

Hyönteisistä hyödyksi

Otso Heinsola

Opinnäytetyö
Joulukuu 2018
Luonnonvara- ja ympäristöala
Maaseutuelinkeinojen tutkinto-ohjelma (AMK)

Tekijä(t) Heinsola, Otso	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Joulukuu 2018
	Sivumäärä 60	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Hyönteisistä hyödyksi		
Tutkinto-ohjelma Maaseutuelinkeinojen tutkinto-ohjelma (AMK)		
Työn ohjaaja(t) Arto Riihinen, Tarja Stenman		
Toimeksiantaja(t)		
Tiivistelmä <p>Hyönteistaloudella on yhteiskunnallisia edellytyksiä ja taloudellista potentiaalia Suomen biotalouden osana. Hiljattain myös Suomessa laillistettu hyönteistuotanto on uutta ja vasta muotoutumassa. Hyönteisalalle on nopeasti noussut start up -yrityksiä, joiden rooli alan uutuuden johdosta korostuu. Ilmastomuutos haastaa ja muovaa maatalouden tuotannon kehitystä.</p> <p>Tämä työ on kirjallisuustutkimus, joka kartoittaa hyönteisalan nykyistä tilaa ja tulevaisuutta. Case -sirkkatilaesimerkin kautta tuodaan esiin hyönteistuotannon tapaa, nykytilaa ja arjen haasteita kasvattajan näkökulmasta.</p> <p>Hyönteistalouden innovaatiomahdollisuuksia voidaan kuvata teknologisten, sosiaalisten, taloudellisten ja poliittisten asioiden yhdistelmänä. Hyönteistalous näyttäytyy tehokkaana tapana luoda yrittäjyyttä, työllisyyttä ja ruoantuotantoa. Alan kehittyminen edellyttää organisoitua tutkimusta, järjestettyä koulutusta ja taloudellisia investointeja tuotantoyksiköiden perustamiseen.</p>		
Avainsanat (asiasanat) hyönteistuotanto, kiertotalous, biotalous, kotisirkka, kestävä kehitys		
Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)		

Author(s) Heinsola, Otso	Type of publication Bachelor's thesis	Date December 2018
	Number of pages 60	Language of publication: Finnish
Title of publication From insects for benefits		
Degree programme Bachelor of Natural Resources		
Supervisor(s) Arto Riihinen, Tarja Stenman		
Assigned by		
Abstract <p>The insect economy involves social requirements and financial potential as a part of Finnish bio-economy. Recently in Finland, new legislation has legalized the insect production and it is just beginning to emerge. To the insect business has rapidly gained traction with new start-up companies whose role is emphasized due to the freshly established business sector. The climate change challenges and further develops the agricultural production.</p> <p>This study is carried out in a form of a literary research, which scopes the present state and future of the insect business area. Through a perspective of a producer, the insect farm case shines light on the production ways, present state of the farm and its daily challenges.</p> <p>Innovation potentials of the insect business can be represented as a combination of technological, social, economic and political aspects. The insect economy seems to be an effective way to create new entrepreneurship opportunities, increase country's employment rate, and to provide new ways of feeding. Most dominant challenges in Finland have been small-scale insect production, lack of educational and financial resources. The development of the insect business sector requires organized research and education, as well as investments supporting the establishment of new production units.</p>		
Keywords/tags (subjects) insect production, circular economy, bioeconomy, house cricket, sustainable development		
Miscellaneous (Confidential information)		

Sisällys

1	Tulevaisuuden ruokaa.....	4
2	Tutkimusasetelma	5
3	Hyönteistalouden yhteiskunnalliset ja sosiaaliset edellytykset	6
3.1	Hyönteistalouden yhteiskunnallinen tausta	6
3.2	Hyönteiset tuotteina muotoutuvilla markkinoilla	8
3.3	Hyönteiset osana kiertotaloutta.....	11
3.4	Hyönteistalous maataloustuotannon eduksi	13
3.5	Hyönteisten tuotannon ja kulutuksen sosiaaliset edellytykset.....	15
3.6	Hyönteistalouden uudet tuottajat ja tuottajapotentiaali.....	17
4	Kotisirkkujen kasvatusta	18
4.1	Kotisirkan biologia ja elinkierto	18
4.2	Case: Siikosen sirkat, sirkkatila Forssassa	19
4.3	Tietoa tuotannosta	22
4.4	Hyönteistuotannon riskejä	24
5	Taloudellisen kannattavuuden arviointi	26
6	Johtopäätökset.....	31
7	Pohdinta.....	45
	Lähteet	50

Kuviot

Kuvio 1. Sirkkojen kasvatuksen prosessi (Siikonen 2018)	18
Kuvio 2. Hyönteistalouden toimintaympäristö	33

Taulukot

Taulukko 1. Siikosten tilan sirkkatuotanto kuukausittain vuoden 2018 aikana.....	28
Taulukko 2. Sirkkakasvattamon kiinteät ja muuttuvat kustannukset	28
Taulukko 3. Vuosituotoshypoteesi euroina tuottajien määrän mukaan	35
Taulukko 4. SWOT – analyysi hyönteistaloudesta	42

Käsitteitä

Ekosysteemillä tarkoitan työssäni luonnossa esiintyvää aluetta, jossa eliöt ja elottomat kohteet toimivat likeisessä vuorovaikutuksessa. Ekosysteemi käsitteenä rajataan koskettamaan pientä elinympäristön kohdetta, esimerkiksi pellon maa-alaa ja sen toimintojen kokonaisuutta. Tarkka ekosysteemien rajaaminen luonnossa on hankalaa, sillä eri ekosysteemit toimivat vuorovaikutuksessa keskenään. (Hanski, Lindström, Niemelä, Pietiläinen & Ranta 1998, 429–430).

Eliöyhteisöllä tarkoitan yhteisellä elinpaikalla elävien lajipopulaatioiden joukkoa (Hanski ym. 1998, 31).

Harvestointi eli korjuukäisten sirkkojen kerääminen kasvatustaatikoista eli recoista.

Hyönteiset on yksi niveljalkaisten neljästä alajaksosta (Barnes 2018). Hyönteiset erottuvat muista niveljalkaisista kolmiosaisen vartalonsa avulla (Wigglesworth 2017). Niveljalkaiset ovat suurin pääjakso eläinkunnassa ja niillä on kitiinistä koostuva suojaava tukirunko (Barnes 2018).

Katetuotto eli myyntikate kertoo, kuinka paljon yritys tuottaa voittoa, kun muuttuvien kustannusten osuus on vähennetty myynnin tuotoista (Eklund & Kekkonen 2016, 79–81; Karikorpi 2012, 149–151).

Nymfi on nuori, n. 13 – 21 päivän ikäinen sirkka. Munavaiheen ja aikuisuuden välivaihe, nymfi, on osa sirkan elinkiertoa ennen sirkan kasvamista sukukypsäksi aikuiseksi.

Populaatiossa tietyn lajin yksilöt ovat kanssakäymisissä toistensa kanssa (Hanski, ym. 1998, 25). Populaatioksi luokitellaan tietyissä paikassa tiettyyn aikaan elävät saman lajin yksilöt (Hanski, ym. 1998, 26). Tässä työssä populaatio käsitteenä merkitsee yhden hyönteistuottajan omaa hyönteispääomaa, johon on luettu kasvattamon kaikki hyönteiset tietynä hetkenä.

1 Tulevaisuuden ruokaa

Tämä työ käsittelee hyönteisravinnon mahdollisuuksia ja edellytyksiä osana Suomen biotaloutta. Valitsin työn aiheen paitsi kiinnostavuuden myös sen ajankohtaisuuden vuoksi. Hyönteisala on Suomessa muotoutumassa ja valmis organisoitumaan. Ihmiset ovat käyttäneet hyönteisiä ruoakseen kautta aikojen. Hyönteisravinnolla on pitkät perinteet, mutta tieto hyönteisten hyödynnettävyydestä on kulkenut näihin päiviin asti lähinnä suullisesti perimätietona länsimaiden ulkopuolella. Maailmassa kaksi miljardia ihmistä syö hyönteisiä joka päivä.

Hyönteiset ovat olleet viime aikoina yhä vahvemmin kiinnostuksen aiheena myös länsimaissa. Erityisesti niiden käyttö ravintona on ollut esillä nyt, kun muuttunut lainsäädäntö on mahdollistanut hyönteisistä tuotettujen elintarvikkeiden kaupallistamisen Euroopan Unionissa (EU). EU:n alueella hyönteisten käyttö elintarvikkeena laillistui tammikuussa 2018.

Lokakuussa 2018 julkaistun hallitustenvälisen ilmastonmuutospaneeli IPCC:n mukaan ilmaston lämpenemisen rajoittamiseksi 1,5 asteeseen vaaditaan pikaisia, kauaskantoisia ja ennennäkemättömiä toimia kaikilla yhteiskunnan osa-alueilla (IPCC PRESS RELEASE 2018, 1–4). Suomessa hyönteiskasvattajien ja start up – yritysten visio oli tarjota valmiita tuotteita heti hyönteismarkkinoiden avauduttua. Heidän visionsa pohjautui varmuuteen kuluttajien suuresta kiinnostuksesta. Vierailuillani sirkkojen kasvatukseen erikoistuneissa yrityksissä olen havainnut optimistista innostusta uutta hyönteistuotannon alaa kohtaan. Suurin osa hyönteisalan yrityksistä on vielä tällä hetkellä start up – asteella (Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 76/2017 2017, 39). Esimerkiksi Finsect (Finsect 2018a) ja EntoCube (EntoCube 2018a) tarjoavat kotisivuillaan maataloille konseptin siirtyä hyönteisravinnon tuotantoon.

Aloin syksyllä 2016 kokeilumielessä kasvattaa jauhomatoja ruoakseni, mikä loi pohjatietoa alaa koskevien kysymysten syntymiselle. Luovuin jauhopukkien kasvatuksesta allergiaoireiden vuoksi altistuttuani jauhomatojen ulostepölylle. Biotalous on uusiutuvien energialähteiden kestävää hyödyntämistä talouden tarpeisiin. Hyönteisten tuominen osaksi biotaloutta ja ruoantuotantoa kiehtoo itseäni. Tämä on toiminut alkusysäyksenä opinnäytetyön suunnittelulle, sillä koen, että hyönteistuotannosta löytyy ratkaisuja nykyajan ruoantuotannon haasteisiin.

Hyönteisistä kirjoitetaan mediassa ja aikakauslehdissä jo paljon, mutta painettua kirjallisuutta ja tutkimustuloksia hyönteisistä osana biotuotteita löytyy suomen kielellä vielä vähän. Hyönteistuotannosta valmistuu tasaiseen tahtiin opinnäytetöitä yliopistoista ja ammattikorkeakouluista monien eri alojen opiskelijoilta.

Perinteisten ruoantuotannon alojen kehittämiseen on investoitu, mutta hyönteisten hyödyntäminen luonnon resursseina on toistaiseksi ollut vähäistä. Tärkeää olisi päästä nopeasti tukemaan nousevaa ja lupaavaa hyönteistuotannon alaa.

Hyönteistuotanto on aiheena olennainen siksi, että se on yleismaailmallinen, mikä Willisin mukaan on otollinen pohja tutkimuksen tekemiselle (2008, 152). Rajasin aiheen keskittymällä hyönteistuotannon ja hyönteisten käytön innovaatioedellytysten tarkasteluun.

2 Tutkimusasetelma

Opinnäytetyön tavoitteina on 1) kartoittaa hyönteistuotannon yhteiskunnallisia edellytyksiä ja 2) kuvata hyönteisten tuotannon taloudellista potentiaalia Suomen biotalouden osana.

Työni on kartoittava kirjallisuuskatsaus, jossa kirjallisuutta sekä aiempia tutkimuksia tarkastelemalla erittelen hyönteistalouden perustaa ja merkityksellisyyttä, sen keskeisiä teemoja ja nykyistä, muuntuva tilaa uutena innovaationa. Ruoantuotanto, jalostaminen ja kulutus ovat kietoutuneet yhteen globaalisti, joten tarkastelen jossakin määrin myös kansainvälisiä ilmiöitä. Syvennän aihetta sirkkatilalla toteutettavan case-tutkimuksen avulla. Lisäksi teen alustavia laskelmia sirkkatuotannon taloudellisesta potentiaalista. Hyönteisalan uutuuden johdosta lähestyn aihetta innovaation syntyedellytyksiin vaikuttavia tekijöitä esiin nostamalla.

Teknologian tutkimuskeskuksen, VTT:n tutkijaryhmä (Elintarviketalous 4.0 – VTT:n visio älykkään, kuluttajakeskeisen ruokatuotannon aikakauteen 2017, 18–31) on tunnistanut 3 muutospolkua: ¹massatuotannosta yksilöllisiin ratkaisuihin, ²keskittyneestä ketterään valmistukseen ja jakeluun sekä ³horisontaalisesta vertikaaliseen ruokatuotantoon, joissa korostuvat hävikkittömyys ja korkeat hyötysuhteet. Nämä muutospolut kuvaavat hyvin hyönteistuotannon mahdollisuuksia. Innovaation tulisi olla teknologisten, sosiaalisten, taloudellisten ja

poliittisten asioiden yhdistelmä (Urry 2013, 202). Ekoinnovaatiot ovat jaettavissa sosiaalsiin, tuotteellisiin, tuotannollisiin ja tuotantojärjestelmällisiin innovaatioihin (Honkasalo 2012, 39).

3 Hyönteistalouden yhteiskunnalliset ja sosiaaliset edellytykset

3.1 Hyönteistalouden yhteiskunnallinen tausta

Harva maa on tehnyt poliittisia päätöksiä, joilla hillitä pitkälle jalostettujen, helposti saatavien ja usein halvimpien elintarvikkeiden käyttöä (Karttunen, Kihlström & Taivalmaa 2014, 30). Kun elintarviketeollisuuden tuotetta jalostetaan, myös sen ilmastovaikutus kasvaa (Berninger 2012, 133). Elintarviketeollisuuden tärkeimpiin ympäristönäkökohtiin kuuluvat energia- ja materiaalitehokkuus ja tehostettu vedenkäyttö (ETL 2010b; Kotro, Jalkanen, Latvala, Kumpulainen, Järvinen & Forsman-Hugg 2011, 51), jotka näyttäytyvät hyönteistuotantoa puoltavina elementteinä. Jos kuluttajat olisivat valmiit maksamaan ruoastaan lisää, ruoantuotannolla olisi mahdollisuuksia monipuolistua (Iivonen 2018).

Uuselintarvikeasetuksen (EY 27.1.1997/258) tulkintaa muutettiin Suomessa 20.9.2017, jolloin hyönteisten pääsy elintarvikemarkkinoille sallittiin (Maa- ja metsätalousministeriön tiedote 2017; Siljander-Rasi 2018). Ennen tätä jotkin yritykset myivät hyönteisiä somisteina, jolloin elintarvikkeen ehtojen ei tarvinnut täytyä. Jos elintarvikkeella ei tiedetä käyttöhistoriaa EU:n alueella ennen vuotta 1997, se luetaan uuselintarvikkeeksi. EU:ssa hyönteiset luetaan uuselintarvikkeiksi (EY 27.1.1997/258). Komissio kerää uuselintarvikelupahakemuksia 1.1.2019 asti, minkä jälkeen kyseiseen päivämäärään mennessä uuselintarvikelupaa hakeneet ja luvan piiriin hyväksytyt hyönteislajit saavat olla markkinoilla 1.1.2019 jälkeen (Evira 2018a; Evira 2018b). Hakemuksessa tulee olla komission täytäntöönpanoasetusten mukainen selvitys tuotteen turvallisuudesta (Evira 2018d). Siirtymäaikana, eli 1.1.2018-1.1.2019, markkinoida saa sellaisia hyönteislajeja, jotka ovat jo olleet elintarvikkeena markkinoilla Suomessa tai muussa EU-maassa ennen 1.1.2018 (Evira 2018b). Uuden ruoan pitää sitoutua noudattamaan paikallista lainsäädäntöä ja kulttuurillisia normeja (Fuller 2011, 15).

Hyönteistuotannosta on syntymässä uusi toimiala (Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 76/2017 2017, 48). Hyönteisten elintarvikekäyttöä koskevan lobbauksen näkyvyys on edesauttanut sallivien päätösten aikaansaamista. Hyönteisten elintarvikekäytön vetovoima kasvaa Suomessa. Kokeilunhaluiset kulinaristit ja punaista lihaa karttavat ympäristötietoiset kuluttajat pitävät hyönteisiä jo trendi- ja lähiruokana. Suomi on hyönteisruokamyönteinen maa Ruotsiin, Tsekiin, Saksaan ja Yhdysvaltoihin verrattuna (Siljander-Rasi 2018). Hyönteisillä voidaan tuskin korvata lihatuotteita kokonaan, mutta niiden avulla voidaan tukea erityisesti paikallista ruoantuotantoa.

Kulutusvalintoja ohjaavat useimmiten tunteet (Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 76/2017 2017, 104). Kulutukseen kytkeytyviä arkea, identiteettejä ja elämäntapoja ei ole ympäristöpoliittisin toimin säännöstelty niin selkeästi kuin tuotantoa (Onnellisuustalous 2011, 67). Länsimaisessa kulutuskulttuurissa haluista syntyy yhä vahvemmin tarpeita kulutusvalintojen tunkeutuessa uusien elämäntapojen osaksi (Järvensivu 2015, 258–259). Ruoka tuotteena on merkittävä, ja siksi jo sen ostopäätös on kannanotto. Paitsi, että ruoka on monikulttuurillistunut, on nähtävissä ollut myös lähiruoan suosion kasvu ja kiinnostuksen lisääntyminen ruoan alkuperää kohtaan (Catani 2014, 210). Kysyntä ympäristöystävällisiä tuotteita kohtaan on kasvanut kuluttajien otettua selvää tuotteidensa alkuperästä ja elinkaaresta. Kiinnostuksen taustalla biotaloustuotteita kohtaan on Anne-Christine Ritschkoffin mukaan halu vahvistaa riippumattomuutta öljystä (Kuisma 2011, 38). Sen johdosta, että suomalaisen ruoan arvostus on noussut kansainvälisesti (Uusikylä 2012, 144) uskovat suomalaisyritykset uusien markkinakanavien syntyyn. Hyönteisiä voitaisiin nostaa näkyväksi osaksi suomalaisuutta ja jakaa maailmalle uuden alan osaamista ja tuotteita (Ramstedt 2016).

Suomessa ovat vahvimmin viljelyyn nousseet mustasotilaskärpäset (VinsectS – hanke 2018–2019), kotisirkat (EntoCube 2017), ja jauhomadot (Turun yliopisto 2016). Näistä ainakin kotisirkkojen ja jauhomatojen laaja-alaisesti harjoitetusta ruoantuotannollisesta kasvatuksesta on kokemusta kansainvälisesti. Jyväskylän ammattikorkeakoulu on mukana mustasotilaskärpäsiä tutkivassa VinsectS – hankkeessa. VinsectS – hanke 2018–2019 tutkii mustasotilaskärpästen hyödyntämistä sivuvirtojen käsitte-

lyssä (Tähtinen 2018). Hanke toteutetaan 5.2.2018–31.8.2019 Viitasaaren ja Saarijärven alueella (Paananen 2018). Rahoittajina toimivat Keski-Suomen liitto ja Pirkanmaan liitto Euroopan aluekehitysrahastosta. Mustasotilaskärpäsen (*Hermetia illucens*) toukka pystyy hyödyntämään laaja-alaisemman kirjon erilaisia sivuvirtoja kuin kotisirkka tai jauhomato (van Huis & Tomberlin 2017, 231-233). Tuotantoeläinten rehuksi voi kasvattaa hyönteislajeja, jotka Evira on hyväksynyt; mm. sotilaskärpästä (*hermetia illucens*), jauhopukkia (*tenebrio molitor*), kanatunkkaria (*alphitobius diaperinus*) ja kotisirkkaa (*acheta domesticus*) (Evira 2017a, 1). Siat, siipikarja ja kalat voivat hyödyntää hyönteisiä, mutta märehtijöille ne eivät sovellu (Evira 2017b).

Sirkkatuotantoa aloittavan toimijan on ennen toiminnan aloittamista ilmoitettava alkutuottajaksi tekemällä ilmoitus alkutuotannosta elintarvikeviranomaiselle elintarvikelain 22 §:n mukaisesti (Evira 2018c). Jos hyönteisiä jalostetaan, siihen käytössä oleva huoneisto luetaan elintarviketuotannoksi. Hyönteiskasvattajan on myös lähetettävä ilmoitus rehualalle liittymisestä (A 12.1.2005/183). Evira katsoo hyönteistuotannon kuuluvan alkutuotantoon hyönteisten lopetukseen asti, mukaan lukien niiden pakastus. Toiminnan harjoittajalla on elintarvikelain mukaisesti vastuu tuoteturvallisuudesta ja rehellisyydestä. Läpinäkyvyys korostuu, sillä hyönteisille sovellettaava erityislainsäädäntöä ei vielä juuri ole (Evira 2018a, 5,7).

3.2 Hyönteiset tuotteina muotoutuvilla markkinoilla

Itä-Aasiassa hyönteisiä pidetään herkullisena osana ruokavaliota (Hahlbrock 2009, 229). Aasiassa hyönteisravinnolla on pitkät perinteet ja vahva arvo yhteiskunnassa. Kiina on yksi vanhimmista maista, jossa on käytetty hyönteisiä ravinnoksi jo yli kolmentuhannen vuoden ajan (Chen, Feng & Chen 2009, 209). Thaimaassa suuri osuus kasvattamoista on maaseudun yksityisyrittäjiä, joille sirkkojen tuotanto ei toistaiseksi ole pääelinkeino ja joiden vuotuinen keskituotos on n. 350kg (Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 76/2017 2017, 39, 40). Siellä tuotantoa voidaan harjoittaa miltei koko vuoden, niin pitkään kuin tuotannon edellyttämää lämpöä riittää. Thaimaassa ei normaalisti käytetä eristettyjä ja lämmitettyjä kasvattamoita, joten tästä syystä vuoden kylmimpänä aikana ei tuotantoa voida ylläpitää. Lisäksi on huomiotava, että Suomessa hyönteisten tuottajan tulontarve on suurempi (Siikonen 2018). Syötäviä hyönteisiä on totuttu ulkomailla keräämään suoraan luonnosta (van Huis,

van Itterbeech, Klunder, Mertens, Halloran, Muir & Vantomme 2013, 45–47; Gutierrez 2018).

