

HYÖNTEISTALouden PAIKALLISET MAHDOLLISUUDET



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Hämeenlinna, Bio- ja elintarviketekniikka

Kevät, 2018

Sofia Teerikorpi

Bio- ja elintarviketekniikka
Hämeenlinna

Tekijä	Sofia Teerikorpi	Vuosi 2018
Työn nimi	Hyönteistalouden paikalliset mahdollisuudet	
Työn ohjaaja	Maritta Kymäläinen	

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön kohdealueella, Kangasalan Sahalahdella, elintarviketeollisuus, maa- ja puutarhatuotanto ovat keskittyneet pienelle alueelle. Kohdealueella syntyy alueellisesti merkittäviä määriä erilaisia ravinnerikkaita biosivuvirtoja, joiden hyödyntämistä on tarve tehostaa ja saada ravinteet kiertoon.

Työn tavoitteena oli kartoittaa kohdealueen toimintoja, joissa syntyviä biosivuvirtoja voitaisiin hyödyntää alueellisesti hyönteistaloudessa. Työssä laadittiin myös suunnitelma hankkeessa myöhemmin toteutettaviin kotisirkkojen ruokintakokeisiin. Opinnäytetyö toteutettiin osana ympäristöministeriön Raki2-ohjelmasta rahoitettavaa hanketta nimeltä BioKierto.

Tämä opinnäytetyö toteutettiin kirjallisuutta tutkimalla sekä asiantuntijoiden lausuntojen pohjalta suunnittelemalla. Työn tiedonhankintamenetelmiä olivat asiantuntijoille laaditut haastattelut ja kyselyt sekä hankkeen työpajoissa saadun tiedon käsittely.

Työn aikana todettiin hyönteisrehun tuottamiseen potentiaalisimmat ja määrällisesti merkittävimmät biosivuvirrat, jotka syntyvät elintarviketeollisuudessa sekä puutarhatuotannossa. Sivuvirrat soveltuvat Eviran ohjeiden mukaan hyönteisten ravinnoksi ja rehuseoksen raaka-aineiksi. Tämän opinnäytetyön tuloksena kohdealueen hyönteistalouden kehittymismahdollisuudet todettiin lupaaviksi. Alueella on kiinnostusta hyönteistuotannon aloittamiselle sekä mahdollisuudet alueelliseen rehutuuotantoon. Alueella on myös mahdollisuuksia hyönteistuotteiden jatkojalostukseen.

Avainsanat Hyönteistalous, biosivuvirta, kotisirkka

Sivut 56 sivua, joista liitteitä 5 sivua

Degree Programme in Biotechnology and Food Engineering
Hämeenlinna

Author	Sofia Teerikorpi	Year 2018
Subject	Local Possibilities of Insect Economy	
Supervisor	Maritta Kymäläinen	

ABSTRACT

In Sahalahti, Kangasala, only a small geographic area is used for agriculture and horticulture. A great deal of side streams of nutritious organic materials originates from this area. These organic materials need to be utilized more effectively, so that no nutrition loss occurs.

The first objective of this thesis was to determine, what kind of opportunities there are to enhance the insect economy in the area and whether the side streams of organic materials could be utilized as feed in the rearing of insects. The second objective of the thesis was also to develop a plan for experimental feeding and rearing of house crickets, which is scheduled to start later this year. The thesis was implemented as a part of a project called BioKierto, which was funded by the Ministry of the Environment. Furthermore, background information was collected from the literature related to the subject and expert interviews and meetings during the project.

From the perspective of insect rearing, the most potential side streams of organic materials come from the operations of three local businesses. These side streams are locally significant and suitable for feeding insects also following the regulations set by Evira (Finnish Food Safety Authority).

As a result of the research, it was discovered that development of insect economy in Sahalahti area seems promising. In addition, there is a growing interest to start an insect farming business in the area and the possibilities for local feed production as well as the development prospects for refined insect products are considered excellent.

Keywords insect economy, organic side stream, house cricket

Pages 56 pages including appendices 5 pages

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	HYÖNTEISTALOUS SUOMESSA	2
2.1	Hyönteistalouden tuottajia	3
2.1.1	Kasvatusteknologia ja kehitys	4
2.1.2	"Koti" tuotantomittakaava.....	4
2.1.3	Maatilamittakaava.....	5
2.1.4	Teollinen tuotanto	7
2.2	Hyönteistalouden hyödyntäjä	7
2.2.1	Lemmikkien ja tuotantoeläinten rehuteollisuus	7
2.2.2	Elintarviketeollisuus.....	8
2.3	Tutkimus ja koulutus.....	9
2.4	Hyönteistalouteen liittyviä asetuksia.....	10
2.5	Hyönteistuotannon ympäristövaikutuksia.....	11
2.5.1	Kasvatusjäännös biokaasutuotannossa	12
2.5.2	Hyönteisten vesijalanjälki	13
2.6	Sivuvirtojen käyttö hyönteisten rehuna	14
2.7	Hyönteistalouden kehitystä edistäviä ja rajoittavia tekijöitä Suomessa	15
3	RAVINTOHYÖNTEISET SUOMEN OLOSUHTEISIIN	16
3.1	Kotisirkka (<i>Acheta domesticus</i>).....	17
3.2	Jauhopukki (<i>Tenebrio molitor</i>).....	18
3.3	Mustasotilaskärpäsen toukka (<i>Hermetia illucens</i>)	20
4	KOHDEALUEEN KUVAUS.....	22
4.1	Maantieteellinen sijainti	23
4.2	Kohdealueella syntyvät biosivuvirrat.....	24
4.2.1	Elintarviketeollisuus.....	25
4.2.2	Puutarhatuotanto	26
4.2.3	Broilerituotanto.....	26
4.2.4	Hevostalous.....	27
5	KOTISIRKKOJEN KASVATUS.....	27
5.1	Olosuhteet.....	28
5.2	Kohdealueen biosivuvirrat sirkkojen ruokinnassa.....	29
5.3	Kotisirkkojen alkuvaiheiden kasvattaminen.....	30
5.3.1	Muninta.....	30
5.3.2	Hautomovaihe ja alkukasvatus	31
6	KOTISIRKKOJEN RUOKINTAKOESUUNNITELMA	32
6.1	Kasvatuskokeiden tarkoitus	32
6.2	Tarvikkeet	32
6.3	Ennen koetta	33
6.4	Kasvatuksen aloitus.....	34

6.4.1	Kuoriutuneiden sirkkojen kasvatusta	34
6.4.2	Harvestointi	35
6.5	Päivittäiset toimenpiteet ja seuranta	35
6.6	Ruokinta ja juotto	36
7	TULEVAISUUDEN NÄKYMÄT	38
7.1.1	Hyönteistaloudesta alueellista liiketoimintaa	38
7.1.2	Yrttisirkat	39
7.1.3	Paikallinen hyönteistuottaja	40
8	TALOUDELLINEN KANNATTAVUUSTARKASTELU	41
8.1	Liiketoiminnan kulurakenne	41
8.2	Liiketoiminnan tuottavuus	43
8.3	Hinnan kehitys ja näkymät	44
9	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	45
	LÄHTEET	47
	HAASTATTELUT & HENKILÖKOHTAISET TIEDONANNOT	51

Liitteet

Liite 1	Haastattelukysymykset: Cecilia Lalanderin haastattelu
Liite 2	kasvatuskokeiden työnseurantalomake A
Liite 3	kasvatuskokeiden työnseurantalomake B
Liite 3	kasvatuskokeiden työnseurantalomake C
Liite 4	kriittisen myyntipisteen arvot taulukoituna

TERMIT JA LYHENTEET

Biosivuvirta	Tuotannossa syntyviä orgaanisia materiaalivirtoja, joiden syntymistä ei voi estää, mutta jotka eivät päädy myöskään yrityksen varsinaisiin päätuotteisiin.
Harvestointi	Sukukypsien sirkkojen keruu eli pussittaminen ja jäädyttäminen
Neulapää	Pinhead, vastakuoriutunut sirkka
Nymfi	Keskenkasvuinen, ei vielä sukukypsä sirkka
Reco	Rearing container, kasvatuslaatikko

1 JOHDANTO

Suomen elintarvike- ja rehuteollisuudessa sekä maa- puutarhataloudessa syntyvien sivuvirtojen määrä on vuosittain satojatuhansia tonneja. Ne ovat tuotannossa syntyviä materiaalivirtoja, kuten esimerkiksi sellaisia raaka-aineen osia, jotka eivät sovellu sellaisenaan yrityksen varsinaisiin päätuotteisiin tai niitä ei ole totuttu käyttämään Suomessa. Opinnäytetyössä tarkastellaan syntyviä biosivuvirtoja sekä hyönteistalouden mahdollisuuksia valitulla kohdealueella, Kangasalan Sahalahdella. Työssä tarkastellaan kohdealueen toimintoja, joissa syntyy hyönteistuotannossa hyödynnettäviä sivuvirtoja ja selvitetään, miten tuotettuja hyönteisiä voidaan alueella edelleen jalostaa ja hyödyntää. Hyödyntäminen tapahtuisi keräämällä sivuvirrat talteen ja käyttämällä niitä hyönteisten ravintona, ja hyönteiset jalostettaisiin elintarvike- ja rehuteollisuuteen kelpaavaksi raaka-aineeksi ja lopulta valmiiksi tuotteeksi. Biosivuvirtojen hyödyntäminen hyönteistaloudessa edistäisi alueellista kiertotaloutta ja ravinnekierrätystä. Opinnäytetyöhön on koottu tietoa alueella toimivista elintarviketoimijoista sekä alueen mahdollisuuksista ja sopivuudesta hyönteiskasvatukseen. Työssä on otettu huomioon myös hyönteiskasvatuksen aloittamisen taloudellinen kannattavuus. Opinnäytetyön tutkimuskysymyksiä ovat seuraavat:

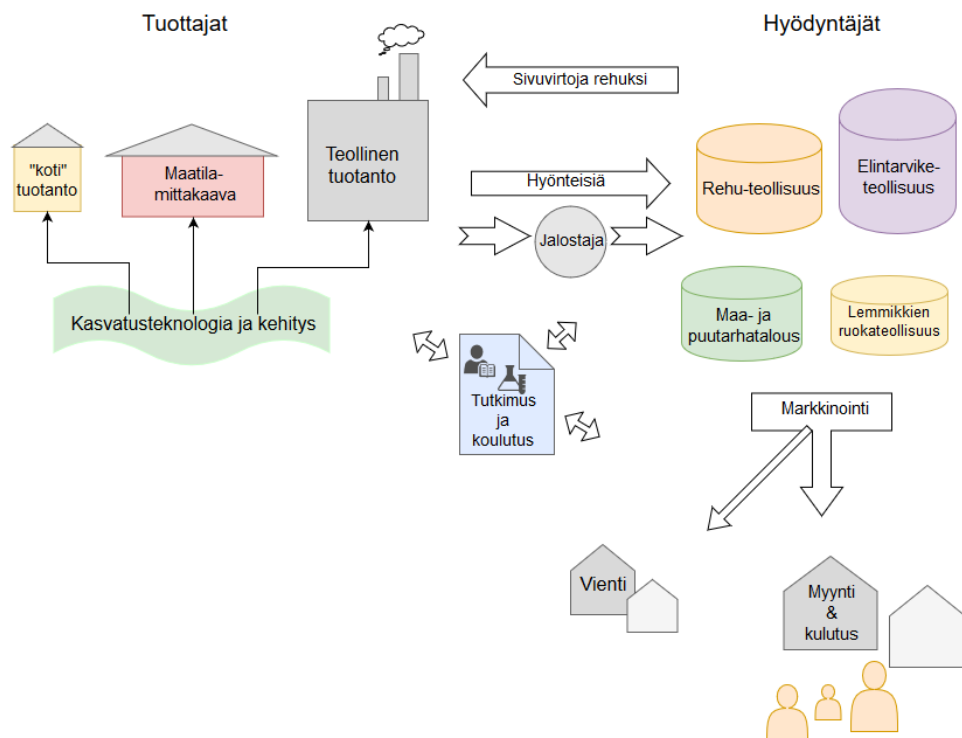
- Mitkä ovat hyönteistalouden kehittymismahdollisuudet kohdealueella?
- Voidaanko kohdealueella syntyviä biosivuvirtoja hyödyntää hyönteistuotannossa?
- Mitä vaatimuksia hyönteistalouden aloittamisella kohdealueella on?
- Onko mahdollista lisätä ravinnekiertoa kestävästi kohdealueella hyönteistalouden avulla?

Opinnäytetyö toteutettiin osana hanketta nimeltä Alueellinen biokierto-malli ravinnekierrätyksen tehostamiseksi (BioKierto). Hankkeen tavoitteena on alueellisen ravinnekierron mallin kehittäminen Kangasalla, missä elintarviketeollisuus, maa- ja puutarhatalous ovat keskittyneet maantieteellisesti pienelle alueelle. Ravinnekiertojen kehittämisellä haetaan alueelle lisää kiertotaloutta, jonka odotetaan tuovan taloudellisia sekä ympäristöllisiä hyötyjä. Parantuneen ravinnekierron katsotaan tuovan materiaalisäästöjä ja uusia liiketoimintamahdollisuuksia sekä vähentävän alueen vesistöihin ja sitä kautta Itämereen kohdistuvia ravinnekuormia. Ravinnekiertomallissa sovellettavia menetelmiä ovat biokaasun tuotanto, hyönteiskasvatus, biohiilen tuotanto, sivuvirtojen arvokomponenttien erotus, leväkasvatus ja vesien käsittely. Menetelmät on valittu sillä perusteella,

että näistä syntyvät tuotteet voisivat olla mahdollisia hyödyntää kohdealueella elintarvikkeissa, rehuna tai lannoitteena. Hanketoteuttajina ovat HAMK, Luonnonvarakeskus (Luke) ja Oulun yliopisto. Hanke on ympäristöministeriön (YM) RaKi2-ohjelman rahoittama ja käynnissä vuoden 2019 loppuun saakka. Hanke toteuttaa hallituksen Kiertotalouden läpimurto ja puhtaat ratkaisut käyttöön –kärkihanketta. (HAMK 2017.)

2 HYÖNTEISTALOUS SUOMESSA

Hyönteistalous on hyönteisten tuottamista biotalouden tarpeisiin. Hyönteistalous käsitteenä pitää sisällään kasvattamisen lisäksi myös hyönteisiä jalostavan ja markkinoivan tahon sekä hyönteisistä valmistettujen tuotteiden kaupan ja kulutuksen (kuva 1). (Van Huis, Van Itterbeeck, Klunder, Mertens, Halloran, Muir, & Vantomme 2013, 45.) Hyönteisten kasvatusta ja kiinnostusta kasvattamista kohtaan Suomessa on lisääntynyt nopeasti sen jälkeen, kun Suomi muutti tulkintaansa Euroopan unionin uusielintarvikeasetuksesta vuoden 2017 syyskuussa. Uusielintarvikeasetus sallii hyönteisten kasvattamisen ja myymisen elintarvikkeena nyt myös Suomessa. Hyönteisten kasvatusta on tarjonnut täysin uuden tulonlähteen yrittäjille, jotka ovat ryhtyneet hyönteistuottajiksi. Lakimuutoksen myötä kiinnostusta hyönteistalouden hyödyntämiseen on syntynyt runsaasti etenkin elintarvike- ja rehuteollisuudessa. Suomessa on tällä hetkellä kasvava joukko hyönteistuottajia sekä suuria että pieniä elintarvikejalostajia tuomaan markkinoille uusia hyönteisperäisiä elintarvikkeita. (Evira 2017a.)



Kuva 1. Kaaviokuva hyönteistalouden toiminnoista

Hyönteistalous voidaan karkeasti jaotella tuottajiin sekä hyödyntäjiin. Hyönteistalouden tuottajia ovat eri kokoiset kasvattamot niin sanotuista ”koti” tuotantomittakaavan kasvattajista aina teollisiin tuotantolaitoksiin. Alkutuottaja saa käsitellä sirkkoja vain lopetukseen asti, sillä elintarviketurvallisuusvirasto Eviran päätöksen mukaan, jatkojalostus vaatii ryhtymisen elintarviketoimijaksi sekä hyväksytyt elintarviketilat.

Tuottajilta hyönteiset siirtyvät joko suoraan valmiin tuotteen valmistajalle, tai toisinaan välissä on vielä raaka-aineen jalostaja. Kypsentämättömät hyönteiset, kuten sirkat, sisältävät mikrobeja samalla tavalla kuin mikä tahansa muukin kypsentämätön liha, joten hyönteiset tulee käsitellä kuumentamalla ennen tuotteeseen laittamista. Monet tuotteiden valmistajat haluavat käyttää hyönteisiä jauheena, joten jalostaja pesee, kuumentaa ja jauhaa sirkat hienoksi jauhoksi ja myy eteenpäin tuotteen valmistajalle. Käsittely tietenkin lisää hyönteisten kilohintaa, mutta valmistajan on usein kustannustehokkaampaa käyttää prosessissaan käyttövalmista raaka-ainetta. (Siikonen 2018.)

Suomessa hyönteiset ovat uusi raaka-aine ja tutkimustyö on vasta alussa, joten hyönteisiä tulee käsitellä allergeeninä. On tutkittu, että hyönteiset voivat aiheuttaa ristiallergioita henkilöille, jotka ovat allergisia äyriäisille, nilviäisille tai pölypunkeille. Tämä lisää raaka-aineen käsittelykustannuksia tehtaissa, kun hyönteisten käsittelyn jälkeen tuotantolaitteet ja pinnat tulee pestä tai vaihtoehtoisesti hyönteisraaka-aineen käsittelyyn tulee olla oma tilansa. (Pape-Mustonen 2017.)

Hyönteisten hyödyntäjiltä syntyy valmis tuote, joka markkinoinnin kautta päätyy myyntiin ja kuluttajille. Osa myynnistä kohdennetaan ulkomaille vientiin. Hyödyntäjiltä, kuten elintarviketeollisuudesta, syntyy sivuvirtoja, jotka optimaalisessa tilanteessa ohjataan takaisin tuottajille hyönteisten rehuksi ja näin tehdään prosessista kestävämpää. Hyönteistalouden tuottajiin sekä hyödyntäjiin kuuluvat myös kasvatusteknologian toimittajat ja niiden kehitystyö. Teknologiakehityksen tavoitteena on saada kasvatuksesta automatisoidumpaa ja tehokkaampaa. Kasvatusteknologiaa kehittävät yritykset myös usein kasvattavat itse hyönteisiä. Tutkimustyössä ja koulutuksessa selvitetään mahdollisia hyötyjä, haasteita sekä mahdollisuuksia, kun käytetään hyönteisiä raaka-aineena. Tutkimustyössä ja koulutuksessa saadaan arvokasta tietotaitoa, jota voidaan käyttää hyödyksi hyönteistalouden eri aloilla.

2.1 Hyönteistalouden tuottajia

Maaliskuussa 2018 Suomessa Eviran hyönteiskasvattajien rekisteriin oli rekisteröitynyt 48 toimijaa. Kasvattajia on todellisuudessa kuitenkin enemmän, sillä rekisterissä ei ole pienimpiä toimijoita eli ”koti” tuotantomittakaavan kasvattajia. (Evara 2017a.) Lyhyessä ajassa Suomeen on syntynyt

laaja kirjo erilaisia hyönteiskasvattajia, joista pienimmät kasvattavat hyönteisiä omaan käyttöönsä ja suurimmat teollisuuden toimijat tuottavat tuhansia kiloja hyönteisiä vuodessa.

2.1.1 Kasvatusteknologia ja kehitys

Yksi Suomen suurimmista hyönteisteknologian toimijoista on EntoCube Oy. EntoCube on suomalainen yritys, joka on Pohjoismaiden johtava syötäväksi kasvatettavien hyönteisten kasvatukseen liittyvien ratkaisujen tarjoaja. EntoCuben tavoitteena on kasvattaa hyönteisruokien kulutusta kehittämällä hyönteisten kasvatusteknologiaa sekä tuottamalla maukkaita hyönteisiä elintarviketeollisuuden käyttöön. Yritys tarjoaa asiakkailleen mahdollisuuden kasvattaa kotisirkkoja EntoCube-kasvatuskonteissa. Kasvatuskonteissa on hyönteisten kasvatukseen säännelty ja automatisoitu ilmasto. Kasvatuskontit on luotu helpottamaan kasvattajan työtä ja mahdollistamaan tuottavan sadon pienellä vaivalla. EntoCuben yksi suurimmista asiakkaista tuottaa kolmen kasvatuskontin voimin noin 2 000 kg sirkkoja vuodessa. Yrityksen visiossa vanhat navetat muutettaisiin kasvatuskonttien avulla tehokkaiksi tuotantolaitoksiksi, joissa kontit pinotaan päällekkäin kuin lego palikat. Kontit voidaan sijoittaa joko päällekkäin tai vierekkäin ja ne sopivat sekä ulko- että sisätiloihin. Tulevaisuudessa automatisoitu kasvatusprosessi edesauttaa suurempien konttien valmistamisen ja näin tuotantotehokkaamman kasvatuksen. (EntoCube 2017.)

Toinen suuri suomalainen hyönteistaloutta edistävä palveluyritys on Finsect. Finsect auttaa suomalaisia maatilayrityksiä kehittämään itselleen uuden elinkeinon syötävien hyönteislajien kasvatuksesta. Finsect on luonut ympärilleen tuottajayhteisön, jossa hyönteistuottajia löytyy ympäri Suomen. Yritys vastaa kasvavaan hyönteisten kysyntään markkinoilla kasvatamalla tuotannossa olevien tilojen kapasiteettia ja tehokkuutta. (Finsect 2017.)

Pohjolan Hyönteistalous Oy eli Nordic Insect Economy tarjoaa kasvatusteknologian kokonaisratkaisuja tuottajille sekä varmistaa hyönteisraaka-aineen laatuketjun elintarviketeollisuudelle. Yhtiön tavoitteena on olla yhteistyökumppaneidensa kanssa Euroopan suurin kasvatusteknologian toimittaja sekä elintarvikehyönteisiä tuottava verkosto. (Nordic Insect Economy 2018.)

2.1.2 ”Koti” tuotantomittakaava

Hyönteiselinkeinon harjoittamisen aloittaminen kodin olosuhteissa on melko yksinkertaista verrattuna muiden tuotantoeläinten kasvattamisen aloittamiseen. Hyönteiskasvattamon perustaminen vaatii kuitenkin aiheeseen tutustumista ja opiskelua, mutta alkuun pääsee jo muutamassa kuu-

kaudessa. Perustaminen vaatii toimijalta kasvatukseen sopivan tuotantotilan, jossa olosuhteet voidaan säätää hyönteisille sopiviksi. Tuotantotilana voi toimia melkein mikä tahansa rakennus tai huone, esimerkiksi käyttämättömäksi jäänyt piharakennus toimii mainiosti pienten muokkausten jälkeen. Hyvänä esimerkkinä toimivat Mia Koivumäki ja Tarja Kurikka, jotka perustivat sirkkayrityksen vanhan löytöeläinyrityksen tiloihin. Entiseen kisasahuoneeseen sijoitettiin ilmankostutin, lämmityslaite sekä useita läpinäkyviä muovisia kasvatuslaatikoita ja näin huone oli valmis tuotantotila. (Loukkola 2018.)

Hyönteisten kasvattamisen aloittaminen vaatii hyönteisten hankkimisen jo alalla olevalta hyönteistoimijalta. Hyönteisiä tarjoavia yrityksiä Suomessa ovat esimerkiksi jo aikaisemmin mainitut hyönteismaataloutta edistävät palveluyritykset Entocube ja Finsect. Kasvattamisen aloittamisen suurin menoerä on hyönteisten hankkiminen, jotka maksavat noin 500 €/10 000 sirkkaa (EntoCube 2018). Yksityiset toimijat, jotka haluavat aloittaa sirkkojen kasvattamisen, aloittavat yleensä noin 10 000:lla kotisirkalla. Määrä on pieni ja on siten helpommin hallittavissa ja hoidettavissa. Liian suuren määrän kasvattamisessa voi haasteeksi tulla taudit. Osa hyönteislajeista saattaa kantaa hyönteistauteja, jotka koituvat koko populaation tuhoksi. Ongelma on tietenkin sitä suurempi, mitä enemmän sirkkapopulaatioita kasvattajalla on. Tuotantotilan olosuhteiden hallinta tulee olla myös hyvin suunniteltua, sillä hyönteiset ovat herkkiä olosuhteiden, kuten ilmankosteuden ja lämpötilan muutoksille. (Nokkonen 2017.) Kuitenkin enemmän kuin varsinaiset taudit, laadukkaat ja hygieeniset kasvatustilat ja -käytännöt vaikuttavat hyönteisten yleiseen terveyteen, kasvuun ja hyvinvointiin. (EntoCube 2018.)

