

# Opas aloittavalle jauhopukki- kasvattajalle

Tutkimushankkeen loppuraportti

SATU KIVIMÄKI, SUSANNE HEISKA, NEA VIRTA, MIIKA TAPIO JA ULLA MOILANEN

**HAMK**  
HÄMEEN AMMATTIKORKEAKOULU  
HÄME UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

**R1  
UN** REGIONAL  
UNIVERSITY  
NETWORK  
EUROPEAN UNIVERSITY



# Opas aloittavalle jauhopukkikasvattajalle

## Tutkimushankkeen loppuraportti

Satu Kivimäki<sup>1</sup>, Susanne Heiska<sup>2</sup>, Nea Virta<sup>1</sup>, Miika Tapio<sup>2</sup> ja Ulla Moilanen<sup>1</sup>

<sup>1</sup>HAMK

<sup>2</sup>Luke

e-julkaisu

ISBN 978-951-784-843-5

CC-BY-SA-4.0

### **JULKAISIJA – PUBLISHER**

Hämeen ammattikorkeakoulu

PL 230

13101 HÄMEENLINNA

puh. (03) 6261

[julkaisut@hamk.fi](mailto:julkaisut@hamk.fi)

[www.hamk.fi/julkaisut](http://www.hamk.fi/julkaisut)

Hämeenlinna, tammikuu 2023

Hyönteisalalan kehitys on ollut viime vuosina vauhdikasta ja erityisen merkitsevä tapahtuma koettiin loppuvuodesta 2017, kun Suomi muutti tulkintaansa Euroopan Unionin uuselintarvikeasetuksesta ja salli hyönteisten käytön ravintona tietyin edellytyksin. Hyönteisiin liittyvää kasvatustoimintaa sekä kokeilevaa tuotekehitystä ja tutkimustyötä oli tehty kasvavassa määrin mm. yrityksissä, Luonnonvarakeskuksessa (Luke) ja Hämeen ammattikorkeakoulussa (HAMK). Samaan aikaan hyönteisalalan toimijoiden, kuluttajien ja opiskelijoiden kiinnostus alaa kohtaan kasvoi ja tarve osaamisen lisäämiseen ja keskittämiseen oli hyvin ajankohtaista. Hyönteisosaamiskeskus Hämeeseen (HämIncent) -hankkeen käynnistäminen oli erityisen perusteltua jo olemassa olevan osaamisen rakentamiseksi ja keskittämiseksi HAMKin ja Luken välille.

Yksi HämIncentin keskeisiä tavoitteita oli luoda hyönteisalalan toimijoiden kanssa yhteisiä toimintamalleja, joka näkyy tiiviinä ja laaja-alaisena yhteistyönä opetuksen, tutkimuksen, neuvonnan sekä yrittäjien ja muun elinkeinoelämän välillä. Tämä julkaisu perustuukin HämIncentissa kerättyyn materiaaliin ja se on koottu yritystoimeksiannon pohjalta. Hanketoimijat kiittävät Hämeen ammattikorkeakoulun bio- ja elintarviketekniikan opiskelijoita Jonna Airisniemeä, Janne Ketosta ja Veera Volasta heidän panoksestaan tämän oppaan selvitystyöhön ja kiinnostukseen hyönteisalaa kohtaan. Haluamme myös kiittää teitä yrittäjiä, joiden kanssa olemme saaneet tehdä yhteistyötä.

HämIncent-hanke toteutettiin Hämeen ammattikorkeakoulun ja Luonnonvarakeskuksen yhteistyönä vuosien 2018–2020 aikana. Hanketta rahoitettiin Euroopan aluekehitysrahaston Vipuvoimaa EU:lta kehittämishjelmasta 2014–2020.



# Sisällys

1.	Johdanto .....	5
2.	Jauhopukki ( <i>Tenebrio molitor</i> ) .....	7
3.	Tuotteet ja arvoverkko.....	9
	3.1 Tuotteita.....	9
	3.2 Arvoverkko .....	11
4.	Liiketoimintamallit .....	14
5.	Lait ja säädökset.....	18
	5.1 Elintarvikelaki .....	18
	5.2 Elintarvikkeiden hygieniaa koskeva asetus.....	19
	5.3 Eläinperäisten elintarvikkeiden hygieniaa koskeva laki .....	19
	5.4 Uuselintarvikeasetus .....	19
	5.5 Rehulaki.....	19
	5.6 Rehuhygienia-asetus .....	19
	5.7 Sivutuoteasetus.....	20
	5.8 TSE-asetus .....	20
	5.9 Muut hyödylliset tietolähteet .....	20
6.	Jauhomatojen kasvatusta ja tuotantomenetelmät.....	20
	6.1 Tuotantotilat .....	20
	6.2 Jauhopukin kasvatusta .....	22
	6.3 Työvaiheet.....	23
7.	Tuotantohygienia ja omavalvontasuunnitelma .....	25
	7.1 Omavalvontasuunnitelma.....	25
	7.2 HACCP .....	26
	7.3 Biologiset vaarat .....	26
	7.4 Kemialliset vaarat.....	27
	7.5 Fysikaaliset vaarat .....	27
	7.6 Allergeenit.....	28
	7.7 Esimerkki HACCP:n käytöstä .....	28
	7.8 Työskentelyhygienia.....	31
	7.9 Jätteenkäsittely .....	32
8.	Loppusanat.....	32
9.	Lähteet .....	34

## Termit ja lyhenteet

<b>CCP</b>	Critical Control Points eli kriittiset kontrollipisteet
<b>EFSA</b>	European Food Safety Authority eli Euroopan elintarviketurvallisuusviranomainen
<b>FAO</b>	The Food and Agriculture Organization of the United Nations eli YK:n elintarvike- ja maatalousjärjestö
<b>Frassi</b>	Hyönteistuotannossa syntyvä kasvatusjäännös, joka sisältää syömätöntä rehua, hyönteisten lantaa, kuolleita hyönteisiä ja kitiinikuoria
<b>HACCP</b>	Hazard Analysis and Critical Control Points, joka tarkoittaa vaarojen arviointia ja kriittisiä hallintapisteitä
<b>HoReCa</b>	HoReCa-lyhenne tulee sanoista Hotels, Restaurants ja Catering eli hotellit, ravintolat ja ateriapalvelut
<b>IPIFF</b>	International Platform of Insects for Food and Feed
<b>OPRP</b>	Operational Prerequisite Programmes on tukijärjestelmä, jolla tähdätään HACCP:n mukaiseen elintarviketurvallisuuteen
<b>PAP</b>	Processed Animal Protein eli prosessoitu eläinvalkuainen
<b>Tekninen käyttö</b>	Hyönteisten tuottaminen muussa kuin elintarvike tai rehukäyttötarkoituksessa

## 1. Johdanto

Viime vuosien aikana kiinnostus vaihtoehtoisia proteiini lähteitä kohtaan on kasvanut maailmanlaajuisesti ja Euroopassa kiinnostus hyönteistaloutta kohtaan alkoi, kun FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) julkaisi vuonna 2013 tietopaketin hyönteistalouden mahdollisuuksista elintarvike- ja rehuteollisuuden turvaamiseksi (van Huis ym. 2013).

Suomi hyväksyi hyönteiset **elintarvikkeena** loppuvuodesta 2017 yhtenä EU:n edelläkävijämaana. Hyönteiset ovat uuselintarvikkeita, joiden markkinointi edellyttää uuselintarvikelupaa. Jauhopukki on yksi elintarvikkeiksi sallituista hyönteislajeista, ja sitä voidaankin siirtymäkaudesta eli 1.1.2019 alkaen markkinoida elintarvikkeena. Siirtymäkauden markkinointilupa on voimassa, kunnes uuselintarvikehakemus on käsitelty, ja kun hakemus hyväksytään, markkinointilupa mahdollistaa jauhopukin markkinoinnin elintarvikkeena koko EU:n alueella. Uuselintarvikelupa-asiat ovat olleet muutoksessa, ja ajankohtainen tieto löytyy [Ruokaviraston](#) Internet-sivuilta.

Hyönteisten elintarvikekäyttö on siirtymäkaudella rajattu kasvatettuihin kokonaisiin hyönteisiin. Hyönteiset voidaan jauhaa tai pilkkoa, mutta niistä ei ole sallittua poistaa osia tai erotella jakeita, esimerkiksi rasvoja, proteiinia tai kitiiniä. Jauhopukista on valmistettu Euroopan elintarvikemarkkinoille muun muassa kuivattuja, paahdettuja ja maustettuja kokonaisia hyönteisiä sisältäviä snackseja. Jauhettua toukkaa on käytetty myös raaka-aineena erilaisissa energia- ja proteiinipatukoissa, leivonnaisissa, pastassa sekä lihaa korvaavissa eineksissä, esimerkiksi nugeteissa. Jauhopukia on lisäksi ollut tarjolla raakapakasteena HoReCa-sektorille. Suomessa jauhopukin tuottajia on vain muutama, ja kuluttajatuotteetkin ovat vielä melko pienessä jakelussa. Hyönteisruokatutkimus on vasta alussa, mutta hyönteisten ravintoainekoostumuksesta ja terveellisyydestä on jo saatu lupaavia tuloksia (Marnila & Heiska, 2019a).

Jauhopukia on saanut käyttää Suomessa elintarviketuotantoeläinten **rehuna** heinäkuusta 2017 alkaen. Tuolloin jauhopukista prosessoituja eläinvalkuaisia (PAP) voitiin käyttää kalojen, sekä turkis- ja lemmikkieläinten rehuissa. Jauhopukin toukasta erotettua rasvaa tai eläviä kokonaisia toukkia on voitu käyttää edellisten lisäksi myös siipikarjan sekä sikojen ruokinnassa. Vuodesta 2021 lähtien myös jauhopukista saatua eläinvalkuaisia on voitu käyttää siipikarjan ja sian rehuissa.

Lemmikkieläinten rehut olivat vuonna 2019 tärkeä hyönteismarkkinan segmentti EU:ssa (IPIFF, 2019b, s. 2). Jauhopukia kasvatetaan erityisesti lintujen, liskojen ja muiden terraarioeläinten ruuaksi, mutta niille on lisäksi auennut erityinen markkinalokero eläintarhaeläinten rehuina (Järvelä ym., 2020, ss. 19–20). Jauhopukin toukkaa tuotetaan esimerkiksi Ranskassa niin suuria määriä, että proteiini- ja rasvajakeet kiinnostavat myös kalarehuteollisuutta. Kalankasvatuksen kasvun sekä

hyönteisten käytön siipikarjan ja sianrehuissa mahdollistavan lainsäädännön vaikutuksesta jauhopukin ja muiden rehuhyönteisten tuotantomäärien ennakoitaan kasvavan nopeasti lähitulevaisuudessa (IPIFF, 2021, s. 1).

Rehuissa hyönteisproteiineilla voidaan korvata niiden sisältämät soija tai kalajauho osittain, mutta rehun aminohappokoostumus on optimoitava huolellisesti ainakin lysiinin, arginiinin, metioniinin ja kysteiinin osalta, joiden pitoisuudet hyönteisissä voivat olla alhaiset (Finke, 2002, s. 275; Hong ym. 2020, ss. 5–6). Myös hyönteisrehujen osalta tutkimus on hyvin nuorta, ja tutkimusmenetelmät ovat edelleen kehitteillä. Tuoreissa tutkimuksissa on kuitenkin saatu viitteitä esimerkiksi broilerin vastustuskykyä vahvistavista vaikutuksista. Hyönteiset voisivat lisäksi sopia rehuissa käytettäviksi lisäaineiksi, sillä vaikutukset broilerin immuunijärjestelmään saadaan aikaiseksi jo pienellä määrällä hyönteisraaka-aineita (0,2–0,3 % osuus rehusta). (Benzertiha ym. 2020, ss. 202–205)

Syötäviä hyönteislajeja on lukuisia, mutta vain osa niistä soveltuu massatuotantoon. Jauhopukin (*Tenebrio molitor*) toukka on yksi elintarvike- ja rehuuotannon massakasvatukseen soveltuvista hyönteislajeista ja sen on osoitettu olevan tehokas resurssien hyötykäyttäjäksi (Joensuu & Silvenius, 2017). Toukan sisältämä valkuainen, rasva ja kitiini voidaan erottaa, ja näille osille kehitetään sovelluksia kosmetiikka- sekä kemianteollisuudessa. Jauhopukia voidaan tuottaa myös teknisiin tarkoituksiin. Jauhopukin tuotannossa syntyy itse toukan lisäksi hyönteisen kitiinikuorista, syömättä jääneestä rehusta, ulosteista ja kuolleista hyönteisistä koostuvaa frassia, eli toukanpurua, josta voidaan valmistaa kierrätyslannoitteita.

Jauhopukin **massakasvatusmenetelmiä** on kehitetty ainakin 1950-luvulta asti, ja kehitys on vauhdittunut huomattavasti viime vuosina, kun länsimaissa on tunnistettu hyönteisten potentiaali uutena raaka-aineena elintarvikkeissa, rehuissa sekä sivuvirtabiomassojen käsittelyssä ja ravinnekierrätyksessä. Euroopassa on suuria hyönteistuottajia, jotka ovat saaneet merkittäviä investointeja pitkälle automatisoitujen kasvatustehtaiden rakentamiseen. Euroopassa on lisäksi pienempiä kasvattamoja, joissa hyönteisiä tuotetaan käsityövaltaisesti ja joissa haetaan kilpailukykyä kapeaan markkinalokeroon erikoistumisella. Kasvatukseen käytetty edistynyt teknologia on pitkälti suojattua, ja avoimeen teknologiaan perustuvat menetelmät ovat käsityövaltaisia.

