

PUUTARHASIVUVIRRAT HYÖNTEISTEN TUOTANNOSSA



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Hämeenlinna, Bio- ja elintarviketekniikka

Kevät 2018

Antti Järveläinen

Bio- ja elintarviketekniikka
Hämeenlinna

Tekijä Antti Järveläinen **Vuosi** 2018

Työn nimi Puutarhasivuvirrat hyönteisten tuotannossa

Työn ohjaaja Tuija Pirttijärvi

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyö toteutettiin osana hanketta nimeltä ArvoBio. Hankeen pää-tavoitteena on edistää kiertotaloutta puutarhatuotannossa kehittämällä uusia ratkaisuja hävikin vähentämiseksi sekä tehostamalla sivuvirtojen hyötykäyttöä. Hankkeella pyritään taloudellisesti kestäviin ja kannattaviin ratkaisuihin, joilla rohkaistaan toimijoita uusiin toimintatapoihin ja investointeihin.

Työn tavoitteena oli selvittää puutarhoilta tulevien sivuvirtojen käyttömahdollisuuksia hyönteisten kasvatuksessa. Puutarhasivuvirroilla on luonnollisesti monia eroja keskenään. Kasvatuksissa käytettävää sivuvirtaa, sen laatua ja määrää tulee pohtia kasvatuslaitos- että lajikohtaisesti, kuten myös kasvatuksen tavoitteet huomioiden. Käytettävän sivuvirran tulisi myös olla saatavilla ympärivuotisena, sillä kerran vuodessa syntyvien sivuvirtojen säilyttäminen esimerkiksi pakastamalla on kallista.

Kokeellisen osuuden kotisirkkakasvatusten tulokset osoittivat puutarhasivuvirtojen käytön olevan toimiva ratkaisu hyönteisten kasvatuksessa. Tässä opinnäytetyössä tehdyissä kasvatuskokeissa todettiin kurkun lehden olevan potentiaalinen ravinnon ja nesteen lähde kotisirkoille. Kaksi sirkka-populaatiota kurkun lehdillä ruokittuna kehittyi testeissä sukukypsäksi samassa ajassa kurkulla ruokintaan verrattuna. Kurkun lehti todettiin maittavuuskokeissa olevan sivuvirroista maistuvimpien joukossa.

Opinnäytetyössä tehdyissä maittavuuskokeissa kotisirkoille maistuvimmiksi tuorerehuiksi osoittautuivat lehtisalaatti, kurkun lehdet sekä parsakaali. Omenan pudokkaat, tomaatin lehdet ja sipuli jäivät maittavuuskokeissa usein syömättä ja olivat tuorerehuista vähiten maistuvimpia.

Avainsanat hyönteiset, kotisirkka, puutarhasivuvirta

Sivut 33 sivua, joista liitteitä 1 sivu

Biotechnology and Food Engineering
Hämeenlinna

Author	Antti Järveläinen	Year 2018
Subject	Horticultural Side Streams in Insect Production	
Supervisor	Tuija Pirttijärvi	

ABSTRACT

The thesis was made as part of the project called ArvoBio, of which the main objective was to promote the development of a circular economy in horticultural production by developing new innovative solutions to reduce loss and to enhance the utilization of by-products. In addition, the aim was to provide economically viable and sustainable solutions that encourage actors in the new ways of operating and invest.

The objective of the thesis was to find out the possibilities of using horticultural side streams in the rearing of insects. There are many differences between these side streams. Especially the aspects of what side stream, its quality and amount of use in the field of rearing insects, should be considered in detail based on the species of the insects that have been grown and the rearing factory conditions. The goals of rearing should be kept in mind while considering the usage of side streams. The side stream to be used should also be available around the year, since storing side streams can be expensive.

The results of growing house crickets showed that the use of horticultural side streams is a viable option in feeding house crickets. In this thesis cucumber leaves were proven to be potential sources of water and nutrition for crickets. In the experimental part of the thesis two house cricket populations fed with cucumber leaves developed sexually mature at the same time compared with the cricket population fed with cucumber itself. In addition, in the "palate test" cucumber leaves were one of the most palatable side streams.

In the "palate test" done in the thesis, the most palatable feeds were lettuce, cucumber leaves and broccoli. Apples, tomato leaves and onion were not palatable to house crickets.

Keywords horticultural side streams, insects, house cricket

Pages 33 pages including appendices 1 page

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	PUUTARHASIVUVIRRAT	1
3	HYÖNTEISET.....	3
3.1	Entomofagia	4
3.2	Kasvatus.....	5
3.3	Ruokinta sivuvirroilla.....	5
4	PUUTARHASIVUVIRTOJEN KÄYTTÖ HYÖNTEISTEN KASVATUKSESSA	6
4.1	Ruokintakokeet	6
4.2	Mahdolliset myrkyt	10
4.3	Yhteenvedo	11
5	RUOKINTAKOKEET	11
5.1	Ruokintakokeen suunnitelma	12
5.1.1	Muninta	12
5.1.2	Hautominen	13
5.1.3	Alkukasvatus	13
5.1.4	Kasvatus.....	14
5.1.5	Harvestointi	15
5.2	Buffet-ruokintakoe	15
5.2.1	Buffet-ruokintakoe 1	17
5.2.2	Buffet-ruokintakoe 2	19
5.2.3	Buffet-ruokintakoe 3 eli yrttikoe	19
5.3	Maittavuuskokeissa käytetyt sivuvirrat	20
5.4	Analyysit	20
5.4.1	Ruokintakoe.....	20
5.4.2	Buffet-ruokintakoe	21
5.5	Tulokset.....	21
5.5.1	Ruokintakokeen tulokset.....	21
5.5.2	Ruokintakokeista tehdyt kemiallisen koostumuksen analyysit	23
5.5.3	Buffet-ruokintakoe	24
5.5.4	Buffet-ruokintakoe 1	24
5.5.5	Buffet-ruokintakoe 2	25
5.5.6	Buffet-ruokintakoe 3 eli yrttikoe	26
5.6	Tulosten tarkastelu.....	28
5.6.1	Ruokintakoe.....	28
5.6.2	Buffet-ruokintakoe 1	29
5.6.3	Buffet-ruokintakoe 2	29
5.6.4	Buffet-ruokintakoe 3 eli yrttikoe	29
5.7	Ongelmia ja huomioitavia asioita kasvatusten aikana.....	29
6	PÄÄTELMÄT	30
	LÄHTEET	32

Liitteet

Liite 1

Kuiva-aineen ja proteiinipitoisuuden laskeminen

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä tarkastellaan kasvihuoneilta ja puutarhoilta syntyviä sivuvirtoja sekä pohditaan näiden käyttömahdollisuuksia hyönteisten kasvatuksessa. Opinnäytetyössä selvitetään, minkä tyyppisiä puutarhasivuvirtoja syntyy sekä karkeasti arvioidaan niiden määriä. Työssä selvitetään myös tiettyjen sivuvirtojen ominaisuuksia hyönteisten kasvatuksen näkökulmasta tarkasteltuna, kuten esimerkiksi ravintosisältöä sekä tiettyjen kasvien sisältämiä toksisia ja mahdollisesti hyönteisten kasvua hidastavia aineita.

Opinnäytetyö toteutettiin osana hanketta nimeltä ArvoBio. Hankeen pää tavoitteena on ”kiertotalouden edistäminen puutarhatuotannossa, kehittämällä uusia innovatiivisia ratkaisuja hävikin vähentämiseksi ja sivutuotteiden hyötykäytön tehostamiseksi yhteistyössä alan toimijoiden, neuvonnan, tutkimuksen, koulutuksen ja alueellisten verkostojen kanssa valtakunnallisesti. Tavoitteena on saada aikaan taloudellisesti kannattavia ja kestäviä ratkaisuja, jotka rohkaisevat ja vievät toimijoita uusiin toimintatapoihin ja investointeihin.” Hanketoteuttajina ovat HAMK, Luonnonvarakeskus (Luke) ja ProAgria Österbottens Svenska Lantbrukssällskap. Hanketta rahoittaa Manner-Suomen maaseudun kehittämisohjelma. (HAMK n.d.)

Opinnäytetyö sisältää käytännön osuutena kotisirkkojen kasvatuskokeen valituilla puutarhasivuvirroilla. Raaka-aineiden osalta kananrehu saatiin Finsect Oy:ltä, kuten myös kasvatukseen liittyvät kananmunakennot sekä munitusmulta. Ruokintakokeissa käytetyt kurkun lehdet saatiin Kiipulan puutarhoilta, tomaatin lehdet Kiipulan ja Lepaan puutarhoilta sekä loput kokeissa käytetyt sivuvirrat ruokakaupoista. Kotisirkkojen munien haudonta ja sirkkojen alkukasvatus suoritettiin Lepaalta saadussa olosuhdekaapissa (Sanyo MLR-350ht), jossa oli säädeltävissä kotisirkkan kasvatukseen oleelliset asiat, kuten ilmankosteus, lämpötila sekä valon määrä. Tietyn ikäisinä kotisirkat siirrettiin olosuhdekaapin koon takia suurempaan lämpöhuoneeseen, jossa oli säädeltävissä edellä mainitut olosuhteet.

2 PUUTARHASIVUVIRRAT

Ruokahävikkiä ja sivuvirtoja syntyy koko ruoan tuotantoketjun aikana, alkutuotannosta prosessoinnin kautta ruokapöytään. Sivuvirralla ruoan tuotantoketjussa tarkoitetaan kaikkea tuotantoa, jonka tarkoitus on päätyä ihmisruoaksi, mutta syystä tai toisesta poistuu ruokaketjusta (esimerkiksi hedelmien kuoret). (Franke, Hartikainen, Mogensen & Svanes 2016.) Tässä opinnäytetyössä sivuvirroiksi lasketaan myös alkutuotannosta, kuten pelloilta ja kasvihuoneilta syntyvät jätteet tai sivuvirrat, joista esimerkkeinä ovat tomaatin lehdet sekä varret, porkkanan, perunan tai muut vastaavat

syötäväksi kelpaamattomat maanpäälliset osat sekä myyntiin kelpaamattomat kasvikset kuten 3.- ja 4.-laadun kurkut. Näiden sivuvirtojen pääasiallinen hävitys on ollut kompostointi (HAMK n.d.). Tässä opinnäytetyössä ei käsitellä eläinperäisiä sivuvirtoja, sillä niiden käyttö tuotantoeläinten rehussa ei ole sallittua.

Franke ym. (2016, 22) määrittelevät sivuvirran seuraavasti: kaikki tuotanto, jonka oli tarkoitettu tulevan tai jonka oli oletettu tulevan ihmisten syödyksi, poistettu ruokaketjusta ennen ruoan toimitusketjua sekä se osa ruoan tuotannosta, joka useimmiten syödään täten pois lukien esimerkiksi kuoret ja luut. Tällä määritelmällä laskettuna sivuvirtojen määrä oli Taulukon 1 mukainen.

Taulukko 1. Sivuvirtojen vuosittaisen keskiarvot 2010–2013 (1 000 tonnia) Suomessa (Franke ym. 2016, 32)

Sivuvirta	Määrä tuhansina tonneina (lopussa + kasvatuksen aikana)
Vehnä	42
Ruis	2
Ohra	10
Kaura	4
Korkean tärkkelyspitoisuuden juurekset	37
Sokerikasvit	6
Palkokasvit	2
Öljyn tuotantoon tarkoitetut viljat	1
Vihannekset	35
Hedelmät	3
Liha	2 + 11
Teurasjätteet	0 + 1
Eläinrasvat	0 + 1
Munat	2
Maito	7
Kala ja merenrantimet	0 + 0
Yhteensä	153 + 13

Kasvien sisältämien toksiinien vaikutusta hyönteisten tuotannossa tulee tutkia, varsinkin nykyisten eniten ruoaksi ja rehuksi kasvatettavien hyönteisten osalta, joista esimerkkeinä ovat erilaiset sirkkalajit, jauhomadot ja torakat. Toisaalta pelkästään nykytilanteeseen ei tulisi vedota vaan tulisi etsiä mahdollisimman hyvin sivuvirtoja hyödyntäviä lajeja, joita voisi olla esimerkiksi huonekärpänen ja mustasotilaskärpänen. (Van Huis, Van Itterbeek, Klunder, Mertens, Halloran, Muir & Vantomme 2013.) Kasveilla on monia puolustuskeinoja kasvinsyöjähyönteisiä vastaan. Tomaattikasvilla on esimerkiksi sen kaikissa osissa tomatiini nimistä glykoalkaloidia, jonka tarkoitus on suojata kasvia virus-, bakteeri- ja sieni-infektioilta sekä hyönteisiltä (Friedman 2002). Tästä syystä ennen sivuvirran käyttöönottoa

kasvatettavan hyönteisen osalta tulee tutkia sivuvirran vaikutuksia hyönteiseen.

3 HYÖNTEISET

Tässä luvussa esitetään yleistä tietoa hyönteisistä, kuten niiden luonnollisista olosuhteista, lajimääristä, kasvatuksesta ja hyönteistensyönnistä. Luvussa pohjustetaan seuraavan luvun 4 teemaa.

