humalalajikkeille on ilmennyt kysyntää. Kiinnostuksen siivittämänä myös humalatutkimukseen on panostettu. Luonnonvarakeskus (Luke) kartoittaa parhaillaan humalahankkeissaan Suomen oloihin parhaiten soveltuvia humalalajikkeita. Humala on lyhyenpäivän kasvi, joten useat ulkomaiset lajikkeet eivät välttämättä ennätä tekemään satoa meidän leveyspiireillämme. Hyvän humalalajikkeen ominaisuuksia ovat muun muassa käpyjen korkeat alfa-happopitoisuudet ja hyvä sadonmuodostuskyky. Hyvien lajikkeiden avainominaisuuksia ovat myös viljelyvarmuus ja kestävyys.

Luken teettämän kyselyn mukaan Suomessa viljeltiin humalaa vuonna 2017 alle kahden hehtaarin alueella ammattimaisesti. Nämä viljelijät ovat suomalaisen humalanviljelyn pioneereja, jotka tuottavat jatkuvasti lisää tietoa käytännön onnistumisista ja haasteista humalanviljelyssä Suomen olosuhteissa.

Suomessa tavattavista humalan kasvintuhoojista on niukasti tietoa, joten lajiston kartoittaminen, ja lajien vuorovaikutussuhteiden ja elintapojen ymmärtäminen on tärkeää. Tieto on hyödyllistä tuholaispaineen ennaltaehkäisyssä ja luontaisten vihollisten elinvoimaisuuden edistämisessä humalistossa. Tuholaisten merkitys sadonmuodostuksessa ja ongelmien kertaantuminen monivuotisessa kasvustossa tulevat todennäköisesti kasvamaan humalanviljelyn yleistymisen myötä. Haasteita humalan tuholaisten hallinnassa aiheuttavat myös humalakasvin monivuotisuus, kasvuston korkeus sekä ilmaston muuttuminen uusille tuholaisille suotuisaksi.

Ennen viljelyn laajempaa yleistymistä on aluksi hyvä tunnistaa humalanviljelyn rajoitteet ja selvittää mahdollisia ongelmia. Esimerkiksi tällä hetkellä humalan kemialliseen tuholaistorjuntaan ei ole hyväksyttyjä kasvinsuojeluaineita Suomessa. Torjunta-aineeton viljely on kuluttajien, luonnon monimuotoisuuden ja ympäristön kantokyvyn näkökulmista yleistynyt voimakkaasti. Humalaköynnöksen korkeus luo omat haasteensa kasvinsuojelun toteuttamiselle, jolloin tarkkailu- ja torjuntakeinot vaativat käytännön kokeilua ja kehittämistä. Humalan tuhohyönteisistä erityisesti humalakirvan ja vihannespunkin torjuntaan tarvittaisiin

lisäselvitystä. Myös torjuntakynnyksen ylittävät tuhohyönteismäärät saattaisi olla aiheellista määrittää.

Humalanviljely tapahtuu pääasiassa integroidun kasvinsuojelun (IPM) (engl. Integrated pest management) menetelmiin perustuen. Integroidun tuholaistorjunnan onnistumisen edellytyksenä on ennaltaehkäisy ja järjestelmällinen kasvuston tarkkailu. Tuhohyönteisten luontaiset viholliset ovat biologisen torjunnan kulmakivi ja siksi niiden toimintaedellytyksiä pyritään parantamaan.

Luken Panimohumala-hankkeen kasvintuhoojakartoituksessa tarkkailtiin pääosin Piikkiön lajikekoekenttää, missä kirjattiin havaintoja kasvukauden 2022 ja 2023 aikana humalakasvustossa esiintyneistä tuhohyönteisistä ja niiden luontaisista vihollisista. Opinnäytetyössä vertaillaan eri kasvukausien tuloksia keskenään ja pohditaan syitä mahdollisiin samankaltaisuuksiin sekä eroavaisuuksiin hyönteispopulaatioiden kehityksessä.

Tässä tutkimuksessa selvitetään Suomessa humalalla tavattavien tuhohyönteisten ja niiden luontaisten vihollisten lajistoa sekä niiden merkitystä humalanviljelyssä. Kun merkittävimmät tuhoa aiheuttavat hyönteiset on tunnistettu ja kartoitettu, voidaan niille etsiä hallintamahdollisuuksia integroidun kasvinsuojelun (IPM) keinoista. IPM-hallintakeinoilla pyritään pitämään humalanviljelyksellä tuholaisten esiintyvyys hyväksyttävällä tasolla. Tuholaisten hallintatoimenpiteet eivät välttämättä kuitenkaan poista tuholaisia täysin humalistosta vaan pitävät niiden määrät ja lisääntymisen sekä erityisesti niistä aiheutuvat tuhot kurissa.

Opinnäytetyössä esitellään ulkomaisia tutkimustuloksia ja kokemuksia humalan tuholaista ja niiden luontaisista vihollisista sekä kasvinsuojelun toimenpiteistä. Lisäksi haastateltiin Ilmajoella sijaitsevan Arctic Hopyardin viljelijää Heikki Huhtasta humalan kasvinsuojeluun liittyvistä kokemuksista. Opinnäytetyössä pohditaan myös ilmaston lämpenemisen vaikutusta humalan tuhohyönteisten lisääntymiseen ja siihen millaisia tuhoojia esimerkiksi Keski- ja Etelä-Euroopasta voi saapua Suomeen humalanviljelyn suosion yleistyessä.

2 Humala kasvina

Humala (*Humulus lupulus*) on monivuotinen kaksikotinen kiertokasvi. Se kuuluu hampukasvien (*Cannabaceae*) heimoön. Samaan lahkoon (*Rosales*) kuuluvat myös esimerkiksi nokkoset (*Urtica*) sekä hamput (*Cannabis*). Humala esiintyy Suomen luonnossa

viljelyjäänteenä pääasiassa lehdoissa. (Saloranta, 1987, s. 127–128) Viljeltyä humalaa tavataan Suomessa pienimuotoisesti peltojen humalistoilta sekä pihoilta koristekasveina.

Kaksikotisessa humalassa käpymäiset emi- ja harsumaiset hedekukinnot ovat eri kasviyksilöissä eli kasvi on yksineuvoinen. Yksineuvoinen kasvi on sopeutunut erityisesti tuulipölytykseen. (Saloranta, 1987, s.75) Pölyttäjien läsnäolosta ei ole juurikaan hyötyä humalan siementuotannossa.

Humala lisääntyy siemenistä sekä juurista syntyvien versojen avulla. Humalaa pystytään lisäämään juuriversoista leikkaamalla niistä pieniä osia ja istuttamaan niitä edelleen. Humala on erittäin nopeakasvuinen. Humala voi kasvaa peräti yhdeksän metrin korkuiseksi, ja sen varressa olevat piikit auttavat sitä tarrautumaan lähikasveihin tai tukipuuun. (Hartikainen, n.d.; Tuohimetsä ym., 2023, s.8)

Humalaviljelmillä ei yleisesti haluta istuttaa hedeyksilöitä emikukkaisten humalien rinnalle tai edes kymmenen kilometrin läheisyyteen. Yksi hedekasvi voi pölyttää kokonaisen humalaviljelmän. Pölyttyneet humalankävyt alkavat tuottamaan siemeniä ja ovat näin lupuliinipitoisuudeltaan ja laadultaan heikompia sekä määrältään vähäisempiä. (Mathlin, 2020, s.15) Lupuliini sisältää oluen valmistukselle merkittäviä katkeroaineita eli alfa- ja beetahappoja. Nämä hapot antavat oluelle maun sekä vaikuttavat säilyvyyteen ehkäisten bakteerien kasvua. (Mathlin, 2020, s.20)

Humala on valovaatimuksiltaan lyhyenpäivänkasvi. Valoisaa aikaa tulisi olla 16 tuntia ja pimeää aikaa 8 tunnin verran. Kotimaiset humalalajikkeet ovat sopeutuneet Suomen valo-olosuhteisiin ja näin käpyjen muodostuminen onnistuu loppukesän aikana elo - syyskuussa, kun valon määrä vähenee. Liiallinen valoisan aika ei saa humalassa aktivoitumaan kukintareaktiota vaan humala jatkaa vegetatiivista kasvua edelleen. Ulkomaisten lajikkeiden haaste on Suomessa talvenkestävyys sekä sopeutuminen kasvukauden pitkään ”yöttömän yön” valomäärään. Liiallisen valonmäärän vuoksi käpyjen muodostus jää kasvilla toteutumatta kokonaan tai se ajoittuu liian myöhään kasvukaudella lokakuulle. (Mathlin, 2020, s. 16–17; Hartikainen & Tuohimetsä, 2022)

2.1 Humalan viljely Suomessa

Suomessa humalaa on viljelty ainakin 1300-luvulta asti, jolloin talonpojat maksoivat lainmääräyksestä verot piispalle humalina. Jokaisen talonpojan oli kasvatettava 40 salollista humalaa kruunulle. Humalan viljely taantui 1800-luvulla ja lopulta 1900-luvulla

kotitarveviljelyn loppuessa. 2000-luvulla pienpanimobuumin myötä humalan viljely on saanut uuden alun viljelijöiden keskuudessa ja vanhat pihapiirien unohdetut humalakasvit ovat saaneet takaisin merkityksensä. (Mathlin, 2020, s. 27) Tällä hetkellä humalankasvatusta on jälleen yleistymässä erityisesti panimoiden nousevan kysynnän seurauksena. Luken humalanviljelykyselyn mukaan vuonna 2017 humalaa viljeltiin Suomessa ammattimaisesti alle kahden hehtaarin alalla. (Tenhola-Roininen ym., 2019)

Parhaillaan Suomen ja Pohjoismaiden suurin humalatarha, Arctic Hopyard sijaitsee Ilmajoella. Tätä kahden hehtaarin kokoista humalistoja viljelee Heikki Huhtanen. Huhtasella on viljelyksessä erilaisia humalalajikkeita, joista Suntti on suomalainen. Tarhalta löytyy myös ruotsalaisia lajikkeita, kuten Svalöf S sekä Hulla Norrgård. Arctic Hopyardin humalatarhalla on noin 3000 humalanjuurakkoa ja ne ovat 26 rivissä.

Suomen oloissa humala tulee parhaimpaan satoikään noin kolmen tai viiden vuoden iässä istutuksesta. Pilottitarhoilla mikrolisätyjä taimia on kasvatettu ensin kasvihuoneessa ruukkutaimiksi, jonka jälkeen alkusyksystä ne on istutettu avomaalle. Liian märkinä syksyynä taimia on kuollut jonkin verran pakkasöiden saapuessa ja maan routuessa. Paras istutusaika Suomessa on alkukesällä juurtumisen onnistumiseksi, mutta istutus heinäkuun lopulla ja syyskuun alussa voi kuitenkin onnistua. Ensimmäisinä kesinä humalan juurettumista voi edelleen parantaa antamalla versojen kasvaa vapaana ilman minkäänlaista karsimista. (Tuohimetsä ym., 2023, ss. 54–55)

Suomesta kerätyillä humalalajikkeilla on kasvu- ja kehitysrytmeissä paljon eroja. Kukinta-ajat voivat erota peräti usealla viikolla toisistaan. Myöhäiset lajikkeet eivät ole suositeltavia, sillä syksyn edetessä märkyys edesauttaa sadon laadun heikkenemistä ja lisää erityisesti kasvitautilien esiintyvyyttä. Pitkäaikainen kirva-altistus lisää mesikasteen määrää, joka johtaa tyypillisesti homesieni-infektioon ja siitä edelleen käpyjen pilaantumiseen. Myöhäisten lajikkeiden kävyt voivat kärsiä myös hallasta ja ensipakkasista merkittävästi. Piikkiössä vuonna 2021 tehdyn tarkkailun mukaan humalan kasvu alkoi välittömästi 20 huhtikuuta, mutta kasvua hidastutti huhtikuun loppuun osunut -6 °C yöpakkas. Humala kasvoi nopeasti ja 30 cm korkeus saavutettiin jo toukokuun puolenvälin tienoilla. Vuonna 2022 humalan kasvuunlähtö oli noin viikkoa myöhemmin kuin vuonna 2021. Suomalaisilla humalalajikkeilla käpyjä oli nähtävissä heinäkuun puolenvälin tienoilla. (Tuohimetsä ym., 2023, ss. 55–56)

3 Yleisiä humalan tuholaisia Suomessa

Humalan tuholaisia ja niiden runsautta ei ole juurikaan kartoitettu Suomessa. Tässä kappaleessa esiteltävä lajisto perustuu Luken Panimohumala-hankkeen yhteydessä tehtyihin tuholaishavaintoihin sekä humalanviljelijöiltä saatuihin havaintoihin.

3.1 Humalakirva (*Phorodon humuli*)

Humalakirva on Suomessa yleisin ja haitallisin humalalla esiintyvä tuholainen. Humalakirvan siivetön naaras on pituudeltaan 2–3 mm. Ulkomuoto on päärynän mallinen ja väritys keltavihertävä. Nuoret kirvat eli nymfit ovat siivettömiä. Aikuisilla humalakirvoilla on siivet ja niitä esiintyy humalalla erityisesti kevätmuuton ja syysmuuton aikoihin. Humalakirva talvehtii luumarjakasveissa ja kesäisin ruokailee ainoastaan humalalla. (Calderwood, n.d.; Tuovinen, 1996, s.34)

Humalakirva aiheuttaa suoraa voitusta sen imiessä humalanlehdistä solunesteitä ravinnokseen. Kuolleet tyhjäksi imetyt solut eivät pysty enää yhteyttämään, ja näin humalan kasvu ja kehitys hidastuu. Kirvat aiheuttavat myös epäsuoria, myöhemmin havaittavia voitoksia. Epäsuorat voitukset ilmenevät humalalla sieni- ja virusinfektioina. Humalakirvojen ruokaillessa humalanlehdillä ja myöhemmin kasvukaudella humalankävyillä, ne erittävät samalla sokeripitoista ulostetta eli mesikastetta. Jo pienenkin kirvapopulaation mesikaste toimii otollisena alustana nokihomeelle (engl. Sooty mould). Nokihome vaikuttaa merkittävästi satotasoon ja laatuun varsinkin kävyissä. Nokihomeen löytää voittuneiden humalakäpyjen sisältä nukkaisena mustanharmaana kasvustona. (Lorenzana ym., 2010, s. 1; Calderwood ym., 2015, s. 2) Kirvat voivat toimia virusten kantajina eli vektoreina. Erilaiset virukset päätyvät humalan johtosolukkaan kirvojen lehden pinnan puhkomisen ja imemisen seuraamuksena. Viruksista merkittävin on Humalan mosaiikkivirus (HpLV). Virus aiheuttaa vaaleanvihreän kellertävää mosaiikkikuviota lehden pinnalle. (Gent, ym. 2010 s. 33)

Saksassa humalakirvan torjuntakynnyksenä pidetään tilannetta, kun kasvustossa havaitaan yksittäisestä humalasta ennen kukinnan alkamista keskimäärin 50 kirvaa per humalanlehti tai 200 kirvaa per satunnainen yksittäinen lehti. Kukinnan alkamisesta edespäin kirvoja ei saisi esiintyä juuri ollenkaan, sillä pahoin kirvoista kärsivät humalat tuottavat vain vähän ja kitukasvuisia käpyjä. (Hopfenpflanzerverband Tettang, 2014, s. 15) Vastaavasti Yhdysvalloissa humalakirvan torjuntakynnyksenä pidetään yksittäisellä humalaköynnöksellä 8–10 kirvaa per lehti Michiganin osavaltiossa. Oregonissa vastaava kynnyks on hieman

alhaisempi: 5–10 kirvaa per lehti. Yhdysvaltojen koillisosissa ei kynnsarvoja ole määritetty humalakirvalle vaan torjunta aloitetaan vasta kun tuholaispopulaatio on liian suuri.

