

Luonnonvara- ja
biotalouden
tutkimus 21/2018

Hyönteiset ruokaketjussa

Hygieniariskien hallinta rehuntuotannon kannalta

Maarit Mäki

Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 21/2018

Hyönteiset ruokaketjussa

Hygieniariskien hallinta rehuntuotannon kannalta

Maarit Mäki



Mäki, M. 2018. Hyönteiset ruokaketjussa : Hygieniariskien hallinta rehuntuotannon kannalta. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 21/2018. Luonnonvarakeskus, Helsinki. 23 s.

ISBN 978-952-326-565-3 (Painettu)

ISBN 978-952-326-566-0 (Verkkajulkaisu)

ISSN 2342-7647 (Painettu)

ISSN 2342-7639 (Verkkajulkaisu)

URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-566-0>

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittaja: Maarit Mäki.

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2018

Julkaisuvuosi: 2018

Kannen kuva: Maarit Mäki

Painopaikka ja julkaisumyynti: Juvenes Print, <http://luke.juvenesprint.fi>

Tiivistelmä

Maarit Mäki, Luonnonvarakeskus

Hyönteisten käytöstä rehuissa ja elintarvikkeissa on kiinnostuttu yhä enemmän, koska niiden käytölle on asetettu toiveita mm. ruuan tuotannon ekologisuuden parantamiseksi. Hyönteisten käytön taloudellinen merkitys voi olla tulevaisuudessa myös huomattava. Hyönteisten käytön hyväksymistä EU:ssa edistetään kansainvälisissä ja kansallisissa yhteisöissä ja verkostoissa. Hyönteisten tuotantoon ja käyttöön liittyviä tutkimuksia tehdään useissa tutkimuslaitoksissa ja yliopistoissa.

Hyönteisistä saatu ravinto on oikein käsiteltynä turvallista ja terveellistä. Tähän liittyy viranomaisten varovaisuus ja huolellinen harkinta sekä yhteensopivuus muun elintarvikelainsäädännön ja siihen liittyvän muun lainsäädännön kanssa. Tässä raportissa tarkastellaan tilannetta vuonna 2017. Heinäkuun alusta lähtien v. 2017 hyönteisistä valmistetun valkuaisrehun käyttö kalojen ruokinnassa sallittiin EU:n lainsäädännön muutoksen perusteella. Vuoden 2018 alusta alkavaa uuselintarvikeasetuksen siirtymäaikaa ennakoiden kokonaisten hyönteisten elintarvikekäyttö sallittiin Suomessa, kuten oli jo tehty muutamassa muussa EU-maassa.

Hyönteisten tuotannossa on noudatettava vastaavia käytäntöjä kuin muillakin tuotantoeläimillä. Mikrobiologisia ja kemiallisia riskejä on kartoitettu sekä hyönteisten ruokinnan että prosessoinnin kannalta. EFSA on julkaissut v. 2015 raportin, jossa on kuvattu hyönteisten tuotantoon ja käyttöön liittyviä riskejä. Tunnettujen ja tuotantoon hyväksytyjen hyönteislajien osalta merkittävimpiin riskeihin osataan jo varautua. Lisää tutkimusta kuitenkin tarvitaan, koska hyönteisten kasvatukselle Suomessa on haasteita, joita muualla tehdyissä tutkimuksissa ei ole otettu huomioon. Hyönteisten tuotannossa on huomioitava myös eettiset ja eläinten hyvinvointiin liittyvät näkökulmat.

Tämä kirjallisuusselvitys on osa Tekesin rahoittamaa Hyönteiset ruokaketjussa-hanketta, jota koordinoi Turun yliopisto. Hankkeen loppuraportti löytyy osoitteesta:

<http://www.utu.fi/fi/yksikot/fff/palvelut/kehitysprojektit/hyonteiset/Sivut/home.aspx>

Asiasanat: Hyönteisruoka, hyönteisrehu, *Tenebrio molitor*, jauhomato, *Acheta domesticus*, kotisirikka.

Sisällys

1. Johdanto	5
1.1. Hyönteiset rehuna	6
1.2. Hyönteiset elintarvikkeina	7
2. Hyönteistuotannon hygieniavaatimukset	9
2.1. Hyönteisten kasvatusta	9
2.2. Jauhomato (<i>Tenebrio molitor</i>)	10
2.3. Kotisirkka (<i>Acheta domesticus</i>)	11
2.4. Alkutuotannon hygieniavaatimukset	12
2.5. Teollisen rehuntuotannon ohjeet	13
2.6. Riskien arviointi	14
2.7. Rehuaineet	14
3. Mikrobiologiset ja kemialliset vaarat	16
3.1. Mikrobiologiset vaarat	16
3.2. Kemialliset vaarat	17
3.3. Ympäristövaikutukset	18
3.4. Hyönteisten prosessointi	18
4. Johtopäätökset	20
Viitteet	21
Määritelmiä ja lyhenteitä	23

1. Johdanto

Tässä raportissa tarkastellaan hyönteisten tuotantoon (elintarvike- ja rehukäyttö), prosessointiin liittyviä vaaroja ja riskien hallintaa erityisesti ”Hyönteiset ruokaketjussa”-tutkimushankkeeseen valittujen hyönteislajien, kotisirkkojen (house cricket, *Acheta domestica*) ja jauhomatojen (mealworm, *Tenebrio molitor*) osalta. Lisäksi tarkastellaan hyönteisten kasvatusta hygieenisissä olosuhteissa, eikä niiden kasvatusta esimerkiksi lannassa oteta tässä huomioon.

Taulukko 1. Sirkkojen ja jauhomatojen yleisimmät käyttötarkoitukset.

Ryhmä ja tieteellinen nimi/ Suomalainen nimi	Käyttötarkoitus
Aikuisena käytettävät lajit: Sirkat	
<i>Acheta domestica</i> / Kotisirkka	Tuotetaan lemmikkieläinten rehuksi useissa maissa, myös Euroopassa. Hollannissa tuotetaan myös elintarvikekäyttöä varten. Thaimaassa ja sen naapurimaissa tuotetaan laajalti. Tuotantoa edistetään Keniassa. Tuotetaan USA:ssa.
Toukkana käytettävät lajit: Jauhomato	
<i>Tenebrio molitor</i> / Jauhomato (toukka)	Tuotetaan lemmikkieläinten rehuksi ja joissain maissa myös ihmisten käyttöön.

Rehun tuotantoa ja käyttöä koskeva lainsäädäntö ja ohjeistus on hyvin laajaa ja sen tulkintavoissa voi olla eroja eri maissa. Eviran 30.6.2017 julkaisemassa tiedotteessa (Dnro Evi- ra/3740/0405/2017) on kerrottu viimeisimmät tiedot hyönteisten rehukäyttöön liittyvästä lainsäädännöstä. Hyönteisten tuotantoketju alkutuotannosta rehuntuotantoon ja kuluttajalle on vasta osittain toteutunut, mutta kun saadaan riittävästi lainsäädäntöä ja viranomaisia tukevia tutkimustuloksia, voitaneen tuotantoketjun turvallisuus kaikkien toimijoiden ja kuluttajien osalta saattaa muun elintarviketuotannon tasolle.

Pohjoismaissa, myös Norjassa, noudatetaan EU:n lainsäädäntöä, mutta maiden välillä on kuitenkin eroja. Hyönteisruuan ja -rehun käyttöä viedään aktiivisemmin eteenpäin Tanskassa ja Norjassa kuin Ruotsissa ja Suomessa. Suomessa hyönteisten pääsy elintarvikemarkkinoille sallittiin hiukan yllättäen muuttamalla uuselintarvikeasetuksen tulkintaa (MMM tiedote 20.9.2017). Evira julkaisi ohjeen ”Hyönteiset elintarvikkeena” marraskuussa 2017. Ohjetta on päivitetty 16.3.2018. (Evira 2018a). SLU:n tutkijat ovat julkaisseet raportin hyönteisten tuotannon mahdollisuuksista Ruotsissa (Jansson & Berggren 2015). Tanskassa ministeriön antamassa ohjeessa on annettu mm. määräykset hyönteisten tuotannolle ja käsittelylle sekä hyönteisten tuonnille (Ministry of Environment and Food, Danish Veterinary and Food administration 2017). Suomessa on toteutettu hankkeita hyönteisistä ja niiden käytöstä ruokaketjussa. Esimerkiksi Turun yliopiston tutkijat ovat selvittäneet kuluttajien suhtautumista hyönteisruokaan (Piha ym. 2016).

Syötävät hyönteiset ovat potentiaalinen ravinnonlähde, koska niiden ravintoarvon on osoitettu olevan korkea. Toisaalta, ruokinnalla voidaan vaikuttaa ravintoarvoon ja jopa parantaa ravitsemuksellisia ominaisuuksia. Lisää tutkimusta tarvitaan kuitenkin mm. hyönteisproteiinin ja -rasvan laadusta samoin kuin kivennäisaine- ja vitamiinikoostumuksesta. Näiden lisäksi tutkimustietoa tarvitaan haitallisista aineista, kuten toksiinien, allergeenien ja ravitsemuksellista laatua heikentävien aineiden pitoisuudesta, sekä mikrobiologisesta laadusta ja säilyvyydestä. (Rumpold & Schlüter 2013b).



Kuva 1. Esimerkki hyönteisten tuotantoketjusta kotieläintuotannossa (Veldkamp ym. 2012).

Hyönteisten ruokinnalla ja ympäristöllä on tärkeä merkitys niiden elintarviketurvallisuudelle. EU:n ulkopuolella hyönteisten käytöllä ravinnossa on pitkä käyttöhistoria, eikä niiden käytöllä ole voitu osoittaa merkittäviä terveysongelmia. Hyönteisiä ruokitaan esimerkiksi kananrehulla, vihanneksilla ja jättemateriaaleilla. Kokonaisia hyönteisiä voidaan syödä raakana, kuivattuna, murskattuna, jauhettuna tai ne voidaan kuumentaa keittämällä, paahdamalla tölkitämällä tai säilöä pakkaskuivatuna suolistamisen tai paastoamisen jälkeen. Hyönteisproteiinia voidaan myös eristää elintarvikkeiden valmistusta varten (van der Spiegel ym. 2013).

1.1. Hyönteiset rehuna

Hyönteiset voisivat korvata mm. kalajauhoa kotieläintuotannossa ja lemmikkieläinten rehussa vaihtoehtoisena ja kestäväenä proteiinin lähteenä. Teollisessa hyönteistuotannossa tärkeimpiä hyönteisiä ovat mustasotilaskärpänen, kotikärpäsen toukat, silkkimadot ja jauhomadot. Hyönteiset ovat luontaisia proteiininlähteitä linnuille ja kaloille. Hyönteisten ulkoinen tukiranka sisältää polysakkaridia, kiitiiniä, jolla saattaa olla positiivisia vaikutuksia siipikarjan immuunijärjestelmään (van Huis ym. 2013). Kitiinin vaikutus kalojen kasvuun vaihtelee, koska kaikki kalat eivät tuota entsyymejä, joita tarvitaan kitiinin sulattamiseen. Lisätutkimuksia kuitenkin tarvitaan. (Henry ym. 2015). International Platform of Insects for Food and Feed (IPIFF) esitti, että kalanrehu ja siihen lisättävä hyönteisproteiini erotettaisiin muusta rehuikäytöstä, koska sitä koskeva lainsäädäntö olisi helpommin muutettavissa (Koeleman 2015). Heinäkuussa EU salli 2017 hyönteisproteiinin käytön kalojen rehussa.

Nykyisen lainsäädännön mukaan lemmikki- ja turkiseläinten ruokinnassa hyönteisiä voi käyttää lähes rajoituksetta, mutta elintarviketuotantoeläimille erityisesti hyönteisvalkuaisen käyttö on rajoitettua. Muiden elintarviketuotantoeläinten kuin märehitijöiden ruokinnassa voi hyönteisiä käyttää elävänä. Märehitijöille ei hyönteisiä tai hyönteisvalkuaista saa syöttää. Hyönteisistä saatua rasvaa voi käyttää kaikkien eläinlajien rehussa. (Epira 2017a).