Ruokakulttuurien yhdenmukaistuminen on vääristänyt ruokailutottumuksia mm. tehokkaan markkinoinnin kautta (Jokinen, Vinnari, & Kuopsala 2012, 177). Bartolinin (2014, 159, 161) mukaan materialististen arvojen levittäytymistä ja nykyistä talousjärjestelmää ovat ensisijaisesti tukeneet nykyiset viestintäkanavat ja niissä tapahtuva mainonta. Merkittävät muutokset kulutuksessa ovat johtaneet yhteiskunnallisiin muutoksiin. Kehittyvien maiden energiankulutuksen kasvussa (Suokko & Partanen 2017, 272) heijastuu länsimaisten elintapojen omaksuminen. Kehittyvistä maista on viime aikoina haettu tietoa hyönteisten kasvatuksesta (Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 76/2017 2017, 20–23). Kehitettyämme hyönteistuotannon teknologiaa Suomessa, on vuorostaan meillä mahdollisuus hyönteistuotteiden ja hyönteistuotantoinnovaatioiden vientiin.

Ruoantuotanto on kausittaista ja ennustamatonta (Dani 2015, 172), mikä luo kysyntää säilytystä kestäville tuotteille. Globaalissa ruokakaupassa tarjonnan määrä on monimuotoisempi kuin koskaan (Gallegos 2009, 197). Vauraampien maiden elintarviketeollisuudessa on käytössä monia tapoja turvata ruoan pitkät säilytysajat (Stuart 2011, 137, 143; Nierenberg 2013, 152). Tämä on osaltaan vaikuttanut siihen, että runsauden myötä ruokaan on alettu suhtautua välinpitämättömästi ja syömäkelpoisia, mutta markkinoille epätäydellisiä tuotteita heitetään pois (Stuart 2011, 137–138; Nierenberg 2013, 152). Mitä lähempänä kuluttajia ravintoa voidaan tuottaa, sitä vähempi sen varastointiin tai säilytykseen tarvitaan resursseja.

Tuotteistaminen nähdään nykyajan markkinoiden luomisen perusedellytyksenä (Berg 2011a, 357). Tuotteille on luotu esteettisiä ja kulttuurillisia arvoja, joihin potentiaalisten kuluttajien on ollut mahdollista samaistua (Penna 2010, 234). Vastuu markkinoiden muokkaamisesta on annettu kuluttajille (Berg 2011a, 357). Toki kuluttaja ei yksin vaikuta, mihin suuntaan ruoan tuotannollinen kehitys muotoutuu, mutta on silti suuressa osassa ostokäyttäytymisellään. Ruokaturvan takaaminen ja sen turvallisuus ovat viimeaikoina kiinnostaneet tutkijoita (Jokinen ym. 2012, 11) ja on herätty huomaamaan lihankulutuksen vaikutuksia ympäristöön.

Lihan kulutus on kaksinkertaistunut 1950 - luvulta (Fogelholm, Hakala, Kara, Kiuru, Kurppa, Kuusipalo, Laitinen, Marniemi, Misikangas, Roos, Sarlio-Lähteenkorva, Schwab & Virtanen 2014, 13). Biopohjaisten polttoaineiden tuottaminen peltotuotannon ulkopuolella, ruokailutottumusten muutos ja ruokahävikin pienentäminen voivat ehkäistä ruokapulaa (Karttunen ym. 2014, 24–25). Ruokahuollon haasteet tiedostetaan; on kysymys siitä, kuinka ruoan riittävyyden haasteeseen voidaan vastata koko maailmanyhteisön voimin (Mikhail 2012, 190).

Siljander-Rasin (2018) mukaan hyönteisrehun tuotanto on hyönteistuotannon suurin ympäristövaikutusten aiheuttaja, jos rehun raaka-aineina käytetään viljatuotteita ja Euroopan ulkopuolelta tuotua soijarouhetta. Kannattavimpana vaihtoehtona Siljander-Rasin (2018) mukaan on elintarviketuotannon eri tuotantovaiheissa syntyvien sivutuotteiden hyödyntäminen jalostamalla ne ihmisruoaksi tai eläinten rehuksi. Jätteiden vaihtuminen kallisarvoisiksi raaka-aineiksi on kestävää liiketoimintaa (Ritschkoff 2017, 8). Lisäksi sirkkojen kasvatuksessa syntyviä jäännöksiä voidaan hyötykäyttää biokaasun tuotannossa (Nokkonen, Pirttijärvi, Kymäläinen & Järvenpää 2018, 10). Siljander-Rasi (2018) tähdentää, että tehdassivutuotteiden ja prosessilämpöjen hyödyntäminen olisi otollinen vaihtoehto hyönteistuotannon sijoittuessa muun tuotannon liepeille. Hän mainitsee myös ettei elinvoimaisten, tuottavien ja terveiden hyönteisten jalostus ole vielä muiden kotieläinten tasolla.

Kotimainen tuotanto vaatii uudenlaisia tuotannollisia näkemyksiä. Hyönteisille markkinapotentiaalia ajateltiin löytyvän eritoten eläinrehun tuotannon suhteen (Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 76/2017 2017, 101), kun suomalaisyritykset alkoivat patentoida hyönteistalouden menetelmiään (Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 76/2017 2017, 48). Hyönteisten kasvutuotoksesta voidaan hyödyntää suurempi osa kuin monien muiden tuotantoeläinten kohdalla (van Huis ym. 2013, 60). Lainsäädännön salliessa hyönteisten proteiinit, rasvat ja kitiini on hyödynnettävissä (Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 76/2017 2017, 10).

Hyönteisten makuun voidaan vaikuttaa niille syötettävän rehun koostumuksella. Lyhytkin, jo päivän kestävä, yrttiruokinta vaikuttaa sirkkojen makuun (Nokkonen, Pirttijärvi, Kymäläinen & Järvenpää 2018, 11). Yrteillä ruokittuja sirkkoja voidaan ajatella esimerkkinä erikoistuotteista, jotka voivat vahvistaa kasvattajan omaa brändiä. Samalla voidaan olettaa, että sirkkoja kasvattava yritys kykenisi

hyödyntämään muilla ruoantuotannon aloilla syntyviä sivuvirtoja, kuten leipäteollisuudessa muodostuvia jauhojen ylijäämäjakeita, luoden brändiä sirkkoja kasvattavalle yritykselle.

Hyönteisten sisällyttäminen kuluttajalle ennestään tuttuihin ruokalajeihin voisi olla tapa tuoda hyönteisiä elintarvikkeisiin tai osallistuttaa ihmisiä kasvattamaan hyönteisiä itse (Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 76/2017 2017, 105).

Ilmastonmuutokseen sopeutumiseen pyrkivien toimintatapojen tullessa osaksi jokaisen arkea osallistavasta päätöksenteosta tulee merkityksellistä (Lammi & Rask 2011, 353–362). Toimintatapojen muutos lähtee liikkeelle ruokalautaselta.

Myyntitilanteen tärkeys korostuu uuden elintarviketuotteen kanssa. Myynnin johtaminen voidaan jakaa suunnitteluun, organisointiin, motivointiin ja myynnin seurantaan (Viskari 2014, 8). Tuotetietous, laadun valvonta ja henkilökunnan motivointi on helpompaa, kun brändi on persoonallinen, jopa jännittävä.

Erottautuminen muista hyönteisalan yrityksistä lienee vielä helpompaa nyt, kun hyönteisala on uusi – jokainen alalle syntyvä innovaatio vaikuttaa vahvasti hyönteisalan kehityksen suuntaan. Pioneerius voidaan nähdä etuna yrityksen oman brändin kehitystyölle, jossa asiakkaan ensivaikutelma tuotteesta on tärkeä.

Paikallisessa innovaatiotoiminnassa sijaintipaikan ominaisuudet ja monipuolisuus korostuvat, sillä yhteistyö ja vuorovaikutus organisoituvat verkostoina (Lemola 2009, 103). Nyt voimme luoda Suomeen nousevan markkinakokonaisuuden, kun hyönteistaloudelle on muotoutumassa uusi markkinakaista. Hyönteisten nopeimmin kasvavat markkinat löytyvät tällä hetkellä Euroopasta (Siljander-Rasi 2018).

3.3 Hyönteiset osana kiertotaloutta

”Ekosysteemipalvelut ovat ekosysteemin eri tasoilla tapahtuvien toimintojen tuottamia suoria tai välillisiä hyötyjä joko ihmiselle tai muulle ekosysteemille” (Kolström 2010, 21)

Ravinto ja raaka-aineet kuuluvat ekosysteemipalveluiden tuotantopalveluihin (Kolström 2010, 25). Käsitteen ekosysteemipalvelu osatekijänä toimiviin säätelypalveluihin kuuluu puhdistus-, hajotus- ja sitomisprosesseja (Kuisma 2011,

48). Hyönteiset voivat osallistua ainakin hajotus- ja sitomisprosesseihin (muovien hajotus, raaka-aineen ravintoarvon rikastus).

EU:n kulutuksesta merkittävä osa näkyy jätteiden syntyä EU:n ulkopuolella (Suokko ym. 2017, 267). Kiina luopui vuoden 2018 alusta muovijätteen vastaanottamisesta. Aiemmin Kiinan huolehdittua yli puolista maailman muoveista (UNRIC 2018), on nyt länsimaiden keskityttävä pitämään kierrätystasonsa ja käsittelemään muovijätteensä. Kiertotalouteen tähtäävien toimintamallien järjestelmällinen kehittäminen on nyt siis tarpeen. Vain noin 7 prosenttia talouden materiaalivirrasta käytetään uudelleen maailmanlaajuisesti tarkastellen (Kautola, Palmio, Sibakov & Vahvaselkä 2017, 15). Ravinteiden kierrättäminen on tulevaisuudessa entistä tärkeämpää.

Aikaisemmin luonnonvaroista ei ollut puutetta ja kehitystä rajoitti infrastruktuurin alhainen taso, mutta nykypäivän tilanne on toinen (Costanza, Alperovitz, Daly, Farley, Franco, Jackson, Kubiszewski, Schor & Victor 2013, 124). Ympäristöaspekti ei ole ollut pitkään mukana mitattaessa yhteiskunnallista hyvinvointia (Berg 2011b, 59), minkä vuoksi merkittävä osa yhteiskunnan ympärille luoduista toiminta- ja ajattelumalleista ei ole ensisijaisesti keskittynyt toimimiseen luonnon resurssien rajoissa. Resurssipula nostaa raaka-ainehintoja ja altistaa vielä koskemattomina pysyneitä alueita taloudelliseen hyötykäyttöön (Sairanen & Stenhäll 2012, 66–67).

Vaikka tajuamme ympäristön tilan heikkenevän, käytämme käytössä olevat resurssimme elokuuhun mennessä, eläen loppuvuoden ekologisesti velaksi (Linnanen 2017, 15; Borg 2017, 94). Talousjärjestelmämme on keskittynyt raaka-aineiden korkeaan jalostusasteeseen, mutta sivuvirtoja eikä raaka-aineiden uudelleenkäyttöä olla järjestelmällisesti hyödynnetty. Kuluttajan käsite korvautuu kiertotaloudessa käyttäjän käsitteellä (Jolly 2014, 5). Tämä tarkoittaa siirtymistä kohti palvelevampaa yhteiskuntaa.

Kiertotalous luo vaihtoehtoja lineaariselle kulutuksen tavalle. Sen avulla pyritään analysoimaan tietoisesti tuotteiden tai palveluiden resurssiviisautta koko niiden elinkaaren ajan, ja etsimään tapoja varmistaa materiaalien tehokas hyödynnys. Kiertotalous pitää materiaalia kierrossa niin pitkään kuin mahdollista (Sippola 2017, 20–24). Kaupin (2017, 31) mukaan materiaalit kierrättyvät usein pitkän ajan kuluttua käyttöön otosta, ilman, että kuluttaja tai tuottaja itse joutuvat keskittymään

materiaalikiertoon – ostetun tuotteen ympäristövaikutuksiin tai tuotteen elinkaaren ekologiseen tehokkuuteen. Hyönteisalan tuottajat pitävät valttina tuotantonsa ekologisuutta (EntoCube 2018b; Finsect 2018b) tietoisien kuluttamisen tapojen tultua suosituiksi ympäristöseikkoihin valveutuneiden kuluttajien keskuudessa.

Vuonna 2014 kotimaisesta viljatuotannosta 2,1 miljardia kiloa käytettiin rehuksi ja 440 miljoonaa kiloa ihmisruuaksi (Isomäki 2017, 160). Hyönteisten rehunkäyttö on tehokkaampaa kuin karjalla (Oonincx, van Itterbeeck, Heetkamp, van den Brand, van Loon & van Huis 2010, 6). Tuotetun viljan tarjoaminen hyönteisille vahvistaisi edellytyksiä mahdollisimman suljettujen maataloustuotannon ravinnekiertojen aikaansaamiseksi. Hyönteiset voisivat hyödyntää myös hävikkiruokaa. Ritschkoffin (2017, 8) mukaan Suomessa leiväntuotantoketjun osissa yksin tuhlaantuu lähes 30 miljoonaa kiloa raaka-ainetta vuosittain. Jyväskylän ammattikorkeakoulu on tutkinut leipomojätteiden hyödyntämistä mustasotilaskärpäisillä (Tähtinen 2017) osana VinsectS -hankkeetta. Esimerkkeinä runsaasti proteiinia sisältävistä sivuvirroista ovat vehnänlese, panimomäski ja rypsipuristekakku (Kautola ym. 2017, 36). Vehnänleseestä riittäisi proteiinia miljardin ihmisen päivittäiseen tarpeeseen (Kautola ym. 2017, 36). Syöttämällä vehnänlese aluksi hyönteisille synnytetäisiin ravintoarvoiltaan vehnänlesestä rikkaampia elintarvikkeita. Ympäri vuotiset ja pitkien ajanjaksojen aikana syntyvät biosivuvirrat ovat käyttökelpoisia hyönteisrehuina (Nokkonen, Pirttijärvi, Kymäläinen & Järvenpää 2018, 10). Hyönteiset voivat hyödyntää raaka-ainesivuvirtoja monipuolisesti ilman niiden voimakasta jalostamista. Hyönteisten avulla voi siis helposti toteuttaa kiertotaloutta.

3.4 Hyönteistalous maataloustuotannon eduksi

Tulevaisuudessa on kyettävä tuottamaan enemmän laadukasta ruokaa lisäämättä olennaisesti maatalousmaahan käytettävää pinta-alaa (Hahlbrock 2009, 19). Samalla on pyrittävä supistamaan tuotannon kokonaisvaikutuksia ilmastoon mahdollisimman nopeasti (Hahlbrock 2009, 19). Mahdollisuudet maatalouden laajentamiseen ovat olemattomat (Hakala 2011, 255). Tekemämme elinyhteisöihin kohdistuneet vaikutukset ovat vakavia ja taudinaiheuttajien leviäminen ja muuttuvat elinolosuhteet näyttävät riskinä massatuotannossa (Hahlbrock 2009, 63). Tulevaisuudessa viljan hinnat voivat vaihdella rajusti, kun luonnonolot epävakautuvat ilmastonmuutoksen

myötä. Maailman eri puolilla vaihtelevat olosuhteet mahdollistavat tuotteiden ympärivuotisen saatavuuden ja laajemmat hankintaketjut (Dani 2015, 172). Ilmastonmuutos vaikeuttaa ruoantuotantoa ilmasto-olojen muuttuessa ailahtelevammiksi (Kohtuus vaarassa 2015, 70). Olosuhteiden epävakaistumisesta johtuvat ongelmat tärkeän raaka-aineen saannissa voivat vaikuttaa maailmanlaajuisesti suurissa hankintaketjuissa. Pienimuotoisen omavaraistalouden tukeminen olisi ekologisesti järkevämpää kuin yksipuolinen viljely, jonka johdosta on hävitetty 75% viljeltävien kasvien geenireservistä (Borg & Joutsenvirta 2015, 51). Ilmastonmuutoksen myötä näennäisesti tehokkaimmat maatalousmallit eivät sopeudu ilmastollisiin stressitekijöihin yhtä tehokkaasti kuin monimuotoiset agroekosysteemit (Ilmastonmuutoksen voittajat ja häviäjät 2016, 272–274). Lisäksi pienviljelijät kykenevät hyödyntämään tehokkaammin veden, valon ja ravinteet (Ilmastonmuutoksen voittajat ja häviäjät 2016, 272–274).

Suomen pelloista 80% on rehuntuotannossa (Borg & Joutsenvirta 2015, 53). Hyönteistuotannon säästäessä peltotilaa voidaan vapautuneet peltoalat suunnata uuteen käyttöön ja ruoantuotannon paineen pienentyessä maan kasvukunnosta voidaan helpommin huolehtia. Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliiton MTK:n ympäristöjohtaja Liisa Pietolan (Yle 2018a) mukaan nurmien viljelyä pitää lisätä. Pietola (Yle 2018a) tähdentää nurmien sitovan runsaasti maan ravinteita, mutta sadolle on saatava käyttäjät. Hyönteiset voisivat hyödyntää monenlaisia kasviperäisiä rehuraaka-aineita, kuten nurmia, kunhan ne ovat hyönteisille tarjottaessa jalostettu oikeanlaisiksi.

Hyönteisten avulla proteiini-rikkaan ruoan tuottaminen voidaan yhdistää tavoitteisiin maailman vesivarojen säästämiseksi. Salmonfarmin kalankasvatuslaitos hillitsee Itämeren rehevöitymistä jalostamalla kotimaista kalaa Raisioagron Baltic Blend - kalanrehuksi (Maaseudun tulevaisuus 2016). Kalojen perkuujätteistä tehtyä rehua voisi käyttää sirkoilla B12 - vitamiinin saannin varmistajana, toisaalta mustasotilaskärpäsillä voidaan korvata puolet kasvatetun lohen rehusta (Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 76/2017 2017, 12). Kalankasvatus ja hyönteiskasvatus voivat näin tukea toisiaan. Missään hyönteistuotannon tai jalostuksen vaiheessa ei käytetä merkittäviä määriä vettä. Hyönteisrehun käyttö kalanrehuna sallittiin heinäkuussa 2017 (Turun yliopisto 2017).

Jos maatila tuottaa lihakarjan sijasta hyönteisiä, biotaloudellisena kehityksenä ei nähdä vain peltotuotantoon tarvittavan alan pienentyminen, vaan myös rehevöitymisen ehkäisyyn helpottuminen rehunkäytön tehostumisen ja tuotantotapojen muutosten myötä. Kaikesta ihmistoimintaan käytetystä vedestä 70% kuluu maailmanlaajuisesti maatalouden tarpeisiin (Hahlbrock 2009, 222). Seppo Knuutilan, Suomen ympäristökeskuksen erikoistutkijan, mukaan 70% Suomen peltopinta-alasta käytetään lihantuotantoon (Yle 2018b). Vettä on totuttu pitämään kaupallisen hyväksikäytön raaka-aineena (Ilmastonmuutoksen voittajat ja häviäjät 2016, 278). Knuutilan (Yle 2018b) mukaan Itämeren rehevöitymiseen vaikuttavista tekijöistä 60% johtuu ruoantuotannosta.

Pavan Sukhdevin mukaan julkisten investointien kohdentaminen alhaisten hiilipäästöjen, ympäristönsuojelun, energiaturvallisuuden ja infrastruktuurin edistämishankkeisiin vähentäisi kotitalouksien kustannuksia, tuontiriippuvuutta, toisi työpaikkoja ympäristöteknologisille tuotantoaloille, vauhdittaisi hiilipäästötavoitteiden toteutumista ja huomioisi luontoarvoja ja elinympäristön tilaa (Jackson 2011, 131). Sukhdev on toiminut Yhdistyneiden kansakuntien ympäristöohjelma UNEP:in vihreän talouden aloitteen johtohahmona.

3.5 Hyönteisten tuotannon ja kulutuksen sosiaaliset edellytykset

Ruokailu on yksi merkittävimmistä ympäristökuormituksen aiheuttajista (Cronberg 2008, 136). Näin ollen ruokahävikin hillintä ja vähähiiliseen ruokavalioon siirtyminen ovat tehokkaat tavat pienentää ruoan hiilijalanjälkeä (Berninger 2012, 136–137). Hyönteistuotanto ei tuota huomattavia määriä kasvihuonekaasuja (Lang 2013, 88). Vandana Shivan (2008) mukaan ruokakriisi, energiakriisi ja ilmastonmuutos ovat toisiinsa liittyneinä (Muokattu elämä 2014, 305). Ruokailutottumusten muutos on aina vaikea kynnys ihmisille (Singer 2007, 16). Sosiaaliset edellytykset ja hyönteisravinnon myönteisten merkitysten luominen on tärkeää markkinoiden synnyttämisessä ja tunnistamisessa. Bildtgårdiin (2008) viitaten tottumukset ohjaavat merkittäväällä tavalla arkisia toimintatapojamme (Jokinen ym. 2012, 201). Hiilidioksidia sitovien vaihtoehtojen on hyvä olla haluttavia ja trendikkäitä (Urry 2013, 201), jotta kuluttajat voisivat kiinnostua ja löytää ne ja toisaalta ymmärtää, mikä tuotteesta tekee ekologisen. Ruoka rakentaa suhteen kuluttajan ja viljelijän

välille (Kohtuus vaarassa 2015, 70). Keskitetty tuotanto vie tuottajat ja kuluttajat kauemmaksi toisistaan johtuen siitä, että ruoan hinnan korostuttua ruokaa haaskataan massaruokien kulutuksen heijastuessa ihmisten ruokailutapoihin (Jokinen ym. 2012, 188–189). Kun pyritään hiilineutraaliuteen, muodostuu yrityksille keskeinen rooli tavoitteen saavuttamisessa.

