



Luonnonvara- ja  
biotalouden  
tutkimus 5/2020

## Hyönteistuotteita erikoismarkkinoille: Lemmikkieläinten ruuat hyönteisalan kasvun mahdollistajana

Marja-Liisa Järvelä, Titta Järveläinen, Teija Ruokamo, Pertti Marnila,  
Maarit Mäki, Anna-Liisa Välimaa ja Susanne Heiska

Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 5/2020

# Hyönteistuotteita erikois- markkinoille: Lemmikkieläinten ruuat hyönteisalan kasvun mahdollistajana

Marja-Liisa Järvelä, Titta Järveläinen, Teija Ruokamo, Pertti Marnila, Maarit Mäki,  
Anna-Liisa Välimaa ja Susanne Heiska



Viittausohje:

Järvelä, M.-L., Järveläinen, T., Ruokamo, T., Marnila, P., Mäki, M., Välimaa, A.-L. & Heiska, S. 2020. Hyönteistuotteita erikoismarkkinoille: Lemmikkieläinten ruuat hyönteisalan kasvun mahdollistajana. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 5/2020. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 25 s.

2. korjattu painos, 3.2.2020. Korjaukset sivuilla 16 ja 22.



ISBN 978-952-326-901-9 (Painettu)

ISBN 978-952-326-902-6 (Verkkójulkaisu)

ISSN 2342-7647 (Painettu)

ISSN 2342-7639 (Verkkójulkaisu)

URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-902-6>

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittajat: Marja-Liisa Järvelä, Titta Järveläinen, Teija Ruokamo, Pertti Marnila, Maarit Mäki, Anna-Liisa Välimaa ja Susanne Heiska

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2020

Julkaisu vuosi: 2020

Kannen kuva: Marja-Liisa Järvelä / Oulun ammattikorkeakoulu

Painopaikka ja julkaisumyynti: PunaMusta Oy, <http://luke.juvenesprint.fi>

## Tiivistelmä

<sup>1)</sup>Järvelä Marja-Liisa, <sup>1)</sup>Järveläinen Titta, <sup>2)</sup>Ruokamo Teija, <sup>3)</sup>Marnila Pertti, <sup>3)</sup>Mäki Maarit, <sup>4)</sup>Välimaa Anna-Liisa ja <sup>5)</sup>Heiska Susanne

<sup>1)</sup> Oulun ammattikorkeakoulu, Luonnonvara-ala, Kotkantie 1, 90250 Oulu

<sup>2)</sup> Nortastic Oy, Nostinkuja 6, 90460 Oulunsalo

<sup>3)</sup> Luonnonvarakeskus (Luke), Myllytie 1, 31600 Jokioinen

<sup>4)</sup> Luonnonvarakeskus (Luke), Paavo Havaksen tie 3, 90570 Oulu

<sup>5)</sup> Luonnonvarakeskus (Luke), Yliopistokatu 6 B, 80100 Joensuu

Tämän raportin tarkoituksena on selvittää hyönteisten käytön mahdollisuuksia osana lemmikkieläinten ruokintaa. Lemmikkieläinten ruuat muodostavat monipuolisen ja kasvavan markkinan, joka mahdollistaa etenemisen pienemmän tuotantovolyymien ja korkeamman hintatason erikoistuotteista kohti isomman tuotantovolyymien hintakilpailuja massatuotteita. Tämä kasvureitti tarjoaa kotimaiselle hyönteisalalle mahdollisuuden markkinoiden rakentamiseen ja sitä kautta tuotantokapasiteetin kasvattamiseen verrattain pienellä taloudellisella riskillä.

Hyönteiset ovat potentiaalinen raaka-aine monien lemmikkieläinlajien ruokatuotteisiin. Laajan lajikirjon vuoksi hyönteisten ravintoarvopitoisuudet eroavat toisistaan huomattavastikin, mutta yleisesti voidaan sanoa, että niiden proteiinipitoisuus on korkea ja rasvahappokoostumus tasapainoinen. Lemmikkieläinten ruokatuotteita suunniteltaessa onkin tunnettava tarkkaan kohde-eläinlajin ravintoainetarpeet ja niiden saatavuus hyönteisistä. Tämä koskee erityisesti niitä kohde-eläinlajeja, joille hyönteiset eivät ole luontaista ravintoa. Lainsäädäntö mahdollistaa laajan hyönteislajikirjon hyödyntämisen lisäksi eroteltujen hyönteisproteiini- ja -rasvajakeiden käytön lemmikkieläinten ruuissa, joten tuotteen aminohappo- ja rasvakoostumusta voidaan optimoida vastaamaan kohde-eläimen ravintoainetarpeita. Kokonaisina käytettyjen hyönteisten ravintoainesisältöjä voidaan myös parantaa panostamalla rehuhyönteisten ruokintaan, ja täysrehujen ravintoainekoostumusta voidaan muokata muista lähteistä saatavien ravintoainelisien avulla.

Suurin osa suomalaisista lemmikkieläinten ruokia valmistavista toimijoista suhtautuu myönteisesti tai neutraalisti hyönteisraaka-aineen käyttöön tuotteidensa raaka-aineena. Käyttöä tueksi alan toimijat tarvitsevat kuitenkin tutkimustietoa muun muassa hyönteisten soveltuvuudesta eri lemmikkieläinlajien ravinnoksi, hyönteisraaka-aineen ominaisuuksista ja erilaisista riskeistä tuotanto- ja varastointiprosesseissa, hyönteisraaka-aineen pitkän aikavälin saatavuudesta ja hintatasosta sekä hyönteispohjaisten lemmikkieläinten ruokien kysynnän kehittymisestä. Tutkimustiedon lisäksi hyönteisraaka-aineen tuottajat tarvitsevat tuotantokapasiteetin kasvattamisen ja tuotantokustannusten alenemisen mahdollistavia automaatio-, rehustus- ja kasvatusalustaratkaisuja. Lisäksi tuottajien tulee pystyä vastaamaan raaka-aineostajien laadunvarmistukseen liittyviin vaatimuksiin, jotta loppukuluttajalle voidaan osoittaa koko tuotantoketjun turvallinen ja laadukas toiminta.

Tämä raportti on laadittu osana Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahaston (maaseuturahaston) päärahoittamien [Tiedolla hyönteisalan tulevaisuuteen](#)- (Hämeen ELY-keskus) ja [MiniEines – Hyönteisistä einestä ja euroja](#) (Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus) -hankkeiden toimenpiteitä.

Asiasanat: Hyönteistalous, hyönteistuotanto, hyönteisrehu, rehuteollisuus, lemmikkieläin, erikois-markkina

# Sisällys

<b>1. Johdanto .....</b>	<b>5</b>
<b>2. Lemmikkieläinten ruuat potentiaalisena erikoismarkkinana .....</b>	<b>6</b>
<b>3. Hyönteiset lemmikkieläinten ruokana .....</b>	<b>8</b>
3.1. Hyönteiset ovat luontaista ravintoa monille eläinlajeille .....	8
3.2. Hyönteiset sisältävät monipuolisesti energia- ja suojaravintoaineita .....	8
3.2.1. Hyönteiset sisältävät vaihtelevan määrän eri aminohappoja .....	9
3.2.2. Hyönteisrehun kivennäis- ja hivenainepitoisuuksiin on mahdollista vaikuttaa .....	10
3.2.3. Hyönteisten sisältämä ravintokuitu on kitiniä.....	11
3.3. Hyönteiset ehkäisevät taudinaiheuttajien lisääntymistä.....	11
3.4. Tutkimustuloksia hyönteisten käytöstä tuotanto- ja lemmikkieläinten ruokana.....	12
3.4.1. Mustasotilaskärpäsen toukat tuotanto- ja lemmikkieläinten rehuna.....	12
3.4.2. Jauhopukin toukat tuotantoeläinten rehuna.....	12
3.4.3. Huonekärpäsen toukat tuotantoeläinten rehuna.....	13
<b>4. Lainsäädäntö mahdollistaa monipuolisen lemmikkieläinten ruuan tuottamisen .....</b>	<b>14</b>
<b>5. Teollisuuden näkökulmia hyönteispohjaisiin lemmikkieläinten ruokiin .....</b>	<b>17</b>
<b>6. Kaupan ja markkinoiden näkökulmia hyönteispohjaisiin lemmikkieläinten ruokiin.....</b>	<b>19</b>
6.1. Lemmikkieläinten ruokia myyvät vähittäiskaupat .....	19
6.2. Eläintarhat.....	19
<b>7. Euroopassa edetään jo kohti lemmikkieläinten ruokien massamarkkinoita .....</b>	<b>21</b>
<b>8. Yhteenveto.....</b>	<b>22</b>
<b>Viitteet .....</b>	<b>23</b>

# 1. Johdanto

Lemmikkieläinten ruoka kuuluu rehulainsäädännön piiriin, jonka lisäksi suomalaisia lemmikkieläinten ruokien valmistajia valvotaan eläimistä saatavia sivutuotteita koskevan lainsäädännön mukaisesti. Rehut jaotellaan rehuaineisiin, rehun lisäaineisiin sekä edellisistä koostuviin täys- ja täydennysrehuihin. Rehuaineita ovat esimerkiksi eläinperäiset tuotteet sekä erilaiset viljat ja öljyt. Rehun lisäaineisiin kuuluvat esimerkiksi säilöntä- ja aromiaineet, entsyymit, kivennäis- ja hivenaineet sekä vitamiinit. Ravintolisiä, lisäravinteita tai terveysvaikutteisia rehuja ei ole rehulainsäädännössä, mutta terveysväittämiä saa esittää erityiseen ravitsemukselliseen tarkoitukseen Euroopan Unionissa (EU) hyväksytyistä rehuista, jotka on arvioitu tieteellisen tutkimustiedon perusteella. (Ruokavirasto 2020a.)

Suomessa noin 35 prosentilla kotitalouksista on lemmikkieläin ja erityisesti koirien määrä kasvaa jatkuvasti. Vuonna 2012 kotitalouksilla oli noin 630 000 koiraa ja 592 000 kissaa, kun taas vuonna 2016 vastaavat luvut olivat noin 700 000 koiraa (+11 %) ja 600 000 kissaa (+1 %). (Parikka 2018, Tilastokeskus 2016, Nurmela 2014.) Kasvava markkina, jolla toimii suhteessa vähemmän kotimaisia toimijoita kuin muilla toimialoilla (Ervasti 2014), tarjoaa mahdollisuuden uusien, kotimaisten raaka-aineiden ja tuotteiden lanseeraamiseen markkinoille.

Hyönteiset ovat potentiaalinen raaka-aine monien lemmikkieläinlajien ruokiin. Niiden käytöllä osana lemmikkieläinten ruokintaa voidaan myös vastata eettisyyttä ja ekologisuutta korostaviin trendeihin, jotka ohjaavat kuluttamista. Nykyinen hyönteistuotantokapasiteetti Suomessa ei kuitenkaan riitä kattamaan massamarkkinoiden raaka-ainetarpeita, eikä mahdollista isojen volyymien mukanaan tuomia alhaisempia tuotantokustannuksia. Tuotantokapasiteetin kasvattamisen ja tuotantokustannusten alenemisen edellytyksenä on automaation lisääminen hyönteiskasvatuksen kaikissa vaiheissa. Tämä taas on haasteellista, koska hyönteiskasvattajat ovat pieni ja epävarma markkinasegmentti muun muassa laite- ja ohjelmistokehittäjille. Sama koskee myös esimerkiksi hyönteisille suunnattujen rehujen ja kasvatusalustojen kehittämistä ja kaupallistamista.