Hyönteiset voivat tarjota uusia kestäviä ratkaisuja biokiertotalouteen ja hyönteisten massatuotanto mahdollistaa erilaisten sivuvirtojen käsittelyn tehokkaasti arvokkaammiksi tuotteiksi, kuten rehun raaka-aineiksi. Hyönteisistä voidaan saada uusia superfood-innovaatioita, eläinten hyvinvointia lisääviä kotimaisia rehuvalkuaisia tai kasvin puolustuskykyä vahvistavia kierrätyslannoitteita.

Hyönteisalalla on potentiaalia nopeaan kasvuun, mutta uutuus luo myös haasteita. Koska

hyönteisala on vielä melko nuori, tämä opas on koottu kaikille syötävistä hyönteisistä, jauhopukeista tai niiden kasvatuksesta kiinnostuneille lisäämään tietoa alan mahdollisuuksista.

## 2. Jauhopukki (*Tenebrio molitor*)

Jauhopukki on kovakuoriaislaji, joka kuuluu pimikkökuoriaisiin. Aikuinen kuoriainen on musta, noin 1,5–2 cm pituinen ja se on tunnettu jauhopussin tuholaisena, jonka esiintyminen ei ole rajoittunut ainoastaan sisätiloihin. Sitä löytyy myös luonnosta esimerkiksi lahoavista puurakennuksista sekä linnunpesistä. Kellertävää toukkaa voidaan käyttää ravintona tai rehuna.

Jauhopukin tuotantobiologian tutkimus ja geneettinen jalostus ovat vasta alussa, ja kirjallisuudesta löytyy toisistaan poikkeavia tutkimustuloksia jauhopukin elinkierron vaiheista ja lisääntymisestä. Taulukkoon 1 on koottu kirjallisuudesta sekä hyönteiskasvattamovierailuilta kerättyä suuntaa antavaa tietoa jauhopukin tuotantobiologiasta. Arvot ovat kuitenkin yleisluonteisia, ja niissä voi olla suurta tuotanto-olosuhteista riippuvaa vaihtelua. Tehokkaan ja hallittavan tuotantoprosessin kehittämiseksi lisätietoa ja uutta tutkimusta tarvitaan ravinnon, tuotanto-olosuhteiden ja genetiikan vaikutuksista jauhopukin elinkiertoon. Myös prosessin taloudellinen kestävyys on huomioitava, kun kehitetään kasvatuksen tuotantomenetelmiä ja säädetään tuotanto-olosuhteita.



Taulukko 1 Jauhopukin lisääntymissykliin liittyviä tuotantoparametreja. Luvut on poimittu Luonnonvarakeskuksen aiemmista kokoomajulkaisuista, joista löytyy tarkempaa tietoa ja viitteet alkuperäisiin julkaisuihin (Horppu ym. 2017; Niemi ym. 2019; Niemi ym. 2020).

### Jauhopukilla on täydellinen muodonmuutos

- Muna on vaalea, pitkulainen, n. 1,2 mm mittainen, ja sitä on vaikea nähdä silmin muninta-alustasta.
- Toukka luo nahkansa noin 15–27 kertaa optimaalisissa olosuhteissa ja kasvaa lopulta noin 3 cm:n mittaiseksi.
- Viimeisessä nahanluonnissa muodostuu kotelo. Kotelovaiheessa on mahdollista erottaa koiraat ja naaraat toisistaan silmin.
- Kotelosta kuoriutuu vaalea aikuinen, joka muuttuu vähitellen kullanuskeaksi ja parissa päivässä se saa mustan värin.

### Lisääntymissykli voi kestää kuukausia

- Optimaalisissa lämpötilaolosuhteissa (25–27,5 °C) kehityssyklin pituus on 80–84 vuorokautta.
- Lämpötilan noustessa yli 30 °C kehitys voi nopeutua, mutta toukkavaiheita on enemmän ja massa jää usein lopulta pienemmäksi.
- Suomen luonnossa kehitys vie 1–2 vuotta.
  - Talvehtii kotelona.
- Esimerkkejä kirjallisuudesta:
  - Aikuinen jauhopukki elää tyypillisesti 32, mutta jopa yli 140 vuorokautta.
  - Munan hautumisen kesto on noin 4 vuorokautta.
  - Toukkavaiheen kesto on 25–60 vuorokautta.
  - Kotelovaiheen kesto on 6–18 vuorokautta.
  - Aika kuoriutumisesta muninnan alkuun kestää noin 3 vuorokautta.

### Lisääntyminen on tehokasta

- Naaras aloittaa munimisen muutaman päivän kuluttua kuoriutumisesta.
- Naaras munii munat muutaman munan ryppäissä, 5–8 munaa päivässä.
- Muninta on tehokasta muutama viikko kuoriutumisen jälkeen, munintahuippu osuu tyypillisesti viikolle 11.
- Munintateho heikkenee naaraan vanhetessa.
- Koko munintakausi voi kestää 40–50 vuorokautta.
- Naaras voi munia yhteensä 400–500 munaa.
- Tiheydellä, ravinnolla ja sukupuolijakaumalla on vaikutusta muninnan tehoon, mutta saatavilla oleva tieto on ristiriitaista.

## 3. Tuotteet ja arverkko

### 3.1 Tuotteita

**Lemmikkieläinten rehu** on merkittävä hyönteismarkkinan segmentti Euroopassa. Ensimmäisten jauhopukin toukista valmistettujen tuotteiden joukossa Euroopan markkinoilla ovat olleet villien pikkulintujen ulkoruokintaan tarkoitettut kuivatut toukat sekä toukkia sisältävät rasvapallot. Suomessa myydään eläviä jauhopukintoukkia lemmikkieläinten, kuten liskojen, siilien tai lintujen rehuksi. Tarjolla on myös pieniä määriä kuivattuja kokonaisia jauhopukin toukkia.

Jauhopukin toukka on monelle lemmikkieläinlajille tyypillistä ravintoa ja jotkin terraarioeläimet tarvitsevat ravintonsa elävänä. Jauhopukin toukkaa voidaan käyttää myös osana esimerkiksi kissan- tai koiranruokia, mutta jauhopukin pienet tuotantomäärät ja epävarma saatavuus ovat olleet esteenä jauhopukin laajalle käytölle osana lemmikkieläinruokateollisuutta. Edellisen parin vuoden aikana useat eurooppalaiset yritykset ovat investoineet jauhopukin tuotantomäärien kasvattamiseen, ja parantunut saatavuus voi edistää toukasta valmistettujen lemmikkieläinruokamarkkinoiden kehittymistä.

Terraarioeläinten lisäksi hyönteispohjaisia lemmikkieläinruokia on levittäytynyt myös muiden eläinten ravinnetuotteisiin, kuten mustasotilaskärpäsen toukkaa sisältäviin kissan- ja koiranruokatuotteisiin. Tuotteiden markkinointi on suunnattu esimerkiksi ympäristötietoiselle lemmikinomistajalle, joka haluaa valita myös lihansyöjälemmikilleen kestävästä eläinproteiinia ja -rasvaa sisältäviä tuotteita. Jotkin tuotteet ovat valmistettu käyttämällä hyönteistä ainoana rehusta löytyvänä proteiinilähteenä. Tällaisia tuotteita voidaan markkinoida myös allergisten lemmikkien omistajille, jotka hakevat lisäarvoa lemmikkinsä hyvinvoinnista.

Jauhopukia käytetään lisäksi **elintarviketuotantoeläinten rehuissa**. Rehuraaka-ainetuotantoa löytyy erityisesti Keski-Euroopasta, Suomessa tuotantoa ei vielä ole. Hyönteisillä voidaan korvata rehujen tuontiproteiineja ja edistää näin rehujen kestävästä kehitystä. Jauhopukin toukkia tutkitaan jatkuvasti, ja tutkimuksissa on saatu lupaavia viitteitä niiden vaikutuksista eläinten hyvinvointiin (Heckmann ym., 2018).

Suomen markkinoilla on ollut vain muutama kotimaisista jauhopukintoukista valmistettu **elintarvike**. Eurooppalainen verkkokauppavalikoima on kuitenkin laaja, ja sitä kautta saatavilla on kymmeniä erilaisia jauhopukkituotteita. Tavallisimpia ovat paahdetut ja jauhetut kokonaiset toukat. Jauhetusta jauhopukintoukasta on valmistettu myös esimerkiksi välipalapatukoita sekä pastaa. Hollannissa ja Sveitsissä on lisäksi markkinoilla jauhopukintoukista valmistettuja valmisruokia, kuten burgereita ja kroketteja.

Hyönteiselintarvikkeiden markkinat ovat vasta rakentumassa ja kuluttajakohderyhmä on vielä hyvin kapea. Pelkkä uutuus tai jännittävyys ei luo pitkäaikaista kysyntää, joten hyönteistuotteille on haettu kuluttajan hyväksyntää esimerkiksi ympäristöystävällisyydestä sekä eettisyydestä. Elintarvikkeelle tärkeitä arvoja ovat myös terveellisyys, turvallisuus, herkullisuus ja houkuttava ulkomuoto. Ennen kuin terveys- ja kestävyysväittämiä voidaan käyttää osana markkinointia, tarvitaan vielä kuitenkin paljon tutkimusta.

Sveitsissä voidaan tuottaa luomusertifioitua jauhopukkaa, ja hyönteiselintarvikkeita markkinoidaan luomuna. EU:ssa hyönteistuotannon luomusertifiointi ei ole kuitenkaan toistaiseksi mahdollinen. Suomessa jauhopukista valmistettuja elintarvikkeita markkinoidaan ainakin Hyvää Suomesta -alkuperämerkillä, ja hyönteistuotteille voi hakea EntoTrust-sertifiointia (Entotrust, n.d.), jonka kriteereinä ovat muun muassa hyönteistuotteen elintarviketurvallisuus, korkea hygieeninen laatu sekä tuotteen kestävyys niin ekologisista kuin sosiaalisistakin näkökulmista. EU:ssa on markkinoilla ainakin EntoTrust-sertifioitua pastaa, jossa jauhopukin toukka on ollut osa raaka-aineluetteloa.

**Jauhopukin frassi** eli kasvatusjäännös on merkittävä jauhopukintuotannon ravinnekierätyksessä hyödynnettävä sivuvirta, ja sillä voidaan uusimpien tutkimusten mukaan korvata mineraalilannoitteita osittain tai jopa kokonaan (Houben ym. 2020, ss. 2–3, 6). Frassin käyttö lannoitteena edellyttää sivutuoteasetuksen mukaista käsittelyä, eli 60 minuutin kuumennusta 70 °C:n lämpötilassa. Frassin markkinointi lannoitteena edellyttää lisäksi, että tuote on tasalaatuinen, turvallinen, käyttötarkoitukseen soveltuva, ja että sillä on lannoitus- tai maanparannusvaikutus. Tavanomaisesta jauhopukkituotannosta saatu frassilannoitetta voidaan käyttää myös luomuviljelyssä. Jauhopukin frassi sisältää kitiiniä, jonka hajoamistuotteella kitosaanilla on kasvin puolustusta vahvistavia vaikutuksia (El Hadrami ym. 2010, s. 969). Hyönteislannoitteista voi löytyä tulevaisuudessa uusia mahdollisuuksia kasvinterveyden edistämiseen ilman kemiallisia torjunta-aineita. Jauhopukin frassista valmistettua lannoitetta valmistaa ja markkinoi kaupallisessa mittakaavassa mm. ranskalainen Ynsect.

**Jauhopukin frassista** ei valmisteta vielä Suomessa lannoitteita, mutta Euroopan markkinoilta lannoitukseen ja maanparannukseen tarkoitettuja tuotteita löytyy sekä jauhemaisena että pelletöitynä. Osa lannoitteista sopii myös luomuviljelyyn. Frassilla voidaan korvata kokonaan tai osittain mineraalilannoitteita ja tehostaa ravinnekierätystä. Frassin sisältämällä kitiinillä on todettu kasvinterveyttä edistäviä vaikutuksia, ja täten frassin käyttö lannoitteena voisi auttaa vähentämään agrokemikaalien käyttöä. Hyönteislannoitteita on suunnattu sekä kotipuutarhurille että ammattimaiselle kasvintuottajalle, ja hyönteislannoite luo arvoa tarjoamalla vaihtoehtoja kestävään

kasvintuotantoon. Suomessa Biolan hyödyntää jo sirkkatuotannosta syntyvää frassia, joten voisi olla oletettavissa myös jauhopukkifrassin laajempi hyödyntäminen, kun jauhopukkien tuotanto Suomessa kasvaa.

Jauhopukkia on mahdollista tuottaa myös **teknisiin tarkoituksiin**, esimerkiksi kosmetiikka- sekä kemianteollisuuden raaka-aineeksi. Jauhopukista voidaan erotella rasvat, proteiini ja kitiini omiksi jakeikseen, joille löytyy erillisiä sovellusmahdollisuuksia teollisuudesta. Jauhopukin teknisissä sovelluksissa on potentiaalia, ja näitä käyttökohteita tutkitaan, mutta Suomessa jauhopukkia ei vielä hyödynnetä teknisissä tarkoituksissa.