2.1.3 Maatilanmittakaava

Maatilanmittakaavan hyönteiskasvattamot tuottavat tällä hetkellä suurimman osan ruokahyönteisistä, vaikkakin tällä hetkellä tuotantomäärät ovat pieniä matalan automaation vuoksi. Kasvatusjärjestelmiä kehitetään jatkuvasti, jotta tämän hetkiseen elintarvike- ja rehuteollisuuden kasvavaan hyönteiskysyntään voidaan vastata kotimaisella kasvatuksella. Pielisen Karjalan Kehittämiskeskus Oy:n yritysasiantuntija Niina Huikuri uskoo hyönteisten kasvatuksen nopeasti automatisoituvan, sillä Suomessa robotityö on edullista. (Kaskinen 2017.)

Yksi suurimmista maatilanmittakaavan sirkkakasvattajista löytyy Tamme-
lasta, Siikosten tilalta. BioKierto-hankeeseen sekä Kangasalan lähiruoka-
hankkeeseen liittyen järjestettiin 26.4.2018 hyönteistaloudesta alueellista
liiketoimintaa -työpaja Kangasalalla. Tilaisuuteen kokoontui alueen toimi-
joita, jotka olivat kiinnostuneita kuulemaan lisää alueellisen hyönteistalou-
den kehittämisestä. Työpajassa oli asiantuntijana Kirsi Siikonen, jolla oli
miehensä kanssa 1 200 sikalihapaikan tila vielä vuonna 2014. Siikosten sirk-
katila on tällä hetkellä yksi tuottavimmista maatilanmittakaavan kasvatta-

moista Suomessa. Sirkkatilaksi muuttuminen tapahtui pääelinkeinona olevan maatalouden haaran kannattavuuden huononemisen takia. Siikokset halusivat myös olla mukana kehittyvällä nuorten suosimalla alalla, joka tulisi tulevaisuudessa olemaan suuressa roolissa. Vuonna 2014 viimeiset siat lähtivät ja Siikokset alkoivat tehdä yhteistyötä EntoCuben kanssa. Vaihtoehtoja punnittiin ja vuonna 2017 alkoi farmin muuttuminen kotisirkkakasvatamoksi. Tuotantotila vaati kasvattajalta vain pienien muutoksien tekemistä, sillä he ostivat EntoCubelta kolme kasvatusmoduulia, joista löytyy valmiina kaikki tarpeellinen kasvattamisen aloittamiseksi. Jouluna 2017 alkupopulaatio toimitettiin muovilaatikoissa tilalle ja kasvatus pääsi alkamaan. (Siikonen 2018.)

Kasvatus aloitettiin 256 kasvatuslaatikolla, joista 86 laatikkoa käytettiin sirkkojen munituksessa. Munitus tehtiin yhdessä moduulissa, jossa myös hautomiseen tarkoitettu hautomokaappi sijaitti, ja harvestoitavaksi kasvatettavat sirkat kahdessa muussa moduulissa. Koska ala on hyvin uutta Suomessa, oli koko aloitusprosessi sopivien kasvatustapojen ja työtapojen löytämistä ja niiden hioutumista toimivaksi ja tehokkaaksi kasvatuslaitokseksi. Siikokset totesivat pian kuitenkin työmäärän aivan liian suureksi, joten kasvatuslaatikoiden määrä puolitettiin. Näin jäljelle jäi 120 kasvatuslaatikkoa, joista 50 olivat munintalaatikoita. Toimintatapojen hakeminen jatkui ja jouduttiin esimerkiksi miettimään, mikä on sopiva päivittäinen rehumäärä ja kuinka työmäärää voitaisiin helpottaa ruokintaan liittyen. EntoCube ratkaisi ongelman kehittämällä ruokintalaitteen, joka asennettiin jokaiseen laatikkoon. EntoCube kehittää jatkuvasti kasvatusteknologiaa ja pyrkii tulevaisuudessa automatisoimaan kasvatuksen mahdollisimman pitkälle. Päänvaivaa tuottavat myös juoma-astiat, jotka tulee pestä pesukoneessa päivittäin hyvän hygienian ylläpitämiseksi. Tähänkin ongelmaan on kehitteillä ratkaisu, jonka myötä vesiautomaattiin vain lisätään vettä ja pestään 35 päivän, eli harvestoinnin, jälkeen päivittäisen pesun sijaan. Ratkaisu helpottaisi työmäärää, veisi askeleen lähemmäs kohti automatisoitua kasvattamoa ja vähentäisi energiakustannuksia astianpesukoneen harvemman käytön myötä. (Siikonen 2018.)

Kasvatusmoduulien lisäksi tuotantotilasta tulee löytyä tietenkin tilaa moduulien pystyttämiseksi. Tämän lisäksi moduulien edessä tulee olla tilaa pakastimille, pyykin- ja astianpesukoneille, pöydille sekä tyhjää laskutilaa kasvatuslaatikoiden harvestointia varten. Koska sirkat lopetetaan ja tämän jälkeen säilytetään pakastimessa, tulee pakastimia olla useampi tämän kokoisessa tuotantolaitoksessa. Lopetettavia sirkkoja ei saa myöskään laittaa jo aikaisemmin jäädytettyjen sirkkojen kanssa samaan pakastimeen, sillä kuhisevat sirkkapussit voivat nostaa pakastimen lämpötilan jopa +20 °C:een. Tämä tietenkin myös nostaa energiakustannuksia. Harvestoinnin jälkeen kasvatuslaatikkoon jäävät sairaat ja kuolleet yksilöt, jätöksiä ja hie-man rehua. Laatikkoon jää myös hyönteisten kuoria, sillä sirkat vaihtavat kuorensa noin seitsemän kertaa 35 päivän aikana. Laatikon sisältö tulee lopuksi pakastaa tai polttaa, jonka avulla jäännös inaktivoidaan ja estetään

lajin leviäminen luontoon. Kasvattaja pystyi tekemään pakastamisen ulkona talven aikana, mikä tehosti tuotantoprosessia sekä vähensi energia-kustannuksia. (Siikonen 2018.)

Toimijat hakevat tällä hetkellä rooliaan jatkuvasti kehittyvällä alalla, sillä tuotanto on vielä kehityksen vaiheessa, kysyntää on tuotteelle enemmän kuin tarjontaa sekä kotisirkka on tällä hetkellä vielä hyvin kallis raaka-aine. Moni elintarvike- ja rehualan jalostaja odottaa sirkkojen hinnanlaskua, mikä on luultavasti tulossa lähitulevaisuudessa Loviisaan rakenteilla olevan suuren tuotantolaitoksen käynnistymisen myötä (kts. 2.1.4). Pienempiä kasvattajiakin onneksi syntyy jatkuvasti pienten investointikustannusten ja korkean myyntihinnan innoittamana. Kehitettävää kuitenkin löytyy paljon matalan automatisoinnin takia, joka johtaa suuriin työtuntimääriin. (Siikonen 2018.)

2.1.4 Teollinen tuotanto

Hyönteistalouden teollinen tuotantoa on vasta käynnistymässä Suomessa. Pohjolan Hyönteistalous Oy on hyönteisteknologian kehittämisen lisäksi Suomen ensimmäinen teollisuusmittakaavan elintarvikehyönteisiin keskittyvä yritys. Suurta kehitystä on luvassa, sillä yritys on mukana rakentamassa Euroopan suurinta elintarvikehyönteisiä tuottavaa tehdasta Loviisaan. Tuotantolaitteiston toimittamisen lisäksi Pohjolan hyönteistalous ostaa, jatkojalostaa ja jakelee hyönteiset elintarviketeollisuudelle. Tuotannon on suunniteltu alkavan keväällä 2018 ja ensimmäisessä vaiheessa tehdas on noin 200 kertaa suurempi, mitä tällä hetkellä Suomeen on asennettu. Yrityksen tavoitteena on laajentaa tuotantoa vuoden 2018 aikana siten, että kokoluokka olisi satoja tonneja hyönteisiä vuodessa ja tehdas työllistäisi 20 henkilöä. Tavoitteena on laajentaa vuosikapasiteettia seuraavien vuosien aikana sekä laajentaa myös kasvatettavien lajien kirjoa sirkkojen lisäksi myös jauhopukin toukkiin. (Hohteri 2017.)

2.2 Hyönteistalouden hyödyntäjiä

Hyönteisten tuotekehitys eri tuotantoalojen käyttöön on juuri nyt vilkasta, kun kasvavaan kysyntään pyritään vastaamaan kotimaisilla tuotteilla. Käytönmahdollisuudet ja niistä valmistettujen tuotteiden säilyvyys ovat tärkeitä kysymyksiä tuotteita suunniteltaessa. (Hohteri 2017.)

2.2.1 Lemmikkien ja tuotantoeläinten rehuteollisuus

Sirkat soveltuvat hyvin eläinten ruokintaan. Lemmikkieläimille kuten matelijoille ja jyrtsijöille sirkkoja voidaan syöttää kokonaisina tai esimerkiksi kylmäkuivattuina. Koirille ja kissoille sirkat sopivat parhaiten käsiteltynä rehuseoksissa tuomaan ravintoon proteiinia. Lemmikki- ja turkiseläinten ruokinnassa hyönteisiä voi käyttää lähes rajoituksetta, mutta elintarvike-

tuotantoeläimille hyönteisten käyttö on rajoitettua. Tuotantoeläimille kuten sioille, siipikarjalle ja kaloille sirkat sopivat rehuseoksissa, mutta märehitijöille niitä ei voida syöttää. Hyönteisistä saatua rasvaa voi kuitenkin käyttää kaikkien eläinlajien rehussa. Kuten tavallistakin rehua, myös hyönteisistä valmistettua rehua koskevat yleiset rehulainsäädännön vaatimukset liittyen rehualan toimintaan, rehuissa sallittuihin haitallisten aineiden enimmäismääriin, kiellettyihin aineisiin, rehun lisäaineisiin, merkintöihin sekä tuontiin ja vientiin. (Evira 2017b.)

Hyönteiset ovat erittäin potentiaalinen vaihtoehto tuotantoeläinten, kuten kalan ja siipikarjan ruokinnassa, sillä hyönteiset ovat edellä mainittujen lajien luontaista ruokaa. Kalankasvatus on kehittynyt huomasti viime vuosien aikana ja nykyisin jo yli puolet maailman ruokakaloista on viljeltyä kalaa. Samalla kasvatuksessa käytettävien rehujen ja niiden valmistukseen tarvittavien rehuaineiden kysyntä on lisääntynyt. Lohikalojen kasvatusrehuissa on yleisesti käytetty valtameristä peräisin olevia rehuaineita, kuten kalajauhoa ja -öljyä. Näiden saatavuus ei kuitenkaan enää ole riittävää tyydyttämään kasvavan rehuteollisuuden tarpeita, ja uusia vaihtoehtoisia rehuaineita onkin otettu lisääntyvässä määrin käyttöön. Hyönteisproteiini on ympäristöystävällinen vaihtoehto, jolla voidaan korvata osa rehuaineista kuten kalajauho ja soijarouhe. (Korpela & Siljander-Rasi 2017.)

2.2.2 Elintarviketeollisuus

Teknologian tutkimuskeskus VTT:n mukaan hyönteisten käyttö länsimaissa vaatisi niiden prosessoimista elintarvikkeiden raaka-aineeksi, sillä hyönteisten kokonaisina syönti ei vielä houkuttele tarpeeksi kuluttajia. Teknologian tutkimuskeskus on kokeillut valmistaa jauhomadoista ja kotisirkkoista elintarviketeollisuuteen sopivaa massaa poistamalla niistä rasvan ja erottamalla massasta kuoret. ”Itse en ole vannoutunut hyönteisten syöjä, mutta maku on voimakas ja yllättävän hyvä, lihan ja sienen maku”, pohtii VTT:n liiketoiminnan kehityspäällikkö Terhi Hakala. (Yrittäjät 2017.) Hyönteisten käyttökohteita elintarviketeollisuudessa on loputtomasti. Hyönteisjauhe tulee esimerkiksi soijan, heraproteiinin ja muiden proteiinin lähteiden rinnalle ympäristöystävällisenä vaihtoehtona, mutta aivan uusiakin käyttökohteita syntyy. (Hohteri 2017.)

Leipomo- ja ruokapalvelualalla toimiva suomalainen yritys, Fazer, toi maailman ensimmäisen hyönteisleivän ruokakauppoihin vuoden 2017 lopussa. Leipä nousi uutiseksi ympäri maailmaa ja aiheesta uutisoi muun muassa Guardian, Washington Post sekä BBC. Yksi leipä sisälsi 70 kotisirkkaa. Kasvatetut kotisirkat oli kuivattu ja jauhettu jauheeksi sekä lisätty muiden jauhosten sekaan. Fazer ilmoitti halunsa olla eturintamassa tarjoamassa suomalaisille kuluttajille mahdollisuutta tutustua hyönteisruokaan helposti, herkullisen tuoreleivän muodossa. (Fazer 2017.)

Suuren huomion saaneen sirkkaleivän jälkeen markkinoille on ilmestynyt runsaasti erilaisia hyönteiselintarviketuotteita proteiinipatukoista myslisiin, leipiin, pastaan, makkaroihin ja kasvispihveihin. Tällä hetkellä monet kotimaiset hyönteistuotteet sisältävät ulkomailla kasvatettuja hyönteisiä, sillä kotimaan hyönteistuotanto on vielä liian pientä vastaamaan kysyntään. Lähiruokatuotannon näkökulmasta sirkkatuotantoa tulee kasvattaa reilusti, sillä hyönteistuotteiden kestävä periaate ei toteudu, jos raaka-ainetta joudutaan kuljettamaan tuhansia kilometrejä.

2.3 Tutkimus ja koulutus

Tutkimuksen ja koulutuksen myötä saadaan arvokasta tietoa, jota voidaan käyttää hyödyksi hyönteistalouden kehittämiseksi. Viime vuosien aikana hyönteisiä on tutkittu aktiivisesti etenkin elintarvike- ja rehuteollisuuden näkökulmasta. Tutkimustyöllä saadaan arvokasta tietoa hyönteistalouden kehittämiseksi. Monia hankkeita on syntynyt hyönteiskasvatuksen ympärille, joista yksi esimerkki on Hyönteiset ruokaketjussa -hanke. Hanke oli Turun yliopiston ja Luonnonvarakeskuksen toteuttama ja Tekesin rahoittama tutkimus. Hanke esitteli vuonna 2015 hyönteisruokaa tulevaisuuden visiona ja vuonna 2017 projektin päättyessä hyönteisruokaa sai jo lähimarketeista. Hankkeen tavoitteena oli selvittää parhaat edellytykset hyönteisten tuotannolle ja hyödyntämiselle ruoanlähteenä tai raaka-aineena ruokaketjun eri osissa aina hyönteisten kasvattamisesta kuluttajille saakka. (Luonnonvarakeskus 2015.)

Yksi sirkkojen kasvatuskoetoimintaa sisältänyt hanke on ArvoBio (Puutarhatuotannon uusi kiertotalous). Siinä selvitettiin puutarhatuotannossa syntyvien sivuvirtojen maittavuutta sirkoille, ja toisaalta sirkoille syötettyjen yrttien vaikutusta niiden makuun. (Nokkonen, Pirttijärvi, Järveläinen & Kymäläinen 2018a; Nokkonen, Pirttijärvi, Kymäläinen, & Järvenpää 2018b.)

BioKierto-hanke on myös hyvä esimerkki hyönteistalouden kehittämiseen liittyvästä hankkeesta. Hankkeessa on mukana monia eri tahoja, kuten tutkijoita ja opiskelijoita, joiden tavoitteena on hyönteistalouden kehittäminen Suomessa. (HAMK 2017.)

Tutkimustyöllä saadaan myös arvokasta tietoa suomalaisten kuluttajakäyttäytymisestä. Turun yliopiston ja Luonnonvarakeskuksen hyönteiset ruokaketjussa -hankkeen kysytutkimuksessa kyselyyn vastanneista 585 suomalaisesta 70 % ilmoitti olevansa kiinnostunut hyönteisruoasta ja kolmannes vastaajista oli jo maistanut hyönteisruokaa. Tutkimuksessa selvisi myös, että suomalaisten asenne hyönteisruokaa kohtaan on pohjoismaista myönteisin. (Mäkelä 2016.)

2.4 Hyönteistaloutteen liittyviä asetuksia

Hyönteisiä voidaan kasvattaa elintarvikkeeksi ja rehuksi Eviran laatimia edellytyksiä noudattaen. Hyönteisistä saadun käsitellyn eläinvalkuaisen tuotanto on sivutuotelainsäädännön alaista toimintaa, joka vaatii toiminnan hyväksyntää. (Evira 2017a.)

Tuotantoeläinten rehuksi voidaan tällä hetkellä kasvattaa seitsemää hyönteislajia: mustasotilaskärpänen (*Hermetia illucens*), huonekärpänen (*Musca domestica*), jauhopukki (*Tenebrio molitor*), kanatunkkari (*Alphitobius diaperinus*), kotisirkka (*Acheta domesticus*), trooppinen kotisirkka (*Grylloides sigillatus*) ja kenttäsiirkka (*Gryllus assimilis*). Lemmikkieläinten ja turkiseläinten rehuna voi käyttää myös muita hyönteislajeja, kunhan ne eivät ole tauteja aiheuttavia, suojeltavia eikä haitallisiksi määriteltyjä vieraslajeja. Hyönteisten käyttö rehuna on vielä tuore asia, joten lainsäädäntö on osin vielä valmisteluvaiheessa, mutta hyönteisten kasvatukseen, niistä saatavien rehujen valmistukseen sekä käyttöön sovelletaan tällä hetkellä olemassa olevaa lainsäädäntöä. Lainsäädäntö täsmentyy tulevina vuosina ja vaatimukset voivat muuttua. (Evira 2017b.)

Hyönteisten kasvatusta ja niistä saatavien rehujen valmistusta on rehualan toimintaa, joka edellyttää rehualan toimijaksi rekisteröitymistä. Kaikkien rehuketjun toimijoiden alkutuotannosta valmistukseen, tuontiin, kuljetukseen, varastointiin ja myyntiin tulee rekisteröityä rehualan toimijoiksi. Hyönteisten kasvatusta ja hyönteisrehun tuotannosta osalta lainsäädäntö on vielä täsmentyvä, mutta tällä hetkellä hyönteisten kasvattaminen ja myynti tai luovuttaminen rehuksi käyttöön kokonaisina elävänä, pakastettuna, kuivattuna tai jauhattuna on rehualan alkutuotannon toimintaa, ja toimijan tulee rekisteröityä niin sanotulla F-lomakkeella Eviraan. Alkutuottaja voi käyttää itse kasvatettuja hyönteisiä omien eläinten ruokintaan lainsäädännössä sallituille eläinlajeille. Hyönteisten käyttö kaupalliseen rehuaineen valmistukseen tai rehuseoksen raaka-aineeksi on muuta kuin rehualan alkutuotannon toimintaa, ja se rekisteröidään niin sanotulla A-lomakkeella Eviraan. Hyönteiset ovat eläimistä saatavia sivutuotteita, joten lomakkeelle merkitään myös sivutuotteisiin liittyvä rehutyyppi. (Evira 2017b.)

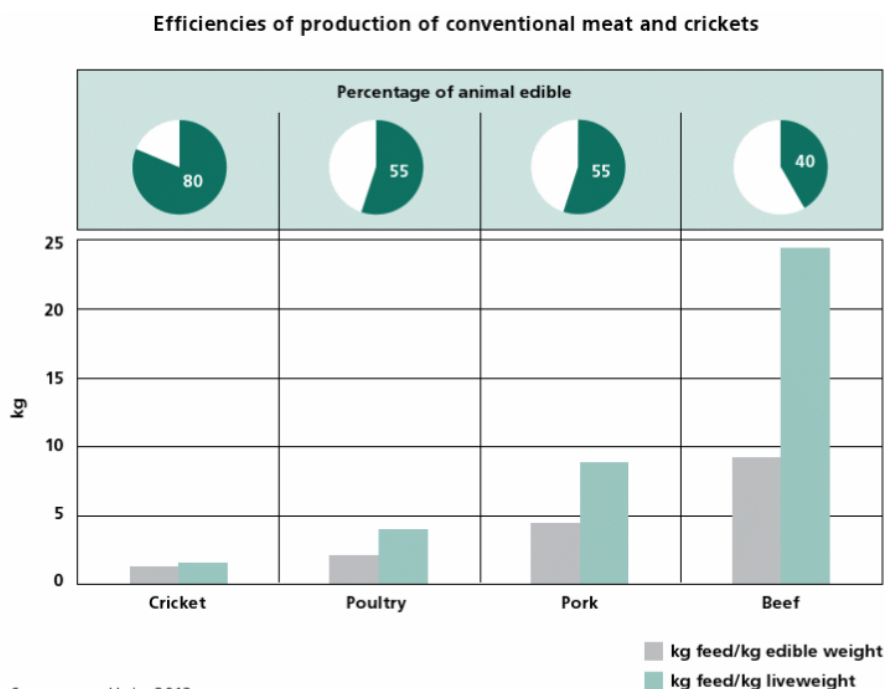
Elintarvikkeeksi saa tällä hetkellä kasvattaa seuraavia hyönteisiä: kotisirkka (*Acheta domesticus*), mehiläinen & kuhnuritoukka (*Apis mellifera*), jauhopukki & jauhomato (*Tenebrio molitor*), trooppinen kotisirkka (*Grylloides sigillatus*), buffalomato (*Alphitobius diaperinus*), idänkulkusirkka (*Locusta migratoria*) ja kaksitäpläsirkka (*Gryllus bimaculatus*). Hyönteisiä elintarvikkeeksi käyttöön kasvattavan toimijan eli alkutuottajan on ennen toiminnan aloittamista tehtävä ilmoitus alkutuotantopaikasta oman kuntansa elintarvikevalvontaan. Jos tuottajalla on jo jonkin tuotantosuunnan alkutuotantoa, esimerkiksi sikojen kasvatusta tai kasvihuonetuotantoa, tuottajan tulee tehdä alkutuotantopaikkailmoitukseensa lisäys, jossa tuottaja ilmoittaa aloittavansa hyönteisten tuotannon elintarvikkeeksi. Lisäyksen voi tehdä

kirjallisella vapaamuotoisella ilmoituksella oman kunnan elintarvikevalvontaan. (Evira 2017a.)

Vaikka hyönteisiä kasvatettaisiin vain elintarvikekäyttöön, on alkutuotajan silti rekisteröidyttävä myös rehualan alkutuotannon toimijaksi. Tämä johtuu siitä, että hyönteisiä ruokitaan rehulla, ja rehujen käyttö ja turvallisuus kuuluvat rehulainsäädännön soveltamisalaan. Toimijan on huolehdittava, että alkutuotantopaikka, siellä tapahtuva toiminta ja tuotetut elintarvikkeet täyttävät lainsäädännön vaatimukset sekä varmistettava ettei elintarvikkeiden turvallisuus vaarannu. (Evira 2017a.)