Sivutuoteasetuksessa hyönteiset kuuluvat (EY) N:o 1069/2009 art. 10, luokka 3 soveltamisalaan. Niitä voidaan käyttää rehuna/rehun tuotannossa tuotantoeläinten ja lemmikkien ruokintaa varten. Prosessoidut hyönteiset katsotaan EY 142/2011 asetuksen mukaan prosessoiduksi eläinvalkuaiseksi, ja ne kuuluvat TSE-asetuksen piiriin. Niitä ei voida käyttää elintarvikkeissa.

Tällä hetkellä voimassa oleva sivutuoteasetus on astunut voimaan 4.3.2011. Asetus on jaettu kahteen erilliseen osaan: varsinaiseen sivutuoteasetukseen (EY) N:o 1069/2009 ja sitä täydentävään täytäntöönpanoasetukseen (EU) 142/2011. TSE- ja sivutuoteasetuksen toimeenpanoasetuksen liitteisiin on tehty muutokset, jotka koskevat hyönteisten käyttöä vesiviljelyeläinten rehuna (Komission asetus (EU) 2017/893) ja jolla muutettiin käsiteltäviä eläinvalkuaista koskevia säännöksiä. Asetuksen mukaan hyönteisten prosessoitua eläinproteiinia (insect PAP) voidaan käyttää vesiviljelyeläinten ruokinnassa 1.7.2017 alkaen. Sallittuja hyönteislajeja on seitsemän: Musta sotilaskärpänen (*Hermetia illucens*), huonekärpänen (*Musca domestica*), jauhopukki (*Tenebrio molitor*), kanatunkkari eli buffalomato (*Alphitobius diaperinus*), kotisirkka (*Acheta domestica*), trooppinen kotisirkka (*Grylodes sigillatus*) ja kenttäsiirkka (*Gryllus assimilis*).

EU:n rehuaineluettelon ((EU) N:o 2017/1017) päivityksessä taulukon 9. Maaeläintuotteet ja niistä edelleen saatavat tuotteet sisältöä on muutettu mm. niin, että hyönteisiä voidaan käyttää rehu- raaka-aineena kuitenkin niin, että rehuaineiden on täytettävä asetuksen (EY) N:o 1069/2009 (sivutuoteasetus) ja asetuksen (EU) N:o 142/2011 (sivutuoteasetuksen toimeenpanoasetus) vaatimukset, ja niihin saatetaan soveltaa asetuksen (EY) N:o 999/2001 (TSE-asetus) mukaisia käyttörajoituksia.

Ellei hyönteisiä ole tarkoitettu käytettäväksi rehuna, hyönteisten on vastattava vaatimuksia, jotka on esitetty direktiivissä 2002/32/EY haitallisista aineista eläinten rehuissa. Direktiivissä on raja-arvot kontaminanteille, kuten raskasmetalleille.

Eläin- ja kasviperäinen jäte voidaan luokitella eri alaryhmiin. Eläinperäiset sivuvirrat jaetaan kolmeen alaryhmään, jotka vaativat erilaisen käsittelyn. (Taulukko 2).

Taulukko 2. Eläinperäisten sivutuotteiden kategoriat EU säädösten mukaan. (Lehto ym. 2012, Velkamp ym 2012).

Tyyppi	Säädös	Yleiskuvaus	Päätarkoitus
Kategoria 1	1069/2009 & 142/2011	Korkea riski	Hävittäminen
Kategoria 2	1069/2009 & 142/2011	Korkea riski, epäkurantti aines, tarkastamaton materiaali	Hävittäminen, polttoaine, turkiseläinten rehu, lannoitus, tekninen käyttö
Kategoria 3	1069/2009 & 142/2011	Matala riski, terveistä teurastukseen kelpaavista eläimistä oleva aines	Rehu, lemmikkieläinten rehu, turkiseläimet, lannoitteet, tekninen käyttö
Elintarvike	853/2004	Elintarvike	Elintarvike, mutta voidaan lisätä lemmikkien ruokaan ja rehuun.

Lisäksi on voimassa kansallinen lainsäädäntö:

- Laki eläimistä saatavista sivutuotteista 517/2015
- Maa- ja metsätalousministeriön asetus eläimistä saatavista sivutuotteista 783/2015

Sivutuotteiden käsittelylle asetettavista vaatimuksista käsittelylaitoksissa sekä käsittelylaitosten hyväksymisestä säädetään EY 1069/2009 sivutuoteasetuksessa ja MMM:n asetuksessa 1193/2011. Sivutuotteiden käsittelylaitoksia hyväksyviä viranomaisia ovat Evira, läänineläinlääkärit ja kunnan-eläinlääkärit.

Sivutuoteasetuksen mukaisen hyväksymisen lisäksi sivutuotteita käsittelevät laitokset tarvitsevat toimintaansa lähes aina ympäristöluvan, joten ennen käsittelyn aloittamista toimijan tulee selvittää ympäristölupaviranomaisilta luvan tarve.

Tuiskula-Haavisto (2016) on koonnut raportin hyönteisten käyttöä rehuna koskevasta lainsäädännöstä.

1.2. Hyönteiset elintarvikkeina

Euroopan komissio tekee aktiivisesti työtä hyönteiskysymysten ratkaisemiseksi ja arvioi muun muassa hyönteisten elintarvikekäyttöhistoriaa EU:ssa. EU:n jäsenvaltioiden viranomaisetkin käyvät jatkuvaa keskustelua sekä keskenään että komission kanssa, jotta tilanne selkeytyisi ja toimintatapa kaikissa jäsenvaltioissa saataisiin yhtenäiseksi. Eri hyönteislajien turvallisuus elintarvikkeena pitäisi ennen markkinoille pääsyään arvioida ja niiden myynnille olisi saatava Euroopan komission lupa. Arvioitavia kohteita ovat mm. hyönteisten tuotannon hygieeninen laatu, allergiapotentiaali, liiallisen kituinin saannin haitat ja hyönteisten sisältämät luontaiset haitalliset tai myrkylliset aineet. Euroopan elintarviketurvallisuusvirasto EFSA on Euroopan komission pyynnöstä arvioinut, mitä hyönteisistä ja niiden turvallisuudesta tiedetään elintarvikkeina ja rehuina. EFSA:n raportti riskiprofiilista valmistui vuoden 2015 syksyllä. (EFSA 2015).

EFSA:n laatimassa riskiprofiilissa käsitellään hyönteisten biologisia vaaroja (bakteerit, virukset, parasiitit, sienet, prionit), kemiallisia vaaroja (raskasmetallit, myrkyt, eläinlääkkeitä, hormonit ja muut) sekä allergeeneja ja ympäristöön liittyviä vaaroja. EFSA:n raportti on laaja, ja kattaa myös sellaisia hyönteisiä ja hyönteisten rehuja, joita eurooppalaiset hyönteiskasvattajat eivät käytä rehu- tai

elintarvikekäyttöön tarkoitetuille hyönteisille. Lisätutkimuksia suositellaan mikrobiologisten ja kemiallisten riskien arvioimiseksi, kun hyönteisiä käytetään elintarvikkeissa ja rehuissa mukaan lukien vaarat silloin kun käytetään tiettyjä kasvatusalustoja, kuten ruokajätettä ja lantaa. (EFSA 2015).

Koska nykyainsäädäntö on tulkinnanvarainen ja sitä tarkennetaan parhailaan, ollaan joissain maissa odottavalla kannalla eikä hyönteisten myyntiin toistaiseksi ole puututtu. Tästä huolimatta näissäkin maissa hyönteisistä eristettyjen tai uutettujen ainesosien (esim. proteiini-isolaatit) tai hyönteisten, joista jotkut osat on poistettu (esim. jalat, siivet, pää, suolet), elintarvikekäyttö on kiellettyä. Lainsäädäntö ei puutu siihen, mitä yksittäinen ihminen syö tai juo, sen jokainen tekee omalla vastuullaan.

Suomessa sallitaan vain kasvatettujen kokonaisten hyönteisten käyttö. Kokonaisia hyönteisiä voidaan kuitenkin rouhia, jauhaa tai kuivata, mutta niistä ei saa poistaa osia (esim. siipiä, jalkoja tai päätä) eikä eristää tai uuttaa ainesosia (esim. rasva- tai proteiinijakeita). Markkinoilla saavat elintarvikkeena olla 1.1.2018–1.1.2019 kaikki sellaiset hyönteislajit, jotka ovat olleet elintarvikkeena laillisesti markkinoilla Suomessa tai muussa EU-maassa ennen 1.1.2018. Näistäkin hyönteislajeista tulee jättää uuselintarvikelupahakemus komissiolle 1.1.2019 mennessä, jotta ne saavat olla markkinoilla myös 1.1.2019 jälkeen. (Epira 2018b).

Jos hyönteisiä esimerkiksi myydään, markkinoidaan, luovutetaan tai tarjotaan elintarvikkeina, niitä koskee sama elintarvikelainsäädäntö kuin mitä tahansa muitakin elintarvikkeita. Muun muassa EU:n yleisen elintarvikeasetuksen ja hygienialainsäädännön lisäksi ne kuuluvat myös uuselintarvikelainsäädännön piiriin. Uuselintarvikeasetus on sellaisenaan voimassa koko EU:n alueella. Yhdenkään hyönteisen turvallisuutta ei toistaiseksi ole arvioitu uuselintarvikeasetuksen vaatimusten mukaisesti. Hyönteisten katsotaan olevan uuselintarvikkeita, koska toistaiseksi yksikään jäsenvaltio ei ole voinut vahvistaa minkään hyönteisen tai hyönteisestä valmistetun elintarvikkeen elintarvikekäyttöhistoriaa EU:n alueella ennen vuotta 1997. Mikäli jonkin hyönteislajin todetaan olleen elintarvikekäytössä EU:n alueella ennen vuotta 1997, ne eivät ole uuselintarvikkeita ja tilanne EU:ssa, ja näin myös Suomessa, voi muuttua. Uuselintarvikelainsäädännön soveltamisesta on tietoa Epiran ohjeessa 10588.

Uuden uuselintarvikeasetusehdotuksen sanamuotoja on tarkennettu niin, että asetus selkeästi kattaisi myös kokonaiset hyönteiset. Luonnokseen on kirjattu myös helpotettu hyväksyttämismenettely kolmansissa maissa perinteisesti käytetyille elintarvikkeille. Vaikka merkittävää elintarvikekäyttöhistoriaa hyönteisille ei toistaiseksi ole voitu osoittaa EU:n alueella, on monessa EU:n ulkopuolisessa maassa pitkät perinteet hyönteisten syönnille. Jotkut hyönteiset voivat hyvinkin kuulua tulevaisuudessa tämän uuden erilliskategorian ja helpotetun hyväksyttämismenettelyn piiriin. On huomattava, että uuselintarvikeasetus koskee elintarvikekäyttöä. Sen sijaan rehukäyttöä koskevat eri säädökset (Epira 2016a).

On olemassa useita lainsäädännöllisiä vaatimuksia, jotka vaikuttavat hyönteisten käyttöön elintarvikkeissa ja rehuissa. Tällä hetkellä rehukielto asetuksen (EY) N: o 999/2001 (TSE-asetus) säännökset eivät salli käsitellyn eläinvalkuaisen (PAP) syöttämistä tuotantoeläimille puuttuvan turvallisuusprofiilin vuoksi. Mitä hyönteisten rehuun tulee, asetuksen (EY) N: o 767/2009 liitteessä III kielletään ruokkiminen ulosteilla ja ruoansulatuskanavan sisällöllä, vaikka näitä materiaaleja käytetään hyönteisten tuotannossa muissa osissa maailmaa. Lainsäädäntötyö liittyen nimenomaan hyönteisten käyttöön elintarvikkeissa ja rehuissa on vielä kehitteillä.