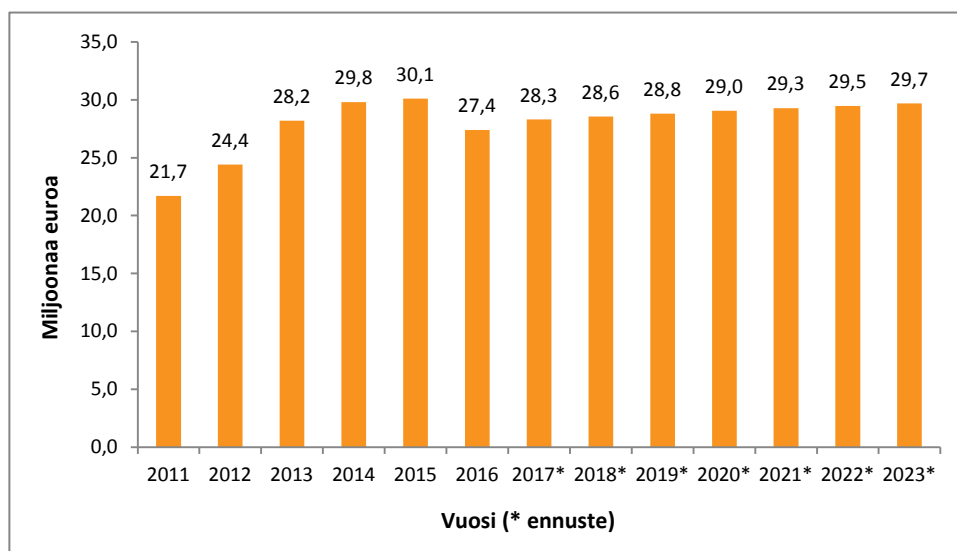
Erikoismarkkinat tarjoavat mahdollisuuden markkinoiden rakentamiseen ja sitä kautta tuotantokapasiteetin kasvattamiseen pienemmällä taloudellisella riskillä. Kasvu taas tekisi houkuttelevaksi erilaisen automaatio- ja rehustrategioiden kehittämisen kaupallisiksi, hinnaltaan kilpailukykyisiksi ratkaisuiksi, joiden myötä hyönteisraaka-aineen tuotantoon saataisiin lisääntyvän tehokkuuden lisäksi tuotantomääriin ja laatuun liittyvää hallittavuutta ja vakautta. Toimitusvarmuus ja raaka-aineen tasainen laatu taas kannustaisivat lopputuotteita jalostavia yrityksiä panostamaan sekä tuotekehitykseen että markkinointiin ja myyntiin.

Tässä raportissa käsitellään lemmikkieläinten ruokia hyönteisalan kasvun mahdollistajana erikoismarkkinanäkökulmasta. Raporttiin on koottu tietoa hyönteisten soveltuvuudesta eri eläinlajien ravinnoksi ja hyönteispohjaisiin lemmikkieläinten ruokiin liittyvästä lainsäädännöstä. Tietoa on tuotettu lisäksi kotimaisen valmistavan teollisuuden, kaupan ja markkinoiden sekä eläintarhojen näkökulmista hyönteispohjaisiin lemmikkieläinten ruokiin.

Raportti on laadittu osana Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahaston (maaseuturahaston) päärahoittamien [Tiedolla hyönteisalan tulevaisuuteen](#)- (Hämeen ELY-keskus) ja [MiniEines – Hyönteisistä einestä ja euroja](#) (Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus) -hankkeiden toimenpiteitä.

## 2. Lemmikkieläinten ruuat potentiaalisena erikoismarkkinana

Vuonna 2016 valmistettujen lemmikkieläinten ruokien markkinan koko Suomessa oli noin 28 miljoonaa euroa ja vuoteen 2023 yltävän ennusteen mukaan markkina kasvaa noin kaksi prosenttia vuodessa (Kuva 1.). Vuosien 2011–2023 välillä kokonaiskasvun ennustetaan näin ollen olevan noin 8,0 miljoonaa euroa (+37 %). (FAOSTAT 2019.)



**Kuva 1.** Lemmikkieläinten ruokia valmistavan teollisuuden liikevaihto Suomessa vuosina 2011–2023 (FAOSTAT 2019).

Lemmikkieläinten ruuat muodostavat monipuolisen markkinan, joka mahdollistaa etenemisen pienemmän volyymin ja korkeamman hintatason erikoistuotteista kohti isomman volyymin hintakilpailtuja massatuotteita. Potentiaalisia erikoistuotteita löytyy muun muassa matelijoiden, lintujen ja akvaariokalojen ruuista sekä kissojen ja koirien herkkutuotteista. Massatuotteisiin taas lukeutuvat esimerkiksi kissojen ja koirien täysrehut. Lemmikkieläinten ruokien kautta on myös mahdollista edetä vielä suuremmille, mutta toisaalta myös tarkemmin säädellyille tuotantoeläinrehumarkkinoille.

Tämän lähestymistavan oman toimintansa ja koko hyönteisalan kehittämiseen on valinnut esimerkiksi hollantilainen hyönteisalan yritys [New Generation Nutrition \(NGN\)](#), joka tutkii ja kehittää hyönteisraaka-aineiden prosessointimenetelmiä, valmistaa ja myy hyönteisraaka-aineisiin pohjautuvia rehuja, räätälöi rehuja vastaamaan yksittäisten asiakkaiden tarpeita ja toiveita sekä tarjoaa koulutus- ja konsulttipalveluja hyönteiskasvattajille. Tällä hetkellä NGN valmistaa ja myy hyönteispohjaisia rehuja apinoille (Kuva 2.), matelijoille (Kuva 3.), kaloille ja linnuille. Esimerkiksi NGN:n kehittämät puolikos-teat kalanrehut uppoavat veteen ja kalat nappaavat ne liikkeestä. Ne kelpaavat myös teolliseen rehuun tottuneelle kirjolohelle, jota kasvatetaan vesiviljelyn ja kalankasvatuksen yhdistävällä aquaponics-menetelmällä NGN:n yhteistyöyrityksessä [Blue Acresissa](#). Esimerkiksi kokonaisia jauhopukin toukkia kirjolohet eivät mielellään syö etenkään siinä vaiheessa, kun ne ovat ehtineet vajota kasvatusaltaan pohjalle. (Heiska ym. 2019, Heiska 2019, Heiska ja Järvelä 2019.)



**Kuva 2.** Hyönteisten lisäksi muun muassa he hedelmiä ja kookosta sisältävä apinan rehu on tällä hetkellä NGN:n tärkein myyntituote. (Kuva: Marja-Liisa Järvelä)



**Kuva 3.** NGN:n matelijoille suunnattu rehu sisältää 50 % hyönteisraaka-ainetta. (Kuva: Marja-Liisa Järvelä)

Erikoismarkkinoilla toimivalle NGN:lle muun muassa koirien ruuat ovat vielä toistaiseksi liian iso mas-samarkkina, jonka saavuttaminen edellyttää hyönteistuotantovolyymien kasvattamista ja alhaisempaa hyönteisraaka-aineen hintaa. Yrityksen näkökulmasta kilpailevia proteiininlähteitä ovat muun muassa soija (noin 0,80 €/kg / 5.6.2019) ja kalajauho (noin 2,00 €/kg / 5.6.2019). NGN tekeekin systemaattisesti koko hyönteisalaa kehittävää työtä yhteistyössä hyönteiskasvattajien kanssa. He tarjoavat so-pimus-raaka-ainetuottajilleen paitsi myyntikanavan, myös koulutusta ja konsultointia. Kun yritys tee-kee sopimuksen uuden raaka-ainetuottajan kanssa, he varmistavat, että hyönteiskasvattajalta löyty-vät asianmukaiset laatu järjestelmät ja sertifiointit. (Heiska ym. 2019.) Tähän liittyvä kehittämistyö on olennaista koko hyönteisalan kehittämisen näkökulmasta, sillä raaka-aineostajien tulee voida osoit-taa omille asiakkailleen, että koko tuotantoketju toimii turvallisesti ja laadukkaasti. Ei siis riitä, että hyönteiskasvattajat pystyvät takaamaan tasalaatuisen raaka-aineen toimitusvarmuuden, vaan heillä tulee olla myös laadunvarmistuksen osoittava dokumentaatio.

Kotimaan esimerkki potentiaalisesta hyönteispohjaisten lemmikkieläinten herkkutuotteiden myynti-paikasta lemmikkieläinten ruokia myyvien vähittäiskauppojen ohella on Helsinki-Vantaan lentokent-tä: tax-free-myymäla Dufryn sisäänostaja kertoo lemmikkieläinmarkkinoiden kasvun näkyvän myös heillä lemmikkieläimille suunnattujen tuliaistuotteiden kysynnän kasvuna. Ostopäätöstä tehdessään heidän asiakkaansa arvostavat suomalaisuutta ja omaleimaisuutta.



### 3. Hyönteiset lemmikkieläinten ruokana

Lemmikkieläinten ruuan ainesosiksi sopivia hyönteislajeja on valtava määrä (kts. '4. Lainsäädäntö mahdollistaa monipuolisen lemmikkieläinten ruuan tuotannon'). Ruokinnassa suositellaan käytettävän mahdollisimman monipuolisesti erilaisia hyönteisiä, jotta varmistetaan kohde-eläimen terveyden ja hyvinvoinnin näkökulmasta tärkeä ravinnon monipuolisuus (Finke 2003). Lisäksi hyönteislajien valinnassa tulee huomioida toiminnallinen ja liiketaloudellinen toteutettavuus.

#### 3.1. Hyönteiset ovat luontaista ravintoa monille eläinlajeille

Hyönteiset ovat luontaista ravintoa monille eksoottisemmille lemmikkieläimille, kuten sammakoille, kilpikonnille, hämähäkeille, siileille sekä osalle matelijoista, linnuista ja kaloista. Esimerkiksi parta-agaman poikasten ravinto koostuu jopa 90-prosenttisesti, ja aikuisten yksilöidenkin ravinto vielä 50-prosenttisesti hyönteisistä (Putkuri 2018). Muista lemmikkieläimistä esimerkiksi hiiret, rotat, kissat ja koirat pystyvät hyödyntämään hyönteisravintoa. Hyönteisiä voidaan käyttää ruokana kohde-eläinlajista riippuen elävinä, kuivattuina, pakastettuina tai esimerkiksi jauhettuina yhdeksi täysrehun komponentiksi. Valmiita täysrehuja, jotka sisältävät hyönteisiä joko kokonaisina tai rehumassaan jauhettuna, löytyy esimerkiksi hiirille ja rotille, linnuille, kilpikonnille sekä kissoille ja koirille.

Matelijoille, kuten erilaisille liskoille, sekä sammakoille hyönteiset syötetään useimmiten elävinä. Toiset matelijat eivät välttämättä kiinnostu liikkumattomasta ravinnosta lainkaan. Sopivaa rehuhyönteislajia valittaessa tulee huomioida kohde-eläimen luontainen ruokavalio ja koko. Esimerkiksi Faunatar-ketjun Seinäjoen liikkeessä pienet liskot ja sammakot syövät pienikokoisempia hyönteisiä, kuten jamaikankenttäsirkan (*Gryllus assimilis*) poikasia ja kanatunkkarin ("buffalomato", *Alphitobius diaperinus*) toukkia, kun taas isommille eläinlajeille, kuten parta-agamalle, voidaan syöttää aikuisia idänkulkusirkkoja ("lokusti", *Locusta migratoria*). Skinkkien luontaiseen ravintoon kuuluvat kotilot ja siileille sekä tanrekeille syötetään monipuolisesti sirkkoja, toukkia, torakoita ja nilviäisiä. Erilaisille jyrsijöille, kuten hamstereille ja rotille, tarjotaan myös esimerkiksi jauhopukin (*Tenebrio molitor*) toukkia tai sirkkoja muun ravinnon ohessa. (Siren 2019.)