2.5 Hyönteistuotannon ympäristövaikutuksia

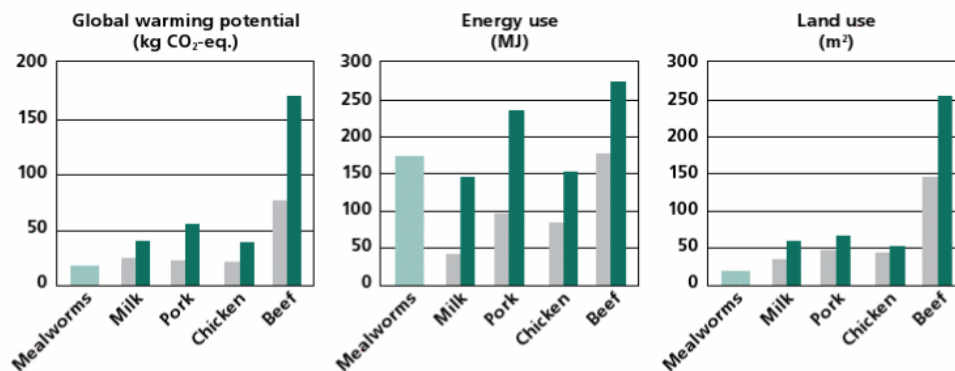
Hyönteiskasvatuksen ympäristöhyödyt perustuvat suuresti hyötysuhteeseen, jolla hyönteiset hyödyntävät rehun kasvuunsa. Kuten kuvassa 2 esitetään, sirkat hyödyntävät rehun kaksi kertaa tehokkaammin kuin siipikarja, neljä kertaa tehokkaammin kuin siat ja 12 kertaa tehokkaammin kuin naudat. Suurilta osin tämä on seurausta hyönteisten vaihtolämpöisyydestä, eli hyönteisten metabolia ei tuota yhtä paljon lämpöä, kuin tasalämpöisten eläinten. Kuvassa 2. esitetään myös, kuinka suuri osa eläimestä on syötävää. Sirkoista voimme syödä 80 %, eli hyödynämme suurimman osan kasvatukseen käytetystä energiasta, kun taas kokonaisuudesta naudasta voimme syödä vain 40 %. Kasvatusprosessissa kuluu siis turhaan energiaa, kun 60 % eläimestä on ravinnoksi kelpaamatonta. (van Huis ym. 2013, 60.)



Kuva 2. Perinteisten tuotantoeläinten ja sirkojen tuotantotehokkuus. (van Huis ym. 2013, 60.)

Hyötyjä saadaan myös, kun käytetään rehuna teollisuuden sivuvirtoja ja näin säästetään peltopinta-alaa ihmisravinnon tuottamiseen. Hyönteiset tuottavat myös vähemmän kasvihuonekaasuja muihin tuotantoeläimiin verrattuna ja niiden kasvatusta vaatii huomattavasti vähemmän pinta-alaa, vettä sekä energiaa (kuva 3). (Van Huis ym. 2013, 59.)

Greenhouse gas production (global warming potential), energy use and land use due to the production of 1 kg of protein from mealworms, milk, pork, chicken and beef



Note: The grey bars are minimal values and the dark green bars are maximum values found in the literature.

Kuva 3. Kasvihuonekaasupäästöt, energiankulutus ja maankäyttö 1 kg:n tuottamiseen jauhomatoja, maitoa, sianlihaa, kanaa ja nautaa. (van Huis ym. 2013, 64.)

Näin ollen sirkkojen kasvatusta kuormittaa ympäristöä vähemmän kuin tavallinen eläintuotanto, mutta silti sirkkojenkin kasvatusta tuottaa enemmän kasvatusjäännöstä kuin itse sirkkoja. Syntyvää ympäristökuormitusta voidaan vähentää entisestään hyödyntämällä kasvatusjäännöstä, esimerkiksi biokaasutuotannossa. (Nokkonen, Kymäläinen, Kannisto & Pirttijärvi 2018c.)

2.5.1 Kasvatusjäännös biokaasutuotannossa

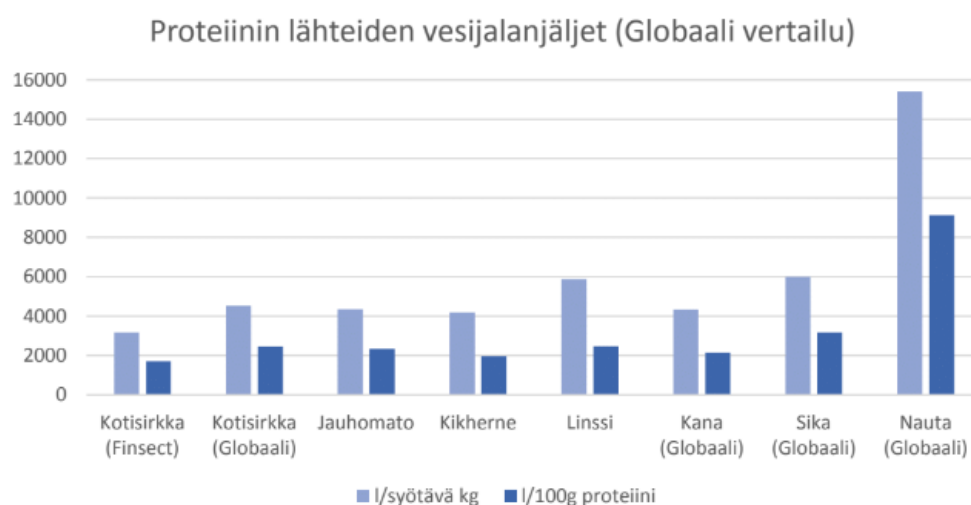
Hämeen ammattikorkeakoulussa (HAMK) tehdyssä tutkimuksessa tarkasteltiin kasvatusjäännöksen hyödyntämispotentiaalia biokaasutuotannossa. Tutkimuksessa kasvatuskokeiden kasvatusjäännös kerättiin talteen sekä laboratorio-olosuhteissa tehdyistä sirkkakasvatuksista että tuotantomittakaavan kasvatuksista Siikosen sirkkafarmilta. Kerätty kasvatusjäännös punnittiin, suhteutettiin kasvatukselta saatua sirkkasatona sekä jäännös seulottiin ulosteaineksen erottamiseksi syömättömästä rehusta. Hyönteisulosteen määrä oli noin puolet kasvatusjäännösestä. Kasvatusjäännösten kuiva-ainepitoisuus oli noin 88–92 % ja jäännöksestä erotetun hienoaineksen metaanituotto oli noin 215 litraa/kg eli noin 235 litraa/kgTS. Saadut tulokset vastaavat tyypillisiä lanta-arvoja, ja tukee näin oletusta, että seulonnassa erottunut hienoaines koostuu pääosin hyönteisulos-

teesta. Kasvatusjäännöksen metaanituotto on kuitenkin tätä selvästi korkeampi, sillä normaalisti kasvatusjäännöksessä oleva ylijäämärehu parantaa jäännöksen biokaasutuottoa. Sirkkojen tuotanto ja biokaasulaitos sopivat erinomaisesti yhteen; kasvatuksessa voidaan hyödyntää biokaasutuotannossa käytettäviä sivuvirtoja, kasvatus tuottaa sivutuotteena biokaasutuotantoon sopivaa syötettä sekä biokaasulaitos voisi myös tuottaa kasvatuksessa tarvittavan lämmön edullisesti. (Nokkonen ym. 2018c.)

2.5.2 Hyönteisten vesijalanjälki

Saukkosen (2017) kandidaatintyössä selvitettiin hyönteisten vedenkuluusta ja arvioitua vesijalanjälkeä verrattiin muiden proteiinilähteiden vesijalanjälkeen. Tuotantoeläinten vesijalanjälki saadaan laskemalla kaikkien sen tuottamiseen kuuluvien osaprosessien vesijalanjäljet yhteen. Vesijalanjälki muodostuu tuotantoeläinten ravinnon tuottamiseen käytetystä vedestä, juomavedestä ja puhtaanapitoon sekä kasvuympäristön ylläpitoon käytettävästä vedestä. Työssä tehtyjen laskelmien mukaan Suomessa tuotetun kotisirkan vesijalanjälki on 3 073 litraa elopainokiloa kohden ja 17 litraa proteiinigrammaa kohden. Tutkimuksessa lasketut vesijalanjäljet tukevat väitettä hyönteisten resurssitehokkuudesta ja tuloksista voidaan päätellä, että kotisirkat ovat vesitehokas vaihtoehto perinteisten tuotantoeläinten lihalle ja kilpailukykyisiä kasviperäisille proteiineille. Suomessa tuotetun kanan vesijalanjälki oli kuitenkin kotisirkan vesijalanjälkeä pienempi. (Saukkonen 2017.)

Kuvassa 4 on vertailtu eri proteiinien lähteiden vesijalanjälkiä. Globaalissa vertailussa Suomessa tuotetun kotisirkan vesijalanjälki on pieni ja suhteellisen samansuuruinen jauhomadon, kasviproteiinien ja kanan vesijalanjälkien kanssa. (Saukkonen 2017.)



Kuva 4. Vertailu eri proteiinilähteiden vesijalanjäljistä (Saukkonen 2017.)

2.6 Sivuvirtojen käyttö hyönteisten rehuna

Sivuvirrat ovat tuotannossa syntyviä materiaalivirtoja, kuten esimerkiksi raaka-aineen osia, joiden syntymistä ei voi estää, mutta jotka eivät päädy myöskään yrityksen varsinaisiin päätuotteisiin. Näitä teollisuuden eri tuotteiden valmistuksen sivuvirtoja voidaan hyödyntää monilla eri tavoilla, kuten hyönteisten ravintona. (Biotalous 2017.)

Hyönteisten luonnollinen ruokavalio on tärkeää ottaa huomioon kasvatussuunnitelmaa tehtäessä. Optimaaliseen massakasvuun päästäkseen, tulee hyönteisten saada kaikki tarvittavat ravintoaineet rehusta. Kun hyönteisiä ruokitaan teollisuuden sivuvirroilla, tulee sivuvirroista tutkia ensin kasvu rajoittavat tekijät, kuten aminohappokoostumus. Jos sivuvirroista saatavan rehun aminohappokoostumus on puutteellinen, tulee sivuvirtoja yhdistellä siten, että löydetään optimaalisin koostumus tukemaan hyönteisten kasvua. (Cohen 2015.)

Hyönteisten kasvatuksessa niiden ravintona voidaan käyttää rehuaineluettelossa mainittuja kasviperäisiä rehuaineita, kivennäisyhdisteitä, maito- ja munatuotteita, muista kuin märehittijöistä saatua hydrolysoitua proteiinia ja gelatiinia, kalajauhoa sekä entisiä elintarvikkeita, jotka eivät sisällä lihaa tai kalaa. Hyönteisiä ei saa kasvattaa elintarvike- tai rehukäyttöön jätteillä, joihin luetaan mukaan biojäte, teuras- ja kalanperkuujäte sekä lanta. Biojätteellä ei kuitenkaan tarkoiteta rehukäyttöön eriteltyjä kasviperäisiä tuotteita, esimerkiksi suurkeittiöiden tai ravintoloiden kasviksia, jotka eivät ole olleet tarjolla, ja teollisuudessa erikseen kerättyjä kasvien osia. Hyönteisten rehuissa ei saa myöskään esiintyä salmonellaa. Kiellettyjä tai haitallisia aineita ei saa rehuissa olla yli lainsäädännössä määriteltyjen enimmäismäärien. Rehujen on siis oltava hyvälaatuisia ja hyönteisten ruokintaan sopivia ja mikään pilaantunut ei sovi hyönteisten rehuksi. Myös hyönteisten juomaveden on oltava hyvälaatuista. Hyönteisten rehussa voi käyttää EU:ssa hyväksytyjä rehun lisäaineita, jotka ovat mainittu rehun lisäainerekisterissä. Joissakin rehun lisäaineluokissa hyväksyntä on eläinlajikohtaista, kuten eläintuotantoon vaikuttavien lisäaineiden luokassa esimerkiksi entsyymit ja mikro-organismit. Hyönteisille ei ole hyväksytty vielä yhtään rehun lisäainetta eläinlajikohtaisesti. Hyönteisten ruokinnassa voi käyttää kuitenkin niin sanottuja generisiä lisäaineita, kuten teknologisia lisäaineita. Ruokinnassa voi käyttää myös kaikkien eläinlajien ruokintaan tarkoitettuja lisäaineita, kuten ravitsemuksellisista lisäaineista vitamiineja ja hivenaineita. (Evara 2017a.)

Järveläisen (2018) insinööriyössä selvitettiin puutarhasivuvirtojen käytön mahdollisuuksia hyönteisten ruokinnassa nesteen ja ravinnon lähteenä. Työssä suoritettiin ruokintakokeita kotisirkkoille ja testattiin eri puutarhasivuvirtojen maistuvuutta kotisirkalle. Kasvatuskokeiden tulokset osoittivat puutarhasivuvirtojen käytön olevan toimiva ratkaisu hyönteisten ruokinnassa. Työssä havaittiin parsakaalin, kurkun lehtien ja lehtisalaatin olevan maistuvia kotisirkalle.

2.7 Hyönteistalouden kehitystä edistäviä ja rajoittavia tekijöitä Suomessa

Hyönteistalouden kehitystä edistää tällä hetkellä uuselinarvikeasetuksen tulkinnan muutos, joka on saanut aikaan suuren kiinnostuksen kasvatusta ja uusien kasvatusteknologioiden kehittämistä kohtaan. Päätöksen myötä Suomella on kaikki edellytykset siirtyä hyönteistalouden kehityksen kärkeen myös kansainvälisesti. Turussa elokuussa 2017 järjestetty NICE-konferenssi osoitti, että Suomi voisi olla pohjoismaiden ja Euroopan kärkeessä hyönteistalouden edelläkävijänä. Suomesta löytyy korkeatasoista tutkimusta, kasvattajia, farmitekniikan kehittäjiä sekä kiinnostusta päivittäistavarakaupan alalla sekä ravintola-alalla. Konferenssi oli osa Turun yliopiston ja Luonnonvarakeskuksen Hyönteiset ruokaketjussa -hanketta. (Kairenius 2017.) Suomessa on siis hyvät teknologiset edellytykset automaation kehittämiseksi sekä lisäksi löytyy tietoutta ja resursseja kehittää hyönteisalaa. Suomessa kiinnitetään myös paljon huomiota ja panostetaan ympäristöasioihin, joten hyönteistaloutta voidaan kehittää kestäviä periaatteita noudattaen. Kun hyönteiskasvattamon rakentaa käytöstä pois jääneeseen tuotantoeläinten tilaan ja hyönteisiä kasvatetaan ainakin osittain teollisuudesta tulevilla sivuvirroilla, on toiminta erittäin kestävä.

Suomen haasteita alalla ovat liian pienimuotoinen tuotanto, kuluttajien epäröinti hyönteissyöntiä kohtaan, EU-maiden hallinnolliset esteet ja rahoituksen saaminen. EU:n alueella toimivat hyönteistalouden yritykset ovat jääneet kauas kiinalaisten, yhdysvaltalaisien ja eteläafrikkalaisten suuryritysten tietotaidosta tiukkojen säännösten vuoksi. (Huldén 2015, 241.) Hyönteistalouden kehitystä rajoittavat säännökset estävät esimerkiksi mustasotilaskärpäsen ruokkimisen sen luontaisella ravinnolla, eli jäteteellä. Näin estetään mahdollisesti merkittävät ympäristölliset hyödyt. (Lalander 2018.) Mustasotilaskärpästä käsitellään lisää luvussa 3.3.




Suomi voi mennä suunnannäyttäjän eli Alankomaiden perässä, jossa viranomaiset suhtautuvat suojeasti uusiin elintarvikkeisiin ja ovat huomanneet hyönteisalalan taloudelliset mahdollisuudet. Alankomaat ovat asettaneet itselleen tavoitteen, että vuoteen 2020 mennessä kasvatetut hyönteiset on liitetty sekä ravinto- että rehuketjuun. (Huldén 2015, 240.) Tämä on hyvin mahdollista toteuttaa myös Suomessa, sillä tutkimusten mukaan suomalaiset suhtautuvat Pohjoismaista positiivisimmin hyönteisiin. Ihmisten avoimuus kokeilla hyönteistuotteita on avainasemassa tuotekehityksen ja hyönteistuotteiden vakiintumisen kannalta. Työvoimakustannukset ovat Suomessa korkeat, joten kasvatuksen pitää perustua automaatioon. Hyönteiskasvatuksen automaatiolla on mahdollisuudet uudeksi teknologian alaksi ja vientituotteeksi. (Leppänen 2015.)

3 RAVINTOHYÖNTEISET SUOMEN OLOSUHTEISIIN

Hyönteisiä syödään useissa maissa ja syötäviä hyönteislajeja tunnetaan jo lähes 2 000. Hyönteiset kuuluvat noin kahden miljardin ihmisen päivittäiseen ruokavalioon, mikä vastaa kolmannesta koko maailman väestöstä. (van Huis & Tomberlin 2017.) Länsimaissa kiinnostus hyönteiskasvatusta ja kasvatusteknologian kehittämistä kohtaan on herännyt muutaman viime vuoden aikana, kun havahduttiin näkemään hyönteiset resurssitehokkaana ja ekologisena proteiinilähteenä. Euroopassa Suomi kuuluu Belgian ja Hollannin kanssa hyönteistalouden kasvatusteknologian kehittämisen kärkimaihin (Nokkonen 2017). Hyönteiset ovat erinomainen proteiinin lähde ja ne sisältävät runsaasti vitamiineja, rasvaa, kuituja ja mineraaleja. Vitamiini- ja hivenainekoostumukset vaihtelevat hyönteislajeittain ja myös elinympäristöllä ja niiden syömällä ravinnolla on vaikutusta hyönteisten sisältämiin ravintoarvoihin. Hyönteiset muuttavat tehokkaasti syömänsä ravinnon biomassaksi ja niiden kasvatuksessa voidaan hyödyntää eri teollisuudenalojen biosivuvirtoja. Muita hyönteisten etuja muihin tuotantoeläimiin verrattuna ovat tehokas lisääntymiskyky, lyhyt elinkaari sekä pieni tilantarve. (van Huis & Tomberlin 2017.)

Tällä hetkellä kiinnostavimmat hyönteislajit elintarvike-, rehu- ja muuhun käyttöön Suomessa ovat kotisirkka (*Acheta domesticus*), jauhomato (*Tenebrio molitor*) ja mustasotilaskärpäsen toukka (*Hermetia illucens*). (Nokkonen 2017.) Näiden hyönteisten ominaisuuksia on esitelty taulukossa 1. Lajien edullisia puolia ovat kohtuullisen suuri koko, yksinkertainen kasvatustapa, mahdollisuus ruokkia orgaanisella jätteellä, tehokas lisääntyminen, kannibalismin matala aste sekä korkea toleranssi tauteja vastaan. (Taponen 2015.)

Taulukko 1. Kotisirkkan, jauhomadon ja mustasotilaskärpäsen toukan ominaisuuksia. (kuvat; kotisirkka: shutterstock 2017, jauhomato: depositphotos 2012, Mustasotilaskärpäsen toukka: Jungle Bob's Reptile World 2018.)

	Kotisirkka (<i>Acheta domesticus</i>)	Jauhomato (<i>Tenebrio molitor</i>)	Mustasotilaskärpäsen toukka (<i>Hermetia illucens</i>)
			
Ravintosisältö (suuntaa antavia arvoja)	Proteiinia 20 % rasvaa 6 % kuitua 3 %	Proteiinia 18 % rasvaa 13 % kuitua 2 %	Proteiinia 17 % rasvaa 14 % kuitua 3 %
Koko (Harvestoidessa)	2,5 cm	3 cm	2 cm

Jatkuu

Jatkuu

Väriyty	Vaalea	Kellertävä	Aluksi vaalea ja muuttuu tummaksi
Elinkaaren pituus harvestointiin asti	noin 35 päivää	noin 30 päivää	noin kaksi kuukautta
Ravinto	vihannekset, hedelmät, viljatuotteet, kuolleet hyönteiset	Jauhot, siemenet, vihannekset, hedelmät, juurekset	Hajoava aines, mätänevät vihannekset ja hedelmät ja muu mätänevä biomassa, lanta
Olosuhteet	Lämpötila 28–30 °C RH 50–60 %	Lämpötila 29–32 °C RH 50–55 %	Lämpötila 25–28 °C RH 60–70 %

Muita hyönteisiä jotka täyttävät edellä mainittuja ehtoja ovat huonekärpänen (*Musca domestica*), omenakääriäinen (*Cydia pomonella*) ja silkkitoukka (*Bombyx mori*). (Taponen 2015.)

3.1 Kotisirkka (*Acheta domesticus*)

Kotisirkka on vaalea väriykseltään ja kasvaa noin 2,5 cm mittaiseksi. Hyönteinen muistuttaa rakenteeltaan heinäsiirkkoja, mutta on niitä litteämpi ja tukevampi. (Gustafsson & Gustafsson 2006–2009.) Kotisirkat kuuluvat suosasiipisten lahkoon ja ravintohyönteisistä ne ovat kenties kaikkein suosituimpia. Suosio johtune lajin hyvästä ravintoaine koostumuksesta ja kotisirkan helposta kasvatuksesta. Sirkka mielletään myös helpommin lähesyttäväksi elintarvikemielessä, etenkin maissa, joissa hyönteisten syönti ei ole vielä tavallista (EntoCube 2018). Kotisirkat ovat myös nopeita lisääntymään. Munasta kuoriutuminen kestää alle kaksi viikkoa ja sirkkan kasvaminen syötävän kokoiseksi kestää noin viisi viikkoa, joten kasvu-aika on lyhyt. (van Huis & Tomberlin 2017, 274.) Kotisirkkojen kasvatusta käsitellään lähemmin luvuissa 5–5.3.2. Kotisirkkoja on myöskin helppo käsitellä, sillä ne hyppivät sukulaissirkkojaan vähemmän. Huldénin (2015, 234) mukaan varsinkin Thaimaassa kotisirkat ovat olleet jo pitkään suosittuja ja että kotisirkan suosio perustuu sen makuun ja siihen, että naaraat tuottavat runsaasti munia, joista tulee paistettaessa herkullisen rapeita. Kotisirkat sisältävät 50–65 % proteiinia ja 5–20 % rasvaa kuiva-aineesta. Sirkat sisältävät myös runsaasti kuitua sekä erilaisia vitamiineja kuten kalsiumia, fosforia, magnesiumia, kaliumia, rautaa ja sinkkiä, mikä tekee niistä loistavan lisämonipuoliseen ruokavalioon (van Huis & Tomberlin 2017). Sirkat kuuluvatkin monien ihmisten päivittäiseen ravintoon maailmanlaajuisesti etenkin Afrikassa, Etelä-Amerikassa ja Aasiassa. (Gustafsson & Gustafsson 2006–2009.)

Kotisirkka koiraiden ominaisuuksiin kuuluu sirittäminen, mikä tulee ottaa huomioon sirkkakasvattamoa rakentaessa, sillä se saattaa häiritä joitakin ihmisiä. (Gustafsson & Gustafsson 2006–2009.) Kotisirkka on kaikkiruokainen ja syö kasvinosia, viljatuotteita, kuolleita hyönteisiä ja tarvittaessa jopa

paperia ja tekstiilejä. Jos sirkoille tarjotaan liian vähän proteiinipitoista ravintoa, syövät ne tarpeen vaatiessa jopa lajitovereitaan. (Markkula 2012.)

Suomen olosuhteisiin kotisirkat sopivat hyvin, sillä Suomessa on runsaasti sopivia kasvatustiloja sekä sopivaa ravintoa sirkkojen rehuksi. Monet tuotantoeläinten kasvattajien kasvatustilat kuten sikalat ja navetat jäävät tyhjilleen, kun kasvattajat luopuvat tämän elinkeinon harjoittamisesta kasvavien kustannusten myötä. Esimerkiksi vanhat navetat ja sikalat sopivat hyvin sirkkojen kasvattamiseen pienien muutosten jälkeen. Teollisuudesta syntyy myös jatkuvasti sivuvirtoina kotisirkoille sopivaa ravintoa, joka olisi energiatehokasta hyödyntää rehuna. (EntoCube 2018.)