2. Hyönteistuotannon hygieniavaatimukset

Hyönteisten tuotantoa elintarvikkeeksi ja rehuksi koskee yleinen elintarvikeasetus (EY) N:o 178/2002, joka kieltää sellaisten elintarvikkeiden markkinoille saattamisen, jotka voivat olla terveydelle haitallisia tai sopimattomia kuluttajille. Vaatimukset koskevat myös EU:iin tuotuja rehuja ja elintarvikkeita. Hyönteistuotteiden tuotantoa ja kauppaa koskee myös eläimistä saatavien elintarvikkeiden valvonta-asetus 854/2004/EY ja rehuhygieniä-asetus (EY) N:o 183/2005. Rehujen markkinoille saattamisesta määrätään Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksessa (EY) N:o 767/2009. Pakkausmerkinnöistä ja kuluttajille annettavista tiedoista on sekä EU:n antamat että kansalliset säädökset. Evira on ollut aktiivisesti mukana keskusteluissa hyönteisalan tutkijoiden ja toimijoiden kanssa, ja hyönteisten rehuikäytöstä on ylitarkastaja, jaostopäällikkö Tarja Root tehnyt selvityksiä.

Elintarviketeollisuusyhdistyksen Rehuteollisuusyhdistys on julkaissut Hyvät teollisen rehuntuotannon toimintatavat-ohjeen (2009). Ohjeessa on kuvattu mm. rehualan HACCP-ohjeen periaatteet ja soveltaminen.

Hyönteisten käyttöön rehuna ja elintarvikkeena liittyy useita huomioonotettavia turvallisuusriskejä, joista tärkeimpiä ovat ruokamyrkytyksiä aiheuttavat mikrobiologiset riskit. Hyönteisissä voi olla myös toksineja, joita ne tuottavat suojaetukseseen saalistajilta. Niihin voi myös kertyä ympäristöstä raskasmetalleja tai torjunta-ainejäämiä. Lisäksi hyönteiset voivat olla allergisoivia, koska ne voivat sisältää äyriäisallergikoille allergiaoireita aiheuttavaa tropomyosiinia, joka mahdollisesti aiheuttaa ristireaktiota (Smith & Pryor 2013).

EFSA:n (2015) raportissa todetaan, että hyönteisten rehun mikrobiologiset riskit ovat rinnastettavissa muiden eläinproteiinilähteiden tuotantoon. Samat laatuvaatimukset koskevat näitä kasvatustalustoja, jotta lopputuotteen laatu olisi varmistettu. Esimerkiksi sellaisten vihannesten syöttäminen, joissa on torjunta-ainejäämiä voi olla riski myös hyönteispopulaatiolle. On myös tärkeää erotella hyönteiset jotka on tarkoitettu rehuun tai elintarvikkeeksi (Koeleman 2015).

EFSA (2015) on luokitellut hyönteisten kasvattamisessa käytettävät rehut seuraavasti:

- a. EU:n Rehuaineluettelon (EU) 68/2013 mukaiset tuotantoeläinten rehut.
- b. Elintarvikkeet, joiden parasta ennen päiväys on ohi tai joilla on valmistus tai pakkausvirhe, mukaan lukien liha ja kala.
- c. Teurastamojen sivuvirrat, jotka eivät kelpaa elintarvikkeiden valmistukseen, mutta ovat peräisin elintarvikkeiden tuotantoeläimistä.
- d. Keittiöiden ruokajäte.
- e. Eläinten uloste ja suoliston sisältö.
- f. Muu orgaaninen kasvisperäinen jäte (puutarha, metsä).
- g. Ihmisen uloste ja viemäriete.

2.1. Hyönteisten kasvatus

Kaikkien rehualan toimijoiden, muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta alkutuotannosta valmistukseen, tuontiin, kuljetukseen, varastointiin ja myyntiin tulee rekisteröityä rehualan toimijoiksi. Hyönteisten kasvatuksen ja hyönteisrehun tuotannon osalta lainsäädäntö vielä täsmentyy. Hyönteisten kasvattaminen rehuikäyttöön, hyönteisten käyttö kaupallisen rehuaineen valmistukseen tai rehuseoksen raaka-aineeksi sekä hyönteisten kaupallinen tuonti kolmansista maista edellyttävät rekisteröitymistä Eviraan. Rekisteröinti ei koske vähittäismyyntiä lemmikkieläinten ruokintaan (Evira 2017a).

Eläinten hyvinvointia koskevaa lainsäädäntöä täytyisi täydentää hyönteisten osalta. Eläinten hyvinvoinnin perusvaatimukseen kuuluvat riittävä ravitsemus, kivun ja kärsimyksen estäminen ja eläinten luontaisen käyttäytymisen salliminen. Hyönteisten vaatima tila eroaa tuotantoeläimistä, koska ne esiintyvät yleensä tiheästi pakkautuneina (Smith & Pryor 2013). Erens ym. (2012) ovat julkaisseet raportin hyönteisten kasvatuksesta ja hyvinvoinnista. Hyönteisillä on oltava riittävästi saatavilla ravit-

semuksellisesti laadukasta niille luontaisesti sopivaa rehua ja sopivaa vettä. Aliravitut hyönteiset ovat alttiita kannibalismille.

Hyönteiset voidaan lopettaa eli teurastaa eri tavoin. Lopetuksen ei saisi altistaa kivulle. Pakastamista tai murskaamista pidetään vähiten kärsimystä aiheuttavina. Aiheesta on kuitenkin tehty vähän tutkimuksia. Ongelmia tuottaa myös se, että hyönteisten kipua ja kärsimystä on vaikea havainnoida ja mitata. Joitain viitteitä on, että ne saattavat tuntea kipua (Smith & Pryor 2013).

Jauhomato on osoittautunut käyttökelpoiseksi kalan- ja broilerinrehuksi. Niitä voidaan kasvattaa kuivassa ja keitettyssä hedelmien, vihannesten ja viljojen sivuvirtojen erilaisissa sekoituksissa. Keski-suuren mittakaavan jauhomaton tuottaja ja prosessoija on kiinalainen yritys HaoChengMealworms Inc. (<http://www.hcmealworm.com/about.php>), joka tuottaa 15 yrityksessä 50 tonnia eläviä jauhomatoja ja jättijauhomatoja (*Zophobas morio*) kuukaudessa. Niitä myydään elävänä, kuivattuna, tölkitettynä ja jauhona karjalle, kaloille ja lemmikkieläimille. Kuivattua jauhomatoa viedään vuosittain 200 tonnia Pohjois-Amerikkaan, Eurooppaan, Australiaan ja Kaakkois-Aasiaan. Tuotantomäärän noustessa yli tonniin päivässä katsottiin olevan rajana hyönteisten teollisen massatuotannolle ja kotitalous-tuotannolle (Vantomme ym. 2012).

Hollannissa hyönteisiä kasvattavat kalan ja broilerin rehuksi Protix Biosystems B.V. käyttämällä mm. mustasotilaskärpästä, Koppert Biological Systems keskittyen mustasotilaskärpäseen. Lisäksi on yrityksiä, jotka kasvattavat hyönteisiä lemmikinruokaa varten ja eläintarhoihin. Protix Biosystems B.V. tuottaa 2,5–3 tonnia hyönteisiä viikossa. Mustasotilaskärpänen on valittu lyhyen kasvukierron ja runsaan munantuotannon vuoksi.

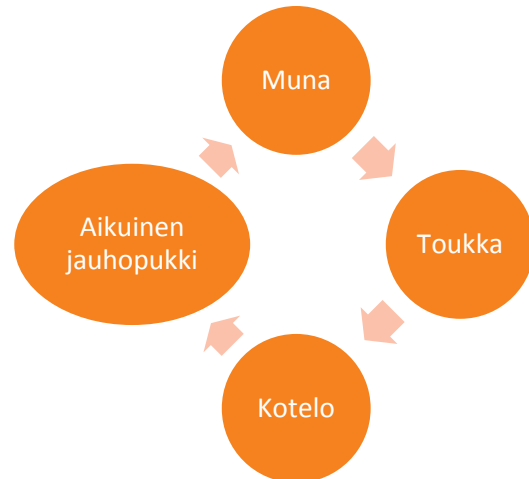
Intrexon Corporation on sopinut ostavansa liiketoiminnan EnviroFlight LLC:ltä (www.enviroflight.net) ja se muodostaa yhteisyrityksen Darling Ingredientsin kanssa. Yhteisyritys rakentaa mustasotilaskärpästen tuotantolaitoksen rehuteollisuutta varten. Kalanrehuun lisättyä mustasotilaskärpästä valmistetun jauhon on todettu lisäävän sulavuutta ja kasvua (Koeleman 2016).

Suomessa ja muissa Pohjoismaissa hyönteistuotannon olosuhteet eroavat Keski-Euroopasta ja lisää tutkimusta tarvitaan sekä sopivien hyönteisten valintaan että tuotantoympäristön hallintaan. Hyönteisille annettavan rehun valinta riippuu myös saatavilla olevista materiaaleista (Jansson & Berggren 2015). Hyönteisten kasvatuslaitoksia ja -teknologiaa kehittävät Suomessa mm. Biotus Oy (www.biotus.fi), Nordic Insect Economy Ltd (<http://nie.fi/>) ja Entocube (www.entocube.com).

2.2. Jauhomato (*Tenebrio molitor*)

Jauhopukit ovat Euroopassa kotoperäisiä kovakuoriaisia ja ne ovat levinneet maailmanlaajuisesti. Jauhopukki on viljan, jauhojen ja ruokakauppojen tuholainen, mutta niiden populaatiot ovat melko pieniä. Jauhomatoja on helppo kasvattaa ja ruokkia ja niiden proteiini on aminohappoprofiililtaan korkealaatuista. Näistä syistä niitä tuotetaan lemmikkieläinten ja eläintarhaeläinten rehuksi, mukaan lukien linnut, matelijat, pienet nisäkkäät, sammakkoeläimet ja kalat. Ne annetaan yleensä elävinä, mutta niitä myydään myös tölkeissä, kuivattuna tai jauheena (Feedipedia n.d.).

Jauhomadon elinkierto on vaihtelevan pituinen, 280–630 päivää. Elinkierron pituus riippuu ympäristön lämpötilasta. Toukat kuoriutuvat 10–12 päivän kuluttua (18–20 °C:ssa) ja kypsyvät vaihtelevan määrän jälkeen vaiheita (8–20), tyypillisesti 3–4 kk kuluttua, mutta toukkavaihe voi kestää jopa 18 kuukautta. Liian korkea yli 35 °C lämpötila ei ole sopiva toukille ja yli 40 °C:ssa toukat kuolevat muutamassa tunnissa (Martin ym. 1976). Aikuiset toukat ovat vaalean kellanruskeita, 20–32 mm pitkiä ja painavat 130–160 mg. Kaupalliset jauhomadon tuottajat lisäävät rehuun nuoruushormonia, joka estää toukkia muuttumasta aikuisiksi, jolloin tuloksena on "jättiläisjauhomatoja", jotka voivat saavuttaa 2 cm tai suuremman pituuden ja painavat yli 300 mg. Kotelovaihe kestää 7–9 päivää 25 °C:ssa ja korkeintaan 20 päivää alemmassa lämpötilassa. Aikuinen jauhopukki elää 2–3 kk. (Feedipedia n.d.).



Kuva 2. Pakastettuja jauhomatotia. Jauhopukin elinkierto. (Kuvat: Maarit Mäki)

Jauhomadot ovat kaikkiruokaisia ja voivat syödä kaikenlaista kasvimateriaalia sekä eläintuotteita kuten lihaa ja höyheniä. Niitä ruokitaan yleensä leseillä tai jauholla (vehnä, kaura, maissi) täydennettynä proteiinin lähteillä, kuten soijajauholla, rasvattomalla maitojauheella tai hiivalla. Tuoreita hedelmiä ja vihanneksia (porkkanat, perunat, salaatti) annetaan myös tarjoamaan kosteutta. Kuivuneet kasvikset tulee poistaa säännöllisesti ja vaihtaa tuoreisiin. Ruokavalio pitäisi tasapainottaa sisältämään noin 20 % proteiinia kuiva-aineesta. Jauhomadot pystyvät hyödyntämään kuivassa rehussa olevaa pientä vesimäärää, mutta ilman muuta veden lähdettä niiden lisääntyminen on hidasta (yksi sukupolvi vuodessa). On suositeltavaa tarjota niille jokin veden lähde lisääntyvyyden parantamiseksi (enintään 6 sukupolvea vuodessa) ja kannibalismien estämiseksi. Suhteellinen kosteus linkittyy positiivisesti hedelmällisyyteen ja aikuisten aktiivisuuteen. Kasvun kannalta suositeltava optimaalinen suhteellinen kosteus (RH) on 70 %. On tarpeen seurata tuoretta rehua, koska se voi homehtua. (Feedipedia n.d., Martin ym. 1976)

Jauhomadot kykenevät kierrättämään kasvijätettä heikkolaatuisesta laadukkaaksi runsaasti energiaa, proteiinia ja rasvaa sisältäväksi rehuksi suhteellisen lyhyessä ajassa. Jauhomatotien on osoitettu voivan vähentää viljoissa esiintyvän homemyrkyä, zearalenonin, toksisuutta metaboloimalla sitä osittain alfa-zearalenoliksi. Zearalenonin ei ole todettu kertyvän jauhomatoihin siinä määrin, että se voisi vaikuttaa niitä syöviin eläimiin (Makkar ym. 2014).