Myös Kolme Muskettikoira Oy:ssä useat liskolajit, kuten parta-agma, kääpiöparta-agma, leopardigekko ja skinkki, ruokitaan sirkoilla, toukilla ja torakoilla. Päivägekot, anolisliskot, kiinankellosammakko, korallisormisammakko ja hämähäkit taas syövät pääsääntöisesti vain sirkkoja. Kuivattuja hyönteisiä menee ravinnoksi lähinnä siileille. (Newman 2019.)

#### 3.2. Hyönteiset sisältävät monipuolisesti energia- ja suojaravintoaineita

Koska hyönteiset ovat hyvin laaja ryhmä, niiden ravintoarvot eroavat toisistaan huomattavastikin. Yleisesti voidaan kuitenkin todeta, että hyönteisten proteiinipitoisuus on korkea ja rasvahappokoostumus tasapainoinen.

Aminohappokoostumukseltaan hyönteisproteiinit vastaavat muita eläinproteiineja. Proteiinipitoisuuksiin liittyviä tutkimustuloksia vertailtaessa on kuitenkin hyvä tarkistaa, mitä typpi-proteiini-muunnoskerrointa on käytetty. Yleensä proteiinipitoisuus määritetään käyttäen kerrointa 6,25. Hyönteisillä tämä kerroin antaa liian korkean proteiinipitoisuuden, koska niillä osa tyyppi-proteiinikuoreesta. Kokonaisella jauhopukin, kanatunkkarin ja mustasotilaskärpäsen (*Hermetia illucens*) toukalla sopiva kerroin on 4,76 ja niiden puhdistetuilla proteiinifraktoilla 5,60; näiden hyönteislajien proteiinimääriä laskettaessa tulisikin käyttää näitä kertoimia (Janssen ym. 2017). Ruokavirasto on tutkinut sirkkojen typpi-proteiini-muunnoskerrointa ja tuloksista tiedotetaan lähiaikoina (Ritvanen 2020).

Hyönteisten rasvahappokoostumus on verrattain hyvä. Ne sisältävät runsaasti tyydyttymättömiä rasvahappoja ja esimerkiksi linolihappotasoa (omega-6) on luonnostaan korkea. Sen sijaan nisäkkäiden ruokinnassa terrestisten hyönteisten omega-3-rasvahappoja, kuten alfa-linoleeni, eikosapentaeeni- ja dokosaheksaeenihappoja voidaan joutua täydentämään muista lähteistä. (Turun yliopisto 2017.) Hyönteisten omega-3-rasvahappojen määrää voidaan nostaa myös ruokinnalla (Oonincx ym. 2019). Yleisimmät rehuhyönteiset sisältävät myös monia kivennäis- ja hivenaineita lukuun ottamatta jodia (Finke 2002, Finke 2012).

### 3.2.1. Hyönteiset sisältävät vaihtelevan määrän eri aminohappoja

Hyönteisten aminohappokoostumukset vaihtelevat lajeittain (Taulukko 1.). Suurimmat erot ovat fenyylialaniini- ja metioniinipitoisuuksissa: korkeimmat pitoisuudet ovat huonekärpäsen (*Musca domestica*) toukalla, joka sisältää myös runsaasti lysiiniä (Bosch ym. 2014).

Kissojen ja koirien aminohappotarpeet tunnetaan hyvin. Yksilön aminohappotarpeeseen vaikuttavat kasvuvaihe ja rasiustaso. Kun hyönteisten aminohappokoostumusta verrataan kissan ja koiran aminohappotarpeisiin, ensimmäiset rajoittavat aminohapot ovat metioniini ja kysteiniini. Korkeimmat pisteet aminohappokoostumuksen soveltuvuudesta kissan- ja koiranruuaksi saavat huonekärpäsen ja mustasotilaskärpäsen toukat (Taulukko 1.). (Bosch ym. 2014.)

Taulukossa 1 mainittujen aminohappojen lisäksi tauriini on välttämätön aminohappo muun muassa kissoille, joilla sen puute voi vaikuttaa esimerkiksi näkökykyyn (McCusker ym. 2014). Tauriini kuuluu heikommin tunnettuihin aminohappoihin, koska se ei osallistu proteiinin synteesiin (National Center for Biotechnology Information 2020). Tauriinia löytyy runsaasti esimerkiksi muurahaisista (*Formicidae* spp.) ja harmaasta ruutukärpäsestä (*Sarcophaga bullata*), kun taas mustasotilaskärpäsen toukissa tauriinia on vain vähän (McCusker ym. 2014). Kotisirikka (*Acheta domesticus*) sisältää myös kohtuullisesti tauriinia (Finke 2002).

**Taulukko 1.** Esimerkkejä hyönteisten ja vertailuaineiden (kananrehu, kalajauho ja soijarouhe) sisältämien aminohappojen osuuksista (% raakavalkuaisesta) (Bosch ym. 2014)

Aminohappo	HKt	MSK	MSKt	KS	JPt	KTt	JJMt	PKT	AT	KR	KJ	SR
Arginiini	4,2	3,7	4,2	5,7	4,6	4,8	4,6	3,9	3,5	5,8	4,5	6,3
Histiidiini	4,8	4,4	4,7	3,4	5,1	4,9	4,8	4,6	4,5	3,7	3,4	3,1
Isoleusiini	4,0	4,0	4,2	4,0	4,6	4,6	5,0	3,7	3,2	3,8	4,8	5,0
Leusiini	6,1	6,1	6,5	6,6	7,3	6,7	7,2	5,9	5,3	6,4	7,1	7,8
Lysiini	6,2	5,4	5,4	5,8	5,5	6,5	5,3	4,7	4,0	5,6	7,4	6,2
Metioniini	2,6	1,4	1,7	1,6	1,4	1,3	1,6	1,2	1,3	1,0	1,9	2,0
Fenyylialaniini	5,2	3,1	3,3	3,2	3,4	3,9	3,7	2,7	2,7	3,3	3,5	5,2
Treoniini	3,8	3,6	3,6	3,6	4,0	4,0	4,1	3,3	3,1	3,6	4,0	3,9
Valiini	5,0	5,5	5,7	5,7	6,3	5,9	6,5	6,1	5,4	4,6	5,0	5,0
<b>Em. aminohapot yhteensä</b>	<b>41,8</b>	<b>37,1</b>	<b>39,3</b>	<b>39,6</b>	<b>42,3</b>	<b>42,7</b>	<b>42,7</b>	<b>36,2</b>	<b>33,1</b>	<b>37,8</b>	<b>41,5</b>	<b>44,4</b>
<b>Aminohappopisteet, % koirien ja kissojen aminohappotarpeesta (Kerr ym. 2013, NRC 2006):</b>												
Koira	94,0	63,4	74,4	69,3	68,4	60,4	73,8	55,5	59,7	44,6	73,1	89,1
Kissa	106,1	79,2	93,0	86,6	85,5	75,5	92,2	69,4	74,6	55,8	91,6	107,5

HKt: Huonekärpäsen (*Musca domestica*) toukka

MSK: Mustasotilaskärpäsen (*Hermetica illucens*)

MSKt: Mustasotilaskärpäsen (*Hermetica illucens*) toukka

KS: Kotisirikka (*Acheta domesticus*)

JPt: Jauhopukin (*Temebrio molitor*) toukka

KTt: Kanatunkkarin (*Alphitobius diaperinus*) toukka

JJMt: Jättijauhomadon (*Zophobas morio*) toukka

PKT: Pääkallotorakka (*Blaberus craniifer*)

AT: Argentiinantorakka (*Blaptica dubia*), naaras  
 KR: Kananrehu  
 KJ: Kalajauho  
 SR: Soijaruuhe

Hyönteisalalla tutkitaan yhä tarkemmin eri hyönteislajien sisältämien proteiinien laatua ja soveltuvuutta myös lemmikkieläinten ravinnoksi ottaen huomioon rehuhyönteisten käsittelyjen ja prosessointien vaikutukset ravintoainepitoisuuksiin sekä erot ravintoaineiden imeytymisessä eri lemmikkieläinlajeilla (Bosch ym. 2014). Hyönteisproteiinia sisältävien täysrehujen valmistukseen tulisi löytää menetelmät, joilla olisi mahdollisimman vähän vaikutusta hyönteisraaka-aineen hyvään aminohappojen biosaatavuuteen, mutta joilla toisaalta olisi mahdollista käsitellä hyönteisraaka-aine hygieeniseksi lopputuotteeksi (Bosch ym. 2016).

### 3.2.2. Hyönteisrehun kivennäis- ja hivenainepitoisuuksiin on mahdollista vaikuttaa

Hyönteiset sisältävät monipuolisesti kivennäis- ja hivenaineita. Taulukossa 2 on esitelty 13 rehuhyönteisen kivennäis- ja hivenainepitoisuudet. Jodia lukuun ottamatta nämä hyönteislajit sisältävät kohtuullisesti eri hivenaineita. Sen sijaan osalla hyönteislajeista, erityisesti jauhopukin ja chilenkoin (*Chilecomadia moorei*) toukilla, kalsiumpitoisuudet ovat alhaiset. Mustasotilaskärpäsen toukka sisältää kuitenkin runsaasti myös kalsiumia. Lisäksi huonekärpäsellä ja kastemadolla (*Lumbricus terrestris*) on kohtalainen kalsiumpitoisuus. Kaikilla hyönteisillä fosforipitoisuudet ovat kuitenkin suurempia kuin kalsiumpitoisuudet. Hyönteisten fosfori on myös eläimille helposti käytettävissä olevassa muodossa toisin kuin kasviperäinen fosfori. (Finke 2002, Finke 2012.)

**Taulukko 2.** Esimerkkejä hyönteislajien kivennäis- ja hivenainepitoisuuksista (Finke 2002, Finke 2012)

Kivennäis- tai hivenaine	MSKt	CKt	TTn	HK	JJMt	SJ	JPt	JP	ISKt	MPT	KS	KTn	KM
Kalsium (mg/kg)	9 340,00	125,00	385,00	765,00	177,00	184,00	169,00	231,00	243,00	177,00	407,00	275,00	444,00
Fosfori (mg/kg)	3 560,00	2 250,00	1 760,00	3 720,00	2 370,00	2 720,00	2 850,00	2 770,00	1 950,00	2 370,00	2 950,00	2 520,00	1 590,00
Magnesium (mg/kg)	1 740,00	278,00	250,00	806,00	498,00	864,00	801,00	606,00	316,00	498,00	337,00	226,00	136,00
Natrium (mg/kg)	887,00	<198,00	744,00	1 350,00	475,00	489,00	537,00	632,00	165,00	475,00	1 340,00	1 350,00	965,00
Kalium (mg/kg)	4 530,00	2 590,00	2 240,00	3 030,00	3 160,00	2 970,00	3 410,00	3 400,00	2 210,00	3 160,00	3 470,00	3 520,00	1 820,00
Kloori (mg/kg)	1 160,00	1 160,00	1 600,00	1 760,00	1 520,00	1 750,00	1 870,00	1 910,00	640,00	620,00	2 270,00	2 220,00	910,00
Rauta (mg/kg)	66,60	14,00	14,80	125,00	16,50	21,50	20,60	21,80	20,90	16,50	19,30	21,20	50,40
Sinkki (mg/kg)	56,20	35,70	32,70	85,80	30,70	44,50	52,00	46,20	25,40	30,70	67,10	68,00	17,70
Kupari (mg/kg)	4,03	2,95	7,93	12,90	3,60	6,40	6,10	7,50	3,80	3,60	6,20	5,10	1,50
Mangaani (mg/kg)	61,80	0,71	2,64	26,60	4,30	3,60	5,20	4,00	1,30	4,30	11,50	8,90	1,30
Jodi (mg/kg)	0,26	<0,10	0,30	<0,10	<0,1	<0,1	0,17	0,22	<0,1	<0,1	0,21	0,28	0,38
Seleeni (mg/kg)	0,32	<0,03	0,30	0,15	0,14	0,13	0,25	0,16	0,11	0,14	0,19	0,10	0,40