3.2 Jauhopukki (*Tenebrio molitor*)

Jauhopukki on noin 2 cm pitkä ja väritykseltään tummanruskea tai musta. Sen toukka, eli jauhomato, on yleisin matelijoiden ja lintujen ruokana käytetty hyönteinen. Nykyään myös ihmisravintona suosiotaan nostanut jauhomato on hunajanruskea, kiiltävä ja se kasvaa yleensä 3 cm:n mittaiseksi. Ravintona erittäin energiapitoiset jauhomadot ovat yksinkertaisia kasvat-
taa mutta ne myös leviävät helposti ympäröivään tilaan, jossa se luokitellaan tuholaiseksi (Helsingin kaupungin ympäristöpalvelut 2017). Jauhomadon eri ekotyypit ovat tunnettuja ympäri maailman ja niitä pidetäänkin usein enemmän tuholaisina elintarvikealalla niiden ruokavalion takia. Kuitenkin tällä hetkellä lajia pidetään lupaavana tulevaisuuden proteiinilähteenä sen helpon kasvatuksen takia. Jauhomato on erinomainen proteiinilähde, jonka kanssa tehokkuudessa nykyiset valkuaisainelähteet eivät pysty kilpailemaan. Kun tehokkaimmalle tuotantoeläimelle broilerille, syötetään kilo rehua, se tuottaa lihaa 250 grammaa. Jauhomadot tuottavat samalla rehumäärällä noin 600 grammaa. Se tekee jauhomadosta ylivoimaisen eläinproteiinilähteen verrattuna perinteisiin tuotantoeläimiin. Kotisirkkojen tavoin jauhomadot voivat käyttää ravintonaan melkein mitä tahansa eloperäistä ainesta. Ne pystyvät syömään rehun ja sahajauhon muodostamaa massaa, joka voi sisältää sahajauhoja jopa viisi prosenttia. Perinteisiin tuotantoeläimiin verrattuna jauhomadot ovat siis parempia rehu-
raaka-aineensa hyödyntäjiä. (Jaakkonen 2014.)

Jauhomadot eli jauhopukit ovat kovakuoriaisia mutta lajia kutsutaan usein madoksi, sillä ne ovat tärkeimmän osan elämästään matoina. Jauhomadot sisältävät vähemmän proteiinia kuin kotisirkat mutta enemmän kuin muut yleisessä massakasvatuksessa olevat lentävät hyönteiset. Jauhopukkeja on myöskin erittäin helppo kasvat-
taa sekä käsitellä niiden lentokyvyttömyyden takia. Tenebrionidae –suvun lajeista juuri *Tenebrio molitor* (suom. Jauhopukki) on potentiaalisin massatuotantoa varten. Ne levittävät vähemmän tauteja ja ovat suurempia kooltaan kuin lähisukulainen laji, kanatunkkari (engl. lesser mealworm), jota välillä kutsutaan myös pikkujauhomadoksi. Jauhomadoilla ja erityisesti *T. molitor* lajilla on suuri potentiaali elintarvike- ja rehuteollisuudessa, mutta myös niistä tehty öljy on ollut tutkimusten aiheena. Jauhomadot sisältävät tyydyttymättömiä rasvahappoja ja

omega-3 ja omega-6 rasvahappojen suhde on erittäin hyvä ja sen oksidaatiivinen tasapaino on erinomainen. Tämä tekee siitä erinomaisen rasvahappojen lähteen ihmisten ja eläinten ravitsemuksessa. (van Huis & Tomberlin 2017, 259–262.)

Luonnonvarakeskuksen tutkija Pertti Marnila on mukana Luken jauhomatojen ja niille sopivien rehujen tutkimuksessa. Tämän opinnäytetyön yhteydessä Marnila vastasi kysymyksiin ja kertoi ajatuksiaan jauhomatoihin liittyen seuraavasti. Ideaalisin rehu jauhomadoille on tutkimuksen alla ja aiheesta on tulossa julkaisuja. Jauhomato tarvitsee runsaasti proteiinia kasvaakseen. Teollisuuden sivuvirroilla ruokittaessa rehuseokseen tulee luultavasti lisätä aminohappoja tai rehuhiivaa. Rehulaadusta riippuen, yhden jauhomatokilon tuottamiseen kuluu 2–3 kg rehua mutta optimaalisella rehulla määrä voi olla myös alle 2 kg. Marnila kertoo, että jauhomadon kaupalliseen kasvatukseen liittyy myös paljon haasteita. Kasvatusteknologia ei ole ehtinyt vielä ratkaisemaan kaikkia jo olemassa olevia haasteita ja uusia haasteita syntyy sitä mukaan kuin tuotanto automatisoituu. Jauhomatoja uhkaa monet loiset kuten loispunkit ja nahkakuoriaiset, jotka leviessään saattavat tuhota koko populaation. Kun tuotetaan jauhomatoja elintarvike- ja rehuteollisuuden mikrobiologiset haasteet tuottavat ongelmia. Tutkimuksissa jauhomadoista on löytenyt esimerkiksi enterobakteereja, hiivaa ja muita mikrobiologisia epäpuhtauksia. Kuten muutkin liha-tuotteet, esimerkiksi kanan- ja porsaanliha, tulee lämpökäsitellä ennen syömistä, tulee jauhomadotkin kuumentaa. Paine- ja lämpökäsittely on todettu tehokkaimmaksi puhdistusmenetelmäksi. Myös elinkierron hallinta sekä valon ja lämpötilan synkronointi aiheuttavat ongelmia jauhomatojen kasvattamisessa. Ihmisten on myös todettu olevan enemmän allergisia jauhomadoille kuin esimerkiksi sirkoille. Kuten sirkkojenkin tuotannossa, myös jauhomatoja kasvatessa hengityssuojainta on suositeltavaa käyttää. Jauhomatojen kasvattamisessa ilmaan syntyy runsaasti pölyä, joka saattaa aiheuttaa allergiaa tai levittää tauteja. Etuja jauhomadon tuottamisessa on, että se vaatii pienen tuotantotilan, kasvatus vaatii vain vähän työtä, toukkia on helppo käsitellä ja niissä on hyvä umaminen maku. Toukkia ei tarvitse myöskään paastottaa. (Marnila 2018.)

Jauhomadon kasvatus vaatii tuotantotilalta 25–30 °C lämpötilan ja 60 % suhteellisen ilmankosteuden. Rakenteiden kostumista on vältettävä homeongelmien estämiseksi eli tuuletuksesta on huolehdittava ihmisten ja toukkien hyvinvoinnin takaamiseksi. Marnila näkee hyvät mahdollisuudet toukkien kasvattamiselle tämän työn kohdealueella Kangasalla. Kohdealueella Linkosuon lepomolta sivuvirtana syntyvien jauhon, taikinan ja epäkuranttin leivän soveltuvuutta jauhomadoille olisi mielenkiintoista tutkia. Marnila kertoo myös, että tulevaisuudessa kaupallisessa toiminnassa teknologia ja automaatio ovat ehdottoman tärkeitä. Kasvatusteknologian tulee vielä kehittyä, jotta suurimmat kustannukset eivät syntyisi työkustannuksista. Kun hyönteistuotteiden uutuudenviehätys loppuu ja ihmiset eivät kokeile tuotteita enää kokeilunhalusta, vain ne tuotteet pärjäävät,

jotka maistuvat hyvälle. Tuotekehityksellä on siis suuri rooli hyönteistuotteiden menestyksessä. (Marnila 2018.)

3.3 Mustasotilaskärpäsen toukka (*Hermetia illucens*)

Viimeisen 30 vuoden ajan mustasotilaskärpästä on tutkittu maailmalla kahdelta eri kannalta, orgaanisen jätteenkäsittelyn ratkaisuna sekä vaihtoehtoisena proteiinina. Mustasotilaskärpäsen toukat ovat kaikkiruokaisia syöjiä, jotka pystyvät käyttämään ravintonaan laajan skaalan kasvi- ja eläinperäisiä tuotteita, kuten hedelmiä, vihanneksia, viljoja, kudoksia, ulosteita ja mätänevää biomassaa. Toukat muuttavat tämän omaksi biomassakseen, josta noin 45 % on proteiinia ja 35 % rasvaa. Kotisirkkaan ja jauhomatoon verrattuna mustasotilaskärpäsen toukat ovat kaikkiruokaisempia, mikä tekee lajista yhden tehokkaimmista biomassan hyödyntäjistä. (Parviainen 2016.) Tästä johtuen Mustasotilaskärpäsen toukat sopivat erittäin hyvin erilaisilla biosivuvirroilla ruokittaviksi. Mustasotilaskärpäsen toukat on myös rehuteollisuuden kannalta erittäin kiinnostava laji niiden kyvyn takia hyödyntää matala-arvoista biomassaa. (van Huis & Tomberlin 2017, 231–233.)

Kuten monilla hyönteisillä munat kuoriutuvat noin neljän päivän jälkeen 27 °C:ssa jonka jälkeen munat käyvät läpi kuusi eri muotoa. Kasvu ensimmäisestä kehitysvaiheesta kuudenteen on erityislaatuista, sillä toukat kuoriutuvat 1 mm pituisina ja voivat kasvaa jopa 3,5 cm pituisiksi. Kasvun tehokkuus riippuu tietenkin olosuhteista, kuten lämpötilasta, suhteellisesta kosteudesta sekä toukkien ruokavalion kosteudesta. Näistä tekijöistä riippuen toukkien kehitys voi vaihdella kahdesta viikosta useampaan kuukauteen. Toukista kehittyy esikotelovaiheen mustasotilaskärpäsiä, jotka ovat väriykseltään tumman ruskeita tai jopa mustia kun aluksi toukat ovat vaaleampia. Yleisesti kotelovaihe kestää kaksi viikkoa tai hieman enemmän riippuen kasvualustasta. Hyvä kasvualusta, kuten puulastut tai multa, lyhentää kotelovaiheen kestoa. Mustasotilaskärpäsen aikuisuudesta on huomattavasti vähemmän tutkimuksia ja tietoa. Yleinen myytti on, että täysikasvuisilla mustasotilaskärpäksillä ei ole toimivia suunosia. Kuitenkin tämä tieto ei ole totta ja myytti johtuu siitä, että aikuiset eivät tarvitse ravintoa selviytyäkseen. Ne selviytyvät toukkavaiheessa kerätyn kehon rasvapitoisuuden avulla. Ilman ravintoa täysikasvuinen selviää hengissä yhdestä kahteen viikkoa. Täysikasvuiset kerääntyvät yhteen ja parittelevat parin päivän jälkeen muodonmuutoksesta. Parittelun jälkeen naaras tarvitsee kaksi päivää kehittäkseen ja laskeakseen munat. (van Huis & Tomberlin 2017, 231–233.)

Mustasotilaskärpästen aminohappokoostumus on parempi kuin soijan, mikä tekee tästä hyönteisestä arvokasta ravintoa. Mustasotilaskärpäsen toukista jauhettua jauhoa käytetään etenkin Kiinassa eläinten rehuksi. Suomessa toukkien rehukäytön tuotekehitys ja tutkimus kehittyvät jatkuvasti. (van Huis & Tomberlin 2017, 231–233.) Mustasotilaskärpäsen ei tällä

hetkellä kuulu Eviran laatimaan listaan elintarvikkeena sallituista hyönteisistä. Lajia saa kuitenkin kasvattaa rehuteollisuuteen käytettäväksi. (Evira 2017a.)

BioKierto-hankkeen järjestämässä Hyönteistaloudesta alueellista liiketoimintaa -työpajassa oli asiantuntijana tohtori Cecilia Lalander, Swedish University of Agricultural Sciences –yliopistosta. Esityksen ja myöhemmin tehdyn haastattelun pohjalta tähän on koottu Lalanderin kokemuksia mustasotilaskärpäsen tuotannosta. Mustasotilaskärpäsen toukkakilon tuottamiseen kuuluu kolmesta neljään kilogrammaa orgaanista sivuvirtaa riippuen sivuvirran laadusta. Pelkästään kasviksilla ruokittuna määrä voi olla jopa 10 kg, sillä toukat syövät luontaisesti eläinperäistä jätettä. Proteiinirehulla ruokkiminen teollisuuden sivuvirran lisäksi ei olisi järkevää, koska silloin koko ravinteiden kierto saamisen idea häviäisi. Kasvu on hitaampaa ilman proteiinirehua mutta proteiinia voidaan lisätä hyönteisten ruokavalioon esimerkiksi meijeriteollisuuden sivuvirroista. Ideaalisin elintarviketeollisuuden sivuvirta toukkien rehuna sisältäisi sekoituksen kasvi- ja eläinperäisiä jätteitä. Tämän hetkisen rehulain tulkinnan mukaan, kyseinen ei ole kuitenkaan mahdollista, sillä eläinperäisiä sivuvirtoja ei saa ruokkia elintarvike- ja rehuteollisuuteen kasvatettaville hyönteisille, ja hyönteiset lasketaan tällä hetkellä kuuluvaksi tuotantoeläimiin. Jätteet ovat myös kiellettyjä hyönteisten ruokavaliossa, joten tuotantotilojen lattioilla käyneet sivuvirrat eivät ole sallittuja. Tämä sotii ajatusta vastaan, että kasvatamalla hyönteisiä sivuvirroilla saadaan ravinteet tehokkaasti kierto. Lalanderin mukaan olisi kiinnostavaa tutkia erilaisia orgaanisen jätteen yhdistelmiä toukkien rehuksi ja tutkia mikä niistä tuottaisi tehokkaimman kasvun. Kiinnostavimpia jätteitä ovat teurasjäte sekä lanta. (Lalander 2018.)

Lalanderin mukaan mustasotilaskärpästen tuottamisen yksi haasteista on, että tuotantokustannuksia ei vielä tiedetä, sillä tällä hetkellä on olemassa vain pieniä koekasvattamoita ja kulut ovat tietenkin paljon korkeammat kuin jos tuotanto olisi tehokkaampaa ja jatkuvatoimisempaa. Haasteita tuo myös aikaisemmin mainittu tämänhetkinen lainsäädäntö, joka kieltää eläinperäiset rehut sekä jätteellä ruokkimisen. Kasvipöytä toukkien ruokavalio hankaloittaa kasvatusta, mutta auttaa kuitenkin kehittämään kasvatusteknologiaa, kunnes lainsäädäntö muutetaan. Sivuvirtojen syöttäminen toukille on luultavasti hyödyllisempää kuin sivuvirtojen biokaasuttaminen ja silti sivuvirroista saatetaan joutua tulevaisuudessa kilpailemaan tunnetumpien yritysten kuten juuri biokaasulaitosten kanssa. Tämä saattaa siis aiheuttaa ongelmia. (Lalander 2018.)

Muihin hyönteisiin verrattuna mustasotilaskärpäsen etu on sen ruokavalio. Toukat voivat syödä puoliksi mädäntynyttä ja homeista orgaanista jätettä. Lalanderin mukaan, toukkia tulisi käyttää juuri jätteenkäsittelyssä ja niistä olisi näin suurin hyöty. Puhtaat kasvipöytä sivuvirrat tulisi hävittää totaalisesti, ja se onnistuu myös muiden hyönteisten avulla. Mustasotilaskärpäsen avulla voitaisiin hävittää myös muuta orgaanista jätettä, jossa

olisi vielä paljon helposti tarjolla olevaa hiilihydraattia sekä proteiinia. Muita hyötyjä toukkien kasvattamisessa onkin juuri ympäristölliset hyödyt. Suurin hyöty on kasvihuonekaasupäästöjen vähentyminen, kun orgaanista jätettä ei sijoiteta kaatopaikalle. Myös rehevöityminen vähenee, kun ravinteet eivät pääse huuhtoutumaan vesistöihin paremman jätteenkäsittelyn seurauksena. Pohjoismaisen ajattelutavan mukaan, on tehokkaampaa kierrättää orgaaninen jäte suoraan takaisin elintarvikekiertoon, kuin polttaa tai kompostoida jäte ravinteiksi, jotka myöhemmin käytettäisiin ravinnon viljelyyn. Orgaanisen jätteen mahdollisimman pieni käsittely sekä nopea takaisin kiertoon sijoittaminen kuluttaa vähemmän energiaa ja luonnonvaroja ja näin ollen säästää ympäristöä. Ympäristöhyötyjä tulee myös välillisesti, kun soijan ja kalajauhon tuonti vähenee. Soijan ja kalajauhon tuotannolla on molemmilla erittäin huono vaikutus ympäristöön, etenkin luonnon monimuotoisuuteen eli biodiversiteettiin. Mustasotilaskärpästen kasvatuksen yhteydessä on kuitenkin saatava prosessissa haihtuva ammoniakki talteen, muuten se aiheuttaa ympäristön happamoitumista, joka on ympäristölle haitallista. (Lalander 2018.)

Lähitulevaisuudessa Lalander uskoo, että mustasotilaskärpäsen toukkia aletaan käyttää kalojen rehuna sekä mahdollisesti myös siipikarjalle, mutta elävinä. Pidemmällä tähtäimellä hän uskoo, että orgaanisten jätteiden käyttäminen rehuksi kasvatettavien hyönteisten ravintona sallitaan. Lalander ei osaa sanoa aikajanaa tämän muutoksen tapahtumiselle, mutta uskoo siihen kuitenkin vahvasti, sillä Kanadassa muutos on jo tapahtunut. Muualla maailmalla mustasotilaskärpästen toukkien kasvattaminen orgaanisella jätteellä rehuksi lisääntyy. Lannan käyttäminen rehuna tuskin sallitaan lähivuosien aikana. (Lalander 2018.)

Säädöstulkinnat elävät jatkuvasti ja Luke on käynyt aktiivista keskustelua säädöstulkinnoina Eviran asiantuntijoiden kanssa. Mustasotilaskärpästen loppukäyttö ratkaisee paljolti, miten eri lainsäädäntöjä sovelletaan. Jos mustasotilaskärpäsiä tai niistä saatavia jakeita ei käytetä rehuksi tai ruuaksi, ei rehulakia sovelleta. Silloin jätteiden prosessointi kärpästen avulla voitaisiin sallia, jos toiminnan turvallisuuteen liittyvät asiat ovat riittävän hyvin hallinnassa. Luke on aloittamassa jätteiden mustasotilaskärpäsprosessointia koskevan kokeellisen tutkimuksen. Tiedon tuottaminen viranomaisille riskien hallinnasta on tärkeä osa tutkimusta. (Marnila 2018.)

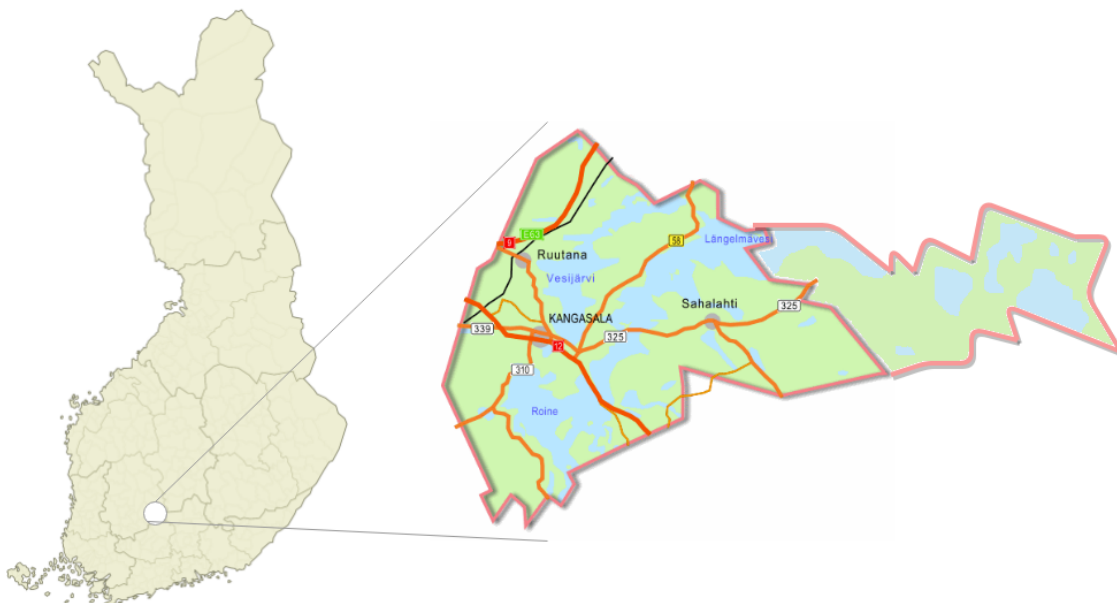
4 KOHDEALUEEN KUVAUS

Tässä luvussa on kuvattu opinnäytetyön kohdealuetta ja siellä syntyviä hyönteistalouden kannalta merkittävimpiä biosivuvirtoja.

4.1 Maantieteellinen sijainti

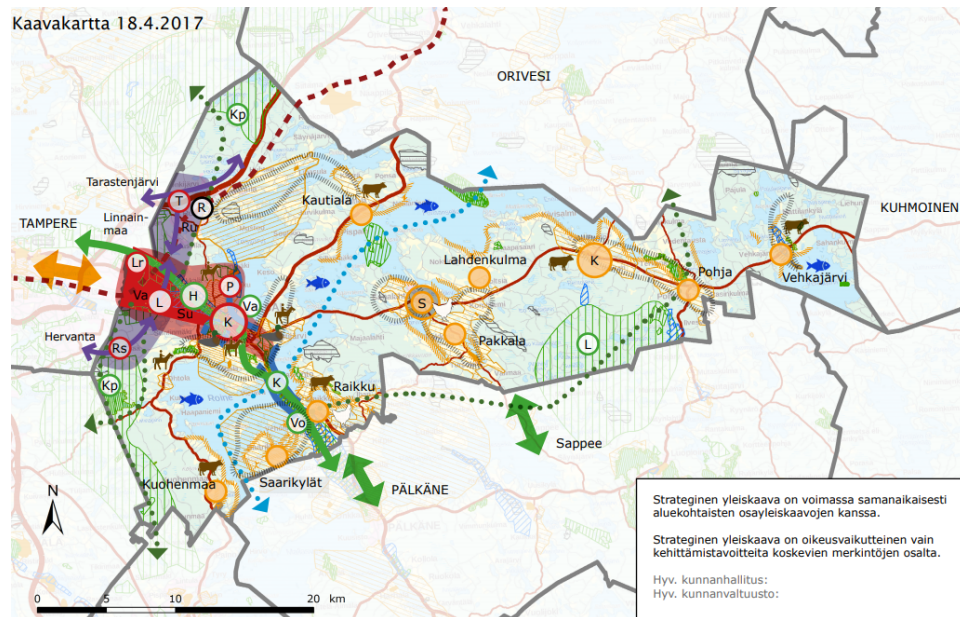
Kangasala on noin 31 000 asukkaan kaupunki, joka sijaitsee Tampereen itäpuolella, Pirkanmaan maakunnassa (kuva 5). Kaupungilla on 870 00 km² pinta-alaa, josta 658 00 km² on maapinta-alaa. Sahalahti on Kangasalaan kuuluva talouskeskittymä, entinen oma kunta, joka liitettiin Kangasalaan vuonna 2005. Sahalahden pinta-ala on 172,04 km², josta 135,15 km² on maalla. Ennen kuntaliitosta vuonna 2004 Sahalahden väkiluku oli 2 276. (Kangasala 2018.)

Sahalahti valittiin hankkeen kohdealueeksi, sillä alueella syntyy merkittäviä määriä erilaisia ravinnerikkaita biosivuvirtoja, joiden hyödyntämistä on tarve tehostaa ja saada ravinteet takaisin kiertoon. Alueella on myös suuri tarve vesiensuojeluun, jota voidaan edistää ravinnekierrätyksellä. Alueen valumavedet päätyvät Itämereen johtavaan Kokemäenjoen vesistöön Längelmäveden kautta. Pirkanmaan ELY-keskus on todennut alueen yhdeksi keskeiseksi Pirkanmaan biotalouden kehittämiskohteeksi. Alueelle on tarve luoda uusia liiketoimintamahdollisuuksia. Uusia liiketoimintamahdollisuuksia voidaan luoda edistämällä teollisuuden ja maaseutuelinkeinon yhteistyötä. (HAMK 2017.)