(Carmichael, 2020, ss. 16–17)

3.2 Vihannespunkki (*Tetranychus urticae*)

Vihannespunkki on kooltaan vain 0,6 mm pituinen ja tarvitsee pienen kokonsa vuoksi suurennuslasin tarkkailua varten. Vihannespunkin väritys on kasvukaudella keltavihreä. Talvehtimisväri naarailla on punainen ja talviväritystä alkaa esiintymään syyskuun aikoihin. Tämä punkkilaji on moniruokainen. Punkit puhkovat leuoillaan kasvinsoluja ja imevät kasvinesteitä. Tuhojälki on nähtävissä lehden pintapuolella. Vakavissa tapauksissa lehden pinnan laikut muodostavat hopeisen tai pronssisen värisen pilkullisen kuvioinnin. Lopulta lehdet kuivuvat ja tippuvat pois. (Čeh ym., 2012 s. 32)

Pienikin punkkipopulaatio muodostaa seittiä, jota on ympäri kasvinlehtiä. Punkit käyttävät seittiä suojana petoja vastaan. Punkit majailevat pääasiassa lehden alapinnalla lehtisuonien välisillä alueilla. Vihannespunkit käyttävät myös humalan käpyjä ravintonaan ja ne ruskistuvat lopulta kuparin värisiksi. Vihannespunkin vioittamat humalankävyt eivät kypsy eivätkä kävyn suomut sulkeudu, vaan lupuliini karisee pois heikentäen kävyn alfahappokoostumusta. Vioittunut käpy on myös tyypillisesti kooltaan pienempi. (Čeh ym., 2012, s. 33)

Vihannespunkit menestyvät erityisesti kuivina ja lämpiminä kesinä. Sukupolvia voi olla kesäaikana useita. Yksi naaras munii noin sata munaa kasvukauden aikana. 10 °C lämpötilassa yhden naaraan kehitys kestää noin 33 päivää ja 25 °C lämpötilassa puolestaan 5,5 päivää. (Čeh ym., 2012, s. 32) Yksi naaras munii noin sata munaa kasvukauden aikana. Naaraat talvehtivat kasvin juurella olevan katteen alla sekä mahdollisesti humalasalokojen rakosissa ja halkeamissa (Alford, 1984 s. 237)

Isossa Britanniassa tehdyn tutkimuksen mukaan vihannespunkkeja pääasiallisena ravintonaan käyttivät olkinaskalilude (*Nabis fesus*) sekä rikkaluteiden *Orius* lajit. (Campbell, 2018 s. 7; Calderwood ym., 2015, s. 2) USA:n Oregonissa vihannespunkkeja vastaan esiintyi luontaisesti petopunkkeja (*Phytosiidae*) ja kovakuoriaisia *Stethorus*-suvusta. (Woods ym., 2014, s. 2)

Saksalaisen Tettningin alueen humalankasvattajaseuran laatiman humalankasvatusoppaan mukaan vihannespunkin torjuntakynnys ylittyy, kun joka toisessa humalan lehdessä esiintyy

vähintään kymmenen vihannespunkkia. Saksassa on käytettävissä punkkeja vastaan kemiallisia torjunta-aineita. Ensimmäinen torjuntakäsittely tehdään heti torjuntakynnyksen ylityttyä. Toinen torjuntakäsittely on tarpeen tehdä myöhemmin kasvukaudella, mikäli punkit ovat edenneet ylöspäin kasvustossa kohti latvustoa, johon humalankävyt lopulta muodostuvat. (Hopfenpflanzerverband Tettang, 2014, ss. 17–18)

Kuva 1. Vihannespunkin tiheää seittiä mansikalla. (Aleksi Korhonen)



3.3 Kaskaat (Auchenorrhyncha)

Kaskaat ovat tyypillisesti hoikkia 3–4 mm kokoisia rakenteeltaan kiilanmallisia pieniä hyönteisiä. Tyypillistä kaskaille on hyvin pienet tuntosarvet. Ravinnokseen ne imevät kasvien

solunesteitä. Kaskaat munivat munansa ravintokasvin lehdille tai varteen. Munista kuoriutuvat toukat eli nymfit sekä aikuiset kaskaat imevät kasvinesteitä. Useimmilla kaskaslajeilla talvehtiminen tapahtuu munana. (Calderwood ym., 2015, s. 3)

Esimerkiksi perunakaskas (*Empoasca fabae*) käyttää ainakin 200 eri kasvia ravinnonlähteenään. (Olsen, 2006, s. 153) ja sitä voi esiintyä myös humalalla.

Pohjois-Amerikassa tehdyn tutkimuksen mukaan kääpiökaskaat, kuten yleisimpänä kaskaana esiintyvä perunakaskas, on toiminut fytoplasma bakteeripatogeenin (engl. Phytoplasma) levittäjänä monelle kasville, myös humalalle. Fytoplasmojen on huomattu tappavan erityisesti vuoden vanhoja humalakasveja. (Kits ym., 2019 ss. 1–2) Fytoplasmat saavat kasvin versomisen lisääntymään voimakkaasti ja aiheuttavat kasvin kääpiöitymistä eli pituuskasvun voimakasta hidastumista (Gent ym., 2010, s. 38).

Perunakaskaan vioituksilta ovat välttyneet parhaiten sellaiset kasvilajikkeet, joiden lehtien pinnalla esiintyvät lehtikarvat (engl. trichomes) ovat tehneet kasvista epämieluisan ravintokohteen. Kaskaat vioittavat humalanlehtiä puhkomalla soluseiniä ja samalla vioittaen lehden johtosolukoita. Johtosolukoiden tuhoutuessa lehden reunat alkavat kellastumaan. Kellastumisen jälkeen lehden reunat kuivuvat ruskeiksi ja käpertyvät. Tämä kaskaiden tyypillisesti aiheuttama oire on nimeltään ”hopper burn”. (Calderwood ym., 2015, ss. 3–4)

Kaskaspopulaatioita on tarkkailtu Yhdysvalloissa humalakasvustoissa viikoittain lehtiä kääntelemällä sekä keltaliima-ansojen avulla. Kaskaat on mahdollista tunnistaa hyvin muista hyönteisistä kiilamaisen ulkonäkönsä lisäksi sivuttaissuuntaisista kävelyliikkeistään. (Calderwood ym., 2015, s. 4) Humalalla voi esiintyä useampia kaskaslajeja.

Kuva 2. Humalalta löytnyt sylkikaskas (*Philaenus spumarius*). (Aleksi Korhonen)



3.4 Erakkokorvakärsäkäs (*Otiorhynchus singularis*)

Erakkokorvakärsäkäs on pähkinänruskea 5,5–7,5 mm pituinen kovakuoriainen (*Coleoptera*). Erakkokorvakärsäkäs on moniruokainen eli polyfagi. Erakkokorvakärsäkäs on Suomessa vakiintunut, mutta kuitenkin varsin harvinainen ja esiintyy tällä hetkellä pääasiassa vain Etelä- ja Lounais-Suomessa. (Laji.fi, n.d.a) Korvakärsäkäs käyttää ravintonaan viljelykasveista muun muassa mansikkaa, omenaa, päärynää, mustaherukkaa, karviaista, vadelmaa, viiniköynnöstä sekä humalaa. Korvakärsäkkäälle maistuu myös männyn siitepöly. Aikuisia yksilöitä löytyy pitkin kasvukautta metsistä, puistoista, puutarhoista ja tienvarsista. Lisääntyminen tapahtuu partenogeneettisesti eli neitseellisesti ilman koirasyksilöitä. Korvakärsäkäs tuottaa kaksi sukupolvea kasvukaudessa. Ensimmäinen muninta tapahtuu toukokuun puolesta välistä aina kesäkuun loppuun. Toinen muninta ajoittuu syys-lokakuuhun. Yksi naaras munii maahan noin 100 munaa. Toukat kuoriutuvat noin 50 cm syvyydessä ja syövät kasvin hiusjuuria. Ensimmäisestä muninnasta syntyneet toukat voivat kotoitua jo alkusyksystä ja ne kuoriutuvat aikuisina kasvukauden alussa maan sulaessa. Loppusyksyllä toisen sukupolven toukat kasvavat puolestaan talven aikana maassa. Erakkokorvakärsäkäs on yöaktiivinen ja talvehtii maassa aikuisena lehtikatteen alla. Päivät kärsäkäs piileksii maassa, ja voi elää peräti kolmevuotiaaksi.

Populaatio voi kehittyä ajoittain suureksi ja suurina määrinä se voi aiheuttaa vahinkoja invaasioalueella. Aikuiset ovat ruokahalultaan kyltymättömiä ja aloittavat ruokailun aikaisin kasvukaudella jo 4 °C lämpötilassa. Kärsäkäs syö erityisesti kasvin silmuja ja uusia versoja.

Vioitukset ovat yleensä ilmeisiä maan lähellä lehdissä ja näkyvät sivusuorina lovina. Pimeällä kärsäkkäitä on mahdollista löytää taskulampun valossa lehdiltä ja varsilta. Aikuisia kärsäkkäitä pystyy keräämään kasvista myös pampulla hakkaamalla. (UK Beetles, n.d.) Saksassa kärsäkkään torjuntakynnyksenä pidetään tilannetta, jolloin kolmen humalakasvin tutkimisen tuloksena löytyy yksi aikuinen kärsäkäs. Kärsäkkäiden ollessa hyvinkin lentoaktiivisia ne voivat vieraillla useammassa eri humalakasvissa ja levittäytyä nopeasti muodostaen ongelman. (Hopfenpflanzerverband Tettngang, 2014, s. 21)

Kuva 3. Erakkokorvakärsäkäs (*Otiorhynchus singularis*). (Tapio Kujala, Laji.fi, CC-BY-NC-4.0)



3.5 Perhostoukat

Yökkösten ja päiväperhosten toukat voivat aiheuttaa suurina populaatioina merkittäviä vahinkoja muutamille tai yksittäiselle humalakasville, jotka perhoset ovat sattuneet valitsemaan munimispaikoikseen. Perhosten aiheuttaman tuhon laajuus vaihtelee vuosittain,

ja on usein paikallinen. Toukat voivat syödä pahimmassa tapauksessa humalan täysin lehdettömäksi. Perhosen toukkien vaurioittamat kasvit ovat usein havaittavissa jo kaukaa lehtimassan voimakkaan katoamisen vuoksi.

Yökkösistä yleisesti humalalla tavattavia lajeja Suomessa ovat humalayökkönen (*Hypena rostralis*), isonokkayökkönen (*Hypena proboscidalis*), rantatarhayökkönen (*Lacanobia oleracea*), sekä varsiyökkönen (*Hydraecia micacea*). Suurimman vioitusuhan aiheuttaa humalayökkönen sekä isonokkayökkönen, joiden pääasialliset ravintokasvit ovat humala ja nokkonen (Perhoset.fi, 2012)

Muiden perhosten toukat ovat pitkälti polyfageja eli ravinnoksi käy useammat kasvit (Gragani ym., 2018, s. 3). Humalalla havaittuja täpläperhosia ovat muun muassa neitoperhonen (*Aglais io*), nokkosperhonen (*Aglais urticae*) sekä herukkaperhonen (*Polygonia c-album*).

Varsiyökkönen (*Hydraecia micacea*) on Suomessa yleinen Etelästä-Suomesta Pohjois-Pohjanmaalle asti esiintyvä ja moniruokainen yökkönen, jolla on ainakin 50 eri ravintokasvia. Sitä esiintyy yleisesti perunalla ja humalalla. Toukka elää kasvin varren sisällä suojassa syöden varren sisäosaa. Tämän vuoksi varsiyökkösen toukka tarvitsee vahvavartisen kasvin ravinnonlähteekseen. Aikuisia varsiyökkösiä on liikkeellä heinäkuun lopulta syyskuun loppuun. Aikuiset yksilöt munivat ravintokasvin varsien alaosiin. Varsiyökkönen talvehtii munana kasvin tyviosalla. (Alford, 1984 s. 202; Parkkinen, 1996 s. 173)

Humalalla esiintyvien perhostoukkien esiintyvyyttä voidaan hallita kitkemällä korkeat heinät, kuten juolavehänä, ja muut rikkakasvit, joiden kätköissä perhoset elävät ja talvehtivat lajikohtaisesti eri kehitysvaiheissa. (Hopfenpflanzerverband Tett nang, 2014, s. 32) Ilmajoen humalatarhalla Arctic Hopyardilla perhostoukkia on torjuttu mäntysuovalla muiden pehmeäkuoristen tuhohyönteisten ohella. Torjuntaruiskun luoma paine myös karistelee mahdolliset perhosen toukat maahan humalaköynnöksistä. (Huhtanen, 2023)

Kuva 4. Mittarin toukka hyvin naamioituneena humalanlehdellä. (Aleksi Korhonen)



4 Humalakirvan, varsiyökkösen ja humalayökkösen elinkierto

Tässä kappaleessa esitellään Suomessa yleisesti humalalla tavattavien tuhohyönteisten biologiaa ja elinkierto munasta aikuiseksi. Tavoitteena on ymmärtää tärkeimpien tuhohyönteisten elinkierron vaiheet ja mahdollisuuksien mukaan hyödyntää tietoa lajin esiintymisen ja lisääntymisen hallinnassa.

4.1 Humalakirva (*Phorodon humuli*)

Humalakirva (*Phorodon humuli*) on pohjoisen pallonpuoliskon merkittävin humalan tuholainen. Humalakirva on ulkomuodoltaan päärynän mallinen ja väriltään vaaleanvihreästä keltaiseen. Humalakirva on kooltaan isompi ollessaan luumarjakasveilla kuin humalalla löytyessään. (Calderwood ym., 2015, s. 2) Nymfivaiheen kirvat ovat siivettömiä. Siivelliset aikuiset ovat mustanvärisiä.

Kasvukaudella humalalla esiintyvät humalakirvan muodoista nymfit sekä siivettömät aikuiset. Muuttoajankohtien aikaan keväällä ja syksyllä esiintyy siivellisiä humalakirva-aikuisia. (Calderwood, n.d.) Humalakirvan pääisäntäkasvina toimivat talvehtimisen aikaan luumarjaiset *Prunus*-suvun kasvit, joissa se talvehtii munana. Ainoana toissijaisena isäntäkasvina toimii kesällä kasvukaudella humala (*Humulus lupulus*). (Calderwood, n.d.)

Keväisin humalakirvat kuoriutuvat munista pääisäntäkasvilla. Humalakirva aloittaa kevätmuuton humalalle tyypillisesti tuotettuaan kahdesta kolmeen siivetöntä sukupolvea

esimerkiksi luumupuussa ollessaan. Tämän jälkeen syntyy siivellinen sukupolvi, joka lentää ainoalle toissijaiselle isäntäkasvillään humalalle kelien ja tuulten ollessa suotuisat muutolle. Yleisesti kirvojen lento tapahtuu päiväsaikaan noin kaksi tuntia auringonnousun jälkeen ja noin 30 minuuttia ennen auringonlaskua. Lentoa haittaavia tekijöitä ovat alhaiset lämpötilat sekä valoisuuden puuttuminen. Alhaisin mediaanilämpötila kirvan lentoa varten syys- ja kevätmuuton aikaan on 13,5 °C. (Campbell & Muir, 2005, s. 1) Humalakirvojen populaatiotiheys kasvissa ei vaikuta lentämisen- tai levittäytymisalttiuteen, toisin kuin monilla muilla kirvalajeilla. Muilla kirvalajeilla populaation kasvaessa ja ravintotilanteen heiketessä kiihtyvän kilpailun aikaansaamana kirvat alkavat tuottamaan lentokykuisiä jälkeläisiä ja ne alkavat levittäytymään uusille kasveille. Näin ei ole humalakirvalla. (Emden & Harrington, 2007, s. 144; Campbell & Muir, 2005 s. 9)

Kirvapopulaatio voi kasvaa hyvinkin nopeasti. Humalalla eläessään kirvat lisääntyvät neitseellisesti eli partenogeneettisesti synnyttäen eläviä jälkeläisiä, jotka ovat pelkästään naaraspuolisia yksilöitä. Yksi naaraskirva voi synnyttää peräti sata jälkeläistä. (Čeh ym., 2012, s. 32) Humalakirvoja löytyy pääasiassa lehden alapinnalta lehtisuonien läheisyydestä. Nuorista humalanlehdistä kirvoja löytyy sekä ylä- että alapuolelta. (Calderwood ym., 2015, ss. 2–3)

Kuva 5. Humalakirvoja lehden alapinnalla Piikkiössä 7.8.2023. (Aleksi Korhonen)



Otollinen lisääntymis- ja kasvuolosuhde kirvoille on jatkuva 18–20 °C lämpötila. Lämpötilan noustessa yli 20 °C alkavat kirvat kärsimään lämpöstressistä. Vaikka kirvojen kehitys kiihtyy 25 °C lämpötilassa niin niiden elinikä ja fyysinen koko kuitenkin laskee. (Lorenzana ym., 2013, s. 12) Kirvat valtaavat humalasta kaikki mahdolliset paikat lehdistä käpyihin. Tuore uusin kasvinosa houkuttaa kirvoja eniten maittavuuden vuoksi. Suurissa invaasioissa kirvojen läsnäolon huomaa jo lehtien kiiltävästä pinnasta, joka on kirvojen erittämän mesikasteen aikaansaama. Mesikaste heikentää lehden yhteyttämiskykyä haitaten humalan kasvua. (Čeh ym., 2012, ss. 31–32)

Humalakirvat voivat vioittaa humalan käpyjä merkittävästi. Runsaasti kirvoja sisältäneissä humalakävyissä sekä sadontuotto että alfa-happopitoisuudet ovat vähäisemmät kuin kirvattomissa kävyissä. Vioittuneista kävyistä voi tulla myös makuhaittoja lopputuotteeseen, sillä nokihome menestyy ja kasvaa kirvojen erittämässä mesikasteessa. Nokihome voi tuottaa myös haitallisia mykotoksiineja. (Weihrauch ym., 2012, s. 8)

Humalakirva lentää talvehtimaan elo-syyskuussa luumarjakasveihin eli *Prunus*-suvun lajeihin talveksi. Kasvukauden lähestyessä loppua humalalla syntyneet naaraskirvat alkavat

tuottamaan myös koiraspuolisia jälkeläisiä. Sekä naaraat että koiraat lentävät luumarjakasveille ja aloittavat suvullisen lisääntymisen sekä munien laskemisen ennen ensimmäisiä kohtalokkaita yöpakkasia. Naaraat lentävät luumarjakasveille koiraskirvoja aikaisemmin (Wright ym., 2005, ss. 2–3)

Muuttolento kestää niin pitkälle syksyyn ennen kuin ensimmäiset hallat päättävät muuttolennot. *Prunus*-sukuun kuuluvat muun muassa tuomi ja luumu- ja kirsikkapuut. Euroopassa ja Suomessa kyseisiä lajeja ovat pääasiassa tuomi (*Prunus padus*), luumu (*Prunus domestica*), oratuomi (*Prunus spinosa*), kriikuna (*Prunus insititia*) sekä kirsikkaluumu (*Prunus cerasifera*). Kirva munii munansa oksan ja luumarjakasvien silmun tyvelle talvehtien munana. Humalakirva ei aiheuta merkittävää tuhoa pääisäntäkasville eli *Prunus*-suvun kasveille. (Campbell & Muir, 2005 s. 1)

Kuva 6. Runsaasti humalakirvoja humalan sadonkorjuun yhteydessä. (Juha-Matti Pihlava, Luke)



4.2 Varsiyökkönen (*Hydraecia micacea*)

Varsiyökkönen on Suomessa yleinen ja moniruokainen yökkönen, jolla on ainakin 50 eri ravintokasvia. Viljelykasveista sitä on etenkin perunalla ja humalalla. Varsiyökkönen vaatii vahvavartisen kasvin ravinnonlähteekseen. Aikuisia varsiyökkösiä on liikkeellä heinäkuusta lokakuuhun. Aikuiset yksilöt munivat ravintokasvin varsien alaosiin. Varsiyökkönen talvehtii munana. (Alford, 1984 s. 202)