Van Breoekhoven ym. (2015) totesivat, että toukkien rasvan ja proteiinin koostumus vaihteli, kun niille oli annettu vilja-, peruna- tai maissiteollisuuden sivuvirroista valmistettua rehua, jonka proteiini- ja tärkkelyspitoisuus vaihteli. Rehuun oli lisätty myös hiivaa. Rehun proteiinilla näytti olevan vähemmän vaikutusta toukkien proteiiniin kuin rasvan määrään ja laatuun. Lisää tutkimuksia tarvitaan mm. ruokinnan vaikutuksista seuraaviin sukupolviin.

2.3. Kotisirkka (*Acheta domesticus*)

Aikuinen kotisirkka on 2 cm pitkä, mutta pitkät perälisäkkeet ja tuntosarvet lisäävät pituutta. Sirkka muistuttaa rakenteeltaan heinäsiirkkoja, mutta on niitä litteämpi ja tukevampi. Väri on kellanruskea. Etuselässä ja päässä näkyy tummempia kuvioita. Takajalat ovat kehittyneet voimakkaiksi hyppyjaloiksi. Kuuloelin on etusäärissä. Toukan muodonvaihdos on vaillinainen ja toukka-asteet ovat aikuisen näköisiä, mutta pienempiä. Kotisirkkaa tavataan tavallisesti yksittäisinä yksilöinä. Äänen perusteella ne on helppo todeta ja paikallistaa. Koiraan voimakas sirtys voi olla häiritsevää.

Kotisirkka on alkujaan kotoisin Pohjois-Afrikasta. Keskuslämmityksen yleistyminen hävitti ennen Itä-Suomen puulämmitteisissä taloissa yleensä sirtittäneen lajin lähes kokonaan. Se on alkanut jälleen yleistyä kaatopaikoilla, laitosten keittiöissä ja sosiaalityöissä sekä kasvihuoneissa. Naaras laskee noin 1000 muna, joiden kehitys aikuiseksi kestää vuoden. (Markkula n.d.).

Sirkat kerätään tavallisesti luonnosta. Kaakkois-Aasiassa kehitetään sirkkojen kaupallista tuotantoa, erityisesti Thaimaassa. Kotisirkkaa on helppo kasvattaa ja se voi tuottaa 6–7 sukupolvea vuodessa. Kotisirkka on lähes kaikkiruokainen syöden kasvinosia, viljatuotteita, kuolleita hyönteisiä ja jopa paperia ja tekstiilejä. Tuotanto on mahdollista yli 20 °C lämpötilassa ja ihanteellinen lämpötila on 28–30 °C. Noin 2000 hyönteistä voidaan kasvattaa neliometrillä. Sirkkapopulaatio säätelee itseään kannibalismilla.

Suomessa kotisirkkoja on kasvatettu pienessä mittakaavassa. Mm. EntoCube (www.entocube.com) on kehittänyt niiden kasvatukseen sopivia menetelmiä ja tilaratkaisuja, joissa sirkkoja kasvatetaan konteissa. Kiinnostusta sirkkojen kasvatukseen on ollut elintarviketuotantoeläintiloilla, jotka hakevat uusia tuotantosuuntia tai lisätuloja, ja kasvattamoja on jo perustettu.

2.4. Alkutuotannon hygieniavaatimukset

Hyönteisten alkutuotannosta on annettu Eviran ohje 10588 (Evira 2018a). Hyönteistuotannossa alkutuotantoa on hyönteisten kasvatusta, mahdollinen elävien hyönteisten kuljetus ja muut toimet hyönteisten lopetukseen saakka. Alkutuotantoon katsotaan kuuluvan myös itse lopetus silloin, kun lopetus tapahtuu jäädyttämällä tai pakastamalla hyönteiset. Itsestään kuolleiden hyönteisten tai muiden sivutuotteiden joutuminen elintarvikkeen joukkoon tulee estää niin pitkälti kuin mahdollista.

Kotieläinten, joiden lihaa käytetään elintarvikkeena, kasvatusta on alkutuotantoa. Kotieläimillä tarkoitetaan nautaeläimiä, sikoja, lampaita ja vuohia sekä kotieläiminä pidettäviä kavioläimiä. Lihantuotantoeläimiin kuuluvat pääsääntöisesti myös hevoset, mutta tietyin ehdoin hevonen voidaan sulkea pois elintarvikeketjusta, eikä hevosen pitämistä tällöin katsota alkutuotannoksi. Alkutuotannon piiriin kuuluu tuotantoeläinten kuljetus tuotantotilalta toiselle ja kuljetus teurastamoon tai pien-teurastamoon. Alkutuotantoa ei ole eläinten kasvattaminen pelkästään omassa yksityistaloudessa tapahtuvaa kulutusta varten. Alkutuotantoon ei myöskään kuulu teurastaminen eikä sen jälkeen tapahtuva lihan jalostaminen. Elintarvikehygieniasta annetun lainsäädännön vaatimusten mukaan, tulee tilalta toimittaa eläimiä ja niiden tuotantoa koskevia tietoja teurastamoon, pienteurastamoon tai poroteurastamoon silloin, kun tilalta lähetetään eläimiä teurastettavaksi. Vaatimukset ovat voimassa kaikille teurastettaville eläimille.

Alkutuotannon toimijoiden edellytetään kuvaavan omavalvonnassaan toiminnan kannalta keskeiset menettelytavat. Luettelo seikoista, jotka on kuvattava, on alkutuotantoasetuksen liitteen 2 luvussa 1. Alkutuottajilta ei vaadita omavalvonnan kirjauksia eli kaikista kuvattujen toimintojen toteuttamisesta ei tarvitse pitää kirjaa. Kirjanpito vaaditaan vain niistä seikoista, jotka on lueteltu alkutuotantoasetuksen liitteessä 1. Jos tilalla on esimerkiksi laatuvarmistusjärjestelmä, sen omavalvontakuvaus riittää alkutuotantoasetuksessa tarkoitettu omavalvonnan kuvaukseksi, silloin kun siihen sisältyy asetuksen 4 §:ssä mainitut seikat. Omavalvonnan kuvauksessa voidaan käyttää apuna myös elinkeinon laatimia hyvän toimintatavan oppaita (Evira 2016b). Muiden kuin rehun alkutuotannon toimijoiden on laadittava ja toteutettava HACCP-periaatteisiin perustuva yksi tai useampi menettely ja pidettävä niitä yllä.

Rehualan toimijoiden on annettava viranomaisille tiedot rekisteröintiä varten. Viranomaiset hyväksyvät rehualan laitokset, jos laitos valmistaa ja/tai saattaa markkinoille lainsäädännössä mainittuja tuotteita. Elintarvike- ja rehuteollisuuden toimijoilla on oltava omavalvontasuunnitelma, jolla tarkoitetaan toimijan omaa valvontajärjestelmää, jolla pyritään varmistamaan, että elintarvike tai rehu ja sen käsittely täyttävät niille asetetut vaatimukset. Vaikka alkutuotantoasetuksessa 1368/2011 ei ole määritelty erikseen hyönteisten tuotannolle vaatimuksia, myös hyönteisalan toimijoilta edellytetään, että he noudattavat vaara-analyysiin ja hyviin hygieni- ja tuotantotapakäytäntöihin (HACCP) perustuvia toimintatapoja. Rehuhygieniasta koskevat vaatimukset on esitetty Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksessa (EY) N:o 183/2005. Sen mukaan toimijan on tunnettava toimintaansa liittyvät terveysvaarat sekä turvallisuuskohdat. Tuotantoeläinten alkutuotannosta on tietoa Eviran sivuil-

la (Evira 2016b). Eviran toimintaohjeessa REHU 801/1 (2007) on annettu ohje HACCP-järjestelmän soveltamisesta rehualan toimijoille (Evira 2007).

Kansallinen rehulaki 86/2008 ja MMM päätökset (40/99 ja 41/99) sekä asetukset (712/08 ja 91/02) säättävät erilaisista toiminnanharjoittamiseen ja rehujen tuoteselosteisiin ja pakkausmerkin- töihin liittyvistä tekijöistä, joilla rehueria voidaan seurata, jäljittää ja tarvittaessa vetää pois markki- noilta. Jäljitettävyydellä elintarvikeketjussa tarkoitetaan mahdollisuutta jäljittää rehut vähintään yksi askel taaksepäin ja yksi askel eteenpäin kaikissa ketjun vaiheissa. Sekä alkutuotanto että kauppa kuu- luvat sovelletun rehuhygieniasetuksen (EY) N:o 183/2005 piiriin. Rehuhygieniasetuksessa on mm. tietojen kirjaamista koskevia yksityiskohtaisia vaatimuksia.

Rehuhygieniasta annetussa Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksessa N:o 183/2005 re- huhygeniasta koskevista vaatimuksista on rehujen alkutuotannossa varmistettava, että estetään, pois- tetaan ja rajataan mahdollisimman vähin vaaroihin, jotka saattavat vaarantaa rehujen turvallisuus- den. Asetuksessa on kuvattu kirjanpitovelvollisuutta koskevat asiakirjat. Hyvät toimintatavat antavat ohjeita vaarojen torjumiseksi. Hyvän käytännön ohjeissa olisi kannustettava asianmukaisten hy- gieniavaatimusten käyttöön. Kriittisten valvontapisteiden tunnistaminen ei ole mahdollista joissakin rehuyrityksissä, ja joissakin tapauksissa hyvillä toimintatavoilla voidaan korvata kriittisten valvonta- pisteiden seuranta.

2.5. Teollisen rehuntuotannon ohjeet

Elintarviketeollisuusliiton Rehuteollisuusyhdistys on laatinut v. 2009 ”Hyvän teollisen rehuntuotan- non toimintatavat-ohjeen”. Ohjeessa on kuvattu rehuturvallisuuden hallintajärjestelmän vaatimukset ja hyvän hygienian käytäntö.

Ohjeessa on kuvattu mm. HACCP-järjestelmän soveltamisen vaiheet ja malli toteuttamiselle.

HACCP-periaatteet ovat:

HACCP-järjestelmä laaditaan seuraavien seitsemän HACCP-periaatteen mukaisesti:

Periaate 1: Tee vaarojen arviointi.

Periaate 2: Määrittele kriittiset hallintapisteet (CCP).

Periaate 3: Määrittele kriittiset raja-arvot.

Periaate 4: Määrittele kriittisten hallintapisteiden (CCP) seurantakäytännöt.

Periaate 5: Määrittele korjaavat toimenpiteet, joihin ryhdytään, kun seuranta osoittaa, että kriitti- nen hallintapiste (CCP) ei ole hallinnassa.

Periaate 6: Laadi arviointi- ja ylläpitomenettelyt, joilla varmistetaan HACCP-järjestelmän tehok- kuus.

Periaate 7: Luo tarvittavat asiakirjamenettelyt ja määrittele tallenteet.

Toimijan tulee laatia menettelyt tuotteiden ja niiden käyttötarkoituksen kuvausten sekä proses- sikaavioiden ajan tasalla pitämiseksi. Päivittämisen yhteydessä on arvioitava, aiheuttavatko tuotteita ja tuotantoprosesseja koskevat muutokset muutostarpeita HACCP-toimenpideohjelmaan.