Hyönteisiä tunnetaan maailmassa yli miljoona lajia ja ne ovat lajimäärältään suurin biologinen luokka ja edustavat yli puolta kaikista eliölajeista ja jopa 80 %:a kaikista eläinlajeista. Hyönteiset (alajakso kuusijalkaiset ja luokka hyönteiset) kuuluvat niveljalkaisten pääjaksoon, johon kuuluvat myös äyriäiset, tuhatjalkaiset ja hämähäkkieläimet. (Huldén 2015; Chapman 2009.) Hyönteisillä on kitiinitukiranka, tuotosarvet sekä kuusi jalkaa. Suomesta on löydetty noin 21 000 lajia vuoteen 2007 mennessä; eniten lajeja sisältävä laho on pistiäiset, yli 6 200 lajia. (Hyönteiset 2017.)

Hyönteisiä tavataan lähes kaikkialla maailmassa elinympäristön vaihdellessa huomattavasti, mutta suurin osa eli noin 97 % lajeista elää maalla. (Museums Victoria n.d.). Elinikä riippuu lajista, sukupuolesta, kastista ja elinkierrosta vaihdellen 15–25 päivästä (useimmat kärpäset) kymmeneen vuosiin. Esimerkiksi termiitti kuningatar voi elää jopa 50 vuotiaaksi (Terminix n.d.).

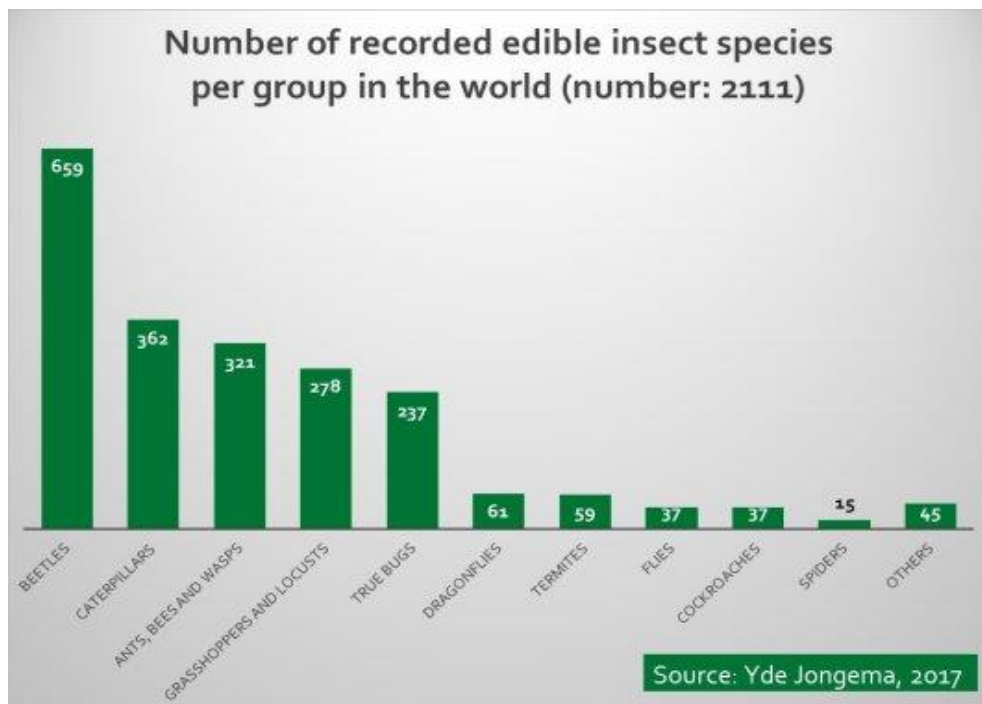
Hyönteiset tarvitsevat ravintonaan makro- ja mikroravinteita muiden eläinkuntien tavoin. Nesteen hyönteiset voivat saada kokonaan ravinnon kautta. Hyönteiset nauttivat ravinnon joko pureskelemalla, lävistämällä ja imemällä tai pelkästään imemällä. Ravintonsa pureskelevilla hyönteisillä on siihen kehittyneet leuat, joilla hyönteinen pilkkoo ja ohjaa ruokaa suuhunsa. Näitä on esimerkiksi heinäsiikat, muurahaiset, torakat, termiitit ja toukat. Lävistämällä ja imemällä ravintonsa nauttivat lävistävät saaliin tai kasvin pinnan ja imevät niistä ravinnepitoisia nesteitä. Näistä esimerkkeinä ovat esimerkiksi hyttyset, kirvat ja punkit. Imukärsällä kukkien mettä imevät esimerkiksi perhoset. Kärpäset nauttivat ravinnon oksentamalla ravinnon päälle, liuottaen siitä ravinteita ja imemällä ravinteet.

Hyönteisten ravinto vaihtelee huomattavasti. Osa hyönteisistä on petoja kuten sudenkorennot, paarmat ja suuri osa leppäkertuista, osa kasvinsyöjiä kuten esimerkiksi perhoset ja heinäsiikat ja osa kumppaakin: muurahaiset, torakat ja ampiaiset. Tämän opinnäytetyön kannalta oleellisin edellä mainittu ryhmä on kasvinsyöjät. Kasveja syövät hyönteiset voivat olla yksiruokaisia (monophagous) eli syövät vain yhden kasvin osia (esimerkiksi hampunahapistiäinen), harvaruokaisia (oligophagous) eli käyttävät kahta tai useampaa lajia ravintonaan (esimerkiksi naurisperhonen) tai moniruokaisia (polyphagous) eli käyttävät useita lajeja ravintonaan

(esimerkiksi kotisirikka). Suurella osalla hyönteisistä ruokavalio muuttuu huomattavasti eri elinkaaren vaiheissa.

3.1 Entomofagia

Entomofagia tarkoittaa hyönteisten syöntiä ihmisen ruokana (UC Riverside 2016). Hyönteisiä on syöty useita satoja vuosia ja syödään edelleen pääosin lämpimän ilmaston maissa: Aasiassa, Afrikassa, Amerikoissa, Australiassa ja Uudessa-Seelannissa (Huldén 2015). Euroopassa hyönteisten syönti on ollut vähäistä EU:n laisäädännön takia. Hyönteisten myynti ja markkinointi ihmisravinnoksi sallittiin Suomessa vasta tämän opinnäytetyön loppuvaiheilla eli syyskuussa 2017. Osa EU-maista on tosin tulkinut uuselinparvikeasetusta eri tavalla ja näissä maissa on hyönteisiä ollut jo elintarvikemyynnissä. Esimerkkimaina ovat Hollanti ja Belgia. Yleisesti ihmisravinnoksi kelpaavia hyönteislajeja tunnetaan lähes 2 100 (Kuva 1).



Kuva 1. Tiedettyjen syötävien hyönteisten lukumäärä hyönteisryhmää kohden (Wageningen 2017).

Tämänhetkiset tiedot ihmisravinnoksi kelpaavista hyönteisistä perustuvat pitkälti perimätietoon, sillä tieteellistä tutkimusta alalta ei juurikaan ole hyönteisravinnon käytön ollessa hyvin vähäistä maailmanlaajuisesti. Oletettavasti syötäväksi kelpaavien hyönteisten määrä tulee nousemaan. Kaikki hyönteiset eivät tietenkään ole syötäviä, sillä joukosta löytyy myös myrkyllisiä hyönteisiä, jotka voivat esimerkiksi erittää tai sisältää syanidihdistelmiä, joko puolustusmekanismina tai esimerkiksi syömiensä ravintokasvien koostumuksesta. (Huldén 2015.)

Hyönteisiä syödään eri elinkierron vaiheissa riippuen lajista. Muurahaisia ja termittejä syödään niiden ollessa aikuisia, mutta myös niiden munat ovat syötäviä. Toukkavaiheessa syödään esimerkiksi perhosen ja kärpästen toukkia. Koteloituneita silkkiperhosen toukkia syödään silkin keruun jälkeen. Syötäviä aikuisia hyönteisiä on monia, kuten sirkat tai torakat. Hyönteisistä saatavan ravinnon koostumus ja määrät saattavat vaihdella niiden elinkierron aikana.

3.2 Kasvatus

Hyönteistalous on trooppisissa maissa ollut hyvin pitkälle keräystaloutta. Tämä ei kuitenkaan riitä vastaamaan näiden maiden hyönteiskysyntää. Viileämissä maissa hyönteisten määrä on huomattavasti alhaisempi eikä keräilytaloudella ole näissä maissa ravitsemuspuolella juuri merkitystä.

Euroopassa lainsäädännöstä johtuen hyönteisten massatuotanto on toistaiseksi ollut hyvin vähäistä. Tällä hetkellä hyönteisten kasvatus vaikuttaa lupaavalta vaihtoehdolta nykyisen lihantuotannon rinnalle. Hyönteisten massatuotannosta esimerkkilaitoksia on muun muassa Aasiassa (esimerkiksi Haocheng Mealworm inc. -niminen yritys) (<http://www.hcmealworm.com>) ja Afrikassa (esimerkiksi Agriproteïn, <https://agriproteïn.com/>), jotka tuottavat useita kymmeniä tonneja hyönteisproteiinia kuukausittain. Ensimmäiseksi mainittu yritys tuottaa jauhomatoja, jättijauhomatoja sekä kärpäsentoukkia ja myyvät näitä ympäri maailmaa eläinten rehuksi ja ihmisten ruoaksi. Agriproteïn hyödyntää kärpäsen toukkia käsitellessään bioperäisiä jätteitä. (Huldén 2015)

Suomessa toimii tällä hetkellä muutamia hyönteisiä kasvattavia yrityksiä (Taponen 2017). Monet suomalaiset yritykset kuten myös useat Thaimaassa toimivat yritykset kasvattavat kotisirkkoja. Kotisirkka on helppokasvatteinen, lähes kaikkiruokainen ja on helpommin ruoaksi hyväksytty kuin esimerkiksi jauhomadot tai eri lajien toukat. Kotisirkkan kasvatuksessa ravintona usein käytetään kananrehua sekä joko avovettä tai nestepitoista ravintoa kuten vihanneksia. Kotisirkkan kasvatuksessa voidaan hyödyntää muitakin rehuja kuin kananrehua, mutta rehun tulisi sisältää tiettyjä makro- ja mikromolekyylejä.

3.3 Ruokinta sivuvirroilla

Tieto luonnollisista olosuhteista ja ruokavalioista on tärkeää kehitettäessä keinotekoisista ravintoa hyönteisille. Keinotekoisella ilmastolla päästään nopeammin tavoitteeseen, joka lihan tuotannossa on mahdollisimman nopea kasvu. Sama pätee myös ruokavalion kanssa. Kasvun kannalta optimaalinen ruokavalio nopeuttaa kasvua, mutta saattaa olla kallista. Alkutuotannosta tulevat sivuvirrat saattavat olla halpoja tai ilmaisia ravinnonlähteitä hyönteisten kasvatuksessa, mutta voivat olla kasvunopeutta rajoittava tekijä, sillä esimerkiksi aminohappokoostumus sivuvirroilla voi olla heikko tai

kasvatettavalle hyönteiselle puutteellinen. Hyönteiset, kuten myös ihmiset tarvitsevat 8–10 välttämätöntä aminohappoa ravinnostaan. Muut 10 aminohappoa hyönteiset pystyvät tuottamaan ja näin ollen näitä ei lasketa välttämättömiin aminohappoihin (Cohen 2015). Esimerkiksi tämän vuoksi eri sivuvirtojen vaikutusta hyönteisten kasvatuksessa on tutkittava. Eri sivuvirtoja yhdistelemällä voi saada tarvittavia toisista sivuvirroista puuttuvia komponentteja ja näin ollen tukea mahdollisimman nopeaa massan kasvua.

Monet ravinnoksi kasvatettavista hyönteisistä ovat kaikkiruokaisia luonnollisissa olosuhteissa ja ovat joustavia ravitsemuspuolella; ne voivat syödä ravintoa vaihtelevista alkuperistä. Näiden hyönteisten ravinnontarve on kuitenkin monimutkainen ja vaikea määrittellä, sillä luonnossa hyönteisten erilaiset ravinnonlähteet ovat vaihtelevista alkuperistä, vaihtelevin ravintoarvoin ja näin ollen on vaikea määrittellä syötyjen ravinnonlähteiden suhdetta. Toisaalta tämä antaa liikkumavaraa kasvatuksessa olevan hyönteisen ruokinnan suhteen, jolloin hyönteiselle voidaan syöttää epäoptimaalista ravintoa saaden hyönteiset kuitenkin kehittymään ja edelleen tuottamaan lisääntymiskykyisiä jälkeläisiä. Moniruokaisuus tekee hyönteisistä helposti kasvatettavia vähäarvoisten ravinnonlähteiden käyttäjinä, joka tekee hyönteisistä ihanteellisia suuren mittakaavan tuotannolle. Kuitenkin paras tuotto saadaan tasapainotetulla dieetillä, jolloin ravintoa tulee täydentää mahdollisilla lisäravinteilla, kuten proteiineilla. (Dossey, Morales-Ramos & Rojas 2016.)