Munat kuoriutuvat keväällä ja toukat kaivautuvat humalan juurakkoon ja versoihin syöden niitä ontoksi. Toukat etenevät varren ydintä pitkin näkymättömissä. Kesäkuun tienoilla toukat tekevät varteen ulostuloreiän ja lähtevät varresta kohti maassa olevaa humalan juurenniskan kruunua. Sisältä syöty varsi on erittäin herkkä katkeamaan poikki. Syödyt versot kuihtuvat pois jo varren kietomisen yhteydessä tai viimeistään ennen käpyjen muodostumista. Toukat ravitsevat itseään huhtikuusta aina elokuuhun saakka, jonka jälkeen ne koteloituvat maahan muutaman senttimetrin syvyyteen juurenniskan kruunun läheisyyteen. (Alford, 1984 s. 202; Sedivy, Born & Vostrel, 2005 s. 1)

Tšekeissä (Zatec-Saaz humalan viljelyalueella) tehdyn tutkimuksen mukaan varsiyökkösongelmat ovat kytköksissä erityisesti juolavehnän (*Elytrigia repens*) valtaamissa humalistoissa. Juolavehnän läheisyydessä olevissa humalissa oli juuristossa enimmillään 63 toukkaa. Keskimäärin toukkia oli neljästä kuuteen per kasvi. Toukat käyttävät juolavehnän lehtiä ensiravintonaan ja aikuiset varsiyökköset munivat munansa juolavehnälle. Muita rikkakasveja, joita esiintyi varsiyökkösen valtaamien kasvustojen juurilla, olivat jauhosavikka (*Chenopodium album*), voikukat (*Taraxacum*), pelto-ohdake (*Cirsium arvense*) sekä poimuhierakka (*Rumex crispus*) Myös maan märkyys ja sateiset sääolosuhteet edesauttoivat varsiyökkösen esiintymistä. Aikuiset varsiyökköset käyttivät ravintonaan takiaisten (*Arctium*), ohdakkeiden (*Cirsium*) sekä karhiaisten (*Carduus*) suvun kasvien kukista saatavaa mettä. (Sedivy, Born & Vostrel, 2005 s. 1–4)

Varsiyökkösen luontaisia vihollisia ovat loispistiäisistä mm. *Ichneumon sarcitorius* ja *Coelopisthia extenta*, loiskärpäsistä *Lidella thompson*, sekä *Beauveria*-suvun patogeenisienet. Myös muita mainittuja luontaisia vihollisia ovat loispistiäinen *Macrocentrus collaris*, loiskärpänen *Lidella stabulans* ja maakiitäjät *Harpalus pubescens* sekä karvakiitäjäinen (*Harpalus rufipes*) Nisäkkäistä villisika osoittautui myös varsiyökkösen toukkien viholliseksi. Sen osoittivat juurakon tonkimiset nimenomaan toukkien valtaamien kasvien alta. (Sedivy, Born & Vostrel, 2005 s. 5)

Pahimmat varsiyökköstuhot olivat hoitamattomissa rikkakasvivaltaisissa humalaviljelyksissä, ja erityisesti viljelyksen reunoilla olevissa kasveissa. Aikainen rikkakasvientorjunta on osa varsiyökköstuhojen ennaltaehkäisyä. Humalaviljelmillä, joissa varsiyökkönen on yleinen ongelma, kannattaa kasvustoon jättää hieman ylimääräisiä versoja. (Sedivy, Born & Vostrel, 2005 s. 1; Alford, 1984 s. 202) Feromoni- ja valoansoja käytetään varsiyökkösen populaatiotiheyden kartoituksessa. (Sedivy, Born & Vostrel, 2005 s. 7)

Kuva 7. Varsiyökkönen (*Hydraecia micacea*). (Pekka Malinen, Laji.fi, CC-BY-NC-4.0.)



4.3 Humalayökkönen (*Hypena rostralis*)

Humalayökkönen on yöaktiivinen humalalla viihtyvä yökköslaji. Suomessa yökkösen lentoaika on heinäkuun lopulta lokakuuhun. (Laji.fi, n.d.b) Humalayökkönen talvehtii aikuisena erilaisissa rakosissa ja halkeamissa säältä suojaissa. Kelien lämmettyä humalayökköset aktivoituvat ja munivat ravintokasvin lehdille. (Butterfly Conservation, 2005)

Toukka käyttää pääasiallisena ravintonaan humalan- sekä nokkosenlehtiä. Vioituksia aiheuttavat etenkin isot toukat ennen koteloitumistaan kesä-heinäkuussa. Toukka koteloituu heinäkuun loppupuolella maahan tai yhteen kehrättyjen humalanlehtien väliin. (Laji.fi, n.d.b)

Yöaktiivisen luonteensa vuoksi humalayökkösiä voi saada pyydystettyä valoansalla. Paras tapa kartoittaa humalayökkösen esiintymistä alueella on etsiä toukkia kasvustosta. Toukan ruumis on haalean vaaleanvihreä ja pään väritys keltavihreä. Toukkia etsiessä lehtiä kannattaa käänellä ja tarvittaessa pamputtaa köynnöstä, jotta toukat tippuvat esimerkiksi valkoiselle lakanalle, joka on asetettu humalan juurelle. (Butterfly Conservation, 2005)

Toukkien vioituksen aikaansaamana humalanlehdistä löytyy paljon pieniä reikiä. Vioituksia esiintyy paikoittain humalistossa kesäkuusta heinäkuuhun toukkien kehittyessä. Täysikasvuinen toukka koteloituu heinäkuun loppupuolella. Koteloitumisaika kestää muutaman viikon. Walesissa tehtyjen havaintojen mukaan aikuiset humalayökköset käyttävät ravintonaan kukkien mettä pajuilta (*Salix*) sekä murateilta (*Hedera*). Ne imevät ravinnokseen myös ylikypsien karhunvatukoiden (*Rubus plicatus*) nesteitä. (Butterfly Conservation, 2005)

Kuva 8. Humalayökkösen toukka sekä aikuinen yksilö. (Aleksi Korhonen)



Kuva 9. Humalayökkösen vioitus humalanlehdelle. (Juha-Matti Pihlava, Luke)



5 Luontaiset viholliset

Tässä kappaleessa esitellään humalalla yleisesti esiintyvien tuhohyönteisten luontaisia vihollisia. Kappaleessa käydään läpi humalalla tavattavien hyönteisten peto-saalis-suhteita ja tuhohyönteisten luontaisten vihollisten elinkierron vaiheita. Tiedot pohjautuvat omiin havaintoihin Luken Piikkiön koekentällä sekä muualla tehtyihin tutkimustuloksiin.

5.1 Leppäpirkot (Coccinellidae)

Leppäpirkot käyttävät kirvoja pääasiallisena ravinnonlähteenään. Aikuinen leppäpirkko on kyltymätön kirvapeto ja voi syödä yli 50 kirvaa päivässä. (Flint, 2014) Leppäpirkon toukkien kuoriutuessa munista alkavat ne välittömästi metsästämään kirvoja. Leppäpirkon toukkien kuoriutumisen aikaan kirvapopulaation runsaus tyypillisesti laskee humalalla. Yksittäinen leppäpirkon toukka voi käyttää ravinnokseen useampia satoja kirvoja ennen koteloitumistaan. Leppäpirkon toukkien koteloituessa tarjoutuu kirvakannalle uusi aika elpää. Tyypillisesti kirvojen määrän ollessa korkeimmillaan myös leppäpirkkojen määrä on huipussaan. (Lorenzana ym., 2013, s. 12; Alford, 1984, s. 271)

Kuva 10. Leppäpirkon keltaisia munia sekä nuoria toukkia humalanlehdellä. (Aleksi Korhonen)



Aikuiset leppäpirkot viettävät talven talvihorroksessa. Samassa talvehtimispaikassa on yleensä useampia leppäpirkkoja. Leppäpirkot munivat keltaisia munaryppäitä lehtien pinnoille tyypillisesti kirvapopulaatioiden läheisyyteen. Leppäpirkot tuottavat vain yhden sukupolven kasvukauden aikana. (Alford, 1984, s. 271)

Tiettyjä leppäpirkkolajeja voidaan käyttää myös lisättävänä biologisena torjuntakeinona. Puutarhaan ja viljelyksille vapautettavat leppäpirkot ovat massakasvatettuja. Ostettuja leppäpirkkoja ei kannata kuitenkaan vapauttaa ennakoon tai pieniä kirvapopulaatioita vastaan, sillä ravintoa on oltava kohdekasvilla kylliksi. Ravinnon puuttuessa leppäpirkot siirtyvät ravinnon perässä muualle. (Flint, 2014)

Kuva 11. Leppäpirkon varttuneempia toukkia ja aikuinen ruutupirkko (*Propylea quatuordecimpunctata*). (Aleksi Korhonen)



5.2 Kukkakärpäset (Syrphidae)

Aikuiset kukkakärpäset ovat pölyttäjiä ja niitä esiintyy huhtikuusta lokakuuhun. Aikuiset käyttävät ravinnokseen kukkien mettä, siitepölyä sekä mesikastetta. Toukat saalistavat ravinnokseen pääasiassa kirvoja. Kukkakärpäspopulaatiot ovat suurimmillaan keskikesän tienoilla. Munat munitaan kirvayhdyskuntien läheisyyteen joko yksittäin tai pienissä ryppäissä. Yksittäinen toukka syö satoja kirvoja ravinnokseen noin kahden viikon ajan. Yksi kukkakärpäsen toukka voi syödä 100–400 kirvaa ennen koteloitumistaan. Kukkakärpäset tuottavat useampia sukupolvia kasvukauden aikana, joillain lajeilla peräti 7 sukupolvea. (Alford, 1984, s. 274)

Kukkakärpästen elinkiertoon kuuluu neljä vaihetta: muna-, toukka-, kotelo- ja aikuisvaihe. Koteloituminen tapahtuu isäntäkasvissa tai maassa katteen alla ja kosteusolosuhteiden on oltava riittävät kehittymisen onnistumiseksi. Kukkakärpäset talvehtivat lajista riippuen aikuisena tai kotelona. Aikuiset kukkakärpäset talvehtivat suojaisissa paikoissa. Kotelot ovat talven kasvustossa ja maassa. (Alford, 1984, s. 274; UC IPM, n.d.c)

Kuva 12. Kukkakärpäsen toukka lehden alapinnalla. (Aleksi Korhonen)



5.3 Harsokorennot (Chrysopidae)

Harsokorennot talvehtivat aikuisina ja talviväriytyy muuttuu vaaleanvihreästä kesäväristä syksyllä pinkkiruskeaksi. Aikuisia yksilöitä esiintyy aikaisin kevästä syyskuuhun asti. Naaras asettaa munat tyypillisesti lehtien alapinnoille. Harsokorennon toukat saalistavat pehmeäkuorisia hyönteisiä useiden viikkojen ajan, jonka jälkeen ne menevät maahan koteloitumaan. Koteloituminen kestää useamman viikon. Sukupolvia syntyy yleensä vuodessa kaksi. Ensimmäinen sukupolvi syntyy touko-heinäkuussa ja toinen heinä-syyskuun välisenä aikana. (Alford, 1984, ss. 266–267)

Vaikka harsokorentohavaintoja sekä munia olisi paljon, eivät ne silti ole kovin tehokkaita itsekseen pitämään humalakirvakantoja kurissa. (Lorenzana ym., 2013, s. 12)

Harsokorennon toukat käyttävät ravinnokseen kirvoja, pieniä perhosen toukkia, luteita, kaskaita, kemppejä, ripsiäisiä ja punkkeja sekä hyönteisten munia. Harsokorennon toukka halvaannuttaa saaliin myrkyllä samalla seivästäen sen leuoillaan. Saaliin ollessa varmassa otteessa, toukka imee saaliinsa nesteet. Yksittäinen harsokorennon toukka voi kuitenkin käyttää ravinnokseen viikon aikana yli 200 kirvaa tai muuta pehmeäkuorista hyönteistä. (UC IPM, n.d.b; Texas A&M, n.d.) Aikuiset harsokorennot ovat melko kehoja yöaktiivisia lentäjiä. Aikuiset harsokorennot käyttävät ravinnokseen kukkien siitepölyä ja mettä sekä kirvojen tuottamaa mesikastetta. (Texas A&M, n.d.) Meden ja siitepölyn takaamisen kannalta kukkakaistat ja pölyttäjikasvisekoitusten käyttö humaliston läheisyydessä voi kannustaa harsokorentojen yleistymiseen alueella.

Kuva 13. Harsokorenon (*Chrysoperla carnea*) toukka humalanlehdellä sekä aikuinen pihaharsokorento. (Aleksi Korhonen)



5.4 Nokkaluteet (Anthocoridae)

Nokkaluteet (Anthocoridae) ovat petoluteita, jotka hävittävät tehokkaasti kirvoja varsinkin humalan kävyistä. Englannissa tehtyjen tutkimusten mukaan nokkaluteet tuhoavat kirvoja aktiivisimmin heinäkuusta elokuuhun. (Cranham, 1981, s. 4) Mikäli nokkaluteiden elinolosuhteita ja vaikutusmahdollisuuksia kirvakantoihin haluttaisiin parantaa, olisi kirvojen kemiallinen torjunta tehtävä kesäkuussa. Torjunta-aineen vaikutus ei saisi kestää kuitenkaan heinäkuuhun asti, sillä niihin aikoihin nokkaluteet ovat jo rajoittamassa kirvakantoja. Nokkaluteet voivat lentää pitkiäkin matkoja saalista etsien. (Cranham, 1981, ss. 6–7)

Suomessa yleisimmin esiintyvä nokkalude on lehtolude (*Anthocoris nemorum*). Lehtolude talvehtii erilaisissa halkeamissa, koloissa ja karikkeessa. Talvehtimiskasvina toimii ainakin paju ja sen lehdille naaras munii noin kaksisataa munaa, joista jo toukokuun puolella syntyy toukkia. Lehtoluteet aktivoituvat keväällä hieman ennen kasvien silmujen avautumista. Lehtoluteen pääasiallista ravintoa ovat pehmeäkuoriset hyönteiset kuten kirvat, vihannespunkki sekä kemprien-, sääskien- ja perhosentoukat. Viljelyksien läheisyydessä olevat erilaiset luumarjakasvit (*Prunus*) ja raita (*Salix caprea*) voivat toimia lehtoluteen petopankkina. (Tuovinen, 1997, ss. 136–137)

Kuva 14. Lehvänokkalude (*Anthocoris nemorum*). (Tapio Kujala, Laji.fi, CC-BY-NC-4.0.)



5.5 Petopunkit (Phytoseiidae) ja hyrräpunkit (Anystidae)

Hämähäkkieläimiin (Arachnida) kuuluvien petopunkkien kuten Anystidae- ja Phytoseiidae heimoihin kuuluvien lajien määrää pystytään tehostamaan suosimalla kerääjäkasveja sekä kukkakaistoja. Nämä humaliston läheisyydessä olevat viherkaistat nostavat alueella kosteusolosuhteita ja luovat turvapaikkoja vihannespunkkien pedoille. Vihannespunkit viihtyvät erityisesti kuivilla alueilla. (Calderwood, ym., 2015, s. 2)

Anystidae heimon hyrräpunkeista ainakin *Anystis baccharum* niminen laji esiintyy Suomessa yleisesti. Hyrräpunkit ovat yleispetoja ja käyttävät ravintonaan kirvoja, kaskaita, vihannespunkteja sekä muita pieniä hyönteisiä. (UC IPM, n.d.a)

Kuva 15. Mikroskooppikuva humalalta löytyneestä punkista. (Aleksi Korhonen)



5.6 Loispistiäiset

Loispistiäiset ovat laaja pistiäisryhmä, jonka elinkierto on kuulua muniminen toisten hyönteislajien sisään. Loispistiäiset ovat pieniä ja useat lajit ovat jopa alle millimetrin kokoisia. Aikuiset pistiäiset käyttävät pääasiassa ravintonaan kukkien mettä. (Schuh, 2022) Pistiäiset ovat perhostoukkien tärkeimpiä vihollisia. Pistiäiset ovat usein lajispesifejä. Pistiäisen toukat käyttävät muun muassa perhostoukkia, kirvoja sekä hämähäkkejä elävinä ruokapöytinään kehittyäkseen. (Parkkinen, 1996 s. 26; Schuh, 2022)

Loispistiäiset (Ichneumonidae) asettavat yhden munan toukan sisälle takaruumissa olevalla piikin näköisen munanasettimen avulla. Perhosen toukan sisällä asuva pistiäistoukka syö isäntäänsä sisältä käsin ja antaa sen elää koteloitumiseen asti. Perhosen toukan koteloituessa pistiäinen koteloituu perhosen toukan kotelon sisällä omaan koteloonsa. (Parkkinen, 1996, s. 26)

Vainopistiäiset (Braconidae) munivat useamman munan isäntätoukkansa sisään. Pistiäisentoukat syövät perhosen toukan armotta ja kaivautuvat lopulta perhosen toukan ulkopuolelle ja kiinnittyvät isäntänsä nahkaan koteloitumaan. (Parkkinen, 1996, s. 27)

Loispistiäiset toimivat hyvinä osoittajina torjunta-aineiden vaikutuksille, sillä ne ovat luontaisista vihollisista herkimpää erilaisille tuholaistorjunnassa käytettäville tehoaineille. (Schindler, Gavish-Regev & Keasar, 2022 s. 2)

Kuva 16. Pistiäisen toukat loisimassa perhostoukan kyljessä löytöhetkellä (vasen yläkulma). Pistiäisen toukat imivät perhosen toukan kuiviin (oikea yläkulma), jonka jälkeen koteloituivat ruskeiksi koteloiksi (vasen alakulma). Koteloista kuoriutui viimeisessä kuvassa esiintyvän hyönteisen näköisiä pistiäisiä (oikea alakulma). Pistiäisten loppukasvatus tapahtui Jokioisilla Luken laboratoriossa. Loisten vaivaama toukka löydetty Piikkiön humalatarhalta. (Aleksi Korhonen)



