

Juha Rintanen

Kotisirkkojen kasvatatus Suomessa ja kasvatuksen kehittämiskohteet

Opinnäytetyö
Syksy 2018
SeAMK Ruoka
Agrologi (AMK)

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: SeAMK Ruoka

Tutkinto-ohjelma: Agrologi (AMK)

Suuntautumisvaihtoehto: Maatalousyrityksen liiketoiminta

Tekijä: Juha Rintanen

Työn nimi: Kotisirkkojen kasvatusta Suomessa ja kasvatuksen kehittämiskohteet

Ohjaaja: Samu Palander & Ilkka Latomäki

Vuosi: 2018

Sivumäärä: 52

Liitteiden lukumäärä:

Ilmastonmuutos ja sen vaikutukset puhuttavat niin maailmalla kuin kotimaassakin. Maatalouden ja varsinkin karjan kasvatuksen tiedetään tuottavan suuria määriä kasvihuonekaasuja. Perinteiselle karjalle ja lihantuotannolle haetaan vaihtoehtoja ja viime aikoina hyönteistuotanto on noussut esiin yhtenä vaihtoehtoisena proteiinin lähteenä.

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää miten kotisirkkoja kasvatetaan Suomessa vuonna 2018. Opinnäytetyön tekohetkellä vallitsevat tuotannon toimintatavat saatiin haastatteleamalla nykyisiä kotisirkkojen kasvattajia. Haastattelujen lisäksi työ sisältää kirjallisuuskatsauksen kotisirkkojen kasvatuksesta. Työssä esitetään kirjallisuudesta löytyviä kehittämiskohteita nykyisiin toimintatapoihin verrattuna ja omia kehittämissuhteita joita ilmeni työn tekoprosessin aikana.

Opinnäytetyön kirjoitushetkellä kotisirkkojen kasvatusolosuhteet vastaavat suurilta osin kirjallisuudesta löytyviä hyviä olosuhteita ja on tiedostettu millaiset olosuhteet kotisirkkoille tulisi taata kasvatuksen aikana. Kehitettävää löytyy varsinkin ruokinassa ja miten tuotannon käsityövaltaisuutta saataisiin pienennettyä.

Kotisirkkojen ja hyönteisten kasvatusta on ainakin toistaiseksi pienimuotoista toimintaa. Hyönteistuotannon tulevaisuus Suomessa ja länsimaissa riippuu pitkälti kuluttajien asenteista ja siitä hyväksyvätkö ihmiset hyönteiset elintarvikkeena.

Avainsanat: Kotisirkka, acheta domesticus, hyönteistuotanto

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Food and Agriculture

Degree programme: Agriculture and Rural Enterprises

Specialisation: Business orientation

Author/s: Juha Rintanen

Title of thesis: Rearing House Crickets in Finland and Improvement of Rearing Methods

Supervisor(s): Samu Palander & Ilkka Latomäki

Year: 2018

Number of pages: 52

Number of appendices:

Climate change and its effects cause discussion around the world as well as in Finland. Agriculture and especially livestock husbandry produce large amounts of greenhouse gases. People are looking for alternatives for traditional livestock and meat production and recently insect rearing has come up as an alternative form of producing proteins.

The goal of the thesis was to find out how house crickets were raised in Finland in 2018. The current production methods were studied by interviewing a few cricket farmers. The thesis covers a literature review about raising house crickets and the results of the interviews. The thesis compares the improvements of the rearing methods introduced in the literature to the current methods. Also author's own improvement ideas are discussed in the thesis.

During the thesis process, the house cricket rearing conditions were similar or nearly similar to the good conditions introduced in the literature. The farmers recognized the good rearing conditions. Improvements were needed in feeding and in reducing manual labor.

House cricket rearing and insect rearing is a small scale business for the present. The future of insect rearing depends on the consumers' attitudes towards insect rearing and insects as food.

Keywords: House cricket, *acheta domesticus*, insect rearing

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo	6
Käytetyt termit ja lyhenteet	7
1 JOHDANTO	8
1.1 Tausta	8
1.2 Tavoitteet	9
2 KOTISIRKKA	10
2.1 Levinneisyys	10
2.2 Elinkaari	10
2.3 Ravintosisältö.....	12
2.4 Kasvihuonekaasut.....	13
2.5 Rehunmuuntosuhde.....	14
3 NYKYINEN TUOTANTO	16
3.1 Tuotantoympäristö	16
3.2 Olosuhdetekijät	18
3.3 Ruokinta.....	18
3.4 Tuotannon kokonaisprosessi	21
3.5 Sukukypsyys ja lisääntyminen.....	27
3.6 Korjuu ja pakastus.....	29
3.7 Tuotantotilojen puhdistus	30
4 TUOTANNON KEHITYSKOhteet JA HAASTEET	31
4.1 Tulevaisuuden näkymät ja kehittämiskohteet.....	31
4.2 Haasteet.....	32
4.3 Olosuhteet.....	32
4.3.1 Kasvatuslaatikko	33
4.4 Ruokinta.....	35
4.4.1 Sivuvirtojen käyttö.....	39
4.5 Korjuu.....	40

4.6 Sukukypsyys ja lisääntyminen.....	40
4.7 Pakastus	41
4.8 Tuotantotilojen puhdistus	43
4.9 Sivutuotteiden käsittely	43
4.10 Jalostus.....	43
4.11 Taudit.....	44
5 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	46
LÄHTEET	48

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Kasvatuslaatikot tuotantotiloissa.....	17
Kuva 2. Kotisirkkojen munitusmateriaali kasvatuslaatikossa.	28
Kuvio 1. Kotisirkkojen keskipainon kehitys optimaalisella ruokinnalla.....	12
Kuvio 2. Sirkkatuotannon kokonaisprosessi.....	22
Kuvio 3. Kotisirkkojen kasvatusprosessi	23
Kuvio 4. Sirkkojen kasvukäyrät on merkattu valkoisilla ympyröillä ja ruokintakäyrä mustilla ympyröillä.....	38
Kuvio 5. Sirkkojen selviytymisprosentti pakkaselle altistumisen jälkeen.	42
Taulukko 1. Kotisirkkojen ravintosisältö kuiva-aineessa.	13
Taulukko 2. Hiilidioksidiekvivalentti saatua painokiloa kohti.....	14
Taulukko 3. Kotisirkkojen aineenvaihdunnallisia arvoja kolmessa eri lämpötilassa sirkkojen ollessa viimeisellä kehitysvaiheella	20
Taulukko 4. Ruokintakokeen reseptien ravintoarvot ja ruokintakokeen tulokset. ...	37
Taulukko 5 Hyönteisten virukset jotka tarttuvat kotisirkkaan.	45