4 PUUTARHASIVUVIRTOJEN KÄYTTÖ HYÖNTEISTEN KASVATUKSESSA

Tässä luvussa selvitetään, millä tavalla ja missä määrin mahdollisia puutarhasivuvirtoja voidaan käyttää hyönteisten ruokinnassa. Kappaleessa mainitaan muutamia ruokintakokeita, joiden pohjalta on tehty yhteenveto sivuvirtojen käytöstä ravintona. Sivuvirtojen käyttöön ravintona liittyy ongelmia, kuten niiden mahdollisesta ravintoköyhyydestä johtuvat ongelmat, kasvien tuottamat sekundäärimetaboliset tuotteet eli kasvimyrkyt ja alku- tuotannossa käytetyt mahdolliset tuholaistorjunta-aineet. Kasvihuoneissa ja puutarhoilla saatetaan käyttää kasvintuhoajia vastaan erilaisia torjunta- eliöitä, kuten toisia hyönteisiä. Edellä mainittujen kasvintuhoajien sekä niitä vastaan käytettyjen torjuntaeliöiden pääsy hyönteiskasvattamoon tulisi estää. Tämä vaatii sivuvirtojen esikäsittelyä ennen tuotantohyönteisille antamista, mikä saattaa kasvattaa kustannuksia.

4.1 Ruokintakokeet

Kotisirkoille on tehty kehitykseen ja kasvuun liittyviä kokeita sekä erilaisia ravitsemuskokeita jo vuosikymmenten ajan, kuten tässäkin opinnäytetyössä mainittu Pattonin vuonna 1967 tekemä erilaisten sirkoille syötettävien ruokavalioiden vertailukoe. Ruokintakokeita tehdään edelleen, kuten

Etelä-Pohjanmaalla toteutettava Entolab-hanke. On oletettavaa hyönteis-tutkimusten lisääntyvän tulevaisuudessa kiinnostuksen sekä tutkimuksista saatavien hyötyjen kasvaessa.

Nakagakin ja Defoliartin (1991) tekemässä tutkimuksessa testattiin neljän eri rehun vaikutusta kotisirkan kasvuun. Rehuilla oli eroja koostumuksessa sekä aineksissa (Taulukko 2). Parhaimmat tulokset saatiin Pattonin dieetillä, jossa raakaproteiinipitoisuus, raakarasvan määrä sekä rehun energiapitoisuus olivat korkeimmat. Kuitenkaan erot eivät olleet suuret sirkoista saaduista tuloksista testissä käytetyn kananrehun sekä edellä mainitun rehun välillä.

Taulukko 2. Tutkimuksessa käytetyt rehut ja näiden vaikutukset kotisirkan kasvuun (Nakagaki & Defoliart 1991)

Dieetti	Raaka proteiini %	Raaka rasva %	Tuhka %	Raaka kuitu %	Energian määrä kcal/kg
Patton's nro 16	30,5	5,2	5,1	2,8	3 156
NRC reference chick diet	22,3	3,5	4,4	4,9	3 118
Selph's cricket feed	17,0	5,5	-	4,0	3 000
Purina Rabbit Chow	14,0	2,0	10,0	20,0	2 180
Dieetti	Sirkkojen paino, g ± keskivirhe		Rehu/saatu massa	Proteiinia saatu/proteiinia syötetty	
Patton's nro 16	0,443 ± 0,009		0,923 ± 0,012	0,745 ± 0,009	
NRC reference chick diet	0,418 ± 0,007		0,949 ± 0,026	0,999 ± 0,026	
Selph's cricket feed	0,407 ± 0,007		1,651 ± 0,030	1,139 ± 0,013	
Purina Rabbit Chow	0,406 ± 0,010		1,081 ± 0,012	0,908 ± 0,015	

Pattonin (1967) tekemässä tutkimuksessa vertailtiin 16 eri dieettiä kotisirkkojen kasvatuksessa. Parhaat tulokset selviytymisprosentin, kasvuindeksin, keskimääräisen painonnousun ja kasvun yhtenäisyydestä saivat sirkat, joiden rehun proteiinipitoisuus oli 20–30 prosenttia ja hiilihydraatit 32–47 prosenttia.

Collavo, Glew, Huang, Chuang, Bosse ja Paoletti (2005) tekivät tutkimuksen, jossa he kasvattivat kotisirkkaa eri ruokavalioilla (Kuva 2, s. 8).

Ingredients Aromatic-Arboreal Diet (AAD)	grams
False acacia (<i>Robinia pseudacacia</i>)	4.1
Yeast (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>)	2.9
Basel (<i>Ocimum basilicum</i>)	1.3
Sage leaves (<i>Salvia officinalis</i>)	1.0
Hazel leaves (<i>Corylus avellana</i>)	0.5
Maple leaves (<i>Acer campestre</i>)	0.2
Sum	10.0

Ingredients Dairy Cow Diet with Yeast (DCD+Y)	grams
Soybean flour (<i>Glycine max</i>)	2.07
Lucern (<i>Medicago sativa</i>)	1.78
Corn flour (<i>Zea mays</i>)	1.46
Wheat flour (<i>Triticum durum</i>)	1.31
Yeast (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>)	1.15
Sugar beet (<i>Beta vulgaris</i> var. <i>esculenta</i>)	1.13
Silo	1.10
Sum	10.00

Ingredients Dairy Cow Diet (DCD)	grams
Soybean flour (<i>Glycine max</i>)	2.26
Lucern (<i>Medicago sativa</i>)	1.97
Corn flour (<i>Zea mays</i>)	1.65
Wheat (<i>Triticum durum</i>)	1.50
Sugar beet (<i>Beta vulgaris</i> var. <i>esculenta</i>)	1.32
Silage corn	1.30
Sum	10.00

Ingredients of Human Refuse Diet (HRD)	grams
Fruits and vegetables (peel and leftover)	3.4
Rice and pasta	2.7
Pork and beef meat	1.1
Bread	1.1
Cheese skins	1.1
Yolk	0.6
Sum	10.0

Kuva 2. Ruokintakokeessa käytettyjen ravintoaineiden määrät (Collavo ym. 2005).

Hyönteisten kasvatusta ajatellen tutkimuksessa huonoimmat tulokset saatiin AAD-dieetillä kasvunopeuden, loppumassan ja kuolleisuuden suhteen ja parhaimmat tulokset saatiin lypsylehmän ravinnolla, jossa oli lisättyä hiivaa (Collavo ym 2005). AAD koostui suurelta osin eri kasvien viherosista (lehdistä), muut dieetit pidemmälle prosessoiduista ravinteista. Tuloksista päätellen nämä viherbiomassat eivät ole maksimaalista massan kasvua ajatellen hyvä ratkaisu.

Oonincxin, Van Broekhovenin, Van Huisin ja Van Loonin (2015) tekemissä ruokintakokeissa vertailtiin neljälle eri hyönteislajille neljää eri dieettiä, jotka koostettiin erilaisista ruoan tuotannon sivuvirroista (Taulukko 3, s. 9). Näillä dieeteillä oli hallittuja eroja proteiinin ja rasvan suhteissa.

Taulukko 3. Käytettyjen sivuvirtojen suhteet eri dieeteillä Argentiinan torakan, mustasotilaskärpäsen, jauhomadon sekä kotisirkan kasvatuskokeessa (Oonincx ym. 2015)

Dieetti	Mäski	Olut- hiiva	Keksien jäänteitä	Peru- nan kuoria	Juurikas- melassia	Leipää
Korkea proteiini- ja korkea rasvapitoisuus	60 %	20 %	20 %			
Korkea proteiini- ja matala rasvapitoisuus		50 %		30 %	20 %	
Matala proteiini- ja korkea rasvapitoisuus			50 %			50 %
Matala proteiini- ja matala rasvapitoisuus				30 %	20 %	50 %
Kontrolli						

Testissä olleet neljä eri hyönteislajia olivat Argentiinan torakka, mustasotilaskärpänen, jauhomato sekä kotisirikka. Sivuvirtoina käytettiin perunan kuoria, juurikasmelassia, oluen valmistuksessa käytettyjä jyvii eli mäskiä ja oluthiivaa sekä leivän ja keksien jäänteitä. Tutkittavia asioita hyönteisten osalta olivat rehun muuntosuhde massaksi, selviytyminen ja kehitys aikuiseksi sekä hyönteisten kemiallinen koostumus. Hyönteiset kasvatettiin 28 °C:ssa, suhteellinen kosteus oli 70 % ja valo periodi 12 tuntia vuorokaudesta.

Kotisirikkojen kasvu aika vaihteli tutkimuksessa merkittävästi riippuen siitä, millä ruokavaliolla ne olivat. Kontrolliryhmä kasvoi täyteen kokoon seitsemässä viikossa, kun taas alhaisen proteiinin, korkean rasvapitoisuuden ryhmän täysikokoiseksi kasvu kesti 24 viikkoa. Korkean proteiinin, alhaisen rasvan kokeessa kasvunopeus oli samankaltainen kuin tutkimuksessa kerrottu, kirjallisuuteen perustuen ilmoitettu 4,5–11,5 viikkoa. Muissa dieeteissä kasvu kesti huomattavasti kauemmin. Lisäksi elossa selvinneiden sirkkojen määrä oli verrattain alhainen lukuun ottamatta kontrolliryhmän sirkkoja, joista selvisi 55 %. Tutkimuksessa sanotaan, että vanhemmissa tutkimuksissa on todettu kotisirikkojen selviävän hyvin eläinperäisellä ruokavaliolla ja että 20 % raakaproteiinia on riittävä määrä kasvun kannalta. (Oonincx ym. 2015)

Rehun muuntosuhteessa massaksi (kg rehua/kg tuotettua eläintä) kotisirkan osalta parhaan tuloksen saivat kontrolliryhmän sirkat arvolla 2,3 (Taulukko 4, s. 10). Toiseksi tulivat matalan proteiini- ja rasvapitoisuuden dieetillä olleet sirkat arvolla $3,2 \pm 0,69$, kolmanneksi arvolla $4,5 \pm 2,84$ tulivat korkean proteiini- ja rasvapitoisuuden dieetin sirkat. Arvolla $6,1 \pm 1,75$ tulivat matalan proteiinin, korkean rasvapitoisuuden dieetillä olleet sirkat. Huonoimman arvon 10 sai korkean proteiinin, matalan rasvapitoisuuden

dieetillä olleet sirkat. Toisaalta viimeisin tulos ei välttämättä ole luotettava, koska näytemäärä oli vain yksi. (Oonincx ym. 2015.)

Taulukko 4. Tulokset eri dieeteillä olleiden kotisirkkojen osalta (Oonincx ym. 2015)

Dieetti	Selviytymis-%	Kehittyminen [vrk]	Rehun muuntosuhde	Rehun hyötysuhde
Korkea proteiini ja korkea rasva pitoisuus	27 ± 19	55 ± 7,3	4,5 ± 2,84	8 ± 4,9
Korkea proteiini ja matala rasva pitoisuus	6	117	10	3
Matala proteiini ja korkea rasva pitoisuus	7 ± 3,1	167 ± 4,4	6,1 ± 1,75	5 ± 1,3
Matala proteiini ja matala rasva pitoisuus	11 ± 1,4	121 ± 2,8	3,2 ± 0,69	9 ± 2,2
Kontrolli	55 ± 11,2	48 ± 2,3	2,3 ± 0,57	12 ± 3,2

Tutkimuksessa ruokittavista hyönteisistä alhaisimmat tulokset selviytymisen, rehun hyötysuhteen ja kehittymisen osalta sai kotisirkka. Parhaimmat tulokset etenkin rehun hyötysuhteen osalta sai mustasotilaskärpänen ja toisena Argentiinan torakka. (Oonincx ym. 2015.)

4.2 Mahdolliset myrkyt

Puutarhoilla tuotannossa käytettävillä tuholaismyrkyillä, kasvien sisältämällä kasvimyrkyillä, kuten koisokasveihin kuuluvien tomaatti- ja perunakasvien tuottamilla glykoalkaloideilla, tomatiinilla ja solaniinilla, saattaa olla haittavaikutuksia hyönteiskasvatuksissa, mikäli puutarhojen sivuvirtoja käytetään hyönteisten ruokinnassa. Toisaalta tässä opinnäytetyössä olevassa ruokintakokeessa käytettiin kahdessa kasvatuslaatikossa sirkkojen nestettä sisältävänä rehuna pelkästään tomaatin lehtiä, mikä toisaalta osoittaa kasvatuksen olevan mahdollista tomaatin lehdeillä. Tuholaismyrkyjen pääsy hyönteisten tuotantoyksikköön tulisi estää, sillä vaikka sivuvirroissa oleva tuholaismyrkky ei aiheuttaisi tuotettavalle hyönteiselle ongelmia, voi se päätyä lopputuotteeseen.