Kuva 17. Piikkiössä kasvikohtaisen tarkastelun yhteydessä löytynyt pistiäisten kotelomuodostelma (yläreuna), sekä kaksi kuoriutunutta yksilöä (alakuulmat). (Aleksi Korhonen)



5.7 Moniruokaiset generalistipedot

Hämähäkit ovat tyypillinen esimerkki moniruokaisista generalistipedoista, jotka syövät ravinnokseen pääasiassa pieniä liikkuvia hyönteisiä. Ravinnoksi kelpaavat kaksisiipiset (Diptera) sekä nivelkärsäiset (Hempitera), joihin lukeutuu kaskaat, luteet, kempit ja kirvat. Ravinnoksi käyvät myös erilaiset perhoset toukkineen (Lepidoptera) sekä heinäsiirakat (Orthoptera). Humaliston petojen puuttuessa hämähäkit pystyvät hyödyntämään kerääjäkasveista löytyviä pieniä hyönteisiä sekä käyttämään kasvien kukintojen mettä ravintonaan. (Grasswitz & James, 2008, s. 2)

Hämähäkit ovat ensimmäisten eliöiden joukossa valtaamassa elinalueita jo varhain keväällä. Hämähäkit levittäytyvät laajasti uusille alueille nuorina ja pieninä yksilöinä ilmavirtojen mukana. Paikallisesti hämähäkit leviävät kehitysvaiheesta riippumatta kävellen. Hämähäkit

pystyvät selviytymään karuissa olosuhteissa vähäisellä ravinnolla pitkiäkin aikakausia. Verkkohämähäkit voivat kuumalla säällä tehdä verkosta auringonsuojan lämpöhalvauksen estämiseksi. Talvisin hämähäkit tuottavat kehossaan muun muassa glyserolia estääkseen syväjäätymisen horrostaessaan seittipallon sisällä. (Daniel, 2021, ss. 12–16)

Kasvukauden alkaessa pienikin ravinto riittää selviytymiseen saalishyönteisten esiintymisaikaan asti. Hämähäkit saalistavat usealla tavalla, joko passiivisesti kutomansa verkon avulla sekä aktiivisesti jahdaten tai väijyen. Useat saalistustavat tekevät hämähäkkilajeista tehokkaita petoja. Moniruokaisuus sekä sopeutumiskyky ovat tärkeimmät hämähäkkien kilpailukykyyn vaikuttavat tekijät, niiden ansiosta ne pystyvät täyttämään suuren määrän ekologisia lokeroita ympäristössä. (Daniel, 2021, ss. 12–16) Hämähäkit syövät tuholaisten lisäksi hyötyhyönteisiä ja ovat luonteeltaan kannibaaleja, joten ravinnon puuttuessa myös lajitoverit kelpaavat ravinnoksi. (Daniel, 2021, s. 24)

Biologisen torjunnan näkökulmasta hämähäkit voivat onnistua pitämään tuhohyönteispopulaation kurissa. Niukalla ravinnolla selviytyvä hämähäkki on jo kasvukauden alussa asettunut valmiiksi kohdekasville odottamaan tuhoojien saapumista ja voi näin ehkäistä tuholaisten voimakkaan lisääntymisen. (Daniel, 2021, s. 22)

Monivuotinen muokkaamaton viljelyalue on hämähäkeille ja eliöstön monimuotoisuudelle vakaampi elinympäristö pitkäaikaiselle asettumiselle verrattuna yksivuotisiin viljelyalueisiin. Yleispetojen, kuten hämähäkkien, esiintyvyyteen voidaan vaikuttaa humalistolla positiivisesti käyttämällä riviväleissä kasvipeitteisyyttä. (Daniel, 2021, s. 26)

Yhdysvalloissa kerätyn tutkimusdatan perusteella hyönteistorjunta-aineet ovat melko vahingollisia hämähäkeille. Kemikaaliryhmittä organofosfaatit, pyreteroidit sekä karbamaatit ovat erityisen kohtalokkaita hämähäkeille. Jotkin torjunta-aineet vaikuttavat negatiivisesti hämähäkkien saalistuskäyttäytymiseen, seitin tekoon, liikkumiseen sekä lisääntymiseen. Rikkakasvien torjuntaan käytettävä glyfosaatti vähensi merkittävästi hämähäkkien runsautta ja vaikutti joissain tapauksissa negatiivisesti saalistus- ja lisääntymiskäyttäytymiseen. (Daniel, 2021, s. 28)

Iso-Britanniassa tehdyn humalaan liittyvän tutkimuksen suurilukuisin niveljalkaisryhmä oli hämähäkit. Hämähäkkejä saatiin kerättyä humalia hakkaamalla. Lehtien alapinnoilla olevista hämähäkkien verkoista löytyi myös aikuisia lentokykyisiä humalakirvoja. (Campbell, 2018 s. 7)

Kuva 18. Hämähäkkihavaintoja Piikkiön lajikekoekentällä. (Aleksi Korhonen)



5.8 Maanpinnalla liikkuvat pedot

Isopihtihäntäisten (*Forficula auricularia*) tiedetään olevan moniruokaisia petoja humalistossa. Ne käyttävät kyltymättömästi humalakirvoja ravinnokseen. (Campbell, 2018, s. 7; Cranham, 1981, s. 4)

Kuva 19. Isopihtihäntäinen (*Forficula auricularia*). (Aleksi Korhonen)



Ketorunkokiitäjäinen (*Paradromius linearis*) on toinen yleisesti humalakirvoja ravinnokseen käyttävä humalistossa esiintyvä luontainen vihollinen. (Campbell, 2018, s. 7)

Kuva 20. Ketorunkokiitäjäinen (*Paradromius linearis*). (Antti Salovaara, Laji.fi, CC-BY-NC-4.0.)



Maakiitäjistä *Harpalus pubescens* sekä karvakiitäjäinen (*Harpalus rufipes*) käyttävät varsiyökkösen (*Hydraecia micacea*) toukkia ravintonaan. (Sedivy, Born & Vostrel, 2005 s. 5)

Iso-Britanniassa tehdyn tutkimuksen tuloksena havaittiin, että yöllä kirvoja saalistavien petojen määrää oli vaikea arvioida. Yöaktiivisia petoja ovat muun muassa isopihtihäntäinen (*Forficula auricularia*) sekä ketorunkokiitäjäinen (*Paradromius linearis*). (Campbell, 2018 s. 7)

6 Integroitu kasvinsuojelu humalalla (IPM)

Integroitu kasvinsuojelu (IPM) on alun perin kehitetty vastareaktion kiihtyvälle synteettisten torjunta-aineiden käytölle viljelyn tehostuessa. Torjunta-aineiden negatiiviset terveys- ja ympäristövaikutukset saivat aikaan integroidun kasvinsuojelun kehittämisen. Kemialliset torjunta-aineet ovat suurin yksittäinen tekijä monimuotoisuuden vähenemiseen monien tehoaineiden ollessa varsin laaja-alaisesti vaikuttavia. (Jacquet ym., 2022, s. 2)

Integroidussa kasvinsuojelussa kemiallisia tuholaistorjuntakeinoja käytetään harkiten viimeisenä hallintakeinona ja kohtuuden rajoissa vain todelliseen tarpeeseen

torjuntakynnyksen ylittyessä. Tavoitteena on tuholaisten hallitseminen kaikilla sellaisilla keinoilla, jotka ovat sekä taloudellisesti että ekologisesti kestäviä. (Deguine ym., 2021, s. 3)

Hallintakeinoihin kuuluvat viljelytekniisten toimenpiteiden lisäksi geneettiset, fysikaaliset, biologiset ja kemikaaliset menetelmät. Geneettisessä hallinnassa käytettävät viljelykasvit ovat ominaisuuksiltaan kestävämpiä ja terveempiä kuin tehotuotantoon jalostetut suurisatoiset torjunta-aineiden tehoon nojaavat lajikkeet. (Jacquet ym., 2022, s. 11)

Integroidun torjunnan tarkoituksena on välttää haitallisten vierasaineiden käyttöä. Integroidulla kasvinsuojelulla pyritään myös edistämään kasvinterveyttä häiritsemättä agroekosysteemin toimintaa ja priorisoimaan luontaisten torjuntamekanismien menestymisedellytyksiä. (Deguine ym., 2021, ss. 2–5)

Luontaiset viholliset eivät käytä ravintonaan ainoastaan tuhohyönteisiä, vaan monet lajit tarvitsevat vaihtoehtoista ravintoa elossa säilyäkseen. Suojelevassa biologisessa torjunnassa suositaan monilajisuutta ja tuhohyönteisten luontaisten vihollisten menestymiseen vaikuttavien toimenpiteiden lisäksi pyritään parantamaan elinympäristön itsesäätelyä. Näin ollen agroekosysteemin monimuotoisuus tarjoaa vaihtoehtoista ravintoa alueen eliöstölle. (Cortez-Madrigal & Gutierrez-Cardenas, 2023, s. 2)

Integroidun torjunnan pääperiaatteena on tehokas ennaltaehkäisy tuholaisten esiintyvyyden ja lisääntymisen hallitsemiseksi. Kulmakivinä onnistuneelle ennaltaehkäisylle ovat kasvuston tarkkailu, asianmukainen viljelytekniikka, terveet kasvit sekä aktiivinen luontaisten vihollisten määrän kasvattaminen viljelyalueella. Kemiaalisia torjunta-aineita käytetään vain välttämättömissä tilanteissa ja niitä kohdennetaan erityisesti humalistossa esiintyvää tuholaista vastaan vaarantamatta muita eliöitä. Kemiaalisten kasvinsuojeluaineiden käyttöä rajoitetaan monesta eri syystä. Luonnon monimuotoisuutta pyritään vaalimaan välttämällä laajavaikutteisten torjunta-aineiden käyttöä. Kemiaaliset torjunta-aineet päätyvät useasti myös lähiympäristöön sekä vaikuttavat negatiivisesti myös hyötyeliöihin. (MMM, 2012, s. 2)

Pääsyyinä integroidun torjunnan kehittämiseksi oli jo 1950-luvulla alkanut torjunta-aineille resistenttien tuholaislajien ja populaatioiden muodostuminen ja kemiallisen torjunnan tehon heikkeneminen. (Gent ym., 2010, s. 6)

Tuholaistorjunnassa tuholaista ei kuitenkaan koskaan päästä täysin eroon vaan ne pyritään pitämään hyväksyttävällä tasolla, jottei kasvin kehittyminen tai sadonmuodostus kärsisi kohtuuttomasti. Hyväksyttävänä tasona voidaan pitää satunnaisia tuholaishavaintoja. Tuholaipopulaation kiihtyvä kasvu on selvä signaali aktiivisten torjuntamenetelmien käyttötarpeesta. (Gent ym., 2010, ss. 7–8)

Aktiiviset torjuntamenetelmät voivat olla nopeatehoisia, kuten hyönteistorjunta-aineiden käyttö, tai hidastehoisia, kuten massakasvatettujen petohyönteisten käyttöönotto. Hidastehoisessa torjunnassa järjestelmällinen viikoittainen tuhoojien seuranta humalistosta on avainasemassa onnistumiselle. (Gent ym., 2010, ss. 7–8)

6.1 Kasvintuhoojien seuranta

Tärkeä osa integroitua torjuntaa (IPM) on tehdä systemaattisesti havaintoja humalistosta ja tunnistaa tuholaiset sekä niiden luontaiset viholliset. Jatkuvalle seurannalle saadaan käsitys tuholaisten kokonaistilanteesta humalistossa ja tilanteen pahentuessa voidaan harkita hallintamenetelmiä tuholaispainetta vastaan. Tuholaisen elintapojen, käyttäytymisen ja elinympäristövaatimusten ymmärtämien auttaa viljelijää päättämään miten kussakin tapauksessa voisi menetellä. (Gent ym., 2010, s. 7)

Havaintoja tehdään humalakasvustossa aktiivisesti silmämääräisesti tarkkailemalla tai passiivisesti ansoja apuna käyttäen. Hyönteisten tarkkailua varten on olemassa muun muassa keltaliima-ansoja ja feromoniansoja, joiden avulla saadaan tietoa lajiston runsaudesta sekä muuttokäyttäytymisistä. Sääolojen, kuten ilmankosteuden ja lämpötilan, seuraaminen on tärkeää esimerkiksi kirvojen runsastumisen ennustamisessa. (Schindler, Gavish-Regev & Keasar, 2022, s. 1; Gent ym., 2010, ss. 7–8) Ansojen lisäksi humalaköynnöksiä voidaan ravistella tai pamputtaa kumisen pampun avulla, jolloin hyönteisnäytteitä saadaan tiputettua köynnöksestä sen juurelle asetettavan valkoisen lakanan tai muun alustan päälle. Lisäksi hyönteisten esiintymisrunsautta voidaan havainnoida humalistolla paljain silmin tai tutkia kerättyjä kasvustonäytteitä mikroskoopilla. (Campbell, 2019, s. 2)

Suomessa humalanviljelijä Heikki Huhtanen tarkastelee humaliston latvustoa tarvittaessa nostokorin avulla. Tarkastelua tehdään myös oksasahan avulla alas otetuista humalanoksista. (Huhtanen, 2023)

6.2 Mekaaniset ja viljelykselliset torjuntakeinot

Viljelyksellisiin torjuntakeinoihin kuuluvat viljelykierto, kesannot, kestävien lajikkeiden käyttö, kukkakaistat, kerääjäkasvit sekä maanmuokkaus. Humalaa kasvatettaessa viljelykierron mahdollistaminen on haastavaa, sillä salot ja tukilangat ovat yleensä kiinteitä ja pysyviä rakennelmia. (Gent ym., 2010, s. 6) Humalakasvuston monivuotisuuden vuoksi lyhyttä

viljelykiertoa ei ole kannattavaa toteuttaa. Sloveniassa humalisto kaivetaan ylös 10–15 vuoden välein ja tilalla kasvatetaan kahden vuoden ajan muita viljelykasveja. Näin ehkäistään kasvitautikierrettä sekä monokulttuurisen viljelyn muita haittoja. (Life BioThop, 2023) Humaliston hyvä kasvukunto on kasvinterveyden edellytys, joka saavutetaan riittävän kastelun ja lannoituksen avulla. Kasvien terveys vaikuttaa positiivisesti kasvin tuholaiskestävyyteen. (Gent ym., 2010, s. 6)

Uudessa-Seelannissa humalistojen rivivälejä pidetään yleensä nurmikasvipeitteisenä. Humalistossa käytetään lampaita välikaistojen laidunnukseen ja lannoitukseen. Lampaat syövät samalla humalien alimmat lehdet ja versot ehkäisten sienitautien, kuten härmäsienten ja munasienien, leviämistä kasvustossa. Yleisesti lampaiden käyttö on vähentynyt maailmalla, koska kirvoja vastaan käytetyt torjunta-aineet ovat aiheuttaneet niille myrkytyksiä. Nurmikasvivaltaisissa humalistoissa petopunkkien (Phytosiidae) määrä on suurempi sillä ruohokasvustot toimivat niiden talvehtimissuojana. (Campbell, 2018, s. 6)

Sloveniassa kemiallista rikkakasvintorjuntaa käytetään ekologisista ja terveydellisistä syistä johtuen vain humalaviljelyksen perustamisvuotena. Tämän jälkeen rikkakasveja torjutaan pääasiassa mekaanisesti, kuten haraamalla, kuokkimalla, kitkemällä ja kultivoimalla. Rikkakasveja kontrolloidaan myös perustamalla rivien väliin niitty- tai kukkakasvikaistoja. Humalaviljelyksen ympäristöä myös niitetään ja rouhitaan ajoittain, jotta rikkakasvit eivät pääse siementämään. (Čeh ym., 2012, s. 102)

Slovenialaisissa humalistoissa lannoitteina käytetään asianmukaisesti säilöttyä ja rikkakasvin siemenistä vapaata kuivalantaa tai lietelantaa. (Čeh ym., 2012, s. 102) Lannan levittämisen ohella ravinteita lisäävänä toimenpiteenä perustetaan viherlannoituskaistoja, jotka jyrätään humalan sadonkorjuun yhteydessä. Viherkaistojen jyräminen on keino lisätä orgaanisen aineksen määrää maassa. Viherlannoituskaistan kylvökasveja ovat muun muassa öljyretikka sekä erilaiset rehurypsit ja -rapsit. Viherlannoitus parantaa maan vedenpidättävyyttä, hillitsee rikkakasveja sekä ehkäisee maan tiivistymistä. Maatuvat kasvit lisäävät ravinteita, kuten typpeä ja hiiltä, hajotessaan lopulta maaperään. (Čeh ym., 2012, s. 74)

Sloveniassa humalaköynnöksien pystykasvun tukemiseen on aiemmin käytetty muovista lankaa. Nykyään käytössä on biohajoavaa lankaa, joka mahdollistaa humaliston sadonkorjuun yhteydessä saatavan biomassan kompostoinnin. Köynnöksistä saatavaa kompostia voidaan käyttää humaliston lannoitukseen ja näin edistää kiertotaloutta. (Life BioThop, 2023)

Kuva 21. Piikkiön humaliston yhteydessä oleva kukkakaista 11.7.2023. (Aleksi Korhonen)



6.3 Kemiallinen torjunta

Kemiallisessa torjunnassa käytettävät kasvinsuojeluaineet ovat joko synteettisesti valmistettuja tai kasveista ja mineraaleista eristettyjä luontaisia aineita. Luontaisia torjunta-aineita ovat muun muassa nikotiini, pyretriini sekä spinosadi (Gent ym., 2010, s. 8) Suomessa humalan tuholaisille ei ole hyväksyttyjä torjunta-aineita (Tuohimetsä ym., 2023, s. 67; Kemidigi, n.d.) Muualla maailmassa erityisesti humalanviljelyyn keskittyneillä alueilla on tiettyjen tehoaineiden käytön seurauksena syntynyt torjunta-aineille resistenttejä humalakirvakantoja. (Weihrauch ym., 2012, s. 2)