Kaupungistuminen on pirstonnut luontoalueita, mutta elävän kaupunkiluonnon synnyttäminen on ihmistoiminnan päätösten ulottuvilla (Niemelä, Saarela, Söderman, Kopperoinen, Yli-Pelkonen & Väre 2010, 203–204; Lahti, V. M. & Selosmaa, J. 2013, 49). Kaupungissa ekologisten vaikutussuhteiden käsittäminen on hankalampaa, eikä arjessa ole helppo nähdä pitkän ajan kuluessa tapahtuvia muutoksia (Lyytimäki & Berg 2011, 346). Kaupungistumisen myötä maan kysyntä on lisääntynyt yhtenäisten rakentamattomien maa-alueiden vähennyttä (Vihemäki 2012, 314–318).

Kulutuskysyntä on muuttunut pakattujen ruokien ja valmisruokien kulutuksen lisääntyä (Karttunen ym. 2014, 64). Ruoan jatkojalostukseen kuluu kolminkertaisesti energiaa tuottamiseen nähden (Borg & Joutsenvirta 2015, 52). Kulutuksen ja tuotannon kasvaessa energian ja luonnonvarojen käyttö kasvaa ja päästövähennyksiin on vaikeampi pyrkiä (Ylhäisi & Koponen 2014, 257), varsinkin silloin, kun tuotannon kasvu johtaa luonnonvarojen käytön kasvuun. Kuluttajien ohella tuottajat voivat vaikuttaa kestävien elin- ja tuotantotapojen syntyyn. Kestävän hyvinvoinnin aikaansaamiseksi infrastruktuuri, inhimilliset voimavarat, sosiaalinen pääoma ja luontopääoman tarpeet on huomioitava tasapuolisesti (Maailman tila 2013 2013, 126). Risku-Norjan, Kurpan ja Heleniuksen (2009) mukaan ympäristö- ja yhteiskunnallisten haasteiden vähentämiseen tarvitaan kulutustottumuksellisten muutosten lisäksi ruoantuotantojärjestelmään ohjauksellisia ja rakenteellisia uudistuksia (Jokinen ym. 2012, 190). Toiminnan ydinprosessien parantamiseen tähtäävät keinot, joilla ympäristökuormitusta pyritään vähentämään edellyttävät toimijoiden halua innovatiivisuuteen. Yksi mahdollisuus voisi olla luoda kaupunkiviljelmien ohelle yhteisöllistä hyönteisruoantuotantoa. Harvalla on hallussaan käyttökelpoista tuotantotilaa tai aikaa huolehtia yksin kasvatettavan hyönteispopulaation hoidosta. Yhteisöllinen, kaupunkilaisten kesken tapahtuva hyönteiskasvatus voisi tarjota työtä, ympäristöystävällistä lähiruokaa ja vaihtoehdon

ekologisen elämäntavan toteuttamiselle kaupunkiympäristössä. Yhteisöllinen hyönteisten kasvatustoiminta voisi olla toki mahdollista myös maaseudulla. Sivutoimisen hyönteistuotannon parissa voisi toimia monenlaisten alojen yrittäjiä. Hyönteistuotanto on toistaiseksi käsityövaltaista. Hyönteisillä on tarkat ekologiset vaatimukset elinympäristöltään ja elinkierroltaan. Hyönteisten lajityypillisten elinolosuhdevaatimusten ymmärtäminen on toimivan hyönteistuotantotoiminnan edellytys. Markkinakokonaisuuksien synnyttäminen hyönteistalouden ympärille edellyttää verkostoitumista. Pääoman ei tarvitse olla verrattain suuri hyönteistuotannon aloittamiseksi. Lisäksi hyönteistuotanto säästää luonnonvaroja siinä, missä se parhaimmalla tavalla voi hyödyntää muiden tuotannonalojen sivuvirtoja monenlaisissa tuotantoympäristöissä.

3.6 Hyönteistalouden uudet tuottajat ja tuottajapotentiaali

Hyönteistuottajien on ollut pakko saada nopeasti tietoa toiminnan edellytyksistä sekä kehittää tuntemustaan hyönteisten ominaistarpeista. Yritykset päästä nopeasti markkinoille ovat johtaneet kokeiluihin tai toimimaan ilman tuotantotapojen pitkäaikaisempaa kehittämistä ja arviointia. Alalle on tullut tuottajia monenlaisista taustoista. Tuotejohtajuus korostuu uusilla markkinoilla (Lehtipuu, Monni 2007, 104). Pohjanmaalta tulevan Finsect – yrityksen motiivina on saada tyhjiä tuotantotiloja hyönteismaatalouden hyödynnettäväksi (Rouvinen 2017, 26). Vastaavasti EntoCube - yrityksen yhtenä konseptina on nähtävissä vahvasti sama motiivi: opastaa uusia tuottajia alalle. Yritys antaa asiakkailleen kehittämäänsä valmista teknologiaa ja ratkaisut toiminnan aloittamiseksi (EntoCube 2018). Vuoden 2017 lopulla viitisenkymmentä tuottajaa olivat viitanneet kiinnostuksestaan EntoCubelle (Yle 2017).

On tärkeää saada kotimaisia tuottajia hakeutumaan alalle. Tuotantokannattavuus nousee, kun hyönteistuotanto on itsenäisten tuottajien hallussa, ei vain osana tutkimustoimintaa tai suurempia yrityksiä. Maataloustuottajilla on jo valmiiksi tietotaitoa ravinnosta, rehuista ja tuotannosta. Hyönteisruoan tuotanto olennaisena osana maaseudun tuotantoympäristöä vastaa kiertotalouden haasteisiin. Lähiruoan ja kiertotalouden toimintatapoja tukevan toiminnan lisäksi tulevaisuuden ruoantuotantoa on visioitu myös älykkääksi. Älykkään ruoantuotannon aikakautta voidaan ajatella arvoketjuajattelun sijaan ekosysteemistä, jonka keskiössä kuluttajilla

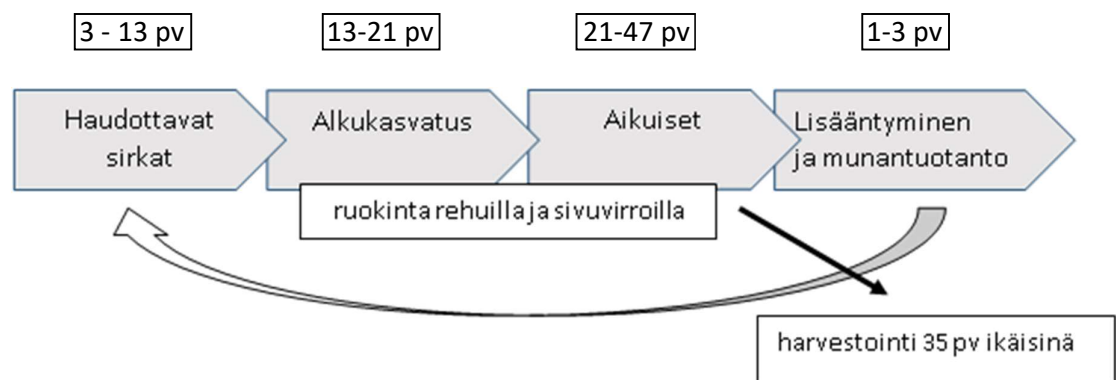
on vuorovaikutteinen suhde kaikkiin toimialoihin, esim. digitaalisesti (Paasi 2017, 21). Tällaisen vuorovaikutteisen ekosysteemin luoma tiivis toimintaympäristö voisi rakennuttaa ympärilleen joustavan ja muuntuvamman tavan tuottaa ruokaa ja hyödyntää tehokkaasti tuotannontekijöitä.

4 Kotisirkkojen kasvatus

4.1 Kotisirkkan biologia ja elinkierto

Väriykseltään vaalea kotisirkka kasvaa noin 2.5 cm mittaiseksi, muistuttaa heinäsiirkkoja, mutta on muodoltaan litteä. Kotisirkat ovat yksi suosituimmista kasvatettavista hyönteisistä, mikä johtuu mm. niiden nopeasta elinkierrosta. Kotisirkat ovat kaikkiruokaisia. Sirkkojen kasvatuksessa tärkeää on laadunhallinta ja olosuhteiden pitäminen vakaana. Lisäksi tuotannossa seurataan turvallisuutta, hyönteisten fysiologiaa tuotantokierron aikana sekä koko tuotantoprosessia.

Kotisirkkan kasvatuksen vaiheet ovat munien hautominen, niiden kuoriutuminen, nymfien kasvu, alkukasvatus, ja lopulta täysikasvuiset sirkat, joista 35:n päivän ikäisenä harvestoidaan eli kootaan talteen myyntiin menevien sirkkojen osuus (kts. Kuvio 1.). Naaraat aloittavat muninnan aikuistuttuaan ja muninta-aika kestää alle kuukauden ajan. Tänä aikana yksi naaras voi munia 1200-1500 munaa (Gahukar 2011, 130). Munien hautominen tapahtuu Siikosten tilalla hautomokaapissa.



Kuvio 1. Sirkkojen kasvatuksen prosessi (Siikonen 2018).

4.2 Case: Siikosen sirkat, sirkkatila Forssassa

6. marraskuuta 2018 tein tilavierailun Siikosten Sirkkatilalle Forssaan. Kirsi Siikosen mukaan sirkkojen tuottamisen uudenaikaisuus ja uutuus Suomessa toimivat innostuksena kasvatuksen aloittamiselle. Vuonna 2014 Siikosten tila päätti luopua 1200 lihasiastaan ja halusi rauhassa miettiä, minkälaiseen toimintaan tilaa seuraavaksi suunnata. Myös tarvittavien investointien kustannusten pienuus vaikutti päätökseen aloittaa sirkkojen kasvatus. Investoinnit olivat suuremmat, mitä oli osattu odottaa, mutta silti pienemmät kuin mitä sikatalouden rationalisointi- ja laajennusinvestointien osalta olisi tilalla vaadittu.

Hyönteisten myyminen elintarvikekäyttöön oli siinä vaiheessa vielä laitonta, kun tuotantoa toden teolla alettiin suunnitella tilalle. EntoCuben visiona oli löytää sisätila, johon voisi sirkkakasvattamon rakentaa, ja Siikosten Sirkkatilalla oli entuudestaan sikalana toiminut sopiva rakennus valmiina. Tarvittiin kuitenkin käyttötarkoituksen muutusrakennuslupa. Tila on muuntanut sikalaa sopivaksi sirkantuotantoon, ja ostanut kasvattamohuoneet EntoCube:lta avaimet käteen -periaatteella suunnittelijan rakennuttamana. Rakennuksesta on purettu sikakarsinat ja rakennettu väliseinät. Sirkkoja kasvatetaan kolmen huoneen yksikkökokonaisuutena. Jälkeenpäin kasvattamohuoneiden läheisyyteen on rakennettu prosessointialue. Haasteita on luonut uusien tuottajien kokemattomuus ja viranomaistahojen tietämättömyys uudesta alasta.

Kasvatuslaatikollinen sirkkoja juo tai vettä haihtuu n. 4 l kasvatusaikana, tosin tuotannossa vaadittu veden kokonaiskulutus on lähempänä 20 litraa per tuotettu sirkkakilo (Siikonen 2018), kun kaikki työvaiheet lasketaan mukaan vedenkulutukseen. 20 litraa on silti vähemmän, mitä naudan tai sian tuotantoon kuluisi (Siikonen 2018). 1.5kg sirkkaa tuottaa noin n. 1kg kasvatuslaatikon pohjalle muodostuvaa jätöstä, eli 2/3 osaa lopputuotteesta.

Sirkankasvatuslaatikoiden pohja-ainesta voidaan kasvatetun sirkkasukupolven jälkeen käsitellä biosivuvirtana. Sirkkan kasvatuslaatikon pohjalle syntyvä jätös sisältää syömätöntä rehujäännöstä, kuolleita sirkkoja, sirkoista vapautuneita vaihdettuja kuoria ja sirkkan ulosteita. Siikosen sirkat -tilan kasvatuspohja-aines pakastetaan ja lähetetään ekologiseen puutarhanhoitoon keskittyvälle yritykselle (Biolan Oy 2018) Biolan

Oy. Biolan Oy on jalostanut sirkkojen tuottamaa biosivuvirtaa yrtti- ja taimilannoitteeksi (Siikonen 2018). Kasvatuspohjan hygienisoinnin jälkeen, mikä muutoinkin on tehtävä, jotta varmistetaan ettei jäännös sisällä enää elävää hyönteisainesta, voidaan jäännöstä käyttää myös muiden hyönteisten kasvatukseen (Hardy, Benford, Noteborn, Halldorsson, Schlatter, Solecki, Jeger, Knutsen, More, Mortensen, Naegeli, Ockleford, Ricci, Rychen, Silano & Turck 2015, 60).

Siikosten Sirkkatila oli EntoCuben ensimmäinen yhteistyötila. Toimiminen sika-alalla oli synnyttänyt Siikosille tietotaitoja toimia eri toimijoilta tulevien velvoitteiden parissa. Tilalla on nyt noin 200 sirkkojen kasvatukseen käytettävää kasvatuslaatikkoa. Kasvatuslaatikoiden lukumäärä on muuttunut tilan hakiessa sopivaa tuotannon kokoa.

*”tästä tulee kolmannes tilamme tuloista niin se ei voisi sitten olla niin että menee kaksi kolmasosaa tilan työmäärästä. Tää re-
cohomma niin, on pienen mittakaavan puuhastelua!”*

(Siikonen 2018)

Alussa kaikissa tuotantoyksiköissä oli nesteytys vesimukisysteemin avulla ja rehu ruokittiin lautaselle. Joka laatikko piti käydä päivittäin läpi. Nyt kasvatuslaatikoissa on käytössä ruokasylinteri. Sirkoille annostellaan nestettä juomalaitteeseen kolmen päivän välein. Pääsääntöisesti tilalla tuotettavat sirkat päätyvät EntoCuben käyttöön, mutta liiketoiminta on sopimuskohtaista ja neuvoteltavissa. Alkutuottaja lopettaa sirkat. (Siikonen 2018)

*”Meistä tuli asiantuntija tilanteessa, jossa meillä oli vasta aikomus
ruveta kasvattajiksi”* (Siikonen 2018)

Siikonen (2018) toivoo koulutusta. Elintarvikepuoli tuotannosta on Siikosille uutta. Tietoa tuotannosta ei juuri ole ja sitä Siikonen haluaisi lisää. Tiedotusvälineet ovat otaksuneet saavansa ammattitietoutta toimintaansa aloittavilta sirkkatuottajilta. Suurin osa tarvittavasta materiaalista tulee EntoCuben kautta ja loput tarvittavat tuotantotekijät saadaan päivittäistavarakaupasta. Tarvasjokelainen Rehux valmistaa Siikosten tilalle tulevan rehun, jonka EntoCube ostaa. Rehu lähetetään Tarvasjoelta suoraan Siikosten Sirkkatilalle. Alussa sirkankasvatukseen meni 10 tuntia päivässä

kahdelta ihmiseltä. Nyt pyrkimyksenä on saada työaika kuuteen tuntiin päivässä. 1200 sikaa tuli hoidettua normaalipäivänä kolmessa neljässä tunnissa, ellei lasketa tuotantotilojen puhtaanapitoon kulunutta työaika.

Kun sirkat saavat alkunsa, yksikkönä on millilitrat, lopetuksen jälkeen tuotos myydään kiloina. Suurin osa tuotoksesta päätyy lopetettavaksi, kun sirkka on 35 päivän ikäinen. Harvestoinnin jälkeen sirkat jäädytetään ja myydään. Joka viikko tilalla jaeetaan 2 laatikkoa 35 päivän ikäisiä sirkkoja kolmeen emolaatikkoon. Sirkat tulevat sukukypsiksi n. 38 päivän ikäisenä. Tässä vaiheessa urokset alkavat houkutelaa naaraita sirittämällä ja sirkkojen parittelu alkaa. Viikko parittelun alkamisen jälkeen naaraat ovat valmiit laskemaan munansa. Näille, sukukypsyyden saavuttaneille sirkoille tarjotaan pehmeä ja kostea muninta-alusta, johon naaraat kykenevät lävistämään pistämään munansa. Muninnan jälkeen munamultamassa siirretään erilleen ja pidetään kosteana suotuisan kuoriutumisen varmistamiseksi. Munituksen jälkeen munat siirtyvät hautomokaappiin. Yhdeksäntenä vuorokautena alkavat ensimmäiset munat kuoriutumaan. Haudontavaiheessa on tärkeää, että lämpö ja kosteus ovat määrättyissä rajoissa. Jos niistä jompikumpi uupuu, haudontavaiheen kesto pitenee. Kuoriutuva sirkka-aines kerätään neljänä päivänä viikossa ja mitataan uusiin kasvatuslaatikoihin kasvamaan. Kuoriutuneiden sirkkojen tarvitsemaa kosteutta pidetään yllä höyrystimen avulla. Siikosten tilalla höyrystimen lisäksi kuoriutuneita sirkkoja suihkutetaan päivittäin suihkupullolla riittävän kosteuden varmistamiseksi. Liika kuivuus tai kosteus on haitaksi; pisaroiden pintajännitys voi napata kuoriutuneet sirkat kiipeiliin, jolloin pisarat voivat hukuttaa vielä pienikokoiset, 2 – 3 millimetrin mittaiset sirkat.

Siikosten sirkkatilalla sirkkojen nesteytys tapahtuu juomalaitteen avulla. Tärkeintä juotossa on estää sirkkojen hukkuminen. Siikosten tilalla sirkat kasvavat rehulla ja vedellä. Muita ravinnonlähteitä ei ole, jolloin työmäärän ja kylmälaitteiston tarve pysyy alhaisena. Kasvatuksen aikana laatikoiden siirtely pyritään minimoimaan. Siikosten tilalta voi ostaa alkupopulaatiota ja munitusmultalaatikoita.

Siikosten tilan satotasot ovat alkaneet tippua ja syyksi epäillään populaation liiallista sisäsiittoistumista. Siikonen (2018) uskoo alalla olevan tulevaisuutta, mutta tähden-tää, että hyönteisistä on syntynyt muodikas ilmiö: sivuvirtojen hyödyntämisen tehokkuus ei aina vastaa kiertotalouden ajamia ekologisia ja taloudellisia säästöjä. Alkukus-

tannuksiin kuuluvat lämmitysjärjestelyt, kasvatusyksiköt, hyönteispääoma, pakastimet ja vaaka. Tuotannon käynnistyttyä kustannuksia aiheuttavat lämmityksen lisäksi rehu, vesi, munakennot ja munitusmulta. Palkkakustannukset ovat työkustannusten keskeinen osa (Järvenpää, Länsiluoto, Partanen & Pellinen 2010, 73).

4.3 Tietoa tuotannosta

Sirkat ovat kaikkiruokaisia. Niiden ruokavalio on samankaltainen kuin ihmisillä. Näin ollen sirkat voivat käyttää ravintonaan monenlaisia rehuja. Sirkoille voidaan syöttää mietoja ruoka-aineita, esimerkiksi porkkanaa, lehtisalaattia, kaalia, perunaa, leseitä tai kalan rehua. Nämä eivät maistu lopputuotteesta liiaksi läpi. On mahdollista käyttää myös rehua (esim. Fluker`'s tuotteet), joka kattaa sirkan kaikki tarpeet. Rehun käyttö hyönteisten ruokinnassa säästää tilaa ja on hygieenistä, mutta rehua käytettäessä ruokinnan kustannukset nousevat. Rehua käytettäessä lisäksi logistisia ja työmäärällisiä kustannuksia voidaan minimoida.

Sirkat nauttivat hämärästä, lämmöstä ja kosteudesta. Suhteellisen ilmankosteuden olisi hyvä olla 50–60 % (Nemlander 2017) ja lämpötilan riittävä, mikä tarkoittaa ainakin 28 °C. Liika kuivuus kuivattaa sirkan kitiinipintaa ja rehua. Munavaiheessa olevat ja vastakuoriutuneet sirkat tarvitsevat runsaasti kosteutta. Aikuisena sirkat eivät enää tarvitse niin kosteaa elinympäristöä kuin alkukehitysvaiheen sirkat (munat ja nymfit). Työterveyslaitoksen (2018) mukaan kuumatyöksi luokitellaan yli 28 asteen lämpötilassa tapahtuva työ, jota saa tehdä yhtämittaisesti 50min/h kerrallaan (Työsuojeluhallinto 2018). Jo muutaman asteen nousu tai lasku vaikuttaa sirkan elinkierron nopeuteen selvästi (Nemlander, 2017). 31 asteessa sirkkojen elinkierto lyhenee 10 päivää verrattuna 28 asteeseen, mutta tuotannolliset riskit kasvavat (Nemlander, 2017), niin myös työntekijöihin kohdistuvat riskit. Alhaisempi lämpötila hidastaa kiertoa ja pienentää tuotantoon kohdistuvia riskejä (varastopunkki, sirkan stressi) ja tuotantokustannuksia (lämmitys) (Nemlander, 2017). Van Huisin ja Tomberlinin (2017, 280) mukaan sirkkojen kasvatuslämpötilan tulisi olla 28-30 °C.

Siikosten sirkkakasvattamolla lämpötilaa pidettiin marraskuussa 2018 30–32 asteen välillä (Siikonen 2018). Punzon ja Mutchmorin (1980) mukaan 35 asteen lämpötilassa jauhopukin kehitys nopeutuu, mutta matalammassa lämpötilassa toukat pysyvät

stressittömämpiä ja elintoiminnot hitaampina eikä energiaa kulu niin paljon, mikä saattaa lisätä tuotannossa syntyvää toukkien biomassaa (Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 76/2017 Hyönteistuotannon lisäysmateriaaliselvitys 2017, 8). Samat seikat ovat heijastettavissa myös sirkkojen tuotantoon. Kotisirkkojen kasvatuslaatikoiden tulee olla elintarvikekelpoisia. Liukas sisäpinta ehkäisee sirkkakarkulaisia. Laatikoiden hyvä koko voisi esimerkiksi olla 70x40x40cm. EntoCuben konttiratkaisuissa yhdessä kontissa 18 neliömetrin alalla on laatikoissa puoli miljoonaa sirkkaa. Saalista yhdestä kontista tulee (EC 40) 60 kg kuukaudessa (Aaltio 2017).