Käytetyt termit ja lyhenteet

Epätäydellinen metamorfoosi	Epätäydellinen muodonvaihdos, jossa hyönteinen ei käy läpi kaikkia neljää kehitysvaihetta. Yleensä kotelo vaihe jää epätäydellisessä muodonvaihdoksessa kokonaan pois.
Geneettinen ajautuminen	Geneettinen ajautuminen tai satunnaisajautuminen on sukupolvien aikana tapahtuvia alleelien eli geenimuotojen sattumanvaraisia muutoksia. Sattuman vuoksi osa alleleista saattaa hävitä kannasta kokonaan.
Hiilidioksidiekvivalentti	Hiilidioksidiekvivalentti on mitta jolla pystytään laskemaan yhteen eri kasvihuonekaasujen ilmastoa lämmittävä vaikutus.
Metamorfoosi	Täydellinen muodonvaihdos, jossa hyönteinen käy läpi kaikki neljä kehitysvaihetta muna, toukka, kotelo ja aikuinen.
Nymfi	Kuoriutumisen jälkeinen kehitysvaihe, jossa toukka näyttää jo aikuiselta hyönteiseltä, mutta on pienempi ja ei-sukukypsä.

1 JOHDANTO

1.1 Tausta

Maailman väkiluku kasvaa koko ajan ja sen on ennustettu olevan yhdeksän miljardia vuosisadan puoleenväliin mennessä. Samalla ruuan tuotannon pitäisi melkein kaksinkertaistua, jotta tuo väkimäärä pystyttäisiin ruokkimaan (Van Huis ym. 2013, ix). Kasvava väestön määrä luo väistämättä paineita rajallisille resursseille kuten viljelysmaalle, vedelle, lannoitteille ja energialle. Vuonna 2006 karjatalouden on katsottu kuluttavan jo 70 % kaikesta käytössä olevasta viljelysmaasta. Useimmissa maissa tärkeitä proteiinin lähteitä ovat juurikin karja ja kalat. Hyönteiset voisivat olla vaihtoehto kasvavaan lihan kysyntään. (Van Huis ym. 2013, 59.)

Maailmassa tiedetään olevan satoja syötäväksi kelpaavia hyönteisiä, joidenkin lähteiden mukaan jopa 1900 (Van Huis ym. 2013, 9). Hyönteiset ovat vaihtolämpöisiä, joten ne eivät kuluta energiaa ruumiinlämmön ylläpitämiseen. Vaan ruumiinlämpö vaihtelee ympäristön lämpötilan mukaan. Vaihtolämpöisyyden vuoksi rehusta saatu energia pystytään hyödyntämään paremmin kasvuun. Tämän ansiosta hyönteisten kasvatukseen tarvitaan vähemmän rehua tuotettua proteiinikiloa kohti, kuin perinteisen karjan kasvatuksessa. (Van Huis ym. 2013, 60.)

Suomi muutti tulkintaansa Euroopan Unionin uuselintarvikeasetuksesta syyskuussa 2017. Tämä tulkinnan muutos mahdollistaa hyönteisten kasvattamisen ja myymisen elintarvikkeena. Hyönteisala siirtyi elintarvikevalvonnan piiriin uuselintarvikeasetuksen tulkinnan vuoksi (Maa- ja metsätalousministeriö 2017).

Evira on julkaissut 2017 vuoden marraskuun alussa ohjeistuksen hyönteisten kasvatusta, myyntiä ja tarjoilua koskien. Ohje on suunnattu elintarvikeviranomaisille, hyönteisiä tuottaville kasvattajille ja hyönteiselintarvikkeita jalostaville yrityksille. Suomessa on sallittu vain kokonaisten hyönteisten käyttö. Hyönteisistä ei saa irrottaa osia eikä myöskään eristää ainesosia, kuten rasva- ja proteiinijakeita. Hyönteisiä saa kuitenkin kuivata, rouhia ja muuten käsitellä, kunhan niistä ei poisteta osia (Hyönteiset elintarvikkeina 2018).

Ennen vuotta 2018 Suomen tai muun EU-maan markkinoilla laillisesti elintarvikkeena olleet hyönteislajit saavat olla Suomen markkinoilla 1.1.2018–1.1.2019. Hyönteisten kasvattajat ja jatkojalostajat saavat myydä ja markkinoida elintarvikkeina sallittuja hyönteislajeja ja näistä hyönteislajeista valmistettuja tuotteita. Evira päivittää ja täydentää sallittujen hyönteislajien listaa, kun saadaan tietoa muiden EU-maiden markkinoilla aiemmin olleista hyönteislajeista. Tällä hetkellä sallittuja hyönteislajeja ovat ainakin kotisirkka, mehiläinen, kuhnuritoukka, jauhopukki, jauhomato, trooppinen kotisirkka, buffalomato ja idänkulkusirkka (Lista sallituista hyönteislajeista 2018).

Suomen lainsäädäntö on vasta vähän aikaa mahdollistanut hyönteisten tuottamisen elintarvikkeeksi, tämän vuoksi hyönteisten tuotannosta ja niiden käytöstä elintarvikkeena ei ole juurikaan saatavilla suomenkielisiä tutkimuksia. Tutkimustiedon ja hyvien käytänteiden puuttuessa nykyinen hyönteistuotanto on ottanut mallia ja käytänteitä lemmikkieläinharrastajilta, jotka kasvattavat hyönteisiä lemmikkieläintensä ruuaksi. Hyönteisten ammattimaisesta kasvatuksesta elintarvikkeeksi on haettu oppia myös ulkomailta.

Hyönteisten mahdollisuuksia ihmisten ja eläinten rehuksi kuitenkin tutkitaan ja Luonnonvarakeskuksella onkin menossa neljä tutkimushanketta asiasta. Lisätutkimusta kaivataan myös hyönteisten ruokinnasta, hyönteisten jalostamisesta, hyönteisten taudinaiheuttajista ja automaation lisäämisestä (Rönkä 2018).

1.2 Tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena on koota tietoa kotisirkoista ja niiden kasvatuksesta. Opinnäytetyön tekoprosessin aikana kerätään tietoa kotisirkkojen kasvatusprosessin eri vaiheista ja miten niitä voitaisiin kehittää nykyisestä toimintatavasta. Opinnäytetyöstä on hyötyä nykyisille ja aloittamista suunnitteleville kotisirkkojen kasvatäjille.