Puutarhoilla ja kasvihuoneilla saatetaan käyttää myös kasvintuhoajia vastaan torjuntaeliöitä, kuten toisia hyönteisiä. Näiden hyönteisten pääsy tulisi estää ravinnoksi tuotettavan hyönteisen tuotantoyksikköön, sillä ne saattavat hidastaa kasvua sekä päätyä lopputuotteeseen. Mikäli torjuntaeliöitä käytetään puutarhoilla sekä kasvihuoneilla, tulisi niiltä tulevat sivuvirrat tällöin esikäsitellä. Tämä lisää käyttökustannuksia, joita tulee verrata sivuvirroista saatavaan hyötyyn.

4.3 Yhteenveto

Hyönteisten ruokinnassa on mahdollista käyttää puutarhoilta ja elintarviketeollisuudesta tulevia sivuvirtoja, mutta nämä eivät välttämättä ole optimaalisia vaihtoehtoja hyönteisten kasvun ja hyvinvoinnin kannalta. Kuten muidenkin tuotantoeläinten kohdalla, parhaaseen lopputulokseen päästään parhaiten soveltuvalla ruokavaliolla, mutta tämä saattaa olla kallista. Sivuvirtojen käyttö ruokinnassa alentaa rehun hintaa, mutta saattaa vaikuttaa hyönteistuotannon tuottavuuteen ja näin nostaa kustannuksia.

Tässä luvussa käytetyissä tutkimuksissa sivuvirtojen käytöllä ei päästy samalle tasolle kontrollidieetteihin verrattuina, mikä antaa viitteitä siitä, että sivuvirrat eivät ainakaan näissä tutkimuksissa käytetyin määrin ole kannattava ratkaisu.

Ravinnon optimaalinen proteiinipitoisuus on tässä luvussa mainittujen tutkimusten perusteella kotisirkoilla 20–30 %, mutta tähän luonnollisesti vaikuttaa proteiinin alkuperä ja laatu.

5 RUOKINTAKOKEET

Kokeellisen tutkimuksen tavoitteena oli

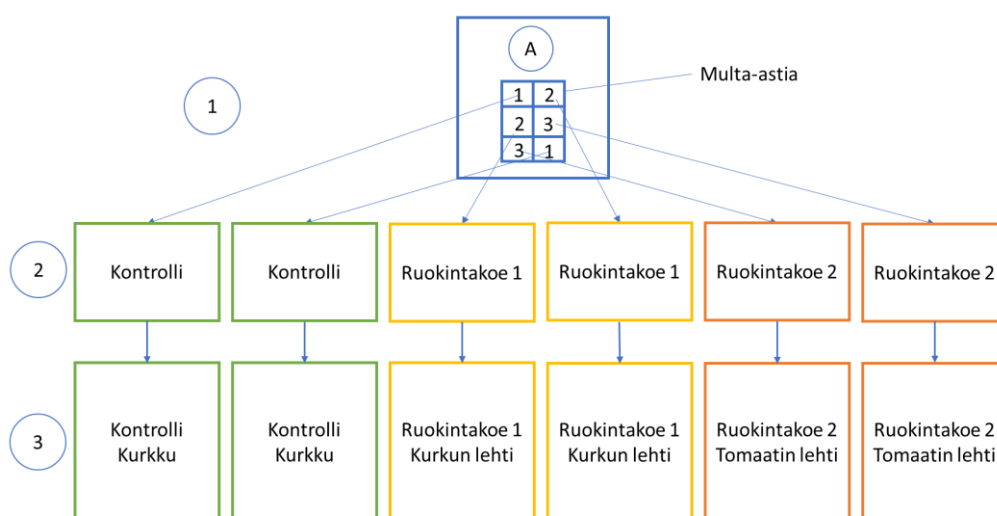
- 1) hankkia kotisirkkujen kasvatuskokemusta ja tuottaa kasvatusohjeet, havainnoida kasvatuksen haasteita ja kehittää niihin ratkaisuja
- 2) selvittää, soveltuvatko runsaasti ja ympärivuotisesti saatavilla olevat viherbiomassat, kurkun lehdet ja tomaatin lehdet, kotisirkkujen ravinnoksi (maistuvuus, kasvu ja kehitys)
- 3) selvittää puutarhatalouden erilaisten sivuvirtojen maistuvuutta kotisirkoille (suosikkirehut sekä vähinten maistuvat sivuvirrat).

Kokemusta tutkimusryhmällämme sirkkojen kasvatuksesta ei entuudestaan ollut, joten ennen varsinaisia kokeita kasvatettiin yksi sukupolvi kotisirkoja, jotta vältettäisiin tai tiedettäisiin tulevissa kokeissa olevat mahdolliset ongelmakohdat. Finsect Oy:ltä ostettu noin 400–500 lähes aikuisen sirkkan lauma munitettiin, josta saatiin edellä mainittu sukupolvi. Tämä uusi sukupolvi kasvatettiin kananrehulla ja nesteytys tapahtui suomalaisella ensimmäisen laadun kurkulla, lisäksi kasvatuksen aikana testattiin muunlaisia veden lähteitä sirkoille. Ennakkokokeiden perusteella parhaaksi tavaksi juottaa hanavettä valittiin ratkaisu, jossa petrimaljan päälle asetettiin vedellä kostutettu talouspaperi ja talouspaperin päälle asetettiin ylösalaisin käännetty vesiastia niin, että talouspaperin reunat ulottuivat vesiastian reunojen yli (Kuva 5, s. 14).

Ruokintakokeella tässä opinnäytetyössä tarkoitetaan testiä, jossa kurkun ja tomaatin lehteä verrattiin kurkulla ruokintaan sirkkojen ainoana veden lähteenä alkukasvatuksen jälkeen. Opinnäytetyössä tehtiin myös toinen testi, niin sanottu buffet-ruokintakoe/maittavuuskoe, jossa testattiin eri sivuvirtojen maittavuutta kotisirkoille. Seuraavissa luvuissa käsitellään näitä kahta testityyppiä tarkemmin.

5.1 Ruokintakokeen suunnitelma

Kotisirkkojen kasvatus oli kolmivaiheinen, jonka jälkeen sirkat harvestoitiin (Kuva 3).



Kuva 3. Kotisirkoille tehdyn ruokintakokeen toteutus. A tarkoittaa testiin osallistuvien kotisirkkojen edeltävää sukupolvea. 1. Muninta. Yhden muninta-astian sisältö (multa + munat) jaettiin kuuteen osaan. Kukin osa siirrettiin puhtaaseen hautoma-astiaan. 2. Munien hautominen ja alkukasvatus. 3. Sirkkojen kasvatus.

5.1.1 Muninta

Muninnassa käytettiin siihen erikseen esikäsiteltyä multaa. Muninta on esitetty kuvassa 3 vaiheessa 1, muninnan tarkempi asetelma on kuvassa 4 (s. 13). Multa laitettiin kasvatuslaatikkoon 1,2 litran pakasterasiassa (200 x 150 x 65 mm). Munitusmultaa oli noin 2/3 pakasterasian tilavuudesta. Multaa kostutettiin vettä sisältävällä suihkepullolla päivittäin ruokinnan yhteydessä ja rasia käännettiin pituussuunnassa 180 astetta noin 1,5 vuorokauden kuluttua muninnan aloittamisesta. Kostutusvesi vaihdettiin päivittäin ennen mullan kostutusta. Rasian korkeuden takia lisättiin rasiaan johtavat puulastuista tehdyt ”tikkaat” (Kuva 4, s. 13), jotta saatiin sirkoille esteetön pääsy munitusmultaan. Munia ja multaa sisältävä pakasterasia poistettiin kasvatuslaatikosta kolmen vuorokauden kuluttua munituksen aloituksesta,

jotta kuoriutuvat sirkat olisivat lähes saman ikäisiä, mutta munia olisi mahdollisimman paljon.



Kuva 4. Muninta-asetelma, jossa ruokintapiste keskellä yllä ja munintamulta kasvatuslaatikon pohjalla pakasterasiassa. Munintamultaan johtaa puulastut, jotta esteetön pääsy multaankin oli taattu.

5.1.2 Hautominen

Hautominen on esitetty kuvassa 3 (s. 12) vaiheessa 2. Kussakin tutkimuksessa vertailtavien sirkkapopulaatioiden kasvatus pyrittiin aloittamaan likimain samalla määrällä munia. Tämä tehtiin jakamalla muninta-astian sisältö kuvan 3 (s. 12) mukaisesti kuuteen yhtä suureen osaan, jotka jokainen lisättiin omiin hautoma-astioihin (500 ml pakasterasioihin) ja kukin niistä laitettiin omaan isompaan hautomalaatikkoon (laatikon mitat 34 x 25 x 16 cm). Laatikoiden kannet pidettiin hieman raollaan, jolla estettiin kuoriutuvien sirkkojen karkaaminen, mutta pyrittiin minimoimaan veden haihtuminen mullasta ja takaamaan laatikon sisäinen ilmanvaihto. Haudonta tapahtui kasvatuskaapissa (Sanyo MLR-350ht) vakioituissa olosuhteissa (29 °C, RH 65 % ja valaistus 12 tuntia vuorokaudesta, kaapin omien antureiden mukaan) kunnes havaittiin ensimmäisen tai ensimmäisten sirkkojen kuoriutuneen (munituksen lopetuksesta 8 vrk kuluttua). Jokaisessa kuudessa laatikossa havaittiin tällöin kuoriutuneita sirkkoja.

5.1.3 Alkukasvatus

Kuoriutumisen havainnon jälkeen jokaiseen hautomalaatikkoon lisättiin kaksi kertakäyttömukia kyljelleen, joiden sisälle laitettiin talouspaperi. Talouspapereita kostutettiin suihkepullolla kahdesti päivässä (aamulla ja ilta-päivällä). Hautomalaatikoihin (Kuva 7, s. 16) lisättiin myös leikattuja paloja kananmunakennoa kotisirkkoille piilopaikoiksi. Hautoma-astiat käännettiin varovasti kyljelleen ja koetettiin estää mullan pääsemistä hautomalaatikon

pohjalle. Jokaiseen laatikkoon lisättiin myös 40 g kananrehua tasaisesti joka puolelle hautomalaatikkoa (pois lukien hautoma-astia sekä vesikipot). Alkukasvatusta suoritettiin 8 vuorokauden ajan.

5.1.4 Kasvatus

Alkukasvatuksesta hautomalaatikot siirrettiin isompiin kasvatuslaatikoihin (leveys 40 cm, pituus 72 cm ja korkeus 39 cm) kyljelleen kahden kananmunakennon päälle. Kasvatuslaatikot siirrettiin lämpöhuoneeseen, jossa koko kasvatuksen ajan lämpötila oli noin 30 °C, RH 70 %, valaistus arkisin ma-pe 8–10 h päällä ja viikonloppuisin ainoastaan hoitotoimenpiteiden ajan eli noin 1–2 h). Valaistus ei välttämättä ollut optimaalinen sirkoille, mutta olosuhteet olivat joka tapauksessa samat kaikille kotisirkoille. Laatikoista poistettiin juoma-astia, multaa sisältävät hautoma-astiat, aikaisemmin lisätty syömättä jäänyt kananrehu sekä hautomalaatikko, kun sirkat olivat siirtyneet kasvatuslaatikkoon. Sirkkojen annettiin siirtyä itse kasvatuslaatikkoon ja alkukasvatuslaatikko poistettiin noin vuorokauden kuluttua. Kasvatuslaatikoihin lisättiin myös juoma-astia (Kuva 5), joka poistettiin laatikosta samana päivänä, kun nesteytyks alkoi tuorerehulla. Kasvatuslaatikoiden päälle lisättiin kannet, joista oli keskusta poistettu ja keskustan tilalle oli lisätty joko tiheä rauta- tai muoviverkko ilmanvaihdon takaamiseksi.



Kuva 5. Juoma-astia. Kuvassa on normaalia juoma-astiaa isompi petri-malja. Kotisirkat peittävät kuvasta mukin alla olevan talouspaperin, joka johtaa vettä pois mukin sisältä.

Kasvatuksen aikana sirkoille lisättiin kananrehua sen kulutusta vastaava määrä tai hieman ylimäärin. Kananrehu ostettiin Finsect Oy:ltä, mutta rehun loputtua hieman kasvatuksen puolivälin jälkeen siirryttiin toisen valmistajan tuottamaan kananrehuun. Tuorerehuna/veden lähteenä sirkoille toimi joko kurkku, kurkun lehdet tai tomaatin lehdet. Päivittäisinä toimenpiteinä kasvatuksen aikana oli sirkoille lisättävien rehujen punnitus sekä syömättä jääneiden kurkkujen poisto ja punnitus. Päivittäiset toimenpiteet

(valojen päälle laittoa/sulkemista lukuun ottamatta) ajoitettiin kello 12:00–13:00 väliselle ajalle.