Liite III Esimerkki HACCP-järjestelmän soveltamisen työpohjasta

1.

2.

3.

HACCP – VAARAN ARVIOINTI - CCP - TOIMENPIDEOHJELMA							
Vaihe	Vaara	Hallinta- keinot	Onko CCP	Raja- arvo	Seuranta- toimet	Korjaavat toimet	Tallenne

Kuva 3. Mallilomake HACCP-järjestelmän soveltamisesta. (Rehuteollisuusyhdistys 2009).

2.6. Riskien arviointi

Elintarviketuotantoeläimiä ei saa ruokkia eläinvalkuaisella eikä sitä sisältävillä rehuilla. Syynä kieltoon on nautojen BSE-taudin (hullun lehmän taudin) leviämisen ehkäisy. Tästä kiellosta poikkeuksena kalajauhoa, eläinperäisiä di- ja trikalsiumfosfaatteja ja muista eläimistä kuin märehitijöistä saatuja verituotteita voidaan käyttää muiden elintarviketuotantoeläinten kuin märehitijöiden ruokinnassa Eviran sivuilla kuvatuin edellytyksin (Evira >Rehut> Rehualan toiminta). Kalajauhoa voidaan käyttää vieroittamattomille märehitijöille tarkoitettuun kaupallisessa juottorehussa. Lisäksi muista kuin märehitijöistä saatu käsitelty eläinvalkuainen (”lihaluujauho” tai verijauho) on sallittu vesiviljelyeläinten ruokinnassa erilliset vaatimukset huomioiden.

Niin sanotun TSE (Tarttuva Spongiforminen Enkefalopatia) -asetuksen (EY) N:o 999/2001+ mukaan valvotaan eläinvalkuaisen rehukäytön rajoitusten noudattamista maatioilla. Tiettyjen aivorapeumasairauksien (mm. BSE-tauti) ehkäisemiseksi eläinperäisen valkuaisen käyttö elintarviketuotantoeläinten ruokinnassa on kielletty joitakin poikkeuksia lukuun ottamatta. (Eviran ohje Eläinvalkuaisen rehukäytön ja rehuturvallisuuden valvonta rehujen alkutuotannossa – sisältää täydentävien ehtojen valvontaa)

EFSA:n (2015) riskinarvioinnissa tarkasteltiin hyönteislajeja, joista on saatavilla tietoa aiemmissä viranomaisten tekemissä riskinarvioinneissa Belgiassa (FASFC, 2014), Alankomaissa (NVWA, 2014) ja Ranskassa (ANSES, 2015), alalla toimivien eurooppalaisten yritysten Internet-sivuilla ja tiedoista, joita saatiin sidosryhmien kuulemistilaisuudessa. Syötäviin hyönteisiin kuuluu niveljalkaisia, kuten hämähäkkejä ja skorpioneja, jotka eivät ole hyönteisiä suppeassa merkityksessä. Joitain muita niveljalkaisia voidaan myös laskea hyönteisiin, kun tarkoitetaan niiden käyttöä rehuna ja elintarvikkeena. Riskinarviointi on rajattu hyönteisiin, joita kasvatetaan ja tuotetaan kaupallisesti sekä Euroopassa että sen ulkopuolella. Näitä ovat sirkat, jauhomadot, kärpäset ja silkkimadot. Hyönteiset luokitellaan niiden kasvukierron vaiheen mukaan (toukka, kotelo, aikuinen) jolloin ne korjataan rehu- tai elintarvikkeprosessointia varten.

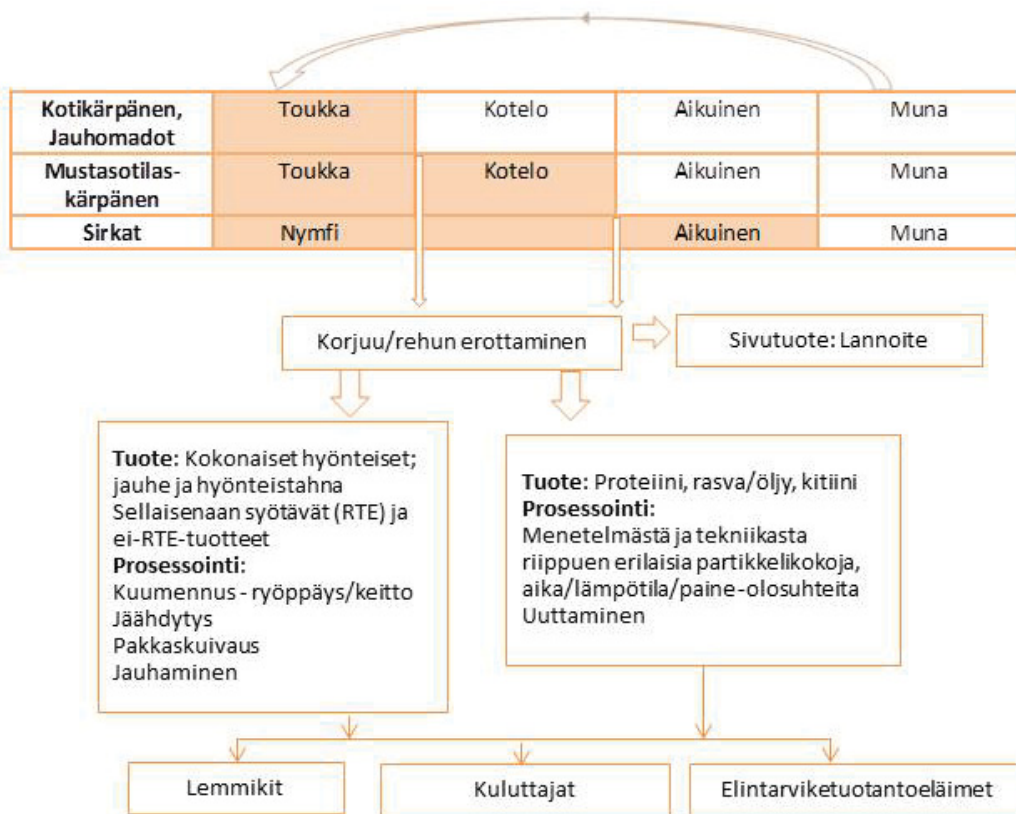
2.7. Rehuaineet

Hyönteisten rehuissa voidaan käyttää monenlaisia orgaanisia materiaaleja. Alusta on yleinen termi, jota käytetään näille hyönteisten rehuna käytetyille materiaaleille. Tuotannossa käytetyt rehuaineet vaihtelevat lainsäädännön asettamista rajoitteista, saatavuudesta, sovellettavuudesta tuotantojärjestelmään ja kustannuksista. Rehuaineiden soveltuvuus vaihtelee hyönteislajeittain johtuen niiden erilaisesta ravintoaineiden tarpeesta.

EU:ssa eläimille voidaan syöttää vain turvallista rehua. Esimerkiksi ulosteiden ja ruoansulatuskanavan sisällön käyttö hyönteisten kasvatukseen on kielletty, vaikka näitä materiaaleja käytetään muualla maailmassa hyönteisten tuotantoon. EY sivutuoteasetuksen 1069/2009 mukaan hyönteisiä, joita kasvatetaan PAP-jauhon tuotantoon, pidetään tuotantoeläiminä ja sen vuoksi niihin on sovellettava asianomaista lainsäädäntöä ja niiden rehuna on käytettävä luokan 3 materiaalia. Niiden ruokinta tietyillä materiaaleilla kuten lanta, ruokajäte tai entinen elintarvike, joka sisältää lihaa ja kalaa, ei ole sallittua. Tärkeimpiä rehuja tällä hetkellä Euroopan hyönteisten tuotannossa ovat kaupalliset kotieläinten rehuseokset, entiset elintarvikkeet, jotka eivät sisällä lihaa ja kalaa (eli tuotannon ylijäämä, epäkurantit tuotteet tai elintarvikkeet joiden parasta ennen-päiväys on ohi, ja joka oli valmistettu noudattaen EU elintarvikelainsäädäntöä) ja muiden kuin eläinperäisten elintarvikkeiden alkutuotannosta syntyvät sivutuotteet. Eviran (2017) mukaan hyönteisten kasvatuksessa voi käyttää vain kasvipäisiä rehuaineita, maito- ja munatuotteita, muista kuin märehitijöistä saatua hydrolysoitua proteiinia ja gelatiinia, kalajauhoa sekä entisiä elintarvikkeita, jotka eivät sisällä lihaa tai kalaa. Bioetanolin tuotannosta syntyvä jäte, kuten valkuaispitoinen rankki, ja viljan kuoret, ovat EU:n rehuaineluettelossa ja niitä voidaan käyttää hyönteisten kasvatuksessa.

Elintarviketeollisuudesta ja maataloudesta peräisin olevan orgaanisen jätteen käyttö kärpästen rehuna olisi perusteltua kahdesta syystä. Vähäarvoinen jäte saataisiin muutettua korkealaatuiseksi proteiiniksi ja samalla saataisiin vähennettyä jätteen määrää. Kärpästen toukkien ravinnoksi sopivaa puutarha- ja keittiöjätettä päätyy kaatopaikoille. Toisaalta toimialan kannattavuutta rajoitetaan, jos rehuksi hyväksytään vain 3. luokan sivutuotteet (Smith & Pryor 2013).

Veldkamp ym. (2012) julkaisivat raportin, jossa on kuvattu hyönteisten tuotantoketju rehunvalmistusta varten. Laajan mittakaavan tuotantoon käytetään mm. mustasotilaskärpästä (*Hermetia illucens*), huonekärpästä (*Musca domestica*) ja jauhomatoa (*Tenebrio molitor*). Ne pystyvät hyödyntämään orgaanista jätettä.



Kuva 4. Yleiskuva ketjusta hyönteisten tuotannosta kuluttajalle. Tärkeimmät tuotetut lajit on ryhmitelty korjuuhetkellä olevan kehitysvaiheen mukaan. Elinvaiheiden varjostettu alue toukasta aikuisiin osoittaa, missä rehuaineet siirtyvät varhaisen elinvaiheesta korjuuajankohtaan Muokattu EFSA:n (2015) raportista.

3. Mikrobiologiset ja kemialliset vaarat

3.1. Mikrobiologiset vaarat

Hyönteisissä saattaa olla mikrobeja, jotka vaikuttavat niiden turvalliseen käyttöön. Hygieenisissä olosuhteissa kasvatetuissa hyönteisissä riski on kuitenkin pienempi kuin luonnosta kerätyissä hyönteisissä. Hyönteisissä voi olla jopa antimikrobisia peptidejä (van Huis ym. 2013). Hyönteisten suoliston mikrobistoon (sisältäen bakteerit, virukset, sienet), jolla on tärkeä merkitys niiden metabolialle, käyttäytymiselle ja elävyydelle, vaikuttaa niiden kasvuympäristö ja kasvuvaihe. Vaikka hyönteisten suolisto tyhjennettäisiin paastoamalla, ne saattavat kontaminoitua rehun mikrobeista. Stressaavissa olosuhteissa jotkut hyönteisten suolistomikrobeista voivat muuttua patogeenisiksi niille itselleen. Hyönteisen ulkopinnalla voi olla myös niille patogeenisiä mikrobeja. Tutkimustuloksia elintarvikkeeksi ja rehuksi kasvatettujen hyönteisten patogeenisista bakteereista on vähän. Patogeenisten bakteerien, kuten kampylobakteerin, ei ole kuitenkaan todettu lisääntyvän hyönteisten suolistossa. Hiivat ja homeet ovat potentiaalisia kontaminanteja hyönteisissä. Niiden leviämistä voidaan kuitenkin estää kuumentamalla ja hygieenisillä toimintatavoilla. Hyönteiset voivat välittää virussairauksia ihmisiin ja tuotantoeläimiin, mutta tutkimustietoa ihmisille vaarallisten virusten kuten noroviruksen leviämisestä ei ole saatavilla. Hyönteisiä ei pidetä nisäkkäille vaarallisten prionien todennäköisinä levittäjinä, jos niiden rehuissa ei käytetä ihmis- tai eläinperäisiä rehuaineita. Muussa tapauksessa riskiryhmään kuuluvan materiaalin vaarallisuus on arvioitava erikseen (EFSA 2015).