Kemiallisessa torjunnassa olisi hyvä suosia erityisesti kirvoille ja punkeille kohdennettuja spesifejä kemiallisia torjunta-aineita, jotta luontaisten vihollisten määrä ei romahtaisi viljelyalueella. Torjunta-aineiden liiallinen käyttö aiheuttaa ajansaatossa tietyille tehoaineelle resistenttejä tuholaiskantoja. Ongelma korostuu erityisesti nopeasti lisääntyvillä lajeilla, kuten

vihannespunkilla ja humalakirvalla. Torjunta-aineille alttiit yksilöt kuolevat ja vastustuskykyiset yksilöt jatkavat lisääntymistä luoden ajansaatossa resistentin populaation. (Gent ym., 2010, ss. 11–12)

Petohyönteisistä kemikaaliresistentit nokkaluteet voisivat sopia käytettäviksi kemikaalisen torjunnan yhteydessä. Resistenttien nokkaluteiden munat eivät näin ollen kärsisi mahdollisen kemiallisen torjunta-aineen käytöstä. Suomessa erilaisiin kirvakantoihin on käytetty torjunnassa kirvasääskeä kaupallisissa puutarhoissa. Kasvukauden lopulla olisi hyvä käyttää luontaisia vihollisia humalakirvoja vastaan, jotta talvehtimaan palaavia erityisesti torjunta-aineresistenttejä syysmuuttajia *Prunus*-suvun puihin olisi mahdollisimman vähän. (Cranham, 1981, s. 7)

Vaikka tuholaistorjunta-aineiden käyttö Suomessa olisikin sallittu, olisi torjunnan ajoittaminen kuitenkin haastavaa. Haasteita luovat erityisesti tuholaisten ja hyötyhyönteisen käyttäytymisen sekä esiintymisajankohtien ennustaminen. Espanjassa ja Saksassa humalakirvoja vastaan käytettiin neonikotinoideihin kuuluvaa imidaklopridi hyönteistorjunta-ainetta kahdesti kasvukaudessa sen vielä ollessa sallittu torjunta-aine EU:ssa. Ensimmäisen kerran imidaklopridia ruiskutettiin kesäkuussa luontaisten vihollisten vielä puuttuessa ja toisen kerran heinäkuun loppupuolella tai elokuun alusta, kun kirvojen niin sanottu toinen lisääntymisaalto tapahtui. Imidaklopridia käytetään pääasiassa kasvienesteitä imeviä hyönteisiä vastaan. (Lorenzana ym., 2013, ss. 3;13) Imidaklopridia on käytetty humalaviljelyksillä myös Yhdysvalloissa humalakirvojen hallintaan. Tämän torjunta-aineen huonona ominaisuutena on laaja-alainen vaikutus, jolloin sekä humalakirvan että vihannespunkin luontaiset viholliset kuolevat myös sumutuksen yhteydessä. Tämän seurauksena vihannespunkeille on tarjoutunut tilaisuus räjähdysmäiseen lisääntymiseen. (Calderwood ym., 2015, s. 2)

Kasvukauden loppupuolella humalakäpyjen sumuttaminen hyönteistorjunta-aineilla ei ole ollut kovin tehokas toimenpide, sillä kävyistä puuttuvat ilmaroot. Ilmarakojen puuttuessa kävyn suomujen pinnalta käytettävän torjunta-aineen sumupisarot eivät pääse vaikuttamaan sinne missä tuholaiset ovat eli kävyn sisään. (Cranham, 1981, s. 7)

Insektisidien käyttö alkukesästä supistaa humalakirvakannan, mutta vaikuttaa myös luontaisiin vihollisiin. Kemiallisen torjunnan seurauksena loppukesän tyypillisen kirvojen lisääntymispiikin aikoihin luontaiset viholliset voivat puuttua kokonaan. Alkukesällä tehty kemiallinen torjunta voi vähentää luontaisten vihollisten ravinnon määrää, ja paikalla olevat petohyönteiset nääntyvät tai muuttavat muualle ravinnon puuttuessa. Torjunnan ajankohtaan

vaikuttaa myös humalakirvojen jatkuva muuttaminen kasvukaudella luumarjakasveista humalakasvustoon vielä jopa elokuun puolella. Käpyihin päässeet kirvat aiheuttavat tuhoa varsinkin silloin kun luontaiset mekanismit vielä puuttuvat. (Cranham, 1981, s. 6)

Suomessa Arctic Hopyardilla humalakirvoja ja muita pehmytkuorisia tuhohyönteisiä on torjuttu ruiskuttamalla mäntysuopaa humalakasvustoon ja sen vaikutus on osoittautunut kohtalaisen tehokkaaksi. (Huhtanen, 2023)

Kemiallinen torjunta olisi erityisesti tarpeen nopeasti lisääntyviä humalakirvoja vastaan. Tulevaisuudessa humalakirvoja vastaan voisi torjuntakynnyksen ylittyessä käyttää spesifejä kirvoihin tehoavia kemiallisia torjunta-aineita. Humalanviljelyn yleistyessä kemiallisten torjunta-aineiden käytön hyväksymistä tulisi näin ollen pohtia ja puntaroida uudelleen. Tämänhetkinen kemiallisten torjunta-aineiden käyttöön liittyvä trendi on kuitenkin vähenemään päin ympäristörajoitusten ja eliöstön monimuotoisuuden varjelemisen vuoksi. (Euroopan Komissio, n.d.)

6.4 Biologisen torjunnan keinot

Biologiset torjuntakeinot ovat luontaisesti esiintyviä petohyönteisiä, loisia, niveljalkaisia sekä mikro-organismeja. Näihin kuuluvat myös hyönteisille haitalliset hyönteispatogeeniset sienet ja sukkulamadot. (Gent ym., 2010, s. 8)

Biologisen torjunnan huomioiminen humalanviljelyssä on lähes poikkeuksetta suositeltavaa. Humalantuholaisten luontaisten vihollisten ja muiden yleispetohyönteisten esiintyessä runsaana kasvustossa ne voivat rajoittaa tuholaiskantojen nopeaa lisääntymistä. Erityisesti loispistiäiset ja leppäpirkot voivat auttaa tuhohyönteisten hallinnassa.

Luontaisten mekanismien suojeleminen on tärkein biologisen torjunnan osa-alue. Suojelevan biologisen torjunnan keinoja ovat laaja-alaisten kemiallisten torjunta-aineiden käytön välttäminen sekä kukkivien kasvien lisääminen ympäristöön vaihtoehtoiseksi ravinnoksi muun muassa kukkakaistojen muodossa. (Madrigal-Cortez & Gutiérrez-Cárdenas, 2023, s. 2) Biologisen torjunnan merkitys on integroidussa torjunnassa suuri, sillä esimerkiksi kemiallisille torjunta-aineille resistenttejä kirvakantoja ei välttämättä saada hallittua lainkaan kemiallisilla torjuntakeinoilla. (Weihrauch ym., 2012, s. 2)

Hyönteispatogeenisten sienien esimerkiksi *Verticillium lecanii* käyttö voisi olla toimiva menetelmä humalakirvoja vastaan. Sieni tarvitsee kuitenkin kostean ja lämpimän ilmasto-

olosuhteen menestyäkseen, joten itiöiden käyttö voi olla haastavaa tyypillisesti kuuman ja kuivan heinäkuun aikaan. (Cranham, 1981, ss. 6–7)

Sukkulamatoja (Nematoda) on käytetty puutarhoissa erilaisia tuhohyönteisiä vastaan. *Heterorhabditis bacteriophora* sukkulamato on toiminut esimerkiksi kirppoja sekä erilaisia toukkia vastaan. *Steinernema feltiae* -nimistä sukkulamatoa on käytetty ripsiäisiä sekä kaali- ja sipulikärpäsen toukkia vastaan. Sukkulamadot pitävät kosteudesta, joten ne asetetaan kasvustoon joko riittävän kastelun jälkeen tai sateiden aikaan. Kasvustossa on oltava tuhohyönteisiä ennen sukkulamatojen laittamista sillä muuten ne kuolevat pois ravinnon puuttuessa. Pilvisyys on sukkulamatojen käyttöön ideaali sääolosuhde, sillä ne ovat herkkiä auringon ultraviolettisäteille. (Perkins, 2019, ss. 535–536) Sukkulamadot voisivat olla tulevaisuudessa biologisen torjunnan keino myös humalantuhoojia vastaan.

Hyönteisten kasvun estäjät (IGR) (engl. Insect Growth Regulators) voisivat myös olla tulevaisuudessa osa humalan kasvinsuojelua. IGR toimii hyönteisten kehitysvaiheessa eikä tehoa enää aikuisiin yksilöihin. Ne ovat myös lemmikki- ja kotieläimiä ajatellen turvallinen vaihtoehto (Poppenga ym., 2010, ss. 285–301) IGR-yhdisteet jäljittelevät hyönteishormoneja. Aineen ollessa kontaktissa nuoreen hyönteiseen tai munaan ne estävät sen kasvua ja kehitystä. Tällaisia yhdisteitä on käytetty teeviljelmillä perhosenmuniin sekä kirvoihin. (Bhattacharyya & Kanrar, 2013, ss. 1491–1501)

Hyötyhyönteisten lisääminen kasvustoon eli massakasvatettujen luontaisten vihollisten käyttö voisi olla suositeltava kasvinsuojeluun liittyvä lisätoimi tuholaismäärien esiintyvyyden ollessa vielä vähäinen. Kasvatettujen luontaisten vihollisten lisääminen kasvustoon vaatii järjestelmällistä humaliston ennakkotarkkailua torjunnan ajoituksen onnistumiselle. Kasvustossa havaittavat tuholaisvioletukset ovat jo selvä merkki vakavasta tuholaisongelmasta. Vihannespunkin osalta seittipeitteen löytyminen humalanlehdiltä on indikaattori suuresta vihannespunkkipopulaatiosta, eikä torjunta onnistu tässä vaiheessa pelkällä biologisella torjunnalla. (Tarhurinapu, n.d.)

Biologisen torjunnan onnistumiseen liittyviä viljelyksellisiä toimia ovat muun muassa humaliston päisteiden ja rivien kylväminen niittykukkasekoituksella tai apilalla. Humaliston läheisyyteen perustettavat kukkakaistat toimivat myös monimuotoisuuskeskuksina lisäten pölyttäjiä ja muiden hyödyllisten hyönteisten määrää. Linnunpönttöjä lisäämällä luodaan useille pikkulinnuille mahdollisuus asettua ja saalistaa alueella. Linnut käyttävät erityisesti perhostoukkia ravintonaan. Luontaisia vihollisia varten voidaan alueelle lisätä

hyönteishotelleja, kivikasoja tai valepistiäispesiä. (Hopfenpflanzerverband Tettngang, 2014, s. 8)

Kukkakaistojen ja kerääjäkasvien tarkoituksena on ylläpitää luontaisten vihollisten kantaa humaliston alueella. Humalistossa kukkakaistat ja kerääjäkasvit tarjoavat humalan tuhoojien pedoille suojapaikan toisin kuin paljaaksi jätetty maa. Yöaktiivisille maakiitäjille ja lyhytsiipisille tiheä ja tiivis maakasvusto tarjoaa suojaa ja piilopaikan päivän ajaksi. Petohyönteisistä useat leppäpirkot, nokkaluteet, harsokorennot, hämähäkit sekä petopunkit voivat luontaisten vihollisten uupuessa käyttää kerääjäkasvien kukkien mettä ja siitepölyä vararavintonaan. Aluskasvusto tarjoaa myös yleispedoille kuten hämähäkeille vaihtoehtoisena ravintona pieniä hyönteisiä. (Grasswitz & James, 2008, ss. 1–2)

Kukkakaistat voivat kuitenkin heikentää humalan satotasoja. Yksittäisestä humalasta saatavien käpyjen paino voi olla 16–18 % pienempi kuin paljaalla maalla ilman kukkakaistoja olevissa humalissa. Satotason alenemisen saa kuitenkin korjattua humalistoja lannoittamalla. (Campbell, 2018, s. 6)

Yhdysvaltojen Oregonissa tehdyn yhdeksän vuotta kestäneen kokeen tuloksena saatiin lisättyä luontaisten vihollisten lajiston monipuolisuutta sekä määrää humalakirvaa ja vihannespunkkia vastaan. Leppäpirkkoja ja nokkaluteita esiintyi vuosittain. Kirvojen torjuntaa ei kuitenkaan saatu toteutettua tehokkaasti pelkän biologisen torjunnan avulla, vaan kahtena vuotena oli turvaututtava myös kemiallisiin torjunta-aineisiin. (Woods ym., 2014, s. 2) Näinä kahtena vuotena, joina tuhoojia esiintyi runsaasti luontaisten vihollisten määrä oli korkea, mutta ei kuitenkaan riittänyt kirvapopulaation pitämiseen hyväksyttävällä tasolla. Hyväksyttävänä tasona on pidetty Oregonissa 5–10 kirvaa per lehti kaupallisessa humalan tuotannossa. (Woods ym., 2014, s. 9)

7 Kenttähavainnot ja tutkimusmenetelmät

Opinnäytetyö toteutettiin osana Luonnonvarakeskuksen ”Arktista humalaa pelloilta panimoille” eli Panimohumala-hankkeen (2022–2025) kasvinsuojelututkimusta, joka toteutettiin Piikkiön lajikekoehumalatarhalla. Hankkeen tavoitteena on löytää ja jalostaa viidestä seitsemään kotimaista aromihumalalajiketta oluen tuotantoon. Parhaiksi todetut lajikkeet lisätään ja jalostetaan edelleen taimistoviljelijöiden toimesta. Hyvän humalalajikkeen ominaisuudet liittyvät kemiallisiin ominaisuuksiin, taudinkestävyyteen, tuholaisherkkyyteen sekä sadontuottokykyyn. Hankkeessa selvitetään myös humalan tuotantoon liittyviä haasteita

ja mahdollisuuksia. Haasteita luovat pääasiassa kasvintuhoojat eli tuholaiset ja kasvitaudit. Brändinimi kotimaisille lajikkeille on nimeltään ”arktinen”, jota halutaan hyödyntää tulevaisuudessa kansainvälisillä markkinoilla. Hankkeen rahoittajina ovat Maatilatalouden kehittämisrahasto (MAKERA), Olvi Oyj, Oy Hartwall Ab sekä Taimistoviljelijät r.y. (Luke, n.d.)

7.1 Humalan lajikekoekenttä

Piikkiön humaliston koko on 64x28 metriä eli 1792 neliometriä ja siihen kuuluu kaksi erilaista tarhaa: geenivaratarha ja lajikekoetarha. Tarhat ovat samankokoiset ja niitä erottaa toisistaan kahdeksan metriä leveä käytävä. Käytävällä ei ole istutuksia. Kummassakin tarhassa taimien istutusväli on kaksi metriä ja taimien juurelle on laitettu katteeksi haketta. Riviväleihin on kylvetty valkoapilaa. Humalatarha on perustettu vuonna 2020. Humalantaimien istutus tapahtui vuonna 2021 ja ensimmäinen sadonkorjuu oli vuonna 2022.

Piikkiön lajikekokeen koejärjestelyssä humalat ovat kuudessa rivissä, joissa kussakin 12 eri lajikkeista humalaköynnöstä. Lajikkeet on lohkoittain satunnaistettu niin että kaksi riviä muodostavat lohkon. Jokaista lajiketta on kokeessa kolme toistoa. Päädyssä oleva rivi on suojataimirivi, josta ei tehty havaintoja. Tutkittavia humalakasveja oli parhaimmillaan 63. Osa taimista oli huonokuntoisia tai kuolleita ja niitä jouduttiin uusimaan. Kuolleet taimet jäivät tutkimatta, mutta kasvukauden edetessä kuolleet taimetkin saattoivat lähteä kasvuun elinvoimaisen juurakon ansiosta ja niitä tutkittiin silloin jossain määrin.

7.2 Hyönteisten havainnointi

Tässä humalan tuhoojiin liittyvässä tutkimuksessa havaintoja kerättiin kasvukaudella 2022 ja 2023 pääasiassa Luken Piikkiön lajikekoekentältä. Lentävien hyönteisten kartoitusta varten Piikkiön lajikekoehumaliston kullekin riville asennettiin keltaliima-ansat eli yhteensä kuusi ansaa.

Ansait vaihdettiin kerran viikossa ja kerätyt kelta-ansat säilöttiin kylmässä myöhempää tutkimista varten. Kumpanakin vuonna kelta-ansaseurantaa tehtiin kesäkuusta elokuulle (9 viikon jaksoa 7.6.- 10.8.2022 ja 8 viikon jaksoa 13.6.- 7.8.2023). Seuranta lopetettiin sadonkorjuun alkaessa. Kelta-ansoihin tarttuneet hyönteiset tutkittiin ja tunnistettiin mikroskooppilla.

Lajikekoehumalistosta tehtiin myös kasvikohtaiset havainnot viikon välein vuonna 2022. Vuonna 2023 kasvikohtaiset havainnot tehtiin kahden viikon välein. Hyönteisten esiintyvyyttä kartoitettiin jokaisesta humalaköynnöksestä lehtiä tarkastelemalla niitä käännellen. Humalanlehdestä tarkastettiin sekä ylä- että alapuoli. Jokaisella humalalajikkeella oli jätetty kasvamaan kolme versoa per kasvatuslanka. Lankoja eli köynnöksiä oli lajiketta kohden kaksi. Kummastakin köynnöksestä tutkittiin noin rinnankorkeudelta viisi lehteä eli yhteensä kymmenen lehteä per kasvi. Havaintolomakkeelle kirjattiin haitta- ja hyötyhyönteisten lukumäärä. Vuonna 2022 havainnot kirjattiin kirvojen osalta luokittelevan asteikon muodossa. Luokittelevaa asteikkoa käytettiin myös vuoden 2023 viimeisellä havaintokerralla 7.8.2023 humalakirvan runsaudesta johtuvan laskemisen hitauden vuoksi. Muutoin vuonna 2023 lukumäärä laskettiin yksilökohtaisesti.