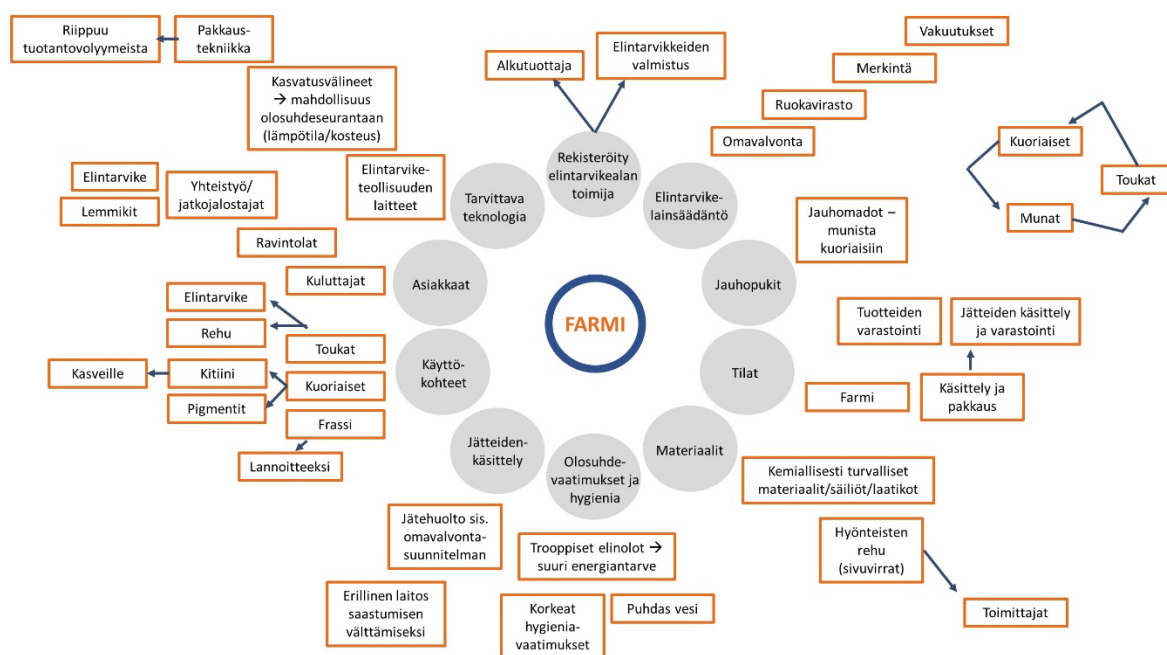
### 3.2 Arvoverkko

Hyönteistuotannosta ja -tuotteista haetaan ratkaisuja erityisesti ruokajärjestelmien kestävyteen. Kestävyys ja eettisyys ovat tärkeitä arvoja kaikkien tässä tarkasteltujen tuotteiden elinkaareissa, ja kestävä alkutuotanto luo lisäarvoa koko tuotteen arvoketjuun aina loppukäyttäjälle asti.

Hyönteisproteiinissa nähdään vaihtoehtoinen proteiininlähde eläinperäiselle proteiinille, ja soijapohjaisen proteiinin mahdollinen korvaaja käytettäväksi sekä eläinten rehussa että suoraan elintarvikkeena. Hyönteisten kokemasta stressistä ja kivusta on vain vähän tieteellistä tutkimusta, ja tietämyksessä on puutteita kokevatko hyönteiset hyvinvointia tai kipua (IPIFF, 2019a, s. 2).

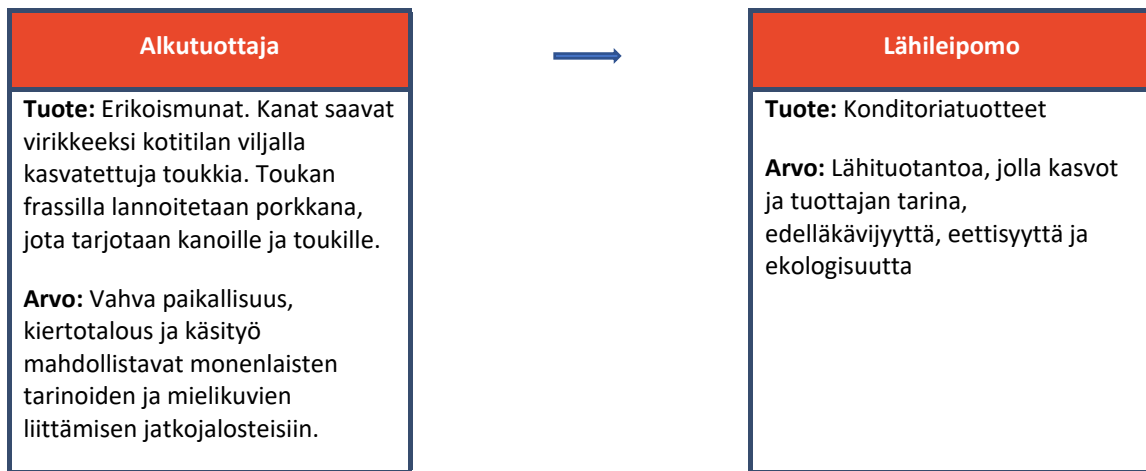
Kilpailukykyisen tuotannon suunnittelun kannalta on tärkeä ymmärtää asiakkaan hakema arvo ketjun jokaisessa vaiheessa. Alla esimerkkinä käsitekartta jauhopukin tuotannon arvoverkosta (Kuva 1).

Kuva 1 Käsitekartta jauhopukin arvoverkosta.

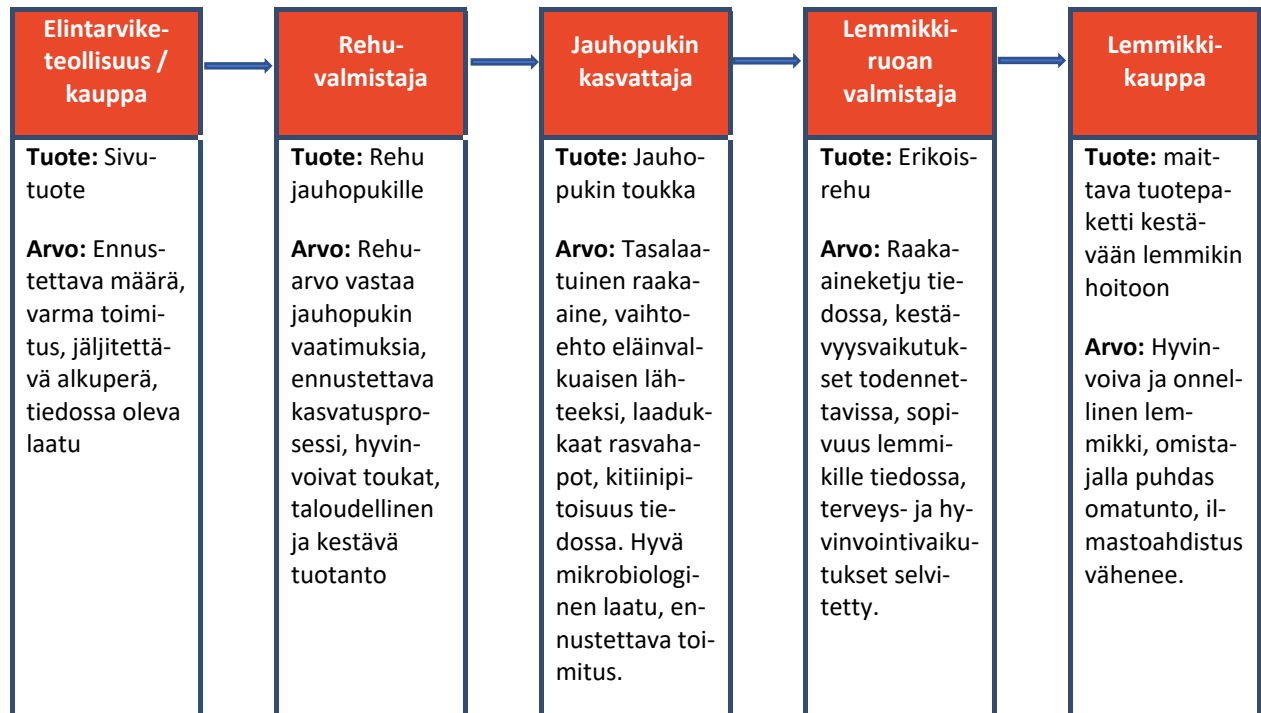


Edellä esitetystä arvoverkosta voidaan löytää ketjuja, jotka selventävät erityyppisten liiketoimintaratkaisujen arvontuotantoa asiakkaalle ja edelleen asiakkaan asiakkaalle. Alla on esitetty kaksi erilaista arvoketjuesimerkkiä (Taulukko 2 ja 3). Ensimmäisessä esimerkissä arvoa ketjuun luo erityisesti paikallisuus, käsityö ja tarina. Toisessa esimerkissä ympäristöystävällisyys ja kiertotalouden tehokkuusnäkökulmat ovat tärkeä koko ketjun läpäisevä arvo.

Taulukko 2 Lyhyt arvoketju, jossa jauhopukin alkutuottaja tuottaa hyönteisiä omalla tilallaan syntyvien rehuvirtojen avulla, ja hyödyntää hyönteisiä myös onnellisen kanan virikerehuna. Tuotantomäärät ovat pieniä ja tuotteet ovat suunnattu tiedostavalle kuluttajaryhmälle, joka on kiinnostunut eläinten hyvinvoinnista. Kilpailuvaltit haetaan erikoistumisesta.



Kuva 3 Pitkä arvoketju, jossa jauhopukin tuottaja hyödyntää paikallista sivutuotetta ja luo lisäarvoa pitkälle arvoketjuun tuotannon kestävyydellä ja kiertotaloudella. Arvoketjun tuotantomäärät ovat suuria ja kilpailuetua haetaan suurtuotannosta, edullisista sivuvirroista sekä kiertotaloudesta.



Koska hyönteistuotanto on Suomessa melko uutta, ja jauhopukin kasvatusta on kokeiltu vasta pienessä mittakaavassa, alalle suuntaavan alkutuottajan on varauduttava rakentamaan aktiivisesti myös toimitusketjuja ja yhteistyötä muiden yrittäjien kanssa. Toistaiseksi jauhopukin kasvatukseen ei ole tarjolla valmista kaupallista aloituspakettia, vaan aloittavan yrityksen on ratkottava tuotantoympäristöön, teknologiaan, toimitusketjuihin ja lopputuotteen markkinointiin liittyvät haasteet. Kun alalle tulee uusia toimijoita ja tuotantomäärät kasvavat, edelläkävijäyrityksiin kertynyt osaaminen voi olla muotoiltavissa uusiksi tuotteiksi tai palveluiksi, esimerkiksi

- hyönteisten alkupopulaatiot ja niiden valinta/jalostus
- laitteistot ja teknologia
- rehusekoitukset hyönteisille
- konsultointi, koulutus
- lomituspalvelut
- riskinhallintapalvelut
- tuotantosopimukset, ostos, myynti ja markkinointi
- logistiikka ja välivarastointi
- jatkojalostus ja prosessointi
- kansainvälistymisen tuki.

Jauhopukin toukan alkutuotantoa tukevat tuotteet ja palvelut vaikuttavat myös lopputuotteen kestävyteen ja eettisyyteen. Kun tuotantoketjussa on useampi toimija, jokaisen toiminta vaikuttaa lopputuotteen käyttäjälleen luomaan arvoon. Uudella tuotannonalalla suorat asiakkaat eivät välttämättä tiedä miksi vanhan tuotteen tai raaka-aineen korvaus uudella olisi kannattavaa. Kestävien hyönteismarkkinoiden muodostumisen kannalta on tärkeää perustella arvojen markkinointi luotettavaan tutkimustietoon perustuen.

#### 4. Liiketoimintamallit

Aloittavan yrittäjän on hyvä suunnitella omalle yritystoiminnalleen liiketoimintamalli. Internetistä löytyy monia valmiita perusmallipohjia, jotka helpottavat liiketoimintamallin laatimista. Tässä oppaassa esittelemme kaksi perusliiketoimintamallia (taulukko 4 ja 5), joita voi hyödyntää omaa jauhopukintoukseen liittyvää liiketoimintaa suunniteltaessa. Nämä kaksi esiteltyä mallia eroavat toisistaan tuotannon laajuuden osalta. Edellä esitetty arvoketju (luku 3) antaa hyvän kuvan tuotannon eri poluista ja sovellusmahdollisuuksista alalla.

Alla kuvatuissa liiketoimintamalleissa esitellään pienemmän ja suuremman mittakaavan kasvatukseen liittyviä eroja. Suurimmat erot ovat asiakassegmentit, markkinointi ja arvoehdotus.

Liiketoimintamallissa korkean arvon tuotteelle tärkeimpiä kohteita ovat asiakkaat eli lemmikkien omistajat, hyönteistensyöjät, kotikasvattajat sekä ravintolat, kun bulkkituotteen asiakkaina ovat suuremmat toimijat kuten elintarvike- ja rehutuottajat. Molemmissa toimintamalleissa tuotteiden tulee olla jäljitettäviä ja laadukkaita, mutta tuotteiden markkinoinnin arvoehdotus saattaa erota toisistaan.

Taulukko 4 Liiketoimintamalli korkean arvon tuotteelle. Liiketoimintamalli on laadittu työpajatoiminnalla hyödyntämällä Canvas-liiketoimintamallipohjaa.