2 KOTISIRKKA

2.1 Levinneisyys

Kotisirkka on lähtöisin kuivilta alueilta Pohjois-Afrikasta ja Lounais-Aasiasta, mutta se on levinnyt ympäri maailmaa. Pohjoisilla alueilla kotisirkat luultavasti pystyvät asuttamaan alueita joissa on ihmisiä. Kotisirkat eivät kuitenkaan selviä luonnossa talven yli. (Erens ym. 2012, 26.) Suomen luonnosta on löydetty yhteensä 16 eri heinäsiirkkalajia ja hyönteistuotannossa käytetty kotisirkka ei ole suomen luonnossa uusi laji vaan sitä on tavattu aiemmin esimerkiksi kaatopaikoilla ja myös ihmisasutuksissa (Hulden 2015, 105–106). Nykyisin kotisirkkaa ei enää juurikaan tavata ihmisasutuksissa, koska lämmitysjärjestelmien muutoksien vuoksi sirkoille ei ole asutuksissa tarjolla otollisia elinolosuhteita.

2.2 Elinkaari

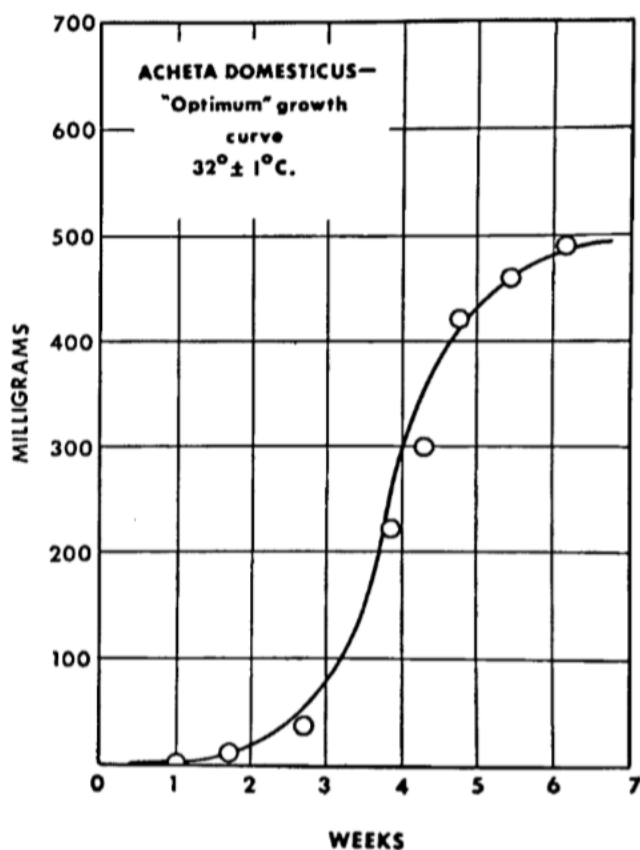
Caparros Medigon, Haubruken ja Francisin (2017, 103) mukaan kotisirkkan elinkaa- ren ikä vaihtelee 30 päivästä 49 päivään lämpötilan ollessa 28 astetta. Kotisirkat, kuten kaikki muutkin sirkkalajit käyvät läpi epätäydellisen metamorfoosin tai osittai- sen muodonvaihdon. Nymfit kasvavat ja saavat aikuisen kotisirkkan piirteitä käy- dessään läpi useita nahan luonteja ja kehitysvaihteita. Saman lajin sisällä yksilöiden välillä on eroja montako kertaa ne luovat nahkansa. Kotisirkat eivät missään vai- heessa kehitystään koteloidu. Kotisirkkojen siivet alkavat kehittyä kahden viimeisen kehitysvaiheen aikana. Kotisirkkojen saavuttaessa aikuisuuden ja samalla sukukyp- syyden alkavat koiraspuoliset sirkat sirittämään (Mott 2017, 274–275).

Kaikki parven sirkat eivät kehity samaa tahtia. Tämän vuoksi parven sirkoilla on ta- pana saavuttaa aikuisuus 3–10 päivän aikavälillä. Parittelu alkaa vuorokauden si- sällä aikuisuudesta ja parittelua seuraa munien lasku. Suurin munien lasku aktiivi- suus on kuitenkin 4–8 päivää aikuistumisen jälkeen. Naaraat laskevat munansa so- pivalle alustalle vuorokausi tai kaksi parittelun jälkeen. Yksi naaras pystyy tuotta- maan kolmestasadasta vähän yli tuhanteen munaa. Oikeissa olosuhteissa nämä

munat kuoriutuvat 11–15 päivää munimisesta ja kierto alkaa alusta (Mott 2017, 275).

Sirkkojen saavuttaessa aikuisuuden naaraspuoliset sirkat painavat 400 ± 14 milligrammaa. Koiraspuoliset kotisirkat ovat pienempiä kuin naaraspuoliset kotisirkat. Koiraspuoliset sirkat painoivat 368 ± 5 milligrammaa saavuttaessaan aikuisuuden. Kotisirkkojen suurin painonnousu ajoittuu viimeiselle kehitysasteelle, jolloin sirkat saavat 200 milligrammaa painoa lisää, mikä vastaa yli puolta nymfivaiheen kasvusta. Aikuisuuden saavuttamisen jälkeen koiraat kasvavat parin päivän aikana vielä 30 milligrammaa saavuttaen 396 ± 4 milligramman painon. Mutta sen jälkeen koiraspuolisilla sirkoilla kasvua ei juurikaan tapahdu. Vastaavasti naaraat saavat painoa lisää 80 milligrammaa parin seuraavan päivän aikana aikuisuuden saavuttamisesta painaen 480 ± 4 milligrammaa (Clifford & Woodring 1990, 4–5).

Kuviossa 1. on esitetty Pattonin (1978 40–41) ruokintakokeen sirkkojen keskipainon kehitys kuoriutumisesta aikuisuuteen saakka. Nymfi vaihe kesti kokeessa 6–7 viikkoa. Kokeessa sirkkoja kasvatettiin 32 asteen lämpötilassa niille suunnitellulla rehulla. Kuviossa on parven sirkkojen keskipainon kehitys kokeen aikana. Parvessa oli sekä naaraspuolisia että koiraspuolisia kotisirkkoja. Kuviosta on nähtävillä, että kotisirkkojen kasvu on kiivaimmillaan sirkkojen ollessa 3–5 viikon ikäisiä.