Havaintokierrosten yhteydessä koekentältä kerättiin myös havaittuja perhostoukkia ja hyönteisten munia jatkokasvatusta varten. Kasvattamisella pyrittiin saamaan munat kuoriutumaan ja toukat koteloitumaan lajintunnistuksen helpottamiseksi aikuisista yksilöistä. Toukkia ruokittiin humalanlehdillä koteloitumiseen asti.

Merkityksellisempien lajien ja lajiryhmien havaintotulokset esitetään kuvina. Tuloksia ei analysoitu tilastollisesti vaan erot esitetään kuvailevasti. Tulosten tulkinnassa pohditaan erilaisten ilmiöiden, esimerkiksi sademäärän vaikutusta kasvintuhoojien esiintymiseen. Tulosten tarkastelussa keskitytään tuhohyönteisistä humalakirvojen, perhostoukkien ja kaskaiden määriin. Luontaisista vihollisista tarkastellaan erityisesti leppäpirkkojen ja hämähäkkien esiintymisrunsauksia.

Kuva 22. Piikkiön humalatarha 25. heinäkuuta 2023. (Aleksi Korhonen)

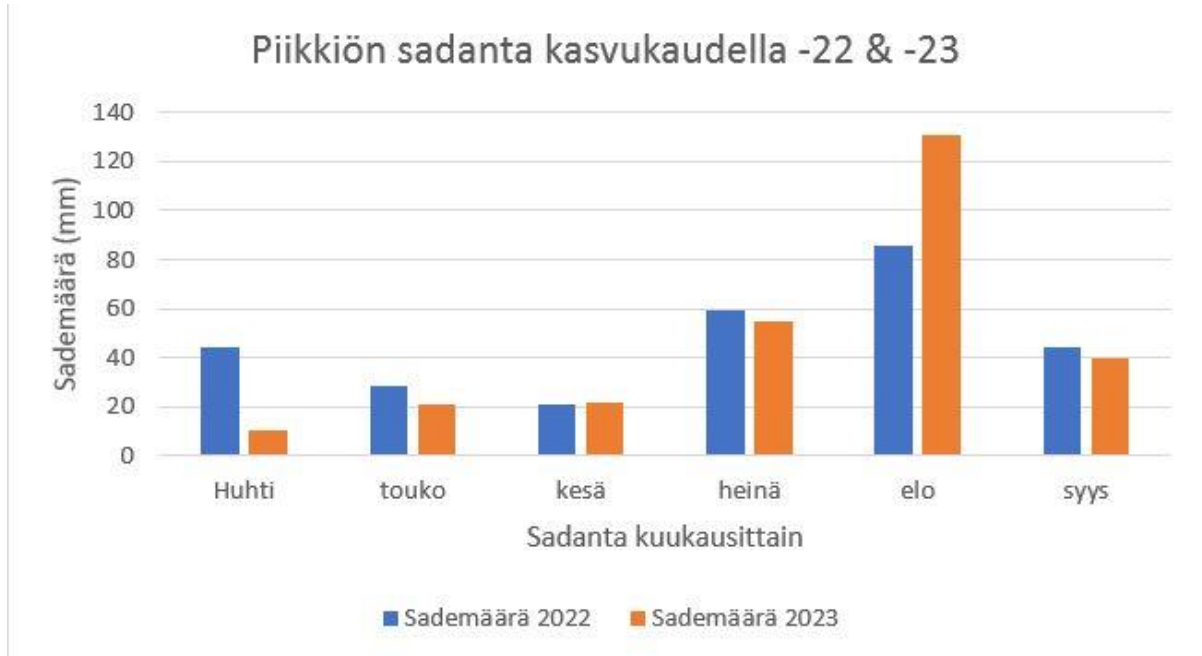


7.3 Säätiidot

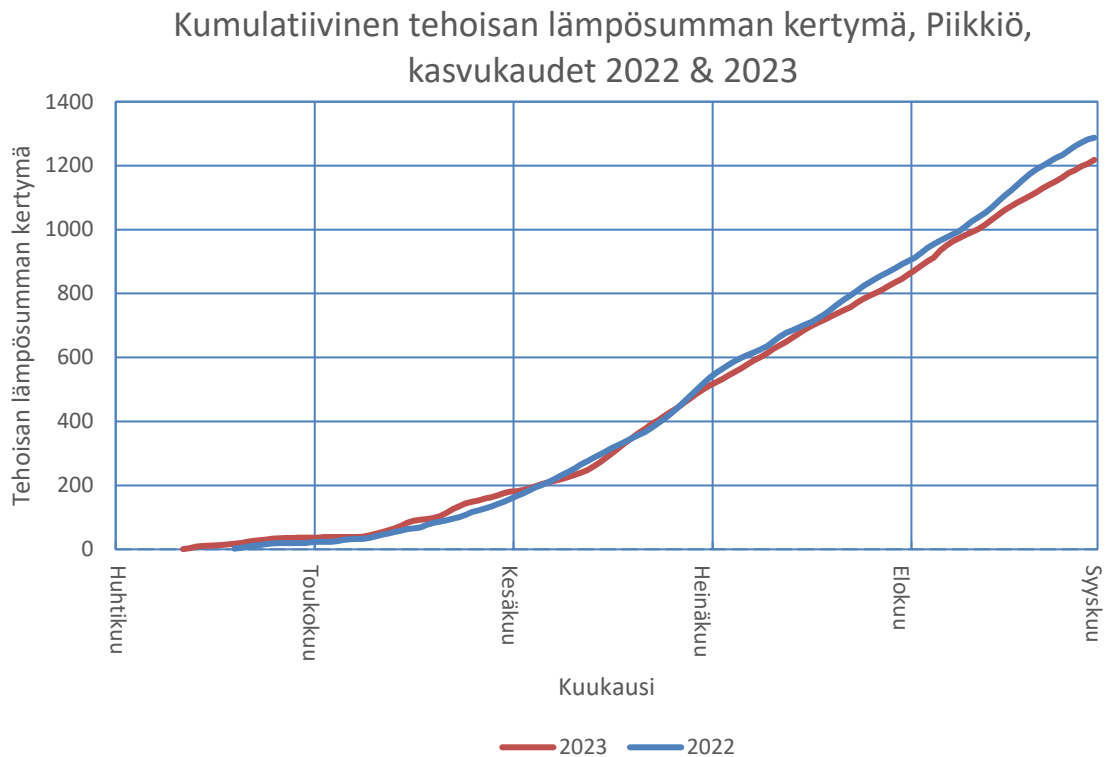
Kasvukauden alusta elokuun viimeiseen päivään saakka + 5 asteen ylittävä lämpösumma oli Piikkiössä vuonna 2022 1287,5 ja vuonna 2023 1218,1. Vuosi 2022 oli näin ollen lämpimämpi 69,4 vuorokausiastetta °Cvrk (DD). Vuosi 2022 oli lämpimämpi vuoteen 2023 verrattuna elokuun aikana. Kummallakin kasvukaudella sadanta oli melko tasaista, poikkeuksena elokuu. Vuonna 2022 elokuun sademäärä oli 85,6 mm ja 2023 130,5 mm.

Elokuussa 2023 satoi siis 44,9 mm enemmän kuin vuonna 2022, mikä selittää osaltaan myös elokuun lämpötilojen eron.

Kuva 23. Piikkiön sääaseman datasta koottu vuosien 2022 ja 2023 kasvukauden sadanta.



Kuva 24. Kumulatiivisen tehoisan lämpösumman kertymä Piikkiössä kasvukausina 2022 ja 2023.



8 Tulokset

Tulokset koostuvat kasvukauden 2022 ja 2023 aikana tehdyistä havainnointituloksista sekä keltaliima-ansoista löytyneistä hyönteislajeista ja niiden määristä. Kasvukaudet olivat sääolosuhteiltaan hyvin samankaltaiset, joskin vuoden 2023 elokuussa sateet olivat edellisvuotta runsaammat. Keltaliima-ansatulokset ovat täysin vertailukelpoiset, sillä tarkastelutapa on identtinen. Silmin tehdyt havainnot eroavat toisistaan, sillä vuonna 2022 havainnot tehtiin viikon välein ja kasvukaudella 2023 joka toinen viikko. Kirvahavainnot kirjattiin kuvaavalla tavalla (0= ei yhtään, 5 = paljon) vuonna 2022. Myös vuoden 2023 elokuun havainnot kirjattiin luokittelevalla asteikolla humalakirvojen suuren määrän vuoksi, joka hidasti laskemista merkittävästi. Humalakirvamäärät luokiteltiin kuvauksilla: vähän, sata, yli sata tai satoja. Kasvikohtaiset havainnot eivät ole siis suoraan vertailukelpoisia, mutta ovat kuvaavia kirvatilanteen esittämiseen.

8.1 Lajien runsaus ja kehitys Piikkiön koekentällä

Kahden kasvukauden aikana tehtyjen tarkkailutulosten pohjalta saatiin tietoa humalalla esiintyvien tuhohyönteisten populaatiokokojen kehityksestä sekä lajiston monipuolisuudesta. Humalaa vioittavista tuhohyönteisistä havaittiin eniten kirvoja, kaskaita ja erilaisten perhosien toukkia.

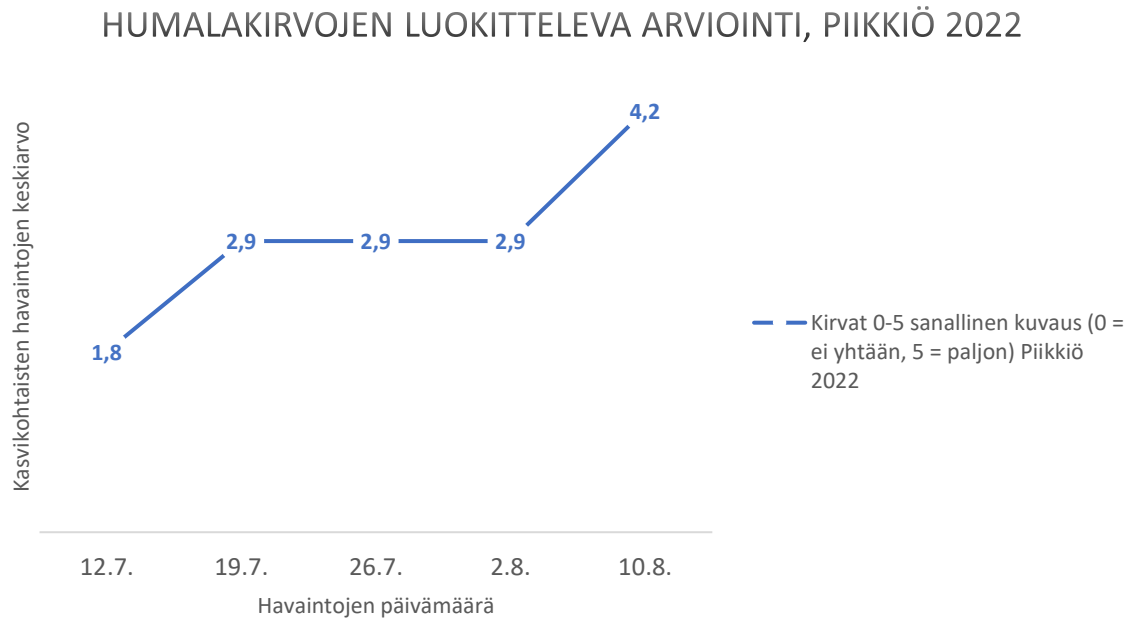
8.1.1 Humalan tuholaiset

Humalakirvoja esiintyi kesäkuun alun ensimmäisestä havainnointipäivästä alkaen säännöllisesti ja kirvapopulaatio lisääntyi voimakkaasti kasvukauden loppua kohti aina elokuussa tapahtuneeseen sadonkorjuuseen saakka. Kasvukauden 2022 kelta-ansahavaintojen perusteella kirvapopulaatiot kehittyivät suhteellisen hitaasti. Ensimmäinen voimakkaampi runsastuminen tapahtui kesäkuun lopussa. Heinäkuun alusta alkaen kirvakanta taantui, mutta lähti jälleen voimakkaaseen nousuun heinäkuun loppupuolella ja jatkoi kasvuaan elokuun ajan.

Kuva 25. Vuoden 2022 ja 2023 kelta-ansojen keskimääräinen runsaus lentokykyisistä kirvoista. Ansoissa oli useampia kirvalajeja.



Kuva 26. Humalakirvojen keskimääräinen runsaus humalakasveissa vuonna 2022. Luokitteleva asteikko (0 = ei yhtään, 1 = yksittäisiä, 2 = muutamia, 3 = vähän, 4 = jonkin verran, 5 = paljon).



Kuva 27. Humalakirvojen keskimääräinen runsaus humalakasveissa vuonna 2023. Viimeinen eli 7.8. havainnointikerta on tehty luokittelevalla asteikolla ja siitä saatu kaaviossa näkyvä lukumääräarvio on suuntaa antava. Muina havainnointipäivinä kirvojen lukumäärät laskettiin tarkalleen yksilöittäin.



Vuonna 2023 kirvapopulaatio oli jo kesäkuun alussa yhtä runsas kuin edeltävänä vuonna. Kirvapopulaatio taantui lähes identtisesti heinäkuun alussa vuoden 2022 tavoin ja elpyi jälleen voimakkaasti heinäkuun loppua kohden. Vuoden 2023 humalakirvojen maksimimäärät kymmenellä lehdellä olivat: **13.6.** 0 humalakirvaa, **27.6.** 16 humalakirvaa, **11.7.** 52 humalakirvaa ja **25.7.** 200 humalakirvaa.

Keltaliima-ansoihin kiinnijääneiden lentokykyisten kirvojen lukumäärä korreloi hyvin kasvikohtaisten kirvahavaintojen kanssa. Korrelaatio näkyy kirvakannan kehityksessä erityisesti kasvukausien alussa ja lopussa. Vuonna 2022 keltaliima-ansoilla pyydystettyjen lentokyvyllisten kirvojen ja kasvikohtaisesti havaittujen humalakirvojen määrät olivat kasvukauden alussa korkeammat kuin vuonna 2023. Kasvukausi 2022 oli lämpimämpi kuin 2023, mikä saattoi vaikuttaa asiaan.

Kaskaita havaittiin aktiivisesti lehtiä kääntelemällä vain muutamia satunnaisia yksilöitä. Kaskaiden havaitsemiseen saattoi vaikuttaa negatiivisesti niiden hyppy- ja karkuun lentämiskyky kasville saavuttaessa ja kasvia koskettaessa. Kaskaiden runsauden selvittämisessä keltaliima-ansat olivat oiva tapa saada niiden runsautta laskettua. Kaskasmäärät olivat runsaimmat kasvukauden alkuvaiheessa kesäkuun alkupuolella ja hiipuivat muutamaa yksilöihin heinäkuun loppua ja elokuun alkua kohden. Varsinaisia kaskaskolonioita ei löytynyt, sen sijaan yksittäisiä kaskaita havaittiin aika-ajoin.

Ansoissa ilmenneeseen kaskaiden runsauteen voi olla syynä kesäkuun lopulla vallinneet hyvät olosuhteet muuttolentokäyttäjämäärälle. Humalalta löytyneet erilaiset kaskaslajit ovat myös tyypillisesti hyvin moniruokaisia, joten elinympäristön vaihtaminen ja humalan pitäminen väli-isäntänä voi olla syynä lentokykyisten kaskaiden nopeaan häviämiseen alueelta. Joidenkin kaskaslajien muninta tai lisääntyminen eivät myöskään välttämättä onnistu humalalla. Osa ansoihin päätyneistä kaskaista saattoi olla pelkästään niin sanotusti läpikulkumatalla eivätkä käytä humalaa ravintonaan juuri lainkaan.

Kuva 28. Kaskaiden lukumäärä keskimäärin keltaliima-ansoissa kasvukausina 2022 ja 2023.



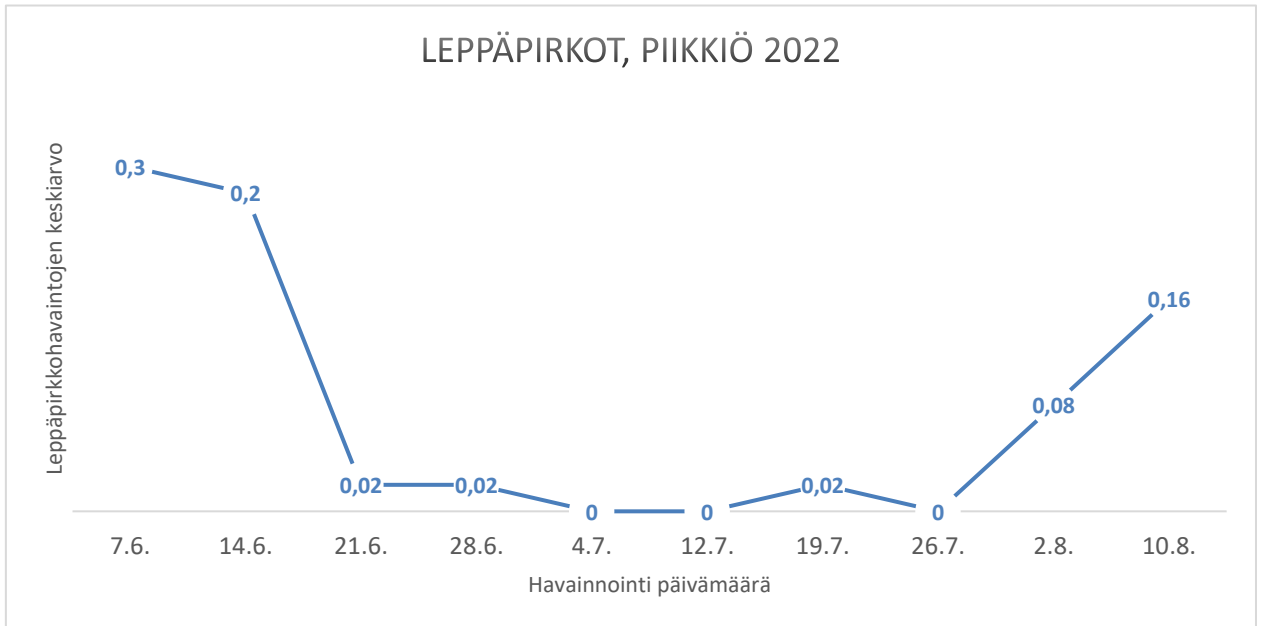
Perhostoukkia löytyi useaa eri lajia. Kasvukauden alussa yleisimpiä humalaa syöviä toukkia olivat humalayökkösen ja rantatarhayökkösen toukat. Kasvukauden edetessä myös villakarvajalan ja erilaisten mittareiden toukkia havaittiin satunnaisesti.