Hyönteisistä on todettu eri lajien bakteereja: *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Bacillus*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Escherichia*, *Micrococcus*, *Lactobacillus* ja *Acinetobacter*. Elintarvikkeeksi tuotetuista hyönteisistä, kuten jauhomadoista, on havaittu korkeita määriä aerobisia ja anaerobisia bakteereita ja enterobakteereita. Patogeenisiä bakteereita kuten *Clostridium perfringens*, *Salmonella* ja *Vibrio*, ei todettu. *Bacillus cereus* todettiin alle 100 pmy/g (EFSA 2015).

Elintarvikehygieniasta on säädetty mikrobikriteeriasetuksessa (EY) N:o 2073/2005. Evira on antanut ohjeen 10501/2 asetuksen soveltamisesta Suomessa (Eviran 2009). Ohje käsittelee mikrobiologisten vaatimusten käyttöä omavalvonnassa ja antaa ohjeet siitä, mitä mikrobikriteeriasetuksen noudattaminen edellyttää. Edelleen tarkoituksena on ohjeistaa näytteenoton ja tutkimusten suunnittelua riskeihin perustuvaksi sekä ohjata omavalvonnan ja viranomaisvalvonnan käytäntöjä yhdenmukaiseksi koko maassa. Jos mikro-organismia esiintyy elintarvikkeessa vain harvoin, elintarviketurvallisuus varmistetaan tehokkaammin hyvillä hygieniakäytännöillä kuin tuotteita tutkimalla.

Tietyille elintarvikkeille on asetettu turvallisuutta koskevia vaatimuksia, jotta niiden välityksellä ei leviäisi ihmisiin ruokamyrkytyksiä aiheuttavia bakteereita. Prosessin hygieniata koskevilla vaatimuksilla (prosessihygeniavaatimus) varmistetaan, että tuotantoprosessi toimii hyväksyttävästi. Nämä vaatimukset eivät koske markkinoille saatettuja tuotteita eivätkä toisesta EU-jäsenvaltiosta toimitettuja tai EU:n ulkopuolisesta maasta tuotavia elintarvikkeita (Evira 2017b). Eviran ohjeessa 10588 on annettu vaatimukset ja suositukset hyönteiselintarvikkeista tehtävistä mikrobiologisista tutkimuksista. (Evira 2018a).

Sairauksia aiheuttavat patogeeniset mikro-organismit, enterotoksiinit ja aineenvaihduntatuotteet. Patogeenisista bakteereista esimerkkeinä voidaan mainita *Salmonella* ja *Listeria monocytogenes*, *Clostridium perfringens*, Bacillus-bakteerit, toksiineista stafylokokkienterotoksiinit ja bakteerien metaboliiteista histamiini, jota syntyy, kun bakteerit hajottavat histidiini-aminohappoa. Kaikista raaka-aineiden, tuotteiden ja tuotteen kanssa kosketuksissa olevien tuotantolaitteiden patogeenilöydöksistä on välittömästi ilmoitettava viranomaisille. Laboratorion tulee lähettää positiiviset *Salmonella* -löydökset tyyppitettäväksi Eviralle kannan määrittystä varten. (Evira 2010, Evira 2013, Evira n.d.)

Indikaattoribakteereja käytetään patogeenisten bakteerien esiintymisen sekä ulostesaastutuksen indikaattoreina. Näistä yleisimmin käytetty indikaattori on *Escherichia coli*. Indikaattoribakteereja, joita

yleisimmin käytetään hygienian arviointiin, ovat aerobiset mikro-organismit ja enterobakteerit (Evira 2017b). Lisäksi hiivat ja homeet ovat tärkeitä hyönteisten rehuaineen laadun indikaattoreita.

3.2. Kemialliset vaarat

Vierailla aineilla elintarvikkeissa tarkoitetaan aineita, jotka eivät ole elintarvikkeen valmistus- tai lisäaineita. Vieraat aineet voivat tehdä elintarvikkeen ihmisen terveydelle vahingolliseksi tai elintarvikkeeksi kelpaamattomaksi. Elintarvikkeissa esiintyvillä vieraille aineille on asetettu sallitut enimmäismäärät, joita viranomaiset valvovat. Vieraisiin aineisiin kuuluvat esimerkiksi kasvintuotannossa käytettävien kasvinsuojeluaineiden jäämät sekä rikkakasvien ja tuhoeläinten torjuntaan käytettävät aineet. Myös tuotantoeläimien sairauksien hoitoon käytettävistä lääkeaineiden jäämät kuuluvat vieraisiin aineisiin.

Taulukko 3. Elintarvikkeiden ja rehujen vaarallisia aineita koskevaa EU-lainsäädäntöä (van der Spiegel ym. 2013).

EU säädös	Vaaralliset aineet	Elintarvike/rehu
(EY) N:o 396/2005	Kasvinsuojeluainejäämäasetus	Kasvinsuojeluaineilla tarkoitetaan aineita, joita käytetään mm. kasvintuotannossa kasvitautien, rikkakasvien, tuhoeläinten torjuntaan, kasvun säätelyyn ja siementen peittaukseen.
EU/ 37/2010	Eläinlääkejäämät – täydentävät ehdot	Lihasta, maidosta, kananmunista tai hunajasta.
(EY) N:o 1881/2006	Vierasaineiden saantirajat	Yleiset tai spesifiset vaatimukset elintarvikkeille.
Direktiivi 2002/32/EY	Haitalliset aineet eläinten rehussa	Yleiset tai spesifiset vaatimukset rehuille.

Vieraita aineita kuten raskasmetalleja tai PCB-yhdisteitä voi joutua elintarvikkeeseen tai eläinten rehuun myös ympäristön saastuminen vuoksi. Elintarvikkeen tai elintarvikkeen raaka-aineen pilaantumisen seurauksena voi muodostua homemyrkyjä. Eläinten rehujen mukana raskasmetalleja tai homemyrkyjä voi joutua eläimeen ja siten myös elintarvikkeisiin.

Rehuissa olevilla haitallisilla aineilla tarkoitetaan sellaisia rehussa olevia aineita, jotka voivat aiheuttaa terveydellistä vaaraa eläimille tai eläimistä saatavien tuotteiden kautta ihmisille taikka vaaraa ympäristölle. Myös rehujen haitallisille aineille on säädetty suurimmat sallitut pitoisuudet rehussa. Haitallisia aineita ja tuotteita ovat raskasmetallit ja eräät muut epäorgaaniset aineet, homemyrkyt eli mykotoksiinit, torjunta- aineet, orgaaniset ympäristömyrkyt (esimerkiksi dioksiini) sekä kasviperäiset epäpuhtaudet (esimerkiksi myrkylliset kasvit ja siemenet sekä niiden prosessituotteet). Lisäksi lisäaineista kokkidiostaattien jäämillä rehussa voi olla haitallisia vaikutuksia eri eläinlajeihin, kun kokkidiostaattipitoisuus rehussa ylittää tietyn suurimman sallitun pitoisuuden.

Haitallisten aineiden suurimmista sallituista pitoisuuksista rehussa säädetään Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivissä 2002/32/EY ja siihen myöhemmin tehdyissä muutoksissa. Lisäksi komissio on antanut seuraavat suositukset mykotoksiineista: 2006/576/EY, 2006/583/EY ja 2013/165/EU (Evira 2016).

Evira valvoo haitallisia ja kiellettyjä aineita rehujen markkina- ja kotimaisen valmistuksen sekä tuonnin valvonnan yhteydessä. Valvonta on kartoitusluontoista. Valvontaa tehdään sekä asiakirjatarkistuksina että fyysisinä tarkastuksina. RASFF-järjestelmän kautta saadaan ajankohtaista täydentävää tietoa mahdollisista akuuteista tapauksista, jotka osaltaan ohjaavat ja tarkentavat haitallisten ja kiellettyjen aineiden valvontaa.

Rehujen näytteenotossa ja analyysien määrittelyssä huomioidaan erityyppisiin rehuihin liittyvät riskitekijät, eläinlajien herkyydet tiettytyypisille haitallisille ja kielletyille aineille sekä näiden aineiden mahdollinen siirtyminen eläimistä saataviin elintarvikkeisiin. Myös muuntogeeniset ainekset on huomioitava.

Raskasmetalleja määritetään mm. kivennäisrehuaineista, tietyistä rehun lisäaineista sekä tiivisteistä ja muista täydennysrehuista. Homemyrkkujen kartoitetaan mm. viljoista ja paljon viljaa sisältävistä rehuseoksista. Toisaalta riskitekijöitä huomioidaan myös eläinlajeittain ja esimerkiksi nautakarjanrehuista määritetään aflatoksiineja ja kalanrehuista raskasmetalleja. Lisäksi analysoidaan tiettyjä kasvipärisiä epäpuhtauksia (esim. torajyvä, hulluruohot, risiinikasvi), jotka voivat vaarantaa eläinten hyvinvointia ja terveyttä.

Tuotantoeläimille sallittuja lääkeaineita sekä kiellettyjä aineita valvotaan maa- ja metsätalousministeriön eläimistä saatavia elintarvikkeita koskevan vierasaineasetuksen (1/EEO/2007) perusteella osana kansallista eläviä eläimiä ja eläimistä saatavia elintarvikkeita koskevaa vierasainevalvontaohjelmaa.

3.3. Ympäristövaikutukset

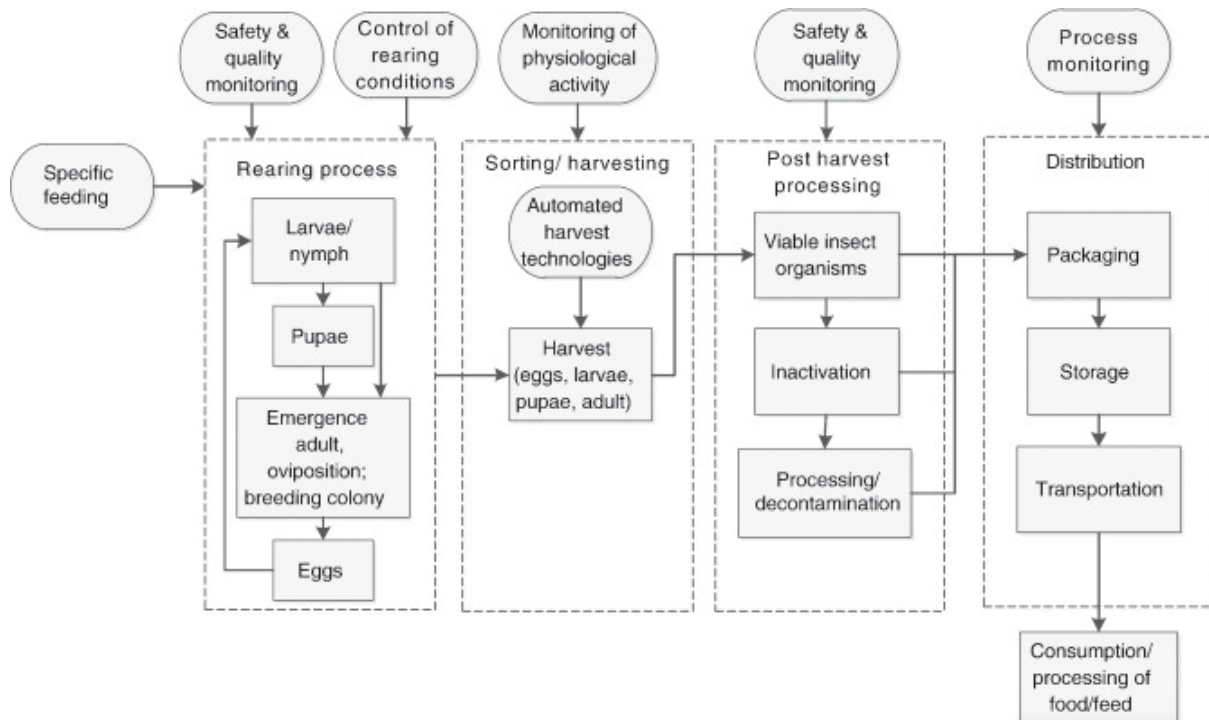
Karjataloudessa tehtyjen virheiden pitäisi olla varoittavia esimerkkejä hyönteisten kasvattajille (esimerkiksi antibioottien käyttö hyönteisten taudinhallinnassa). Sairauksien hallintastrategian olisi oltava luonteeltaan ennaltaehkäisevää. Ihmisten terveysvaarat hyönteistuotannossa olisi vältettävä, kuten taudinaiheuttajien passiivinen kantaminen ja henkilöstön allergisoituminen tuotantoyksiköissä. Tuotantoympäristö olisi suunniteltava niin, että tautien tarttuminen minimoidaan. Riskiperusteiset ohjeistukset sekä sanitointiohjeet olisi tehtävä lajikohtaisesti (Vantomme ym. 2012).