MSKt: Mustasotilaskärpäsen (*Hermetica illucens*) toukka

CKt: Chilenkoin (*Chilecomadia moorei*) toukka

TTn: Turkestanin torakka (*Blatta lateralis*), nymfi

HK: Huonekärpäsen (*Musca domestica*)

JJMt: Jättijauhomadon (*Zophobas morio*) toukka

SJ: Suuri jauhomato: jauhopukin (*Tenebrio molitor*) toukka, joka on käsitelty hormoneilla niin, ettei se koteloidu

JPt: Jauhopukin (*Tenebrio molitor*) toukka

JP: Jauhopukki (*Tenebrio molitor*)

IVKt: Isovahakoisan (*Galleria mellonella*) toukka

MPT: Mulperiperhosen (silkkiperhosen) (*Bombyx mori*) toukka

KS: Kotisirkka (*Acheta domesticus*)

KSn: Kotisirkka (*Acheta domesticus*), nymfi

KM: Kastemato (*Lumbricus terrestris*)

Matelijoiden hyönteisruokinnassa tulee huolehtia kalsium-fosfori-suhteesta: esimerkiksi kotisirkoissa on kolme kertaa enemmän fosforia suhteessa kalsiumiin. Matelijaharrastajat käyttävätkin yleisesti gut-loading- ja dusting -menetelmiä, kun he valmistelevat rehuhyönteiset ruokintaa varten. Gut-loading -termillä tarkoitetaan toimenpidettä, jossa rehuhyönteiselle syötetään vitamiini- ja kalkkipitoista ravintoa ennen lemmikin ruokkimista. Dustingissa rehuhyönteiset taas jauhotetaan vitamiini- ja kalkkipitoisella jauheella, joka tarttuu hyönteisten pintaan ja siirtyy ruokinnassa lemmikin käyttöön. Molempien menetelmien tarkoituksena on varmistaa lemmikin monipuolinen ravintoaineiden saanti parantamalla rehuhyönteisten ravintoarvoja. (Finke 2003.)

Myös muihin hyönteisten sisältämiin ravintoainepitoisuuksiin on mahdollista vaikuttaa samoilla menetelmillä. Esimerkiksi jauhopukin toukkien gut-loading-ruokinnan olisi hyvä sisältää kalsiumia, rautaa, mangaania, A-, D-, E- ja B12-vitamiinia sekä tiamiinia ja metioniinia (Finke 2003). Jos hyönteisiä käytetään komponenttina täysrehussa, myös muista lähteistä saatavia ravintoainelisiä voidaan sekoittaa suoraan rehumassan joukkoon (Makkar ym. 2014).

### 3.2.3. Hyönteisten sisältämä ravintokuitu on kitiiniä

Hyönteisten ulkoinen tukiranka koostuu kitiinistä, joka luokitellaan ruokinnassa kuiduksi (Finke 2006). Joidenkin liskojen, sammakoiden, kilpikonnien, kalojen ja lepakoiden ruuansulatukseen on havaittu hajottavan tehokkaasti kitiiniä. Tabatan ja Kashimuran (2018) toteuttamassa tutkimuksessa todettiin, että hiiren, sikojen ja kanojen ruuansulatus pystyy hajottamaan kitiiniä paremmin kuin esimerkiksi nautaeläinten tai koirien ruuansulatus. Koira-eläimen genomista on kuitenkin löydetty geenialue, joka koodaa kitiinin sulatusta edistävää kitinaasientsyymiä. Boschin ym. (2016) toteuttamassa, koiran ruuansulatusta hyönteisravinnon näkökulmasta havainnollistavassa tutkimuksessa todettiin, että koska koiralla kitiinin sulatus on puutteellista, tulisi kitiinin tyypipitoisuus ottaa huomioon proteiinin ja aminohappojen imeytymistä laskettaessa.

Kitiinin pitkäaikaisvaikutuksista lemmikkieläimille ei toistaiseksi löydy juurikaan tutkimustuloksia. Ihmisillä kitiinin on kuitenkin todettu edistävän ruuansulatusta sekä vähentävän suolistosairauksien ja -tulehdusten riskiä. Kitiinin pilkkoutumisesta suolistossa tiedetään vasta hyvin vähän. Kitiinin hajoamistuotteiden, kuten kitosaanin ja kito-oligosakkaridien, on todettu alentavan verenpainetta, laskevan veren kolesterolia sekä hillitsevän tulehduksia ja olevan antimikrobisia (Ngo ym. 2015). Niiden on myös todettu toimivan antioksidanteina vähentäen soluissa ilmeneviä vaurioita (Kourimska ja Adamkova 2016, Korpela ja Siljander-Rasi 2017). Lisäksi esimerkiksi kirjolohta (*Oncorhynchus mykiss*) koskevien tutkimusten mukaan hyönteisjauholla on prebioottisia vaikutuksia, jotka johtuvat pääasiassa hyönteisjauhon sisältämästä käymiskykyisestä kitiinistä (Terova ym. 2019). Koirilla on tutkittu myös haavan hoitoa kitiinin avulla: tutkimuksessa kitiinillä hoidetussa haavassa havaittiin huomattavasti verrokkihaavaa vähemmän tulehdussoluja (Okamoto ym. 1995).

## 3.3. Hyönteiset ehkäisevät taudinaiheuttajien lisääntymistä

Hyönteisillä voi olla positiivisia vaikutuksia eläinten kokonaisvaltaiseen terveyteen ja vastustuskykyyn, mutta aihepiiriin liittyvää tutkimusta tarvitaan lisää (Gasco ym. 2018). Yksi tulevaisuuden mahdollisuuksista on vähentää antibioottien tarvetta kitiinin tai sen pilkkoutumistuotteiden avulla (van Huis ym. 2013, Islam ja Yang 2017). Kitiinin lisäksi esimerkiksi mustasotilaskärpänen sisältää runsaasti lauriinihappoa, jolla on todettu olevan virusten ja enterobakteerien lisääntymistä ehkäiseviä vaikutuksia (Spranghers ym. 2016). Hyönteisistä on myös löydetty yli 150 antimikrobista aktiivisuutta omaavaa peptidiä (Otvos 2000, Gasco 2018).

Broilereilla toteutetuissa ruokintakokeissa tutkittiin kuivatun jauhopukin toukan ja jättijauhomadon vaikutuksia kananpoikiin kokeellisessa *Salmonella enteritidis*- ja *Escherichia coli* -bakteerien sekain-

fektiossa. Toukilla ruokittujen kananpoikien immunoglobuliini G:n ja immunoglobuliini A:n tasot olivat korkeammat kuin verrokkiryhmällä. Myös kuolleisuus hyönteisjauhoa saaneissa ryhmissä oli huomattavasti alhaisempi kuin verrokeilla. Lisäksi ulosteiden *E. coli*- ja *Salmonella*-bakteerien määrät olivat pienemmät kuin verrokkiryhmällä. (Islam ja Yang 2017.)

### 3.4. Tutkimustuloksia hyönteisten käytöstä tuotanto- ja lemmikkieläinten ruokana

Hyönteisten käyttöä osana eläinten ruokintaa on toistaiseksi tutkittu enemmän tuotanto- kuin lemmikkieläimillä. Alalukuihin 3.4.1.–3.4.3. onkin koottu tutkimustietoa hyönteisten rehukäytöstä molempiin kategorioihin kuuluvien eläinten osalta.

#### 3.4.1. Mustasotilaskärpäsen toukat tuotanto- ja lemmikkieläinten rehuna

Mustasotilaskärpäsen toukkien rehukäyttöä on tutkittu esimerkiksi kanoilla, sioilla, kirjolohella, pilkkupiikkimonnilla (*Ictalurus punctatus*) ja kultatilapialla (*Oreochromis aureus*) (van Huis ym. 2013). Kanojen ruokintatutkimuksessa mustasotilaskärpäsen todettiin parantavan kananpoikien kasvua. Lisäksi mustasotilaskärpäisillä ruokittujen kananpoikien todettiin selviävän verrokkiryhmiä todennäköisemmin salmonellatartunnoista. (Lee ym. 2018.)

Kirjolohen ruokintatutkimuksen tulosten mukaan mustasotilaskärpäsen toukilla voidaan korvata 25 % kalanrehun sisältämästä kalajauhosta ja 38 % kalaöljystä. Tutkimuksessa toukkien käyttö nosti sekä kirjolohen öljypitoisuutta että sen sisältämien alfa-noleenihappojen (omega-3) suhteellista määrää (van Huis ym. 2013). Pilkkupiikkimonniin ruokintakokeessa monneille syötettiin pilkottuja mustasotilaskärpäsen toukkia. Kasvut pysyivät samoina kuin verrokkiryhmissä, joita ruokittiin soija- ja kalajauhohajaisilla rehuilla. Mustasotilaskärpäsen toukilla ruokitut monnit eivät syöneet suositusten mukaista määrää kuiva-ainetta, jonka lisäksi aminohappokoostumus ei ollut ihanteellinen silloin, kun toukat olivat monniin ainoa ravinnonlähde. (Bondari ja Sheppard 1981.) Newtonin (2005) toteuttamassa tutkimuksessa optimaaliseen kuiva-aineen syöntiin päästiin, kun 7,5 % kalajauhosta korvattiin mustasotilaskärpäsen toukkajauholla. Kaloissa ei huomattu kohonnutta päiväkasvua, jolla voitaisiin perustella rehun sisältämän toukkajauhon osuuden nostamista. Lättäpiikkimonnin (*Pylodictis olivaris*) ruokinnassa edes 25 % mustasotilaskärpäsen toukkajauhon osuus ei vaikuttanut monniin kasvuun tai luontaista immuniteettia kuvaavaan indeksiin (Makkar ym. 2014).

Vuorikanasammakoilla (*Leptodactylus fallax*) toteutetussa ruokintakokeessa soseutettu mustasotilaskärpäsen toukka täytti sammakon ravintoainetarpeet lukuun ottamatta natriumia ja kaliumia. Soseuttaminen mahdollisti myös ravintoaineiden paremman imeytymisen. Jos eläin syö rehuhyönteisen kokonaisuutena, jää osa ravinteista imeytymättä. Lajeilla, jotka pureskelevat ruokansa, ei ravintoaineiden hukka kuitenkaan jää suureksi. Hyönteisten käsittelyllä ennen ruokintaa voidaan siis vaikuttaa ravintoaineiden imeytymiseen. (Dierenfeld ja King 2008.)

#### 3.4.2. Jauhopukin toukat tuotantoeläinten rehuna

Useissa ruokintakokeissa on tutkittu jauhopukin toukkien soveltuvuutta eri kalalajien ruokintaan. Yleisesti ottaen jauhopukin toukat sopivat hyvin kalanrehuksi, mutta niillä ei voida korvata kokonaan muita proteiinin lähteitä (Makkar ym. 2014). Korean kissamonniin (*yellow catfish, Pelteobagrus fulvidraco*) toteutetussa tutkimuksessa kalanrehusta korvattiin 0–27 % jauhopukin toukilla ja mitattiin selviytymistä kokeellisesta *Edwardsiella ichtaluri* -bakteeri-infektioista. Eniten jauhopukkirehua saaneiden kalojen kuolleisuus oli pienin ja jauhopukkirehu aktivoi voimakkaasti kalojen luontaista immunivastetta. (Su ym. 2017.)

Kanoilla toteutetuissa tutkimuksissa todettiin, että jauhopukin toukkiin pohjautuvassa ruokinnassa tulee huomioida riittävä metioniinin saanti, jonka määrä on pienempi jauhopukin toukissa kuin esimerkiksi soijapohjaisissa rehuissa. Lisäksi huomiota tulee kiinnittää riittävään kalsiumin saantiin. Rehun kalsium-fosfori-suhdetta voidaan parantaa syöttämällä jauhopukin toukille kalsiumpitoista ravintoa ennen ruokintaa. (Klasing ym. 2000.)