5.1.5 Harvestointi

Laatikkokohtaisesti sirkkojen saavuttaessa sukukypsyyden eli kun ensimmäinen tai ensimmäiset sirkat alkoivat sirittää laatikkokohtaisesti, siirrettiin kyseinen kasvatuslaatikko kylmiöön (10 °C) noin 20 minuutiksi. Kylmäaltistuminen hidastaa sirkkojen liikettä, mutta ei täysin lopeta sitä, mikäli altistuminen ei ole liian pitkäaikaista. Jäähdytyksen tarkoituksena on helpottaa seuraavaksi tapahtuvaa erottelua, jolloin laatikko siirrettiin huoneenlämpöön ja laatikosta ensin nostettiin pois kennot (kennoja ensin kallistettiin ja ravistettiin hieman, jotta mahdollisesti kuolleet sirkat tippuivat kasvatuslaatikon pohjalle), jonka jälkeen kasvatuslaatikon pohjalta käsin eroteltiin elävät sirkat. Tämän jälkeen laatikko tyhjennettiin kananrehusta, kuolleista sirkoista ja viherbiomassojen jäänteistä. Sirkat siirrettiin kennoineen takaisin tyhjään kasvatuslaatikkoon, laatikkoon lisättiin juoma-astia ja kasvatuslaatikko siirrettiin takaisin lämpöhuoneeseen (Kuva 6). Vuorokauden kuluttua tästä laatikot siirrettiin vuorokaudeksi kylmiöön, jonka jälkeen sirkat pakastettiin (-18 °C). Rehuttoman päivän aikana tuotettu uloste erotettiin sirkoista 2 mm:n silmäkoon sihdillä pakastamisen jälkeen.



Kuva 6. Rehuton päivä. Rehuttomana päivänä juotto tapahtui vesiastialla. Vuorokausi ennen kylmähuonetta ja pakastusta.

5.2 Buffet-ruokintakoe

Buffet-ruokintakokeessa järjestely oli sama kuin edellä mainitussa ruokintakokeessa kasvatukseen asti paitsi, että multa jaettiin puoliksi pituus- ja leveys suunnassa ja näin saadut osat laitettiin neljään omaan hautomaastiaan ja nämä kahteen hautomalaatikkoon, siten että munitusmullan ristikkäiset kulmat laitettiin yhteen hautomalaatikkoon ja toiset kulmat toiseen laatikkoon (Kuva 7). Kuoriutumiseen sirkoilla kului munituksen lopettami-

sesta 9 vuorokautta. Testissä oli siis kaksi samat lähtökohdat saanutta sirkapopulaatiota. Maittavuuskoe aloitettiin, kun sirkat olivat saavuttaneet koon, jolloin vertailutesti oli mielekästä aloittaa (käytännössä tarkoittaen sitä, että tuorerehujen kulutuksen oletettiin näkyvän punnitus tuloksissa). Testit aloitettiin sirkkojen ollessa 28 vuorokauden ikäisiä. Tähän asti sirkkoja ruokittiin kananrehulla sekä nesteytys tapahtui juoma-astialla (Kuva 5, s. 14). Juoma-astia vaihdettiin päivittäin ja kananrehua oli maittavuuskokeen alkamiseen asti ylimäärin tarjolla. Buffet-ruokintakokeen järjestely näkyy kuvista 8 ja 9 (s. 18) ja kuvasta 10 (s. 19), joissa eri sivuvirtoja on lisätty 6–8 petrimaljalle. Sivuvirrat punnittiin ennen kasvatuslaatikkoon lisäämistä ja vuorokauden kuluttua lisäämisen jälkeen. Kananrehun lisäys lopetettiin maittavuuskokeen alkaessa, mutta jatkettiin 8 vuorokauden kuluttua aloituksesta. Kananrehua lisättiin ensimmäiset 7 vuorokautta 80 g, jonka jälkeen päivittäisen lisäyksen määrä nostettiin 100 grammaan. Maittavuuskokeita oli kolme, joista jokaista suoritettiin 10 vuorokauden ajan. Päivittäiset toimenpiteet (valojen päälle laittoa ja sulkemista lukuun ottamatta) ajoitettiin kello 12:00–13:00 väliselle ajalle.



Kuva 7. Hautomalaatikon asetelma Buffet-ruokintakokeen alkukasvatuksessa, jossa multaa sisältävät muninta-astiat ovat kyljellään, jotta kuoriutuneet sirkat pääsevät pois mullasta. Laatikko sisältää myös kaksi palaa kananmunakennoa sekä kaksi kertakäyttökupia joiden sisällä kostutetut talouspaperit. Ruokintakokeessa laatikoissa oli ainoastaan yksi hautoma-astia.

Testien aikana jokaista tuorerehua lisättiin myös kasvatuslaatikon kannen päällä oleville petrimaljoille, jotta selvitettiin veden haihtuminen sivuvirroista vuorokauden aikana.

Buffet-koe aloitettiin lisäämällä 10 g kutakin tuorerehua, joka osoittautui liian pieneksi määräksi, sillä kaikki tuorerehu oli vuorokaudessa syöty. Tuorerehujen määrää lisättiin 20:een grammaan. Buffet-koe 2:n viidentenä

päivänä huomattiin, että edelleen tarvittiin tuorerehujen määrän lisäystä, jolloin määrää lisättiin 30:een grammaan. (Huom. Kasvatuslaatikoihin lisättiin testaukseksi samana päivänä vedellä kostutettu yleisliina petrimaljalle tulevaa yrttikoetta varten. Yrttien oletettiin sisältävän liian vähän kosteutta sirkkojen selviytymistä ja hyvinvointia ajatellen ja tällä tavoin tarkoitus oli lisätä juotavan nesteen määrää laatikossa.)

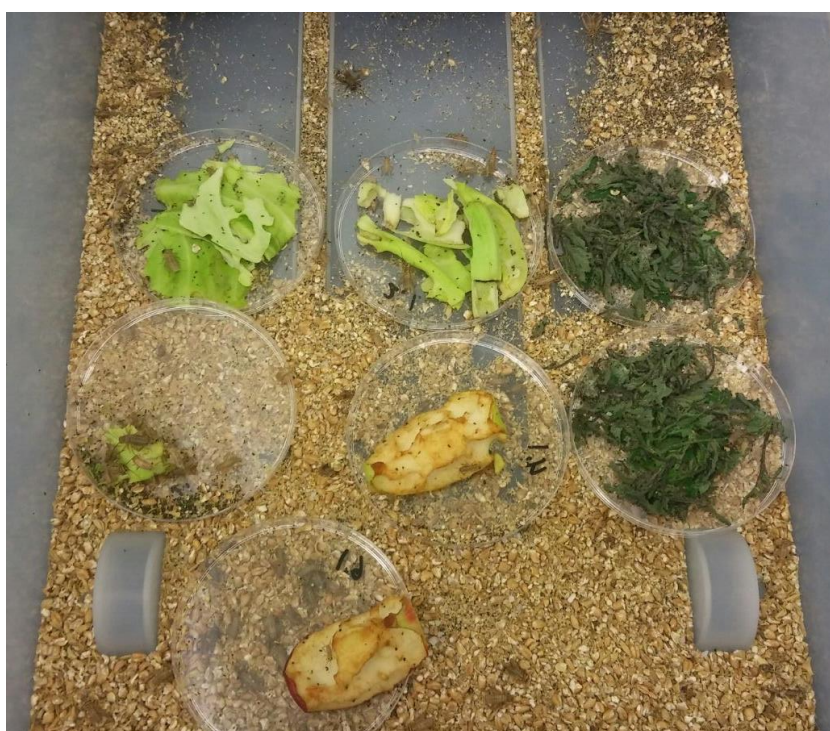
Kolmannessa maittavuustestissä testattavana olivat erilaiset yrtit, jotka olivat basilika, persilja, rosmariini, tilli, ruohosipuli, minttu, sitruunamelissa ja lehtipersilja. Kotisirkkojen ruokavaliolla on vaikutuksia sirkkojen makuun ja yrttikokeen tavoitteena oli selvittää sirkoille maistuvuin/maistuvimmat yrtit, joita olisi jatkotutkimuksissa käytetty sirkkojen ruokavaliossa. HAMK:n Visamäellä sijaitsevassa lämpöhuoneessa kasvatettuja sirkkoja ei voi käyttää aistinvaraiseen (makutesti) tutkimukseen lämpöhuoneen sijainnin takia (ympäristölaboratorio).

5.2.1 Buffet-ruokintakoe 1

Ensimmäisessä maittavuuskokeessa (Kuvat 8 ja 9, s. 18) testauksessa olivat kaali, kukkakaalin lehtiä ja vartta, kirsikkatomaatin varkaita, omenan pudokkaita (vihreitä ja punaisia erikseen) sekä parsakaalia. Kaalista revittiin noin petrimaljan (\emptyset 94 mm) kokoisia paloja. Kukkakaalista käytettiin sekä lehteä että vartta sekaisin. Kirsikkatomaatin varkaat jouduttiin jakamaan kahdelle petrimaljalle, mutta kuitenkin siten että massa oli sama kuin muilla sivuvirroilla. Kirsikkatomaatista käytettiin ainoastaan lehtiä, sillä aikaisemmin huomattiin sirkkojen jättävän varret tomaatin ja kurkun lehdistä syömättä. Omenan pudokkaat pyrittiin lisäämään mahdollisimman isoina palasina petrimaljoille ja ne leikattiin omenan pystysuunnassa. Punaisia ja vihreitä omenan pudokkaita syötettiin erikseen. Parsakaalista syötettiin sekä kukintoa että vartta sekaisin. Koetta suoritettiin kymmenen vuorokauden ajan.



Kuva 8. Buffet-ruokailu 1 asetelma, jossa ylhäältä vasemmalta oikealle punainen omenan pudokas, vihreä omenan pudokas, parsakaali, kukkakaalin lehti ja varsi, kaali ja tomaatin varkaita.



Kuva 9. Buffet-ruokailu 1 maistuvuus. Vuorokauden jälkeen laatikkoon lisäyksestä. Kuvan sivuvirrat järjestyksessä vasemmalta ylhäältä oikealle: kaali, kukkakaalin lehti ja varsi, tomaatin varkaita, parsakaali, vihreä omenan pudokas, tomaatin varkaita ja punainen omenan pudokas.

5.2.2 Buffet-ruokintakoe 2

Toisessa buffet-ruokintakokeessa (Kuva 10) testattavana olivat tomaatin lehti, kirsikkatomaatin varkaat, kurkun lehti, sipuli, porkkana sekä lehtisalaatti. Tomaatin ja kurkun lehdistä poistettiin varret sekä lehdet revittiin petrimaljoille sopivaksi. Kirsikkatomaatin varkaat lisättiin, kuten edellä mainitussa Buffet-ruokintakokeessa 1. Sipuli pyrittiin lisäämään mahdollisimman isoina palasina. Porkkanasta leikattiin leveysuunnassa noin 5 mm:n kokoisia siivuja. Lehtisalaatti pyrittiin lisäämään mahdollisimman isoina palasina.



Kuva 10. Buffet-ruokintakokeen 2 testirehut (vasemmasta yläkulmasta oikealle: sipuli, kurkun lehti, lehtisalaatti, porkkana, tomaatin lehti ja kaksi petrimaljaa tomaatin varkaita).

5.2.3 Buffet-ruokintakoe 3 eli yrttikoe

Kolmannessa ruokintakokeessa (Kuva 11, s. 20) tavoitteena oli selvittää eri yrttien maistuvuutta sirkoille. Sirkkojen ruokavalion on huomattu vaikuttavan niiden makuun, jolloin mahdollisesti syöttämällä yrtejä sirkoille voidaan vaikuttaa sirkkojen makuun. Yrtejä syötettiin 10 vuorokauden ajan jokaista sama määrä.



Kuva 11. Yrtti-ruokinnan alkuasetelma. Yrtit järjestyksessä vasemmalta ylhäältä oikealle: basilika, persilja, rosmariini, tilli, ruohosipuli, minttu, sitruunamelissa ja lehtipersilja.

5.3 Maittavuuskokeissa käytetyt sivuvirrat

Ruokintakokeessa käytettiin tomaatin ja kurkun lehteä sekä kurkkua. Buffet-kokeessa maittavuutta testattiin ensimmäisessä erässä kerä-, parsa- ja kukkakaalilla (kukkakaalin lehtiä sekä vartta), punaisilla ja vihreillä omenan pudokkailla sekä kirsikkatomaatin varkailla. Toisessa erässä testattiin tomaatin ja kurkun lehteä, sipulia, porkkanaa, salaattia ja kirsikkatomaatin varkaita.

Yrttien maistuvuuskokeessa olivat basilika, persilja, rosmariini, tilli, ruohosipuli, minttu, sitruunamelissa ja lehtipersilja.

5.4 Analyysit

5.4.1 Ruokintakoe

Testit suoritettiin HAMK:n Visamäen kampuksella. Ruokintakokeen sirkoista määritettiin sukukypsyyden saavuttamisen jälkeisen pakastamisen jälkeen raakaproteiinipitoisuus, kuiva-aineen määrä sekä yksilön keskimääräinen paino. Yksi mitattavista asioista oli myös sukukypsyyden saavuttamiseen kuluneet vuorokaudet eli kuoriutumisen alkaen kuluneet vuorokaudet siihen saakka kunnes ensimmäinen tai ensimmäiset sirkat alkoivat

sirittämään kussakin laatikossa. Ennen harvestointia kuolleet sirkat poistettiin ja pakastimeen siirrettiin vain elävät sirkat. Analyysit suoritettiin pakastetuille sirkoille.