Esimerkiksi kasteltua pyyhettä tai pesusientä voidaan käyttää nesteytyksen antoon sirkoille samalla estäen hukkuminen. Sirkat, joille tarjotaan ravinnoksi kurkkua, voivat saada siitä tarvitsemansa nesteen. Kurkun maku on mieto. Kurkku on rehuna ekologinen ja taloudellinen, sillä sitä voi saada sirkkaamon hyödynnettäväksi ilmaiseksi. Hyönteismaatalouteen erikoistuneella palveluyrityksellä Finsect Oy:llä kurkusta syntyy kustannuksia vain sen hakemisesta tuotantotilalle (Caraballo 2017, 30). Kurkku soseutetaan ennen kuin se tarjotaan sirkoille.

Päivittäisiin työtehtäviin kuuluu ravinnon kunnan tarkastus ja sen jako, puhtaus, sekä hyönteishyvinnoinnin ja olosuhteiden tarkkailu. Nämä tehtävät on huomioitava minkä tahansa tuotantoeläimen kanssa toimiessa. Päivittäisiin hoitotoihin kuluu 1,5h/ 40–50 kasvatuslaatikkoa (Kukkola 2018, 27). Sirkkojen tuotannossa käytettävät kananmunakennot ovat halpoja ja kevyitä ja niiden avulla kasvatustilaa voidaan hyvin hyödyntää. Kerran käytettyä kennoa ei saa käyttää uudelleen, jottei riskitekijöitä välity seuraavaan hyönteissukupolveen.

Sirkkojen lopetuksen jälkeen korostuu työntekijän tekemä puhtauden ja laadun arviointi. Pakastimien kapasiteettitarvetta lisää se, että lopetettavista sirkoista syntyvät tuotokset tarvitsevat hygieniasyistä kukin oman pakastimensa (Teerikorpi 2018, 6). Kun lopetetut sirkkasaalimäärät laitetaan pakastimeen, niistä vapautuva lämpö nostaa hetkellisesti pakastimen lämpötilaa. Hyönteisten geneettisestä monipuolisuudesta on huolehdittava. Jo muutaman sukupolven jälkeen tuottavuus voi alkaa hiipua (Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 76/2017, 29). Finsect Oy:n tuottajayhteisön kasvatussirkkojen geenireserviin saadaan täydennyksiä Suomen ulkopuolelta (Kuk-

kola 2018, 31). Hyönteistuotannon ketjun jäljitettävyy-, kirjanpito- ja pakkausmerkinnöistä saadaan selville kannattavuuteen vaikuttavia tekijöitä ja varmistetaan tuotteen aitous.

Vakaa elinympäristö sekä ilmankosteus ja -laatu ovat tärkeitä tekijöitä hyönteisten kasvatuksessa. Vaihtelut tuotanto-olosuhteissa hidastavat hyönteisten elinkiertoa sekä voivat saada aikaan kannibalismia ja lopputuotteen laatuvirheitä. Valaistus kannattaa olla päällä 12 tai 14h vuorokaudessa (Hyönteistuotannon lisäysmateriaaliselvitys 2017, 28), tosin Siikosen (2018) mukaan valoisan ja pimeän ajan suhde ei ole niin merkittävä kuin monet tutkimukset antavat ymmärtää. Hyönteiset tuottavat elintoiminnoissaan hiilidioksidia. Ilmanvaihtona voidaan käyttää painovoimallista tai koneellista ilmanvaihtoa (A 20.12.2017/1009). Hyvä ilmanvaihto ehkäisee myös rehu-
pölylle altistumista. Hyönteisten kuiva uloste on allergisoivaa, eikä pelkkä hyvin toteutettu ilmastointi ei yksin ehkäise ulostepölylle altistumista. Hyönteiskasvattamossa toimivien ihmisten on syytä käyttää hengityssuojaimia ammattisairauksien ehkäisemiseksi. Hygieniaa pidetään yllä lakiasetusten (EY 29.4.2004/852 LIITE I; A 20.12.2011/1368) ilmoittavien vaatimusten mukaisesti. Hygieeninen ympäristö ehkäisee tautien leviämistä ja hyönteisten kehityksen häiriötekijöitä.

4.4 Hyönteistuotannon riskejä

Hyönteiskasvatus on fyysisesti kevyehköä työtä. Nykyisissä kasvatusolosuhteissa kasvattajaan kohdistuviksi haasteiksi kehkeytyvät vielä rehusäkkien nostelu ja toistuvat työliikkeet. Haasteena on myös tuotannonvaiheet, joissa kasvattaja altistuu rehun tai hyönteisten ulosteen pölylle. Hyönteiskasvatus voi altistaa mm. homepölykeuhkolle (Mela 2017). Hyönteisallergia voi aiheuttaa vakavia oireita, joten Eviran ohjeistuksen mukaan on tuotepakkauksissa oltava varoitus allergiasta (Fazer Group 2018). Tuotteen käsittely allergeenina nostaa kustannuksia.

Hyönteisten luontaisesti suppea ekologinen lokero luo tuotannolle uhkia ja mahdollisuuksia. Hyönteistuotannossa kasvatuspopulaation hyvinvoinnin tarkastelu edellyttää jatkuvaa seurantaa. Korkeiden populaatiotiheyksien ja keinotekoisien kasvatusolojen vuoksi tautien esiintyminen ja leviäminen on yleinen ongelma

massatuotetuissa hyönteispopulaatioissa (Dickel 2018, 17). Home on yksi hyönteiskasvattajan suurimmista tuotantoriskeistä alentaen hyönteisten vastustuskykyä.

Riskien ehkäisemiseksi isossakin kasvattamossa kasvatettavat sirkat on hyvä olla jaettuina pienempiin toisistaan riippumattomiin tuotantoyksiköihin, jotta tuotantoa tehostavia toimia on helpompi arvioida ja riski patogeeneille eli taudinaiheuttajille pienenee. Patogeeneiksi luetaan monenlaisia mikro-organismeja: viruksia, bakteereita, harppuunasieniä, sieniä ja sukkulamatoja (kantavat patogeenisia bakteereja), joilla kaikilla on lajityypilliset biologiset ominaisuutensa, jotka edellyttävät erilaisia kontrollin ja hillinnän toimia tuotannossa (Eilenberg, Vlak, Nielsen-LeRoux, Cappellozza & Jensen 2015, 98-99). Korkea tuotantointensiteetti voi olla riski ärhäkkäiden, hyönteisillä esiintyvien patogeenien leviämiseen tuotantoympäristöön, esimerkkinä kovakuoriaisilla ja sirkoilla esiintyvä *Metarhizium anisopliae* -niminen sieni (Sari, Oetari & Sjamsuridzal 2017, 1; Huldén 2015, 191). Hyönteistuotanto suuressa mittakaavassa voi johtaa suuriin menetyksiin, jos tuotantoyksikköön leviää tauti tai loinen. Nämä haasteet on huomioitava missä tahansa suurissa tuotantoyksiköissä.

Hyönteisillä on luonnostaan kyky hallita joitakin niihin kohdistuvista riskeistä.

Rothenbuhlerin (1964), Gaugler ym. (1994), Hartin ja Ratnieksin (2001), Weissin (2006), Yanagawan ja Shimizun (2007) ja Wilson-Rich ym. (2009) mukaan kovakuoriaiset sukivat itseään tai lajitovereitaan jalkojensa avulla poistaakseen parasitteja tai sieneliöitä (Dickel 2018, 11–12). Hyönteisillä on kehittyneitä puolustusmekanismeja vastustaa tauteja ja ravinnon kemikaaleja (Dickel 2018, 20–28). Hyönteisyksilön sairauksia ehkäiseviin ominaistarpeisiin kuuluu infektoituneen ravinnon välttäminen tai muista lajitovereista erossa pysyminen, siisteyden ylläpito, ja ravinnonhankinnan ajoittamisen tai munintakohteen vaihtaminen sekä ennaltaehkäisevä ja hoidollinen itselääkintä (Dickel 2018, 32). Suurissa tuotannollisissa hyönteiskasvattamoissa tällaisille hyönteisillä luontaisesti esiintyville, lajityypillisten taipumusten toteuttamiselle olisi hyvä luoda edellytyksiä, ainakin jossakin määrin. Suurissa tuotantoyksiköissä tehokkuus lisää alttiutta häiriöille (Mazur 2013, 251). Hygienia-alueiden erottamisella toisistaan taudinaiheuttajien leviäminen voidaan estää (Saarela, Hyvönen, Määttä & von Wright 2010, 382).

Hyönteisten ravintosisällöllinen laadunvaihtelu (Rumpold & Schluter 2013) ja taudit (Huldén 2015, 231) ovat tuotantoedellytyksellisiä haasteita, mutta huomioitavia

riskejä luovat myös olosuhteiden hallinta, sukusiitoksen estäminen ja lainsäädännön muutoksen hitaus (Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 76/2017 2017, 29–31). Tuotantoeliön biologiset tarpeet on ymmärrettävä, mutta myös tekninen osaaminen korostuu.

On tärkeää, että sirkoille tarjottavia ruokia on helppo annostella, jakaa ja ottaa pois. Näin varmistetaan, ettei sirkoille tarjottu ravinto pilaannu ja ala tuottaa mikrobeja. Ruokintaan soveltuvat parhaiten erilliset astiat. Kunhan kuivaa ruokaa on riittävästi tai rehujakeet voidaan kuivata ennen niiden syöttämistä sirkoille, voidaan sirkoille tarjota monipuolisesti muun ruoantuotannon eri vaiheissa syntyviä sivuvirtoja. Kuiva-rehujen kuljetus on helpompaa kuin kosteutta sisältävien rehujen kuljetus. Lisäksi kuivarehu soveltuu käytettäväksi hyönteisille sellaisenaan. Sirkoille suunnattu optimi-rehu voisi koostua 20-30% proteiineista, 32-47% hiilihydraateista ja 3-5% rasvoista (Horppu, Hulshof, & Koskula 2017, 15).

5 Taloudellisen kannattavuuden arviointi

Sirkkatuotannossa syntyviä tuloja voidaan verrata tuotannon edellyttämiin investointeihin. Kun mietitään hyönteisten potentiaalia osana kiertotaloutta, on tärkeää tarkastella, minkälaisia investointeja tuotantoon liittyy ja onko toiminnalla taloudellista potentiaalia.

Konekustannukset ovat yleensä merkittävin tekijä maatalon kustannuksille; sirkkatuotanto ei välttämättä vaadi erityistä koneistusta eikä täten merkittäviä investointeja koneistoon. Suurissa kasvattamoissa koneiden käyttöaste saadaan optimaalisemmaksi. Työkustannusten osuus korostuu, koska konekustannuksia ei ole ja kalustokustannukset ovat vähäiset. Muuttuvat kustannukset painottuvat työkustannusten vuoksi. Automaatiota ei välttämättä tarvita, joskin hyönteistuotantoon kytkeytyvät työtehtävät voisivat olla ainakin osin automatisoitavissa. Sirkkafarmia perustaessa sirkan elinedellytysten on täytyttävä (erit. kosteus, lämpö). Jo pienet poikkeamat optimiolosuhteista voivat vaikuttaa tuotantoon ja sitä kautta lopputuotteen laatuun. Kasvattamossa on hyvä olla vesipisteet, pesupiste sekä elintarvikekäyttöön hyväksytyt pesuaineet ja varastotilaa. Jätehuollon ja muiden tuotantoedellytysten on oltava kunnossa. Tuotantoyksiköiden lämmöneristyksen on oltava rakennettu asianmukaisesti. Suomen oloissa tuotantoyksikön sisälämpötilan ja sen ulkopuolisen lämpötilan

ero voi olla talviolosuhteissa 60 °C, mikä on otettava huomioon tuotantorakennusta suunniteltaessa.

Koska suurin osa tuotannosta on Suomessa tällä hetkellä maatilamittakaavan tuotantoa, on havainnollisinta tarkastella tuotantoa tältä pohjalta. Yksi kasvatuslaatikko sisältää noin 5000 kotisirkkaa. Siikosten Sirkat -tilalla hyönteisalan yritys EntoCube on tarjonnut kasvatusmoduulit tilalle, sisältäen kaiken kasvatukseen tarvittavan. Kiinteät kustannukset (Taulukko 3.) koostuvat työympäristön alkuinvestoinneista ja tuotannossa tarvittavista laitteista. Olen arvioinut laskelmissa jokaisen laitteen pitoajaksi kymmenen vuotta. On selvää, että käytännössä pitoaika on pidempi. Vuotuiset poistot (1/10 kasvattamon kiinteistä perustamiskustannuksista) lasketaan tasapoistoina (Taulukko 3.)

Kulurakenteen perustana on fiktiivinen sirkkatila. Ensimmäisen laskelman sirkkojen tuottoarvion, 170 kg perustana toimii Siikosten Sirkkatilan kuukausituotos (Taulukko 1.). Toinen tuottoarvio, 250 kg sirkkaa kuukaudessa on arvioni optimaalisesta tuotosta maatilamittakaavassa sirkkoja kasvattavalle tilalle. Muuttuvat kustannukset koostuvat tuotantoon tarvittavista materiaalikustannuksista (Taulukko 2.). Käyttämäni muuttuvien kustannusten arvojen arvioiden pohjana käytän Siikosten sirkkatilan lisäksi Finsectin ja Entocuben tuotantokustannuksia (Carballo 2018, 31, 33; Kukkola 2018, 21; Teerikorpi 2018, 42–43; Siikonen 2018). Kustannusarviot ovat hieman yläkanttiin lähteisiin nähden. Saukkosen (2017) mukaan vettä tuotannossa kuluu 3,2 litraa per reco, ja yhden sirkkakilon tuottamiseen tarvitaan rehua 5,9kg per tuotettu sirkkakilo (Teerikorpi 2017, 42).

Siikosten tilalla syntyneiden kuukausituotosten keskiarvo helmi- lokakuun välillä oli 190.6 kg (Siikonen 2018). Suomen mittakaavassa Siikosten tuotanto on ollut merkittävää. Kuukausimääräisenä keskituotoksena laskuissa on käytetty 170kg/kk ja vertailuna tämän kokoluokan tilalle asettamaani omaa arviotani 250 kg/kk, joka voisi kuvata optimaalisissa tuotanto-oloissa saatavaa tuotosta. Siikosten satotasot ovat laskeneet elokuun jälkeen (kts. Taulukko 1). Vaihtelu satotasoissa on johtunut haasteista tuotantomenetelmiä kehitettäessä. Jonas Aaltion mukaan kotimainen sirkkatuotanto oli lokakuussa 2018 500 kg /kk – 700 kg/kk (Siikonen 2018).

Taulukko 1. Siikosten tilan sirkkatuotanto kuukausittain vuoden 2018 aikana.

kuukaudet (2018)	tuotettu määrä sirikkoja/kg	tehty työmäärä /tuotettu sirkkakilo (min.)
helmikuu	130	ei laskettu
maaliskuu	195	ei laskettu
huhtikuu	160	85
toukokuu	236	63
kesäkuu	190	51
heinäkuu	244	51
elokuu	254	44
syyskuu	200	44
lokakuu	107	65

Taulukko 2. Sirkkakasvattamon kiinteät ja muuttuvat kustannukset.

Kiinteät kustannukset			
	Kustannus	Pitoaika (v.)	vuotuinen poisto (€)
Investointi			
Kaksi kasvatuskonttia, aloituspakkaus	60 000 €	10	6000
Pakastimet (400 l)	1500 €	10	150
Pesukoneet (2)	1000 €	10	100
Muu pientarvikkeisto	500 €	10	50
Yhteensä	63 000 €	Tasapoisto	6300 €

Tuotannon muut- tavat kustannukset		170 kg/kk	250kg/kk
		Hinta /kk	Hinta /v
Tarvike	Hinta /kk	Hinta /v	Hinta /v
Rehu	1 200 €	14 400 €	19 008 €
Munakennot	263 €	3 156 €	4166 €
Puhdistustarvik- keet	34 €	408 €	539 €
Energiankulutus			
Sähkö	92 €	1 104 €	1 104 €
Vesi	11 €	132 €	174 €
Yhteensä		19 200€	24 991€

Jalostaja ostaa sirkat tuottajalta ja myy ne jalostuksen jälkeen eteenpäin hyönteis-
tuotteiden jatkokäsittelijöille tai pakkaajille. Useimmiten kotisirkat hygienisoidaan
lämpökäsittelyn avulla ja myydään kokonaisina tai jauhettuina. Jalostaja ostaa sirkka-
kilon alkutuotannosta myyntihintaan 25 € ja jalostajalta tuotevalmistajalle myynti-
hinta on n. 50-70 € per kilo sirkkaa (Teerikorpi 2018, 43).

Tuotannossa käytettävän munitusmullan on ajateltu tulevan tilalta tai jatkojalosta-
jalta, joten sen kustannuksia ei ole otettu laskelmiin. Sirkkojen tuotannossa pyritään
maksimissaan kuuden tunnin työpäivään (2018). Keskimääräinen sirkantuotanto ti-
lalla olkoon ensimmäisen esimerkin osalta 170 kg ja toisen vertailuesimerkin osalta
250 kiloa kuukaudessa. Wageningenin yliopiston (2017) mukaan sirkkan rehunkulutus
on 1,7 kg sirkkakiloa kohden (Ekholm 2018, 28; Siikonen 2018; EntoCube 2018), mikä
Siikosten (2018) mukaan on määränä todenmukainen. Päivittäinen työaika on kuusi
tuntia, johon Siikosten (2018) mukaan työmäärä on alkanut heidän tilallaan vakiin-
tua. Kuukausittaisen sirkkatuoton 250kg muuttuvat kustannukset – sarakkeen arvo
(24 991 €) on pyöristetty laskuissa (25 000 €).

Katetuotto -%	
$= \frac{\text{katetuotto}}{\text{myyntituotot}} \times 100$	$= \frac{31\ 800}{51\ 000} \times 100 = \sim 62 \%$

(kts. taulukko 2.) (Eklund & Kekkonen 2016, 74–75, 79–83)

Esimerkki 1. Jos tilan vuosituotos 170 kg /kk

$$\text{Tuotot} = 25 \text{ €/kg} \times 12 \text{ kk} \times 170 \text{ kg/kk} = 51\ 000 \text{ €}$$

Katetuotto = myyntituotot – muuttuvat kustannukset

$$= 51\ 000 \text{ €} - 19\ 200 \text{ €} = 31\ 800 \text{ €}$$

Katetuotto -%	
$= \frac{\text{katetuotto}}{\text{myyntituotot}} \times 100$	$= \frac{51\ 000}{75\ 000} \times 100 = 68 \%$

(kts. taulukko 2.) (Eklund & Kekkonen 2016, 74–75, 79–83)

Esimerkki 2. Jos tilan vuosituotos 250 kg /kk

$$\text{Tuotot} = 25 \text{ €/kg} \times 12 \text{ kk} \times 250 \text{ kg/kk} = 75\ 000 \text{ €}$$

$$\text{Katetuotto} = 75\ 000 \text{ €} - 25\ 000 \text{ €} = 50\ 000 \text{ €}$$

Työmäärää on mahdollista pienentää siitä, mitä se on Siikosten tilalla. Muun muassa munakennojen irrotus toisistaan ja niiden asettaminen kasvatuslaatikoihin vie paljon aikaa (Siikonen 2018). Tilan tuloista kolmasosa tulee sirkoista ja kaksi kolmasosaa maanviljelyksestä. Työtapoja on tilalla hiottu ja mietitty. Keskimääräinen työmäärä on vaakintunut 44: ään minuuttiin tuotettua sirkkakiloa kohti (Taulukko 1.).

Siikosten kasvattamon ja vähittäiskaupan välillä on viisi toimijaa. Kotisirkkojen hinta valmiina tuotteena oli vuoden 2018 alussa 250€ kilolta (Keski-Uusimaa 2018). Samu by EntoCube on myynyt lokakuussa 2018 kuivattua sirkkaa hintaan 40€/kg (EntoCube 2018c). Hinnan lasku johtunee alalle tulleiden toimijoiden määrän kasvusta ja kilpailun lisääntymisestä.

Katetuottoprosentti näyttää suotuisalta. Toisaalta on hyvä muistaa, että sirkkojen kasvatuksen sivukulut voivat olla korkeita ja ettei pelkkä katetuotto kerro, kuinka hyvin hyönteistuotanto saadaan onnistumaan. Teollisen tuotannon kehityttyä ja suurempien tuotantolaitosten synnyttyä hinnat tullevat laskemaan. Toisen esimerkkilaskelman (Esimerkki 2.) katetuottotuloksen epävarmuutta lisää se, että on hankala arvioida, mitä maksaisi sirkalle syötettävä optimaalinen rehu. Toisaalta, kun tiedetään optimaalinen ravinto, sen koostaminen rehuksi on mahdollista, ja voidaan keskittyä taloudelliseen tehokkuuteen. Siikosten tila ei ole saanut tukia toimintansa aloittamiseen. Mahdollisia toiminnan aloittamisesta aiheutuvia lainakuluja en ottanut katetuottolaskelmissa huomioon. Vakaa liiketoimintayksikkö toteuttaa ehjän järjestelmän, jossa osat ovat riippuvaisia toisistaan ilman sattumanvaraisuutta (Kaplan & Norton 2009, 154).