### 3.4.3. Huonekärpäsien toukat tuotantoeläinten rehuna

Broilereilla toteutetussa ruokintatutkimuksessa todettiin, että päiväkasvua voidaan nostaa ja ruhon laatua parantaa lisäämällä rehuun 10–15 % huonekärpäsien toukkaa. Vertailuun käytettiin soijapohjaista rehua. Toukkaa sisältävän rehun ravintoainepitoisuudet vastasivat soijaperäistä rehua paremmin kananpoikien ravinnontarpeisiin, jonka lisäksi esimerkiksi aminohapot imeytyivät tehokkaammin. (Hwangbo ym. 2009.) Riskinä kalajauhon korvaamisessa huonekärpäsien toukilla on mahdollisesti alentuva kokonaissyönti: kananpojat eivät pidä tummempaa rehua niin houkuttelevana kuin väriltään vaaleampaa rehua. Haasteeksi voi muodostua myös epätasapaino aminohappojen saannissa. (Makkar ym. 2014.)

Kotikanaloiden olosuhteita simuloivan tutkimuksen tulokset viittaavat siihen, että 30–50 gramman lisäys eläviä huonekärpäsien toukkia osana ruokintaa parantaa kanojen kasvua, lisää munitujen muniin määrää ja suurentaa muniin keskikoko. Lemmikkikanoilla tärkeä elementti on myös elävien toukkien etsiminen ja syöminen, sillä se tarjoaa kanoille mahdollisuuden lajinmukaiseen käyttäytymiseen. (Oddoye 2002.) Munijakanoilla toteutetussa tutkimuksessa huonekärpäsien toukkaproteiinilla voitiin korvata 50 % kalajauhoproteiinista. Sen sijaan täysin huonekärpäsien toukkiin perustuva ruokinta heikensi kanojen munintaa ja muniin rakennetta: kananmuniin kuori heikkeni ja muuttui kevyemmäksi samassa suhteessa toukkaproteiinin osuuden noston kanssa. Tämä johtuu todennäköisesti toukkarehun alemmasta kalsiumpitoisuudesta. (Agunbiade ym. 2006.)

Kissakaloilla (yellow catfish, *Pelteobagrus fulvidraco*) toteutetussa tutkimuksessa todettiin, että huonekärpäsien toukkien osuuden nosto rehuissa yli 25–30 %:n heikentää kalojen kasvua (Makkar ym. 2014). Härkäsammakoilla (*Rana (Lithobates) catesbeiana*) toteutetuissa, kahdeksan viikon mittaisissa ruokintakokeissa taas todettiin huonekärpäsien toukkien lisäävän erilaisten ruuansulatukseen ja fysiologiaan liittyvien entsyymien, kuten aspartaattiaminotransferaasin sekä lipaasin ja amylaasin, aktiivisuutta (Li ym. 2019).

## 4. Lainsäädäntö mahdollistaa monipuolisen lemmikkieläinten ruuan tuottamisen

Lainsäädännön näkökulmasta lemmikkieläinten ruoka kuuluu rehulainsäädännön piiriin, jota valvoo [Ruokaviraston rehujaosto](#). Rehuja ja rehualan toimijoita koskeva lainsäädäntökooste löytyy [Ruokaviraston sivuilta](#). Rehulain (8.2.2008/86) mukaan rehuaineiden tulee olla laadultaan, koostumukseltaan ja muilta ominaisuuksiltaan sellaisia, että ne soveltuvat eläinten ruokintaan. Lisäksi suomalaisia lemmikkieläinten ruokien valmistajia valvotaan eläimistä saatavia sivutuotteita koskevan lainsäädännön mukaisesti. (Ruokavirasto 2020a.) Sen sijaan uuselintarvike- tai rehulainsäädäntö eivät rajoita hyönteisten käyttöä lemmikkieläinten ruokinnassa elintarvikekäyttöä ja ruokaketjuun kuuluvien tuotantoeläinten ruokintaa vastaavalla tavalla. On kuitenkin hyvä huomioida, että esimerkiksi hevoset sekä lemmikinä pidettävät kanat, siat ja lampaat ovat rehulainsäädännön mukaisesti ruokaketjuun kuuluvia tuotantoeläimiä, joiden rehuja koskevat tuotantoeläinten rehuja koskevat vaatimukset (Ruokavirasto 2020a).

Käytännössä lemmikkieläimiä koskeva kevyempi lainsäädäntö sallii ruokintakäyttöön kaikki kohde-eläimen ravinnoksi soveltuvat hyönteislajit, jotka eivät ole tauteja aiheuttavia, suojeltavia tai haitalliseksi määriteltyjä vieraslajeja (Ruokavirasto 2017). Elintarvikekäyttöön sallittujen hyönteislajien (Ruokavirasto 2020b) lisäksi lemmikkieläinten ruokana käytetäänkin esimerkiksi kaksitäpläsirkkoja (*Gryllus bimaculatus*) (Kuva 4.), jamaikankenttäsirkkoja (Kuva 5.), idänkulkusirkkoja (Kuva 6.), kanatunkkarin toukkia (Kuvat 7. ja 8.), jättijauhomatoja (*Zophobas morio*) (Kuva 9.), isovahakoisan (*Galleria mellonella*) toukkia (Kuva 10.), argentiinantorakoita (*Blaptica dubia*) (Kuva 11.), pääkallotorakoita (*Blaberus craniifer*) (Kuva 12.), madagaskarin sihiseviä torakoita (*Gromphadorhina portentosa*) (Kuva 13.), ruusukuoriaisen (*Pachnoda marginata*) toukkia (Kuva 14.), huonekärpäsen toukkia (Kuva 15.) ja baananikärpäsiä (*Drosophila melanogaster*) (Kuva 16.). Laajemman hyönteislajikirjon lisäksi lainsäädäntö mahdollistaa eroteltujen hyönteisproteiini- ja -rasvajakeiden käytön lemmikkieläinten ruuissa. Tämä avaa mahdollisuuden kehittää myös sellaisia hyönteispohjaisia ruokia, joiden aminohappo- ja rasvakoostumus optimoidaan vastaamaan muiden kuin luonnossa hyönteisiä ravintonaan käyttävien kohde-eläinten ravintoainetarpeita.



**Kuva 4.** Kaksitäpläsirkka (*Gryllus bimaculatur*)  
(Kuva: ajisai13/Shutterstock.com)



**Kuva 5.** Jamaikankenttäsirkka (*Gryllus assimilis*)  
(Kuva: Kuttelvaserova Stuchelova/Shutterstock.com)



**Kuva 6.** Idänkulkusirkka (*Locusta migratoria*)  
(Kuv: AIDAsign/Shutterstock.com)



**Kuvat 7. ja 8.** Kanatunkkari (*Alphitobius diaperinus*)  
(Kuva: D. Kucharski K. Kucharska/Shutterstock.com)



**Kuva 9.** Jättijauhomato (*Zophobas morio*)  
(Kuva: Ph.wittaya/Shutterstock.com)



**Kuva 10.** Isovahakoisan toukka (*Galleria mellonella*)  
(Kuva: Guillermo Guerao Serra/Shutterstock.com)



**Kuva 11.** Argentiinantorakka (*Blaptica dubia*)  
(Kuva: Kuttelvaserova Stuchelova/Shutterstock.com)



**Kuva 12.** Pääkallotorakka (*Blaberus craniifer*)  
(Kuva: Grisha Bruev/Shutterstock.com)





**Kuva 13.** Madagaskarin sihisevä torakka (*Gromphadorhina portentosa*) (Kuva: Milkovasa/Shutterstock.com)



**Kuva 14.** Ruusukuoriainen (*Pachnoda marginata*) (Kuva: skifbook/Shutterstock.com)



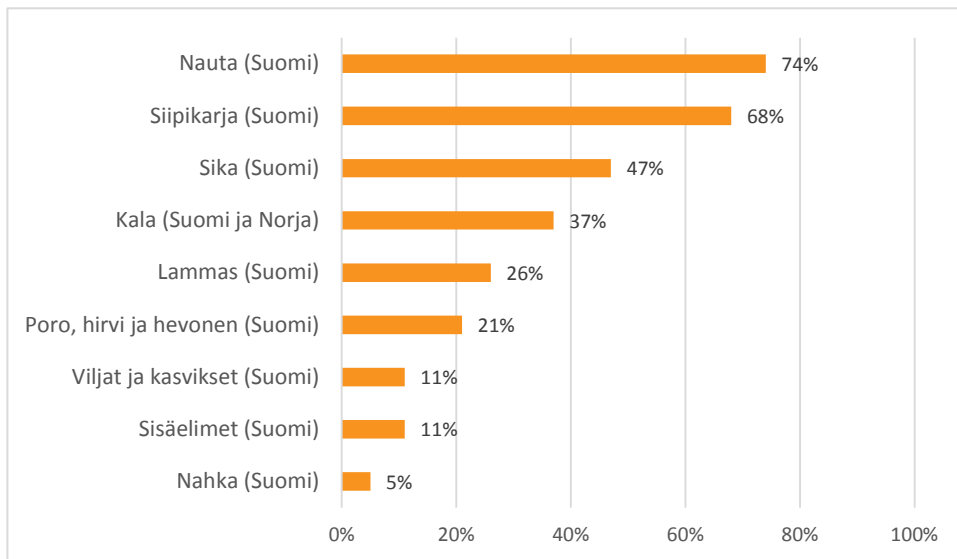
**Kuva 15.** Huonekärpänen (*Musca domestica*) (Kuva: Ioannis Pantzi/Shutterstock.com)



**Kuva 16.** Banaanikärpänen (*Drosophila melanogaster*) (Kuva: Sylvie Bouchard/Shutterstock.com)

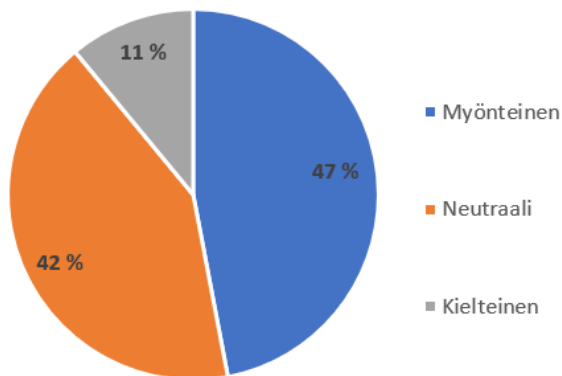
## 5. Teollisuuden näkökulmia hyönteispohjaisiin lemmikkieläinten ruokiin

[MiniEines - Hyönteisistä einestä ja euroja](#) -hankkeessa toteutettiin kesän ja syksyn 2019 aikana haastattelututkimus, johon vastasi kaikkiaan 19 toimijaa (51 %) [Ruokaviraston rekisterissä](#) 29.5.2019 olleista 37:sta lemmikkieläinrehualan toimijasta. Kaikki tutkimukseen osallistuneet toimijat olivat pk-yrityksiä, jotka valmistivat koiranrehuja. Lisäksi lähes puolet osallistuneista yrityksistä valmisti kissanrehuja, kun taas ainoastaan kaksi yritystä ilmoitti valmistavansa rehuja muille eläinlajeille. Yleisimmät tuotteet olivat pakasteita (63 % yrityksistä) ja kuivarehuja (37 % yrityksistä). Lisäksi 26 % yrityksistä valmisti märkärehuja, 21 % yrityksistä erilaisia herkkutuotteita ja 11 % puruluuta. Kalaa lukuun ottamatta kaikki osallistuneiden yritysten käyttämät raaka-aineet olivat kotimaisia (Kuva 17.). (Korva ja Satokaski 2019.)