Kuvio 1. Kotisirkkojen keskipainon kehitys optimaalisella ruokinnalla (Patton 1978, 41).

Cliffordin ja Woodringin saamat sirkkojen painot eroavat Pattonin saamista sirkkojen painoista. Tämä johtuu luultavasti suurilta osin siitä, että kotisirkkojen kasvunopeus vaihtelee paljon lämpötilan ja saatavilla olevan rehun mukaan. Pattonin kokeessa sirkkoja kasvatettiin 32 asteen lämpötilassa kun vastaavasti Cliffordin ja Woodringin käyttivät kasvatuksessa 30 asteen lämpötilaa.

2.3 Ravintosisältö

Taulukossa 1. esitetään kotisirkkojen ravintosisältö kuiva-aineessa. Kotisirkat sisältävät runsaasti proteiinia ja rasvaa. Ravintosisältö vaihtelee eri hyönteislajien välillä ja myös hyönteisille tarjotun ruokinnan ja kasvatusolosuhteiden mukaan.

Taulukko 1. Kotisirkkojen ravintosisältö kuiva-aineessa (Mott 2017, 273).

Proteiini	67 %
Rasva	22 %
Tuhka	4 %
Kalsium (mg/100 g)	132
Fosfori (mg/100 g)	957
Mangnesium (mg/100 g)	109
Sodium (mg/100 g)	435
Kalium (mg/100 g)	1127
Rauta (mg/100 g)	6,27
Sinkki (mg/100 g)	21,8
Kupari (mg/100 g)	2,01

Hyönteisten proteiinipitoisuus vaihtelee suuresti torakoiden 35,3 % sirkkojen 61,3 % kuiva-aineessa. Hyönteisten aminohappokoostumukset vaihtelevat suuresti eri hyönteislajien välillä, mutta kirjallisuuden mukaan syötävät hyönteiset täyttävät keskimäärin aikuisen ihmisen aminohappo vaatimukset metioniinin ja kysteiinin osalta. (Rumpold & Schlüter 2015,20–21.)

2.4 Kasvihuonekaasut

Maailman karjatalouden on arvioitu tuottavan kasvihuonepäästöjä noin 7,1 gigatonnia CO₂ yhden vuoden aikana. Tämä vastaa 14,5 prosenttia kaikista ihmisen aiheuttamista kasvihuonekaasuista. Nautakarja on vastuussa suurimmasta osasta sektorin kasvihuonekaasuista. Nautakarja tuottaakin 4,6 gigatonnia hiilidioksidia, mikä vastaa 65 % sektorin kasvihuonepäästöistä. Sikojen, kanojen ja biisoneiden osuudet ovat kukin vajaa 10 %. (Tackling climate change 2013, 15–12.)

Taulukossa 2. vertaillaan lihanaudan, sian ja muutaman tuotantoon soveltuvan hyönteisen ilmastovaikutusta. Hyönteisten kasvihuonepäästöjen suuruus on pieni verrattuna tavanomaisiin tuotantoeläimiin, koska hyönteiset tuottavat vähän typpioksiduulia ja eivät muutamaa lajia lukuun ottamatta ollenkaan metaania. Tuotan-

toeläimien tuottamalla kasvihuonekaasuilla on erilaiset ilmastoa lämmittävät potentiaalit. Eri kasvihuonekaasuille on annettu global warming potential arvo, jolla kertomalla saadaan niiden vaikutus vertailukelpoiseksi hiilidioksidin kanssa. Saatu suure on hiilidioksidiekvivalentti (Van Huis ym. 2013, 62–63).

Taulukko 2. Hiilidioksidiekvivalentti saatua painokiloa kohti (Oonincx ym. 2010).

Laji	Hiilidioksidiekvivalentti (g/kg saatua painokiloa kohden)
Jauhopukki	7,58 ± 2,29
Kotisirkka	1,57 ± 1,8
Lokusti	17,72 ± 31,22
Sika	79,59 – 1130
Lihanauta	2850

2.5 Rehunmuuntosuhde

Hyönteiset ovat vaihtolämpöisiä, joten niiden ei tarvitse ylläpitää kehonsa lämpöä toisin kuin tasalämpöisten eläinten. Hyönteisten ruumiinlämpötila muuttuu ympäröivän ympäristön lämpötilan mukaan ja siksi ne tarvitsevat suhteellisen korkean kasvatuslämpötilan. Luultavasti vaihtolämpöisyyden ansiosta hyönteisten rehumuuntosuhde on parempi kuin tavanomaisemmilla tuotantoeläimillä, koska rehusta saatavaa energiaa ei tarvitse kuluttaa ruumiinlämmön ylläpitämiseen vaan se voidaan käyttää kasvuun. (Van Huis & Tomberlin 2017, 37.)

Van Huisin ja Tomberlinin (2017, 37) mukaan kirjallisuudessa kotisirkkojen rehumuuntosuhde vaihtelee välillä 1,1–1,7. Yleisimmillä tuotantoeläimillä rehumuunto-

suhde on huonompi kuin kotisirkalla. Siipikarjalla rehunmuuntosuhde vaihtelee välillä 2,1–2,9, sioilla rehunmuuntosuhde on 3,2–3,6 ja naudoilla rehunmuuntosuhde on huonoin ollen 6,3–6,7. Rehumuuntosuhde saadaan laskettua jakamalla kulutetun rehun määrä saadulla painolla. Jos laskelmissa huomioidaan vain eläimestä saatava syötävä osuus pärjää kotisirkka vieläkin paremmin, koska kotisirkasta syötävää osuutta on ainakin 80 %, kun vastaavasti muilla tuotantoeläimillä syötävän osuuden määräksi jää eläimestä riippuen 40–55 %.

Makean veden kulutus ja sen puute on koko ajan kasvava ongelma maailmalla. Karjan kasvatus ja peltojen viljely kuluttaa noin 70 % maailman makeasta vedestä. Kananlihakilon tuottamiseen vettä kuluu 2300 litraa ja vastaavasti sianlihakilon tuottamiseen kuluu 3500 litraa vettä. Hyönteistuotannossa useimpien lajien kasvatuksessa kuluu vähemmän vettä kuin perinteisten tuotantoeläinten tuotannossa (Huldén 2015, 167). Suurella osalla maailmasta on ongelmia makean veden riittävyyden kanssa, mutta Suomessa makean veden riittävyys ei ole ongelma.