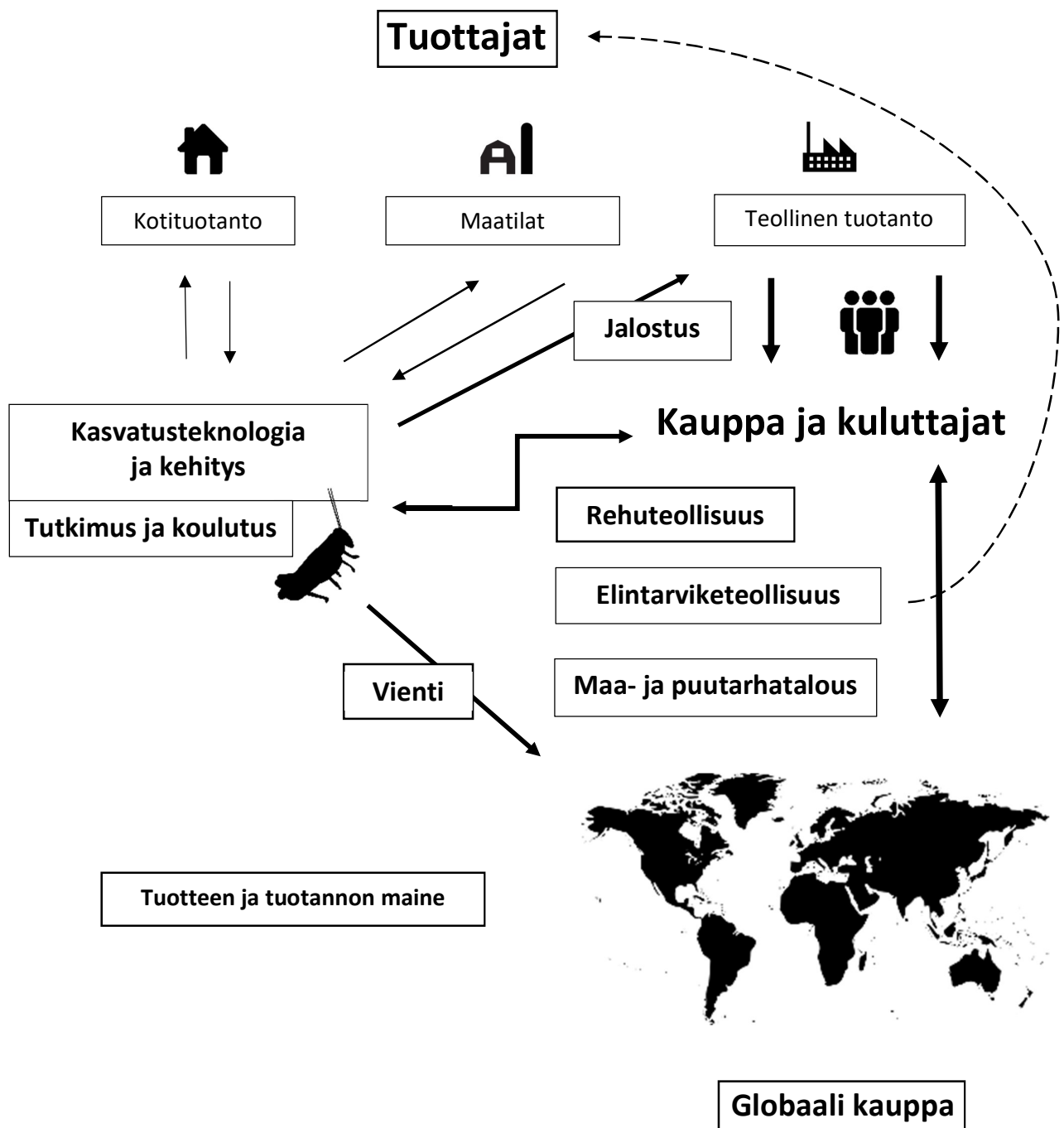
6 Johtopäätökset

Globaali ruokaturva on uhattuna ja hyönteisravinnon potentiaali ruokakriisin ratkaisussa on kiistaton. Tutkimusta hyönteisten hyödynnettävyydestä tarvitaan vielä lisää. Jo olemassa olevien tietojen perusteella voidaan kuitenkin nähdä hyönteisten potentiaalinen laajuus niin ikään lajikohtaiset vahvuudet ruoan tuottajina ja monenlaisten sivuvirtojen käsittelijöinä sekä jalostajina. Leipomoiden sivuvirrat voisivat matkata rehualan jalostajalle, joka tuottaisi leipomojätteistä hyönteisrehua. Pienet tuotantomäärät, matala automaation taso ja kalliit työvoimakustannukset luonnehtivat nykyistä, Suomessa vielä pienimuotoista hyönteistuotantoa tehden hyönteisistä toistaiseksi kalliin raaka-aineen. Suurempien tuotantolaitosten syntyminen on edellytys hintojen alentumiselle. Puolestaan hyönteisalan pienempien toimijoiden on mahdollista erikoistua, jolloin kalliimmalle hinnalle ja korkeammalle katteelle voidaan ajatella syntyväksi peruste. Erikoistuminen voi tähdätä esimerkiksi hyönteisistä tehdyn tuotteen omaleimaiseen makuun.

Hyönteisiä koskeva tutkimus on keskittynyt tuotantoketjun ja tuote-elinkaaren turvallisuuden varmistamiseen, kaupanalaan ja tuottajaan. Tutkija ei aina kykene luomaan selkeää kuvaa tutkimuskohteensa kysymyksistä ja vastauksista (Kananen 2015, 128). Näin tapahtui itsellenikin, sillä työprosessini kesti verrattain pitkään eikä aina ollut helppo löytää tietoa, jota hain. Hyönteisalan uutuuden vuoksi koin mielekkääksi käyttää opinnäytetyössäni paljon uutislähteitä. Tiedotusvälineet ovat lisänneet uteliaisuutta ja tietoisuutta hyönteisravintoa kohtaan Suomessa sekä Euroopassa. Uutisarvoa lisää lakimuutokset ja yritysten innokkuus viestiä alasta. Haastattelun avulla aineiston keruu voidaan toteuttaa luontevasti täsmäämään tilannetta ja vastaajaa (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2007, 200), mikä case -tutkimuksen osalta, tekemäni yksittäisen haastattelun muodossa onnistui tavoitteiden mukaisesti.

Hyönteistalouden merkitys kasvaa ilmastonmuutoksen luotua haasteita lihantuotannolle. Esimerkiksi sianlihaa 2017 tuotettiin 181,2 miljoonaa kiloa (TNS Kantar Agri Oy 2018), mikä osin voitaisiin tulevaisuudessa korvata hyönteistuotannolla. Kotimaisilla hyönteistuotteilla voidaan pyrkiä korvaamaan aluksi lähinnä ulkomaisia lihatuotteita. Ulkomailta tuotettujen lihajalosteiden hygieniavaatimukset eivät aina ole yhtä korkeita kuin Suomessa; kotimaisten tuotteiden vahvuus on luotettavuus.

Hyönteistaloudessa keskeisiä toimijoita ovat tuottajat, kaupan ala, tutkimus, jalostus, markkinointi sekä kauppa ja kulutus (kts. kuvio 2). Tuottajiin kuuluu monenkokoisia tuotantoyksiköitä. Pienempi tuotanto voi tutkia ja kehittää toimintatapoja, joita voidaan kopioida suuren mittakaavan tuotantoon. Yritysten on kyettävä avoimuuteen ja läpinäkyvyyteen kilpailukyvn ja toimintatapojen kehittämisen ylläpitämiseksi (Pohjola 2011, 341). Hyödyntäjät ja tuottajat ovat vuorovaikutuksessa keskenään. Lisäksi hyönteistuotantoa voidaan käsittää palveluiden kautta (muovituotteiden hajotus, pölytys). Sivuvirtoja hyödyntämällä toimintaympäristön osissa (kts. kuvio 2) syntyy uusia tulonlähteitä samalla, kun materiaalitehokkuus kasvaa.



Kuvio 2. Hyönteistalouden toimintaympäristö.

TEKESin strategialinjaukset ovat suunnanneet Suomen ympäristöteknologista kehitystyötä (Honkasalo 2012, 41). Tarvitsemme kotimaisia uusia innovaatioita ja yrityksiä, jotka keskittyvät paikallistasolle. Yleensä maatalouden kotieläintuotannon voittoa lasketaan eläinyksikköä tai niiden lukumäärää kohti. Hyönteiskasvatuksessa voimme arvioida kannattavuutta esimerkiksi kiloa kohti. Raaka-aineita voidaan jalostaa hyönteistuotannon lopputuotteeksi tehokkaasti muilla tuotannaloilla syntyviä jakeita hyödyntäen. Hyönteisten tarpeet ovat murto-osa verrattuna nykyisiin tuotantoeläimiimme, ja yksinkertaisiin tarpeisiin voidaan helposti vastata. Hyönteistalouden kuluva käyttöomaisuus ei menetä arvoaan nopeasti, sillä kuluva tuotantokoneistoa tarvitaan vähän.

Tällä hetkellä hyönteistuotteet ovat edelleen kalliita, joten tuottaja on vielä verraten helppo saada korvaus tekemästään työstä, sitä vastoin kuluttajalle hinta voi olla vielä rajoite hyönteistuotteen ostamiselle. Hyönteismarkkinoiden ja hintojen vaihtelu on vielä suurta. Tulevaisuudessa alaa voivat luonnehtia suuremmat tuotantoyksiköt ja tutkimustiedoin ohjatut ja varmistetut, tehokkaat kasvatuskäytänteet. Jalostuksen rooli tulee kasvamaan tulevaisuudessa.

Hyönteistalouden tuotantoympäristön vaikutusta ekologiseen ja kestäväan tehokkuuteen voidaan parantaa, kun hyönteisille sopivia sivuvirtoja voidaan hyödyntää mahdollisimman tehokkaasti. Biojätteen jatkokäsittely jaetaan yleisesti kompostointiin ja mädätykseen (Elintarvike ja Terveys 2018, 23). Kompostoinnille ja mädätykselle hyönteistuotannosta on vaihtoehdoksi. Kuivana syntyviä sivuvirtoja voi hyödyntää esimerkiksi sirkoilla ja jauhomadoilla, mustasotilaskärpäset voivat hyödyntää myös kosteampia jakeita. Hyönteisten ravintoarvoinen koostumus riippuu niille syötettävästä ravinnosta (Rumpold & Schluter 2013). Sivuvirroista saatavan hyönteisrehun ravintokoostumus on tutkittava ja koostettava optimaaliseksi, hyönteisten kasvua tukevaksi (Cohen 2015, 29, 31-55, 65-83). Näin voidaan varmistaa varsinainen hyönteisten tuotannon ekologisuus ja tehokkuus. Tutkimus- ja koulutustyö mahdollistavat tietotaidon karttumisen ja alan kehittymisen. Alalle tulevat tuottajat ovat kaipaavat koulutusta (Siikonen 2018). Vuosittain Suomessa tuotanto loppuu 1000 – 2000 maatilalta. Jos osakin hyönteistiloista otettaisiin hyönteiskasvatukseen, niiden toiminta tuottaisi voittoa

aloitetun tuotannon jälkeen jo ensimmäisenä vuonna (Taulukko 3.). Tiedot (Taulukko 3.) perustuvat tilakohtaiseen 2500 kilon tuotto-oletukseen. 2500 kilon vuotuinen tuotos vastaa hieman yli 200 kilon kuukausittaista sirkkatuotosta.

Taulukko 3. Vuosituotoshypoteesi euroina tuottajien määrän mukaan.

tuottajien lkm.	milj. kg	Vuosituotto (milj. €), 25 €/kg
500	1,25	31,25
1000	2,5	62,5
2000	5	125
2500	6,25	156,25

Selkeimpiä haasteita Suomessa on vielä pienimuotoisena pysynyt tuotanto, kuluttajien epävarmuus ja livosen (2018) ja Siikosen (2018) mukaan rahoituksen saamisen vaikeus. Pienen mittakaavan hyönteistuotantoon käytettävien tilojen olosuhteet voidaan vakiinnuttaa suhteellisen helposti tuotannolle sopiviksi. Tuotantotilalta vaaditaan riittävää tilaa kasvatusyksiköille, pakastimille ja tuotantotilojen puhtaanapitoon. Siikosten tilalla sirkkujen tuotanto aloitettiin n. 250:llä laatikolla (Siikonen 2018).

Hollannissa kaupalliset kasvattajat ovat lyöttäytyneet yhteen ja muodostaneet Venik - nimeä kantavan yhdistyksen, joka vie eteenpäin hyönteiskasattajien etuja ja hyönteiskasvatusta, tuo hyönteiskasvattajat yhteen, jotta he voivat tehdä yhteistyötä ja markkinoida hyönteisiä rehuina ja elintarvikkeina. Venik rohkaisee tutkimukseen ja yhteistyöhön, tiedonvaihdon edistämiseen, ja kehittämään uusia tuotteita kansallisesti ja kansainvälisesti. (Venik 2018)

Suomessa on Hyönteistalouden akateeminen kehittämissyhdystys ry sekä oma hyönteisruokatuottajien yhdistys (Ramstedt 2017). Hollanti on asettanut itselleen tavoitteen, että hyönteiset ovat osa ravinto- ja rehuketjua vuoteen 2020 mennessä kierrättämisen ja raaka-ainevirtojen hyödyntämisen tehostamiseksi (Huldén 2015, 240). Suuri osa lähteistä, joita Suomessa ovat käyttäneet niin alan nousevat yritykset kuin kansalliset tutkimusjulkaisut, on julkaistu Wageningenin yliopiston toimesta.

Wageningenin yliopiston laaja-alaisia ja perusteellisia tutkimuksia ovat Suomessa hyödyntäneet niin alan start up-yritykset kuin Luonnonvarakeskus. Monia tutkimuksista on laadittu Wageningenin yliopiston professorien (Arnold van Huis, Joop van Loon) ja tutkijoiden (mm. Oonincx, D., van den Brand) toimesta. Hyönteisalan tutkimus on ollut vielä kapea-alaista. Tutkimustoiminnan ja tutkimusjulkaisujen tuottamisen vilkastumista on lupa odottaa. Suomeen olisi suotava saada samalla lailla korkeatasoista hyönteisiin keskittyvää tutkimusta, jonka korealaatuiset tulokset olisivat vapaasti jaettavissa, ja kaikkien toimijoiden hyödynnettävissä. Tämä tarkoittaisi tutkimuksen kohdistamista mm. eri hyönteislajien lajikohtaisten vahvuuksien esillenostamiseen erityisesti osana rehu- ja ruokateollisuutta mutta myös kemian- ja energiateollisuutta. Suomessa on mahdollista saavuttaa sama tutkimuksen taso ja tavoitteellinen hyönteisalan kehittämisen tahtotila kuin Hollannissa. Tätä edistää suomalaisten myönteinen suhtautuminen hyönteisravintoa kohtaan.

Maaseutu on muutoksessa. Uusia tuotannonaloja ja vahvempaa tuotteistusta tarvittaisiin. Maatilojen määrän on arvioitu putoavan puoleen nykyisestä 25 vuodessa (Luke 2018). Maatalouden muututtua yhä vahvemmin keskitetyn tuotannon suuntaan on vapautunut tilakapasiteettia ja mahdollisuus maaseudun elinkeinorakenteen monipuolistumiselle (Siljander-Rasi 2018). Tyhjät tilat voivat vapauttaa tuotantotilaa ja työvoimaa hyönteistuotannolle. Maaseudun tyhjille tuotantotiloille hyönteiskasvatus voisi toimia työllistymisvaihtoehtona (Savon Sanomat 2017).

Vuosittain toiminta loppuu 1000 - 2000 maatilalta (Keskisuomalainen 2017). Pientilojen on vaikea pysyä mukana kilpailussa. Yksi syy tähän on, että kaupanala on kasvatanut katteitaan suhteessa tuottajien saamaan tuotteiden hintojen osuuteen (Lappalainen 2012, 270–274). Tässä tilanteessa hyönteiskasvatukseen investoiminen voisi olla vaihtoehto. Hyönteistuotantoa aloittavat tuottajat voisivat olla esimerkiksi lopettavia sika- ja kanatiloja. Hyönteistuotannon pienet tilavaatimukset mahdollistavat tuotannon monen kokoisissa ja -muotoisissa tuotantoyksiköissä. Hyönteisiä voidaan kasvattaa lähes missä tahansa, mutta tuotanto vaatii silti aina suunnittelua.

Ennen Suomeen saapuneita start up -yrityksiä hyönteisravinnon tuottamisesta oli vähän tietoa suomeksi eikä kotimaisia tutkimuksia ollut. Uudet yritykset (Finsect, EntoCube) ovat hyödyntäneet tietojensa saamisessa mm. tilaamiaan opinnäytetöitä ja kansainvälisiä tutkimuksia. Uudet yritykset haluavat tuoda hyönteisten tuotannon osaksi Suomen maataloutta, jotta nykyisten maatalojen toimeentulo voidaan turvata ja palauttaa tyhjiksi jääneitä maatiloja takaisin tuotantoon. Pohjanheimon (2017) mukaan hyönteiset otettaisiin vastaan parhaiten eineksiin piilotettuina.

Yhteiskuntatieteellisen elintarviketutkimuksen ruoantarjontamalleissa tuottaja ja kuluttaja toimivat likeisessä vuorovaikutuksessa. Suoramyyntiä kuluttajan kannalta vaikeuttavat pitkät välimatkat ja tuotteiden sijainnin hajanaisuus. Alueellinen ja paikallinen jalostuksen ja esikäsittelyn toteuttaminen voi auttaa pienyrityksiä työllistymään maaseudulla. Toiminnan keskittäminen suurille jatkojalostusyrityksille ei tätä alueellista työllistymismahdollisuutta tue. (Jokinen ym. 2012, 191, 193, 195)

Rehuksi tai elintarvikkeiksi päätyviä hyönteisiä ei saa ruokkia ruoka- tai biojätteellä (Evira 2018a). Toivoisin, että tähän tulisi lisäselvennystä, sillä hygienisoitu ruoka- tai biojäte suuntaisi jätteenkierrätykseen ruokajätettä hyödynnykseen Eviran ohjeistusta kunnioittaen. Ruokajätteen antaminen oli hyönteisille kiellettyä vielä vuonna 2017, vaikka kasvatettavat hyönteiset olisivat päätyneet lannoitteeksi, kemianteollisuuteen tai energiaksi (Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 76/2017 2017, 45). Hyönteiset lukeutuvat vielä osaksi yleistä elintarvikelainsäädäntöä (Evira 2018).

Vieltojärven (2012, 32) mukaan lähi- ja luomuruokaan on kohdistunut viime aikoina kasvavaa kiinnostusta. Hyönteiset voivat tukea tätä buumia. Innostus voi edistää hyönteistaloutta osaksi erikoistuvaa, ympäristön huomioivaa suomalaista maa- ja biotaloutta. Carlo Petrinin mukaan syömällä voimme valita, minkälaista maataloutta tuemme (Uusikylä 2012, 28). Ihmisten pitää hillitä luomiaan elintasovaatimuksia (Smil 2016, 296). 9-10 miljardin ihmisen tulevaisuuden maailmassa viljellyn maapinta-alan kokonaistarve riippuu ruokavalion koostumuksesta ja viljelyn tehokkuudesta (Sage 2012, 74). Jos tavoitteena on kohentaa kaikkien ihmisten hyvinvointia, yksilöllisen hyvinvoinnin maksimointi joidenkin muiden ja luonnon kustannuksella ei voi olla joustava ratkaisu (Basu, Kaplan & Kaplan 2014, 182).

Ruoantuotannon mukauttaminen paikalliseksi toiminnaksi antaa pienviljelijöille mahdollisuuden tuottaa ruokaa lähellä (Karttunen ym. 2014, 49–50) ja sopeuttaa tuotanto alueellisesti paikallisiin olosuhteisiin. Kasvava mielenkiinto hyödynnettäviä hyönteisiä kohtaan luo tarpeen pieniin tuotantokokonaisuuksiin sekä massakasvatukseen keskittyviin tutkimuksiin. Honkasalon (2012, 39) mukaiset näkökulmat tarkastella ekoinnovaatiota sosiaalisin, tuotteellisin, tuotannollisin ja tuotantojärjestelmällisin tavoin tarjoavat mallin mieltää uutta innovaatiota itsenäisenä ja kehittyvänä kokonaisuutena. Hyvä asiantuntemus on pohjana hyönteisten käytölle ihmisravintona ja uusia maatalousketjuihin liitettäviä konsepteja luonnostellessa. Myös tuotanto - ja tuotekehitykselle on kaavailtavissa vielä paljon tuotantoa tehostavia menetelmiä. Tällä hetkellä tuotantoa pidetään yllä pääasiallisesti ilman tuotannon automatisointia. Hyönteisten kasvatuksen toimintoihin olisi kuitenkin hyvin sovellettavissa tekniikkaa ja automatiikkaa, koska työ koostuu yksinkertaisista ja samanlaisina toistuvista tehtävistä. Automatisointi helpottaisi myös tuotantoyksiköiden hallintaa, jolloin ihmistyön osuutta tuotannosta voitaisiin vähentää ja ohjata esimerkiksi tuotannon seurantaan. Digitalisointi luo keskittyneitä kokonaisuuksia (Suokko ym. 2017, 274–275), mikä tarjoaa toiminnoiltaan yksinkertaiselle hyönteistaloudelle innovaatiomahdollisuuksia.