Perhostoukat eivät aiheuttaneet millekään Piikkiön humalakasville peruuttamatonta tai vakavaa vioitusta. Kaskaidenkaan ei havaittu tehneen vakavia tuhoja. Kirvat sen sijaan vioittivat humalakäpyjä etenkin epäsuorasti. Vakavimmat vioitukset johtuvat käpyjen sadonkorjuuaikana yleistyneistä homesienistä, joiden kasvualustana kirvojen erittämä mesikaste toimii.

8.1.2 Luontaiset viholliset

Leppäpirkkoja oli vähän kasvukausien 2022 ja 2023 alussa. Kirvapopulaation runsastumisen seurauksena leppäpirkkojen määrä kasvoi myös kasvukauden edetessä. Leppäpirkkojen määrä kasvoi pienellä viiveellä reagoiden ravinnon runsastumiseen eli kirvojen yleistymiseen humalakasvustossa. Leppäpirkkojen esiintyminen seurasi selvästi kirvapopulaation kehitystä kumpanakin vuonna.

Kuva 29. Leppäpirkkojen kasvikohtaisten havaintojen keskiarvo Piikkiön lajikekoetarhalta vuonna 2022.



Kuva 30. Leppäpirkkojen keskimääräinen runsaus humalakasveissa vuonna 2023.



Hämähäkkejä löytyi runsaasti ja monipuolisesti. Hämähäkkejä havaittiin parhaiten lehtien alapuolelta eikä niinkään keltaliima-ansoista. Hämähäkkejä oli runsaammin kasvukauden

alussa, mutta määrät vähenivät kasvukauden edetessä. Ravintoa saattoi siis olla enemmän tarjolla kasvukauden alussa sekä kesäkuun vähäsateisena kuivana ajanjaksona.

Kuva 31. Hämähäkkihavainnot keskimäärin Piikkiön keltaliima-ansoissa kasvukausina 2022 ja 2023.



Luontaisista vihollisista harsokorentoja ja niiden munia löytyi jonkin verran kumpanakin vuonna läpi kasvukauden. Havaintoja tehtiin petohyönteisistä myös sylkikuoriaisista ja kukkakärpäsisistä. Kumpikin laji on nopealiikkeinen, joten havainnointi oli haastavampaa.

8.2 Tulosten merkitys humalanviljelylle

Tuloksissa huomioitavaa ovat kasvikohtaisesti havaittujen humalakirvojen sekä keltaliima-ansoilla saatujen kaskaiden esiintymisen runsaus kasvukauden eri aikoina. Selvityksen perusteella humalakirva vaikuttaisi olevan merkittävin humalantuholainen myös Suomessa. Humalakirvan vaikutus sadonlaatuun on huomionarvoinen ja humalakirvan hallintaan käytettävät keinot vaativat kehitystä. Torjuntamenetelmiä on kehitettävä, sillä haasteita luovat humalakasvin nopeakasvuisuus ja humalakirvan nopea lisääntyminen. Mahdollisia hallintakeinoja kasvuston tarkkailun lisäksi ovat muun muassa luontaisten vihollisten suosiminen sekä massakasvatettujen petohyönteisten lisääminen. Esiintymisajankohtiin liittyvistä tuloksista voi olla hyötyä kasvinsuojelun ajoittamiseen liittyen, kun tiedetään sekä kaskaiden että kirvojen runsastumiseen vaikuttavat olosuhteet ja muut mekanismit.

Kirjallisuuskatsauksesta saatujen tietojen perusteella huomiota tulisi kiinnittää kasvintuhoojien ennaltaehkäisyyn, erityisesti tarkkailuun. Tarkkailu mahdollistaa tuholaiсторjuntatoimenpiteiden suunnittelemisen hyvissä ajoin. Tuhoojien esiintyvyyden perusteella voidaan pohtia sopivia hallintakeinoja tuholaisvahinkojen minimoimiseksi.

Huomioitavaa on myös tuloksissa ilmennyt tuohyönteisten ja luontaisten vihollisten synkroninen populaation kehittyminen humalatarhalla. Tietoa voidaan hyödyntää humalistoja suunnitellessa siten että luontaisten vihollisten selviytymistä, esiintymistä ja toimintaedellytyksiä pyritään tehostamaan tietoisesti.

Erytiesi humalakirvapopulaation kehitykseen liittyvä tieto on tarpeen torjunta-ajankohdan selvittämisessä. Havainnointitulokset voivat myös osoittaa näiden lajien odotettavissa olevia lisääntymisajankohtia kasvukaudella. Tuohyönteisten biologian ja elinkierron ymmärtäminen on myös avainasemassa, sillä ilmaston lämpenemisen vaikutuksesta jo olemassa olevien lajien lisääntymiskierto voi kiihtyä ja ne saattavat tuottaa enemmän sukupolvia pidentyneen kasvukauden vuoksi.

Viljelyn laajentuminen tulee mitä todennäköisemmin lisäämään tuholaispainetta Suomessa kuten Keski-Euroopan maissa on käynyt. Keski-Euroopan humalistoilla esiintyy monipuolisempi humalan tuhojalajisto kuin meillä Suomessa. Entuudestaan Suomen ekosysteemeistä puuttuvien lajien saapuminen luo mahdollisen riskin humalanviljelylle tulevaisuudessa. Tämän vuoksi myös Keski-Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa kertynyttä tietoa humalan tuhojista olisi hyvä hyödyntää ennaltaehkäisytoimissa sekä potentiaalisten tulokaslajien tunnistamisessa.

8.3 Tutkimuksen luotettavuus

Kasvintuhooja- ja hyötyhyönteishavainnot tehtiin vain yhdestä humalistoista ja tarkasteluajanjaksoja on dokumentoitu vasta kahden vuoden ajalta. Tuohyönteisille on tyypillistä suuri ajallinen ja paikallinen vaihtelu. Nämä seikat vaikuttavat olennaisesti tutkimuksen luotettavuuteen.

Tutkimuksen kasvikohtaisessa tarkastelussa kirvahavainnot sekä leppäpirkkojen toukkahavainnot ovat todennäköisesti luotettavat. Kirvat ja leppäkertun toukat eivät lähde herkästi karkuun. Kumpiakkin lajeja havaittiin lehtiä kääntelemällä joko lehden ylä- tai alapuolelta.

Tutkimuksen luotettavuuteen voi vaikuttaa myös inhimilliset erheet, kuten suuren kirvamäärän laskemisessa sattuvat virheet sekä yksittäisten pienien tai hyvin maastoutuneiden hyönteisten jääminen huomaamatta. Pakenemisherkät hyönteiset ovat myös vaikeita havaittavia, joskin jo pelkkä tiettyjen hyönteislajien esiintyminen voi hyvin viitata runsaampaan populaatiokokoon alueella.

Humalaköynnöksistä tutkittiin kasvia kohden kymmenen lehteä, joka on kuitenkin verrattain pieni otanta koko köynnöksen lehdistöstä. Tarkkailu toteutettiin noin rinnankorkeudelta havainnoinnin helpottamiseksi ja nopeuttamiseksi. Humalaköynnösten korkeus, joka voi parhaillaan olla lähemmäs kymmenen metriä, aiheuttaa omat haasteensa latvuston tutkimiselle. Tässä selvityksessä tarkkailu tehtiin köynnöksen kokoon nähden suppeasti niin tarkasteltavan alueen, kuin humalanlehtien osalta. Sääolosuhteiden vaihtelu eri havaintokertoina on myös huomionarvoinen muuttuva tekijä.

Erilaisten lasku- ja havainnointitapojen käyttö varsinkin humalakirvojen osalta saattaa vaikuttaa tulosten luotettavuuteen. Kasvikohtaisten havaintojen toteutustavat poikkeavat kumpanakin vuonna jonkin verran. Pääasiassa eroavaisuudet tulevat esiin humalakirvojen osalta. Vuonna 2022 kirvojen runsautta kuvataan luokiteltavasti, jolloin esiintymisrunsaus luokiteltiin asteikolla ei yhtään, muutamia, vähän ja paljon. Vuonna 2023 kirvayksilöiden lukumäärä laskettiin köynnöskohtaisesti kymmeneltä lehdeltä. Vuoden 2023 viimeinen havainnointi tehtiin myös luokittelevalla tavalla elokuussa kirvojen runsauden ollessa korkeimmillaan. Kirvamäärät luokiteltiin tuolloin asteikolla 0, 50, 100, yli 100 tai satoja. Kummastakin kasvikohtaisesta havainnointivuodesta saadaan kuitenkin suuntaa antavat ja tuholaispopulaation kehitystä kuvaavat kaaviot, jotka korreloivat melko hyvin keltaliima-ansoilla saatuihin erilajisten lentokykyisten kirvojen yleisyyttä kuvaavaan kelta-ansadataan. Tutkimuksessa kahtena vuonna käytetty kelta-ansadata on täysin vertailukelpoinen. Kelta-ansoissa esiintyi useampia eri kirvalajeja.

Lentävien ja yöaktiivisten hyönteislajien havainnointi jäi suppeaksi. Yöaktiivisista lajeista muun muassa yökkösiä jäi kiinni keltaliima-ansoihin. Tarkkailua tehdessä ja köynnöstä lähestyttäessä kukkakärpäset, aikuiset leppäpirkot sekä harsokorennot saattavat paeta paikalta melko nopeasti. Kukkakärpäshavainnot tehtiin pääasiassa joko kaukaa kasvia lähestyttäessä tai kärpäsen ilmestyessä kasville havainnointihetkellä. Perhostoukillakin voi olla taipumusta pudottautua maahan humalalta mahdollisen uhan lähestyessä. Hyönteisten munien ja toukkien löytyminen kasvustosta antaa kuitenkin hyviä viitteitä myös aikuisten yksilöiden esiintymisestä alueella.

Todellisuudessa hyönteislajien määrä voi olla tutkimuksessa havaittua määrää suurempi. Hyönteislajiston monipuolisuuteen saattoi vaikuttaa myös Piikkiön lajikekoekentän puutarhaympäristö sekä ilmavirtoihin vaikuttava rannikon läheisyys. Vaikka humalakasvien tutkimusalueet olivat suppeat, antoivat ne hyvin tietoa erilaisten humalalla esiintyvien lajien kartoitusta varten.

9 Johtopäätökset

9.1 Päätelmät

Tässä opinnäytetyössä kartoitettiin Suomessa esiintyviä humalan tuholaisia ja niiden luontaisia vihollisia. Merkittävimmät humalan tuhohyönteiset Piikkiössä olivat humalakirva, kaskaat sekä perhostoukat. Luontaisista vihollisista eniten havaittuja olivat leppäpirkot, hämähäkit sekä harsokorennot. Havainnot tehtiin varsin suppea-alaisesti ainoastaan rinnankorkeudelta tarkasteltuna. Tarkastelun suppeudesta huolimatta tutkimuksesta saatiin hyvä käsitys humalalla Suomessa esiintyvistä tuholaisista ja niiden runsaudesta. Yöaktiivisten sekä korkealla latvustossa esiintyvien hyönteisten lajisto tarvitsee jatkossa omat tutkimusjärjestelynsä. Humalan kasvinsuojeluun liittyvän tutkimuksen ollessa vasta alkutekijöissään moni aiheeseen liittyvä asia vaatii lisäselvitystä ja jatkotutkimusta.

Yksittäisiä syitä tuhohyönteisten esiintymisrunsaudelle on vaikea arvioida. Humalakirvan runsauteen voi vaikuttaa abioottisista ympäristötekijöistä muun muassa pitkät hellejaksot sekä runsaat sateet. Hellejaksojen aikaan useiden hyönteisten elinikä ja hedelmällisyys heikkenee stressin vuoksi. Rankkasateet puolestaan huuhtovat ja tiputtavat hyönteisiä kasvustosta sekä aiheuttavat haittaa myös migraatiolentoihin. Voimakkaat tuulet voivat myös vaikuttaa hyönteisten migraatiolentojen ajankohtiin sekä onnistumiseen. Bioottisista ympäristötekijöistä niin tuho- kuin hyötyhyönteistenkin osalta kannan kehittymiseen voivat vaikuttaa monet lajienväliset vuorovaikutussuhteet, kuten pedot, loiset, patogeenisienet ja sukkulamadot sekä ravinnon saatavuus.

Säästä johtuvat stressitekijät rajoittavat todennäköisesti merkittävimmin humalan tuholaisien ja luontaisten vihollisten esiintyvyyttä. Hellejaksoina ja voimakkaiden sateiden aikoihin hyönteisten lisääntymiskäyttäytyminen voi estyä ja ne voivat hakeutua piiloon erilaisiin suojapaikkoihin selviytyäkseen. Piikkiössä heinäkuussa olleet helteet voivat olla potentiaalinen syy kirvakantojen hetkittäiseen romahdukseen. Kirvojen esiintyvyyteen voi

jossakin määrin vaikuttaa myös leppäpirkon toukkien runsastuminen, vaikka elokuussa sadonkorjuun aikoihin sekä kirva- että leppäpirkkopopulaatiot olivat molemmat suuria.

Leppäpirkkojen tehokkuutta humalakirvakantojen rajoittamiseen on haastavaa määrittää. Luontaisista vihollisista leppäpirkkoihin sekä hämähäkkeihin liittyvät havainnot seurasivat hyvin kaskaiden ja kirvojen esiintyvyyttä. Luontaisten vihollisten kannat romahtavat yleensä ravinnon puuttuessa ympäristöstä. Tietyt luontaisten vihollisten elinkierron syklit kuten muninta-aika ja koteloitumiset voivat myös luoda tuhohyönteisten lisääntymiselle otollisia ajankohtia. Tutkimustuloksissa ilmenevään hämähäkkien runsauden vaihteluun voivat liittyä epäedulliset sääolosuhteet, ravinnon puuttuminen sekä hämähäkkien siirtyminen toisaalle.

Luontaisten vihollisten toimintaedellytyksien parantaminen humalistossa on varmasti kannattava viljelyn onnistumiseen vaikuttava toimenpide. Luontaisen biologisen torjunnan edellytyksiä voidaan parantaa muun muassa perustamalla kukkakaistoja vaihtoehtoista ravintoa varten sekä pyrkimällä pitämään ruiskutusvapaita alueita humaliston lähiympäristössä luontaisten mekanismien toipumiseksi ja vaalimiseksi. Luontaisten vihollisten tarkkaa tehoa humalalla esiintyviin tuhohyönteispopulaatioihin ei valitettavasti tiedetä. Luontaiset mekanismit rajoittavat joka tapauksessa tuholaisten hallitsematonta lisääntymistä ja tuhojen aiheuttamista. Luontaisten vihollisten puuttuminen kokonaan alueelta saattaisi tehdä tuholaistilanteesta nopeammin kestäättömän.

Humalan tuholaisten kemiallisen torjunnan kynnyksarvoja ei myöskään vielä tiedetä Suomessa ja ne pitäisi erikseen määrittää. Suuntaa antavina arvoina voidaan pitää muualla tehtyjen tutkimusten tuloksia ja käytössä olevia käytännön ohjeistuksia. Saksassa humalakirvan kemiallisen torjunnan kynnyksarvo ylittyy, kun kasvustosta havaitaan keskimäärin 50 humalakirvaa yhtä humalanlehteä kohti. Yhdysvaltojen Michiganissa torjuntakynnys puolestaan ylittyy, mikäli lehdestä löytyy 8–10 humalakirvaa. Torjuntakynnys vaihtelee paljon ja riippuu myös kasvin kasvuvaiheesta ja ajankohdasta.

9.2 Ilmaston lämpeneminen ja muut eliöstöön vaikuttavat seikat

Luken Piikkiön lajikekoetarhalla ongelmiksi muodostuivat vuonna 2022 satoa osittain pilanneet syyskuun alun arvaamattomat yöpakkaset, humalan lehtihome sekä suuret humalakirvaesiintymät, jotka pilasivat pääasiassa myöhäisempien lajikkeiden satoa. (Tuohimetsä ym., 2023, s. 56)

Ilmaston lämpenemisen seurauksena useat ulkomailla vaivaavat humalan tuholaiset voivat alkaa menestyä tulevaisuudessa Suomen olosuhteissa. Esimerkiksi näin kävi Tšekeissä vuonna 1998 ja Saksassa 2017. Eräät kuneluteet (*Miridae*), vaurioittivat humalistoja ja aiheuttivat peräti 50 % sadon menetyksen. (Campbell, 2019, s. 1)

Maissikoisa (*Ostrinia nubilalis*) on uusi tulokas Euroopan humalistoissa. Maissikoisa on aiheuttanut haasteita Ranskassa, Puolassa, Englannissa, Sloveniassa sekä Romaniassa. (Campbell, 2019, s. 2) Maissikoisan toukat heikentävät kasvia merkittävästi porautumalla humalan varteen, lehtiruotiin ja käpyihin. (Čeh ym., 2012 ss. 33–34)

Saksassa ja eri puolilla Eurooppaa esiintyvä humalakirppa (*Psylliodes attenuatus*) on myös ilmaston lämpenemisestä hyötyvä potentiaalinen tulokas Suomen humalistoisiin. Humalakirpan kevätaktiivisuus alkaa jo 5 °C lämpötilassa, joten humalanviljelyn vakiintuessa tämän tuholaisen saapuminen ja yleistyminen on melko odotettavissa oleva ilmiö. (Hopfenpflanzerverband Tettngang, 2014, s. 23)

Kasvukauden pidentyessä ja sääolojen ollessa suosiollisemmat voivat tuholaiset yleistyä ja runsastua. Optimaalisissa olosuhteissa lisääntyminen voi nopeutua merkittävästi, ja uusia tuholaisukupolia esiintyä jatkossa useampia saman kasvukauden aikana. Ilmaston lämmetessä esiintymisajankohdat voivat muuttua. Pidemmät kasvukaudet vaikuttavat hyönteisten menestymiseen eli tuholaiden aktiivisuus voisi alkaa jo aiemmin kasvukauden alussa ja jatkua syksyllä pidempään. Pidemmät kasvukaudet voivat vaikuttaa humalanviljelyn ja muidenkin kasvien viljelyn muuttumiseen ja viljelykasvien kehitysnopeuteen. Tuholaiden esiintymisajankohta suhteessa kasvin alttiimpaan kasvuvaiheeseen voi muuttua.