Tärkeimmät kumppanit	Kriittiset resurssit	Markkinointikanavat	Asiakassuhteet	Asiakassegmentit
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rehun toimittajat</li> <li>• Vähittäiskaupat</li> <li>• Huoltopalvelut</li> <li>• Konsultointi</li> <li>• Puhtaanapito</li> <li>• Yhteistyökumppanit: muut kasvatijat ja tuottajat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Työ ja koulut</li> <li>• Vesi ja sähkö</li> <li>• Jätevedet</li> <li>• Jätehuolto</li> <li>• Rehu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sosiaalinen media: paikalliset ruokaryhmät</li> <li>• Ruokamessut ja verkostoitumista-pahtumat</li> <li>• Esitteet</li> <li>• Verkkosivut</li> <li>• ”Kuulopuhe”</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asiakaspalvelu: koulutus, opastus ja konsultointi</li> <li>• Asiakaspalaute</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asiakaspalaute</li> <li>• Lemmikkien omistajat</li> <li>• Hyönteistensyöjät</li> <li>• Kotikasvattajat</li> <li>• Ravintolat</li> </ul>
	<p><b>Kriittiset vaiheet</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tuotannon turvallisuus: kontaminaatio, vierasaineet</li> <li>• Kausierot kysynnän mukaan</li> <li>• Lomat ja sairauslomat</li> </ul>		<p><b>Arvoehdotus</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Paikallinen tuotanto</li> <li>• Toimitusvarmuus</li> <li>• Kuluttajavalistus</li> <li>• Kestävä ja vastuullinen tuotanto</li> </ul>	
<p><b>Kustannusrakenne</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pääomakustannukset</li> <li>• Tuotantotulot (ravinto ja tarvittava laadunvarmistus)</li> <li>• Palkat, laitteet, laitokset</li> <li>• Huolto</li> <li>• Kuljetuskustannukset</li> <li>• Vakuutukset</li> <li>• Viranomaiskulut: verot, luvat ja lisenssit</li> </ul>			<p><b>Tulovirrat</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tuotteen myynti</li> <li>• Neuvonta</li> <li>• ”Aloituspakkaukset”, toukkien myynti muille kasvattajille</li> </ul>	



Taulukko 5 Liiketoimintamalli bulkkituotteelle esim. hyönteisrehulle. Liiketoimintamalli on laadittu työpajatoiminnalla hyödyntämällä Canvas-liiketoimintamallipohjaa.

Tärkeimmät kumppanit	Kriittiset resurssit	Markkinointikanavat	Asiakassuhteet	Asiakassegmentit
<ul style="list-style-type: none"> <li>Rehun toimittajat</li> <li>Teknologian toimittajat</li> <li>Kuljetus ja jakelu</li> <li>Käsittely ja pakkaaminen</li> <li>Vienti</li> <li>Kunnossapito- ja sanitaatiopalvelut</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Työ ja koulutus</li> <li>Vesi ja sähkö</li> <li>Jätevedet</li> <li>Jätehuolto</li> <li>Rehu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sosiaalinen media: paikalliset ruokaryhmät</li> <li>Ruokamessut ja verkostoitumista- pahtumat</li> <li>Esitteet</li> <li>Verkkosivut</li> <li>”Kuulopuhe”</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Asiakaspalvelu ja - palaute</li> <li>Tuotannon luotettavuus</li> <li>Laatustandardit</li> <li>Sertifiointit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elintarviketuottajat</li> <li>Rehutuottajat</li> <li>Maatalousliiketoiminta</li> </ul>
	<p><b>Kriittiset vaiheet</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tuotannon turvallisuus: kontaminaatio, torjunta-aineet, toiminta- tai toimintahäiriöt</li> <li>Tuotannon mitta-kaava</li> <li>Lomat ja sairauslomat</li> <li>Luonnonkatastrofit: sähkö- ja vesikatkot</li> </ul>		<p><b>Arvoehdotus</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ekologisuus</li> <li>Eettisyys</li> <li>Taloudellisuus</li> <li>Kestävä tuotanto</li> <li>Tuotannon luotettavuus</li> <li>Asiakastyytyväisyys</li> </ul>	
<p><b>Kustannusrakenne</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Pääomakustannukset</li> <li>Tuotantotulot (ravinto ja tarvittava laadunvarmistus)</li> <li>Palkat, laitteet, laitokset</li> <li>Huolto</li> <li>Kuljetuskustannukset</li> <li>Vakuutukset</li> <li>Viranomaiskulut: verot, luvat ja lisenssit</li> <li>Sertifiointit</li> </ul>		<p><b>Tulovirrat</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Hyönteistuotteiden/ -raaka-aineiden myynti</li> <li>Frassin myynti</li> </ul>		

Kasvattajan on itse määriteltävä omalle liiketoiminnalleen arvot, jotka ovat tuotannon ohjeistuksia; Onko tavoitteena maksimituotanto ja tulot vai halutaanko tuottaa laadukkaita tuotteita pienempiä määriä vai ehkä jotain muuta? Taulukkoon 6 on koottu asioita, joita on tärkeää miettiä uutta liiketoimintaa suunniteltaessa. Tuotantotavat, rehut ja prosessointiteknologiat voivat vaihdella suurestikin ja sen vuoksi tuote voi olla hyvin erilaista eri kasvattajilla tai jopa saman kasvattajan eri kasvatususerissä. Lisäksi tuotannon määrä voi vaihdella mm. vuodenajan mukaan ja eri tahdissa kysynnän kanssa. Kasvattajien on pystyttävä luomaan luottamusta tuotteeseen ja löydettävä keinot tasalaatuisen raaka-aineen tai tuotteen tuottamiseen, jota on tarjolla kysynnän mukaan.

Taulukko 6 Huomioitavia ja tärkeitä asioita omaa liiketoimintaa suunniteltaessa. (Heiska & Tapio, 2021)

<p><b>Luotettava tieto luo vakaan pohjan</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kirkasta itsellesi ja yhteisöllesi, minkä väittämien varaan perustat yrityksen toiminnan / koko toimialan rakentamisen.</li> <li>• Etsi oikea, luotettava ja puolueeton tutkimustieto, joka rakentaa kuvaa kestävästä uudesta mahdollisuudesta.</li> <li>• Älä välitä harhaanjohtavaa tietoa.</li> </ul>
<p><b>Olet vastuussa valistamisesta</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uutta tietoa ja ymmärrystä hyönteistuotannon ja raaka-aineiden eduista sekä ominaisuuksista tarvitaan kaikilla markkinasegmenteillä ja koko hyönteistuotteen arvoketjussa. Tehtäväsi on perustella, miksi kannattaa vaihtaa vanha vaihtoehto uuteen.</li> <li>• Luo viestintäyhteistyötä kumppanien ja kilpailijoiden välille. Yhtenäisellä viestillä saatte aikaan muutoksen. Luokaa geneeriset mittarit ja kestävyysindikaattorit.</li> <li>• Vältä vaikeasti ymmärrettävän kestävyystiedon käyttämistä markkinoinnissa. Tällä hetkellä hyönteistuotteen kestävyysmittaustulokset vaihtelevat suuresti. Jos haluat käyttää tietyn laitoksen lukuja, viittaa selkeästi ja selvänä, missä ympäristössä väittäminen on tosi.</li> </ul>
<p><b>Tunnista alan pääomatarve</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tunnista yritystoimintasi luonne. Tiedosta, että pääomaa tarvitaan rakennuksiin, koneisiin, uuteen teknologiaan, prosessointiin. Ymmärrä ero esim. IT-bisnekseen.</li> <li>• Hae rahoittajia, jotka ymmärtävät liiketoimintamallisi, ja joilla on näyttöjä pääomavaltaisen liiketoiminnan rahoittamisesta.</li> <li>• Vältä käyttämästä aikaasi investoreihin, jotka eivät tunnu ymmärtävän alan pääomatarvetta.</li> </ul>
<p><b>Tarvitset syvällistä asiantuntemusta</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suunnittele huolella avainhenkilöiden rekrytointi. Investoi oikeaan osaamiseen ja kokeneisiin asiantuntijoihin, joita arvostetaan verkostoissa. Tarvitset myös vankkaa innovaatiotoiminnan osaamista.</li> <li>• Jos ei ole varaa, hanki lisää sijoittajia.</li> <li>• Vältä rekrytoimasta pelkästään nuoria asiantuntijoita, joilla on visio ja motivaatio ja joiden odotat oppivan nopeasti. Asiantuntijuus kehittyy hitaasti, ja edessäsi on kysymyksiä, joihin tarvitset vastauksen nyt.</li> </ul>
<p><b>Tarvitset uutta tietoa</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investoi tutkimukseen ja julkaise. Tunnista, että puolueettomien tutkimuskumppanien kanssa tehdyt, vertaisarvioidut julkaisut ovat edellytys toimintasi uskottavuudelle.</li> <li>• Tee tutkimusyhteistyötä muiden alan toimijoiden kanssa. Tarvitset tutkimukseen rahoitusta myös oman organisaation ulkopuolelta ja julkisen tutkimusrahoituksen instrumenteista.</li> <li>• Älä jää tekemään tutkimusta pelkästään omien seinien sisäpuolelle. Yhdistäkää voimavarat alaa eteenpäin vievien faktojen todistamiseksi ja mittareiden validoimiseksi.</li> </ul>

<b>Tiedosta avoimen innovaation edut</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hyönteisalan toimitus- ja arvoketjut ovat rakentumassa. Skaalaus ei onnistu ilman avointa suhtautumista tuotantolukujen ja suunnitelmien jakamiseen muille ketjun toimijoille.</li> <li>• Uskalla jakaa myös kokemuksia epäonnistumisista ja päätymisistä umpikujaan, oppiminen edellyttää ongelmien ratkomista yhdessä</li> <li>• Älä sorru yliteknologisointiin, monet vaiheet voidaan toteuttaa tehokkaasti manuaalisestikin.</li> </ul>
<b>Pidä kiinni päämäärästä</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hyönteisalan kehittäjiä yhdistää vakaa päämäärä; ilmastonmuutoksen torjuminen, resurssitehokkuus, eläinten hyvinvointi, ruokaturva.</li> <li>• Säilytä strategian joustavuus, päämäärään voit päästä useita eri reittejä. Jos hyönteisruoka ei mene kaupaksi, mieti voitko tarjota kestäviä raaka-aineita lemmikkirehuvalmistukseen.</li> <li>• Pidä päämäärä mielessä. Älä ryntäile houkuttavien mahdollisuuksien perässä, jos ne vievät sivuraiteille. Tarkkaile globaalia kehitystä valmiina suuntaamaan askelmerkit uudelleen.</li> </ul>
<b>Hyödynnä alustoja ja verkostoja</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tunnista, että hyönteisalaa vasta rakennetaan, ja oma roolisi rakentajana on tärkeä. Tarvitset viranomaisia, tutkimuslaitoksia ja muita saman alan toimijoita, kukaan ei pysty rakentamaan koko koneistoa yksin.</li> <li>• Tarvitaan mukaan myös lähialat, joilla toiminta on jo tukevasti jaloillaan.</li> <li>• Älä pelkää kilpailijoita. Todellisuudessa tavoitteet ovat niin massiiviset ja toimijoiden määrä niin vähäinen, että kilpailu ei ole vielä todellista. Yhteistyöstä saat enemmän hyötyä.</li> </ul>
<b>Muista asiakkaan tarpeet</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tuotteen on oltava turvallista ja riittävän hyvälaatuista, eikä se saa aiheuttaa turhia yllätyksiä (ml. ennustettava pilaantumattomuus).</li> <li>• Rehuvalmistajan on pystyttävä luottamaan tuotenimikkeiden ominaisuuksiin sekä yhden valmistajan erien välillä, että eri tuottajien välillä.</li> <li>• Raaka-aineina käytettyjen lopputuotteiden saatavuuden, on oltava riittävää ja vakaata ajallisesti ja alueellisesti.</li> </ul>

## 5. Lait ja säädökset

Euroopan elintarviketurvallisuusviranomainen EFSA ja Suomessa Ruokavirasto valvovat hyönteisten tuottamista elintarvikekäyttöön. Tässä esitellään tärkeimmät lait ja säädökset, jotka on otettava huomioon elintarvikehyönteistuotannon aloittamisen yhteydessä. Hyönteistutkimus ja -teollisuus kehittyvät jatkuvasti, ja tutkimus- sekä innovaatiotulokset ohjaavat EU:n hyönteistuotantoon liittyvää lainsäädäntöä. Hyönteisalaan liittyvä ajantasainen lainsäädäntö löytyy Ruokaviraston sivuilta.