3 NYKYINEN TUOTANTO

3.1 Tuotantoympäristö

Opinnäytetyön kirjoitushetkellä vuonna 2018 kotisirkkoja kasvatetaan muovisissa 70 litran säilytyslaatikoissa. Käytettävien laatikkojen mitat vaihtelevat riippuen kennelle kotisirkkoja tuotetaan. Laatikoiden tilavuus on kuitenkin sama. Kotisirkkan kehityksen alkuvaiheessa muokkaamatonta laatikon kantta pidetään vähän raollaan, jotta ilma pääsee vaihtumaan laatikossa. Raollaan olevalla kannella pystytään pienemmille kotisirkoille tarjoamaan laatikon sisällä suurempi ilmankosteus, kuin mitä kasvatushuoneessa vallitseva ilmankosteus on. Myöhemmässä vaiheessa käytetään muokattua säilytyslaatikon kantta. Kannesta on poistettu suurin osa ja kannesta poistettu muovi on korvattu pienisilmäisellä verkolla. Asennettu verkko mahdollistaa paremmin ilman vaihtumisen laatikossa ja samalla päästää kosteutta paremmin pois kasvatuslaatikosta. Muokattu verkollinen kansi estää myös suurempien sirkkojen poispääsyn kasvatuslaatikosta. Erilaisella kansiratkaisulla kyetään vaikuttamaan kasvatuslaatikon sisällä vallitsevaan suhteelliseen ilmankosteuteen ja tarjoamaan sirkkojen eri kehitysvaiheille erilaiset olosuhteet samassa kasvatushuoneessa (Hirvelä 2018; Ollikkala 2018).

Kuvassa 1. ylähyllyllä sijaitsevat pienet laatikot sisältävät multaa ja kuoriutumattomia munia. Alemmilla hyllyillä olevat kasvatuslaatikot sisältävät eri-ikäisiä kotisirkkoja. Nuorimpia kotisirkkoja sisältävät kasvatuslaatikot ovat ylempänä kuin vanhempia kotisirkkoja sisältävät kasvatuslaatikot. Laatikoita siirretään sitä mukaa alemmalle hyllylle kun ylemmälle hyllylle tulee uusia kasvatuslaatikoita uusien kotisirkkojen kuoriutuessa. Tällä tavoin eri-ikäisille kotisirkoille pystytään tarjoamaan hieman erilaiset olosuhteet pienessäkin kasvatushuoneessa. (Hirvelä 2018; Ollikkala 2018).



Kuva 1. Kasvatuslaatikot tuotantotiloissa.

Kasvatuslaatikoissa käytetään kasvatuspinta-alan lisäämiseksi pahvisia munakennoja samalla munakennot tarjoavat myös suojaa ja piilopaikkoja kotisirkkoille. Munakennojen määrä vaihtelee kasvatuslaatikossa kotisirkkojen koon mukaan. Mitä suurempia kotisirkat ovat, sitä enemmän kasvatuslaatikkoon tarvitaan lisää pinta-alaa munakennojen muodossa. Munakennojen käytön määrään vaikuttaa myös se kuinka paljon kotisirkkoja kyseisessä kasvatuslaatikossa kasvaa. Yleisesti kasvatuksen loppuvaiheen aikana laatikossa on kuusi tai seitsemän munakennoa. Jos näyttää siltä että tarvitaan enemmän munakennoja kuin seitsemän niin tuottajat ovat jakaneet kasvatuslaatikon erän kahteen erilliseen laatikkoon riittävän kasvatustilan takaamiseksi. (Hirvelä 2018; Ollikkala 2018.)

Pahvisille munakennoille on mietitty uudelleenkäytettävää vaihtoehtoa, mutta sopivaa materiaalia ei ole vielä löytynyt. Korvaavan materiaalin pinnan pitäisi olla karheata, jotta sirkat pystyisivät kiipeillä siinä kuten munakennoissa. Munakennoille kuitenkin mietitään korvaavaa vaihtoehtoa ja uusia ratkaisuja testataan sitä mukaa.

3.2 Olosuhdetekijät

Kasvattamossa kasvatuslämpötila pyritään pitämään 28–30 asteessa. Ilmankosteus vaihtelee hieman ulkoilman kosteuden mukaan, mutta kasvattamossa suhteellinen ilmankosteus on yleensä noin 50–60 %. Kesäisin liian suuri ilmankosteus voi nousta ongelmaksi kasvattamossa, koska ilmaa ei käsitellä mitenkään ennen kuin se päästetään kasvattamoon. (Hirvelä 2018; Ollikkala 2018.) Kotisirkkujen eri kehitysvaiheita pidetään samassa kasvatushuoneessa, eikä jokaiselle kehitysvaiheelle pystytä tarjoamaan optimaalisimpia olosuhteita ilmankosteuden suhteen. Tämä johtuu nykyisen tuotannon pienuudesta ja eikä nykyisillä tuotantomäärillä pystytä järjestämään eri kehitysvaiheelle omaa huonetta jossa olisi niille optimaaliset olosuhteet. Tuotannon kehittyessä ja kasvaessa pystytään asiaan kuitenkin kiinnittämään enemmän huomiota.

Kasvattamoissa ei ole ikkunoita joista kasvatustiloihin pääsisi luonnonvaloa sotkemaan valoisan ja pimeän ajan rytmiä. Kasvattamon valoista aikaa säädellään kelloajastimella ja valoja pidetään päällä 12 tuntia vuorokaudesta. Valojen päälle syttymisajankohta vaihtelee eri kasvattajien välillä ja valoisa aika säädetäänkin sopivaksi kasvattajan työaikojen mukaan. Kasvattajat ovat huomanneet, että sirkat syövät paremmin ruokaa pimeään aikaan. Tarkoituksena on kuitenkin testata omassa tuotannossa onko eri valoisalla ajalla vaikutusta sirkkojen kasvuun tai käytökseen (Hirvelä 2018; Ollikkala 2018).