Humalanviljelyn vakiintumien lisää huomioimisen tarvetta tuholaiden tarkkailulle ja hallintamenetelmien käytön suunnittelemiselle. Vakiintunut viljely kasvattaa kasvilla esiintyvien tuholaiden määrää ja laajentaa niiden esiintymisaluetta, jolloin levittäytyminen uusille alueille tapahtuu herkemmin. Humalan ammattimainen viljely yleistyy asteittain Suomen naapurimaissa Ruotsissa ja Venäjällä, jolloin tuholaisia voi ilmestyä ilmavirtauksien mukana Suomen humalistoille. (Karlsson, 2017)

Venäjän humalantuotannon kasvun seurauksena voi humalantuholaisiin liittyviä haittavaikutuksia ilmetä enemmässä määrin myös idän suunnalta. Venäjän hyökkäyssodasta johtuvien pakotteiden vuoksi myös venäläinen panimoteollisuus on kärsinyt raaka-ainepulasta. Tuontihumalan puuttuessa ovat venäläiset panimot ryhtyneet käyttämään kotimaisia humalalajikkeita ja ovat aikeissa laajentaa maansisäistä humalankasvatusta.

(Reuters, 2022) Venäjän panimoteollisuudessa käytetystä humalasta yli 90 % on ollut tuontihumalaa pääasiassa Saksasta, Yhdysvalloista ja Tšekistä. Venäjällä Tšuvassian tasavalta on merkittävin humalanviljelyalue. (Beerbusiness, 2018)

9.3 Jatkotutkimuksen tarve

Humalan kasvintuhoojien tutkimuksen ollessa vasta alkutekijöissään Suomen olosuhteissa, on jatkotutkimuksille ja tarkennuksille tarvetta. Humalalla esiintyvän lajiston kartoituksen lisäksi haitallisimman sadon laatuun vaikuttavan tuhohyönteisen eli humalakirvapopulaation kehitystä tulisi jatkossakin seurata ja pyrkiä etsimään syy-seuraussuhteita liittyen kannan kasvuun humalistolla sekä *Prunus*-suvun kasveilla. Muiden tuholaislajien kohdalla lisätutkimusta tulisi tehdä myös jatkossa, vaikka niiden tuhot sekä esiintyminen ovat toistaiseksi olleet vain paikallisia ja voivat vaihdella vuosittain paljonkin.

Biologiseen torjuntaan eli luontaisten vihollisten merkityksen parantamiseen liittyvää tutkimusta tulisi niin ikään jatkaa pitkäjänteisesti tulevaisuudessa. Useamman vuoden sää- ja hyönteishavaintodatasta saattaisi jatkossa löytää hyönteisten lisääntymiseen, esiintymiseen ja muuttolentoihin vaikuttavia abioottisia sekä bioottisia tekijöitä. Massakasvatettujen kasvustoon lisättävien petohyönteisten käyttömahdollisuuksia ja kannattavuutta olisi tarpeellista tutkia humalistossa.

Vaihtoehtoisia torjuntamenetelmiä tulisi kehittää ja tutkia humalistojen kasvinsuojeluun liittyen. Vaihtoehtoisiin menetelmiin kuuluvat muun muassa biologiseen torjuntaan liittyvät kukkakaistat sekä viljelytekniset toimenpiteet humalatarhalla. Varsinkin kemiallisten torjunta-aineiden käytön rajoituksien vuoksi vaihtoehtoisten menetelmien tarve ja merkitys on suuri tuholaistorjuntaa ajatellen.

Toimivia käytännön kasvinsuojeluratkaisuja tulisi testata humalanviljelmillä Suomessa. Humalakasvuston korkeus ja monivuotisuus tuovat lisähaastetta humalan kasvintuhoojien hallinnalle ja tarkkailulle. Uusia innovaatioita syntyy viljelijöiden taholta kekseliäisyyden seurauksena tuholaista johtuvien haasteiden ilmaantuessa humalistossa. Käytännön toimivia hallintakeinoja on varmasti löydettävissä ulkomailta, jossa on jo pidemmän aikaa viljelty humalaa.

Tutkimuksesta saatujen tulosten perusteella humalakirva näyttäisi olevan runsain Suomessa esiintyvä humalantuholainen. Humalakirvan integroitu kasvinsuojelu tarvitsee vielä jatkoselvitystä ja kehittämistä Suomen olosuhteissa. Hallintakeinoja ovat muun muassa

luontaisten vihollisten elinolojen kohentaminen sekä massakasvatettujen petohyönteisten käyttö humalistossa. Käytännön haasteita torjunnalle luovat humalan nopeakasvuisuus ja korkeus sekä humalakirvakannan nopea runsastuminen. Kasvustossa tehtävä tuholai tarkkailu on ennaltaehkäisyn kulmakivi. Kemiallisen torjunnan vaihtoehdot olisi hyvä selvittää viljelyn vakiintuessa ja tuhoeläinongelmien lisääntyessä.

Lähteet

Alford D. (1984). *A Colour Atlas of Fruit Pests their recognition, biology and control* (ss. 202, 237, 266-267, 271, 274). A Wolfe Science Book

Beer Business, 2018, *Global hop market, Hop Market in Russia*
<https://journal.beer/2018/02/03/global-hop-market-hop-market-in-russia/#008>

Bhattacharyya A., Kanrar B. (2013). *Tea in Health and Disease Prevention*, (ss. 1491-1501). Academic Press, <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/insect-growth-regulator>

Butterfly Conservation, (2005). *Buttoned Snout Hypena rostralis*, Butterfly Conservation Wales
https://butterfly-conservation.org/sites/default/files/bcw_buttoned-snout_-bs_eng.pdf

Calderwood L. (n.d.). *Hop aphid, Phorodon humuli (schrank) in northeastern hopyards*, University of Vermont https://www.uvm.edu/sites/default/files/media/Hop_Aphid.pdf

Calderwood L., Lewins S. & Darby H. (2015). *Survey of Northeastern Hop Arthropod Pests and Their Natural Enemies* (ss. 2, 3). Journal of Integrated Pest Management

Campbell C. & Muir R. (2005). *Flight activity of the damson-hop aphid, Phorodon humuli* (s. 1, 9). East Malling Research

Campbell C. (2018). *Influence of companion planting on damson hop aphid Phorodon humuli, two spotted spider mite Tetranychus urticae, and their antagonists in low trellis hops* (s. 7,8). Nationale Institute of Agricultural Botany

Campbell C. (2019). *New and resurgent insect pests on low trellis hops*, NIAB EMR (ss. 1-2).

Carmichael E. (2020) *A Survey of Aphid Species and their Associated Natural Enemies in Fraser Valley Hop Fields and an Exploration of Potential Alternative Summer Hosts of the Damson-Hop Aphid, Phorodon humuli (Hemiptera: Aphididae)* (ss. 16-17)

Čeh B., Čerenak A., Čremožnik B., Ferant N., Friškovec I., Knapič M., Košir I., Leskošek G., Livik G., Majer D., Naglič B., Luskar M., Pavlovič M., Radišek S., Cizej M., Rován A., Zmrzlak M., Žolnir M., & Žveplan S. (2012). *HMELJ od sadike do storžkov* (ss. 32-33, 33-34, 74, 102).

Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije https://www.ihps.si/wp-content/uploads/2016/08/Hmelj_URN-NBN-SI-DOC-KCSG6E7S.pdf

Cortez-Madriral, H. & Gutierrez-Cardenas, O. (2023) *Enhancing biological control: conservation of alternative hosts of natural enemies* (s.2) Egyptian Journal of Biological Pest Control

Cranham J. (1981). *Integrated control of damson-hop aphid, Phorodon humuli, on English hops: A review of recent work* (s. 4, 6, 7). East Malling Research Station

Deguine J-P., Aubertot J-N., Flor R., Lescourret F., Wyckhuys K., Ratnadass A. (2021) *Integrated pest management: good intentions, hard realities. A review* (ss. 2-3)

Emden H. & Harrington R. (2007). *Aphids as Crop Pests* (s. 144). CABI

Euroopan komisio (n.d.) *Torjunta-aineet ja kasvinsuojelu*, Agriculture and rural development https://agriculture.ec.europa.eu/sustainability/environmental-sustainability/low-input-farming/pesticides_fi

Flint M. (2014). *Lady bugs need special care to control aphids in the garden*, University of California Agriculture and Natural Resources <https://ucanr.edu/blogs/blogcore/postdetail.cfm?postnum=13933>

Gargani E., Faggioli F., Ferretti L., Haegi A., Luigi M., Landi S., Simoni S., Benvenuti C., Guidi S., Simoncini S., D'Errico G., Amoriello T., Ciccoritti R., Roversi P., Carbone K. (2018). *A survey on pests and diseases of Italian Hop crops* (s. 3). CREA

Gent D., Barbour J., Dreves A., James D., Parker R., Walsh D. (2010). *Field Guide for Integrated Pest Management in Hops*, Oregon State University, University of Idaho, U.S. Department of Agriculture (ss. 6; 7-8; 11-12; 33; 38). Agricultural Research Service and Washington State University

Grasswitz T., James D. (2008). *Influence of hop yard ground flora on invertebrate pests of hops and their natural enemies* (ss. 1-2). New Mexico State University

Guidelines Integrated Pest Management in Hop Growing (2014). *Crop Science and Plant Breeding of the Bavarian State Research Center for Agriculture, Hopfenpflanzerverband*

Tettnang (ss. 8, 15, 17-18, 21, 23, 32). [https://tettninger-hopfen.de/fileadmin/tt-hopfen/news/Guidlines for Pest Management in Hop Growing.pdf](https://tettninger-hopfen.de/fileadmin/tt-hopfen/news/Guidlines_for_Pest_Management_in_Hop_Growing.pdf)

Haastattelu 15.11.2023, Maanviljelijä Heikki Huhtanen, Arctic Hopyard

Hartikainen M., Geenivaraoppi, *Humalasta on moneksi*, Peda.net
<https://peda.net/hankkeet/geenivaraoppi/gk/oa/yjr/humala>

Hartikainen M., Tuohimetsä S. (2022). *Suomalainen humala kasvussa*, Luonnonvarakeskus
<https://www.luke.fi/fi/blogit/suomalainen-humala-kavussa>

Jacquet F., Jeuffroy M-H., Jouan J., Le Cadre E., Litrico I., Malausa T., Reboud X. & Huyghe C. (2022) Pesticide-free agriculture as a new paradigm for research (ss. 2, 11)

Karlsson R. (2017) *Humlen växer så det knakar i Sverige*, Land <https://www.land.se/mat-dryck/humlen-vaxer-sa-det-knakar-i-sverige/>

Kemidigi (n.d.). *Kasvinsuojeluaineet*, Kemidigi.fi
<https://www.kemidigi.fi/kasvinsuojeluainerekisteri/haku>

Kits J., Vincent C., Dumonceaux T. (2019). *Auchenorrhyncha associated with cultivated hop in Quebec* (ss. 1-2). Agriculture and Agri-Food Canada

Laji.fi (n.d.a). *Erakkokorvakärsäkäs – Otiorynchus singularis* <https://laji.fi/taxon/MX.196687>

Laji.fi, (n.d.b) *Hypena rostralis*, <https://laji.fi/taxon/MX.62148/biology>

Life BioThop (2023). *Hop growing in Slovenia* [video]. YouTube.
https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=HCiqT5oBkAI&si=Vzrc_tzROUNO2VHL

Lorenzana A., Hermoso M., Seco M. & Casquero P. (2010). *Population development of Phorodon humuli and predators (Orius spp.) within hop cones: Influence of aphid density on hop quality* (s. 1). Universidad de Leon

Lorenzana A., Hermoso-de-Mendoza A., Seco M. & Casquero P. (2013). *Population dynamics and integrated control of the damson-hop aphid Phorodon humuli (Schrank) on hops in Spain*, (ss. 3; 12; 13). Departamento de Ingenieria y Ciencias Agrarias Universidad de Leon

Luke (n.d.) *Arktista humalaa pelloilta painoille Panimohumala*, Luonnonvarakeskus
<https://www.luke.fi/fi/projektit/panimohumala>

Maa- ja metsätalousministeriö MMM (2012). *Asetus integroidun torjunnan yleisistä periaatteista* https://mmm.fi/documents/1410837/1501869/MMMa_7_2012.pdf/a1f52720-50ae-419b-9b05-5af51939f33b/MMMa_7_2012.pdf?t=1446121890000

Mathlin V-M (2020). *Humala opas* (ss. 15, 16–17, 20, 27). Suomalaisen kirjallisuuden seura

Olsen L. (2006). *Pikkuötökät talossa ja puutarhassa* (s. 153). Gummerus Kustannus Oy

Parkkinen S., Jalava J., Kaaro J., Varis V. (1996). *Suomen Luonto Perhoset* (ss. 26-27, 173). WSOY-yhtymä Weilin + Göös Oy

Perhoset.fi (2012). *Hypena rostralis* (Linnaeus, 1758) Humalayökkönen <https://perhoset.fi/historia/hypeninae/hyp-rostralis.htm>

Reuters (2022) *Russian brewers tap local market for hop as foreign supplies dry up* <https://www.reuters.com/markets/commodities/russian-brewers-tap-local-market-hops-foreign-supplies-dry-up-2022-09-13/>

Robert H. Poppenga, Frederick W. Oehme, (2010). *Hayes' Handbook of Pesticide Toxicology (Third Edition)* (ss. 285-301). Academic Press <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780123743671000070>

Saloranta P. (1987). *Flora Suomen suurkasvio I* (ss. 75, 127–128). Werner Söderström Osakeyhtiö

Schindler B., Gavish-Regev E., Keasar T. (2022) *Parasitoid Wasp Community Dynamics in Vineyards Following Insecticide Application* (ss. 1-2) The National History Collections, The Hebrew University of Jerusalem

Schuh M. (2022) *Parasitoid wasps*, University of Minnesota <https://extension.umn.edu/beneficial-insects/parasitoid-wasps>

Sedivy J., Born P., Vostrel J. (2005). *Harmful occurrence of Rosy rustic moth (Hydraecia micacea) (Noctuidae: Lepidoptera) on hop in the Czech Republic* (ss. 1-4, 5, 7). Plant Protect Sci

Suomen Perhoset (2023). *Varsiyökkönen* <https://www.suomen-perhoset.fi/varsiyokkonen/>

- Tarhurinapu (n.d.). *Usein kysytyt kysymykset*, Biotus Oy <https://tarhurinapu.fi/usein-kysyttya/>
- Tenhola-Roininen T., Bitz L., Pihlava J-M., Keskitalo M., Laamanen J., Hartikainen M., Heiska S. (2019). *Tähtäimessä olutta suomalaisesta humalasta*, Luonnonvarakeskus <https://www.epressi.com/tiedotteet/tiede-ja-tutkimus/tahtaimessa-olutta-suomalaisesta-humalasta.html>
- Texas A&M (n.d.). *Field Guide to Common Texas Insects Green Lacewing*, Texas A&M Agrilife Extension <https://texasinsects.tamu.edu/green-lacewing/>
- Tuohimetsä S., Laine A., Hartikainen M., Suojala-Ahlfors T., Pihlava J-M., Latvala H & Saariniemi J. (2023). *Rakennetaan humalatarha* (ss. 8, 54–55, 55–56, 67). Luonnonvarakeskus
- Tuovinen T. (1997). *Hedelmä- ja marjikasvien tuhoeläimet* (ss. 34; 136–137). Kasvinsuojeluseura ry
- UC IPM, (n.d.a). *Natural Enemies Gallery Anystis Whirligig Mites*, University of California Agriculture and Natural Resources <https://ipm.ucanr.edu/natural-enemies/anystis-whirligig-mites/>
- UC IPM (n.d.b). *Green lacewings*, University of California Agriculture and Natural Resources <https://ipm.ucanr.edu/natural-enemies/green-lacewings/>
- UC IPM, (n.d.c) *Natural enemies gallery Syrphids (Flower Flies, or Hover Flies)*, University of California Agriculture and Natural Resources <https://ipm.ucanr.edu/natural-enemies/syrphids/>
- UK Beetles (n.d.). *Otiorhynchus singularis (Linnaeus, 1767) Clay-coloured weevil* <https://www.ukbeetles.co.uk/otiorhynchus-sinuatus>
- Weihrauch F., Baumgartner A., Felsl M., Kamhuber K., Lutz A. (2012). *The Influence of Aphid Infestation during the Hop Growing Season on the Quality of Harvested Cones* (s.8). Brewing Science

Woods J., Dreves A., James D., Lee J., Walsh D., & Gent D. (2014). *Development of Biological Control of Tetranychus urticae (Acari: Tetranychidae) and Phorodon humuli (Hemiptera: Aphididae) in Oregon Hop Yards* (s. 2, 9). *Journal of Economic Entomology*

Wright L., Cone W., James D. (2005). *Sources of Spring and Fall Hop Aphid, Phorodon humuli (Schrank), (Homoptera: Aphididae) Migrants in South Central Washington* (ss. 2-3). Washington State University

Liite 1. Liitteen otsikko

Liite 2. Liitteen otsikko