Korpilahtelainen Komppa-Seppälän tila on tuottanut koemielessä kuhnureita tuotemerkillä B`Drones. Kuhnurit ovat päätyneet jyväsyläläisiin ravintoloihin. Jyväskylän ammattikorkeakoulun asiakaslehden mukaan kuhnureita on toimitettu ainakin ravintoloihin Egg ja Taikuri (Jamk asiakaslehti 1/2018, 2018). Asia on saanut julkisuutta paikallisissa lehdissä ja Yleisradiossa. Nyt lähinnä a la carte –ravintolat ovat tuoneet hyönteisruokaa esille. Kasvava ruoan hinta on ravintoloille haaste (Martin 2014, 15). Hyönteisravinto voi tarjota ratkaisun hintaongelmaan, niiden avulla voi tuottaa ruokaa pienessä tilassa kestävästi ja kierrätettävästi (Van Huis, Van Gorp & Dicke 2014, 160). Kun hyönteisravintoa tuodaan markkinoille, selkeys on tärkeää, sillä aihe on uusi. Hyönteisiä voitaisiin sisällyttää tuotteisiin kokonaisina, jauhettuina tai jalosteina. Pakkaus toimii markkinointiviestinnän osana (Vasara 2018, 3). Komppa-Seppälän tila toimii mielestäni hyvänä esimerkkinä hyönteisälällä toimivasta yrityksestä, joka kehittää aktiivisesti teknologisia, sosiaalisia, taloudellisia asioita toiminnassaan sekä arvioi liiketoimintansa tehokkuutta ja toimivuutta

seikkaperäisesti Urryyn (2013, 202) viitaten. Kaplania ja Nortonia (2009, 154) sivuten liiketoiminnan arvioiminen auttaa ylläpitämään ja kehittämään sen vakautta. Komppa-Seppälän perheyritys pyrkii aktiivisesti innovoimaan uusia tuotteita liiketoiminnassaan. Jauhettuina tai jalosteina elintarvikkeisiin sisällytetyistä hyönteisjalosteista on laitettava pakkauksiin riittävät pakkausmerkinnät. Hyönteiset voivat aiheuttaa allergiaa henkilöillä, jotka ovat herkistyneet katkaravuille taipölypunkeille niiden sisältämien samojen allergeenien takia.

Elintarvikkeiden jätejakeiden kosteuspitoisuus voi jätelajikohtaisesti vaihdella liikaa ja useimmiten olla liian kostea. Se, minkälaisia uusia rehuja hyönteisillä voitaisiin käyttää, vaatii vielä lisätutkimuksia ja kekseliäisyyttä. Vähäpäästöinen yhteiskunta edellyttää kokonaisvaltaista tiedon, tekniikan ja talouden sovittamista toiminnassa (Berg 2011a, 358). Merkittävää myös ekosysteemipalveluiden kannalta olisi se, ettei ravinnekierrosta vapautuisi paljoa ravinteita ympäristöön.

Hyönteisille elinympäristön muuttumattomuus on tärkeää. Niillä on luonnostaan suppea ekologinen lokero, joka voidaan nähdä tuotantovalttina. Hyönteisten tuotantotapa pysyy samana, vaikka tuotannon volyymi kasvaa. Elinympäristö pysyy luonnollisen kaltaisena huolimatta sen rakennuttamisesta osaksi tuotannollista yksikköä. Hyönteistaloudessa muutokset tuotantoyksiköissä voivat altistaa riskeille. Hyönteistaloudessa tuotannon aikaansaamiseksi tarvittava tuotantoympäristö on yksinkertainen toteuttaa siten, että tuotantopanokset minimoituvat. Luontaisen elinympäristön luonti hyönteisille ei vaadi paljoa. Pieni koko tuo edun. Yleensä laskemme voittoa eläinyksikköä tai niiden lukumäärää kohti. Hyönteiskasvatuksessa voimme arvioida kannattavuutta esimerkiksi kiloa kohti. Raaka-aine jalostuu hyönteistuotannon lopputuotteeksi tehokkaasti. Sisätiloissa tapahtuvaan ruoantuotantoon voidaan kasvatusalaa ottaa enemmän käyttöön (Suokko ym. 2017, 258) eikä vuodenajan vaihteluista johtuva lepotila (Kuisma 2011, 21) haittaa tuotantoa.

Hyönteisiä erillisessä yksikössä seuraamalla, varsinaisesta hyönteiskasvatussyksiköstä erillään kasvatatettavan vertailevan hyönteiskasvatuseriä eli verrokipopulaation avulla, on mahdollista arvioida hoidon ja toimenpiteiden tarvetta ja vaatimuksia. Tehokkainta mielestäni tässä tapauksessa olisi antaa hyönteisten tehdä itse päätökset ja määrittää, mikä on niiden terveyden kannalta parasta. Tieto siitä, että

hyönteiset voivat itse kyetä selviytymään sairauksistaan, voi mielestäni auttaa todentamaan ratkaisuja haasteisiin. Tällaisten itselääkinnällisten ratkaisukeinojen luonti hyönteisten ulottuville voi toki olla haasteellista ja aikaa vievää.

Eettiset lihantuotannon ongelmat juontuvat monista syistä. Ilmastonmuutos, vedenkäyttö, terveydelliset kysymykset, ympäristön tilan saastuminen ja resurssitehokkuus osoittavat, että näiden yhteydessä on tähdättävä uskallusta edellyttäviin realistisiin päämääriin. Lähestymistapa näihin tavoitteisiin vaatii yhteistä tahtoa.

Hyönteistaloudessa tuotannon aikaansaamiseksi tarvittava tuotantoympäristö on yksinkertainen toteuttaa. Tuotantopankokset minimoituvat. Luontaisen elinympäristön luonti hyönteisille ei vaadi paljoa. Hyönteisen pieni koko tuotantoeläimenä tukee muunneltavuutta, sillä kasvatusyksiköitä on helppo muunnella niiden koon ja muodon suhteen. Hyönteiselle on helppo luoda luonnollinen elinympäristö. Hyönteistalous toimii esimerkkinä, miten tilankäytön tehokkuus, monimuotoisuuden tukeminen ja tehokas maankäyttö voidaan sisällyttää ruoantuotantoon. Vesi, ilma ja valo ovat tuotantoeläintaloudessa tärkeitä tekijöitä. Osa kasvatettavista hyönteisistä, kuten jauhomadot, ei tarvitse itse elämiseen ollenkaan valoa, minkä vuoksi niiden tuotanto voidaan järjestää luovasti ja kustannustehokkaasti.

Kokonaisvaltaisella ruokapolitiikalla voitaisiin parantaa ruokaturvaa ja turvata täysipainoisen ravinnon saanti. Koko ruoantuotannollinen ketju pitäisi olla osana yhtenäistä ruokaan keskittyvää poliittista päätöksentekoa ja sen tavoitteena tulisi olla mahdollisimman kestävät toimintamallit. Poliittiseen päätöksentekoon voisi sisällyttää esim. lakien soveltuvuuden ja tuottajia parhaiten tukevien tukimuotojen tarkastelua. Pitkälti näin on hyönteisravinnon saralla edettykin. Voidaan myös miettiä, kuinka ratkaiseva voima on itse kuluttajilla. On hyvä tehdä päätöksiä unohtamatta kuluttajien osuutta markkinoiden muovaajina. Poliitikko ei saisi rajoittaa konkreettisia mahdollisuuksia. Yrityslähtöisesti liikkeelle sysäytynyt mielenkiinto hyönteisravintoa kohtaan on ihailtavan nopeasti heijastunut viranomaistahojen alaa tukeviksi lakimuutoksiksi. Ruokapolitiikka on ollut mukana mahdollistamassa hyönteisravinnon markkinoiden syntyä, mutta joutuu koko ajan adaptoitumaan vastatakseen nykyajan haasteisiin.

SWOT:ista (Taulukko 4.) nähdään mahdollisuuksia olevan uhkia enemmän.

Heikkouksien tuotannon tehokkuutta alentavat seikat on tutkimusten ja koulutuksen avulla selätettävissä. Hyönteistalouden vahvuuksissa yhdistyvät monet ekologiset, sosiaaliset ja taloudelliset tekijät, jotka koskettavat maailmanlaajuisesti kuten ruoantuotannon haasteet, ilmastonmuutoksen hillintä sekä paikallisen tuotannon suosiminen.

Nähdään, että hyönteistuotannon kehittämisessä on taloudellista potentiaalia. Hyönteistuotannon mahdollistavia tuotantotiloja ja työvoimaa löytyy. Tämänhetkisessä tilanteessa tarvitaan koulutusta ja tuotannon perustamisen kannattavuutta lisääviä tutkimahdollisuuksia. Hyönteistuotanto on edullinen tapa työllistää ihmisiä ja sisällyttää biotaloutta muihin tuotannon aloihin. Yhden hyönteistuotantoyksikön voidaan katsoa työllistävän yhdestä kahteen henkilöä. SWOT -analyysi (Taulukko 4.) osoittaa hyönteisalalla olevan paljon vahvuuksia. Vahvuudet osoittavat alan kehittymisen vahvuuksia edellyttäen, että alaan ollaan valmiita panostamaan. On selvää, että investointeihin liittyy aina riskejä. Ala on uusi ja tietoa on vähän. Tämä luo epävarmuutta potentiaalisissa alalle liittyjissä. Hyönteisalan kehittämiseen olisi tärkeää investoida järjestelmällisesti ja laajasti, jotta toimijat vakuuttuisivat alan tulevaisuuden näkymistä.

Taulukko 4. SWOT – analyysi hyönteistaloudesta.

<p style="text-align: center;">Vahvuudet</p> <p>ruoan riittävyys ja sen tuotanto koskettaa kaikkia ekologisuus ja resurssitehokkuus suomalaisen ruoan arvostus globaali tietämys hyödynnettävyydestä yrittäjien innokkuus lakimuutokset eettisyys ja ilmastonmuutoksen hillintä</p>	<p style="text-align: center;">Heikkoudet</p> <p>kaikkia ekosysteemipalvelumahdollisuuksia ei vielä tunneta käsityövaltaisuus tuotannon automatisoimattomuus</p>
<p style="text-align: center;">Mahdollisuudet</p> <p>uusi ala tuotannon muuntuva luonne ketteryys ja horisontaalisuus - tilatehokkuus horisontaalisesta vertikaaliseen tuotantoon hävikkiruoan hyödynnys + muut sivuvirrat elinkeinorakenteen monipuolistaminen yhteistyö muun tuotannon kesken; rehuksi kalankasvatukseen</p>	<p style="text-align: center;">Uhat</p> <p>yhteiskunnan rakenne ja tottumukset tarjonta suurempi kuin koskaan ennen aiheen uutuus – miten viestiä? hyönteisallergia kilpailu muiden alojen kesken tuotantoyksikköön suuntautuvat haasteet tuottajan terveyteen kohdistuvat haasteet Hyönteisten käytön buumi hälventyy</p>

Olen tarkastellut työssäni hyönteisinnovoinnin poliittisia ja sosiaalisia edellytyksiä ja taloudellista potentiaalia ja osin myös teknologisia edellytyksiä. Onnistunut innovaatio edellyttää, että Urryn (2013, 202) innovaatioedellytykset, teknologiset, sosiaaliset, taloudelliset ja poliittiset näkökulmat, on huomioituna ja olemassa innovaation osana. Sirkkatuotanto on rajautunut Suomessa pitkälti konttikasvatukseen. Uusien tuotantoympäristöjen lisäksi tuotannon automatisointi ja digitalisointi loisivat tuotannon teknologiseen kehitykseen vapautta ja varmuutta. Käsityövaltaisen alana teknologista osaamista ja teknologiaa uupuu vielä. Teknologian kehittäminen edellyttäisi hyönteisten elinkaaren kartoittamista teknologisesta näkökulmasta katsottuna. Tutkimuksen ja tuotekehityksen kautta hyönteistaloudella on mahdollisuus kehittyä realistiseksi innovaatioksi ruoantuotannon alalle. Lainsäädännön lisäksi poliittisiin aspekteihin liittyy tukipolitiikka. Investoivat karjatilat saavat tukea alan

suurilta yrityksiltä Suomessa (Maaseudun tulevaisuus 2017). Siikosten tila ei ole saanut tukia toimintaansa.

Monet seikat hyönteisalan toimintaympäristössä tukevat sosiaalisten innovaatioedellytysten täyttymistä tuottajien, jalostajien ja kuluttajien osalta. Hyönteistuotannon vapaasti muunneltavissa oleva rooli tarjoaa toimintatapoja kasvattaa hyönteisiä taloudellisesti monenlaisissa tilaympäristöissä. Alojen eri toimijoiden yhteistyöverkosto on yrityspainotteinen. Yksityisyrittäjien välille tarvittaisiin omaa yhteistyöverkostoa, jotta Suomen edistyksestä hyönteisalan lainsäädäntöä kyettäisiin tehokkaimmin hyödyntämään. Pioneeriyritysten on hyvä olla alansa suunnannäyttäjiä, rajoittamatta muiden alalle tulevien toimijoiden innovatiivisuutta tietoa jakaessaan. Yrittäjien yhteistyö keskenään sekä yhteistyöverkostot jalostajiin ja kaupanalaan tehostavat toimintaa. Yhteistyö helpottaa alalle hakeutuvia yrittäjiä löytämään tietoa ja havainnollistamaan heidän visioihinsa pohjautuvien ratkaisuiden edellytyksiä. Turun yliopiston Funktionaalisten elintarvikkeiden kehittämiskeskuksessa toimivan Jaakko Korpelan mukaan hyönteisalan verkostoitumisessa ei Suomessa ole ollut haasteita (Ekholm 2018, 29).

Hyönteistuotannon tarvitsema pääoma on pieni, mikä tukee paikallisen tason ratkaisuja. Luonnonvarojen ja ravinteiden järjestelmällinen käyttäminen ja kierrättäminen antaa biotalouden kehittämiseksi uusia mahdollisuuksia. Hyönteiskasvatus voidaan määritellä hyönteistaloudeksi, kunhan alalle hakeutuu riittävä määrä toimijoita. Hyönteisten elinkierron säilyminen samana ja vähäiset elinympäristövaatimukset eivät lähtökohtaisesti muuta tuotannon tapoja suurtuotannonkaan mittakaavassa. Perinteisen maatalouden suurtuotantoyksiköihin verrattuna hyönteistalouden suurtuotantoyksiköiden tuotannon toimenkuva ei merkittävästi eroa pientuotannosta. Samalla tietyllä periaatteella toimivia hyönteistuotantoyksiköitä (esim. sirkka-kontit) voidaan toimintatapoja liiemmin muuttamatta laajentaa suuremmiksi tuotantokonaisuuksiksi. Suurtuotannollisten kasvattamoiden toimintatavat voidaan nähdä pieneen mittakaavaan nähden samankaltaisina, sillä tuotanto ei merkittävästi muutu, vaikka tuotannollisten yksiköiden määrä kasvaa.

Kiertotalouden päämääriä tukevan ja yhteisöä hyödyttävän innovaation arvoa ei välttämättä tarvitse mitata vain taloudellisesti. On esimerkiksi mahdollista, että hyönteistuottaja toimii yhteistyössä viljelijän, puutarhayrityksen, kalankasvattamon

tai leipomon kanssa. Näin jätteet voidaan hyödyntää lähellä ja raaka-ainekierto tehostuu. Hyönteisten avulla saavutetun ruoantuotannon ei tarvitse olla sidoksissa maatalouden tuotantoon. Ennemmin sivuvirtojen syntypaikat määrittävät hyönteistuotannon yksiköiden sijoituskohteet.

VTT:n tutkijaryhmän (Elintarviketalous 4.0 – VTT:n visio älykkään, kuluttajakeskeisen ruokatuotannon aikakauteen 2017, 18–31) mainitsevat yksilölliset ratkaisut, monipuolisten tuotantokokonaisuuksien synnyttämiseksi tuotantoketjun eri vaiheisiin sekä tuotantotapojen joustavuuden parantaminen ovat asioita, joita kannattaa tavoitella innovatiivisella hyönteistuotannolla. VTT mainitsee myös kaupungistumisen luomat haasteet, johon vastedes voitaisiin vastata vertikaalisen, lähempänä kuluttajia järjestetyn hyönteistuotannon avulla (Elintarviketalous 4.0 – VTT:n visio älykkään, kuluttajakeskeisen ruokatuotannon aikakauteen 2017, 28). Vertikaaliseen salaattiversojen ja yrttien viljelyyn keskittyneen (Robbes Lilla Trädgård Ab 2018) Robbes Lilla Trädgård -yrityksen toimitusjohtajan Robert Jordaksen mukaan investointikustannukset ovat kerrosviljelyssä suuremmat verrattuna perinteiseen horisontaaliseen viljelyyn, toisaalta tuotanto on 40 prosenttia tehokkaampaa (Manner 2018, 35). Tehokkuutta vertikaaliviljelyssä luo tuotannon vaatimien optimiolosuhteiden vakiinnuttaminen sekä säästö energia tarpeessa (Manner 2018, 35). Kerrosviljelyn avulla tuotanto voi tapahtua lähellä kuluttajaa, esimerkiksi kaupungin keskellä tavaratalon katolla (Manner 2018, 35). Vertikaalisen hyönteistuotannon avulla on mahdollista kehittää yhteisöllistä ruoantuotantoa. Mahdollisuus vertikaaliseen tuotantoon on esimerkki hyönteistuotannon muuntuvuudesta ja muovautuvuudesta.

On hyvä tarkastella laajasti, mitä biomateriaaleja hyönteisille voisi syöttää. Tehokkaampi ravinteiden hyödynnyks tarkoittaa säästöä tuotantotilojen ja -alojen ko'issa. Hyönteisten nykyiseen hintavuuteen nähden ja tuotannon korkealaatuisuuden varmistamiseksi en kannata hyönteisten kasvatusta rehuksi. Hyönteisten laadukkaat rasvat, hivenaineet ja proteiinit parantaisivat ihmisten ruokavaliota. Jos hyönteistuotteiden hinta pysyy korkeana ja uusia menestystuotteita syntyy, voi hyönteistuotanto nousta taloudellisesti merkittäväksi, myös kansainvälisesti katsottuna.

On syytä tarkastella olemassaolevaa kulutuskulttuuria ja sitä, miten se muodostuu. Ilmastonmuutoksen ja yleisen valveutumisen myötä nykyisenkaltaisen kasvavan

talouden mallin on muututtava. Giorgos Kallis tähdentää, että tarvitaan yhteiskunnallisia instituutioita ja kulttuurillisia rakenteita purkavaa uudenlaista kehitystä, jotta voidaan mahdollistaa poliittiset toimenpiteet (Järvensivu 2015, 255).

Suomessa on edelleen ruoka-apua hyödyntäviä ruokatalouksia, toisaalta olemme totuttautuneet liian halpaan ruokaan (Iivonen 2018). Halvempi ruoka ei ole tehokas tapa tehostaa ruokaturvaa, sillä se näkyy alkutuottajien selkänahassa. Proteiiniomavaraisuutta voidaan nostaa niin, että muutokset näkyvät lompakon sijaan lautasella. Toivon, että kansallisella tasolla tapahtuvan ruoka- ja ravitsemusturvan kehittämisessä hyödynnetään hyönteisten potentiaali edullisena ja ekologisena raaka-aineena.

Brändäyksellä on vahva merkitys markkinoilla. Nyhtökaura on esimerkki suomalaisesta tuotteesta, joka innovoitiin perinteisiä raaka-aineita hyödyntäen ja brändättiin hyvin. Hyönteisille brändätään usein erityisyyttä, vaikka halpana ja ekologisena vaihtoehtona hyönteiset täyttäsivät ekologisen ja halvan arkiruokan kriteerit osana jokapäiväistä arkiruokaa. Hyönteistuotteiden korkeammasta hinnasta on voinut koitua kuluttajalle syy kaihtaa kyseisiä tuotteita. On hyvä havaita ja tiedostaa, minkälainen viestintä saa ihmiset parhaiten lähestymään uusia ruoka-aineita. Uusi tutkimustieto selkiyttäisi tuotannon kuvaa myös alan uusille toimijoille. Verkostoitumiselle on tarvetta (ks. kuvio 2.).

7 Pohdinta

Hyönteiset muinaisajoilta länsimaisen edistyneen biotalouden kärkeen, voisiko tämä olla mahdollista? Viitteitä sille on nähtävissä nykyajassa, sillä hyönteiset ovat kestävää tulevaisuuden ravintoa (Dammann & Kuhlenkamp 2016, 7). Biotalous on mielestäni matkalla yhä enemmän sellaisten palvelukokonaisuuksien suuntaan, joissa luodaan tuotteiden ohella elämyksiä, kokemuksia ja tietoa. Erich Zimmermannin mukaan on parempi puhua luonnonvarojen tulemisesta: paikalliselle väestölle merkityksetön luonnonvara voi olla merkittävä ulkopuoliselle toimijalle (Ylhäisi & Koponen 2014, 261).

Muutokset lainsäädännössä ovat avanneet kiinnostuksen hyönteisten liiketoiminnallisia mahdollisuuksista kohtaan. Hyvä asiantutemus on perusta kaupalliselle ja laaja-alaiselle hyönteiskasvatukselle ja sitä myötä alan kehittymiselle.

Tuotantoon valitun hyönteislajin yksilölliset ominaisuudet on tunnistettava ja tunnustettava. Koska käytössä ollut tieto on ollut osin pirstaleista, tietoja ja uskomuksia ei olla aina kyetty erottamaan. Kuten jo mainittu, muutamissa tutkimuksissa on osoitettu, että kahdetoista tunnin valoisan ja pimeän ajan vuorottelulla voitaisiin päästä sirkkatuotannon osalta parhaaseen tulokseen. Toisaalta on nähty, ettei sääntö ole ehdoton.

Hyönteistaloudella on mahdollisuuksia monilla yhteiskunnan osa-alueilla. Pelkästään ravinteiden sitomiseen ja kierrättämiseen tähtäävään, elintarvike- ja rehuteollisuudesta erillään järjestettävään hyönteistuotantoon ei välttämättä tarvittaisi samankaltaista seurantaakin kuin mitä elintarviketuotantoala vastaavasti edellyttää. Hyönteisten muuntuvuus ja pärjäävyys mahdollistaisivat hyönteisten roolin myös orgaanisten raaka-aineiden rikastajina ja hienontajina. Myös jauhomatojen kyky hienontaa styroxia on pantu merkille (Chemical & Engineering news 2015). Hyvin järjestetyssä kasvatusalustassa esimerkiksi jauhomadot voisivat itsenäisesti kyetä rikastamaan tai hienontamaan tuotantoon syötettyjä jätteitä tai ravinnepanoksia tiettyyn rajaan asti. Elintarviketuotannon ulkopuolella järjestettäviin, lannoitetuotantoon tai osaksi materiaalikierrätyksellisiä palveluja laadittaviin kasvattamokokonaisuuksiin kohdistuvat hygieniavaatimukset olisivat väljemmät ja tuotannosta saatavat hyödyt käyttökelpoiset. Biolan Oy:n kaltaisia, hyönteisten sivuvirtojen hyödyntämiseen keskittyviä yrityksiä tullee alalle lisää tulevaisuudessa.