Koska Euroopan unionissa hyönteisten tuotantoa ei tehdä merkittävässä määrin, ympäristöriskeille ei ole olemassa toimintaa koskevaa lainsäädäntöä. Hyönteistuotannon ympäristövaikutukset ovat tutkimusten mukaan pienemmät kuin perinteisellä kotieläintuotannolla esimerkiksi maankäytön, veden tarpeen ja kasvihuonekaasujen tuotannon suhteen. Merkittäviä potentiaalisia riskejä kuitenkin on olemassa, kuten hyönteisten karkaaminen ja sen vaikutus biodiversiteettiin. Lainsäädäntöä tarvitaan hallinnollisia toimenpiteitä varten, ympäristöhaittojen estämiseksi erityisesti taajamissa sekä työsuojelua varten (Smith & Pryor 2013).

3.4. Hyönteisten prosessointi

Prosessoinnin avulla voidaan vaikuttaa hyönteistuotteiden turvallisuuteen. Hyönteisten prosessointi ja niistä valmistettujen tuotteiden käsittelyn ja varastoinnin olisi noudatettava samoja terveys- ja puhtaanapitomääräyksiä kuin muutkin perinteiset elintarvikkeet tai rehut elintarviketurvallisuuden varmistamiseksi. Tarkasteltaviin ominaisuuksiin kuuluvat mikrobiologiset, kemialliset ja allergisoivat vaarat. Lisäksi eläinten (selkärankaisten) terveys- ja hyvinvointisääntöjen pitäisi koskea myös hyönteisiä. Yli 2 000 hyönteislajia on dokumentoitu kirjallisuudessa syötäväksi, useimmat niistä trooppisissa maissa.

Eviran ohjeessa 10588 on eläinten hyvinvointiin liittyen kuvattu hyönteisten kasvatusta ja lopetusta koskevat vaatimukset. Lopettamiseen käytetyn menetelmän ja tekniikan tulee olla nopea ja kivuton.



Kuva 5. Kaavio syötävien hyönteisten tuotantoprosessista elintarvikkeeksi ja rehuksi (Rumpold & Schlüter 2013a).

Hyönteisiä prosessoidaan kasvattamisen jälkeen mm. siten, että ne ensin lopetetaan pakastamalla, kylmäkuivaamalla, auringossa kuivaamalla tai keittämällä. Niitä voidaan prosessoida ja käyttää kokonaisina, jauhattuna tai tahnana sekä erottamalla proteiini, rasva tai kitiini. Hyönteisiä paistetaan myös elävänä. Länsimaissa proteiinijauheen käyttö olisi kuluttajille mieluisampaa kuin kokonaisten hyönteisten syöminen. Proteiinin funktionaaliset ja ravitsemukselliset ominaisuudet on tunnettava. Proteiinia voidaan käsitellä entsyymaattisesti tai erotustekniikoilla, kuten suodattamalla. Tällä hetkellä proteiinien erottaminen on kallista (van Huis ym. 2013).

Syötäväksi tarkoitettujen kokonaisten hyönteisten annetaan paastota vuorokauden suolen tyhjentämiseksi ennen kylmäkuivausta. Nämä tuotteet säilyvät vuoden jos niitä säilytetään kuivassa ja viileässä. Kylmäkuivaus säilyttää myös ravitsemuksellisen laadun. Haittana on prosessin kalleus ja rasvojen hapettuminen varastoinnin aikana.

Hyönteisten prosessoinnin mikrobiologisesta hygieniasta on julkaistu vähän tutkimuksia. Merkittävimmät riskitekijät ovat hyönteisen ruokinnassa käytetty kasvualusta ja hyönteisen suolen sisältö. Näihin tekijöihin vaikuttaa missä muodossa hyönteistä käytetään elintarvikkeena, joko kokonaisena tai prosessoituna. Klunder ym. (2012) ovat tutkineet jauhomadon ja kotisirkan prosessointia ja säilyvyyttä. Jauhomadoista tutkittiin aerobisten mikrobien kokonaispesäkemäärä, enterobakteerit, maitohappobakteerit MRS-alustalla sekä aerobisten itiöllisten bakteerien kokonaismäärä. Jauhomadot ja sirkat prosessoitiin joko kuivaamalla, keittämällä, paahtamalla tai maitohappokäymisen avulla. Tuoreissa jauhomadoissa kokonaispesäkemäärä oli noin 10^7 pmy/g, enterobakteerit 10^4 – 10^6 pmy/g, ja aerobiset itiölliset 10^2 – 10^4 pmy/g. Jauhomatojen murskaaminen nosti pesäkemääriä johtuen suolen sisällön leviämisestä koko massaan. Enterobakteerit saatiin tuhottua keittämällä kuumassa vedessä 10 min. Sirkkojen keittäminen ennen varastointia jääkaappilämpötilassa paransi niiden säilyvyyttä. Jauhetut jauhomadot fermentoitiin jauhoseoksessa, joka sisälsi 90 tai 80 % durrajauhoa. Fermentoitujen seosten pH laski vuorokaudessa alle 4:ään ja enterobakteerien kasvu estyi. Itiöllisten bakteerien määrä pysyi samana. Itiöllisiä bakteereita ei saatu tuhottua keittämällä eikä fermentoimalla (Klunder ym. 2012).

Jauhomadon tropomyosiinin allergisoivaa vaikutusta saatiin vähennettyä kuumentamalla ja *in vitro*-sulatuksella (tai entsyymien avulla), mutta ei kokonaan poistettua (van Broekhoven ym. 2016).

4. Johtopäätökset

Hyönteisistä valmistetun rehun ja elintarvikkeiden mikrobiologisten ja kemiallisten kontaminanttien esiintymiseen vaikuttavat hyönteislaji, tuotantomenetelmä, rehu, kasvuvaihe, jolloin hyönteiset on lopetettu käyttöä varten sekä hyönteisten prosessointimenetelmät. Merkittävin näistä tekijöistä on rehu. Kun käytetään elintarvike- tai rehuvaatimukset täyttäviä rehuaineita ja huolehditaan tuotantohygieniasta, hyönteisten ruokinnan riski ei ole suurempi kuin muiden elintarviketuotantoeläinten kasvatuksessa hyväksytyillä elintarvikkeilla tai rehuilla. Käytettäessä muita materiaaleja lämpökäsittelyn avulla voidaan vähentää riskiä, kunhan otetaan huomioon itiöllisten bakteerien aiheuttamat riskit. EFSA:n (2015) riskinarvioinnissa ruokajätettä pidettiin hyväksyttävänä hyönteisten rehuna (ks. 2. Hyönteistuotannon hygieniavaatimukset, D, keittiöiden ruokajäte). Ruokajätteellä tarkoitetaan kaikkea ravintoloista, pitopalveluista ja keittiöistä (myös keskuskeittiöt ja kotitalouksien keittiöt) peräisin olevaa jäteruokaa, joka on ollut ruokailussa esillä. Suomessa on ruokajätteen käyttö kiellettyä elintarviketuotantoeläinten ruokinnassa, sillä eläin- ja kasviperäistä jätettä on mahdotonta pitää erillään toisistaan ja eläinperäinen jäte voi levittää muun muassa suu- ja sorkkatautia sekä sikaruttoa.

Hyönteisten tuotantotapa voi olla kriittinen tekijä, joka voi aiheuttaa rehusta tulevan kontaminaation tuotteisiin. Hyönteisillä, joita kasvatetaan lyhyemmän aikaa, haitallisten aineiden kertymä on pienempi kuin pidempään kasvatetuilla. Rehun valinnalla voidaan vaikuttaa kemiallisten kontaminanttien määrään hyönteisissä. Kontaminanttien siirtymisestä hyönteisiin on kuitenkin vähän tutkimustietoa saatavilla. Kadmiumin ja muiden raskasmetallien kertymisestä hyönteisiin on kuitenkin näyttöä.

Tutkimustietoa hyönteisten aiheuttamista biologisista ja kemiallisista vaaroista rehun ja elintarvikkeiden tuotannossa tarvitaan lisää vaarojen arvioimiseksi.

Lähitulevaisuuden tavoitteina on mm.:

- Analyysimenetelmien kehittäminen hyönteisproteiinin erottamiseksi muusta eläinvalkuaisesta
- Hyönteisten kasvatukseen käytettävien rehujen kehittäminen niin, että ne paremmin palvelevat kiertotaloutta, kuten entiset elintarvikkeet ja elintarvike- ja rehuteollisuuden sivutuotteet. EFSA:n (2015) mukaan turvallisuusarviointia ja tutkimusta tarvitaan lisää.

Viitteet

- ANSES (French Agency for Food, Environmental and Occupational Health & Safety) 2014. On the use of insects as food and feed and the review of scientific knowledge on the health risks related to the consumption of insects. ANSES Opinion Request No. 2014-SA-0153. Viitattu 6.4.2018. Saatavissa internetistä: <https://www.anses.fr/en/system/files/BIORISK2014sa0153EN.pdf>.
- van Broekhoven, S., Bastiaan-Net, S., de Jong, N. W., & Wichers, H. J. (2016). Influence of processing and in vitro digestion on the allergic cross-reactivity of three mealworm species. *Food Chemistry*, 196, 1075-1083.
- EFSA Scientific Committee. 2015. Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed. Scientific opinion. *EFSA Journal* 13:4257. doi:10.2903/j.efsa.2015.4257.
- Erens, J., Es van, S., Haverkort, F., Kapsomenou, E. & Luijben, A. 2012. Project 1052: A Bug's Life – Large-scale insect rearing in relation to animal welfare. Wageningen UR. Viitattu 6.4.2018. Saatavissa internetistä: <http://venik.nl/site/wp-content/uploads/2013/06/Rapport-Large-scale-insect-rearing-in-relation-to-animal-welfare.pdf>
- Evira n.d. *Escherichia coli* / EHEC (VTEC / STEC) ruokamyrkytysten aiheuttajana. Viitattu 4.3.2016. Saatavissa internetistä: www.evira.fi/portal/fi/elintarvikkeet/tietoa+elintarvikkeista/elintarvikevaarat/ruokamyrkytykset/ruokamyrkytyksia+aiheuttavia+bakteereja/escherichia+coli/
- Evira 2007. Eviran ohje HACCP-järjestelmän soveltamisesta ja sitä koskevista asiakirjoista rehualan toimijoille. Toimintaohje REHU 801/1. Rehu- ja lannoitevalvontayksikkö. Viitattu 4.3.2016. Saatavissa internetistä: www.evira.fi/globalassets/elaimet/rehut/ohjeet/rehu_801_1.pdf
- Evira 2010. Elintarvikkeiden mikrobiologiset vaarat. Eviran julkaisuja 1/2010. Saatavissa internetistä: https://www.evira.fi/globalassets/tietoa-evilasta/julkaisut/julkaisusarjat/elintarvikkeet/elintarvikkeiden_mikrobiologiset_vaarat.pdf
- Evira 2013. *Clostridium perfringens*. Viitattu 1.3.2016. Saatavissa internetistä: www.evira.fi/portal/fi/elintarvikkeet/tietoa+elintarvikkeista/elintarvikevaarat/ruokamyrkytykset/ruokamyrkytyksia+aiheuttavia+bakteereja/clostridium+perfringens/
- Evira 2016a. Kirjanpito- ja muut vaatimukset rehujen alkutuotannossa. Viitattu 6.4.2018. Saatavissa internetistä: www.evira.fi/portal/fi/elaimet/rehut/rehualan+toiminta/viljelijat+ja+kotielaintuottajat/kirjanpito+ja+muut+vaatimukset+rehujen+alkutuotannossa
- Evira 2016b. Tuotantoeläimet. Viitattu 6.4.2018. Saatavissa internetistä: [\(www.evira.fi/elintarvikkeet/alkutuotanto/elaimista-saatavat-elintarvikkeet/tuotantoelaimet/](http://www.evira.fi/elintarvikkeet/alkutuotanto/elaimista-saatavat-elintarvikkeet/tuotantoelaimet/)
- Evira 2017a. Hyönteisiä rehuksi. Tiedote 30.6.2017. Dnro Evira/3740//0405/2017. Viitattu 6.4.2018. Saatavissa internetistä: www.evira.fi/globalassets/elaimet/rehut/tiedotteet/tied2017/tiedote_3740_0405_2017.pdf
- Evira 2017b. Elintarvikkeiden mikrobiologiset vaatimukset, komission asetuksen (EY) No 2073/2005 soveltaminen. Ohje elintarvikealan toimijoille. Eviran ohje 10501/2. Viitattu 6.4.2018. Saatavissa internetistä: www.evira.fi/globalassets/tietoa-virasta/julkaisut/oppaat/mikrob_vaatimukset/eviran_ohje_10501_2.pdf
- Evira 2018a. Hyönteiset elintarvikkeena. Eviran ohje 10588/2. Saatavissa internetistä: https://www.evira.fi/globalassets/tietoa-evilasta/lomakkeet-ja-ohjeet2/elintarvikkeet/eviran_ohje_10588_2_fi.pdf
- Evira 2018b. Hyönteiset elintarvikkeina. Viitattu 17.1.2018. Saatavissa internetistä: www.evira.fi/elintarvikkeet/valmistus-ja-myynti/elintarvikeryhmat/hyonteiset/
- FASFC (Federal Agency for the Safety of the Food Chain) 2014. Food safety aspects of insects intended for human consumption (SciCom dossier 2014/04, SHC dossier No 9160. Viitattu 6.4.2018. Saatavissa internetistä: www.afsca.be/scientificcommittee/opinions/2014/_documents/Advice14-2014_ENG_DOSSIER2014-04.pdf
- Feedipedia n.d. Insects. Viitattu 2.3.2016. Saatavissa internetistä: www.feedipedia.org/content/feeds?category=17919
- Henry, M., Gasco, L., Piccolo, G., & Fountoulaki, E. 2015. Review on the use of insects in the diet of farmed fish: Past and future. *Animal Feed Science & Technology* 203: 1-22.
- 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. *FAO Forestry paper* 171. Viitattu 6.4.2018. Saatavissa internetistä: www.fao.org/docrep/018/i3253e/i3253e.pdf