Kuva 5. Kangasalan Sahalahti Suomen kartalla (Muokattu lähteestä Kangasalan kunta 2002.)

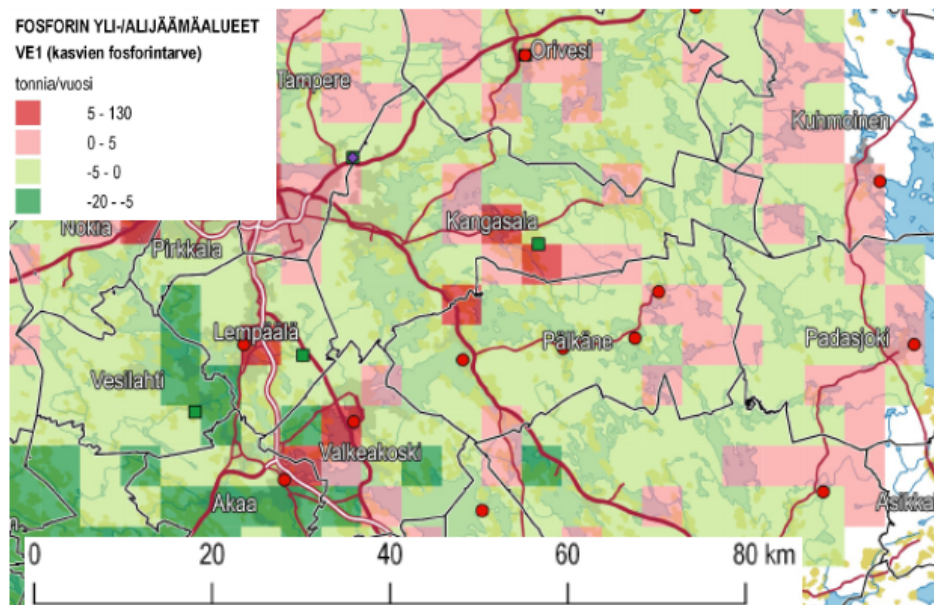
Kangasalan strategisesta yleiskaavasta (kuva 6 s. 24) voidaan todeta, että Kangasalan ja Sahalahden alueella on runsaasti maatalouselinkeinon, hevostalouden ja luontomatkailun kehittämisalueita.



Kuva 6. Kangasalan strateginen yleiskaava 2040 (Kangasala 2017.)

4.2 Kohdealueella syntyvät biosivuvirrat

Maantieteellisesti pienelle alueelle on keskittynyt paljon biosivuvirtoja tuottavia elintarviketeollisuuden sekä maa- ja puutarhatalouden yrityksiä. (HAMK 2017.) Fosforin yli- ja alijäämän alueita esittävässä kartassa (kuva 7), on Kangasalan kohdalla useita fosforin ylijäämäalueita.



Kuva 7. Fosforin yli- ja alijäämäalueet (Pirkanmaan ravinnekartoitus 2017.)

Fosforin yli- tai alijäämällä tarkoitetaan ravinnetasetta, joka tässä yhteydessä on laskettu maahan lannoitteissa lisättävien ravinteiden ja alueella syntyvien käytettävissä olevien ravinteiden erotuksena. Fosforin ylijäämäalueilla syntyy ravinteita, jotka tulisi ohjata takaisin kiertoon. (Pirkanmaan ravinnekartoitus 2017.) Opinnäytetyö tarkastelee merkittävimpiä hyönteistuotantoon soveltuvia biosivuvirtoja kohdealueella, jotka on esitelty seuraavissa kappaleissa (4.2.1–4.2.4).

4.2.1 Elintarviketeollisuus

Elintarvikeyritys Saarioinen Oy:n Sahalahden tehtaalla valmistetaan vuodessa 29 miljoonaa kg ruokaa, josta biojätettä syntyy noin 700 000 kg (Saarioinen Oy 2018). Elintarvikeyritys toimittaa merkittäviä määriä biojätteitä käsiteltäväksi jopa yli 100 km:n etäisyydelle, mikä on kallista kuljetuksen osalta. Toiminta kuormittaa myös ympäristöä. Hyönteistuotannon näkökulmasta kiinnostavia sivuvirtoja syntyy tuotannossa tuhansia kiloja vuodessa. Näitä sivuvirtoja ovat jätteenä luokittelemattomat kasviperäiset massat kuten porkkana-, peruna- ja lanttusose. Myös hyönteistuotantoon soveltuvaa pastalevyjen leikkuujätettä syntyy merkittäviä määriä. Osa tuotannon sivuvirroista sijoitetaan turkiseläinrehukäyttöön, joten näille sivuvirroille tulisi selvittää vaihtoehtoisia käyttökohteita. Tuotannon eri vaiheista tulevat biojätteet yhdistetään, vaikka niissä voisi laadullisesti olla potentiaalia käsitellä ja jalostaa erillisiksi lopputuotteiksi. Yrityksen näkökulmasta näille biojätteille olisi hyvä löytää kustannustehokkaita ja ympäristövastuullisia hyödyntämistapoja Sahalahden alueella. Elintarvikeyritystä kiinnostaa biojätteiden ohella myös nestemäiset jakeet, jätevedet ja niiden käsittelystä syntyvät lietteet ja näiden parempi hyödyntäminen. Näitä tarkastellaan sekä ravinteiden talteenoton, ravinnekierrätyksen että bio-osuuden hyödyntämisen näkökulmasta. (BioKierto hankesuunnitelma 2017.) Saarioinen on ilmoittanut jättäytyvänsä hyönteistuotteiden valmistuksen ensimmäisestä aallosta (Tervola 2018). Yritys on kuitenkin kiinnostunut hyönteistalouden kehittämistä ja antamaan tuotannossa syntyviä sivuvirtoja hyönteisten rehuksi. Saarioinen pitää myös mahdollisena hyönteistuotteen kehittämisen tulevaisuudessa. (Saarioinen Oy 2018.)

Linkosuo on Kangasalan toiseksi suurin yksityinen työnantaja ja näin hyvä kohde ravinnekierrätyksen tarkasteluun. Linkosuon tunnettujen ruissipsien lisäksi leipomon tuotteisiin kuuluvat myös leivät ja pullat. Linkosuon Leipomo Oy:n kehitysjohtaja Suvi Urvikko-Mäkivaara kertoo, että leipomossa syntyvä eloperäinen jäte on suurilta osin taikinaa, jauhoa ja epäku-ranttia valmista leipää. Leipähävikki on suurilta osin vain ulkonäöllisesti vi-allista. Biojättemäärä leipomossa on noin 20 000 kg kuukaudessa ja tämä sisältää taikinaa ja pakattua leipää, joka ei kelpaa eläinrehuksi pakkauksen vuoksi. Lisäksi syntyy muuta leipähävikkiä, joka toimitetaan jo nyt rehu-käyttöön. Linkosuo toi markkinoille keväällä 2018 erän sirkkatuotetta, me-risuolalla maustettuja ruis –sirikka snackseja. Tuote jäi kuitenkin vain kokei-lun tasolle, sillä kuten aikaisemmin jo todettiin, sirikkoja tulee käsitellä elin-

tarvikehuoneistossa allergeeninä, joten leipomolla meni liikaa aikaa hukkaan tuotelinjojen välipesuihin ja näin kustannukset kohosivat liikaa. Urvikko-Mäkivaara kertoo, että tällä hetkellä he eivät ole kiinnostuneita hyönteisistä raaka-aineena, mutta mielellään kuulisivat miten yrityksen tuottamia biosivuvirtoja voisi hyödyntää hyönteisten ravintona. (Urvikko-Mäkivaara 2018.)

4.2.2 Puutarhatuotanto

Elintarvikelaitosten lisäksi alueella on myös puutarhayrityksiä ja etenkin muutamia isoja kasvihuonetuottajia. Yksi näistä kasvihuonetuottajista on Oksasen yrtit ja salaatit. Puutarhan tavoitteena on toimia ympäristö vastuullisesti, uusiutuvaa energiaa hyödyntäen ja ravinteita kierrättäen. Yrityksellä on kiinnostusta sekä uusiin ravinnekierrätysmahdollisuuksiin, että tuotannon kannattavuuden parantamiseen. (ArvoBio 2017.)

Oksasen yrtit ja salaatit -puutarhalla muodostuva eloperäinen jäte koostuu kasvien vihreistä osista, pienestä osuudesta multaa ja juuria sekä polyeeteeni muovipurkeista. Tarkkoja osuuksia ei osata sanoa mutta suurin osuus muodostuu kasvien vihreistä osista. Tämän lisäksi muodostuu PVC-jätettä, joka sijoitetaan kaatopaikalle. Jätteiden laatu ja määrä ovat melko tasaista ympäri vuoden ja jätettä syntyy noin 350 kg päivässä. Tällä hetkellä puutarhalla muodostuva eloperäinen jäte ajetaan tilalla olevaan kompostoriin. Kompostointia ei kuitenkaan toteuteta kovin hallitusti, sillä kompostointitornissa ei ole ilmastointia eikä sekoitusta. Kompostoidusta materiaalista rumpuseulalla erotettu aines käytetään naapurissa sijaitsevan maatilän pelloilla lannoitteena. Maanviljelijä puolestaan antaa puutarhalle olkea poltettavaksi, josta saadaan lämpöenergiaa tilan tarpeisiin. Puutarha on kaiken kaikkiaan hyvin omavarainen tila, jossa ravinteiden kierrätys on jo melko tehokkaalla tasolla. (ArvoBio 2017.)

4.2.3 Broilerituotanto

Kohdealueella on merkittävä broileritilojen keskittymä. Alueella on 12–14 tuotantokeskittymää, joissa on yhteensä noin 660 000:n broilerin kasvatuskapasiteetti. Kahden toisistaan etäisimmän kasvattamon välimatka on noin 10 km, mutta noin 400 000:n broilerin kasvatuskapasiteetti sijoittuu neliökilomerin suuruiselle alueelle. Broilerikasvattamoissa syntyy lantaa, joka tällä hetkellä pääosin kompostoidaan. Kompostoinnin ohella alueella on viime vuosien aikana selvitetty myös lantaan pohjautuvan biokaasutuotannon mahdollisuutta. (BioKierto hankesuunnitelma 2017.) Hyönteistalouden näkökulmasta broilerituotanto ei tarjoa hyödynnettäviä sivuvirtoja, sillä eläinperäisillä tuotteilla sekä lannalla hyönteisten ruokkiminen on Suomessa kiellettyä. Kuitenkin hyönteisistä valmistettava rehu olisi erittäin sopivaa broilereiden ruokinnassa ja tukisi alueellista hyödyntämistä, mikäli hyönteiset olisi kasvatettu kohdealueella alueen sivuvirtoja hyödyntäen.

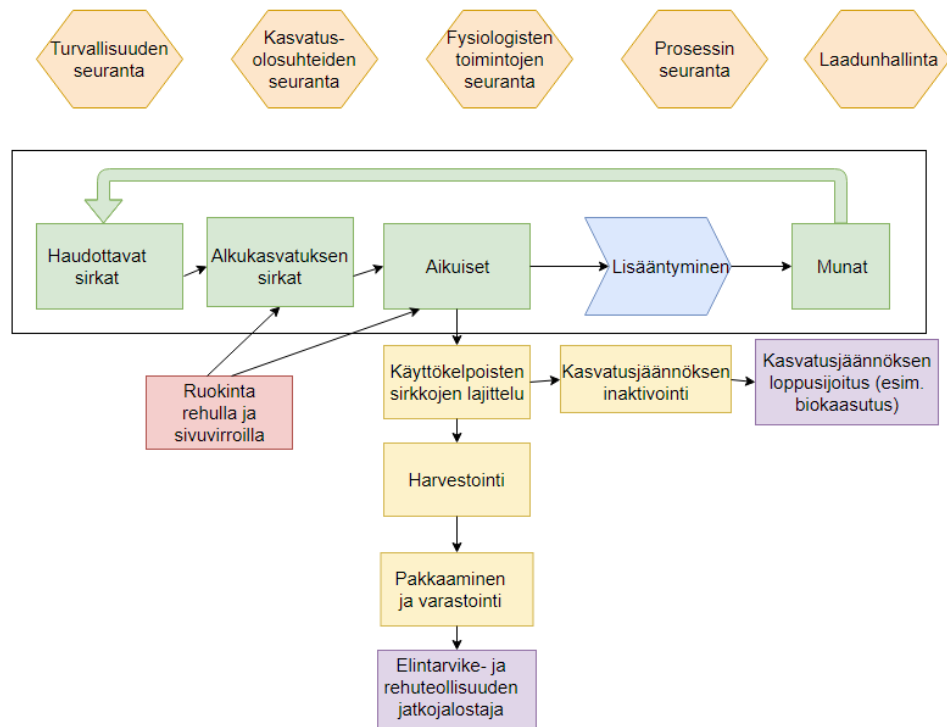
Hyönteiset ovat lisäksi siipikarjan luontaista ruokaa, joten elävien hyönteisten käyttäminen rehuna on myös mahdollisuus.

4.2.4 Hevostalous

Kohdealueella harjoitetaan runsaasti hevostaloutta ja alueella on 2 400 hevosta. (Kangasala 2018.) Syntyvä lanta on näin ollen yksi keskeisistä ympäristökiteijöistä kohdealueella ja sitä syntyy 26 000 kg vuosittain (BioKierto 2018). Paikallisesti lanta saattaa olla merkittävä haittatekijä ympäristölle ravinteiden ja bakteerien kulkeutuessa valumavesien mukana pohjavesiin ja vesistöihin. Myös lannan varastointi saattaa muuttua ongelmalliseksi, jos käytössä ei ole omaa peltoa tai lantaa ei saada muuten hyödynnettyä. Tällä hetkellä lantaa käytetään lannoitteena pelloilla ja puutarhoissa sekä mullan raaka-aineena käsittelylaitoksilla. Toissijaisesti lantaa voidaan hyödyntää energiana kuten polttamalla, mutta tällä hetkellä lannan polttaminen on Suomessa vähäistä tiukkojen päästövaatimusten vuoksi. Vaikka lanta luokitellaan jätteeksi, sen vieminen kaatopaikalle on kiellettyä sen sisältämän biohajoavan kuivikkeen vuoksi. (Savikurki 2010.) Hyönteistalouden näkökulmasta lanta on melko hyödytön sivuvirta. Jos Suomessa hyönteisiä koskeva laki olisi toisin, mustasotilaskärpäsiä voitaisiin käyttää lannan jätteenkäsittelyssä. Kuitenkin tällä hetkellä lanta sopii paremmin BioKierto-hankkeen biokaasutuotannon syötteenä.

5 KOTISIRKKOJEN KASVATUS

Kuvassa 8 (s.28) on esitetty hyönteiskasvatuksen prosessikaavio. Kasvatusprosessi voidaan jakaa kasvatukseen, seurantaan, lajitteluun ja jälkikäsittelyyn. Kasvatuksen edellytys on tieto kasvatettavan hyönteisen ravinto- ja olosuhdevaatimuksista. Oleellista on myös laadun seuranta ja kasvatusolosuhteiden tarkkailu. Tässä luvussa kuvataan kotisirkköjen kasvattamista tarkemmalla tasolla sekä kuvataan kuinka kohdealueella syntyvät biosivuvirrat sopivat kotisirkköjen ruokintaan.



Kuva 8. Hyönteiskasvatuksen prosessikaavio. (Muokattu lähteestä Huldén 2015, 239.)

5.1 Olosuhteet

Kotisirkkojen kasvunopeus, kuten muidenkin hyönteisten, on suuresti riippuvainen lämpötilasta. Ympäristön olosuhteet eivät yleensä ole suotuisat kasvattamiseen, joten optimaalisten kasvuolosuhteiden luominen on usein paras ratkaisu. Sirkat esiintyvät luontaisesti lämpimissä, pimeissä ja kosteissa olosuhteissa. Tutkimukset osoittavat sirkkojen kasvulle optimaalisen lämpötilan olevan 28 °C, kuitenkin nopean kasvun kannalta suositellaan korkeampaa lämpötilaa. Korkeamman lämpötilan myötä hyönteisten stressitaso ja kuolevaisuus nousevat ja lisääntymiskyky laskee. Ihanteellinen kasvatuslämpötila on siis 28–30 °C. (van Huis & Tomberlin 2017, 280.) Sirkat menestyvät suhteellisen kosteuden ollessa 50–60 %. Kuitenkin tulee ottaa huomioon, että korkea lämpötila ja kosteus voivat johtaa homeen ja haitallisten hiukkasten syntyyn, mikä on riski sekä hyönteisille että ihmisille. Homeen syntyä voidaan ehkäistä hyvällä ilmanvaihdolla. Kosteus houkuttelee myös jauhopunkkeja (*Acarus siro*), jotka ovat tuholaisnivekjalkaisia ja voivat aiheuttaa kokonaisen populaation kuoleman. Pintojen puhdistamisella ja kuivaamisella sekä ilmanvaihdolla voidaan ennaltaehkäistä jauhopunkkien syntyä. (Entocube 2018.) Vaikka sirkat ovat yöaktiivisia, elävät ne parhaiten 12 tunnin valoisan ja 12 tunnin pimeän vuorotellessa. Edellä mainittuja muuttujia hieman säätämällä, kasvattaja voi optimoida sirkkojen kasvun mahdollisimman tehokkaaksi. (van Huis & Tomberlin 2017, 274–279.)

5.2 Kohdealueen biosivuvirrat sirkkojen ruokinnassa

Luonnonvarakeskuksen tutkija Pertti Marnila kertoo, että rehu on suurin yksittäinen tuotantokustannus hyönteisten kasvattamisessa. Rehukustannusten määrää voidaan laskea käyttämällä hyödyksi biosivuvirtoja samalla myös tehostaen ravinnekiertoa. (Marnila 2018.)

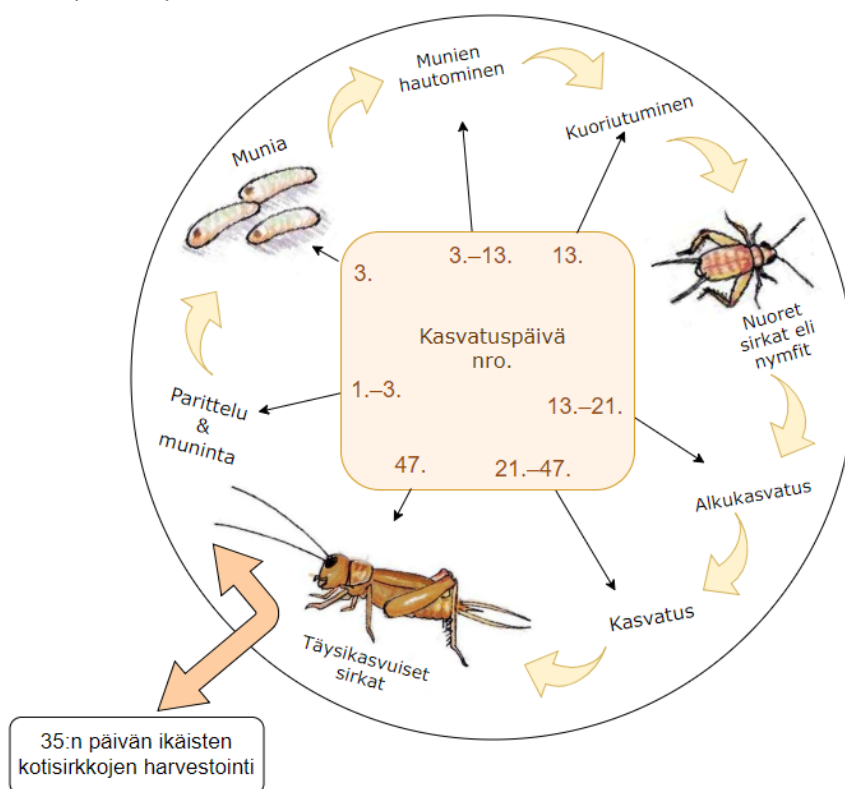
Kotisirrat ovat kaikkiruokaisia ja niiden ravinnoksi käy melkein mikä tahansa elintarviketeollisuuden orgaaninen sivuvirta. Jotta hyönteisistä kasvaa kelpoinen raaka-aine elintarvike- ja rehuteollisuuteen, tulee Eviran laattimia säädöksiä noudattaa. Kuten aikaisemmin on jo mainittu, hyönteisille saa syöttää kasviperäisiä rehuaineita, maito- ja munatuotteita, muista kuin märehittijöistä saatua hydrolysoitua proteiinia ja gelatiinia sekä kalajauhoa. Rehu- ja elintarvikekäyttöön tulevia hyönteisiä ei saa ruokkia biojätteellä, jätteellä eikä lannalla. (Evara 2017a.) Kotisirrat tarvitsevat kasvaakseen rehua, josta ne saavat tarvitsemansa veden sekä vitamiinit ja muita tärkeitä ravintoaineita. Kasvatukseen tarvitaan tämän lisäksi proteiininlähde, joka saadaan EntoCuben antaman arvion mukaan muualta kuin alueelta syntyvistä sivuvirroista. Kohdealueen sivuvirrat eivät välttämättä tarjoa tarpeeksi proteiinia hyönteisten ruokavalioon, joten proteiinia tulee lisätä rehuseokseen. (EntoCube 2018.) Liian vähäisellä proteiinilla sirkat eivät kasva tehokkaasti ja ne altistuvat helpommin sairauksille sekä saattavat sortua kannibalismiin. Kehiteltävän rehuseoksen tulee olla monipuolista ja laadukasta, jotta hyönteiset saavat tarvitsemansa tyypin, proteiinin tai vapaita aminohappoja sekä rasvoja, hiilihydraatteja, vitamiineja ja mineraaleja. (Cohen 2017,31).

Kohdealueella syntyy runsaasti hyönteisten rehuseokseen kelpaavia biosivuvirtoja. Saarioisilla syntyy monia orgaanisia sivuvirtoja mutta hyönteiskasvatukseen soveltuvia ja potentiaalisia rehuraaka-aineita niistä ovat lanttu, peruna, porkkana ja pastalevyjen leikkuujäte. Kyseiset sivuvirrat eivät ole käyneet tuotantotilojen lattialla, kuten suurin osa muista laitoksella syntyvistä biosivuvirroista. Lanttu sisältää ravintosisällöstään 65 % hiilihydraattia, 14 % proteiinia ja 9 % rasvaa sekä 12 % kuitua. Lanttu sisältää myös tärkeitä kivennäis- ja hivenaineita, kuten kalsiumia, kaliumia, magnesiumia, fosforia sekä vitamiineja kuten C-vitamiinia, niasiinia ja folaattia. Peruna tunnetusti sisältää runsaasti hiilihydraattia, jopa 83 % energiasisällöstään. Peruna sisältää proteiinia 10 % ja rasvaa 2 %. Lisäksi Perunassa on myös kaliumia, kalsiumia, magnesiumia, fosforia sekä folaattia. Porkkanan energiasisällöstä 69 % on hiilihydraattia, 8 % proteiinia, 5 % rasvaa ja 15 % kuitua. Porkkana on hyvä A-vitamiinin sekä karotenoidien lähde. (Fineli n.d.) Lantun, perunan ja porkkanan hyvä ravintosisältö tekevät niistä erinomaista ravintoa hyönteisille. Pastalevyt sisältävät vehnää, munajauhetta, rypsiöljyä ja suolaa. Munajauheen runsas proteiinipitoisuus on hyväksi hyönteisten kasvulle. Kohdealueen puutarhatuotannossa sivuvirtana syntyvät salaatinlehdet sekä yrtit sopivat mainiosti kotisirikkojen ruokavalioon. Salaatit ja yrtit ovat vähäkalorisia, mutta tuovat hyönteisten ruokavalioon tärkeitä vitamiineja ja hivenaineita. Esimerkiksi lehtisalaatti on A-, C- ja K-

vitamiinien lähde (Fineli n.d). Linkosuo tuottamista sivuvirroista taikina, jauhot sekä epäkurantti valmis leipä ovat kokeilemisen arvoisia ravintoainelähteitä hyönteisten ruokavalioon, mutta sopinevat paremmin jauhomatojen ruokintaan kuin sirkkojen.