Hyönteistalous voidaan nähdä uuden innovaation alana, jonka mahdollisuudet on tajuttu Suomessa hiljattain. Puhtaus, kotimaisuus, tuoreus, turvallisuus, terveellisyys ja huoltovarmuus ovat avainsanoja, kun mietitään, mitä ruoaltamme odotamme. Elintarvikejärjestelmien toimivuutta olisi eettisin tarkastella siltä kannalta, kuinka hyvin ne voisivat vahvistaa maailmanlaajuista ruokaturvaa. Nykyisin myös länsimaissa ravintoköyhyys on entistä akuutimpaa, koska ruoan ravintosisältö ei aina vastaa valkuaisaineiden, vitamiinien, kivennäisaineiden, rasvahappojen ja hivenaineiden tarpeeseen. Hyönteisten rikas ravintosisältö mahdollistaa ravintoainerikkaiden tuotteiden lanseeraamisen.

Pelkkä keskittyminen ruoan tuotannolliseen määrään ei riitä. Markkinoiden toimintatavat suosivat hyönteisten kaltaisia uusia tuotteita, jotka voivat hyödyntää jo muodostuneita elintarviketeollisuuden teknologiaa, logistiikkaa sekä kuluttajamarkkinoita. Sirkkan jätös voisi kulkea biokaasutusprosessin läpi. Mustasotilaskärpästen lisäksi jauhomadon potentiaalia leipomotuotteiden sivuvirran hyödyntäjänä kannattaa tutkia.

Jaakko Korpelan ja Topi Kareniuksen tapasin *Insect in the food chain* –seminaarissa aloitettuani erikoistumisharjoitteluni hyönteisalan yrityksessä. Hyönteisalan yrityksiin ja alan toimijoihin tutustuminen synnytti luottamusta taloudellisten näkökulmien esilletuontiin, ja hyönteistuotannon kannattavuudellisten edellytysten ymmärtämiseen. Vierailu EntoCubella loi minulle käsitystä sirkkojen kasvatuksen potentiaalista ja sirkkatilalla vierailu antoi kuvan hyönteiskasvattajan arjesta. Olen suorittanut mehiläistarhaajan koulutuksen, minkä vuoksi tuotantoalaa on ollut helppo ymmärtää. Koin, että tilavierailu antoi arvoa tutkimustyössä esille tulleille hyönteistalouden potentiaalia tukeville asioille.

Suomen kannattaa huomioida, mitä globaalissa mittakaavassa tapahtuu ja ottaa oppia, miten muualla asioita toteutetaan. Lisäksi kannattaa verrata muissa maissa toteutettavia käytänteitä suomalaisen hyönteistuotantoympäristön kanssa. Kotimaisen ja kansainvälisen yhteistyön avaaminen tuotannon ja tutkimuksen osalta hyödyttäisi suomalaista hyönteistuotantoa ja tuottajia. Yhteistyö voisi luoda Suomelle kansainvälistä näkyvyyttä, varsinkin nyt, kun ilmastonmuutos on IPCC:n uusimman raportin myötä pinnalla mediassa ja yhteiskunnallisessa keskustelussa. Minulle hyönteisruoka edustaa ekologista ja tehokasta ruokaa. Brändäisin itse hyönteisruokaa arkisena joka kodin raaka-aineena. Hyönteisruoka on arvokasta ekologisuudellaan, myös ilman vahvaa tuotejalostusta.

Hyönteistuotannon potentiaalia taloudellisesti ja ekologisesti on kansainvälisesti tutkittu vertaamalla sitä muuhun lihantuotantoon ja todennettu sen olevan tehokas tapa tuottaa ruokaa. Hyönteisrehujen tuotannon osalta on muistettava, että sivuvirtojen hyödyntäminen ei takaa hyönteisten optimaalista tuottoa, vaan parhaisiin tuloksiin päästään, jos hyönteisillä hyödynnettäviä sivuvirtoja kyetään jalostamaan ennen niiden tarjoamista hyönteisten ravinnoksi. Markkinat ovat syntymässä ja kasvavat globaalisti. Hyönteisten laaja-alaista tuotantoa koskeviin tutkimuksiin on

edellytyksiä: kasvanut kiinnostus ja globaali tarve ovat motiivina ruoantuotannon kehittämiseksi. Käsityön vähentämiseksi olisi hyvä kehittää suurempien hyönteistuotantotilojen tarpeeseen soveltuvia teknologisia ratkaisuja. Kasvatuspopulaation seurantaan helpottaisivat robotiikka ja konenäkö sekä sekoittimet, joilla rehua voitaisiin ilmastaa homeen ehkäisemiseksi, erityisesti suurempia yksiköitä koskevissa jauhomatojen tuotannossa. Hitaasti liikkuva ruokamassa vaikuttaa tuskin mainittavasti hyönteisten elinoloihin. Robotiikalla voidaan tuotevariaatioiden ja tuotannon tehokkuuden kehittämisen lisäksi pienentää kontaminaatoriskiä (Huhtakangas 2018, 25), kun työntekijän ei tarvitse koskettaa elintarvikkeisiin tai niiden raaka-aineisiin tuotantoprosessissa. Tärkeintä on pyrkiä taloudellisiin, kuhunkin tilanteeseen sopivin ratkaisuihin alan kehittämiseksi taloudellisesti.

Myös kasvattajat kaipaavat tietoa. Suomen varmistuessa korkeat laatuvaatimukset ja valvotut tuotantoketjut hyönteistuotteilleen, ne menestyvät kansainvälisillä markkinoilla. Käsityönä ylläpidetyt pienet kasvattamot eivät vielä anna todellista kuvaa hyönteistuotannon potentiaalista, mutta toimivat suunnannäyttäjinä luoden ja arvioiden suuremman tuotannon mittakaavan edellyttämiä toimivia ratkaisuja. Pienet kasvattamot, jotka seuraavat tuotantoaan, voivat synnyttää helposti hallittavissa olevissa tuotantoympäristöissään tietoaineistoa, jota hyödyntää osana suurempaa tuotantoa, kunhan seurantaolot pidetään vakioituina ja muuttumattomina. Tutkimus ja koulutus korostuvat nyt, koska niiden kehittämisen myötä on mahdollisuus kyetä tunnistamaan ratkaisuja esille nouseviin haasteisiin. Tiedolle on vielä tarvetta tuotannon ja työntekijöiden, toisaalta hyönteistuotteiden jalostamismahdollisuuksien osalta. Jatkotutkimusta on hyvä tehdä siitä, kuinka tehokkaasti hyönteisten avulla saadut aineosat kykenisivät parantamaan tuotteiden teknologisia ominaisuuksia, kuten ravintosisältöä tai koostumusta. Tulevaisuudessa voidaan eristää hyönteismassan sisältämiä lipidiejä, proteiineja ja hivenaineita ja jalostaa niitä eteenpäin muiden tuotannonalojen tarpeisiin.

Ainakin hyönteistuotannon hygieniosaamisesta, teknologisista menetelmistä, genetiikasta ja jalostuksesta, hyönteistuotannon teknisistä ratkaisuista sekä siitä, miten ne parhaiten voisivat tukea kiertotaloutta on hyvä luoda vielä tutkimuksia ja kehitystä. Tulevaisuudessa hyönteisistä voidaan eristää myös terveysvalmisteita kuten omega 3 -rasvahappoja. Myös jauhomatojen mahdollisuuksia esim.

muovijätteen käsittelijöinä olisi syytä tutkia osana kiertotaloutta. Hyönteistuotannon avulla voidaan vastata tehokkaasti moniin ajankohtaisiin haasteisiin ja luoda taloudellista tulosta myös sinne, missä tällä hetkellä esiintyy vajaatyöllisyyttä.

Olisi myös kiinnostavaa tarkastella jatkossa laajemminkin hyönteisiä Saarijärvellä Tarvaalan biotalouskampuksella. Biotalouskampuksella on mahdollisuudet viedä hyönteisalaa eteenpäin. Biotalouskampus voi tuottaa hyönteisinnovaatiotoimintaa tukevaa tietoa, kysyntää ja oppimista sekä työskennellä avaintoimijana Keski-Suomessa. Koelaitosten luonti automaation ja digitalisaation tutkimuksen alustoiksi edistäisi ratkaisujen löytymistä tuotannollisiin haasteisiin. Kun yksi hanke, VinsectS – Hyönteistalous osana Viitasaari-Saarijärvi seutukunnan kiertotaloutta on syntynyt, ehkä siitä seuraa muitakin?

Olen kiitollinen kaikille niille tahoille, henkilöille ja yrityksille, jotka avoimesti ovat olleet tukemassa opinnäytetyön tekemistä. Prosessin aikana olen ymmärtänyt päätyneeni keskelle ajankohtaista, innovatiivista ja kehittyvää alaa, joka paraikaa luo suuntaviivoja tulevaisuudelleen.

Lähteet

Aaltio, J. 2017. Hyönteisalan yritys EntoCube. Yhteishaastattelu yhdessä Nemlanderin kanssa. Espoo. Haastattelu. 31.8.2017.

A 20.12.2017/1009. Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta. Säädökset alkuperäisinä -osio. Viitattu 20.7.2018. Valtion säädöstietopankki Finlex. [Http://www.finlex.fi](http://www.finlex.fi).

A 20.12.2011/1368. Maa- ja metsätalousministeriön asetus ilmoitettujen elintarvikehuoneistojen elintarvikehygieniasta. Ajantasainen lainsäädäntö -osio. Viitattu 10.11.2018. Valtion säädöstietopankki Finlex. [Http://www.finlex.fi](http://www.finlex.fi).

A 12.1.2005/183. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) rehuhygieniää koskevista vaatimuksista. Euroopan Unionin oikeudelliset asiakirjat. Viitattu 22.7.2018. <https://eur-lex.europa.eu>.

Barnes, R., D. 2017. Arthropod. Animal phylum. Encyclopædia Britannica online. Sivua muokattu viimeksi 20.12.2017. Artikkelia viimeiseksi päivittänyt Lotha, G. Viitattu 28.10.2018. <https://www.britannica.com/animal/arthropod>.

Bartolini, S. 2014. Buying alone: how the decreasing American happiness turned into the current economic crisis. Julkaisussa Well-being and Beyond. Broadening the Public and Policy Discourse. Toim. Hämäläinen, T. & Michaelson, J. Cheltenham: Edward Elgar.

Basu, A., Kaplan, R. & Kaplan, S. 2014. Creating supportive environments to foster reasonableness and achieve sustainable well-being. Julkaisussa Well-Being and beyond. Broadening the Public and Policy Discourse. Toim. T. Hämäläinen & J. Michaelson. Cheltenham: Edward Elgar Publishing.

Berg, A. 2011a. Elämää kulutusyhteiskunnassa. Julkaisussa Ihminen ja ympäristö. Toim. J. Niemelä, E. Furman, A. Halkka, E.-L. Hallanaro & S. Sorvari. Helsinki: Gaudeamus Helsinki University Press.

Berg, A. 2011b. Ympäristöviisas talous. Julkaisussa Onnellisuustalous. Toim. V., Ylikarhi. Helsinki: Vihreä sivistysliitto.

Berninger, K. 2012. Hiilineutraali Suomi. Miten luodaan ilmastoystävällinen yhteiskunta?. Tallinna: Gaudeamus.

Biolan Oy. 2018. Biolan Oy valmistaa tuotteita puutarhanhoitoon ekologiseen asumiseen. Viitattu 14.11.2018. <https://www.biolan.fi/biolan/biolan-in-english.html>.

Borg, P. 2017. Sovussa luonnon kanssa. Riika: Dardedze holografija.

Borg, P., Joutsenvirta, M. 2015. Maapallo ja me. Luonnonvarat ja kasvun rajat. Porvoo: Docendo.

Buxton, N., Brent, Z.W., Shattuck, A. 2016. Turvattuutta kylvämässä: ruoka ja maatalous ilmastokriisin aikakaudella. Julkaisussa Ilmastonmuutoksen voittajat ja häviäjät. Sotateollisuus ja suuryhtiöt muovaavat lämpenevää epätasa-arvon maailmaa. Toim. N. Buxton & B. Hayes. Riika: Dardedze holografija.

- Caraballo, M. 2017. Kotisirkkojen kasvatuksen kustannusrakenne. Opinnäytetyö, AMK. Tampereen ammattikorkeakoulu, yhteiskuntatieteiden, liiketalouden ja hallinnon ala, liiketalouden koulutusohjelma. Viitattu 20.7.2018.
https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/139705/Caraballo_Miia.pdf?sequence=1.
- Catani, J. 2014. Syömään vai drinkille?. Suomalaista ravintolakulttuuria. Keuruu: Otavan Kirjapaino.
- Chemical & Engineering News. 2015. Mealworms Munch Polystyrene Foam. Plastics: Bacteria in the guts of the worms digest stubborn polystyrene. Viitattu 9.11.2018.
<https://cen.acs.org/articles/93/web/2015/09/Mealworms-Munch-Polystyrene-Foam.html>.
- Chen, X., Feng, Y. & Chen, Z. 2009. Common edible insects and their utilization in China. Entomological Research 39. Viitattu 1.6.2018.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1748-5967.2009.00237.x>.
- Cohen, A. C. 2015. Insect diets. Science and technology. North Carolina State university. Insect rearing education and research program. 2. uud. p. Boca Raton: CRC Press.
- Costanza, R., Alperovitz, G., Daly, H., Farley, J., Franco, C., Jackson, T., Kubiszewski, I., Schor, J. & Victor, P. 2013. Luontoa ja yhteiskuntaa tukeva kestävä talous. Julkaisussa Worldwatch –instituutti: Maailman tila 2013. Onko liian myöhäistä?. Toim. L. Starke. Tallinna: Gaudeamus.
- Cronberg, T. 2008. Kohti kestävää kuluttamista. Julkaisussa Kulutuksen politiikat arjen muovaajana. Kuluttajatutkimuskeskuksen vuosikirja 2008. Tampere: Tampereen yliopistopaino.
- Dammann, F., Kuhlenskamp, N. 2016. Heinäsirkka keittiössä. Hyönteiskeittokirja. Helsinki: Minerva.
- Dani, S. 2015. Food supply chain management and logistics: from farm to fork. Lontoo: Kogan Page.
- Dickel, F. 2018. Medicative Diet – the Importance of Diet and Prophylactic Treatment on Survival and Immunity of Polyphagous *Arctia plantaginis* (Arctiidae) larvae. Väitöskirja. Jyväskylän yliopisto, matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta, bio- ja ympäristötieteiden laitos. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto.
- Hardy, A., Benford D., Noteborn, H. P.J.M., Halldorsson, T. I., Schlatter, J., Solecki, R. A., Jeger, M., Knutsen, H. K., More, S., Mortensen, A., Naegeli, H., Ockleford, C., Ricci, A., Rychen, G., Silano, V. & Turck, D. 2015. Euroopan elintarviketurvallisuusviranomainen (EFSA). Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed. Viitattu 16.11.2018.
<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2015.4257>.
- Eilenberg, J., Vlaskov, M. J., Nielsen-LeRoux, C., Cappellozza, S. & Jensen, A. B. 2015. Diseases in insects produced for food and feed. Journal of Insects as Food and Feed, 1, 2, 87–102.

Ekholm, R. 2018. Suomi kärkimaita hyönteistuotannossa. Kehittyvä elintarvike, 29, 1, 28-31.

Eklund, I. & Kekkonen, H. 2016. Kannattavuuslaskennan taitajaksi. Helsinki: Sanoma Pro.

Elintarvike ja Terveys. 2018. Nykyaikainen biojätteen käsittely ammattikeittiössä, 32, 5, 23.

Elintarviketalous 4.0 – VTT:n visio älykkään, kuluttajakeskeisen ruokatuotannon aikakauteen. 2017. Teknologian tutkimuskeskus VTT. Viitattu 21.7.2018. www.vtt.fi/inf/pdf/visions/2017/V9.pdf.

EntoCube. 2018a. Hyönteisalan yrityksen Internetsivusto. Viitattu 4.6.2018. <https://www.EntoCube.com/yleisesti-hynteiskasvatuksesta>.

EntoCube. 2018b. Hyönteisalan yrityksen internetsivusto. Viitattu 22.10.2018. <https://www.EntoCube.com/ratkaisumme/>.

EntoCube. 2018c. Suomalaisten sirkkojen noutotilaukset EntoCuben Otaniemen toimistolta lokakuun 2018 ajan -15%. Hinnat alk. 40€/kg. Viitattu 9.11.2018. <https://www.samufoods.com/>.

Evira. 2018a. Hyönteiset elintarvikkeena. Eviran ohje 10588/2. Viitattu 20.7.2018 https://www.evira.fi/globalassets/tietoa-evirasta/lomakkeet-ja-ohjeet2/elintarvikkeet/eviran_ohje_10588_2_fi.pdf.

Evira. 2018b. Elintarvikkeet. Hyönteiset elintarvikkeina. Viitattu 9.11.2018. <https://www.evira.fi/elintarvikkeet/valmistus-ja-myynti/elintarvikeryhmat/hyonteiset/>.

Evira. 2018c. Alkutuotantoilmoitus ja rekisteröityminen. Viitattu 9.11.2018. <https://www.evira.fi/elintarvikkeet/alkutuotanto/elaimista-saatavat-elintarvikkeet/munat/alkutuotantoilmoitus-ja-rekisteroityminen/>.

Evira. 2018d. Uuselintarvikehakemukset ja ilmoitukset. Viitattu 12.11.2018. <https://www.evira.fi/elintarvikkeet/valmistus-ja-myynti/yhteiset-koostumusvaatimukset/uuselintarvikkeet/uuselintarvikeluvan-hakeminen/>.

Eviran tiedotejulkaisu. 2017a. Hyönteisiä rehuksi. 30.6.2017. Viitattu 1.6.2018. https://www.evira.fi/globalassets/elaimet/rehut/tiedotteet/tied2017/tiedote_3740_0405_2017.pdf.

Evira. 2017b. Hyönteisiä rehuksi. Eviran tiedote 3740/0405/2017. Viitattu 16.10.2018 osoitteesta https://www.evira.fi/globalassets/elaimet/rehut/tiedotteet/tied2017/tiedote_3740_0405_2017.pdf.

EY 29.4.2004/852 LIITE I. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) elintarvikehygieniasta. Viitattu 10.11.2018. <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:226:0003:0021:FI:PDF>.

EY 27.1.1997/258. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) uuselintarvikkeista ja elintarvikkeiden uusista ainesosista. Viitattu 10.11.2018.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:31997R0258&from=FI>.

Fazer Group. 2018. Fazer – konserni kertoo merkitsevänsä varoitukset sirkkatuotteisiinsa. Viitattu 1.6.2018. <http://news.cision.com/fi/fazer-group/r/sirkkat-ja-muut-hyonteiset-voivat-aiheuttaa-allergisen-reaktion,c2421943>.

Finsect. 2018a. Suomalainen hyönteisalan yritys hakee maatilayrityksiä mukaan toimintaansa. Viitattu 21.07.2018. <http://www.finsect.fi/>.

Finsect. 2018b. ”Ruoantuotanto vaatii kestävästä kehitystä” kertoo sivustolleupotettu esittelyvideo. Viitattu 22.10.2018. <http://www.finsect.fi/>.

Fogelholm, M., Hakala, P., Kara R., Kiuru, S., Kurppa, S., Kuusipalo, H., Laitinen, J., Marniemi, A., Misikangas, M., Roos, E., Sarlio-Lähteenkorva, S., Schwab, U. ja Virtanen, S. 2014. Terveyttä ruoasta. Suomalaiset ravitsemussuositukset 2014. 2. korj. p. Tampere: Valtion ravitsemusneuvottelukunta.

Fuller, G. W. 2011. New Food Product Development: From Concept to Marketplace. 3. uud. p. Florida: CRC Press.

Gahukar, R. T. 2011. Entomophagy and human food security. International Journal of Tropical Insect Science, 31, 3, 129–144. Viitattu 8.11.2018. https://www.researchgate.net/publication/231867793_Entomophagy_and_human_food_security.

Gallegos, D. 2009. Eating Your Way to Global Citizenship. Julkaisussa The Globalization of Food. Oxford: Berg.

Gutierrez, R. 2018. Punamuurahaisia ruoaksi hyödyntävä yrittäjä Filippiineillä. Maailmanpolitiikan arkipäivää: Hyönteisruoka - pelastaako kotisirkka maailman?. Toim. Taussi, S. Filippiineiltä raportoi K. M. Crowley. Yle Radio 1 3.2.2018. Maailmanpolitiikan arkipäivää – sarjan osa. Kuunneltavissa Yle Areenassa. Viitattu 29.3.2018. <https://areena.yle.fi/1-4326159>.

Hahlbrock, K. 2009. Feeding the planet: environmental protection through sustainable agriculture. Lontoo: Haus Publishing.

Hakala, H. 2011. Ihminen valtaa maapalloa. Julkaisussa Ihminen ja ympäristö. Toim. J. Niemelä, E. Furman, A. Halkka, E.-L. Hallanaro & S. Sorvari. Helsinki: Gaudeamus Helsinki University Press.

Hanski, I., Lindström, J., Niemelä, J., Pietiläinen, H. & Ranta, E. 1998. Ekologia. Juva: WSOY.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2007. Tutki ja kirjoita. 13. p. Keuruu: Tammi.

Honkasalo, A. 2012. Vihreä talous ja vihreät työt: Ekoinnovaatiot ja työperäiset riskitekijät. Helsinki: Ympäristöministeriö.

Horppu, H., Hulshof, J. & Koskula, H. 2017. Hyönteistuotannon lisäysmateriaaliselvitys. Tilaustyö Pielisen Karjalan Kehittämiskeskukselle. Julkaisussa Hyönteistuotannon esiselvitys. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 76/2017. Toim. S. Heiska & N. Huikuri. Helsinki: Luonnonvarakeskus. Viitattu 20.7.2018.

https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/540921/luke-luobio_76_2017.pdf?sequence=5&isAllowed=y.