- Jansson, A. & Berggren, A. 2015. Insects as Food – Something for the Future? A report from Future Agriculture. Uppsala, Swedish University of Agricultural Sciences (SLU). Viitattu 6.4.2018. Saatavissa internetistä: www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/fr-lantbr/publikationer/insects_as_food_2015.pdf
- Klunder, H. C., Wolkers-Rooijackers, J., Korpela, J. M., & Nout, M. J. R. 2012. Microbiological aspects of processing and storage of edible insects. *Food Control* 26: 628-631.
- Koeleman, E. 2015. Does the EFSA's opinion pave the way for insect protein?. Viitattu 2.3.2016. Saatavissa internetistä: www.allaboutfeed.net/New-Proteins/Articles/2015/11/Does-EFSAs-opinion-pave-the-way-for-insect-protein-2713969W/
- Koeleman, E. 2016. New insect protein plant planned for 2016. Viitattu 2.3.2016. Saatavissa internetistä: www.allaboutfeed.net/New-Proteins/Articles/2016/3/New-insect-protein-plant-planned-for-2016-2769547W/
- Lehto, M., Salminen, P., Valtari, H. ja Venelampi, O. (toim.) 2012. Opas pienteurastamon sivutuotteiden hyödyntämisestä ja hävittämisestä. Ruoka-Suomi teemaryhmän julkaisu 1/2012. Viitattu 1.3.2016. Saatavissa internetistä: www.evira.fi/globalassets/tietoa-evirasta/julkaisut/opaat/pienteurastamojen_sivutuoteopas_2016_netti.pdf
- Lehto, M., Mäki, M., Kuisma, R. ja Kymäläinen, H.-R. 2015. Hyvän käytännön ohje tuorekasviksia pilkkoville yrityksille. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 10/2015. urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-009-2
- Makkar, H. P. S., Tran, G., Heuzé, V., & Ankers, P. (2014). State-of-the-art on use of insects as animal feed. *Animal Feed Science and Technology* 197: 1–33.
- Markkula, I. n.d. Kotisirikka. Viitattu 6.4.2018. Saatavissa internetistä: www.vieraslajit.fi/fi/lajit/MX.43193/show
- Martin, R. D., Rivers, J. P. W., & Cowgill, U. M. (1976). Culturing mealworms as food for animals in captivity. *International Zoo Yearbook*, 16: 63–70.
- MMM 2017. Suomi sallii hyönteisten pääsyn elintarvikemarkkinoille. MMM tiedote. Viitattu 17.1.2018. Saatavissa internetistä: mmm.fi/artikkeli/-/asset_publisher/suomi-sallii-hyonteisten-paasyn-elintarvikemarkkinoille
- Ministry of Environment and Food, Danish Veterinary and Food administration. 2017. Insects – rearing and use as feed and food in Denmark and the EU – what is allowed and what is not. FN: 2015-29-119-00372. Updated 28 November 2017.
- NVWA (The Netherlands Food and Consumer Product Safety Authority) 2014. Advisory report on the risks associated with the consumption of massreared insects. Advice from the director Office for Risk Assessment and Research. md5:f6ba75747cdb627f806bfb3ab370f459.
- Piha, S., Pohjanheimo, T., Lähteenmäki-Uutelala, A., Křečková, Z. & Otterbring, T. 2016. The effects of consumer knowledge on the willingness to buy insect food: An exploratory cross-regional study in northern and central Europe. *Food Quality and Preference*. doi.org/10.1016/j.foodqual.2016.12.006
- Rehuteollisuusyhdistys 2009. Hyvät teollisen rehuntuotannon toimintatavat-ohje. Viitattu 6.4.2018. Saatavissa internetistä: www.etl.fi/media/aineistot/suosituksset-ja-ohjeet/hyvät_tuotantotavat_rehu.pdf
- Rumpold, B. A., & Schlüter, O. K. (2013a). Potential and challenges of insects as an innovative source for food and feed production. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 17: 1–11.
- Rumpold, B. A., & Schlüter, O. K. (2013b). Nutritional composition and safety aspects of edible insects. *Molecular Nutrition & Food Research* 57: 802–823.
- Smith, R. & Pryor, R. 2013. Work Package 5: Pro-Insect Platform in Europe. Deliverable 5.1 – Mapping Exercise Report with regard to current Legislation & Regulation: Europe and Africa & China. Viitattu 3.3.2016. Saatavissa internetistä : www.proteinsect.eu/uploads/media/D5.1t-FINAL.pdf
- van der Spiegel, M., Noordam, M. Y., & Fels-Klerx, H. (2013). Safety of novel protein sources (insects, microalgae, seaweed, duckweed, and rapeseed) and legislative aspects for their application in food and feed production. *Comprehensive Reviews in Food Science & Food Safety* 12:662.
- Tuiskula-Haavisto, M. 2016. Hyönteisten käyttöä rehuna koskeva lainsäädäntö. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 44/2016. urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-280-5
- Vantomme, P., Mertens, E., van Huis, A. & Klunder, H. 2012. Assessing the Potential of Insects as Food and Feed in assuring Food Security. Summary report. FAO. Viitattu 10.2.2016. Saatavissa internetistä : www.fao.org/docrep/015/an233e/an233e00.pdf
- Veldkamp, T., van Duinkerken, G., van Huis, A.O, Lakemond, C.M.M., Ottevanger, E., Bosch, G. & van Boekel, M.A.J.S. 2012. Insects as a sustainable feed ingredient in pig and poultry diets – a feasibility study. Report 638. Wageningen UR Livestock Research. edepot.wur.nl/234247

Määritelmiä ja lyhenteitä

Alkutuotanto

Alkutuotannolla tarkoitetaan alkutuotannon tuotteiden tuotantoa, kasvatusta ja viljelyä sekä sadonkorjuuta. Alkutuotantoa on myös kasvisten pesu ja pakkaaminen.

Elintarvike

Elintarvike on mikä tahansa aine tai tuote, myös jalostettu, osittain jalostettu tai jalostamaton, joka on tarkoitettu tai jonka voidaan kohtuudella olettaa tulevan ihmisten nautittavaksi.

HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points)

HACCP on järjestelmä, jonka avulla ennakoivasti tunnistetaan, arvioidaan ja hallitaan elintarvike- ja rehuturvallisuuden kannalta merkittäviä vaaroja.

Hallinta (control)

Hallinta on oikeiden menettelyjen soveltamista ja HACCP-ohjelmassa määritettyjen vaatimusten täyttymistä sekä toimintaa, jolla varmistetaan vaatimusten täytyminen.

Hallintapiste (CP, Control Point)

Hallintapiste on työvaihe, jolla on erityistä merkitystä turvallisuuden kannalta, mutta joka ei täytä kriittisen hallintapisteen (CCP) tunnusmerkkejä. Hallintapisteissä on joku mitattava ominaisuus.

Jäljitettävyys

Jäljitettävyysjärjestelmän avulla voidaan yhdistää toisiinsa tiedot saapuneista ja lähteneistä eristä riittävällä tarkkuudella.

Jäämä

Jäämä on elintarvikkeeseen jäänyt vierasaine tai -yhdiste.

Kontaminaatio

Kontaminaatio on ei-toivottu tekijä elintarvikkeessa, esim. haitallinen kemikaali tai mikrobi (saastuminen).

Kriittinen hallintapiste (CCP, Critical Control Point)

CCP on vaihe, johon hallinta voidaan kohdistaa ja joka on oleellisen tärkeä elintarvike- ja rehuturvallisuutta uhkaavan vaaran estämiseksi, poistamiseksi tai vähentämiseksi hyväksyttävälle tasolle.

Oma-valvonta

Oma-valvonta on elintarvikealan toimijan oma järjestelmä, jolla toimija pyrkii varmistamaan, että elintarvike, alkutuotantopaikka ja elintarvikehuoneisto sekä siellä harjoitettava toiminta täyttävät niille elintarvikemääräyksissä asetetut vaatimukset.

PAP (Processed Animal Protein)

Sivutuotelainsäädännössä eläimistä saatava, käsitelty eläinvalkuainen.

Prosessointi

Prosessointi tarkoittaa tässä ohjeessa hyönteisten käsittelyä esimerkiksi rasvan erottamista.

Rehu

Mikä tahansa suun kautta tapahtuvaan eläinten ruokitaan tarkoitettu aine tai tuote, mukaan lukien lisäaineet, riippumatta siitä, onko se jalostettu, osittain jalostettu vai jalostamaton.

Rehuhygienia

Kaikki toimenpiteet ja vaatimukset, jotka ovat tarpeen vaarojen hallitsemiseksi ja sen varmistamiseksi, että rehu sopii eläinten ravinnoksi, ottaen huomioon sen käyttötarkoitus.

Riski

Riski on mahdollisuus tai todennäköisyys vaaran aiheuttaman kielteisen terveysvaikutuksen toteutumiselle.

Vierasaine

Vierasaineet ovat aineita, jotka eivät ole elintarvikkeen valmistus- tai lisäaineita. Vierasaineet voivat tehdä elintarvikkeen ihmisen terveydelle vahingolliseksi tai elintarvikkeeksi kelpaamattomaksi. Elintarvikkeissa esiintyvillä vierasaineilla on asetettu sallitut enimmäismäärät, joita viranomaiset valvovat. (Lehto ym. 2015)



luke.fi

Luonnonvarakeskus
Latokartanonkaari 9
00790 Helsinki
puh. 029 532 6000