3.3 Ruokinta

Kotisirkkvoja ruokitaan kerran päivässä. Jaettava rehu punnitaan ja jaettavat määrät kirjataan ylös seuranta varten. Kotisirkkujen kasvatuksen aikana hyvissä olosuhteissa rehua kuluu noin 2 kg tuotettua sirkkakiloa kohden. Pääsääntöisesti rehua

kulua kuitenkin 3–4 kiloa tuotettua sirkkakiloa kohden (Hirvelä 2018; Ollikkala 2018). Teoreettisesta alle kahden rehunmuuntosuhteesta jäädään kuitenkin vielä sen vuoksi, että rehun partikkelikoko ja koostumus eivät ole ihanteelliset. Myös kasvuolosuhteilla on vaikutusta rehunmuuntosuhteeseen (Jyllilä 2018a). Kotisirkkojen ruokinnassa on käytetty aiemmin kananrehua, mutta vuoden 2018 aikana ainakin Finsectin tuottajat ovat siirtyneet kotisirkoille suunniteltuun rehuun, joka ei sisällä hyönteisille kiellettyjä tai turhia lisäaineita (Hirvelä 2018; Ollikkala 2018). Myös Entocuben tuottajilla on käytössään oma rehu, Entocuben suunnittelema sirkoille soveltuva rehu (Nemlander 2018). Finsectin kehittämän hyönteisrehun ravintoaineiden määrästä ei ole kuitenkaan saatavilla tietoa, koska Finsect haluaa pitää rehun koostumuksen salassa muilta kuin omilta tuottajiltaan. Rehu on kuitenkin pelletöidyssä muodossa ja se on lämpökäsitelty, jottei rehu ottaisi ilmasta kosteutta ja pilaantuisi niin herkästi (Hirvelä 2018; Ollikkala 2018). Rehuja kehiteltäessä on testattu pelletöityjä, mureistettua ja jauhomaisessa olomuodossa olevia rehuja (Jyllilä 2018a).

Rehua jaetaan kerran päivässä suoraan kasvatuslaatikon pohjalle toiseen päähän laatikkoa kuin missä munakennot sijaitsevat. Tuotannon alkuvaiheessa rehu tarjottiin sirkoille puhtaalta astialta, mutta erillisestä rehuastiasta on luovuttu, koska astiasta ei ole katsottu olevan hygieenistä hyötyä, sillä sirkoilla on tapana kantaa ruokaa pois ja muutenkin levittää sitä pois tarjoiluastialta. Lisäksi astian puhdistaminen lisää työtä, jota on muutenkin paljon käsityövaltaisessa tuotannossa. Kasvattajat ovat huomanneet, että kotisirkat eivät ulosta siihen päähän kasvatuslaatikkoa kuin missä rehu sijaitsee vaan munakennojen luokse. (Hirvelä 2018; Ollikkala 2018.)

Pienien sirkkojen kasvatuslaatikossa ei saa olla avovettä, koska pienet sirkat hukuvat jos niillä on pääsy avoveteen. Alle viikon ikäisille sirkoille vesi tarjotaankin kastellun talouspaperin tai muun vettä hyvin imevän materiaalin avulla. Paperia kastellaan päivittäin ja paperi vaihdetaan uuteen noin kerran viikossa. Noin viikon ikäisille kotisirkoille aletaan tarjoamaan kastellun paperin lisäksi soseutettua kurkkua. Vesipaperi poistetaan kokonaan käytöstä kun sirkat ovat oppineet syömään kurkusosetta ja sitä kuluu yli 50 g vuorokaudessa. Näin voidaan varmistua että kotisir-

kat saavat riittävästi vettä. Soseutettu kurkku tarjoillaan kotisirkkoille aina puhdistetulla astialla. Kurkkua kuluu kasvatuksen aikana suurin piirtein saman verran kuin rehuakin. (Hirvelä 2018; Ollikkala 2018.)

Taulukossa 3. on esitetty sirkkojen aineenvaihdunnallisia arvoja Cliffordin ja Woodringin tutkimuksesta. Tutkimuksessa sirkkoja kasvatettiin kolmessa eri lämpötilassa ja niiden kehitystä seurattiin. Viimeisen kehitysvaiheen pituus vaihteli 5–12 päivän välillä kasvatustilasta mukaan. Tutkimuksessa veden kulutus oli yli kaksinkertainen rehunkulutukseen verrattuna lämpötilasta riippumatta (Clifford & Woodring 1990, 5–6).

Taulukko 3. Kotisirkkojen aineenvaihdunnallisia arvoja kolmessa eri lämpötilassa sirkkojen ollessa viimeisellä kehitysvaiheella (Clifford & Woodring 1990, 5–6).

	25 °C	30 °C	35 °C
Viimeisen kehitysvaiheen kesto, pv	12	8	5
Rehun kulutus (mg/viimeinen kehitysvaihe)	251 ± 20	218 ± 20	217 ± 20
Veden kulutus (ml/viimeinen kehitysvaihe)	647 ± 48	512 ± 42	514 ± 48
Veden kulutus/rehun kulutus	2,58	2,35	2,37

Kasvattajien kokemuksen mukaan kurkkua kuluu suurin piirtein yhtä paljon kuin annettavaa rehua. Kurkun merkitys ruokinnassa on pääasiassa turvata sirkkojen veden saanti. Jos vertaa kasvattajien kokemuksia ja Cliffordin ja Woodringin tutkimuksessa havaittuja veden kulutuksia, niin tutkimuksessa vettä kuluu huomattavasti paljon enemmän kuin kasvattajien kokemuksen mukaan. Tutkimuksessa 30 celsiusasteen lämpötilassa vettä kuluisi 2,35 - kertainen määrä rehuun nähden kun kasvattajilla suhde olisi yksi. On kuitenkin muistettava että tutkimuksessa vesi tarjottiin vedenä ja tuottajien tapauksessa kurkkusoseena joten haihtuvan veden määrä saattaa erota toisistaan.

Kurkkua on tarjottu aiemmin myös leikattuina siivuina, mutta ongelmaksi tällä menetelmällä muodostuu se, että sirkat eivät suosi kurkun kuoria. Syömätön kurkun kuori päätyy kasvatustilatikon pohjalle ja kuivaessaan se tarttuu lujasti kiinni kasvatustilatikkoon, mikä lisää työtä latikoiden puhdistusvaiheessa. (Hirvelä 2018; Ollikkala 2018).