Huhtakangas, P. 2018. Elintarviketuotanto robotisoituu. Kehittyvä elintarvike, 29, 4, 25.

Huldén, L. 2015. Minikarjaa. Hyönteiset ruokana. Keuruu: Like.

Iivonen, S. 2018. Luke. Johtaja. MMT. Luomuinstituutti. Savonlinnan luontoelokuva festivaali. BUGS + keskustelu. 18.8.2018. 13:00. Kisalinn. Savonlinna.

IPCC PRESS RELEASE. 2018. Intergovernmental panel on climate change. Summary for Policymakers of IPCC Special Report on Global Warming of 1.5°C approved by governments. 8.10.2018. Viitattu 24.10.2018.

https://www.ipcc.ch/pdf/session48/pr_181008_P48_spm_en.pdf.

Isomäki, R. 2017. Maaseudun tulevaisuus ja uusi eläinlaki. Julkaisussa Uusi eläinlaki. Toim. M. Kivelä, V. Lahtinen & L. Uotila. Riika: Dardedze holografija.

Jackson, T. 2011. Hyvinvointia ilman kasvua. Rajallisen planeetan taloustiede. Hämeenlinna: HS kirjat.

Jyväskylän ammattikorkeakoulun asiakaslehti. Jamk Asiakaslehti 1/2018. 2018. Mehiläisen toukkia lautaselle. Viitattu 16.10.2018. <https://www.jamk.fi/fi/Tietoa-JAMKista/Materiaalit/asiakaslehti-12018/mehilaisen-toukkia-lautaselle/>.

Jokinen, P., Vinnari, M. & Kuopsala, S. 2012. Kuluttajien luottamus suomalaiseen kotieläintuotantoon. Julkaisussa Hyvä ja paha ruoka. Ruoan tuotannon ja kuluttamisen vaikutukset. Toim. T. Mononen & T. Silvasti. Helsinki: Gaudeamus.

Jolly, A. 2014. Clean tech, clean profits: using effective innovation and sustainable business practices to win in the new low-carbon economy. 2. uud. p. Lontoo: Kogan Page.

Järvenpää, M., Länsiluoto, A., Partanen, V. & Pellinen, J. 2010. Talousohjaus ja kustannuslaskenta. Helsinki: WSOY.

Järvensivu, P. 2015. Degrowth. Julkaisussa Talouden uudet muodot. Toim. M., Jakonen & T., Silvasti. Riika: Into Kustannus.

Kaitaniemi, M. 2011. WWF:n ilmastotyö: tuloksia kumppanuuksien kautta. Julkaisussa Ilmastonmuutos käytännössä: hillinnän ja sopeutumisen keinoja. Toim. A. Virtanen & L. Rohweder. Helsinki: Gaudeamus Helsinki University Press.

Kananen, J. 2015. Opinnäytetyön kirjoittajan opas. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

Kaplan, R., Norton, D. P. 2009. Strategiaverkko. Helsinki: Gummerrus Kirjapaino.

Karikorpi, O. 2012. Raha ratkaisee. Yritystalous tutuksi. 2. korj. p. Tallinna: Tietosanoma.

Karttunen, K., Kihlström, L. & Taivalmaa, S.-L. 2014. Nälkä ja yltäkylläisyys. Ruokaturva Maailmassa. Tallinna: Tallinna Raamatutrükikoja.

- Kauppi, S. 2017. Kemikaalien hallinta kiertotaloudessa. Ympäristö ja terveys, 48, 7, 31.
- Kautola, H., Palmio, A., Sibakov J. & Vahvaselkä, M. 2017. Elintarvikeala ehkäisee hävikkiä ja hyödyntää sivuvirtoja. Kehittyvä elintarvike, 28, 5, 35–36.
- Keski-Uusimaa. 2018. Kotisirkat maksavat 250 euroa kilolta. 13.1.2018. Viitattu 14.7.2018. <https://www.keski-uusimaa.fi/artikkeli/598029-kotisirkat-maksavat-250-euroa-kilo-hinta-ja-saatavuus-rajoittavat>.
- Maaseudun tulevaisuus. 2017. Kiviranta, T. Maatalouden rakennemuutos vaatii meijereiden ja teurastamoiden tukea tiloille. 3.1.2017. Viitattu 4.6.2018. <https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/maatalous/maatalouden-rakennemuutos-vaatii-meijereiden-ja-teurastamoiden-tukea-tiloille-1.174233>.
- Kolström, T. 2010. Mitä ekosysteemipalvelut ovat?. Teoksessa Hyödyllinen luonto. Ekosysteemipalvelut hyvinvointimme perustana. Toim. L. Hiedanpää, L. Suvantola & A. Naskali. Tampere: Vastapaino.
- Kotro, J., Jalkanen, L., Latvala, T., Kumpulainen, K., Järvinen, M. & Forsman-Hugg, S. 2011. Mistä suomalainen ruokaketju voi olla ylpeä?. Näkemyksiä suomalaisen ruokaketjun lisäarvotekijöistä. Jokioinen: MTT: Tampereen yliopistopaino, Juvenes Print.
- Kuisma, J. 2011. Kohti biotaloutta. Biotalous konseptina ja Suomen mahdollisuutena. Helsinki: Työ- ja elinkeinoministeriö.
- Kukkola, A. 2018. Katsaus kotisirkkojen kasvatukseen. Opinnäytetyö, AMK. Hämeen ammattikorkeakoulu, luonnonvara-ala, maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma. Viitattu 20.7.2018. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-201805097278>.
- Laakkonen, E. 2015. Eläintuotannon rajattomuus. Julkaisussa Kohtuus vaarassa: Onnen aikoja rajallisella planeetalla?. Toim. T. Linjama & P. Kainulainen. Tampere: Kirjokansi.
- Lahti, V.-M. 2015. Jakamistalous tienä kohti ekologista kestävyyttä. Julkaisussa Talouden uudet muodot. Riika: Into Kustannus.
- Lahti, V.-M. & Selosmaa, J. 2013. Kaikki jakoon. Kohti uutta yhteisöllistä taloutta. Jyväskylä: Atena.
- Laitinen, J. 2017. Suomessa enemmän tyhjiä kuin täysiä navettoja. Maatilojen autoituminen kiihtyy Suomen maaseudulla. Keskisuomalainen. Sunnuntaisuomalainen. Suomessa enemmän tyhjiä kuin täysiä navettoja. Viitattu 5.6.2018. <https://www.ksml.fi/teemat/sunnuntaisuomalainen/Suomessa-enemm%C3%A4n-tyhji%C3%A4-kuin-t%C3%A4ysi%C3%A4-navettoja/1008764>.
- Lammi, M. & Rask, M. 2011. Ilmastonmuutoksen hallintaa osallistuvan päätöksen- teon avulla. Julkaisussa Ilmastonmuutos käytännössä: hillinnän ja sopeutumisen keinoja. Toim. A. Virtanen & L. Rohweder. Helsinki: Gaudeamus Helsinki University Press.
- Lamminen, K. 2016. Kotimainen kalanrehu kumoaa kalankasvatuksen päästöt. Maaseudun tulevaisuus 18.9.2016. Viitattu 15.7.2018.

<https://www.maaseuduntulevaisuus.fi/ymp%C3%A4rist%C3%B6/kotimainen-kalanrehu-kumoa-kalankasvatuksen-p%C3%A4%C3%A4st%C3%B6t-1.162258>.

Lang, E. 2013. Eating Insects. Eating Insects as Food. Edible insects and bugs, insect breeding, most popular insects to eat, cooking ideas, restaurants and where to buy insects all covered. Milton Keynes: IMB Publishing.

Lappalainen, E. 2012. Syötäväksi kasvatetut. Miten ruokasi eli elämänsä. Jyväskylä: Atena.

Lappé, A. 2011. Ilmastokriisi ruokalautasella. Julkaisussa Worldwatch –instituutti: Maailman tila 2011. Kuinka maailma ruokitaan. Toim. Starke, L. Helsinki: Gaudeamus.

Lehtipuu, P., Monni, S. 2007. Synergia. Vastuullisen yritystoiminnan menetysmalli. Helsinki: Talentum.

Lemola, T. 2009. Innovaation uudet haasteet ja haastajat. Vantaa: WSOYpro.

Linnanen, L. 2017. Kiertotalous on kokonaistehokkuutta. Kehittyvä elintarvike, 28, 5, 15.

Luke. 2018. Taloustohtori. Maatalouden rakennekehityssennuste -palvelu (luke.fi/taloustohtori). Taloustohtori rakennekehityssennustejärjestelmä. Luken ennuste; maatilojen lukumäärä puolittuu. Viitattu 15. 7.2018. <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/taloustohtori/rakennekehityssennuste/aikasarja>.

Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 76/2017. Hyönteistuotannon esiselvitys. Toim. S., Heiska & N., Huikuri. Helsinki: Luonnonvarakeskus. Viitattu 22.03.2018. <http://jukuri.luke.fi/handle/10024/540921>.

Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 76/2017. Hyönteistuotannon lisäysmateriaaliselvitys. H., Horppu, J., Hulshof & H., Koskula. Tilaustyö Pielisen Karjalan Kehittämiskeskukselle (Pikes Oy). 2017. Toim. S., Heiska & N., Huikuri. Biotus Oy. Olosuhteet lajien kasvatukselle.

Lyytimäki, J. & Berg, A. 2011. Tieto ja tietoisuus ympäristöasioista. Julkaisussa Ihminen ja ympäristö. Toim. J. Niemelä, E. Furman, A. Halkka, E.-L. Hallanaro & S. Sorvari. Helsinki: Gaudeamus Helsinki University Press.

Maa- ja metsätalousministeriö. 2017. Suomi sallii hyönteisten pääsyn elintarvikemarkkinoille. Maa- ja metsätalousministeriön tiedotejulkaisu 20.9.2017. Viitattu 23.10.2018. https://mmm.fi/artikkeli/-/asset_publisher/suomi-sallii-hyonteisten-paasyn-elintarvikemarkkinoille.

MacDonald, M. 2012. Ruokaturva, oikeudenmukaisuus ja ilmastonmuutos. Julkaisussa Worldwatch – instituutti: Maailman tila 2012. Toim. Starke, L. Tallinna: Gaudeamus.

Manahan, M. A. 2016. Syvässä vedessä: ilmasto- ja vesikriisin yhteydet. Julkaisussa Ilmastonmuutoksen voittajat ja häviäjät. Toim. N. Buxton & B. Hayes. Riika: Dardedze holografija.

Manner, H. 2018. Kerrosviljely laajenee Lapinjärvellä. Kehittyvä elintarvike, 29, 1, 34–35.

Martin, D. 2014. Edible. An adventure into the World of Eating Insects and the Last Great Hope to Save the Planet. New York: Houghton Mifflin Harcourt.

Mazur, L. 2013. Selviytyminen vaarallisessa maailmassa. Julkaisussa Worldwatch – instituutti: Maailman tila 2013. Onko liian myöhäistä?. Tallinna: Gaudeamus.

Mela. 2017. Turvallisesti työssä. Tunne homepölykeuhkon aiheuttajat. Viitattu 1.6.2018.

https://www.mela.fi/sites/default/files/tunne_homepolykeuhkon_aiheuttajat.pdf.

Mittal, A. 2011. Parempaa hallinnointia. Julkaisussa Worldwatch –instituutti: Maailman tila 2011. Kuinka maailma ruokitaan. Toim. Starke, L. Helsinki: Gaudeamus.

Mikhail, M. 2012. Ruokaa kestävin menetelmin. Julkaisussa Worldwatch instituutti: Maailman tila 2012. Toim. Starke, L. Tallinna: Gaudeamus.

Nemlander, R. 2017. Hyönteisalan yritys EntoCube. Yhteishaastattelu yhdessä Aaltion kanssa. Espoo. Haastattelu. 31.8.2017.

Niemelä, J., Saarela, S.-R., Söderman, T., Kopperoinen, L., Yli-Pelkonen, V. & Väre, S. 2010. Kaupunkiluonnon ekosysteemipalvelut. Teoksessa Hyödyllinen luonto. Ekosysteemipalvelut hyvinvointimme perustana. Toim. L. Hiedanpää, L. Suvantola & A. Naskali. Tampere: Vastapaino.

Nierenberg, D. 2013. Ruokaa ja ratkaisuja maataloudesta. Julkaisussa Worldwatch instituutti: Maailman tila 2013. Toim. Starke, L. Tallinna: Gaudeamus.

Nokkonen, S., Pirttijärvi, T., Kymäläinen, M. & Järvenpää, E. 2018. Ei ole samantekevää, mitä syötävät hyönteiset popsivat. Julkaisussa Kehittyvä elintarvike, 29, 2, 10–11.

Oonincx, D., van Itterbeeck, J., Heetkamp, M., van den Brand, H., van Loon, J. & van Huis, A. 2010. An Exploration on Greenhouse Gas and Ammonia Production by Insect Species Suitable for Animal or Human Consumption. Yhdysvallat: New Mexico State University.

Paananen, M. 2017. Metsätalousinsinööri, tradenomi, Tarvaalan biotalousinstituutti. Haastattelu 12.9.2017.

Paasi, J. 2017. Älykäs ruoantuotannon aikakausi on jo alkanut. Kehittyvä elintarvike, 28, 5, 21.

Penna, A. N. 2010. The human footprint. A Global environmental history. Chichester: Wiley-Blackwell.

Pohjanheimo, T. 2017. *Can I have a fly in my soup, please? Results from a cross-cultural consumer study*. Luento. 29.8.2017 Insects in the Food Chain -seminaari, Turku 29.8.2017.

Pohjola, T. 2011. Päivittäistavarakaupan ympäristötehokkuus. Teoksessa Ilmastonmuutos käytännössä: hillinnän ja sopeutumisen keinoja. Toim. A. Virtanen & L. Rohweder. Helsinki: Gaudeamus Helsinki University Press.

Ramstedt, R. 2017. Talouspäällikkö yrityksessä Muurahaiskauppa. Perniö. Haastattelu 30.8.2017.

- Ramstedt, R. 2016. Talouspäällikkö yrityksessä Muurahaiskauppa. Helsinki. Internet - haastattelu 11.12.2016.
- Risku-Norja, H. & Mononen, T. 2012. Ruoan paikallistaminen. Ekologiset ja sosiaaliset vaikutukset. Julkaisussa Hyvä ja paha ruoka. Ruoan tuotannon ja kuluttamisen vaikutukset. Toim. T. Mononen & T. Silvasti. Helsinki: Gaudeamus.
- Ritschkoff, A. C. 2017. Kiertotalouden koko keinovalikoima käyttöön. Kehittyvä elintarvike, 28, 5, 8.
- Robbes Lilla Trädgård Ab. 2018. Salaatinversojen ja erilaisten yrttien viljelyyn erikoistunut yritys. Viitattu 15.11. 2018. <http://robbes.fi/fi/>.
- Rouvinen, M. 2017. Huomisen illallinen. Keskisuomalainen, 147, 62, 25—27.
- Rumpold, B. & Schluter, O. 2013. Nutritional composition and safety aspects of edible insects. Molecular nutrition & food research 57, 5, 816, 820.
- Saarela, A.-M., Hyvönen, P., Määttä, S., von Wright, A. 2010. Elintarvikeprosessit. Kuopio: Savonia –ammattikorkeakoulu.
- Sage, C. 2012. Environment and food. Devon: Routledge.
- Sairanen, H. & Stenhäll, J. 2012. Avoin vihreä talous. Tampere: Hämeen Kirjapaino Oy.
- Sari, D. C. A. F., Oetari, A. & Sjamsuridzal, W. 2017. Cricket Powder in the Growth Medium Provides Nutrition for the Insect-pathogenic Fungus *Metarhizium majus* UICC 295. Proceedings of the 3rd International Symposium on Current Progress in Mathematics and Sciences 2017 (ISCPMS2017). American Institute of Physics: AIP Publishing. Viitattu 9.11.2018. <https://aip.scitation.org/doi/pdf/10.1063/1.5064147?class=pdf>.
- Siikonen, K. 2018. Sirkkojen kasvatus, suoramyyni ja yhteistökumppanit sirkkatilalla Siikosten Sirkat. Case - haastattelu. Case -tutkimustilakäynti Siikosten sirkkatilalla 6.11.2018. Forssa.
- Siljander-Rasi, H. 2018. Maailmanpolitiikan arkipäivää: Hyönteisruoka - pelastaako kotisirkka maailman?. Toim. Taussi, S. Filippiineiltä raportoi K. M. Crowley. Yle Radio 1 3.2.2018. Maailmanpolitiikan arkipäivää – sarjan osa. Kuunneltavissa Yle Areenassa. Viitattu 29.3.2018. <https://areena.yle.fi/1-4326159>.
- Sippola, K. 2017. Kiertotalouden nousuun tarvitaan uusia keksintöjä ja innovatioita. Ympäristö ja terveys, 48, 7, 20—24.
- Smil, V. 2016. Sadonkorjuun aikakausi. Juva: Teos.
- Stuart, T. 2011. Sato pilaantuu varastoissa. Julkaisussa Worldwatch –instituutti: Maailman tila 2011. Helsinki: Gaudeamus.
- Suokko, A. & Partanen, R. 2017. Energian aika. Avain talouskasvuun, hyvinvointiin ja ilmastonmuutokseen. Helsinki: WSOY.
- TNS Kantar Agri Oy. Lihätiedotus. Lihantuotanto Suomessa. Viitattu 20.7.2018. <http://www.lihatiedotus.fi/liha-tilastoissa/lihantuotanto-suomessa.html>.

- Turun yliopisto. 2017. Hyönteiset ruokaketjussa -hanke. Tiivistelmä hankkeen tutkimuksista ja tuloksista. Viitattu 28.10.2018.
<http://www.utu.fi/fi/yksikot/fff/palvelut/kehitysprojektit/hyonteiset/Sivut/home.aspx>.
- Turun yliopisto. 2016. Suomalaiset ovat kiinnostuneita hyönteisruoasta – hyönteiset halutaan lautaselle jauhettuna. Turun yliopiston tiedote 16.12.2016. Viitattu 10.11.2018. <https://www.utu.fi/fi/Ajankohtaista/mediatiedotteet/Sivut/suomalaiset-ovat-kiinnostuneita-hyonteisruoasta%E2%80%93hyonteiset-halutaan-lautaselle-jauhettuna.aspx>.
- Työsuojeluhallinto. 2018. Työsuojeluhallinnon verkkopalvelu. Työtä saa tehdä yhtämittaisesti 50min/h kerrallaan. Viitattu 19.7.2018.
<http://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/fysikaaliset-tekijat/lampoolot>.
- Työterveyslaitos. 2018. Kuumassa työskentely. Viitattu 19.7.2018.
<https://www.ttl.fi/tyoymparisto/altisteet/kuumassa-tyoskentely/>.
- Tähtinen, M. 2017. Erikoistutkija. Puhelinhaastattelu 3.10.2017.
- UNRIC. Yhdistyneiden kansakuntien alueellinen tiedotuskeskus. Kiina ei halua olla enää maailman kaatopaikka. Kiina lopettaa kansainvälisen muovijätteen kierrättämisen. Viitattu 28.3.2018. <https://www.unric.org/fi/newsletter/27884-kiina-ei-halua-olla-enaee-maailman-kaatopaikka>.
- Urry, J. 2013. Ilmastonmuutos ja yhteiskunta. Jyväskylä: Bookwell.
- Uusikylä, M. 2012. Slow food. Hyvää, puhdasta ja reilua ruokaa. Tammisaari: Tammisaaren kirjapaino.
- 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 Gurp, H. & Dicke, M. 2014. The Insect Cookbook. Food for a sustainable planet. New York: United States of America: Columbia University Press.
- 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: Food and agriculture organization of the united nations.
- Vasara, E. 2018. Pakkaus on mahdollisuus. Kehittyvä elintarvike, 29, 2, 3.
- Venik. 2018. Hollantilainen hyönteisalan toimijoiden yhdistys. Viitattu 8.11.2018.
<http://venik.nl/site/home/>.
- Vihemäki, H. 2012. Osallistavaa vai ulossulkevaa suojelua?. Viljelijöiden asema ja toimijuus Dereman suojelualueen perustamisessa Koillis-Tansaniassa. Julkaisussa Ympäristö ja kulttuuri. Toim. T. Kallinen, A. Nygren & T. Tammisto. Helsinki: Unigrafia.
- Willis, J. W. 2008. Qualitative Research Methods in Education and Educational Technology. University of Delaware: Information age publishing.

Wigglesworth, V., B. 2017. Insect. Arthropod class. Encyclopædia Britannica online. Sivua muokattu viimeksi 25.4.2017. Artikkelia viimeiseksi päivittänyt Rogers, K. Viitattu 28.10.2018. <https://www.britannica.com/animal/insect>.

Yle Uutiset. 2018a. Sinilevää on nyt ennätysmäärä, ja se johtuu meistä – tutkijat kehottavat vaihtamaan lihan kalaan, viljelijät: lehmiä tarvitaan syömään nurmirehu pelloilta. Viitattu 19.7.2018. <https://yle.fi/uutiset/3-10312596>.

Yle Uutiset. 2018b. Knuuttila, S. Suomen ympäristökeskuksen erikoistutkija kertoo Yle Uutisissa, klo. 20:30 Itämeren rehevöitymisestä. Viitattu 15.7.2018. <https://areena.yle.fi/1-4234190>.

Yle Uutiset. 2017. Maatilan siat vaihtuvat sirkkoihin – "Ajatus siitä, että tämä on tulevaisuuden ala, kantaa". Yle Uutiset 17.11.2017. Viitattu 5.6.2018. <https://yle.fi/uutiset/3-9934024>.

Ylhäisi, J. & Koponen, J. 2014. Ympäristö ja kestävä kehitys. Julkaisussa Kehitysmatkatutkimus. 4. uud. p. Tallinna: Gaudeamus.