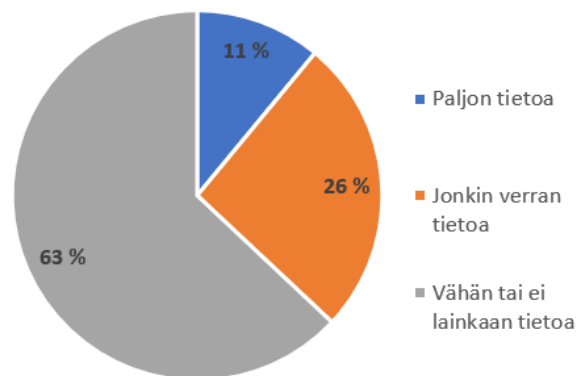


**Kuva 17.** Suomalaisten lemmikkieläinruokavalmistajien käyttämät pääraaka-aineet ja niiden alkuperämaat (Korva ja Satokaski 2019).

Haastatelluista yrityksistä 47 % suhtautui myönteisesti hyönteisraaka-aineen käyttöönottoon (Kuva 18.), mutta vain kolme yrityksistä ilmoitti edenneensä käyttöönoton suunnittelussa. Neutraalisti hyönteisraaka-aineeseen suhtautuneet yritykset (42 %) ilmoittivat seuraavansa kysynnän ja markkinoiden kehittymistä. Myönteisesti tai neutraalisti suhtautuvien yritysten tiedon lisäämisellä voitaisiin vaikuttaa positiivisesti hyönteisraaka-aineen käyttöönottoon: yli puolet (63 %) yrityksistä koki, että heillä on vähän tai ei lainkaan tietoa hyönteisraaka-aineen käytöstä lemmikkieläinten ruuissa (Kuva 19.). Haastatellut yritykset ilmoittivat tarvitsevansa tietoa esimerkiksi hyönteisraaka-aineen ravintosisällöistä ja aminohappokoostumuksesta, hyönteisten käsittelystä ja säilyvyydestä, hyönteisraaka-aineeseen liittyvistä mikrobiologisista ja kemiallisista riskeistä sekä lainsäädännöstä. Lisäksi yritykset ilmoittivat tarvitsevansa tietoa saatavuuteen ja hintatasoon vaikuttavien hyönteistuotantovolymien sekä hyönteispohjaisten lemmikkieläinten ruokien kysynnän ja markkinoiden kehittymisestä. (Korva ja Satokaski 2019.)



**Kuva 18.** Suomalaisten lemmikkieläinten ruokia valmistavien toimijoiden suhtautuminen hyönteisiin tuotteidensa raaka-aineena (Korva ja Satokaski 2019)



**Kuva 19.** Suomalaisten lemmikkieläinten ruokia valmistavien toimijoiden hyönteisraaka-aineeseen liittyvä tietotaso tällä hetkellä (Korva ja Satokaski 2019)

Haastattelututkimukseen osallistuneet yritykset kokivat sopivan hintatason määrittämisen hyönteisraaka-aineelle haasteelliseksi ja kaikkiaan 60 % haastatelluista jättikin kysymyksen avoimeksi. Loput yrityksistä kertoivat hintatason riippuvan muun muassa lopputuotteen käyttötarkoituksesta: korkeamman hintatason erikoistuotteissa raaka-aineet saavat maksaa enemmän kuin alhaisemman hintatason massatuotteissa. Kaikkiaan vajaa kolmannes yrityksistä arvioi sopivaksi hintatasoksi tuoreelle hyönteisraaka-aineelle maksimissaan neljä euroa kilolta ja kaksi yritystä tuoreelle pakasteraaka-aineelle 6–25 euroa kilolta. Yleisesti arvioitiin, että hyönteisraaka-aine saisi maksaa 10–20 % enemmän kuin tuotantoeläimistä saatavat sivutuotteet. Hyönteisraaka-aineen potentiaalisen tarpeen 42 % yrityksistä arvioi olevan vähintään tuhansia kiloja vuodessa ja 21 % yrityksistä satoja kiloja vuodessa. (Korva ja Satokaski 2019.)

## 6. Kaupan ja markkinoiden näkökulmia hyönteispohjaisiin lemmikkieläinten ruokiin

### 6.1. Lemmikkieläinten ruokia myyvät vähittäiskaupat

Lemmikkieläinten ruokia valmistaville toimijoille suunnatun haastattelututkimuksen lisäksi MiniEines-hankkeessa kerättiin syksyn 2019 aikana tietoa hyönteisiä kasvattavilta ja/tai myyviltä lemmikkieläinalan liikkeiltä sekä eläintarhoilta. Esimerkiksi Oulussa itsenäisenä liikkeenä toimiva Kolme Muskettikoiraa Oy myy asiakkailleen kaksitäpläsirkkoja ja jamaikankenttäsiirkkoja, jauhopukin toukkia ja jättijauhوماتoja sekä satunnaisesti muun muassa heinäsiirkkoja (*Acrididae*), isovahakoisan toukkia ja kanatunkkarin toukkia. Näistä kaksitäpläsirkat ovat pääsääntöisesti kotimaista ja jamaikansirkat sekä jauhopukin toukat ruotsalaista alkuperää. Sirkkoja tuodaan vähemmässä määrin myös muualta Euroopasta. Lisäksi yrityksessä kasvatetaan omille liskoille argentiinantorakkaa, pääkallotorakkaa ja madagaskarin sihisevää torakkaa. Näistä argentiinantorakkaa riittää myös myyntiin. Myyntiin kasvatetaan myös lentokyvottomia banaaniämpäsiä. Kokonaisuutena hyönteisten myynnin arvioidaan kasvaneen merkittävästi viimeisen viiden vuoden aikana ja toiveena on, että tulevaisuudessa Suomessa kasvatettavien rehuhyönteisten lajikirjo kasvaa nykyisestä. Asiakkaat ovat kuitenkin tällä hetkellä vain harvoin kiinnostuneita hyönteisten alkuperästä. (Newman 2019.)

Faunatar-ketjun Seinäjoen liikkeen myydyimpiä hyönteisiä ovat kaksitäpläsirkat, jauhopukin toukat ja jättijauhomatot. Lisäksi valikoimissa on jamaikankenttäsiirkkoja, idänkulkusirkkoja, kanatunkkarin toukkia, isovahakoisan toukkia, ruusukuoriaisen toukkia, mustasotilaskärpäsen toukkia, banaaniämpäsiä ja useita torakkalajeja sekä hyönteisten lisäksi eri kotilolajeja. Elävien hyönteisten lisäksi pakastetuotteina on myynnissä muun muassa päiväkorentojen eli surviaisten (*Ephemeroptera* spp.) toukkia. Hyönteisiä hankitaan sekä kotimaasta että ulkomailta. Kokonaisuutena hyönteisten myynnin arvioidaan pysyneen määrällisesti samalla tasolla viimeisten viiden vuoden ajan, mutta harrastajien tiedon lisääntyminen on johtanut monipuolisempaan valikoimaan ja myyntiin. Myös Faunatar odottaa kotimaisen hyönteistarjonnan kehittymistä, vaikka asiakkailta saadaankin vain satunnaisia kyselyjä hyönteisten alkuperästä. (Siren 2019.)

Elävien hyönteisten myynnissä asiakkaalle tulee varmistua siitä, että asiakas osaa hoitaa ja ruokkia rehuhyönteisiä lajinmukaisesti. Tämä on tärkeää paitsi rehuhyönteisten hyvinvoinnin, myös ruokinnan kannalta olennaisen ravintosisällön näkökulmasta. Joidenkin hyönteislajien, kuten kotisiirkkojen ja suklaatorakoiden (*Shelfordella tartara*), osalta on myös huomioitava, että karatessaan ne voivat lisääntyä hallitsemattomasti. (Newman 2019, Siren 2019.) Täysrehut ratkaisisivat nämä haasteet, mutta nykyisestä valikoimasta ei löydy kaikkien kohde-eläinlajien ravitsemuksellisia tarpeita täyttäviä vaihtoehtoja, jotka myös maistuisivat kohde-eläimelle (Newman 2019).

### 6.2. Eläintarhat

Lemmikkeinä pidettäviä eläinlajeja löytyy myös eläintarhoista, jotka tarjoavat mielenkiintoisen markkinasegmentin hyönteisten kasvattajille ja hyönteispohjaisten rehujen valmistajille. Lemmikeiksi soveltuvien eläinlajien lisäksi eläintarhoissa on laaja kirjo muita näyttelyeläinlajeja, joista monille hyönteiset ovat luontaista tai muuten hyvin soveltuvaa ravintoa.

Esimerkiksi Ähtärin eläintarhassa hyönteisten käyttö osana ruokintaa painottuu kesäkaudelle. Luonosta kerätään kastematoja ja kotiloita, jonka lisäksi eläimille kasvatetaan pienessä määrin jauhopukin toukkia. Ähtärin eläinlajistosta puhtaasti hyönteissyöjiä ovat vaskitsa ja erilaiset sammakot, muun muassa rupikonna. Kastematot ja kotilot syötetään pääosin vaskitsolle. Myös sammakoille ja lintujen poikasille voidaan syöttää kastematoja. Jauhopukin toukkia taas syötetään vesi- ja kanalintujen poi-

kasille, metsämyyrille, oraville, siileille sekä järvikaloille. Kuivattuja hyönteisiä on kokeiltu ruokinnassa, mutta ne eivät ole maistuneet eläimille. (Janhonen 2019.)

Korkeasaaren eläintarhassa kasvatetaan laajamittaisesti erilaisia reuhuönteisiä; kotisirkkaa, kaksitäpläsirkkaa, jamaikankenttäsiirkkaa ja aavikkokulkusirkkaa (*Schistocerca gregaria*) sekä argentiinan-torakkaa ja madagaskarin sihisevää torakkaa. Näistä madagaskarin sihisevä torakka on näyttelylaji, joten sitä käytetään ruokana vain, jos kanta kasvaa liian suureksi. Eri sirkka- ja torakkalajien lisäksi eläinten ruuaksi kasvatetaan banaanikärpäsiä, jauhopukin toukkia ja jättijauhوماتoja. Kantoja ylläpidetään tarpeen mukaan ostamalla uusia emohyönteisiä. Kasvatusvaiheessa hyönteiset syövät kananrehua, jonka lisäksi pienet torakat saavat myös kaloille tarkoitettua hiutaleruokaa. (Wahlroos 2019.)

Korkeasaaren eläintarhassa puhtaasti hyönteisiä syöviä eläinlajeja ovat erilaiset liskot ja sammakot. Lisäksi hyönteisiä syötetään monille linnuille, kuten suokukoille, kottaraisille, kutojille, harjapyyille ja kanoille. Lintujen ruokintaan käytetään jauhopukin toukkia ja sirkkoja. Hämähäkeille ja skorpioneille voidaan syöttää torakoita, ja berberiapinoille maistuvat ainoastaan jauhopukin toukat ja kulkusirkat. Pienet uuden maailman apinat, pesukarhut, mangustit ja pienet kissat saavat vaihtelevasti eri hyönteislajeja, sillä ne kyllästyvät nopeasti samaan ravintoon. Esimerkiksi apinat syövät mielellään monia eri hyönteislajeja ja niille maistuvat myös kuivatut hyönteiset. Lisäksi Korkeasaaren kasvattamia hyönteisiä menee tarpeen mukaan myös villieläinsairaalaan, missä esimerkiksi siilit syövät jauhopukin toukkia. (Wahlroos 2019.)