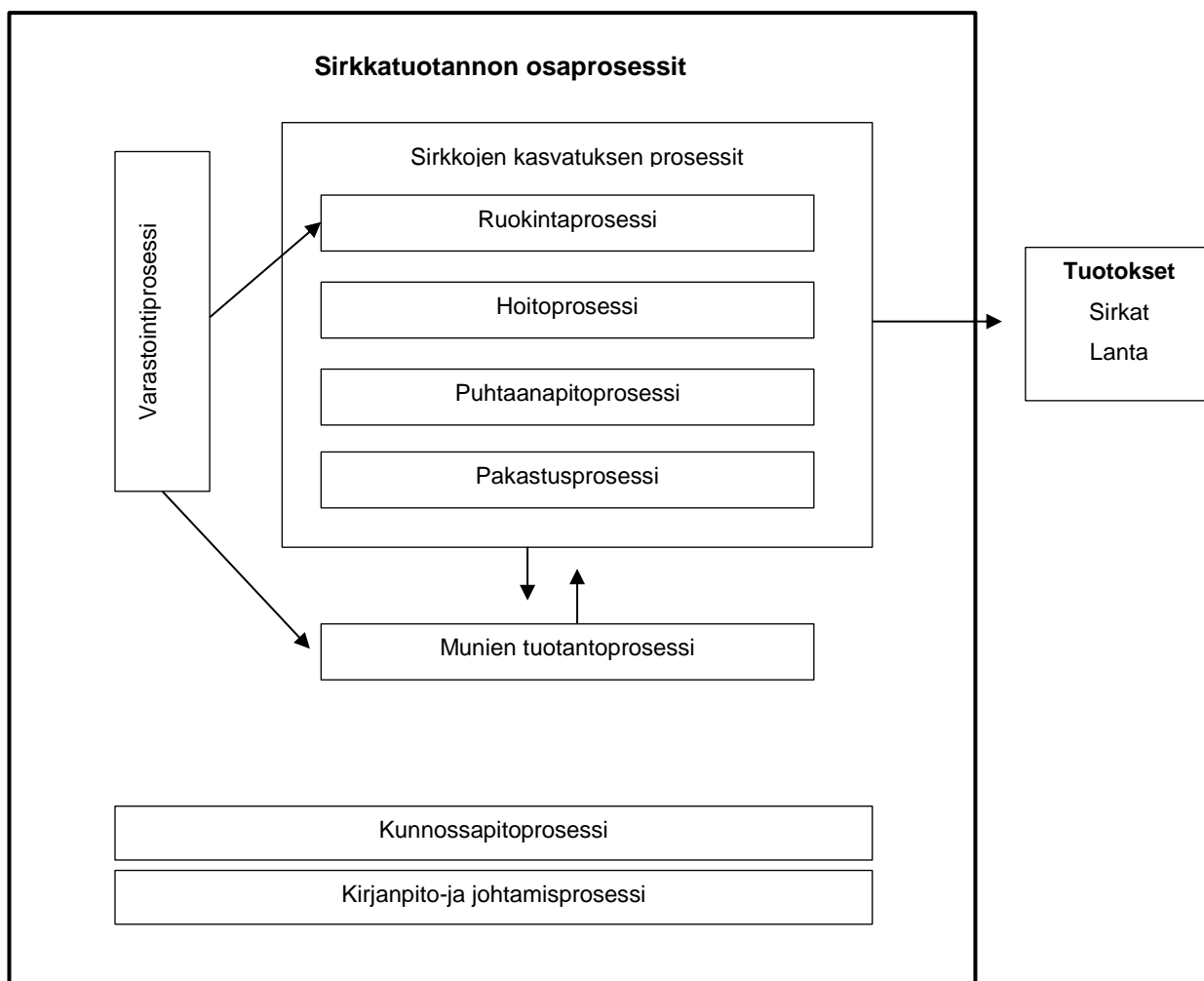
Kotisirkkojen rehunhävikistä ei ole kerätty tietoa kasvattajien toimesta. Kotisirkoille pyritään jakamaan vain sen verran rehua kuin ne vuorokauden aikana syövät. Jos edelliseltä päivältä on jäänyt rehua syömättä, niin tiedetään että tällä kertaa ei tarvitse jakaa niin paljoa rehua kuin alun perin oli tarkoitus. Vastaavasti jos kaikki rehu on syöty, annetaan hieman suurempi rehuannos kuin oli suunniteltu. Kasvattaja arvioi että rehuhävikki ei ole kovin suuri ja se saattaa olla maksimissaan viiden prosentin luokkaa. Kotisirkka ei pysty syömään rehun seassa olevia kokonaisia tai suuria kappaleita viljoista, herneestä tai härkäpavusta. Yleisestikin suuret ja liian kovat kappaleet jäävät syömättä. (Hirvelä 2018; Ollikkala 2018.)

Yleisesti kotisirkat suosivat hienoksi jauhettuja rehuja karkeiden tai pelletöityjen sijaan. Pieni partikkelikoko helpottaa ja maksimoi kotisirkkojen ravinnonoton. Varsinkin nuorien ja kehittyvien yksilöiden osalta, koska niiden suun osat ovat pienemmät kuin täysikasvuisella kotisirkalla. (Attard 2013, 69.)

Attard (2013, 69–70) tutki sopivaa rehun partikkelikokoa 1,67cm pitkille kotisirkoille. Kokeen sirkat olivat 4–6 kehitysasteella. Kokeessa käytettävät rehujen partikkelikoot vaihtelivat välillä 1–0,212 mm. Mesheinä ilmaistuna vaihteluväli oli 18–70 meshiä. Sirkkojen ei havaittu kokeen aikana suosivan mitään tiettyä rehun jauhausta vaan kaikki jauhetut rehut olivat yhtä suosittuja.

3.4 Tuotannon kokonaisprosessi

Kuviossa 2. esitetään tuotantoprosessi Ryhäsen & Sipiläisen (2017,57) mukaan, mutta kuvio on muokattu vastaamaan kotisirkkatuotantoa. Sirkkatuotannon kokonaisprosessi alkaa varastointiprosessilla. Keskellä on sirkkatuotannon prosessit ja oikeassa laidassa kokonaisprosessin tuotokset. Sirkkatuotannon kokonaisuus sisältää sirkkojen kasvatustuotannon ja munien tuotantoprosessin. Munien tuotanto ei kuulu sirkkojen kasvatustuotannon prosessiin vaan se on itsenäinen sirkkatuotannon osaprosessi. Kuvion alareunassa ovat kunnossapitoprosessi sekä kirjanpito- ja johtamisprosessi, joita muut prosessit hyödyntävät. Sirkkatuotannon osaprosessit eivät ole peräkkäisiä toimia, vaan ne toteutuvat samanaikaisesti.



Kuvio 2. Sirkkatuotannon kokonaisprosessi (Ryhänen & Sipiläinen 2017).

Kotisirkkojen kasvatusprosessi esitetään kuviossa 3. Ruokintaprosessi: Kotisirkkojen ruokintaprosessi aloitetaan tarkistamalla ovatko sirkat syöneet edellispäivänä jaetun rehun. Rehua punnitaan tarvittava määrä ja se jaetaan kasvatuslaatikon lattialle. Kurkkusose astia poistetaan ja viedään puhdistettavaksi. Kurkkua punnitaan saman verran kuin rehua ja kurkku soseutetaan. Soseutettu kurkku asetetaan puhtaalle astialle ja kurkkusose annetaan kasvatuslaatikkoon.