5.3 Kotisirkkojen alkuvaiheiden kasvattaminen

Kasvatettavan kotisirkkan elinkierron vaiheita ovat parittelu ja muninta, munien hautominen, munien kuoriutuminen, nuorien sirkkojen eli nymfien alkukasvatus, varsinainen kasvatus sekä sukukypsien sirkkojen harvestointi (kuva 9).



Kuva 9. Kotisirkkojen elinkierto

Sukukypsyyden saavuttaneista sirkoista osa, eli munintapopulaatio, siirretään takaisin lisääntymään. Tällä tavoin sirkkojen elinkaari alkaa alusta ja kasvatus pysyy jatkuvatoimisena prosessina. Sirkkojen kuoriutumisesta harvestointiin kestää noin 35 päivää. (van Huis & Tomberlin 2017, 274.) Seuraavissa kappaleissa (5.3.1–5.3.2) kerrotaan yksityiskohtaiset ohjeet kotisirkkojen kasvatuksen ensimmäisille vaiheille.

5.3.1 Muninta

Naaraat alkavat munia noin viikon jälkeen aikuistumisesta ja parittelusta ja muninta-aika on parhaimmillaan noin kahden viikon ajan. Tässä ajassa naa-

ras munii 1 200–1 500 munaa, joista kaikki eivät kuitenkaan selviydy kuoriutumiseen asti. Naaraat ovat jatkuvamunintaisia, eli uusia munia kehittyä jatkuvasti jo munittujen tilalle. (EntoCube 2018.)

Munituspehkulla eli kostealla kookoskuidulla osittain täytetty rasia sijoitetaan kasvatuslaatikkoon. Munitusrasia tulee sijoittaa kasvatuslaatikkoon siten, että sirkoilla on sinne esteetön kulku. Pehkua kostutetaan päivittäin puhtaalla vedellä. Naaraille annetaan uusi munituspehku joka toinen päivä kahden viikon ajan, mikäli halutaan muninnan jatkuvan. Sirkkoja voidaan kasvattaa erissä, jolloin munitus, kasvatus, ja sirkkojen keruu tapahtuvat kokonaisuudessaan erikseen kasvatussyklissä. Munia pidetään kosteassa pehkussa kolme päivää, jonka jälkeen multa jaetaan osiin ja jokainen osa siirretään pakasterasioihin, jotka siirretään kukin omaan hautomalaatikkoon kuoriutumaan. (van Huis & Tomberlin 2017, 276–280.)

Muninta tapahtuu lämpöhuoneessa, johon on asennettu ilmankostutin, joka pitää ilman suhteellisen kosteuden 70 %:ssa ja lämpötila on säädetty 30 °C:seen. Päivittäisiin hoitotoimenpiteisiin kuuluu ilmankostuttimen veden lisäys, munituspehkun kostutus sekä emosirkkojen ruokinta. Valojen tulisi olla päällä 12 tuntia päivässä. (van Huis & Tomberlin 2017, 276–280.)

5.3.2 Hautomovaihe ja alkukasvatus

Muninta-ajan jälkeen munat siirretään kannellisiin hautomolaatikoihin, joiden kannet pidetään raollaan sopivan ilmanvaihdon takaamiseksi. Hautomolaatikot sijoitetaan kasvatuskaappiin 29 °C lämpötilaan, ilmankosteudeksi säädetään 60 % ja valoisan ajaksi 12 tuntia vuorokaudesta. Kuoriutumisessa kestää viikosta kahteen viikkoon. Tärkein seurattava asia on munien kuoriutuminen. Tulee myöskin seurata, ettei laatikoihin muodostu hometta. Ensimmäisten kuoriutuneiden yksilöiden havaitsemisen jälkeen, muninta-astiat siirretään kyljelleen hautomalaatikon sisällä. Näin sirkat pääsevät omatoimisesti siirtymään muninta-astiasta hautomalaatikkoon. Laatikoihin laitetaan kananmunakennoja, jotta sirkat voivat piiloutua. Hyönteisille tarkoitettua rehua sekä puhdasta vettä annetaan sirkoille kasvatuksen alusta asti päivittäin. Vesi tarjotaan hyönteisille esimerkiksi talouspaperiin imeytettynä, sillä sirkat voivat hukkuu avoveteen. Talouspaperia kostutetaan kahdesti päivässä ja rehua ripotellaan tasaisesti laatikon pohjalle. (Järveläinen 2018.)

Alkasvatuksen aikana tulee huolehtia pienten sirkkojen nesteytyksestä, sillä ne kuivuvat erittäin helposti. Rehua lisätään päivittäin. Tässä vaiheessa on tärkeää seurata sirkkojen hyvinvointia ja että kasvatuskaapin kasvuolosuhteet ovat juuri oikeat. (EntoCube 2018.)

Viikon kuluttua ensimmäisestä kuoriutumisen havainnosta, hautomalaatikot siirretään kyljelleen lopulliseen suureen muoviseen kasvatuslaatikkoon eli recoon kananmunakennojen päälle. Suuret laatikot sijoitetaan lämpöhuoneeseen, jossa olosuhteet säädetään sirkoille sopiviksi. Lämpötila 30

°C, suhteellinen ilmankosteus 70 % ja valaistus 12 tuntia vuorokaudesta. Kasvatuslaatikoista poistetaan multainen hautomarasia, vesiastia, aikaisemmin lisätty rehu sekä hautomolaatikko, kun kaikki sirkat ovat omatoimisesti siirtyneet recoon. (Järveläinen 2018.)

6 KOTISIRKKOJEN RUOKINTAKOESUUNNITELMA

Tässä opinnäytetyössä luotiin kasvatuskokeille yksityiskohtainen kasvatussuunnitelma. Tässä luvussa kuvataan kasvatus- ja ruokintakokeiden tarkoitus sekä yksityiskohtaiset ohjeet, kuinka koe suoritetaan.

6.1 Kasvatuskokeiden tarkoitus

BioKierto hankkeessa on suunnitelmissa toteuttaa HAMKissa kotisirkkojen kasvatus- ja ruokintakokeet. Kasvatuskokeilla tarkoitetaan tässä opinnäytetyössä koetta, jossa kotisirkoille syötetään kohdealueen biosivuvirroista koostettuja rehuseoksia. Kokeen aikana arvioidaan rehuseosten maittavuutta sirkoille rehukulutuksen kannalta. Lisäksi kokeen aikana seurataan sirkkojen kasvua ja rehuseosten käsittelyn helppoutta. Harvestoinnin jälkeen verrataan syötettyjen rehujen vaikutusta sirkkojen ravintoainesisältöön laboratorioanalyysien avulla. Myös rehun vaikutusta sirkkojen makuun voidaan tarvittaessa testata aistinvaraisen kuluttajatestauksen avulla. Saatujen tulosten perusteella on mahdollista arvioida uudenlaisen rehuseoksen valmistamisen kannattavuutta. Kasvatuskokeet ovat osa BioKierto-hanketta ja tarkoituksena on selvittää alueellisten biosivuvirtojen toimivuus kotisirkkojen ravintona. Kun tehokkaimmat ja toimivimmat rehuseokset on selvitetty kasvatuskokeiden avulla, voidaan tuloksia käyttää hyödyksi hyönteistalouden kehittämisessä kohdealueella. Tämän kasvatuskokeen tuloksena saadaan arvokasta tietoa, kuinka erilaisista teollisuuden sivuvirroista kehitelty rehuseos soveltuu sirkkojen ravinnoksi.

6.2 Tarvikkeet

Kasvatuskokeissa tarvitaan seuraavia tarvikkeita:

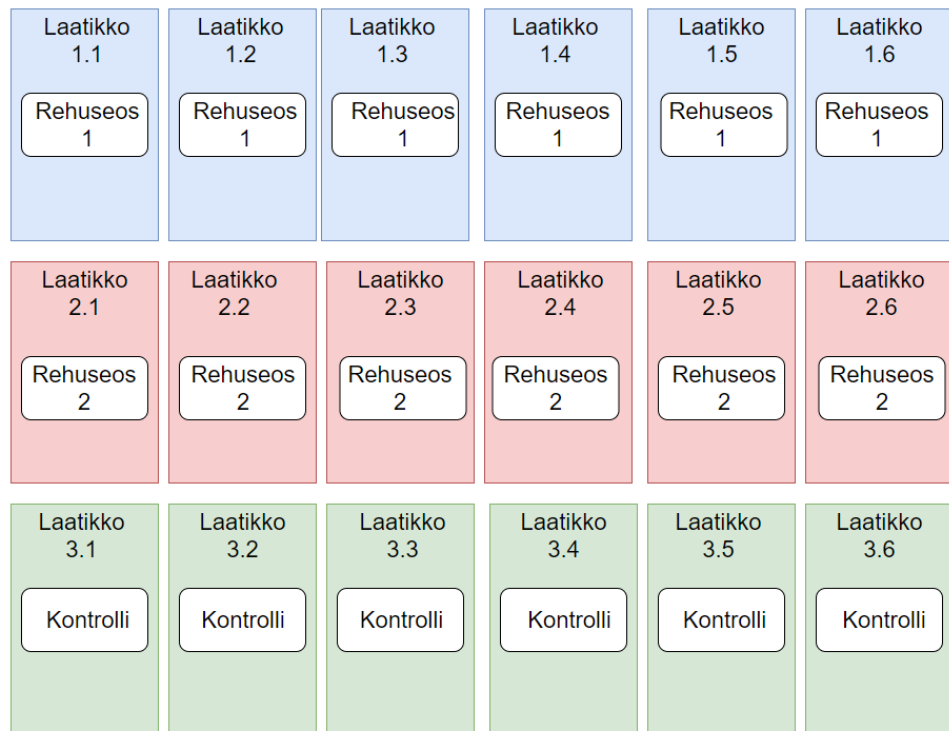
- Vesiastia (Lautanen, keittiörätti, muki & klipsu)
- Muovinen kannellinen reco kooltaan noin 40 x 70 x 40 cm
- Tiheäsilmäistä verkkoa recojen kansiksi
- Kanamunankennoja
- Ilmankostutin
- Rehuseokset
- Astioita rehuseoksia varten
- Vaaka
- Puhdistustarvikkeita

Edellä mainittujen lisäksi sirkkojen kasvattamiseen tarvitaan lämpöhuone, jossa ilman lämpötilaa ja kosteutta voidaan säätää. Tarvitaan myös kylmiö sekä riittävän suuri pakastin sirkkojen harvestointia varten.

6.3 Ennen koetta

Alueella syntyvistä, ja luultavasti sirkkojen ravinnoksi sopivista, biosivuvirroista eli porkkanasta, perunasta, lantusta, salaattista, yrteistä sekä pasta-levyjien leikkuujätteestä otetaan näytteet ja lähetetään laboratorioon ravintoarvo määrittäjä varten. Sivuvirtojen sisältämät ravintoarvot määrittelevät, kuinka paljon proteiinia tulisi lisätä rehuseokseen. Sirkkojen tulee saada ravinnostaan yhdeksää aminohappoa ja yhteensä proteiinia tulee olla 20–30 % ravinnosta. Proteiinia voidaan lisätä esimerkiksi rypsipuristeesta, jota käytetään yleisesti myös esimerkiksi nautojen ruokinnassa. Rypsipuristeessa on luontaisesti E-vitamiinia, joka edesauttaa sirkkojen tervettä kasvua. Biosivuvirtojen ravintoarvojen määrittämisen jälkeen, rehu-koostumussuosituksen mukaisesti, puuttuvat aminohapot lisätään seoksiin ja raaka-aineista valmistetaan rehuseoksia.

Kun sopivat sivuvirrat on analysoitu ja rehuseokset valmistettu, aloitetaan kasvatus- ja ruokintakokeet. Kuten kuva 10 (s. 34) osoittaa, jokaisesta testattavasta rehuseoksesta on kasvatettava viisi rinnakkaislaatikkoa eli yhteensä kuusi laatikkoa tilastollisesti pätevien tulosten saamiseksi. Laatikoitten määrässä on otettu huomioon, mikäli yksi laatikoista tuhoutuu esimerkiksi populaation sairastumisen seurauksena. Valituilla rehuseoksilla ruokittavien kasvatuslaatikoiden lisäksi kasvatetaan myös kuusi kontrolli-kasvatuslaatikkoa. Kontrolli-laatikoiden sirkkoja ruokitaan jo ennestään tunnetulla ja toimivaksi todetulla proteiinipitoisella rehulla. Näin kokeessa voidaan verrata tutkittavien rehuseosten toimivuutta jo ennestään toimivaksi todettuun rehuun.



Kuva 10. Kotisirrkojen ruokintakokeen suunnitelma

6.4 Kasvatuksen aloitus

Sirkat toimitetaan HAMKille Tammelan sirkkatilalta nuorina sirkkoina, mutta ei kuitenkaan vastakuoriutuneina. Vastakuoriutuneina kotisirrat ovat alttiimpia ympäristömuutoksille ja menehtyvät helposti. Hieman suuremmiksi kasvaneet sirkat ovat vahvempia ja kestävät kuljetuksen aiheuttaman stressin (Nokkonen 2017). Ennen kokeen alkua suoritetaan sirrkojen alkukasvatus, sillä luotettavien tuloksien saamiseksi tulee tietää populaation paino ennen kokeen alkua sekä populaation paino kokeen päättyessä. Alkukasvatuksessa on oleellista, että kaikilla sirkoilla olosuhteet ovat mahdollisimman samanlaiset.

6.4.1 Kuoriutuneiden sirrkojen kasvatus

Esikasvatuksessa jokaisessa recossa tulee olla vettä ja rehua vapaasti saatavilla. Kun sirkat ovat 20 päivän ikäisiä, jokaiseen recoon mitataan 50 g sirrkoja, jotta jokaisen kokeessa käytettävän recon aloituspopulaation paino on sama. Kasvatuslaatikot sijoitetaan lämpöhuoneeseen, jossa olosuhteet säädetään sirkoille sopiviksi. Lämpötila 30 °C, suhteellinen ilman kosteus 70 % ja valaistus 12 tuntia vuorokaudesta. Viikonloppuisin valaistus vain ruokkimisen, veden lisäämisen ja mittausten ajan. Laatikoihin laitetaan verkolliset kannet, jotta sirkat eivät pääse laatikoista ulos, mutta ilmanvaihto toimii tehokkaasti. (Gustafsson & Gustafsson 2006–2009.) Rehuseoksilla ruokkiminen aloitetaan ja päivittäin punnitaan sirkoille annet-

tava rehu, jotta voidaan kerätä tietoa siitä, kuinka kyseinen rehuseos maistuu hyönteisille ja kuinka paljon rehuseosta kuluu suhteessa sirkkojen kasvuun.

6.4.2 Harvestointi

Kun sirkat saavuttavat sukukypsyyden, eli kun koiraspuoliset yksilöt aloittavat sirittä, on keruun aika. Jos koetta halutaan jatkaa, osa sirkoista siirretään parittelemaan ja munitukseen, jotta kasvatus voi alkaa alusta. Sirkat ovat jatkuvamunintaisia ja munitusta voi tehdä useamman kerran. Naaras munii suurimman osan munistaan kolmen ensimmäisen munituskerran aikana. (EntoCube 2018.)

Keruu tehdään EntoCube Oy:n ohjeistusta soveltamalla. Ennen keruuta suoritetaan esipaasto, eli ruokinta lopetetaan 35 päivän ikäisiltä sirkoilta. Sirkkojen annetaan syödä laatikkoon jääneet rehut ja tässä kestää noin 1–2 päivää. Keruuseen tarvitaan tämän jälkeen kaksi puhdasta kasvatuslaatikkoa sekä lautanen, jonka avulla loput lannat ja rehut erotellaan sirkoista. Sirkat ravistellaan kennoista siihen kasvatuslaatikkoon, jossa ne ovat ja asetetaan neljä kappaletta puhdistettuja kennoja ja odotetaan että sirkat kiipeävät takaisin. Kennot nostellaan sirkkoineen kaksi kerrallaan puhtaaseen kasvatuslaatikkoon. Mikäli munituspopulaatio erotetaan samalla, kaksi kennoa jätetään uuteen kasvatuslaatikkoon. Vanhaan kasvatuslaatikkoon jääneet jätteet kaadetaan pois, punnitaan ja pakastetaan.

Jotta pienimmätkin roskat saadaan eroteltua, sirkat kaadetaan vielä erottelulaatikkoon. Erottelulaatikkoon laitetaan munakenno pohjalle sekä kiipeämiseen sopiva, eli karheapintainen, astia korokkeen päälle. Sirkat kaadetaan astiaan ja odotetaan, että sirkat kiipeävät astian reunojen yli laatikkoon. Laatikosta poistetaan koroke ja astia ja kaikki sirkat kaadetaan supilon kautta pussiin. Pussit punnitaan ja merkataan paino ja sadonkeruun päivämäärä pussiin. Lopuksi pussituslaatikot puhdistetaan huolellisesti. Keruun jälkeen kirjataan ylös yhdestä kasvatuslaatikosta syntyneen sadon paino, jätteen paino, keruu päivämäärä, laatikon perustamispäivämäärä, paljonko sirkkoja aluksi ja millä rehuseoksella recoa ruokittiin ja kuinka paljon rehuseosta kului koko kasvatukseen.

6.5 Päivittäiset toimenpiteet ja seuranta

Kasvatus- ja ruokintakokeiden aikana, sirkat vaativat päivittäisiä toimenpiteitä ja seurantaa, jotta kasvuolosuhteet ovat optimaaliset sirkkojen kasvulle ja hyvinvoinnille. Kuten kuvassa 8 (s. 28) on esitetty, sirkkojen kasvun aikana tulee tehdä turvallisuuden seurantaa ja tarkkailla että turvallisuus toteutuu sekä ihmisten että sirkkojen kannalta. Kasvuolosuhteiden seuranta on tärkeää, jotta sirkat kasvavat terveinä ja vahvoina juuri oikeissa olosuhteissa. Fysiologisten toimintojen seurantaa tehdään, jotta voidaan

havaita esimerkiksi taudit ja estää ajoissa niiden leviäminen. Suurissa määrin fysiologiset ongelmat kielivät vääristä kasvuolosuhteista tai esimerkiksi vääränlaisesta ravinnosta. Prosessin jatkuva seuranta ja laadunhallinta, kuuluvat jokaiseen hyvin toimivaan prosessiin ja on edellytys onnistuneen kasvatuskokeen tuloksiin. Sirkkojen hyvinvoinnin lisäksi seuranta tulee tehdä, jotta kasvatuskokeista saadaan myöhemmin hyödynnettävää dataa. Kasvatuskokeiden aikana käytettävät työnseurantalomakkeet löytyvät tämän opinnäytetyön lopusta liitteinä 2–4. Lomakkeita käytetään kasvat- ja ruokintakokeissa ja niihin tehdään merkintöjä päivittäin toimenpiteitä tehdessä. Taulukoiden avulla pidetään kirjaa, että kaikki päivittäiset toimenpiteet tulevat tehtyä, sekä kerätään dataa kasvatuskokeen etenemisestä ja tuloksista. Päivittäiset toimenpiteet suoritetaan hyvää hygieniää noudattaen. Päivittäin suoritettavia toimenpiteitä ovat:

- Tarkista, että ilmankostuttimessa on tarpeeksi vettä ja täytä tarvittaessa.
- Tarkista, että lämpötila on oikea ja kirjaa se ylös.
- Tarkista ilmankosteus ja kirjaa se ylös
- Tarkista, että kasvatustilan pinnat ovat kuivat ja kuivaa tarvittaessa.
- Puhdista työpinnat
- Anna rehuseosta ohjeiden mukaisesti
- Tarkista onko vesiastiassa tarpeeksi vettä sekä tarkista onko likainen ja pese tarvittaessa
- Tarkista, että sirkoilla on vapaa pääsy ruoka- ja vesiastioihin.
- Tarkista yleinen kunto. Reco on puhdas, ei sisällä hometta eikä jauhopunkkeja ja eikä kuolleita sirkkoja normaalia enemmän
- Tarkista, että kasvatustilassa ei ole karanteita sirkkoja
- Tarkkaile sirkkojen hyvinvointia ja käyttäytymistä
- Punnitse sirkkojen paino

Toimenpiteissä käytetään taulukoita (liitteet 2–4)

6.6 Ruokinta ja juotto

Päivittäisen ruokinnan määrä riippuu sirkan elinkierron vaiheesta sekä ympäristön olosuhteista. Aikuistumisen kynnyksellä nopeimman kasvun aikana, ruoan tarve on suurimmillaan. Kuoriutumisen jälkeen aivan kasvun alkuvaiheessa syönti on pienimmillään sirkan pienen koon vuoksi. Vastakuoriutuneille sirkoille annetaan kerralla annos rehua, jonka jälkeen rehua lisätään vasta 9–10 päivän jälkeen. Alkukasvatuksen aikana 9–20 päivän ikäisinä sirkat ovat pieniruokaisia. Ruoantarve kasvaa päivä päivältä, kunnes noin 20 päivän ikäisinä alkaa nopean kasvun vaihe jolloin ruoantarve kasvaa jyrkästi. Ruoantarve on suurimmillaan siihen asti, kun sirkat ovat noin 30 päivän ikäisiä.

Alkukasvatuksessa jokaiseen recoon annostellaan 4 dl kontrollirehua. Tulee varmistaa, että sirkat pääsevät kiipeämään lautaselle. Rehua lisätään,

kun rehu alkaa loppua, mutta viimeistään, kun sirkat ovat 10 päivän ikäisiä. Rehu vaihdetaan, mikäli se on pilaantunut. Jokaista alkukasvatusrecoo käsitellään samalla tavalla. Rehu vaihdetaan kaikista recoista, mikäli rehu vaihdetaan yhdestä recosta.

Ruokintakoe aloitetaan sirkkojen ollessa 20 päivän ikäisiä, ja sirkkoja ruokitetaan taulukon 2 mukaisesti. Rehumäärät ovat arvioita. Mikäli rehu loppuu ennen seuraavaa lisäyskertaa, rehua voidaan lisätä useammin. Rehun lisäysmäärästä ja päivästä tulee pitää kirjaa, sekä lisätä rehuseoksia aina saman verran kaikkiin recoihin.

Taulukko 2. Annettu rehumäärä kasvatuspäivää kohden kokeen aikana (Henkilökohtainen tiedonanto, EntoCube 2018.)

Kokeen päivä nro.	Kasvatuspäivä nro.	Rehuseosta
1	20	300 g
3	23	300 g
6	26	300 g
9	29	300 g
11	31	300 g
12–13	32–33	Tarpeen mukaan (esim. 100 g / pv)
14	34	Lopeta ruokinta

Juottolaite kootaan lautasesta, keittiörätistä, mukista ja klipsusta. Rätti ja klipsu laitetaan lautaselle ja lautasen päälle laitetaan ylösalaisin käännetty ja vedellä täytetty muki. Rätti ja klipsu mahdollistavat veden virtaamisen hitaasti mukista lautaselle. Juomisen määrää on nykyisillä juottolaitteilla vaikea mitata. Veden riittävyys laitteessa riippuu juottoastian koosta, kasvatusosan lämpötilasta, ilmankosteudesta, sirkkojen iästä sekä niiden määrästä kasvatuslaatikossa. Kuumassa ja kuivassa haihtuminen on suurempaa sekä sirkat juovat enemmän. Noin kymmenen päivää kuoriutumisen jälkeen, sirkoilla riittää yksi täysi juottolaite. Kuitenkin päivittäin tulee tarkkailla juottolaitteen hygieniaa ja vaihtaa vesi, mikäli siinä esiintyy ulostetta, kuolleita sirkkoja taikka vesi loppuu. Tämän jälkeen juottolaite vaihdetaan noin 3–5 päivän välein riippuen olosuhteista. Laitteen pesu tapahtuu ottamalla juottolaite pois kasvatuslaatikosta ja laittamalla osat saippuavedellä täytettyyn ämpäriin. Esipesuämpärin sisältö kaadetaan viemäriin ja osat laitetaan pesukoneeseen. Uusi juottolaite kasataan ja laitetaan kasvatuslaatikkoon.