Reuhuönteisten kasvatusta eläintarhan omana työnä on aikaa vievää, mutta sillä saadaan varmistettua reuhuönteisten lajikirjo ja oikeankokoisten reuhuönteisten saatavuus tarpeen mukaan. Sellaisenaan syötettävien hyönteisten lisäksi Korkeasaaren eläintarhassa käytetään hyönteisiä suokukoille tarjottavassa täysrehussa. Hyönteisproteiinia sisältävä valmisruoka voisi olla potentiaalinen vaihtoehto myös esimerkiksi apinoiden ruokinnassa. Valmisruokien tulee olla paitsi ravinteikkaita, myös maittavia, jolloin ne voivat toimia kohde-eläinlajin pääsääntöisenä ravintona. Tällöin sellaisenaan syötettäviä hyönteisiä voidaan tarjota virikeravintona: esimerkiksi kuivatut hyönteiset sopivat hyvin ravinnon piilottamiseen. (Wahlroos 2019.)

## 7. Euroopassa edetään jo kohti lemmikkieläinten ruokien massamarkkinoita

Erikoistuotteita valmistavien yritysten lisäksi Euroopassa toimii useita hyönteispohjaisten kissan- ja koiranruokien valmistajia. Iso-Britanniassa sijaitseva [Yora](#) käyttää koiranruuissaan proteiinin lähteenä hollantilaista mustasotilaskärpäsen toukkaa, jota yritys markkinoi helposti sulavana ja koiralle hyvin sopivana proteiinin lähteenä. Lisäksi Yora markkinoi tuotettaan ympäristöeettisenä vaihtoehtona: mustasotilaskärpäsen toukan kasvattaminen vaatii huomattavasti vähemmän tilaa ja vettä kuin nau-dan tai broilerin kasvattaminen, jonka lisäksi se tuottaa vähemmän kasvihuonekaasuja. Toukkien kasvatuksessa ei myöskään käytetä hormoneja tai antibiootteja. Ympäristönäkökulma on otettu huomioon myös hiilihydraatin valinnassa. Yoran koiranrehu sisältää 40 % mustasotilaskärpäsen toukkaa, johon on sisällytetty toukkajauho, tuoreet toukat ja toukkaöljy.

Myös ranskalainen [Tomojo](#) käyttää hollantilaista mustasotilaskärpäsen toukkaa kissan- ja koiranruokiensa proteiinin lähteenä. Lisäksi yritys valmistaa kissojen ja koirien herkkutuotteita. Yoran tapaan Tomojo markkinoi tuotteitaan perinteisiä lemmikkieläinten ruokia ekologisempaan vaihtoehtona, joka sopii myös allergisille lemmikeille. Tomojon kissanruoka sisältää 34 % ja koiranrehu 33 % kuivatua hyönteistä. Koirien herkkutuotteet sisältävät mustasotilaskärpäsen sijaan jauhopukin toukkajauhoa proteiinin lähteenä.

Hollantilainen [Trovat](#) tarjoaa erikois- ja eläinlääkäriruokia koirille, kissoille, kaneille ja marsuille. Tarjolla on mustasotilaskärpäsen toukkaa sisältäviä ruokia sekä kissoille että koirille, joista jälkimmäisille valmistetaan myös märkärehua. Trovat markkinoi hyönteispohjaisia ruokiaan hypoallergeenisina vaihtoehtoina, joita suositellaan ruoka-allergioista tai yliherkkyydestä kärsiville lemmikeille, pois luki-en lemmikit, joiden tiedetään herkistyneen hyönteisproteiinille tai äyriäisille. Kissojen ruokaa ei myöskään suositella kissoille, jotka kärsivät munuaisten vajaatoiminnasta tai ovat joko alle kuukauden ikäisiä pentuja tai iäkkäitä yksilöitä. Trovatin tuotteita löytyy myös joidenkin suomalaisten erikoisruokiin erikoistuneiden vähittäiskauppojen ja eläinlääkäriasemien valikoimista.

Saksalaisen [Green Petfoodin](#) kissan- ja koiranruokien tuoteperheestä löytyy free range-kanaproteiiniinruuan ja vegaanisen ruuan lisäksi hyönteisproteiinipohjaisia ruokia sekä kissoille että koirille. Yritys tuo laajasti esille hyönteisproteiinin hyödyt perinteisiin proteiinin lähteisiin verrattuna ja markkinoi tuotteitaan ympäristölle parempaan valintaan. Green Petfood markkinoi hyönteisproteiinia sisältävää koiranruokaansa hypoallergeenisena vaihtoehtona, joka sisältää 10 % hyönteisiä. Hyönteisproteiinia 6 % sisältävää kissanruokaa taas markkinoidaan gluteenittomana ja kissan luontaista hyvinvointia lisäävänä. Yritys ei kotisivuillaan kerro, mitä hyönteislajia käyttää proteiinin lähteenä, mutta ilmoitti kysyttäessä käyttävänsä mustasotilaskärpäsen toukkia.

Iso-Britanniassa toimiva [Bug Bakes](#) valmistaa koiranherkkutuotteita sirkkajauhoista. Luomurehuilla ruokituista sirkoista valmistettu sirkkajauho tuodaan Kanadasta. Bug Bakes markkinoi myös herkkutuotteidensa muita ainesosia luomutuotteina. Lisäksi tuotteita mainostetaan hypoallergeenisina. Hyönteisproteiinin käyttöä perustellaan ympäristöystävällisenä vaihtoehtona perinteisille proteiinin lähteille ja yrityksen kotisivuille on kerätty esimerkiksi kasvihuonekaasupäästöihin ja veden kulutukseen liittyvää tietoa hyönteisten eduista suhteessa muihin tuotantoeläimiin. Tällä hetkellä yritys suunnittelee myös kissanherkkutuotteiden valmistuksen aloittamista.

## 8. Yhteenveto

Monipuoliset ja kasvavat lemmikkieläinten ruokien markkinat tarjoavat hyönteisalalle potentiaalisen kasvureitin pienten tuotantovolyyymien erikoismarkkinoista kohti isojen tuotantovolyyymien massamarkkinoita. Euroopassa näiden markkinoiden hyödyntämisessä ollaan Suomea pidemmällä ja nyt onkin tärkeää löytää keinot toistaa kotimaassa muualla saatuja hyviä kokemuksia. Työn tueksi alan toimijat tarvitsevat tutkimustietoa paitsi hyönteisten soveltuvuudesta eri lemmikkieläinlajien ravinnoksi, myös hyönteisraaka-aineen ominaisuuksista ja erilaisista riskeistä tuotanto- ja varastointiprosesseissa. Mahdollisten investointien tueksi lemmikkieläinten ruokia valmistavat toimijat tarvitsevat tietoa hyönteisraaka-aineen pitkän aikavälin saatavuudesta ja hintatasosta sekä hyönteispohjaisten lemmikkieläinten ruokien kysynnän kehittymisestä. Hyönteisraaka-aineen tuottajat taas tarvitsevat tiedon lisäksi tuotantokapasiteetin kasvattamisen ja tuotantokustannusten alenemisen mahdollistavia automaatio-, rehustus- ja kasvatusalustaratkaisuja. Lisäksi hyönteiskasvattajien on pystyttävä vastaamaan raaka-aineostajien laadunvarmistukseen liittyviin vaatimuksiin, jotta loppukuluttajalle voidaan osoittaa koko tuotantoketjun turvallinen ja laadukas toiminta.

Lemmikkieläinten ravitsemuksen näkökulmasta hyönteisten proteiini on korkealaatuista, mutta eri hyönteislajien aminohappokoostumuksissa on eroja. Lemmikkieläinten välttämättömien aminohappojen tarve ja niiden saatavuus hyönteisistä onkin tunnettava, kun suunnitellaan lemmikkieläinten ruokatuotteita. Sama koskee myös rasvoja sekä erilaisia suojaravintoaineita. Koska lainsäädäntö mahdollistaa laajan hyönteislajikirjon lisäksi eroteltujen hyönteisproteiini- ja -rasvajakeiden käytön lemmikkieläinten ruuissa, aminohappo- ja rasvakoostumus voidaan optimoida vastaamaan kohde-eläimen ravintoainetarpeita. Täysrehuja valmistettaessa ravintoainekoostumusta voidaan myös muokata muista lähteistä saatavien ravintoaineläisten avulla.

Hyönteisten käyttö lemmikkieläinten ruuan raaka-aineena on keino, jonka avulla ruokinnan eettisyyttä ja ekologisuutta voidaan parantaa. Hyönteisten käytön lisääminen lemmikkieläinten ruuissa parantaisi ympäristökestävyyttä, sillä hyönteisten tuotannolla on pienet kasvihuonekaasujen päästöt. Hyönteisillä voidaan myös korvata perinteisistä tuotantoeläimistä saatavia rehujen raaka-aineita ja näin vähentää ilmastovaikutuksia. Ilmastomuutoskeskustelussa on tuotu esiin myös lemmikkieläinten vaikutus, koska erityisesti kissojen ravinto koostuu pääasiassa eläinperäisestä ravinnosta. Toisaalta koirien ja kissojen ruokien valmistuksessa käytetään sellaisia teuraseläinten osia, jotka eivät päädy elintarvikkeeksi. Eläinperäisen rehuaineen korvaaminen hyönteisillä edellyttää kuitenkin sitä, että rehujen tulee olla laadukkaita ja turvallisia sekä eläimen lajinmukaiseen ravitsemukseen soveltuvia. Hyönteisiä sisältävällä lemmikkieläinten ruualla ei näyttäisi olevan haitallisia vaikutuksia, mutta pitkän aikavälin tutkimustuloksia tarvitaan vielä (Beynen 2018, Okin 2016).

## Viitteet

- Agunbiade, J.A., Adeyemi, O., Ashiru, O., Awojobi, H., Taiwo, A., Oke, D. & Adekunmisi, A. 2006. Replacement of fish meal with maggot meal in cassava-based layers' diets. *Journal of Poultry Science* 44: 278–282.
- Beynen, A.C. 2018. Insect-based petfood. *Creature companion* 11: 40–41. Saatavissa: [https://www.researchgate.net/publication/327436986\\_Beynen\\_AC\\_2018\\_Insect-based\\_petfood](https://www.researchgate.net/publication/327436986_Beynen_AC_2018_Insect-based_petfood).
- Bondari, K. & Sheppard, D. 1987. Soldier fly, *Hermetia illucens* L., larvae as feed for channel catfish *Ictalurus punctatus* (Rafinesque), and blue tilapia, *Oreochromis aureus* (Steindachner). *Aquaculture Research* 18: 209–220.
- Bosch, G., Vervoort, J. & Hendriks, W. 2016. In vitro digestibility and fermentability of selected insects for dog foods. *Animal Feed Science and Technology* 221: 174–184.
- Bosch, G., Zhang, S., Oonincx, D. & Hendriks, W. 2014. Protein quality of insects as potential ingredients for dog and cat foods. *Journal of Nutritional Science*, 3, e29. doi:10.1017/jns.2014.23.
- Dierenfel, E. & King, J. 2008. Digestibility and mineral availability of phoenix worms, *Hermetia illucens*, ingested by mountain chicken frogs, *Leptodactylus fallax*. *Journal of Herpetological Medicine and Surgery* 18: 100–105.
- Ervasti, T.-T. 2014. Lemmikkieruoat ja poro. Viitattu 22.1.2020. Saatavilla: [https://paliskunnat.fi/ohjeet\\_oppaat/Lemmikkiruoat\\_ja\\_poro\\_2014.pdf](https://paliskunnat.fi/ohjeet_oppaat/Lemmikkiruoat_ja_poro_2014.pdf).
- FAOSTAT 2019. Statista. Saatavilla: <http://www.fao.org/faostat/en/#home>.
- Finke, M. 2002. Complete nutrient composition of commercially raised invertebrates used as food for insectivores. *Zoo Biology* 21: 269–285.
- Finke, M. 2003. Gut loading to enhance the nutrient content of insects as food for reptiles: A mathematical approach. *Zoo Biology* 22: 147–162.
- Finke, M. 2006. Estimate of chitin in raw whole insects. *Zoo biology* 26: 105–115.
- Finke, M. 2012. Complete nutrient content of four species of feeder insects. *Zoo Biology* 31: 27–36.
- Gasco, L., Finke, M. & van Huis, A. 2018. Can diets containing insects promote animal health? *Journal of Insects as Food and Feed* 4: 1–4.
- Heiska, S. 2019. Hyönteisillä rehumarkkinoille. Viitattu: 18.11.2019 Saatavissa: <https://toukkaamo.fi/2019/10/08/hyonteisilla-rehumarkkinoille/>.
- Heiska, S. & Järvelä, M.-L. Urbaani ruokatehdas tuottaa vihanneksia ja kalaa. *Kehittyvä Elintarvike* 4/2019: 34–35. Rinnakkaistallenne. Viitattu: 18.11.2019 Saatavissa: <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2019092630004>.
- Heiska, S., Järvelä, M.-L., Järveläinen, T., Kekkonen, P., Korhonen, K., Liimatainen, J., Myllykangas, K., Vihuri, R. & Wickman-Viitala, T. 2019. Matkaraportti: Hyönteisalan tiedonhankinta- ja benchmarkkausmatka Hollantiin 3. –5.6.2019. Viitattu: 18.11.2019 Saatavissa: [https://www.oamk.fi/c5/files/2515/6947/7580/hyonteisalan\\_opintomatka\\_hollantiin\\_03-05062019\\_matkaraportti.pdf](https://www.oamk.fi/c5/files/2515/6947/7580/hyonteisalan_opintomatka_hollantiin_03-05062019_matkaraportti.pdf).
- Hwangbo, J., Hong, E., Jang, A., Kang, H., Oh, J., Kim, B. & Park, B. 2009. Utilization of house fly-maggots, a feed supplement in the production of broiler chickens. *Journal of Environmental Biology* 30: 609–614.
- Islam, M. & Yang, C. 2017. Efficacy of mealworm and super mealworm larvae probiotics as an alternative to antibiotics challenged orally with *Salmonella* and *E. coli* infection in broiler chicks. *Poultry Science* 96: 27–34.
- Janhonen, M. 2019. Hyönteisten käyttö eläinten ravintona. Henkilökohtainen tiedonanto, sähköpostiviesti 11.9.2019.
- Janssen, R.H., Vincken, J.-P., van den Broek L.A.M. & Fogliano, V. 2017. Nitrogen-to-protein conversion factors for three edible insects: *Tenebrio molitor*, *Alphitobius diaperinus*, and