Kuiva-ainepitoisuus laskettiin tuloksista, jotka saatiin punnitsemalla sirkat ennen ja jälkeen pakkaskuivauksen. Raakaproteiinin määrä määritettiin Kjeldahl-menetelmällä pakkaskuivatuille sirkoille. Raakaproteiini määritettiin kuten on aiemmin kuvattu Sainion (2015) tekemässä opinnäytetyössä. Yksilöiden keskimääräinen paino laskettiin jakamalla sirkkojen lukumäärä sirkkojen yhteispainolla.

5.4.2 Buffet-ruokintakoe

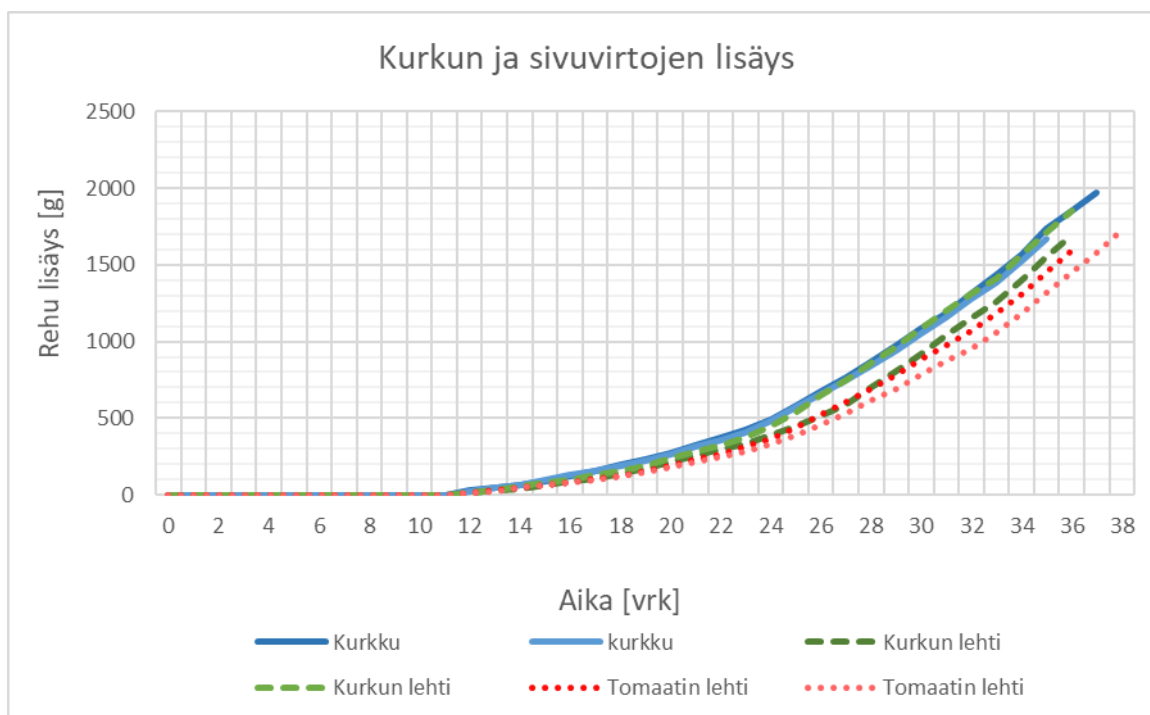
Buffet-ruokintakokeiden osalta laskettiin sivuvirtojen kulutusten määrät. Sivuvirroista punnittiin ja laskettiin myös haihtumisen määrä. Tuorerehun kulutuksen määrä laskettiin punnitsemalla sirkoille lisätyn tuorerehun massa ennen ruokintaa ja vuorokauden kuluttua lisäyksestä ja vähentämällä näin saadun jälkimmäisen arvo ensimmäisestä.

5.5 Tulokset

Tuloksista käsitellään ensin ruokintakokeen tulokset eli tomaatin sekä kurkun lehden vertailu kurkulla ruokintaan. Tähän liittyy rehujen kulutussuhteet sekä harvestoinnin jälkeiset kemialliset koostumuksen analyysit (raakaproteiini sekä kuiva-aine). Toisessa osiossa näkyy buffet-kokeiden tulokset järjestyksessä 1, 2 ja 3. Buffet-kokeiden tuloksissa kerrotaan käytettyjen sivuvirtojen painovähennemät.

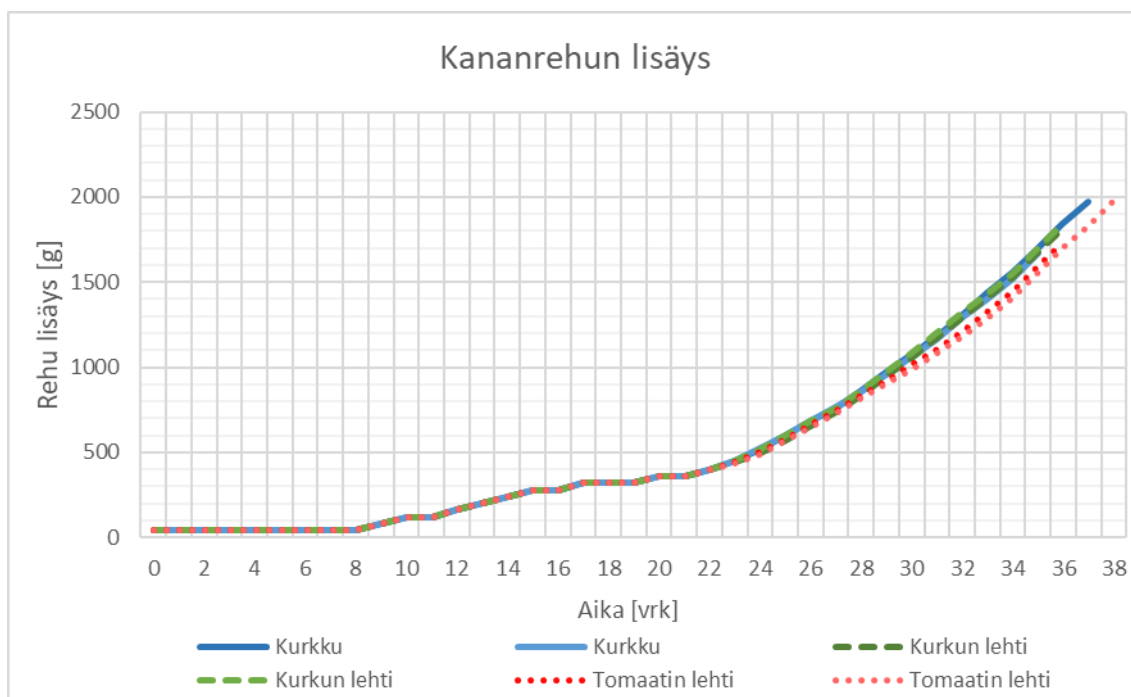
5.5.1 Ruokintakokeen tulokset

Kuvassa 12 (s. 22) näkyy ruokintakokeessa lisättyjen sivuvirtojen määrät jokaista kasvatuslaatikkoa kohden. Kuvassa 13 (s. 23) on ilmoitettu kananrehun lisäykset. Tarkat arvot löytyvät taulukosta 5 (s. 23).



Kuva 12. Kasvihuonevihreiden (kurkun lehti, tomaatin lehti ja kurkku) kulutus yhden sirkkasukupolven elinaikana (35–38 vrk). Kutakin rehua tarjottiin kahdessa rinnakkaisessa kasvatuslaatikossa. Kaikkiin kasvatuslaatikoihin lisättiin täsmälleen sama määrä kananrehua proteiinilähteeksi 22 vrk ajan (Kuva 13, s. 23). Tämän jälkeen kananrehua lisättiin likimain kasvihuonevihreän kulutusta vastaava määrä. Päivä 0 on kuoriutumispäivä.

Päivittäinen kurkun kulutus on määritetty vähentämällä kasvatuslaatikoon laitettun kurkun määrästä vuorokaudessa syömättä jäänyt määrä. Tomaatin ja kurkun lehden rippeitä sirkat silppusivat hyvin pieneksi ja levittivät, joten niiden poistaminen laatikosta ja punnitseminen ei käytännössä sirkkoja vahingoittamatta onnistunut. Tämän vuoksi kurkun- ja tomaatinlehtiä pyrittiin lisäämään kasvatuslaatikkoon mahdollisimman tarkasti päivittäistä kulutusta vastaava määrä. Edellisen kuvaajan kurkunlehden ja tomaatin lehden kulutuksen kuvaajat siis tarkkaan ottaen kuvaavat laatikkoon lisätyn kurkun lehden ja tomaatin lehden määriä, jotka vastaavat melko tarkkaan myös kulutettuja määriä.



Kuva 13. Kananrehun kumulatiivinen lisätty määrä kasvihuonevihreiden sirkkojen ruokintakokeessa, jonka tulokset on esitetty kuvassa 12 (s. 22). Kananrehua pyrittiin lisäämään likimain kulutusta vastaava määrä, kuitenkin niin että sitä oli hieman ylimäärin. Päivä 0 on kuoriutumispäivä.

Taulukossa 5 näkyy lisättyjen kasvihuonevihreiden sekä kananrehun määrä laatikkoa kohden. Taulukossa on ilmoitettu myös sukukypsyys saavuttamiseen kulunut aika.

Taulukko 5. Rehujen lisäys laatikkoa kohti. Kasvihuonevihreän poisto sirkkoja vahingoittamatta onnistui ainoastaan kurkkua sisältävistä laatikoista

Kasvatuslaatikko	Sukukypsyys saavutettu [vrk]	Lisätty Kasvihuonevihreä [g]	Poistettu [g]	Lisätty kananrehu [g]
kurkku	37	1 976	262	1 974
kurkku	35	1 667	273	1 672
kurkun lehti	36	1 693	-	1 816
kurkun lehti	36	1 856	-	1 843
tomaatin lehti	36	1 596	-	1 732
tomaatin lehti	38	1 731	-	1 979

5.5.2 Ruokintakokeista tehdyt kemiallisen koostumuksen analyysit

Ruokintakokeissa käytetyistä sirkoista analysoitiin kuiva-ainepitoisuus pakaskuivaamalla sekä raakaproteiinin määrä kuivatuista sirkoista. Sirkkoja

punnittiin jokaisesta laatikosta 300 kpl. Osalta sirkoista oli pakastuksen jälkeisen pussituksen sekä sihtaamisen yhteydessä irronnut takajalkoja. Tästä syystä kaikilta punnittavilta sirkoilta poistettiin takajalat ennen punnitusta. Tulokset on ilmoitettu taulukossa 6.

Raakaproteiinin mittaukset tehtiin Kjeldahl-menetelmällä. Raakaproteiinin mittauksissa tehtiin jokaisesta näytteestä kolme rinnakkaista.

Taulukko 6. Ruokintakokeissa kasvatettujen sirkkojen analyysitulokset. Sirkkojen sukukypsyyden saavuttamiseen kulunut aika, sirkkojen yhteismassa, yksilöpaino laskettuna 300 sirkan punnitustuloksia kohti, kuiva-ainepitoisuus, raakaproteiinin määrä kuivatuissa sirkoissa sekä raakaproteiinin mittaustulosten keskihajonta

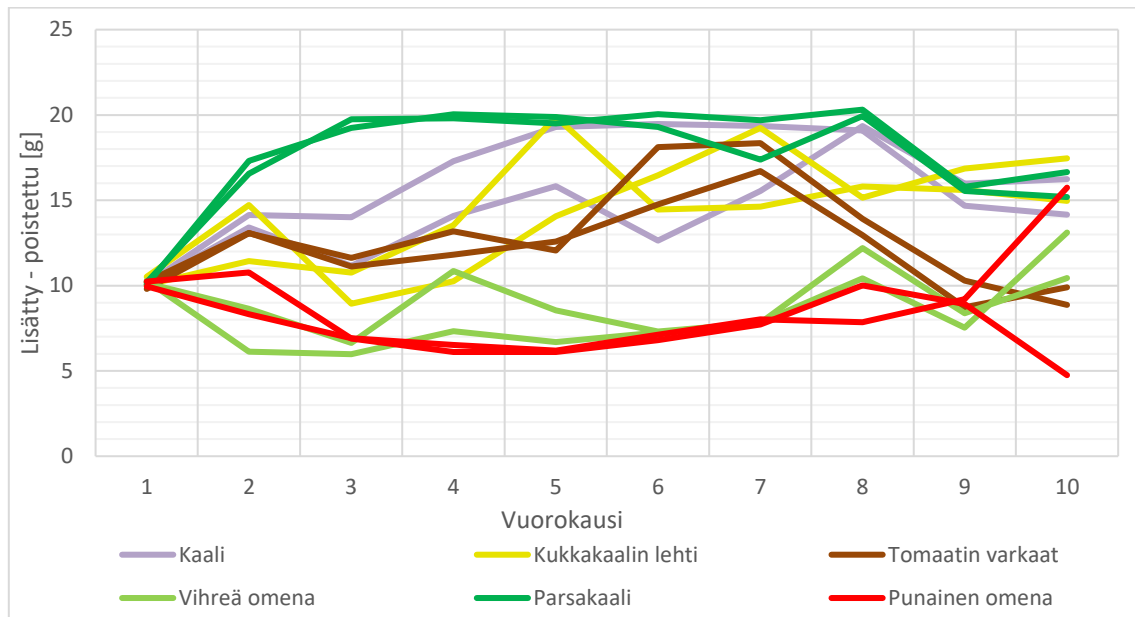
Kasvatuslaatikko	Sukukypsyys saavutettu [vrk]	Yhteismassa [g]	Yksilöpaino [g]	Kuiva-aine %	Raakaproteiini % pakaskuivatuista sirkoista (3 rinnakkaisen keskiarvo) sekä arvojen keskihajonta
Kurkku	37	924	0,231	27,4	80,9 ± 1,5
Kurkku	35	853	0,214	26,1	77,6 ± 3,7
Kurkun lehti	36	928	0,219	26,4	77,7 ± 1,2
Kurkun lehti	36	997	0,204	30,4	83,3 ± 1,1
Tomaatin lehti	36	808	0,233	26,3	76,9 ± 0,7
Tomaatin lehti	38	864	0,258	27,0	78,2 ± 2,0