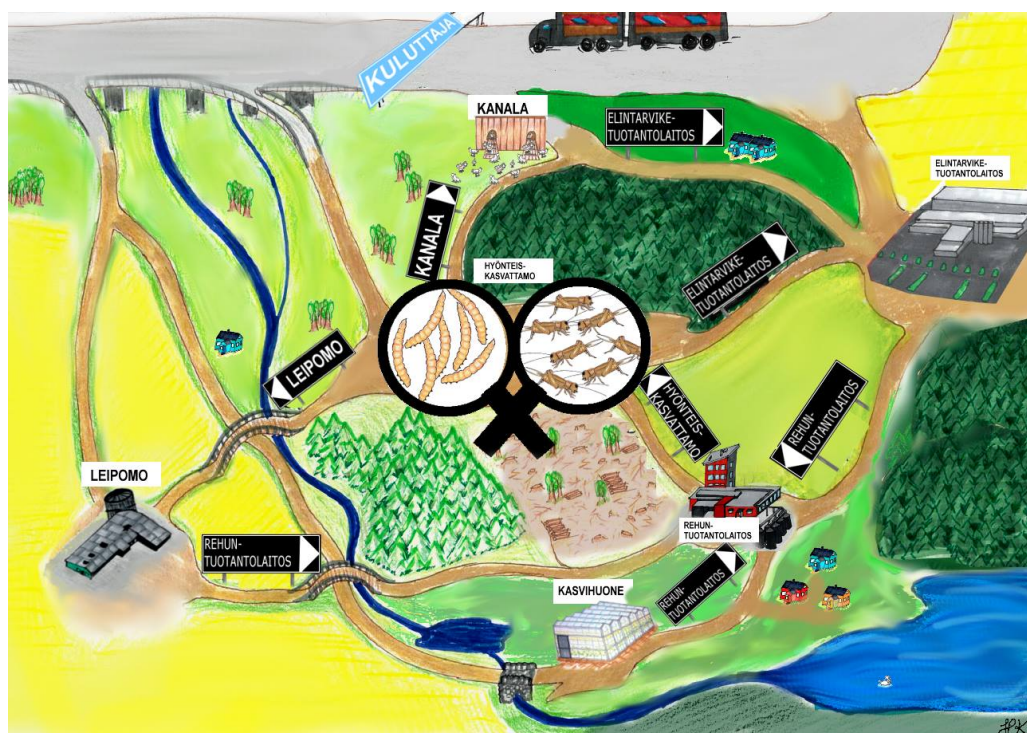
7 TULEVAISUUDEN NÄKYMÄT

Tässä luvussa on kuvattu hyönteistalouden tulevaisuuden näkymiä kohdealueella. Luvussa kerrotaan alueellisen liiketoiminnan mahdollisuuksista, yritysyrityksistä sekä uudesta sirkkakasvattajasta, joka aloittaa kohdealueella.

7.1.1 Hyönteistaloudesta alueellista liiketoimintaa

BioKierto-hankkeen hyönteistaloudesta alueellista liiketoimintaa –työpajassa syntyi paljon keskustelua paikallisen rehutehtaan perustamiseen. Kuvassa 11 on esitetty työpajassa syntyneitä ajatuksia hyönteistalouden alueellisesta keskittämisestä. BioKierto-hankkeen ja tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tuoda kohdealueelle taloudellisia sekä ympäristöllisiä hyötyjä. Jotta parhaimmat tulokset saataisiin ympäristön ja talouden kannalta, biosivuvirtoja tuottavien laitosten lähelle rakennettaisiin hyönteiskasvattamo sekä paikallinen rehutehdas. Näin toiminta olisi energiatehokkaampaa ja taloudellisesti tehokkaampaa, kun logistiikkaketju olisi mahdollisimman lyhyt.

Kaikkien kannalta edullisimmassa ratkaisussa kasvatetut hyönteiset käytettäisiin lopuksi lähellä sijaitsevissa elintarvikelaitoksissa tuotteen raaka-aineena. Rehutehdas voisi tuottaa koko Suomen tarpeisiin hyönteisrehua erilaisia alueellisten teollisuuden sivuvirtoja hyödyntäen. Rehuseoksia valmistettaisiin erilaisia ja eri hyönteisten käyttökohteita ajatellen.



Kuva 11. Hyönteistaloudesta alueellista liiketoimintaa (Kallio 2018.)

7.1.2 Yrttisirkat

Ruokintaa yrteillä tutkittiin Hämeen ammattikorkeakoulussa järjestetyissä ruokintakokeissa kesällä 2017. Kokeet olivat osa Puutarhatalouden uusi kiertotalous-hanketta, jossa puutarha-alan toimijat yhdessä Hämeen ammattikorkeakoulun ja Luonnonvarakeskuksen tutkijoiden kanssa pohtivat erilaisia rehumahdollisuuksia kotisirkoille. Yhdessä koejärjestelyistä sirkoille oli tarjolla kahdeksaa erilaista yrttiä 10 vuorokauden ajan. Yrtit olivat basilika, persilja, tilli, ruohosipuli, minttu, sitruunamelissa, lehtipersilja ja rosmariini, joista rosmariini oli ainut, jonka sirkat jättivät pääosin syömättä. Rosmariini on vesipitoisuudeltaan pienintä ja luultavasti siksi ei maistunut sirkoille. Tämän jälkeen haluttiin selvittää, siirtyykö yrttien maku itse sirkkoihin. HAMKin biotalouden tutkimusryhmän opiskelijat toteuttivat aistinvaraisen tutkimuksen ja koehenkilöinä toimivat HAMKin opiskelijat ja henkilökunnan edustajat. Sirkat olivat EntoCuben normaaliin tapaan kasvattamia sirkoja, mutta viimeisenä päivänä ennen harvestointia niitä oli ruokittu basilikalla tillillä tai mintulla. Koehenkilöt saivat maistettavakseen maustamattomia, höyrykeittimellä kypsennettyjä sirkoja, joista osa olivat yrttiruokittuja ja osa tavanomaisella rehulla ruokittuja sirkoja. Testin tulos oli, että koehenkilöt havaitsivat eron yrttisirkkojen ja kontrollisirkkojen välillä. Tulos oli tilastollisesti merkittävällä tasolla $p < 0,05$ ja osoitti, että päivän kestävä yrteillä ruokinta vaikuttaa sirkkojen makuun. (Nokkonen ym. 2018b.)

Sirkkatuotteiden tuotekehitys on vasta alkutekijöissään, joten monille uusille tuotteille on runsaasti tilaa markkinoilla. Yrttien makuiset sirkat voisivat tuoda lisäarvoa hyönteistuotantoon ja olla kasvattajan pienien erien erikoistuote, jota saisi ostettua vain tiloilta. Näin hyönteistilasta voisi syntyä maaseutumatkailukohde ja samalla se lisäisi kasvattajan myyntiä ja kohdealueen elinvoimaisuutta. Kun ihmiset vierailisivat sirkkatiloilla ja saisivat tietoutta sirkkojen kasvattamisesta ja niiden elinympäristöstä, sirkkoihin ja hyönteisiin ylipäättään, liittyvät negatiiviset mielleyhtymät voisivat muuttua positiivisempaan suuntaan.

Kuten sanottu, Eviran päätöksen mukaan alkutuottaja saa käsitellä sirkoja vain pakastukseen asti, ellei alkutuottaja ole rekisteröitynyt elintarviketoukijaksi ja tuotantotilat ovat elintarviketiloiksi hyväksytyt. Tämä tarkoittaa, että kasvattaja saisi yrttiruokinnalla erilaisia tuotteita, vaikka jatkojalostusta kasvattaja ei saisikaan tehdä. Kasvattaja saisi myös kilpailuedun ja voisi erottua muista kasvattajista erikoisen tuotteen avulla. Yrteillä ruokitut sirkat voitaisiin hinnoitella hieman korkeammin ja tällä tavoin kasvattaja saisi hieman enemmän tuottoja. Kuitenkin tulee ottaa huomioon, että yrtit ovat kalliimpia kuin tavallinen rehu. Optimaalisin tilanne olisi, että kasvattaja käyttäisi kohdealueella sivuvirtana syntyviä yrtejä ja näin ne olisivat kasvattajalle ilmaisia ja samalla ravinteiden kierto alueella paranisi. Paikallinen puutarha, Oksasen yrtit ja salaattit, tuottaa sivuvirtana runsaasti yrtejä, joita voitaisiin käyttää hyödyksi sirkkojen kasvattamisessa. Paikal-

linen sirkkakasvattaja voisi aloittaa puutarhan läheisyydessä sopivissa tuotantotiloissa kasvattamisen, ja näin sivuvirrat olisivat lähellä kasvattajaa. Sivuvirta-yrtit saataisiin helposti ja pienin kustannuksin sirkkojen ravinnoksi. Toinen vaihtoehto on toimittaa yrtit rehutehtaaseen, jolloin ne kuivattaisiin ja jauhettaisiin ja näin yrtit saisivat huomattavasti enemmän säilyvyysaikaa. Yrttien saatavuus olisi näin myös taattu vuoden ympäri sekä aikoina, jolloin yrttejä ei syntyisi sivuvirtana.

7.1.3 Paikallinen hyönteistuottaja

BioKierto-hankkeen myötä on löytynyt paikallinen yrittäjä, joka on valmis aloittamaan kotisirkkojen kasvattamisen lähitulevaisuudessa. Kasvattaja ei ole aikaisemmin harjoittanut maataloutta eikä hänellä ole aikaisempaa kokemusta yrittäjyydestä. Kotisirkkojen kasvattaja kertoo, että kiinnostui hyönteisten kasvattamisesta, sillä hänellä on vanhan sikatilan tuotantotilat käytössään. Uusi kasvattaja ei olisi välttämättä kiinnostunut hyönteiskasvatuksesta liiketoimintana, ellei hänellä olisi ollut valmiina tilat kasvatusta varten, mutta yleisellä tasolla hyönteiskasvatus kiinnostaa. Hän kertoo että, hyönteisten kasvatus näyttäisi olevan merkittävästi ympäristöystävällisempää ja tehokkaampaa kuin esimerkiksi naudan-, sian- tai kananlihan tuottaminen. Lisäksi hyönteisiin liitetään myönteisiä terveysväittämiä, mikä tekee hyönteisten kasvattamisen hänen mielestään mielenkiintoiseksi. Luonto on kasvattajalle tärkeä asia ja sitä kautta myös ruuan alkuperä ja siksi tuntee mielenkiintoa hyönteiskasvatusta kohtaan. (Kotisirkkojen kasvattaja B 2018.)

Kasvattajan perimmäinen tavoite on luonnollisesti tuottaa pitkäaikaisesti kannattavaa liiketoimintaa. Tämän saavuttamiseksi on tuotannon määrä oltava riittävän suuri, jotta alkuinvestointien takaisinmaksu ei veny kohtuuttomasti. Hyönteisten kasvattaminen on vielä toistaiseksi käsityövaltaista, joten myös työntekijäresurssit rajoittavat oleellisesti tuotantomääriä. Kasvattaja pohtii kannattavuuteen liittyviä kysymyksiä, joita on vaikea ennakoida kuten: miten hyönteiselintarvikkeiden kysyntä tulee muuttumaan? Miten hyönteiselintarvikkeiden tuottajahinta tulee muuttumaan? Kuinka tuotantotehokkuutta voidaan parantaa? Näin ollen kasvattajan on myös vaikea arvioida edellyttääkö hyönteiselintarvikkeiden alkutuotantopiste päätoimista työpanosta kasvattajalta vai riittääkö sivutoiminen työpanos. (Kotisirkkojen kasvattaja B 2018.)

Kasvattaja kertoo, että hänellä ei ole taloudellista painetta aloittaa kasvatusta ja siksi hän rauhassa seuraa tilanteen kehitystä ja hioo liiketoimintasuunnitelmaansa. Kasvattaja arvioi karkeasti, että hänen tavoitteensa on tehdä päätös ja aloittaa tuotanto 12 kuukauden aikana suunnittelun alkamisesta. Kasvattaja uskoo, että pienimuotoisilla yrittäjillä on jalansijaa hyönteisalalla vielä muutamien vuosien ajan. Lähivuosien aikana alkutuotantomäärät kasvavat moninkertaisiksi nykyiseen verrattuna. Tämän myötä pienimuotoinen hyönteisten tuottaminen voi osoittautua taloudellisesti varsin haasteelliseksi. Hänen tapauksessaan lähtökohtana on toimia

perustamisvaiheessa pienimuotoisesti, mutta markkinatilanteen muutosten mukaan hän on varautunut laajentamaan liiketoimintaa ja palkkaamaan työntekijöitä. (Kotisirkkojen kasvattaja B 2018.)

Sivuvirrat ovat kasvattajan mielestä järkevää ottaa huomioon kokonaisuutta arvioitaessa. Sivuvirtojen käyttö hyönteisten ravintona saattaa olla haasteellista, mikäli sivuvirtojen saatavuus vaihtelee merkittävästi esimerkiksi eri vuodenaikojen välillä. Toisaalta sivuvirtojen hyödyntäminen on taloudellisesti kannattavaa, sillä sivuvirtoihin investoitavat kulut voivat olla oleellisesti vähäisemmät kuin muihin hyönteisrehuihin. Myös hyönteisten tuottamiin jätöksiin liittyy hyödynnettävää potentiaalia, joka vaikuttaa kiinnostavalta osakokonaisuudelta. (Kotisirkkojen kasvattaja B 2018.)

Kun kasvattajalta kysyttiin mitä odotuksia hänellä on, hän kertoi odotusten ja oletusten voivan olla kasvattamisen kannalta mahdollisesti jopa haitallisia. Yleisellä tasolla hän ajattelee, että hyönteiset tulevat osaksi ruokakulttuuriamme, mutta ei tiedä millä tavalla, millä aikajänteellä ja missä määrin. Hän odottaa, että tulevaisuudessa pystyisi osaltaan vastaamaan näihin muuttuviin tarpeisiin. (Kotisirkkojen kasvattaja B 2018.)

8 TALOUDELLINEN KANNATTAVUUSTARKASTELU

Hyönteistalouden paikallisia mahdollisuuksia tarkasteltaessa, on tärkeää ottaa huomioon, kuinka suuria investointeja hyönteistalouden aloittaminen vaatii ja kuinka taloudellisesti tuottavaa toiminta ja sen aloittaminen ovat. Tässä kannattavuustarkastelussa on pyritty analysoimaan ja sen avulla saamaan ymmärrys sirkkatuotannon kannattavuuden asteesta ja siihen vaikuttavista tekijöistä. Sirkkatuotannosta saatavia taloudellisia tuloksia verrataan niiden vaatimiin investointeihin.

8.1 Liiketoiminnan kulurakenne

Liiketoiminnan kulurakenne on laskettu maatilamittakaavan hyönteiskasvattamon mukaan. Esimerkissä käytetyssä hyönteiskasvattamossa on kolme kasvatusmoduulia, jotka sisältävät yhteensä 120 recoa. Yksi reco sisältää noin 6 000 kotisirkkaa eli hyönteiskasvattamo kasvattaa noin 720 000:a sirkkaa samanaikaisesti. Tarkasteltava kasvattamo ja sen kulurakenne ovat fiktiivisiä, mutta perustuvat maatilatason sirkkatuottajan haastatteluun sekä EntoCubelta saamiin tietoihin. Tarkasteltavan tuotantolaitoksen on optimaalisissa oloissa mahdollista tuottaa noin 200 kg sirkkoja kuukaudessa. Haastatellun sirkkakasvattajan samaa kokoluokkaa oleva tila tuotti vuonna 2018 helmikuussa 126 kg, maaliskuussa 191 kg ja huhtikuussa 140 kg kotisirkkoja. Kasvatuslaitos vaatii työtä kahdelta ihmiseltä päivittäin 6–10 tuntia, mikä tarkoittaa noin kaksi tuntia työtä per tuotettu sirkkakilo. (Kotisirkkojen kasvattaja A 2018.) Taulukkoon 3 (s.42) on listattu

sirkkakasvattamon kulurakenteen muuttuvat kustannukset. Muuttuviin kustannuksiin kuuluvat sirkkojen kasvatuksessa kuluvien materiaalien hankintakustannukset. Muuttuvat kustannukset vaihtelevat suoraan tuotannon määrän mukaan. Valmistuksen työvoimakustannukset lasketaan usein muuttuviin kustannuksiin, mutta tässä tapauksessa työvoimakustannukset on jätetty tarkastelun ulkopuolelle. Finsect Oy on suorittanut kotisirkkojen kasvattamisen sähkönkulutukseen liittyviä mittauksia, joiden tulosta käytettiin tässä kulurakenteen tarkastelussa aineistona (Caraballo 2017). Vedenkulutuksen kustannuksia arvioitaessa, käytettiin hyödyksi hyönteisten-vesijalanjälkeä tutkivaa kandidaatintyötä. Tutkimuksessa selvisi, että yhden recon tuottamiseen kuluu noin 3,2 litraa vettä (Saukkonen 2017). Koska tässä esimerkissä tarkastellaan 120 recon tuotantolaitosta, vettä kuluu siis noin 380 litraa kuukausittain. Rehun kulutuksessa käytetään ravinnonmuutoskerrointa 5,9 eli yhden sirkkakilon tuottamiseen kuluu 5,9 kg rehua (Saukkonen 2017).

Taulukko 3. Sirkkakasvattamon kulurakenteen muuttuvat kustannukset

Muuttuvat kustannukset		
Tarvike	Hinta kuukausittain	Hinta vuosittain
Rehu	1180 €	14 160 €
Munakennot	263,4 €	3160,8 €
Puhdistustarvikkeet	30 €	360 €
Hyödykkeet		
Sähkö	92 €	1104 €
Vesi	2,17 €	25,40 €
Yhteensä	1 567,57 €	18 810,2 €

Liiketoiminnan kulurakenne on laskettu sen mukaan, jos hyönteiskasvattajalla on valmiina kasvatustila ja ostaa kaksi valmista kasvatusmoduulia hyönteisteknologian toimijalta, Entocubelta. Kasvatusmoduulien hinta sisältää sirkat sekä kaiken, mitä sirkat vaativat elinympäristöltään. Kiinteät kustannukset ovat tietenkin esimerkkiä korkeammat, mikäli kasvatustilasta maksetaan vuokraa kuukausittain. Taulukkoon 4 (s. 43) on listattu sirkkakasvattamon kulurakenteen kiinteät kustannukset. Kiinteät kustannukset ovat alussa kasvatusmoduuleihin sijoitettavat alkuinvestoinnit sekä tuotantovalmiuden ylläpitoon tarvittavat laitehankinnat, kuten pakastimet ja tiskikoneet. Tuotannon määrän vaihtelut eivät vaikuta kiinteisiin kustannuksiin.

Taulukko 4. Sirkkakasvattamon kulurakenteen kiinteät kustannukset

Kiinteät kustannukset	
Investointi	Hinta
Kahden kasvatuskontin aloituspakkaus	60 000 €
3 x 400:n litran pakastin	1500 €
2 x astianpesukone	1000 €
Muut pientarvikkeet	500 €
Yhteensä	63 000 €

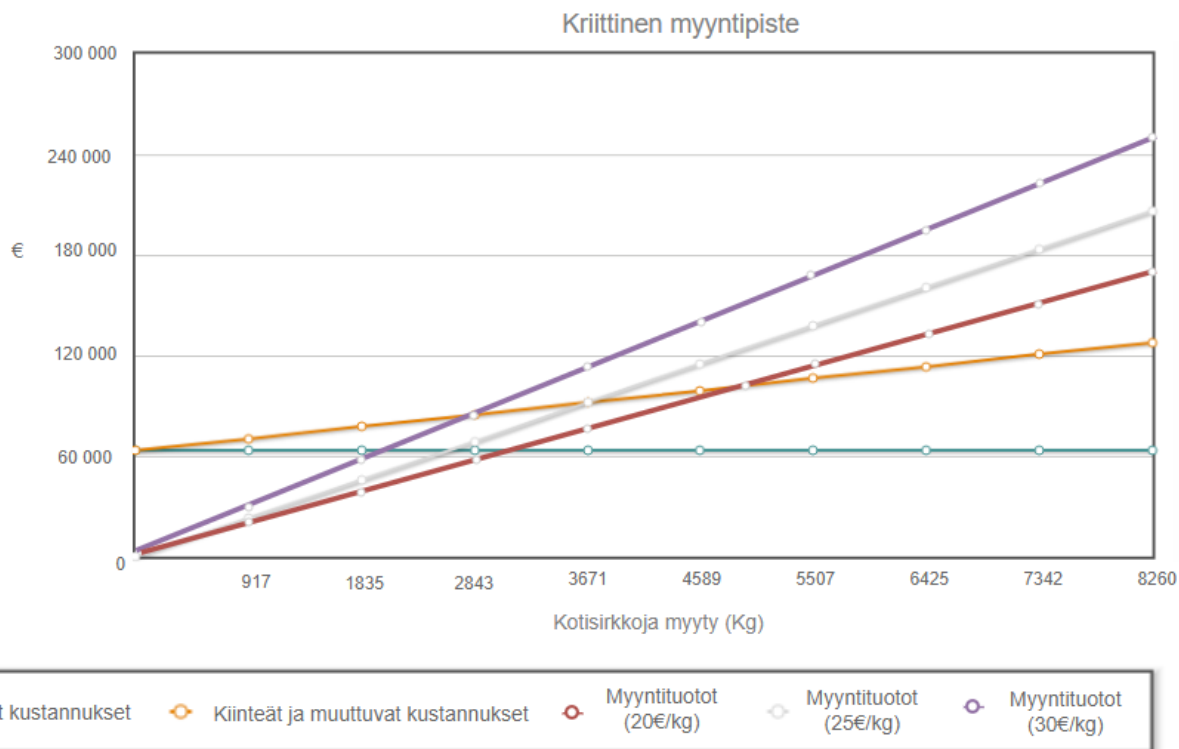
8.2 Liiketoiminnan tuottavuus

Tuottaja myy sirkat jalostajalle, joka käsittelyn jälkeen myy raaka-aineen tuotteen jakelukanaviensa kautta hyönteistuotteiden valmistajille. Jalostuksessa kotisirkat lämpökäsitellään ja myydään kokonaisina eteenpäin tai jauhetaan jauhoksi. Tuottajat myyvät raakoja sirkkoja myös suoraan tuotteen valmistajille, jotka jalostavat sirkat alusta loppuun valmiiksi tuotteeksi. Sirkkakilon myyntihinta kasvattajalta jalostajalle on 25 € ja jalostajalta eteenpäin tuotteen valmistajalle on noin 50–70 €. (Kotisirkkojen kasvattaja A 2018.) Tässä kannattavuustarkastelussa on tarkasteltu kriittistä myyntipistettä, kun myyntihinta vaihtelee 20–30 € välillä. Kilohinta on korkeampi käsittelystä aiheutuneiden kustannusten takia. Kilohinta on korkeampi myös sen takia, että sirkoista haihtuu nestettä kuumennuskäsittelyn aikana, joten ne menettävät reilusti painoa. Kilosta sirkkoja saa noin 300 grammaa kuivattuja sirkkoja (Caraballo 2017).

Kuvassa 12 (s.44) esitetään yrityksen kriittinen myyntipiste eli myynnin määrä, jolla kaikki kustannukset saadaan katettua, mutta yritys ei tuota voittoa eikä tappiota. Kriittisessä myyntipisteessä katetuotto on siis yhtä suuri kuin kiinteät ja muuttuvat kustannukset. Kun myynti on suurempi kuin kriittisen pisteen myynti, niin yrityksen tulos on voitollinen. (Yritystoiminta n.d.) Kuvaan (12 s.44) on havainnollistettu taulukoiden 2 ja 3 lukuja ja havainnollistettu kriittistä myyntipistettä, kun sirkkojen myyntihinta on 20 €/kg, 25€/kg ja 30€/kg. Kun sirkkojen myyntihinta on 20 €/kg, myyntituotot saavuttavat kiinteiden ja muuttuvien kustannusten viivan kuvajassa, kun kotisirkkoja on myyty 5 181 kg. Näin kriittinen myyntipiste on saavutettu. Esimerkin laskelmassa kasvattaja myy 200 kg sirkkoja kuukaudessa, mikä tarkoittaa että 5 181 kg:n myyntiin päästäkseen, kasvattajan täytyy myydä kotisirkkoja 25,9 kuukauden ajan. Eli tulot kattavat menot noin kahden vuoden jälkeen toiminnan aloittamisesta.