### 5.1 Elintarvikelaki

Elintarvikelain pääasialliset tehtävät ovat ihmisten terveyden ja kuluttajansuojan takaaminen. Laissa on määritetty muun muassa tarkka merkitys sanalle ”elintarvike”, ja mitä ihmiselintarvikkeet saavat

sisältää. Elintarvikelaissa on myös määrätty, että ennen elintarvikeliiketoiminnan aloittamista siitä on ilmoitettava elintarvikealan valvontaviranomaiselle. (Elintarvikelaki 297/2021)

## 5.2 Elintarvikkeiden hygieniää koskeva asetus

Elintarvikkeita tuottaessa tuotantolaitoksen on oltava sopiva tarkoitukseensa, ja sen on vastattava alan hygieniavaatimuksia. Omavalvontasuunnitelman ja HACCP-järjestelmän ylläpito edistävät hyvän hygienian kunnossapitoa. Elintarvikealan toimijalla on oltava vankka tietotaito hygieniasäännöksistä riippumatta siitä tuottaako toimija ruokaa vai rehua. (Elintarvikkeiden hygieniää koskeva asetus (EY) 852/2004)

## 5.3 Eläinperäisten elintarvikkeiden hygieniää koskeva laki

Eläinperäisten elintarvikkeiden hygieniää koskeva laki määrittelee eläinperäisten elintarvikkeiden hygieniavaatimukset, ja sitä sovelletaan myös hyönteispohjaisten elintarvikkeiden käsittelyyn. Lailla pyritään varmistamaan hygienian tarvittava taso ja estämään infektioiden siirtymistä eläinten ja ihmisten välillä. Lakia ei sovelleta, kun jauhomatoja tai -matotuotteita myydään suoraan loppukäyttäjille. (Eläinperäisten elintarvikkeiden hygieniää koskeva laki 1195/1996)

## 5.4 Uuselintarvikeasetus

Uuselintarvikkeet ovat elintarvikkeita, joista ei ole aiempaa käyttökokemusta EU:n alueella ennen 15.05.1997. Uuselintarvikeasetus määrittelee, että elintarvikkeiden turvallisuus tulee arvioida ennen niiden pääsyä kuluttajamarkkinoille. Jauhomatojen kasvatusta ja myyminen on Suomessa sallittua. Päivitetty luettelo sallituista hyönteislajeista löytyy Ruokaviraston (Ruokavirasto, 2023) internetsivuilta. (Uuselintarvikeasetus (EU) 2015/2283)

## 5.5 Rehulaki

Rehulain avulla pyritään varmistamaan rehujen laadukkuus, turvallisuus, jäljitettävyyttä sekä rehuista annettujen tietojen todenmukaisuus, ja täten turvaamaan eläinten terveys ja eläimistä saatavien elintarvikkeiden laatu. (Rehulaki 86/2008)

## 5.6 Rehuhygieniä-asetus

Rehuhygieniä-asetus määrittelee rehualan toimijoiden toiminnan alkutuotannosta rehuotteiden markkinoille saattamiseen. Asetus sisältää toimintatapoja ja järjestelyjä rehuhygieniää, jäljitettävyyttä sekä laitosten rekisteröintiä ja hyväksyntää varten. (Rehuhygieniä-asetus (EY) 183/2005)

## 5.7 Sivutuoteasetus

Sivutuoteasetus määrittelee, että eläimistä saatavien muiden kuin ihmisravinnoksi suunniteltujen sivutuotteiden tulee saada hyväksyntä tietyiltä rehualan toimijoilta, jotka valmistavat, käsittelevät tai varastoivat sivutuotteita. (Sivutuoteasetus (EY) 1069/2009)

## 5.8 TSE-asetus

TSE:llä tarkoitetaan tarttuvia spongiformisia enkefalopatioita, joita syntyy muun muassa nautaeläinten, lampaiden ja vuohien teurastuksen yhteydessä. Asetus on tarkoitettu TSE: n ehkäisyyn, torjuntaan ja hävittämiseen. Muiden elintarviketuotantoeläinten kuin märehäntien ruokinnassa voi hyönteisiä käyttää elävänä. Lisäksi seitsemästä hyönteislajista valmistettua käsiteltyä eläinvalkuaista saa käyttää vesiviljelyeläinten, sikojen ja siipikarjan ruokinnassa. (TSE-asetus (EY) 1946/2003; TSE-asetuksen liitteen IV muutos (EU) 2021/1372)

## 5.9 Muut hyödylliset tietolähteet

Ruokavirasto on laatinut [oppaan](#) (Ruokavirasto, n.d.), joka tarjoaa ajankohtaista ja kattavaa tietoa hyönteisistä elintarvikkeina. Oppaan lopussa on lueteltu kaikki hyönteisten elintarvikekäyttöön liittyvät lait ja määräykset.

IPIFF (International Platform of Insects for Food and Feed) on laatinut [ohjeen](#) (IPIFF, 2022) hyvää hygieniatasoa ylläpitävistä toimintatavoista hyönteisten kasvatuksessa. IPIFF-opas on hyödyllinen ja informatiivinen työkalu hyönteiskasvattajille.

# 6. Jauhomatojen kasvatusta ja tuotantomenetelmät

Jauhomatojen kasvatusta on melko yksinkertaista, mutta muutamia tärkeitä asioita on hyvä huomioida ennen kasvatusta aloitusta. Seuraavaksi käsitellään jauhopukkipuokkasvatusta tuotantotilavaatimuksia sekä kasvatukseen liittyviä työvaiheita.

## 6.1 Tuotantotilat

Jauhopukin tehokasta kasvatusta varten tarvitaan **olosuhdekontrolloidut tilat**, joissa voidaan ylläpitää jauhopukin tuotannon kannalta optimaalisia lämpö- ja kosteusolosuhteita. Optimaalisista kasvatustilastoista ja niiden vaihtelun vaikutuksista jauhopukin tuotannon eri vaiheissa on koottu kattavasti tietoa *Hyönteisten kasvatusta ja käyttöä ruokana tai rehuna* -oppaaseen (Niemi ym. 2020). Käytännössä noin 26 °C:n lämpötila ja 60 prosentin ilmankosteus ovat osoittautuneet hyväksi tuotanto-olosuhteiksi (Heiska ym. 2019, s. 4).

Hyönteiskasvattamoa perustettaessa kannattaa selvittää, voidaanko hyödyntää olemassa olevaa infrastruktuuria, vai joudutaanko rakentamaan uutta. Hyönteiskasvatuksen lämpötila- ja kosteusedellytysten vuoksi tuotantotilojen eristys, kosteussuojaus, ilmanvaihto, lämmön talteenotto ja halvan energian saanti ovat tärkeitä huomioitavia seikkoja. Eristystä ja ilmanvaihtoa suunniteltaessa on myös huomioitava, että hyönteiset eivät pääse karkaamaan tuotantotiloista, tai että tiloihin ei pääse sinne kuulumattomia eliöitä.

Muusta tuotannosta vapautuneen tilan muuntamisesta hyönteiskasvattamoksi löytyy joitakin esimerkkejä (Heiska ym. 2019, s. 4; Toukkaamo, 2019). Jauhopukin kasvatukseen on myös kehitetty ratkaisuja eristämällä merikontteja tai asuntovaunuja ja varustamalla niitä lämmityslaitteilla sekä ilmankostuttimilla (Heiska & Huikuri 2017, ss. 21–26; Breeding Insects, n.d.). Konttikasvattamon sisätiloja on voitu osastoida esimerkiksi erottamalla kosteampi osasto munien hautomista varten muovisten kasvihuoneteltojen avulla. Olosuhteiden seurantaan ja säätelyyn on voitu myös hyödyntää olemassa olevaa muille aloille kuten kasvihuonetuotantoon suunniteltua teknologiaa.

Tuotantomäärää lisätään kasvattamalla laatikoiden määrää. Laatikoita voidaan pinota päällekkäin varastohyllyihin tai liikuteltaviin rullakoihin, jolloin saadaan pinta-ala tehokkaaseen käyttöön. Laatikoita on helpompi käsitellä, kun niiden koko on kohtuullinen. Suuren laatikkomäärän käsittely on kuitenkin työlästä ja siihen tulisi löytää ratkaisut teknologiasta ja automaatiosta.

Verkkokaupoista löytyy joitakin erityisesti kaupalliseen jauhopukin kasvatukseen suunniteltuja laatikoita (Beekenkamp, n.d.), mutta säilytykseen tarkoitettuja yleislaatikoita voi myös käyttää. Hyönteisten kasvatuslaatikoiden ja vastaavien tulee olla kemialliselta koostumukseltaan turvallisia. Hyvä tapa huolehtia kasvatusmateriaalien turvallisuudesta on hankkia kasvatuskäyttöön elintarvikkeiden kontaktimateriaaliksi soveltuvia astioita (Ruokavirasto, n.d., s. 10). Lisäksi laatikoita hankittaessa on hyvä vertailla ainakin puhdistettavuutta ja kestävyyttä. Jos suunnitelmana on laajentaa tuotantomittakaavaa, saman laatikkomallin saatavuus tulevaisuudessa, tai laatikoiden sopivuus kuljettimiin ja rullakoihin voi olla hyödyksi. Skaalattavuuden kannalta myös joustava tuotannon supistaminen voi tulla kyseeseen. Silloin laatikoiden sopivuus johonkin muuhun käyttötarkoitukseen on hyvä ominaisuus.

Internetistä löytyy esimerkki jauhopukin tuotannosta keskikokoisessa kontti- tai vaunutyypissä olosuhdekontrolloidussa kasvattamossa (Taulukko 7). Korkeampaan konttiin saa useamman laatikon, ja toukkasaanto lattia-alaa kohden kasvaa.

Taulukko 7 Tuotantoesimerkki keskikokoisesta jauhopukkikasvattamosta (Breeding Insects, n.d.)

<b>Kasvattamon koko</b>	Pituus 3 m, leveys 2 m, korkeus 2 m
<b>Laatikon koko</b>	Leveys 40 cm, syvyys, 60 cm, korkeus 12 cm
<b>Laatikoita toukan kasvatuksessa</b>	85 kpl
<b>Laatikoita lisäyksessä</b>	15 kpl
<b>Korjuukypsiä toukkia</b>	10 laatikkoa / viikko
<b>Toukasaanto (keskitiheä kasvatus)</b>	4–7,5 kg / viikko

Kasvatustilojen lisäksi tarvitaan myös kuivia ja viileitä tiloja **rehun säilyttämistä** tai sekoitusta varten. Tiedossa ei ole kaupallisen jauhopukin rehun toimittajaa Suomessa, joten aloittavan jauhopukin tuottajan on todennäköisesti sekoitettava rehut itse. Rehun säilytys- ja käsittelytiloja suunniteltaessa on hyvä hahmottaa, minkälaisia rehumääriä kasvattamalla säilytetään ja kuinka paljon tarvitaan kylmätiloja.

Jauhopukin tuotannossa tarvitaan myös **käsittelytiloja**, joissa erotellaan hyönteisiä syömättä jääneen rehun ja ulosteiden seasta, poistetaan kuolleita yksilöitä tai poimitaan koteloita tai aikuisia erilleen munan tuotantoa varten. Erotteluvaiheessa syntyy pölyä, jolle altistumista tulisi välttää.

Erotellut toukat lopetetaan tavallisesti kylmäkäsittelyllä. Lopetetut toukat säilytetään pakastettuna ja toimitetaan alkutuotannon tiloista eteenpäin pakasteena. Myös jauhopukin tuotannon sivutuotteena syntyvä frassi inaktivoidaan pakastamalla ennen varastoimista ja toimittamista eteenpäin. Käsittely- ja kylmävarastointitiloja suunniteltaessa on hyvä hahmottaa, minkäkokoisia toimituseriä asiakkaat tarvitsevat, ja minkälaisia eriä lopputuotteita on voitava varastoida jauhopukkikasvattamolla. Käsittelytiloissa on hyvä olla vesi ja viemärointi, jotta voidaan huolehtia kasvattamon hygieniasta.

## 6.2 Jauhopukin kasvatus

Jauhopukkia kasvatetaan tavallisesti matalissa **muovilaatikoissa** rehun seassa. Kannibalismin vähentämiseksi tuotanto järjestetään niin, että kussakin laatikossa on samassa kehitysvaiheessa olevia ja samankokoisia hyönteisiä. Rehua lisätään muutaman päivän välein, jotta se ei pääse loppumaan tai pilaantumaan. Keskitiheällä kasvatuksella saadaan sadan laatikon systeemissä tuotettua 4–7,5 kg toukkia viikoittain. Tiheyttä lisäämällä toukkien saanto laatikkoa kohden kasvaa, mutta kasvatusaika pitenee. Rehunkulutus vaihtelee suuresti riippuen rehun laadusta.

Jauhopukin kasvatuksen kannattavuuden vuoksi olisi tärkeää löytää edullinen rehu. Jauhopukin rehu on kuivaa ja koostuu yleensä pääosin jauhetuista viljoista. Jauhopukin rehuissa on käytetty mm. vehnäleseettä, kauraa, hernetta, perunahiutaleita, maitojauhetta ja hiivaa. Kuivan rehun lisäksi jauhopukki tarvitsee kosteaa rehua. Jauhopukki saa tarvitsemansa nesteen esimerkiksi pilkotusta porkkanasta, perunasta, lantusta, omenasta, kurkusta tai salaattista. Kosteaa rehua voidaan myös tarjota soseena tai geelinä.

Puhtaat ja hyvät ravintoainekoostumuksen sisältävät, kasveista, maidosta tai munasta koostuvat **sivuvirrat** soveltuvat osaksi jauhopukin rehua. Tuoreissa tutkimuksissa sivuvirroista ja kananrehusta koostuvan rehun hyötysuhde on ollut 1,57–2,08 jauhopukin kasvatuksessa (Bordiean ym., 2020, s. 7). *Hyönteisten kasvatusta ja käyttöä ruokana tai rehunä -oppaaseen* (Niemi ym., 2020, ss. 29–41) on koottu kattavasti tietoa jauhopukin rehtarpeesta.

### 6.3 Työvaiheet

#### *Lisääminen*

Lisäämiseen käytetään pääsääntöisesti kahta eri menetelmää (Breeding Insects, n.d.). Toisessa menetelmässä aikuiset laitetaan laatikkoon, jonka pohjalla on noin 3–5 cm rehua. Naaraat munivat rehun sekaan. Noin viikon välein laatikon sisältö kaadetaan seulaan, jolla erotellaan aikuiset rehua. Munat menevät rehun mukana seulan läpi. Aikuiset siirretään uuteen rehulla täytettyyn laatikkoon ja munat siirretään hautomoon.