5.5.3 Buffet-ruokintakoe

Buffet-ruokintakokeiden tuloksissa (Kuva 14, s. 25 ja Kuva 15, s. 26) on esitetty laatikkoon lisättyjen tuorerehujen kulutus. Sirkat olivat Buffet-ruokintakoe 1 aikana 28–38 vuorokauden ikäisiä. Buffet-kokeen 2 aikana sirkat olivat 38–48 ja saavuttivat sukukypsyyden kummassakin laatikossa 40 vuorokauden ikäisinä.

5.5.4 Buffet-ruokintakoe 1

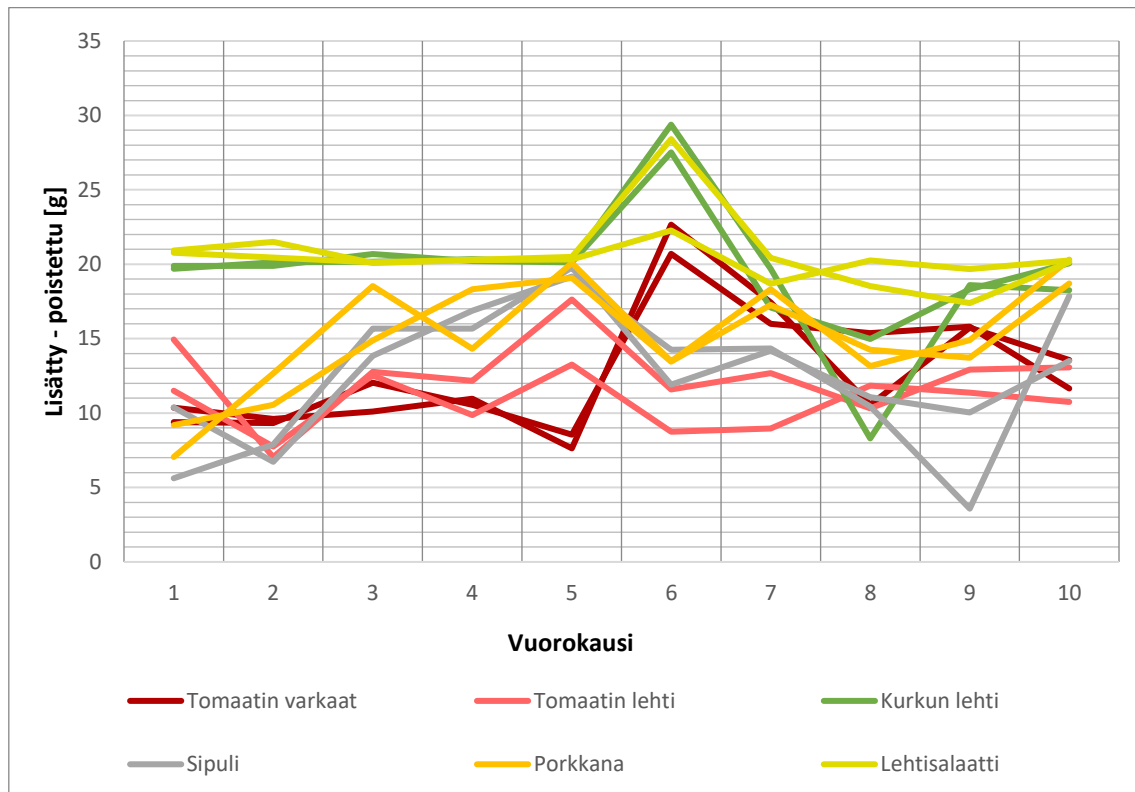
Buffet-ruokintakoe 1 sirkoilla testattavana olivat seuraavat tuorerehut: kaali, kukkakaalin lehdet, tomaatin varkaat, vihreät sekä punaiset omenan pudokkaat, ja parsakaali (Kuva 14, s.25).



Kuva 14. Buffet-kokeessa 1 vertailtavien rehujen kulutus yhden sirkkasukupolven elinaikana. Kuvassa ilmoitettu kummankin rinnakkaisen laatikon tulokset. Ensimmäisenä vuorokautena kutakin rehua oli tarjolla vain 10 g, mikä osoittautui liian pieneksi määräksi (kaikki syötiin). Toisesta vuorokaudesta lähtien kutakin tuorerehua lisättiin päivittäin 20 g (ja syömättä jääneet rehut pois tettiin ja punnittiin).

5.5.5 Buffet-ruokintakoe 2

Toisessa buffet-ruokintakokeessa tuorerehua syötettiin samoin tavoin, kuten buffet-ruokintakokeessa 1, mutta tässä kokeessa testauksessa olivat tomaatin varkaat, tomaatin ja kurkun lehti, sipuli, porkkana sekä lehtisalaatti (Kuva 15, s. 26).



Kuva 15. Buffet-kokeessa 2 vertailtavien tuorerehujen kulutus yhden sirkasuku-polven elinaikana. Kuvassa ilmoitettu kummankin rinnakkaisen laatikon tulokset. Viidentenä päivänä laatikoissa ei tuorerehua ollut juurikaan jäljellä, jolloin määrää päätettiin lisätä 20:stä grammasta 30:een grammaan. Samalla laatikkoon lisättiin vedellä kostutettu yleisliina petrimaljalle. Kuudentena päivänä määrä laskettiin takaisin 20:een grammaan.

5.5.6 Buffet-ruokintakoe 3 eli yrttikoe

Yrttikokeessa (Kuva 16, s. 27) sirkoilla oli tarjolla kahdeksan erilaista yrttiä 10 vrk:n ajan. Todettiin, että lähes kaikki yrtit (basilika, persilja, tilli, ruohosipuli, minttu, sitruunamelissa ja lehtipersilja) maistuivat sirkoille erittäin hyvin. Ainoastaan rosmariinin sirkat jättivät pääosin syömättä.



Kuva 16. Syötettyjen yrttien kulutus vuorokaudessa. Yrtit järjestyksessä vasemmalta ylhäältä oikealle: basilika, persilja, rosmariini, tilli, ruohosipuli, minttu, sitruunamelissa ja lehtipersilja. Ylemmässä kuvassa kasvatuslaatikkoon juuri lisätyt yrtit. Alemmassa kuvassa vuorokautta myöhemmin lisäyksestä.

5.6 Tulosten tarkastelu

5.6.1 Ruokintakoe

Ruokintakokeessa analysoitavia tuloksia olivat rehujen kulutukset kasvatuslaatikkoa kohti, sukukypsyyden saavuttamiseen kulunut aika kasvatuslaatikkoa kohti, yksilöpaino 300 sirkan punnitustuloksista laskettuna, sirkkojen kuiva-ainepitoisuus pakkaskuivaamalla sekä kuivattujen sirkkojen raakaproteiinipitoisuus.

Kananrehua kuluu kasvatuksissa aikaisemman tiedon sekä alkukasvatusten pohjalta samassa suhteessa kurkkuun verrattuna. Kulutus osoittautui samaksi myös ruokintakokeen osalta. Kurkun sekä tomaatin lehtien osalta kulutusten suhdetta ei tiedetty etukäteen, jolloin kananrehua lisättiin aina hieman enemmän lehtimassaan verrattuna. Tästä syystä kananrehua kului enemmän lehdillä ruokituilla sirkoilla. Sirkkojen määrä kasvatuslaatikkoa kohti pyrittiin jakamaan tasaisesti, mutta koska sirkkojen todellista määrää laatikkoa kohti ei tiedetty, ei rehujen kulutuksesta voi tehdä pitäviä johtopäätöksiä.

Sukukypsyys saavutettiin ensimmäisenä kurkulla ruokittavassa kasvatuslaatikossa, jossa sirkat olivat 35 vuorokauden ikäisinä ja viimeisenä tomaatin lehdillä ruokittavassa kasvatuslaatikossa sirkkojen ollessa 38 vuorokauden ikäisinä. Kehitys kuitenkin osoittautui kaikilla tuorerehu vaihtoehdoilla samankaltaiseksi (35–38 vuorokautta), sillä jokaisella tuorerehuvaihtoehdolla vähintään yksi laatikko kehittyi sukukypsäksi 36:ssa vuorokaudessa.

Kuiva-ainepitoisuuksissa erot olivat hyvin pienet. Arvojen erot pysyivät 1,3 prosenttiyksikön sisällä (26,1–27,4 %), mikäli sulkee pois toisen kurkun lehdillä ruokittavista kasvatuslaatikoista. Toisesta kurkun lehdillä ruokittavista sirkkapopulaatiosta puuttui vesiastia rehuttoman päivän aikana, joka saattaa osaltaan selittää kuiva-aine määrän eroa muihin verrattuna. Se osaltaan myös vaikuttaa yksilöpainoon, sillä nesteen määrä sirkoissa oli huomattavasti alhaisempi. Verrattuna rinnakkaiseen kotisirkan kasvatuslaatikoon, joilla oli nesteen lähde rehuttomana päivänä, on ilman veden lähdettä olleiden sirkkojen kuiva-ainepitoisuus 4 prosenttiyksikköä ja yksilöpaino 6,85 % alhaisempi.

Yksilöpainoon vaikuttaa luonnollisesti ikä. Sirkkoja ei punnitu kaikkien sirkkojen ollessa saman ikäisiä esimerkiksi 35 vuorokauden iässä. Sirkat punnittiin harvestoinnin jälkeen, joka tapahtui vasta sirkkojen saavutettua sukukypsyys. Silmämääräisesti kuten myös punnitustuloksissa selvästi isoimpia ja painavimpia olivat tomaatin lehdillä ruokitut, iältään vanhimmat (38 vrk) sirkat, joiden keskimääräinen yksilöpaino oli 17,1 % korkeampi nuorimpiin sirkkoihin (35 vrk) verrattuna.

Alkukasvatusten aikana huomattiin, että kurkulla ruokittujen sirkkojen koerot saman laatikon sisällä olivat pienemmät verrattuna sirkkoihin, jotka

saiivat nesteen juoma-astiasta. Kokoeroja ei juurikaan ollut havaittavissa tai kokoerot olivat huomattavasti pienempiä ruokintakokeen aikana.

5.6.2 Buffet-ruokintakoe 1

Tämän ruokintakokeen selvästi maistuvin tuorerehu oli parsakaali. Toisaalta parsakaalista ei ollut saatavilla sen sivuvirtoja vaan kukintoa sekä kukinnan vartta, jolloin itse sivuvirtaa ei ollut testattavana. Sirkoille kelpasivat myös kaali sekä kukkakaalin lehdet ja varsi. Huonoiten maistuvia olivat omenan pudokkaat, joiden painovähenemä on suureksi osaksi ollut veden haihtumisesta johtuvaa.

5.6.3 Buffet-ruokintakoe 2

Buffet-ruokintakoe 2 maistuvimpia tuorerehuja olivat selvästi lehtisalaatti sekä kurkun lehdet. Sipuli ja porkkana jäivät sirkoilta usein syömättä ja painovähenemä oli suureksi osaksi veden haihtumista. Tomaatin varkaat sekä lehdet eivät juurikaan maistuneet sirkoille ja painonvähenemä on suureksi osaksi selitettävissä veden haihtumisella.

5.6.4 Buffet-ruokintakoe 3 eli yrttikoe

Yrttikokeessa syötetyistä yrteistä maistuvia olivat basilika, persilja, lehtipersilja, tilli, minttu, sitruunamelissa ja ruohosipuli. Ainoastaan rosmariini jäi sirkoilta syömättä.