Kun sirkkojen myyntihinta on 25 €/kg, kriittinen myyntipiste saavutetaan, kun kotisirkkoja on myyty 3 671 kg. Kasvattajan täytyy myydä kotisirkkoja 18,35 kuukauden ajan saavuttaakseen 3 671 kg:n myynnin. Eli tulot kattavat menot noin puolentoista vuoden jälkeen toiminnan aloittamisesta.

Kun sirkkojen myyntihinta on 30 €/kg, kriittiseen myyntipisteeseen päästään, kun sirkkoja on myyty 2 843 kg. Kasvattajan täytyy siis myydä kotisirkkoja 14,2 kuukauden ajan. Eli tulot kattavat menot vuoden ja kahden kuukauden jälkeen toiminnan aloittamisesta.



Kuva 12. Kriittinen myyntipiste

Hyönteistalous on uusi ala Suomessa, joten laskelmat tehtiin ilman vertailulukuja aikaisemmilta vuosilta ja luvut perustuvat arvioihin ja keskimääriin lukuihin. Laskelman tuloksissa on otettava huomioon, että muuttuviin kustannuksiin ei ole laskettu työvoiman kustannuksia. Laskelma kuvaa parhaiten sivutoimista sirkkakasvattamoa, jossa kasvattajalla on myös muita tulonlähteitä. Laskelman tulokset ovat suuntaa antavia ja niitä tulee käyttää vain kotisirkkojen kasvattamisen kannattavuuden pohtimiseen. Vaikka liiketoiminnan tuottavuuden laskemista ei voida tehdä täydellisiä päätelmiä, laskelman tuloksesta voidaan päätellä, että myyntituottojen vaihtelu vaikuttaa suuresti toiminnan kannattavuuteen. Esimerkin laajuinen maatilamittakaavan hyönteiskasvatus on optimaalisissa oloissa tuotettavaa liiketoimintaa 1–2 vuoden sisällä sen perustamisesta, mikäli sirkkojen kilohinta vaihtelee 20–30 € välillä.

8.3 Hinnan kehitys ja näkymät

Kotimaisten sirkkojen kilohinnat ovat tällä hetkellä korkeat, kun ala on uutta, tuottajia on vähän ja tuotanto on pääosin käsityötä. Tällä hetkellä

työkustannukset muodostavatkin suurimman osan kotisirkkojen kasvattamisen kustannuksista. Kysyntää on kuitenkin enemmän kuin tarjontaa ja kasvatusteknologia kehittyy jatkuvasti, minkä seurauksena sirkkojen hinta tulee laskemaan. Hyönteistalouden kehittymistä hidastaa hieman, kun moni elintarvike- ja rehualan toimija odottaa sirkkojen hinnanlaskua ja jää pois hyönteistuotteiden valmistamisen ensimmäisestä aallosta. Kiinnostusta hyönteistuotteiden valmistamiseen on paljon, joten teollisen tuotannon kehittyttyä ja raaka-aineen hinnan laskettua markkinat vilkastuvat. Kasvatusteknologian kehittyminen mahdollistaa myös suuremmat tuotantolaitokset ja näin myös suuremmat tuotantomäärät, joten alkuinvestointien, muuttuvien kustannusten ja kriittisen myyntipisteen suhde toisiinsa tulee muuttumaan lähitulevaisuudessa.

9 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Opinnäytetyössä käsiteltiin kohdealueella syntyvien biosivuvirtojen potentiaalia hyönteisten ravintona ja hyönteistalouden alueellisia kehittymismahdollisuuksia. Työ keskittyi tarkastelemaan hyönteistalouden alueellisiin mahdollisuuksiin vaikuttavia tekijöitä. Työssä tehtiin lisäksi suunnitelma myöhemmin toteutettaviin ruokintakokeisiin sekä tehtiin myös kirjallisuuskatsaus Suomen hyönteistalouden tilaan.

Hyönteistalouden kehittymismahdollisuudet kohdealueella todettiin työn tuloksena lupaaviksi. Alueella syntyy useita hyönteisrehun tuottamiseen potentiaalisia ja määrällisesti merkittäviä biosivuvirtoja. Nämä biosivuvirrat syntyvät elintarviketeollisuudessa sekä puutarhatuotannossa. Bio-Kierto-hankkeen myötä alueella heräsi kiinnostus kotisirkkojen tuotannon aloittamiselle. Alueelta löytyi uusi kasvattaja, joka aloittaa toiminnan vanhan sikalan tiloissa lähitulevaisuudessa. Tuotanto aloitetaan liiketoimintasuunnitelman ja kasvatustilan pienien muutosten valmistuttua. Hyönteiskasvatuksen ympäristöhyödyt verrattuna perinteisten tuotantoeläinten kasvatukseen sekä valmiudet hyönteiskasvatuksen aloittamiselle, saivat uuden kasvattajan mielenkiinnon heräämään ja suunnittelemaan kotisirkka tuotannon aloittamista.

Kohdealueella on hyvät mahdollisuudet rehutuoannon aloittamiselle. Kuten sanottua, alueella syntyy runsaasti elintarviketeollisuuden sekä puutarhatuotannon sivuvirtoja, joita voitaisiin hyödyntää rehutuoannossa. Kohdealueen elintarviketoimija toimittaa merkittäviä määriä biojätteitä käsiteltäväksi suurelle etäisyydelle, mikä on kallista ja ympäristöä kuormittavaa. Osa tuotannon sivuvirroista sijoitetaan turkiseläinrehukäyttöön ja tuotannon eri vaiheista tulevat biojätteet yhdistetään, vaikka niissä voisi laadullisesti olla potentiaalia käsitellä ja jalostaa erikseen lopputuotteiksi. Sivuvirtojen hyödyntäminen rehutuoannossa olisi kustannustehokkaampaa ja ympäristövastuullisempaa kuin nykyiset elintarviketoimijan sivuvir-

tojen hyödyntämistavat. Parhaimmassa lopputuloksessa alueellinen rehutehdas sijoittuisi sivuvirtoja tuottavan elintarviketeollisuuden toimijan yhteyteen, jossa olisi samassa myös hyönteiskasvattamo. Näin alueen hyönteistalous olisi keskitettyä ja toiminta olisi mahdollisimman ympäristöstävällistä ja kustannustehokasta.

Alueella on myös mahdollisuuksia hyönteistuotteiden jatkojalostukseen. Elintarviketeollisuuden yritykset ovat erittäin kiinnostuneita hyönteistuotteiden tuotantoon ottamisesta. Tällä hetkellä kuitenkin hyönteiset ovat kallis raaka-aine pienten tuotantomäärien ja matalan automaation vuoksi. Hyönteiset vaativat myös allergeeninä käsittelyn mahdollisen ristiallergian aiheuttamisen takia. Allergeeninä käsittely nostaa raaka-aineen käsittelykustannuksia tuotannossa. Nämä kaksi tekijää johtavat hyönteistuotteiden kalliiseen hintaan, mikä on saanut kohdealueen elintarviketeollisuuden toimijat jäämään hyönteistuotteiden valmistuksen ulkopuolelle ja odottavat raaka-aineen hinnan laskua. Yritykset haluavat kuitenkin olla mukana kehittämässä alueellista hyönteistaloutta aluksi sivuvirtojen kautta. Hinnan laskettua yritykset näkevät hyönteiset potentiaalisena raaka-aineena tuotannossaan. Kohdealueen biosivuvirtoja tuottavista toimijoista voi siis syntyä myös niitä jalostavia ja hyödyntäviä hyönteistalouden toimijoita lähitulevaisuudessa.

Mahdollisuudet ravinnekierron kehittämiseksi kohdealueella ovat hyvät. Työn aikana todettiin hyönteistuotannon näkökulmasta kiinnostavia ja hyönteisrehun tuottamiseen potentiaalisimmat ja määrällisesti merkittävimmät biosivuvirrat, jotka syntyvät elintarviketeollisuudessa sekä puutarhatuotannossa. Näitä sivuvirtoja ovat muun muassa jätteeksi luokittelemattomat kasviperäiset massat sekä salaattit ja yrtit. Sivuvirrat soveltuvat Eviran ohjeiden mukaan hyönteisten ravinnoksi ja rehuseoksen raaka-aineiksi. Työn tulosten pohjalta valituista potentiaalisista biomateriaaleista tutkitaan ravintosisältö ja valmistetaan rehuseoksia, joilla hyönteiskasvatuskokeet suoritetaan. Kasvatuskokeilla varmistetaan biomateriaalin soveltuvuus ja kulutus sekä tuotettujen hyönteisten saanto ja laatu ja minkälaisen ravintosisällön kukin rehuseos saa sirkoille aikaan. Opinnäytetyössä suunnitellusta kasvatuskokeesta saadaan tietoa hyönteisten potentiaalista toimia alueellisena ravinteiden sitojana ja kierrättäjänä. Tuloksia käytetään lähtötietona ravinnetasetarkastelussa. Hyönteisten jatkohyödyntämistä joko rehuna tai ihmisravintona arvioidaan kyseisen hetken markkinatilanteen mukaan. Hyönteiskasvatuskokeet vaativat päivittäistä hoitoa, mikä vaikuttaa kokeiden suorituspaikkaan. Tavoite oli sijoittaa kasvatukset suoraan sopivaan tilaan Sahalahdelle. Koe tullaan mitä luultavimmin suorittamaan HAMKin tiloissa opiskelijoiden toimesta, asiantuntijaohjauksessa.

LÄHTEET

Biotalous (2017). Elintarviketeollisuus hyödyntää sivuvirtansa tehokkaasti. Haettu 27.5.2018 osoitteesta <http://www.biotalous.fi/elintarviketeollisuus-hyodyntaa-sivuvirtansa-tehokkaasti/>

Caraballo, M. (2017). *Kotisirkkojen kasvatuksen kustannusrakenne*. Opin- näytetyö. Liiketalouden koulutus. Tampereen ammattikorkeakoulu. Haettu 25.5.2018 osoitteesta http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/139705/Caraballo_Miia.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Cohen, A. C. (2017). *Insect Diets*. Florida: Taylor & Francis Group.

EntoCube (2017). EntoCube teknologia. Haettu 26.3.2018 osoitteesta <https://www.entocube.com/teknologia/>

Evira (2017a). Hyönteiset elintarvikkeena. Eviran ohje 10588/1. Haettu 22.2.2018 osoitteesta https://www.evira.fi/globalassets/tietoa-evirasta/lomakkeet-ja-ohjeet2/elintarvikkeet/eviran_ohje_10588_fi.pdf

Evira (2017b). Hyönteisiä rehuksi. Eviran tiedote 3740/0405/2017. Haettu 1.3.2018 osoitteesta https://www.evira.fi/globalassets/elaimet/rehut/tiedotteet/tied2017/tiedote_3740_0405_2017.pdf

Fineli (n.d). Haettu 15.4.2018 osoitteesta <https://fineli.fi/fineli/fi/elintarvikkeet/303>

Finsect (2017). Suomalaista hyönteismaataloutta suurella sydämellä. Haettu 28.3.2018 osoitteesta <http://www.finsect.fi/>

Gustafsson, N. & Gustafsson, J. (2006–2009). Sirkkojen kasvatusta ruoka-eläimiksi. Haettu 19.2.2018 osoitteesta <http://www.sammakko-lampi.net/ruoka/sirkat.html>

HAMK (2017). Alueellinen biokierto malli ravinnekierätyksen tehostamiseksi – BioKierto. Haettu 3.4.2018 osoitteesta <http://www.hamk.fi/tyoelamalle/hankkeet/biokierto/Sivut/default.aspx>

Helsingin kaupungin ympäristöpalvelut, (2017). Elintarviketuholaiset. Haettu 19.2.2018 osoitteesta <http://sisatilojentuholaiset.fi/elintarviketuholaiset/jauhopukki/>

Hohteri, H. (2017). Hyönteisbuumi saa lisää kierroksia: Euroopan suurin sirkkakasvatustila Loviisassa. *Maaseudun Tulevaisuus* 28.11.2017. Haettu 28.3.2018 osoitteesta <https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/maatalous/artikkeli-1.215247>

Huldén, L. (2015). *Minikarjaa*. Helsinki: Like.

Jaakkonen, P. (2014). Näin mönkii tulevaisuuden ruokaherku! Tiesitkö nämä asiat lyömättömästä proteiinipommista? *Ilta-sanomat* 24.9.2014, haettu 4.4.2018 osoitteesta <https://www.is.fi/ruokala/ajankohtaista/art-2000000811992.html>

Järveläinen, A. (2018). *Puutarhasivuvirrat hyönteisten tuotannossa*. Opin- näytetyö. Bio- ja elintarviketekniikka. Hämeen ammattikorkeakoulu. Haettu 1.4.2018 osoitteesta https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/142368/Jarvelainen_Antti.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Kairenius, T. (2017). Ruokateollisuus valmistautuu hyönteisten vapautumiseen. 17.09.2017. Haettu 29.5.2018 osoitteesta <https://koira-mies.fi/2017/09/ruokateollisuus-valmistautuu-hyonteisten-vapautumiseen/>

Kangasala (2018). Haettu 3.4.2018 osoitteesta http://www.kangasala.fi/tietoa_kangasalta/avaintietoa/

Kangasalan kunta (2002). Haettu 15.5.2018 osoitteesta <http://ahiplan.aix.fi/paikkatieto/kangasala/>

Kaskinen, H. (2017). Ruokahyönteiset lennossa. *Maaseudun Tulevaisuus* 27.11.2017, haettu 11.4.2018 osoitteesta <https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/tiede-tekniikka/artikkeli-1.214965>

Katainen, S. (2017). Odotettu muutos läpi: Suomi sallii hyönteisten elintarvikekäytön. *Maaseudun Tulevaisuus* 20.09.2017, haettu 20.2.2018 osoitteesta <http://www.maaseuduntulevaisuus.fi/maatalous/odotettu-muutos-l%C3%A4pi-suomi-sallii-hy%C3%B6nteisten-elintarvike%C3%A4yt%C3%B6n-1.206715>

Leppänen, J. (2015). Suomesta hyönteistalouden ykkösmaa. Luonnon varakeskus 30.10.2015, haettu 26.5.2018 osoitteesta <https://www.luke.fi/suomesta-hyonteistalouden-ykkosmaa/>

Loukkola, P. (2018). Sirkkafarmin perustaminen houkuttelee, koska sen saa pystyyn parilla tonnilla ja asukkien ruuaksi kelpaa tuorekurkku. *Yle uutiset* 1.3.2018, haettu 11.4.2018 osoitteesta <https://yle.fi/uutiset/3-10092224>

Luonnonvarakeskus (2015). Hyönteiset osaksi ruokaketjua. Haettu 24.5.2018 osoitteesta <https://www.luke.fi/uutiset/hyonteiset-osaksi-ruokaketjua/>

Markkula, I. (2012). Vieraslajit. Haettu 4.4.2018 osoitteesta <http://www.vieraslajit.fi/lajit/MX.43193/show>

Mealworm Care (2018). Raising & Breeding. Haettu 19.2.2018 osoitteesta <http://mealwormcare.org/breeding/>

Mäkelä, K. (2016). Hyönteisruoka kiinnostaa Suomessa enemmän kuin Ruotsissa – helpoin muoto olisi jauhettuna. *Yle uutiset* 16.12.2016, haettu 24.5.2018 osoitteesta <https://yle.fi/uutiset/3-9357474>

Newton, R. (2017). Process manual for the establishment of a Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) production system. Haettu 20.2.2018 osoitteesta <https://www.stir.ac.uk/media/schools/naturalscience/aquaculture/aquasect/documents/Process%20manual%20for%20the%20establishment%20of%20a%20Black%20Soldier%20Fly.pdf>

Nokkonen, S. (2017). Tulevaisuuden valkuaisinnovaatiot. Hämeen ammattikorkeakoulu. Haettu 12.2.2018 osoitteesta http://www.hamk.fi/tyoelamalle/hankkeet/puutarhatuotannon-uusi-kiertotalous/Documents/Tietokortit_Hy%C3%B6nteiset.pdf

Nokkonen, S., Pirttijärvi, T., Järveläinen, A. & Kymäläinen, M. (2018a). Puutarhan sivuvirrat maistuvat kotisirkoille. *Puutarha & kauppa* 4/2018, 10.

Nokkonen, S., Pirttijärvi, T., Kymäläinen, M. & Järvenpää, E. (2018b). Ei ole samantekevää, mitä syötävät hyönteiset popsivat. *Kehittyvä Elintarvike* 2/2018, 10-11.

Nokkonen, S., Kymäläinen, M., Kannisto, L. & Pirttijärvi, T. (2018c). Sirkkojen kasvatusjäynnös biokaasuksi. *Biokaasulehti* 1/2018. Haettu 4.4.2018 osoitteesta <http://www.biokaasuyhdistys.net/julkaisut/>

Nordic Insect Economy (2018). Haettu 21.5.2018 osoitteesta <http://nie.fi/>

Pape-Mustonen, T. (2017). Hyönteisruualle voi allergisoitua kuka tahansa mutta tiettyjen ryhmien kannattaa olla erityisen varovaisia. *Maaseudun Tulevaisuus* 25.09.2017. Haettu 29.5.2018 osoitteesta <https://www.maa-seuduntulevaisuus.fi/ruoka/hy%C3%B6nteisruualle-voi-allergisoitua-kuka-tahansa-mutta-tiettyjen-ryhmien-kannattaa-olla-erityisen-varovaisia-1.207346>

Parviainen, T. (2016). Mustasotilaskärpäsen toukka ratkaisee. Helsingin yliopisto. Haettu 19.2.2018 osoitteesta <https://www.sli-deshare.net/mmmviestinta/tuure-parviainen-helsingin-yliopisto-mustasotilaskrpsen-toukka-ratkaisee>

Saukkonen, S. (2017). *Hyönteisten vesijalanjälki*. Kandidaatintyö. Insinöörityö- ja teknologian kandidaattiohjelma. Aalto-yliopisto.

Savikurki, K. (2010). *Hevostalouden ympäristövaikutukset: lannan käsittely*. Opinnäytetyö. Pienen ja keski-suuren yritystoiminnan liikkeenjohdon koulutusohjelma. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. Haettu 25.5.2018 osoitteesta http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/26452/Savikurki_Kirsi.pdf;jsessionid=309D4F0E438202E45250DB765ED7A546?sequence=1

Taponen, I. (2015) *Supply Chain Risk Management in Entomology Farms: Case: High scale production of human food and animal feed*. Thesis. Bachelor of Business Administration. Helsinki Metropolia University of Applied Sciences. Haettu 23.4.2018 osoitteesta <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/97406/ilikka-taponen-thesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Tervola, M. (2018). Suomalainen haluaa yhä käyttää veistä ja leikkuulautaa – Saarioinen yllättyi: TE-arvosana 9-. *Talouselämä* 2.5.2018. Haettu 25.5.2018 osoitteesta <https://www.talouselama.fi/uutiset/suomalainen-haluaa-yha-kayttaa-veista-ja-leikkuulautaa-saarioinen-yllatyi-te-arvosana-9-/03eb259f-7ad7-3e8a-9e8f-4229e1766e0d>

van Huis, A. & Tomberlin, J. K. (2017). *Insects as food and feed: from production to consumption*. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers.

van Huis, A., Van Itterbeeck, J., Klunder, H., Mertens, E., Halloran, A., Muir, G. & Vantomme, P. (2013). *Edible insects: future prospects for food and feed security*. Rome: FAO.

Yrittäjät (2017). Hyönteisissä kasvaa lupaava bisnes. Haettu 4.4.2018 osoitteesta <https://www.yrittajat.fi/en/news/548869-hyonteisissa-kasvaa-lupaava-bisnes>

Yritystoiminta (n.d). Katetuottolaskenta. Haettu 25.5.2018 osoitteesta <http://www.tieto.osaavayrittaja.fi/katetuottolaskenta>

HAASTATTELUT & HENKILÖKOHTAISET TIEDONANNOT

ArvoBio (2017). Henkilökohtainen tiedonanto. 25.2.2018

BioKierto (2018). Selvitystyön tulos. Henkilökohtainen tiedonanto

Biokierto hankesuunnitelma (2017). Henkilökohtainen tiedonanto.
19.2.2018

Entocube (2018). Henkilökohtainen tiedonanto

Kallio, H. (2018). Hyönteistaloudesta alueellista liiketoimintaa –kuva

Kyllönen, T. (2018). Bio-Development Manager, EntoCube. Henkilökohtainen tiedonanto.

Kotisirkkojen kasvattaja A (2018). Henkilökohtainen tiedonanto.

Kotisirkkojen kasvattaja B (2018). Henkilökohtainen tiedonanto.

Lalander, C. (2018). PhD, Swedish University of Agricultural Sciences.
Haastattelu

Marnila, P. (2018). Tutkija, Luonnonvarakeskus. Haastattelu.

Pirkanmaan ravinnekartoitus (2017). Henkilökohtainen tiedonanto. Luettu 30.5.2018

Siikonen, K. (2018). Kasvattaja, Siikosen sirkkatila. Henkilökohtainen tiedonanto.

Urvikko-Mäkivaara, S. (2018). Kehitysjohtaja, Linkosuon Leipomo Oy.
Henkilökohtainen tiedonanto.

Saarioinen Oy (2018). Henkilökohtainen tiedonanto

HAASTATTELUKYSYMYKSET: CECILIA LALANDERIN HAASTATTELU

From the side streams of the food industry, what would be the most ideal feed for BSF (Black soldier fly)?

In addition to the side stream, is protein feed needed because the side stream will probably have a low protein content?

How many kg of feed are used to produce one kg of BSF?

What are the challenges associated with rearing BSF?

And what are the benefits compared to other insects?

What does rearing of the BSF need from the production facility?

Which one will be more useful in the future, rearing crickets or BSF? Why?

Is the BSF more suitable for the feed or food industry? Why?

Is the development of technology playing a major role in the rearing of BSF, or is the rearing also relatively efficient by hand?

What are the environmental opportunities/impacts of rearing BSF?

What are the future prospects for rearing BSF? Especially here in northern Europe.

KRIITTISEN MYYNTIPISTEEN ARVOT TAULUKOITUNA (SIRKAN KILOHINTA 25 €/KG)

Aika	Kustannukset	Tuotto
maaliskuuta-18	€ 64 567,00	€ 5 000,00
huhtikuuta-18	€ 66 135,14	€ 10 000,00
toukokuuta-18	€ 67 702,71	€ 15 000,00
kesäkuuta-18	€ 69 270,28	€ 20 000,00
heinäkuuta-18	€ 70 838,14	€ 25 000,00
elokuuta-18	€ 72 405,88	€ 30 000,00
syyskuuta-18	€ 73 973,62	€ 35 000,00
lokakuuta-18	€ 75 541,36	€ 40 000,00
marraskuuta-18	€ 77 109,10	€ 45 000,00
joulukuuta-18	€ 78 676,84	€ 50 000,00
tammikuuta-19	€ 80 244,58	€ 55 000,00
helmikuuta-19	€ 81 812,32	€ 60 000,00
maaliskuuta-19	€ 83 380,06	€ 65 000,00
huhtikuuta-19	€ 84 947,80	€ 70 000,00
toukokuuta-19	€ 86 515,54	€ 75 000,00
kesäkuuta-19	€ 88 083,29	€ 80 000,00
heinäkuuta-19	€ 89 651,03	€ 85 000,00
elokuuta-19	€ 91 218,77	€ 90 000,00
syyskuuta-19	€ 92 786,51	€ 95 000,00
lokakuuta-19	€ 94 354,25	€ 100 000,00