Toisessa menetelmässä aikuiset laitetaan laatikkoon, jonka pohjana on tiheä verkko. Verkon päällä on ohut kerros rehua. Aikuiset munivat rehuun. Verkkopohjaisen laatikon alla on toinen laatikko, jonne pienet toukat putoavat ylemmästä laatikosta verkon läpi. Noin viikon välein alempi laatikko siirretään kasvattamoon ja ylempi laatikko siirretään uuden munankeräyslaatikon päälle. Molemmissa menetelmissä aikuiset uusitaan, kun niiden lisääntymiskyky heikkenee, eräässä esimerkissä sopiva väli oli neljän viikon välein (Horppu ym., 2017, ss. 23–24).

Seulominen vie aikaa, mutta menetelmän etuna on vähäinen kannibalismi. Aikuisten erottelu pikkutoukista verkon avulla ei vaadi paljon käsityötä, mutta aikuiset saattavat syödä munat ennen kuin toukat ehtivät kuoriutua ja liikkua verkon läpi.

#### *Toukan kasvatusta*

Tavanomaisissa tuotanto-olosuhteissa munasta kuoriutuu toukka noin 7–10 päivän hautomisen jälkeen. Tuotanto-olosuhteet vaikuttavat kasvatusajan pituuteen. Toukan kasvatusvaiheen aikana niille lisätään rehua muutaman päivän välein. Kasvatusmenetelmällä ja rehun koostumuksella on vaikutusta ruokintaväliin. Nopeasti pilaantuvaa rehua joudutaan lisäämään useammin ja vähemmän



kerrallaan. Pienet toukat voivat hyödyntää ilmassa olevaa kosteutta, mutta ne hakeutuvat mielellään kostean rehun äärelle. Kostean rehun annostelussa tulisi huomioida, että sitä on tarjolla riittävästi, tarpeeksi usein ja tarjolla kaikille – kuitenkin niin pienissä määrin, että toukat ehtivät syömään sen ennen homehtumista/kuivumista (Deruytter ym. 2021, ss. 147–148).

Kasvatusvaiheessa voi olla tarpeen seuloa erikokoisia toukkia erilleen, jos ne kasvavat eri tahtiin. Samalla frassi voidaan erotella kasvatuslaatikosta. Seulominen lisää työmäärää, mutta vähentää kannibalismia. Lopputuotteena saadaan tasakokoisia toukkia.

#### **Kasvatusvaiheessa tarkistetaan päivittäin seuraavat:**

- Rehun riittävyys ja tuoreus. Tarvittaessa lisätään rehua tai poistetaan pilaantuneet rehut.
- Oudot hajut, jotka voivat johtua ulosteista, liiallisesta kostumisesta, rehun pilaantumisesta, lämpötilan kohoamisesta tai hapenpuutteesta johtuvasta hyönteisten kuolemista.
- Hyönteisten aktiivisuus, silminnähtävät taudit tai kuolleet hyönteiset. Tarvittaessa poistetaan kuolleet ja sairaat tai hävitetään koko erä.
- Ei-toivotut lajit, punkit ja hämähäkit.

#### *Erottelu ja frassin käsittely*

Korjuukypsien toukkien eli noin 6–7 viikon ikäiset toukkalaatikot siirretään erotteluun. Toukat ja frassi seulotaan erilleen. Seulaan jääneet roskat ja kuolleet yksilöt poistetaan käsin. Toukista noin 10 prosenttia valitaan lisäykseen ja loput lopetukseen. Frassi inaktivoidaan pakastamalla vähintään 24 tuntia -18 °C:n lämpötilassa tai kylmemmässä, ennen kuin sitä voidaan kuljettaa pois kasvattamolta (Ruokavirasto, n.d., s. 19). Mekaanisia erottimia, hihnoja, tärstimä ja seuloja on kehitetty jauhopukin massatuotantoon.

#### *Hyönteisten lopetus*

Hyönteisten alkutuotantoon kuuluva lopetus tehdään jäädyttämällä tai pakastamalla. Lopetus voidaan tehdä myös keittämällä, höyryttämällä tai silppuamalla, mutta silloin on kyse elintarvikehuoneistotoiminnasta, jota varten tarvitaan erillinen lupa (Ruokavirasto, n.d., s. 9).

#### *Lisäyssiikli*

Lisäykseen valitut toukat (n. 10 %) siirretään väljästi laatikkoon, jonka pohjalla on rehua. Toukkien kehitystä tarkkaillaan päivittäin. Koteloituneet yksilöt poimitaan erilleen, sillä toukat saattavat vioittaa kotelaita. Kotelot eivät tarvitse rehua. Kotelovaihe voi kestää joidenkin esimerkkien mukaan 6–20 päivää. Kotelosta kuoriutuu aluksi vaalea kovakuoriainen, joka tummuu muutamassa päivässä ja muuttuu ensin kullanuskeaksi ja lopulta mustaksi (Horppu ym. 2017, s. 17). Aikuisten kuoriutumista seurataan päivittäin ja kuoriutuneet siirretään muninta-astiaan, jossa on rehua.

Kotelon kehitystä voi hidastaa siirtämällä se viileään, sillä kotelo kestää viileitä olosuhteita muita kasvuvaiheita paremmin (Punzo & Mutchmor, 1980, s. 260). Koteloiden varastoimisella viileässä voisi siis jonkin verran säädellä tuotantomääriä, mutta viileäkäsittelyn vaikutuksista tuotantoon tarvitaan lisää tutkimustietoa.

## 7. Tuotantohygienia ja omavalvontasuunnitelma

Hyvän tuotantohygienian perusta on huolellisesti laadittu HACCP-järjestelmä (Hazard Analysis and Critical Control Points, vaarojen arviointi ja kriittiset hallintapisteet) ja omavalvontasuunnitelma. Hygieniavaatimuksia säätelevien säädösten tunteminen on hyvin oleellinen osa elintarviketuottajana toimimista. Hygienia on koko elintarviketeollisuuden lähtökohta, ja siitä tulee huolehtia tuotantoketjun jokaisessa vaiheessa.

### 7.1 Omavalvontasuunnitelma

Suomen laki määrittelee, että yrityksellä on oltava omavalvontasuunnitelma, jolla varmistetaan elintarviketuotannon turvallisuus ja lainmukaisuus. Elintarvikeyrittäjän omavalvontasuunnitelmasta tulee ilmetä mitä yrityksessä tuotetaan, jalostetaan tai myydään, ja millaisia riskejä alaan ja tuotteisiin liittyy. Lisäksi elintarvikkeiden kemiallisten, fysikaalisten ja mikrobiologisten ominaisuuksien on oltava sellaiset, etteivät ne aiheuta vaaraa ihmisten terveydelle tai johda kuluttajia harhaan.

Suomen elintarvikeviranomaisen määrittelemän **omavalvontasuunnitelman** on käsiteltävä seuraavat kymmenen kohtaa:

1. Toimitilojen asianmukainen puhdistus ja desinfiointi.
2. Tarvittavien laitteiden, konttien, häkkien ja välineiden asianmukainen puhdistus ja desinfiointi.
3. Tuotantoeläinten puhtauden varmistaminen.
4. Puhtaan tai ihmisravinnoksi kelpaavan veden käyttö aina, kun se on kontaminaatioiden estämisen kannalta tarpeellista.
5. Henkilöstön terveyden varmistaminen, ja henkilökunnan kouluttaminen terveyttä uhkaavien vaarojen varalta.
6. Eläinten ja tuholaisten aiheuttamien saastumisten estäminen.
7. Jätteiden ja vaarallisten aineiden asianmukainen varastointi ja käsittely.
8. Tarttuvien tautien leviämisen estäminen.
9. Eläinnäytteiden ja muiden ihmisten terveydelle merkittävien näytteiden tulosten huomioon ottaminen.

10. Rehun lisäaineiden ja eläinlääkkeiden käyttö asiaankuuluvan lainsäädännön mukaisesti.

Lisätietoa ja esimerkkejä elintarvikehyönteisistä ja omavalvontasuunnitelmasta löytyy tiedostosta ["Hyönteiset ruokana"](#). (Ruokavirasto, n.d.)

## 7.2 HACCP

HACCP muodostuu englanninkielisistä sanoista *Hazard Analysis and Critical Control Points*, mikä tarkoittaa **vaarojen arviointia** ja **kriittisiä hallintapisteitä**. HACCP on järjestelmällinen ja ennaltaehkäisevä lähestymistapa elintarviketurvallisuuteen ja säilyvyyteen (Ruokavirasto, 2019).

HACCP:n on vastattava seitsemään IPIFF:n määrittelemään periaatteeseen:

1. Suorita vaara-analyysi.
2. Määritä kriittiset valvontapisteet (CCP) ja erityisohjelmat (OPRP).
3. Määritä kriittiset rajat.
4. Perusta järjestelmä, jolla valvotaan kriittisiä valvontapisteitä ja erityistukiohjelmaa.
5. Ota käyttöön korjaavat toimet, kun seuranta osoittaa, että tietty kriittinen valvontapiste ei ole hallinnassa.
6. Ota käyttöön todentamismenettelyt varmistaaksesi, että HACCP-järjestelmä toimii tehokkaasti.
7. Dokumentoi kaikista periaatteista, ja niiden soveltamiseen soveltuvista menettelyistä.

HACCP:n sisältämät vaarat jaetaan yleensä seuraaviin luokkiin: biologisiin, kemiallisiin, fysikaalisiin ja allergeeneihin. Alla on kuvattu lyhyesti vaarojen aiheuttajia luokittain.

## 7.3 Biologiset vaarat

Biologiset vaarat ovat biologista alkuperää olevia epäpuhtauksia. Biologiset tekijät eivät useinkaan ole näkyviä, joten niiden aiheuttamia riskejä on vaikea havaita.

### *Mikrobit*

Biologisiin vaaratekijöihin luetaan erilaiset mikrobit, joita ovat patogeeniset bakteerit, virukset, loiset, hiivat ja homeet sekä homemyrkyt eli mykotoksiinit. Monet näistä ovat peräisin huonoista säilytysolosuhteista ja työskentelyhygieniasta, raaka-aineiden liian pitkästä säilytyksestä tai kontaminoituneista tavaroista. Patogeeniset bakteerit aiheuttavat ruokamyrkytyksiä. (IPIFF, 2019b, ss. 93–94)

Yksi esimerkki loiselästä on heisimato *Hymenolepis diminutais*, joka käyttää erilaisia hyönteisiä, mukaan lukien jauhopukkaa, väli-isäntänä. Loinen heikentää isäntänsä lisääntymiskykyä. Tartunnan

saaneet jauhopukit välittävät loisen sen loppukäyttäjään aiheuttaen ruoansulatuskanavan tulehdusta ja suoliston ärsytystä.

Tällä hetkellä dokumentoitua näyttöä jauhopukkien massakasvatuksessa ilmenevistä infektioista ei ole. Riskiä ei kuitenkaan voida täysin sulkea pois, sillä muilla hyönteisillä on esiintynyt suolistoinfektioita. (Grau ym. 2017, s. 340)

#### *Kontaminaatiot*

Jauhomatoja käytetään **elintarvikkeina** ja **rehuina** poistamatta niiden suolistoa, joten kaikki niiden sisältämät mikrobit (mukaan lukien taudinaiheuttajat), siirtyvät tuotteen loppukäyttäjille. Onkin tärkeää huolehtia hyvästä tuotantohygieniasta ja kypsentää jauhomadot ennen hyönteisraaka-aineen jatkokäyttöä ja -jalostusta.

### 7.4 Kemialliset vaarat

Kemialliset vaarat voidaan jakaa kolmeen eri kategoriaan; luonnollisiin vaarallisiin kemikaaleihin, kuten toksineihin, tarkoituksellisesti lisättyihin kemikaaleihin, kuten antibiootteihin sekä tahattomasti lisättyihin kemikaaleihin, kuten hyönteismyrkkyyhin.

#### *Antibioottien käyttö*

Jauhomatojen mikrobiomi on herkkä antibiooteille, ja on todettu, että jauhomatojen mikrobiomia tarvitaan toimivaan ruoansulatukseen ja kasvituotteiden pilkkomiseen. Vaikka syötävien hyönteisten hoito antibiooteilla voisi siis ratkaista joitain ongelmia, antibioottien käytön haitat ovat keskimäärin suurempia kuin hyödyt. (Grau ym. 2017, s. 340)

#### *Tuholaismyrkyt ja toksiinit*

Pilaantuneen rehun käyttö hyönteisten massakasvatuksessa voi johtaa esim. kemikaalien ja toksiinien kertymiseen hyönteisissä. Kaupallisten jauhomatojen sisältämiä kemiallisia epäpuhtauksia on kuitenkin testattu, ja pitoisuudet ovat olleet samankaltaisia tai alhaisempia kuin karjanlihassa. Puutarhatuotannon sivuvirtoina käytetyt rehut voivat kuitenkin edistää torjunta-aineiden kertymistä, joten rehujen laaduntarkastus on tärkeää. Myös hyönteiskannat tulee tarkistaa säännöllisesti toksiinien varalta, sillä toksiinien kertyminen ei välttämättä ilmene välittömästi kasvatuslaitoksen toiminnassa. (Grau ym. 2017, s. 340)

### 7.5 Fysikaaliset vaarat

Fysikaalisia vaaratekijöitä ovat tilanteet, joissa ulkoinen asia, joka ei normaalisti kuulu ruokaan, päätyy kuluttajan lautaselle riittämättömästä puhtaudesta tai virheellisestä käsittelystä johtuen.