5.7 Ongelmia ja huomioitavia asioita kasvatusten aikana

Alkukasvatusten suurimpana ongelmana olivat vihannespunkit. Vihannespunkeista eroon pääsyyn ei kasvatusten aikana keksitty toimivaa ratkaisua sirkkoja vahingoittamatta. Ongelmaa pyrittiin ennaltaehkäisemään vaihtamalla nesteenlähteet päivittäin, mikä osoittautui työlääksi, mutta toimivaksi ratkaisuksi. Ruokintakokeen sekä Buffet-kokeiden osalta ei punkkeja havaittu kasvatustilatkoissa.

Tavoitteena oli ruokintakokeen osalta punnita kaikki laatikosta poistettavat rehut. Tomaatin ja kurkun lehden rippeitä sirkat silppusivat hyvin pieneksi ja osittain levittivät pois petrimaljoilta, joten rippeiden poistaminen laatikosta ja punnitseminen ei käytännössä sirkkoja vahingoittamatta onnistunut. Tämän vuoksi kurkun- ja tomaatinlehtiä pyrittiin lisäämään mahdollisimman tarkasti päivittäistä kulutusta vastaava määrä. Paras ratkaisu olisi luultavasti ollut lisätä lehdet esimerkiksi 12 tunnin välein, jolloin havainnot kulutuksesta olisivat olleet tarkempia eivätkä lehdet olisi päässeet kuivumaan yhtä paljon verrattuna 24 tunnin lisäsväliin.

Ruokintakokeessa rinnakkaisia kokeita oli ainoastaan kaksi kumpaakin sivuvirtaa sekä kurkkua kohti. Näin saadut tulokset eivät ole kovinkaan vertailukelpoisia, mutta ovat suuntaa antavia mahdollisia jatkotutkimuksia varten.

Ruokintakokeessa sekä kurkun että tomaatin lehdet maistuivat sirkoille. Jatkotutkimuksia tarvitaan viherbiomassan haitta-aineiden mahdollisesta kertymisestä sirkkoihin.

Maittavuus kokeessa havaittiin, että sivuvirtojen esivalmistelulla, erityisesti sipulin ja porkkanan viipalointitavalla oli vaikutusta niistä tapahtuvaan haihtumiseen (erot haihtumispinta-alassa). Työtapojen vakiointi on tärkeää luotettavien tulosten saamiseksi, jolloin myös kokeiden toistettavuus mahdollistetaan.

6 PÄÄTELMÄT

Kasvatusten aikana saadut vastaukset Ruokintakokeet-luvun alussa asetettuihin tutkimustavoitteisiin on listattu alle.

- 1) Hankitaan kotisirkkojen kasvatuskokemusta ja tuotetaan kasvatusohteet, havainnoidaan kasvatuksen haasteita ja kehitetään niihin ratkaisuja
 - Ennen kasvatuksia kotisirkkoja ostettiin noin 400–500 yksilöä. Kotisirkkoja kasvatettiin alkukasvatusten sekä ruokintakokeiden aikana yhteensä 15 kasvatuslaatikollista, joista 14 saavuttivat sukukypsyyden ja yksi laatikko hävitettiin vihannespunkkien takia. Alukasvatusten aikana muodostettiin toimiva kasvatussysteemi sekä ruokintakokeiden aikana toimiva käytäntö sirkkojen kasvatusta ajatellen. Ruokintakoe onnistui kasvatuksen osalta ongelmitta. Kotisirkkojen kasvatuksessa voi ruokkimiseen käyttää puutarhoilta tulevia sivuvirtoja. Niiden merkitys ruokinnassa on olla veden ja ravinnon lähteenä. Alukasvatusten aikana havaittiin, että sirkkopopulaatioilla, joilla vedenlähteenä toimi vesiastia olivat yksilöiden kokoerot suurempia saman laatikon sisällä kuin nesteen kurkusta saaneilla.
- 2) Selvitetään, soveltuvatko runsaasti ja ympärivuotisesti saatavilla olevat viherbiomassat, kurkun lehdet ja tomaatin lehdet, kotisirkkojen ravinnoksi (kasvu ja kehitys)
 - Kotisirkoilla tehdyissä ruokintakokeissa saatiin kummallakin sivuvirralla sirkat kehittymään sukukypsäksi yhtä nopeasti kuin verrokikasvatuksessa, jossa sivuvirtojen sijaan ruokinnassa käytettiin sirkoille hyväksi todettua kurkkua.

3) Selvitetään puutarhatalouden eri sivuvirtojen maistuvuus kotisirkoille (suosikkirehut sekä vähiten maistuvat sivuvirrat)

- Kokeessa muodostettiin toimiva järjestely testata eri sivuvirtojen maistuvuutta kotisirkoille. Maittavuuskokeesta saatiin melko selviä tuloksia eri sivuvirtojen maistuvuudesta. Lehtisalaatin, kurkun lehtien ja parsakaalin todettiin olevan kokeissa maistuvimpia sirkoille. Kukkakaalin lehdet sekä kaali olivat myös maistuvia sirkoille. Yrteistä basilika, persilja, tilli, ruohosipuli, minttu, sitruunamelissa ja lehtipersilja olivat maistuvia sirkoille. Rosmariini ei ole maistuvaa sirkoille. Annostelutiheys on ruokinnassa merkityksellinen erityisesti salaattien ja yrttien kohdalla, joista vesi haihtuu hyvin nopeasti.

Mahdollisissa jatkotutkimuksissa tulisi ottaa huomioon kuoritutuneiden sirkkojen määrä, kuolleisuus, tarpeellinen määrä rinnakkaisia kokeita sekä mahdollisesti harvestoida kaikki sirkat saman ikäisinä, jolloin yksilöpaino, kemiallinen koostumus ja kasvatuksessa käytettyjen rehujen määrät olisivat vertailukelpoisia. Tämän tutkimuksen perusteella eri puutarhasivuvirtojen käyttö sirkkojen ruokinnassa ei vaikuttanut sukukypsyyden saavuttamisikään, eli se ei ole merkityksellinen mittari kasvatusten seurannassa.

Kasvatuksissa käytettävää sivuvirtaa, sen laatua ja määrää tulee pohtia kasvatuslaitos- että lajikohtaisesti, kuten myös kasvatuksen tavoitteet huomioiden. Käytettävän sivuvirran tulisi myös olla saatavilla ympärivuotisena, sillä kerran vuodessa syntyvien sivuvirtojen säilyttäminen esimerkiksi pakastamalla on kallista.

Mikäli tavoitteena on sivuvirroista eroon pääsy, ei hyönteisten kasvatus välttämättä ole paras vaihtoehto, mutta sivuvirtojen hyötykäytön kannalta niiden käyttö hyönteisten ruokinnassa on varteenotettava vaihtoehto. Jatkotutkimuksia kannattaisi tehdä myös muilla lajeilla, kuten jo potentiaalisiksi vaihtoehtoisiksi todetuilla mustasotilaskärpäisillä, huonekärpäisillä ja Argentiinan torakoilla.

LÄHTEET

Babu, A., Kim, S., Yadav, D., Hyum, U., Adhikari, M. & Lee, Y. (2015). *Penicillium menonorum: A Novel Fungus to Promote Growth and Nutrient Management in Cucumber Plants*. *Mycobiology*, 43(1), 49–56. Haettu 24.11.2017 osoitteesta <http://doi.org/10.5941/MYCO.2015.43.1.49>.

Chapman, A. (2009). Number of living species in Australia and the world. Haettu 3.5.2017 osoitteesta <http://www.environment.gov.au/system/files/pages/2ee3f4a1-f130-465b-9c7a-79373680a067/files/nlsaw-2nd-complete.pdf>.

Cohen, A. (2015). *Insect diets: science and technology*. Florida: CRC press.

Collavo, A., Glew, R., Huang, Y-S., Chuang, L-T., Bosse, R. & Paoletti, M. (2005, luku 27). *House cricket small-scale farming*. Ecological Implications of Minilivestock. Haettu 24.11.2017 osoitteesta https://www.researchgate.net/publication/259852827_HOUSECRICKET_SMALLSCALE_FARMING.

Dossey, A., Morales-Ramos, J. & Rojas, M. (2016, luku 6). *Insect Mass Production Technologies*. Insects as sustainable food ingredients: production, processing and food applications. Haettu 24.11.2017 osoitteesta <http://doi.org/10.1016/B978-0-12-802856-8.00006-5>.

Franke, U., Hartikainen, H., Mogensen, L. & Svanes, E. (2016). Food losses and waste in primary production. Haettu 20.5.2017 osoitteesta <http://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:945862/FULLTEXT02.pdf>.

HAMK. (n.d.). Bioliike. 3.1 kompostointi. Haettu 24.11.2017 osoitteesta <https://sites.google.com/site/bioliike2013/biojaetteen-kaesittely/kompostointi>.

Huldén, L. (2015). *Minikarjaa - Hyönteiset ruokana*. Keuruu: Like Kustannus Oy.

Hyönteiset. (2017). Wikipedia. Haettu 24.11.2017 osoitteesta <https://fi.wikipedia.org/wiki/Hy%C3%B6nteiset>.

Nakagaki, B. & Defoliart, G. (1991). Comparison of Diets for Mass-Rearing *Acheta domesticus* (Orthoptera: Gryllidae) as a Novelty Food, and Comparison of Food Conversion Efficiency with Values Reported for Livestock. Haettu 24.11.2017 osoitteesta http://labs.russell.wisc.edu/insectsasfood/files/2012/09/12_ComparDietsLvstk.pdf.

Oonincx, D., Van Broekhoven, S., Van Huis, A. & Van Loon, J. (2015). Feed Conversion, Survival and Development, and Composition of Four Insect Species on Diets Composed of Food By-Products. Haettu 24.11.2017 osoitteesta <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0144601>.

Patton, R. (1967). Oligidic Diets for *Acheta domesticus* (Orthoptera: Gryllidae). Haettu 24.11.2017 osoitteesta https://www.researchgate.net/publication/233577945_Oligidic_Diets_for_Acheta_domesticus_Orthoptera_Gryllidae.

Sainio, P. (2015). *Kasvatusalustaseosten kasvatuskoe ja ravinneseuranta*. Opinnäytetyö. Bio- ja elintarviketekniikan koulutusohjelma. Hämeen ammattikorkeakoulu. Haettu 5.1.2018 osoitteesta https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/100712/Sainio_Perttu.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Terminix (2017). Bug facts. How long do bugs live? Haettu 20.5.2017 osoitteesta <https://www.terminix.com/blog/bug-facts/how-long-do-bugs-live>.

UC Riverside. (2016). Entomophagy (eating insects). Haettu 24.11.2017 osoitteesta <http://civr.ucr.edu/entomophagy.html>.

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. Haettu 24.11.2017 osoitteesta <http://www.fao.org/docrep/018/i3253e/i3253e.pdf>.

Wageningen. (2017). List of edible insects of the world. Haettu 13.4.2017 osoitteesta <http://www.wur.nl/en/Expertise-Services/Chair-groups/Plant-Sciences/Laboratory-of-Entomology/Edible-insects/Worldwide-species-list.htm>.

Liite 1

Kuiva-aineen sekä proteiinipitoisuuden laskeminen

Pakkaskuivaus						
Kasvatuslaatikko	1	2	3	4	5	6
Kotisirkkojen määrä	300	300	300	300	300	300
Paino ennen kuivausta (ilman astiaa)	69,415	64,091	65,7172	61,226	69,951	77,493
Paino kuivauksen jälkeen (ilman astiaa)	18,999	16,7257	17,3235	18,5886	18,4281	20,8888
Kosteus %	72,6	73,9	73,6	69,6	73,7	73,0
Kuiva-aine	27,4	26,1	26,4	30,4	26,3	27,0
yksilöpaino	0,231	0,214	0,219	0,204	0,233	0,258
Proteiinimääritys						
Kasvatuslaatikko	1	2	3	4	5	6
Sirkka massa [g] (3 rinnakkaista)	0,1749	0,1775	0,1768	0,1759	0,1785	0,1762
	0,177	0,179	0,1807	0,1736	0,176	0,173
	0,179	0,1776	0,1779	0,1757	0,1736	0,1736
Standardi mgN/g näyte	2,114					
Kotisirikka mgN/g näyte	19,278	18,317	18,608	19,525	18,361	18,087
	18,971	18,092	18,69	19,662	18,432	18,465
	19,86	19,651	18,992	19,986	18,136	18,729
2,5/2,114 korjauskerroin	1,182592					
mgN/g näyte/näytteen massa * 6,25 * korjauskerroin	814,6801	762,7302	777,9154	820,4274	760,2791	758,7096
	792,1947	747,048	764,48	837,13	774,0602	788,8931
	820,0516	817,818	789,0594	840,7543	772,159	797,4066
g prot / 100 g pakkaskuivattua sirkkaa (=prot%)	81,5	76,3	77,8	82,0	76,0	75,9
	79,2	74,7	76,4	83,7	77,4	78,9
	82,0	81,8	78,9	84,1	77,2	79,7
Ka	80,9	77,6	77,7	83,3	76,9	78,2
Hajonta	1,5	3,7	1,2	1,1	0,7	2,0
ikä	37	35	36	36	36	38