- Hermetia illucens*. Journal of Agricultural and Food Chemistry 65: 2275–2278. DOI: 10.1021/acs.jafc.7b00471.
- Kerr, K.R., Beloshapka, A.N., Morris, C.L., Parson, C.M., Burke, S.L., Utterback, P.L. & Swanson, K. S. 2013. Evaluation of four raw meat diets using domestic cats, captive exotic felids, and cecectomized roosters. Journal of Animal Science 91: 225–237.
- Klasing, K., Thacker, P., Lopez, M. & Calvert, C. 2000. Increasing the calcium content of mealworms (*Tenebrio molitor*) to improve their nutritional value for bone mineralization of growing chicks. Journal of Zoo and Wildlife Medicine 31: 512–517.
- Korpela, J. & Siljander-Rasi, H. 2017. Hyönteiset ruokaketjussa 2015–2017. Loppuraportti. Viitattu: 30.6.2019. Saatavissa: <https://docplayer.fi/104712713-Hyo-nteiset-ruokaketjussa-loppuraportti.html>.
- Korva, T. & Satokaski, M. 2019. Kotimaisten lemmikkieläinrehuvalmistajien kiinnostus hyönteisraaka-aineeseen. Opinnäytetyö. Oulun ammattikorkeakoulu. Viitattu: 20.12.2019 Saatavissa: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2019121827507>.
- Kourimska, L. & Adamkova, A. 2016. Nutritional and sensory quality of edible insects. NFS Journal 4: 22–26.
- Lee, J., Kim, Y.M., Park, Y.K., Yang, Y.C. & Lee B.J. 2018 (Black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae enhances immune activities and increases survivability of broiler chicks against experimental infection of *Salmonella gallinarum*. The Journal of Veterinary Medical Science 80: 736-740.
- Li, X., Rahimnejad, S., Wang, L., Lu, K., Song, K. & Zhang, C. 2019 Substituting fish meal with housefly (*Musca domestica*) maggot meal in diets for bullfrog *Rana (Lithobates) catesbeiana*: Effects on growth, digestive enzymes activity, antioxidant capacity and gut health. Aquaculture 499: 295–305.
- McCusker, S., Buff, P., Yu, Z. & Fascetti, A. 2014. Amino acid content of selected plant, algae and insect species: a search for alternative protein sources for use in pet food. Journal of Nutritional Science 3: e39. DOI: 10.1017/jns.2014.33.
- Makkar, P.S., Tran, G., Heuze, V. & Ankers, P. 2014. State-of-the-art on use of insects as animal feed. Animal Feed Science and Technology 197: 1–33.
- National Center for Biotechnology Information. 2020. PubChem Database. Taurine. Viitattu: 8.1.2020 Saatavissa: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/1123>.
- National Research Council (NRC). 2006. Nutrient Requirements of Dogs and Cats. Washington, DC, USA: National Academies Press. DOI: 10.17226/10668.
- Newman, P. 2019. Hyönteisten käyttö lemmikkieläinten ravintona. Henkilökohtainen tiedonanto, sähköpostiviesti 6.11.2019.
- Ngo, D.-H., Vo, T.-S., Ngo, D.-N., Kang, K.-H., Je, J.-Y., Pham, H. N.-D., Byun, H.-G. & Kim, S.-K. 2015. Biological effects of chitosan and its derivatives. Food Hydrocolloids 51: 200–216.
- Newton, L., Sheppard, C., Watson, D., Burtle, G. & Dove, R. 2005. Using the black soldier fly, *Hermetia illucens*, as a value-added tool for the management of swine manure. [http://www.organicvaluerecovery.com/studies/studies\\_htm\\_files/bsf\\_value\\_added.pdf](http://www.organicvaluerecovery.com/studies/studies_htm_files/bsf_value_added.pdf) ,
- Nurmela, J. 2014. Joka kolmannessa kodissa asuu lemmikki. Tietotrendit. Viitattu 20.1.2020. Saatavissa: <https://www.stat.fi/tietotrendit/artikkelit/2014/joka-kolmannessa-kodissa-asuu-lemmikki/>.
- Oonincx, D.G.A.B., Laurent, S., Veenenbos, M.E. & van Loon, J.J.A. 2019. Dietary enrichment of edible insects with omega 3 fatty acids. Insect Science 00, 1–10, doi: 10.1111/1744-7917.12669.
- Oddoye, E. 2002. Housefly larvae as a feed supplement for rural poultry. Ghana Journal of Agricultural Science 35: 185–187.
- Okamoto, Y., Shibazaki, K., Minami, S., Matsushashi, A., Tanioka, S. & Shigemasa, Y. 1995. Evaluation of chitin and chitosan on open wound healing in dogs. Journal of veterinary medical science 57: 851–854.
- Okin, G. S. 2017. Environmental impacts of food consumption by dogs and cats. PLoS ONE 12: e0181301. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0181301>.

- Otvos, L. 2000. Antibacterial peptides isolated from insects. *Journal of Peptide Science* 6: 497–51.
- Parikka, T. 2018. Suomessa on noin 700 000 koiraa. Saatavissa: <https://www.tilastokeskus.fi/tietotrendit/blogit/2018/suomessa-noin-700-000-koiraa/>.
- Putkuri, T. 2018. Parta-agama, hoito-ohjeet. Suomen herppiharrastajat ry. Saatavissa: <https://herppi.net/2018/10/17/parta-agamat/>.
- Ritvanen, T. 2020. Sirkkojen tyyppi-proteiini-muunnoskertoimet. Henkilökohtainen tiedonanto, puhelinkeskustelu 24.1.2020.
- Ruokavirasto (ent. Evira) 2017. Hyönteisiä rehuksi. Viitattu: 18.11.2019. Saatavissa: [https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/yritykset/rehuala/tiedotteet/tied2017/tiedote\\_3740\\_0405\\_2017.pdf](https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/yritykset/rehuala/tiedotteet/tied2017/tiedote_3740_0405_2017.pdf).
- Ruokavirasto 2020a. Lemmikkieläinten ruoka. Viitattu: 17.1.2020. Saatavissa: <https://www.ruokavirasto.fi/henkiloasiakkaat/lemmikki-ja-harraste-elaimet/lemmikkielainten-ruoka/>.
- Ruokavirasto 2020b. Lista siirtymäaikana sallituista hyönteislajeista. Viitattu: 17.1.2020. Saatavissa: <https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/elintarvikeala/elintarvikkeiden-alkutuotanto/elaimista-saatavat-elintarvikkeet/hyonteiset/lista-siirtyma aikana-sallituista-hyonteislajeista/>.
- Siren, E. 2019. Hyönteisten käyttö lemmikkieläinten ravintona. Henkilökohtainen tiedonanto, sähköpostiviesti 20.11.2019.
- Spranghers, T., Ottoboni, M., Klootwijk, C., Ovyne, A., Deboosere, S., De Meulenaer, B., Michiels, J., Eeckhout, M., De Clercq, P. & De Smet, S. 2016. Nutritional composition of black soldier fly (*Hermetia illucens*) prepupae reared on different organic waste substrates. *Science of Food and Agriculture* 97: 2594–2600.
- Su, J., Gong, Y., Cao, S., Lu, F., Han, D., Liu, H., Jin, J., Yang, Y., Zhu, X. & Xie, S. 2017. Effects of dietary *Tenebrio molitor* meal on the growth performance, immune response and disease resistance of yellow catfish (*Pelteobagrus fulvidraco*). *Fish and Shellfish Immunology* 69: 59–66.
- Tabata, E., Kashimura, A., Kikuchi, A., Masuda, H., Miyahara, R., Hiruma, Y., Wakita, S., Ohno, M., Sakaguchi, M., Sugahara, Y., Matoska, V., Bauer, P. & Oyama, F. 2018. Chitin digestibility is dependent on feeding behaviors, which determine acidic chitinase mRNA levels in mammalian and poultry stomachs. *Scientific Reports* 8. DOI: 10.1038/s41598-018-19940-8.
- Terova, G., Rimoldi, S., Ascione, C., Gini, E., Ceccotti, C. & Gasco, L. 2019. Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) gut microbiota is modulated by insect meal from *Hermetia illucens* prepupae in the diet. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 29(2): 465–486.
- Tilastokeskus 2016. Autoilevien kotitalouksien osuus vakiintunut, lemmikkien omistaminen lisääntyy. Viitattu 20.1.2020. Saatavissa: [http://tilastokeskus.fi/til/ktutk/2016/ktutk\\_2016\\_2016-11-03\\_tie\\_001\\_fi.html](http://tilastokeskus.fi/til/ktutk/2016/ktutk_2016_2016-11-03_tie_001_fi.html).
- Turun yliopisto 2017. Hyönteiset ravintona ja raaka-aineena. Viitattu 17.6.2019. Saatavissa: [https://www.satafood.net/site/assets/files/1396/hyonteiset\\_ravintona\\_ ja\\_raaka-aineena\\_24052017.pdf](https://www.satafood.net/site/assets/files/1396/hyonteiset_ravintona_ ja_raaka-aineena_24052017.pdf).
- 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, Rome. E-ISBN 978-92-5-107596-8. s. 89–97 ja 124. Saatavissa: <http://www.fao.org/3/i3253e/i3253e.pdf>.
- Wahlroos, M. 2019. Henkilökohtainen tiedonanto, puhelinkeskustelu 20.12.2019.



luke.fi

Luonnonvarakeskus  
Latokartanonkaari 9  
00790 Helsinki  
puh. 029 532 6000