## *Vierasesineet*

Ylimääräiset esineet kasvatussesteemeissä eivät välttämättä vahingoita jauhomatoja, mutta kuluttajan lautaselle asti päästynä voivat vahingoittaa ruokailijaa ikävästikin. Hammas voi murtua tai ruuansulatuselimistö vahingoittua, jos ruoan seassa on kivi, muovi- tai metallikappale tai lasinsirpale. Myös hiukset, laastarit ja muut hyönteiset ovat epämiellyttäviä yllätyksiä.

## 7.6 Allergeenit

Kuten mille tahansa ruoka-aineelle, myös hyönteisproteiineille voi herkistyä ja hyönteisten käyttö osana ruokavaliota voi johtaa uusien ruoka-allergioiden kehittymiseen. Kala-, äyriäis- ja pölypunkki-allergiolla on todettu olevan yhteys myös hyönteisallergioihin. Allergia hyönteisproteiineille voi ilmetä esimerkiksi iho-oireina, vatsavaivoina, suun ja kitalaen kutinana tai jopa anafylaktisena reaktiona. (Marnila & Heiska, 2019b)

## 7.7 Esimerkki HACCP:n käytöstä

HACCP ei ole hyönteistuottajalle pakollinen, mutta sen käyttö on erittäin suositeltavaa. Sellaisia työvaiheita, joita voidaan kontrolloida hygieenisillä työskentelytavoilla myöhemmässä tuotantovaiheessa, ei määritellä kriittisiksi hallintapisteiksi. Kun tuote kypsennetään ennen käyttöä, mikrobit tuhoutuvat. Kontaminaatoriskiä voidaan siis kontrolloida lämpötilan avulla, minkä takia työvaihe määritetään **valvontapisteeksi**, muttei kriittiseksi hallintapisteeksi. Lisäksi tietyt hyönteisissä luontaisesti esiintyvät mikrobit muodostavat lisääntyessään toksineja tai muodostavat itiöitä, jotka kummatkaan eivät tuhoudu myöhemmän tuotantovaiheen kuumennuksessa. Näitä mikrobeja ei kuitenkaan tule alkutuotantoon, jos tuotantoa kontrolloidaan hygieenisillä toimintatavoilla. Hyönteistuotanto ei täten sisällä kriittisiä hallintapisteitä, mutta sisältää valvontapisteitä (Taulukko 8). Lue hyönteisviljelyssä käytetystä HACCP:sta lisää [IPIFF:n oppaasta](#) (IPIFF, 2022).

Taulukko 8 Esimerkki jauhopukkikasvatuksen HACCP:sta eli vaarojen arvioinnista ja kriittisistä hallintapisteistä. Taulukko on koostettu Ruokaviraston ohjeiden mukaan.

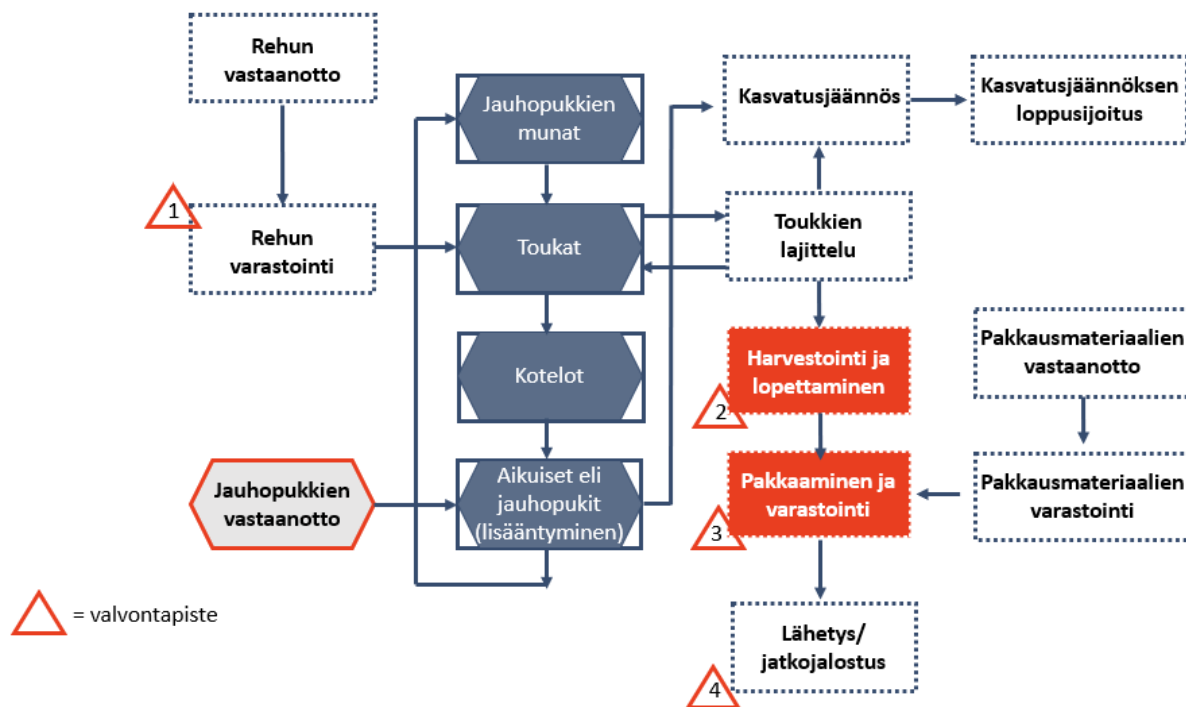
	VAARA				Päätöksen peruste	Hallinta-keino	Onko vaihe kriittinen hallintapiste?
	Vaaran laatu	1 = vähäinen 2 = kohtalainen 3= suuri	Väkavuus	Todennäköisyys			
<b>Rehu ja sen varastointi</b>	Kemiallinen	Mykotoksiinit	3	1	Rehu varastoidaan asianmukaisesti. Rehun toimittaja vastaa laadusta.	Laadukas rehu. Kostean rehun kylmäsäilytys < + 6 °C. Hygieeniset toimintatavat.	Ei
	Fysikaalinen	Haittaeläimet	3	1	Varasto on suojattu haittaeläimiltä.		
	Mikrobiologinen	Haittaeläimet, kostean rehun kontaminoituminen.	3	1	Rehun toimittaja vastaa laadusta.	Valvontapiste	
<b>Jauhopukkien kasvatusta (munat, toukat, kotelot, aikuiset)</b>	Kemiallinen	Mykotoksiinit	3	1	Jos kasvatusolosuhteet ovat asianmukaiset, mykotoksiinien määrä on vähäinen.	Kasvatustilan siivous. Kuolleiden yksilöiden poisto. Asianmukaiset kasvatus-tilat. Syömätömän tuorerehun poisto. Hygieeniset toimintatavat.	Ei
	Fysikaalinen	Vierasesine, haittaeläimet	2	1	Riski vierasesi- neen esiintymiseen vain vähäinen.		
	Mikrobiologinen	Kostean rehun kontaminoituminen käsiteltäessä tai pilaantuminen. Luontaisten mikrobien lisääntyminen kuolleissa yksilöissä.	3	1			
<b>Toukkien lajittelu</b>	Kemiallinen		1	1	Lajittelussa ei ole kemiallisia vaaroja	Hygieeniset toimintatavat.	Ei
	Fysikaalinen	Vierasesine	2	1	Riski vierasesi- neen esiintymiseen vain vähäinen.		

	Mikrobiologinen	Kontaminaatio	3	1			
<b>Harvestointi ja lopetus</b>	Kemiallinen		1	1	Harvestointi ei sisällä kemiallisia vaaroja.	Lämpötila < -18 °C	Ei
	Fysikaalinen	Vierasesine	2	1	Riski vierasesi- neen esiintymi- seen vain vähäi- nen.		
	Mikrobiologinen	Mikrobien lisääntyminen, jos pakastuslämpötila väärä.	3	1			Valvontapiste
<b>Pakkaaminen ja varastointi</b>	Kemiallinen		1	1	Varastointi ei sisällä kemiallisia vaaroja.	Lämpötila < -18 °C	Ei
	Fysikaalinen	Vierasesine	2	1	Riski vierasesi- neen esiintymi- seen vain vähäi- nen		
	Mikrobiologinen	Kontaminaation. Mikrobien lisääntyminen, jos kuljetuslämpötila on väärä.	3	1			Valvontapiste
<b>Lähetys ja jatkojalostus</b>	Kemiallinen	Vääränlainen pakkausmateriaali	1	1		Lämpötila < -18 °C	Ei
	Fysikaalinen	Rikkinäinen pakkaus	2	1			
	Mikrobiologinen	Kontaminaatio. Mikrobien lisääntyminen, jos pakastuslämpötila on väärä.	3	1			Valvontapiste

Alla olevassa kuvassa (Kuva 4) on esitetty jauhopukkikasvatuksen alkutuotannon prosessikaavioesimerkki, johon on merkitty HACCP:n mukaiset valvontapisteet. Ensimmäinen valvontapiste on merkitty rehun varastointiin, jossa huolehditaan hyvistä ja asianmukaisista rehun säilytysolosuhteista. Jos rehua pitää säilyttää kylmässä, valvontapisteinä toimii varastotilan lämpötilanseuranta. Toinen valvontapiste on merkitty jauhomatojen harvestointiin ja lopettamiseen,

jossa huolehditaan riittävän nopeasta pakastamisesta lopettamisen yhteydessä. Jos pakastus on liian hidasta tai pakastuslämpötila on väärä, saattaa se aiheuttaa mikrobiologisen vaaran ja mikrobien lisääntymisen. Kolmas ja neljäs valvontapiste on tuotteiden pakkaamisessa ja varastoinnissa sekä lähetyksessä ja jatkojalostuksessa. Vaaraluokka on näissäkin tapauksissa mikrobiologinen. Oikealla varastointi- ja kuljetuslämpötilalla sekä niiden seurannalla pystytään välttämään mikrobiologiset kontaminaatiot.

Kuva 4 Jauhoppukikasvatuksen alkutuotannon prosessikaavioesimerkki ja siihen liittyvät HACCP:n mukaiset valvontapistet.



## 7.8 Työskentelyhygienia

Työntekijöiden hygieniavaatimukset ja ohjeet perustuvat elintarvike- ja rehelakiin. Henkilökunnan on käytettävä tarkoituksenmukaisia ja puhtaita vaatteita, huolehdittava omasta terveydestään ja hygieniastaan sekä toimittava erillisten hygieniiohjeiden mukaisesti. Työ- ja suojavaatteet estävät tuotteissa tapahtuvia kontaminaatioita ja suojaavat henkilökunnan työntekijöitä. Elintarviketiloissa työskenteleviltä sekä elintarvikkeita käsitteleviltä työntekijöiltä vaaditaan lisäksi hygieniapassi. Hyönteisiä tai hyönteistuotteita käsittelevien henkilöiden on esitettävä terveydentilaselvitys tartuntatautilain 1227/2016 ja asetuksen 146/2017 mukaisesti. (Ruokavirasto, 2021, s. 6; IPIFF 2019b, s. 51)



## 7.9 Jätteenkäsittely

Jättesäiliöissä on oltava selvästi merkittynä jätteen nimi ja haltija. Tarpeettomat merkinnät ja epäpuhtaudet tulee poistaa säiliöistä, ja myös itse säiliöiden on oltava suljettavissa ja puhdistettavissa tarvittaessa. Jäteastia on lisäksi hyvä merkitä suomen kielellä sanalla "JÄTE" tai englanninkielisellä vastineella "WASTE". Jätteidenvarastoinnin tulisi tapahtua täysin erillään tuotantotiloista ja sinne tulee olla pääsy omasta erillisestä sisäänkäynnistä. Sen on lisäksi sijaittava sellaisessa paikassa, jossa eläinten ja tuholaisten pääsy tilaan on estettävissä, ja jossa alue on helposti puhdistettavissa. Kaiken tyyppiset jätteet ja sivutuotteet on suositeltavaa siirtää jätehuoltolaitoksiin nopeasti, jotta jätteiden nesteytymisiltä vältytään. Hyönteiskasvatuksesta saatavat sivutuotteet on kuumennettava tai pakastettava asianmukaisesti ennen jäteastioihin laittamista. (Ruokavirasto, n.d., ss. 19–20)

Hyvien hygieniaolosuhteiden takaamiseksi, elintarvikehuoneistoissa tarvitaan kirjalliset ohjeet toimintatavoista. Ohjeiden tulee kattaa kaikki laitteet, pinnat ja tilat, ja niiden tulee sisältää tieto menetelmistä, materiaaleista, puhdistustiheydestä sekä vastuuhenkilöstä. Kirjanpito puhdistus- ja desinfiointitoimenpiteistä on pakollista. (Ruokavirasto, n.d., s. 13)

## 8. Loppusanat

Ei ole kovin tavallista, että alkutuotantoon saadaan kokonaan uusi laji, jolle on kehitettävä täysin uudenlaiset tuotantoprosessit ja toimitusketjut sekä huomioitava lait, säädökset sekä tuotantohygienia. Jauhopukkeja ja niiden toukkia on tutkittu vuosien ajan, ja ne ovat yksi elintarvike- ja rehuuotannon massakasvatukseen soveltuvista hyönteislajeista. Hyönteistuotanto voi mahdollistaa alkutuotantoa maaseudun lisäksi myös kaupunki- tai teollisuusympäristöissä ja esimerkiksi Ranskassa jauhomatoja kasvatetaan niin suuria määriä, että siitä saatavat proteiini- ja rasvajakeet kiinnostavat myös kalanrehuteollisuutta. Hyönteisraaka-aineen käyttö- ja prosessointi on kuitenkin uutta myös elintarvike- ja rehuteollisuudelle. Tuotekehityksen lisäksi tuotteille on rakennettava markkinat ja jakelukanavat sekä löydettävä kuluttajaryhmät, jotka voivat omaksua uusiin tuotteisiin liittyvät hyödyt ja viedä hyönteistuotteiden käyttöön liittyvää kulttuurista muutosta eteenpäin.

Hyönteisten massatuotannon ja sen ympärille rakentuvan hyönteistalouden kasvu edellyttää suuria muutoksia, johon tarvitaan mukaan monenlaisia toimijoita koko hyönteistuotannon arvoketjusta. Muutosta kohti hyönteistalouden valtavirtaistamista valmistellaan monella taholla. Hyönteisten elintarvike- ja rehuuotantoon liittyviä asetuksia uudistetaan Euroopassa ja hyönteiset ovat mukana muun muassa uudessa EU:n Pelloilta pöytään strategiassa. Kiinnostus ei kuitenkaan rajoitu

Eurooppaan, vaan hyönteistalous kiinnostaa maailmanlaajuisesti. Tutkimuslaitosten ja hyönteisyriyten rajapinnoissa tapahtuvasta innovaatiotoiminnasta alkaa olla jo kymmenen vuoden kokemus eri puolilla maailmaa.

## 9. Lähteet

Beekenkamp. (n.d.). *Insect breeding boxes*. <https://www.beekenkamp.nl/verpakkingen/en/product-categorie/insect-breeding-boxes/>

Benzertiha, A., Kierończyk, B., Kołodziejcki, P., Pruszyńska-Oszmiatek, E., Rawski, M., Józefiak, D. & Józefiak, A. (2020). *Tenebrio molitor* and *Zophobas morio* full-fat meals as functional feed additives affect broiler chickens' growth performance and immune system traits. *Poultry Science*, 99(1), 196–206. <https://doi.org/10.3382/ps/pez450>

Bordiean, A., Krzyzaniak, M., Stolarski, M. & Peni, D. (2020). Growth Potential of Yellow Mealworm Reared on Industrial Residues. *Agriculture*, 10(12), 599. <https://doi.org/10.3390/agriculture10120599>

Breeding Insects. (n.d.). *Your mealworm breeding center*. <https://www.breedinginsects.com/mealworm-breeding/>

Deruytter, D., Courdon, C., Claeys, J. (2021). The influence of wet feed distribution on the density, growth rate and growth variability of *Tenebrio molitor*. *Journal of Insects as Food and Feed*, 7(2), 141–149. <https://doi.org/10.3920/JIFF2020.0049>

El Hadrami, A., Adam, L., El Hadrami, I. & Daayf., F. (2010). Chitosan in plant protection. *Marine Drugs*, 8(4), 968–987. <https://doi.org/10.3390/md8040968>

Elintarvikelaki 297/2021. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2021/20210297>

Elintarvikkeiden hygieniää koskeva asetus (EY) 852/2004. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX%3A02004R0852-20090420>

Eläinperäisten elintarvikkeiden hygieniää koskeva laki 1195/1996. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1996/19961195>

EntoTrust. (n.d.). *Insect food you can trust*. <https://www.entotrust.org/>

Finke, M. (2002). Complete nutrient composition of commercially raised invertebrates used as food for insectivores. *Zoo Biology*, 21(3), 269–285. <https://doi.org/10.1002/zoo.10031>

Grau, T., Vilcinskas, A. & Joop, G. (2017). Sustainable farming of the mealworm *Tenebrio molitor* for the production of food and feed. *Zeitschrift für Naturforschung C. A journal of biosciences*, 72(9-10), 337–349. <https://doi.org/10.1515/znc-2017-0033>

Heckmann, L. H., Andersen, J. L., Gianotten, N., Calis, M., Fischer, C. H. & Calis, H. (2018). Sustainable Mealworm Production for Feed and Food. Teoksessa A. Halloran, R. Flore, P. Vantomme & N. Roos (toim.), *Edible Insects in Sustainable Food Systems* (ss. 321–328). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-74011-9\\_19](https://doi.org/10.1007/978-3-319-74011-9_19)

Heiska, S. & Huikuri, N. (2017). *Hyönteiskasvatuksen esiselvitys*. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 76/2017. Luonnonvarakeskus. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-502-8>

Heiska, S., Järvelä, M-L., Järveläinen, T., Kekkonen, P., Korhonen, K., Liimatainen, J., Myllykangas, K., Vihuri, R. & Wickman-Viitala, T. (2019). *Hyönteisalan tiedonhankinta- ja benchmarkkausmatka Hollantiin 3.-5.6.2019*. Matkaraportti. MiniEines -hanke.

[https://www.oamk.fi/c5/files/2515/6947/7580/hyonteisalalan\\_opintomatka\\_hollantiin\\_03-05062019\\_matkaraportti.pdf](https://www.oamk.fi/c5/files/2515/6947/7580/hyonteisalalan_opintomatka_hollantiin_03-05062019_matkaraportti.pdf)

Heiska, S. & Tapio, M. (2021). *Menestystekijät hyönteisalalla?*  
<https://toukkaamo.fi/2021/04/09/menestystekijät-hyonteisalalla/>

Hong, J., Han, T. & Kim, Y. (2020). Mealworm (*Tenebrio molitor* Larvae) as an alternative protein source for monogastric animal: a review. *Animals*, 10(11), 2068.  
<https://doi.org/10.3390/ani10112068>

Horppu, H., Hulshof, J. & Koskula, H. (2017). *Hyönteistuotannon lisäysmateriaaliselvitys*. Teoksessa S-Heiska & N. Huikuri (toim.), *Hyönteiskasvatuksen esiselvitys* (ss. 55–89). Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 76/2017. Luonnonvarakeskus. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-502-8>

Houben, D., Daoulas, G., Faucon, M. P. & Dulaurent, A-M. (2020). Potential use of mealworm frass as a fertilizer: Impact on crop growth and soil properties. *Scientific reports*, 10(1), 4659.  
<https://doi.org/10.1038/s41598-020-61765-x>

IPIFF. (2019a). *Ensuring High Standards of Animal Welfare in Insect Production*. <https://ipiff.org/wp-content/uploads/2019/02/Animal-Welfare-in-Insect-Production.pdf>

IPIFF. (2019b). *The European Insect Sector Today: Challenges, Opportunities and Regulatory Landscape*. IPIFF vision paper on the future of the insect sector towards 2030. [https://ipiff.org/wp-content/uploads/2019/12/2019IPIFF\\_VisionPaper\\_updated.pdf](https://ipiff.org/wp-content/uploads/2019/12/2019IPIFF_VisionPaper_updated.pdf)

IPIFF. (2021). *An overview of the European market of insects as feed*. IPIFF Publications.  
[https://ipiff.org/wp-content/uploads/2021/04/Apr-27-2021-IPIFF\\_The-European-market-of-insects-as-feed.pdf](https://ipiff.org/wp-content/uploads/2021/04/Apr-27-2021-IPIFF_The-European-market-of-insects-as-feed.pdf)

IPIFF. (2022). *Guide on Good Hygiene Practices for European Union (EU) producers of insects as food and feed*. <https://ipiff.org/wp-content/uploads/2019/12/IPIFF-Guide-on-Good-Hygiene-Practices.pdf>

Joensuu, K., & Silvenius, F. (2017). Production of mealworms for human consumption in Finland: A preliminary life cycle assessment. *Journal of insects as food and feed*, 3(3), 211–216.  
<https://doi.org/10.3920/JIFF2016.0029>

Järvelä, M.-L., Järveläinen T., Ruokamo, T., Marnila, P., Mäki, M., Välimaa A.-L. & Heiska S. (2020). *Hyönteistuotteita erikoismarkkinoille: Lemmikkieläinten ruuat hyönteisalalan kasvun mahdollistajana*. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 5/2020. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 25.  
<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-902-6>

Marnila, P. & Heiska, S. (2019a). Ovatko hyönteiset tulevaisuuden superfoodia? *Kehittyvä Elintarvike*, 5(47). <https://kehittyvaelintarvike.fi/artikkelit/teemajutut/tiede-tutkimus/ovatko-hyonteiset-tulevaisuuden-superfoodia/>

Marnila, P. & Heiska, S. (2019b). Hyönteiselintarvikkeet voivat aiheuttaa allergisen reaktion. *Kehittyvä Elintarvike*, 5(47). <https://kehittyvaelintarvike.fi/artikkelit/teemajutut/tiede-tutkimus/hyonteiselintarvikkeet-voivat-aiheuttaa-allergisen-reaktion/>

Niemi, J., Karhapää, M., Mellberg, S., Latomäki, I. & Wirtanen, G. (2019). *Hyönteiskasvatusopas. Hyönteistuotannon edistäminen Etelä-Pohjanmaalla-hanke (Entolab)*. Online-julkaisu.  
<https://www.luke.fi/biosecurity/entolab/>

Niemi, J., Karhapää, M., Mellberg, S., Latomäki, I. & Wirtanen, G. (2020). *Hyönteisten kasvatusta ja käyttöä ruokana tai rehuna*. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 49/2020. Luonnonvarakeskus. 114. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-006-9>

Punzo, F. & Mutchmor, J. A. (1980). Effects of Temperature, Relative Humidity and Period of Exposure on the Survival Capacity of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 53(2), 260–270. <https://www.jstor.org/stable/25084029>

Rehulaki 86/2008. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2008/20080086>

Rehuhygienia-asetus (EY) 183/2005. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/ALL/?uri=CELEX%3A32005R0183>

Ruokavirasto. (n.d.) *Hyönteiset elintarvikkeena 10588/3*. [https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/asiointi/opaat-ja-lomakkeet/yritykset/elintarvikeala/alkutuotanto/hyonteisohje\\_10588\\_3\\_fi.pdf](https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/asiointi/opaat-ja-lomakkeet/yritykset/elintarvikeala/alkutuotanto/hyonteisohje_10588_3_fi.pdf)

Ruokavirasto. (2021). *Pakkaamattoman helposti pilaantuvan elintarvikkeen käsittely*. <https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/yritykset/elintarvikeala/elintarvikealan-yhteiset-vaatimukset/pakkaamattoman-helposti-pilaantuvan-elintarvikkeen-kasittely/pakkaamattoman-helposti-pilaantuvan-elintarvikkeen-kasittely-tilauskysely-17.6.2021.pdf>

Ruokavirasto. (2023). Lista siirtymäaikana sallituista hyönteislajeista. <https://www.ruokavirasto.fi/elintarvikkeet/elintarvikeala/elintarvikkeiden-alkutuotanto/elaimista-saatavat-elintarvikkeet/hyonteiset/lista-siirtyma aikana-sallituista-hyonteislajeista/>

Toukkaamo. (n.d.). *Sirkkakasvattamon 360-ympäristö*. <https://toukkaamo.fi/sirkkakasvattamon-360-ymparisto/>

Turck, D., Castenmiller, J., De Henauw, S., Hirsch-Ernst, K.I., Kearney, J., Maciuk, A., Mangelsdorf, I., McArdle, H.J., Naska, A., Pelaez, C., Pentieva, K., Siani, A., Thies, F., Tsabouri, S., Vinceti, M., Cubadda, F., Frenzel, T., Heinonen, M., Marchelli, R., Neuhäuser-Berthold, M., Poulsen, M., Prieto Maradona, M., Schlatter, J.R., van Loveren, H., Ververis, E. & Knutsen, H.K. (2021a). Scientific Opinion on the safety of dried yellow mealworm (*Tenebrio molitor* larva) as a novel food pursuant to Regulation (EU) 2015/2283. *EFSA Journal* 2021, 19(1), 6343–6372. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2021.6343>

Turck, D., Bohn, T., Castenmiller, J., De Henauw, S., Hirsch-Ernst, K.I., Maciuk, A., Mangelsdorf, I., McArdle, H.J., Naska, A., Pelaez, C., Pentieva, K., Siani, A., Thies, F., Tsabouri, S., Vinceti, M., Cubadda, F., Frenzel, T., Heinonen, M., Marchelli, R., Neuhäuser-Berthold, M., Poulsen, M., Prieto Maradona, M., Schlatter, J.R., van Loveren, H., Ververis, E. & Knutsen, H.K. (2021b). Scientific Opinion on the safety of frozen and dried formulations from whole yellow mealworm (*Tenebrio molitor* larva) as a novel food pursuant to Regulation (EU) 2015/2283. *EFSA Journal* 2021, 19(8), 6778–6808. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2021.6778>

Sivutuoteasetus (EY) 1069/2009. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009R1069&from=RO>

TSE-asetus (EY) 999/2001. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=celex%3A32001R0999>

TSE-asetuksen liitteen IV muutos (EU) 2021/1372. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32021R1372&from=FI>

Uuselintarvikeasetus (EU) 2015/2283. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32015R2283>

Van Huis, A., Van Itterbeeck, J., Halloran, A., Mertens, E., Muir, G., Vantomme, P. & Klunder, H. (2013). *Edible insects: Future prospects for food and feed security*. FAO. <https://www.fao.org/3/i3253e/i3253e.pdf>

Vauterin, A., Steiner, B., Sillman, J. & Kahiluoto, H. (2021). The potential of insect protein to reduce food-based carbon footprints in Europe: The case of broiler meat production. *Journal of cleaner production*, 320, 128799. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128799>

Ynsect. (n.d.). *Plant Nutrition and Health*. <http://www.ynsect.com/en/>