Kotisirkkojen kasvatusprosessi

Kotisirkkojen ruokintaprosessi

Aikaisemmin jaetun rehun ja kurkkusoseen tarkistus
 Rehun punnitus
 Rehun jako
 Kurkkusose astian poisto
 Kurkun punnitus
 Kurkun soseutus
 Kurkkusoseen jako



Kotisirkkojen hoitoprosessi

Kotisirkkojen hyvinvoinnin ja terveyden tarkkailu
 Toimenpiteet tarvittaessa
 Munakennojen lisäys

Kotisirkkojen puhtaanapitoprosessi

Kasvatuslaatikon siisteyden tarkistus
 Kasvatuslaatikon puhdistus tarvittaessa
 Kurkkusose astioiden puhdistus
 Kasvatuslaatikoiden pesu
 Lannan hävitys

Kotisirkkojen pakastusprosessi

Sukukypsyyden havainnointi
 Sukukypsyyden varmistaminen
 Itsestään kuolleiden erottelu
 Sirkkojen ravistelu puhtaaseen laatikkoon
 Laatikon pakastus
 Sirkkojen pussitus
 Tarrojen liimaus pusseihin
 Pussien säilytys kylmässä



Kuvio 3. Kotisirkkojen kasvatusprosessi

Hoitoprosessi: Kotisirkkojen hyvinvointia ja käyttäytymistä tarkkaillaan. Jos kasvatuslaatikoiden olosuhteissa havaitaan puutteita, ryhdytään tarvittaviin toimenpiteisiin. Munakennoja lisätään silloin kun näyttää siltä, että sirkat tarvitsevat lisää oleskelu pinta-alaa kasvatuslaatikkoon.

Puhtaanapitoprosessi: Puhtaanapitoprosessi ei etene aikajärjestyksessä vaan toimenpiteitä tehdään silloin kun on tarvetta. Kasvatuslaatikon siisteyttä tarkkaillaan ja se puhdistetaan tarvittaessa. Kurkkusoseastiat puhdistetaan päivittäin käytön jälkeen. Kasvatuslaatikot pestään kasvatuserän pakastuksen jälkeen ennen uutta käyttökertaa. Lanta eli kuolleet sirkat, munakennot, ja syömättömät rehut hävitetään.

Pakastusprosessi: Sirkkojen saavuttaessa sukukypsyys alkaa pakastusprosessi. Elävistä kotisirkoista erotellaan itsestään kuolleet yksilöt. Erottelun jälkeen elävät sirkat ravistellaan puhtaaseen muovilaatikkoon. Muovilaatikko suljetaan ja se laitetaan vuorokaudeksi pakkaseen. Pakastetut sirkat pussitetaan ja pusseihin liimataan tarvittavat ohjetarrat. Pussit säilytetään kylmässä odottamassa kylmäkuljetusta.

Kotisirkkojen kasvatus munantuotantoa varten on esitetty kuviossa 4. Munantuotantoa varten kasvatettavilla sirkoilla on samat prosessit kuin kotisirkkojen kasvatusprosessissa. Pakastusprosessi eroaa hieman kotisirkkojen kasvatusprosessista. Lisäksi munantuotantosirkoilla on lisäksi munitusprosessi.

Kotisirkkojen kasvatus munantuotanto prosessiin

Kotisirkkojen ruokintaprosessi

Aikaisemmin jaetun rehun ja kurkkusoseen tarkistus
 Rehun punnitus
 Rehun jako
 Kurkkusose astian poisto
 Kurkun punnitus
 Kurkun soseutus
 Kurkkusoseen jako



Kotisirkkojen hoitoprosessi

Kotisirkkojen hyvinvoinnin ja terveyden tarkkailu
 Munakennojen lisäys
 Toimenpiteet tarvittaessa

Kotisirkkojen puhtaanapitoprosessi

Kasvatuslaatikon siisteyden tarkistus
 Kasvatuslaatikon puhdistus tarvittaessa
 Kurkkusose astioiden puhdistus
 Kasvatuslaatikoiden puhdistus
 Lannan hävitys

Kotisirkkojen munitusprosessi

Sukukypsyyden tarkkailu
 Sukukypsyyden havaitseminen
 Munitusastian tarjoaminen
 Munitusastian vaihto
 Munituksen lopettaminen



Kotisirkkojen pakastusprosessi

Munituksen lopettaminen
 Kasvatuslaatikon pakastus
 Sirkkojen hävitys



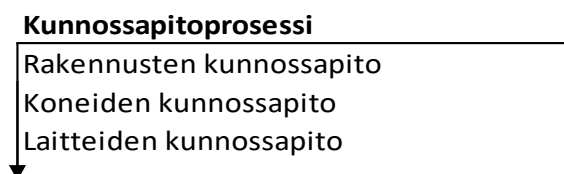
Kuvio 4. Kotisirkkojen munantuotantoprosessi.

Munitusprosessi: Munitusprosessi alkaa hyönteisten tarkkailulla. Kun havaitaan että kotisirkat ovat saavuttaneet sukukypsyyden, annetaan niille kasvatuslaatikkoon munien laskua varten astia. Astia on täytetty kostutetulla materiaaalilla, joka soveltuu

munintaa varten. Munitusastia vaihdetaan uuteen kolmen päivän kuluttua. Munitus jatkuu kuukauden, jonka jälkeen muninta lopetetaan.

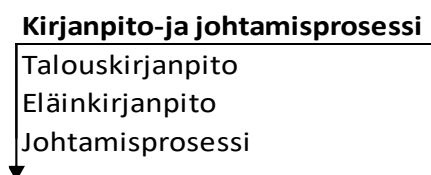
Pakastusprosessi: Munituksen loputtua kotisirkat pakastetaan samassa laatikossa. Laatikon sisältö sirkkoiheen hävitetään pakastuksen jälkeen.

Rakennusten kunnossapito liittyy pääasiassa rakennuksen ulkoiseen kunnossapitoon, mutta myös rakennuksen sisällä tapahtuvaan kunnossapitoon. Koneiden ja laitteiden kunnossapito prosessiin kuuluu esimerkiksi lämmitysjärjestelmän kunnossapito, ruokintaan käytettävän laitteiston kunnossapito. Kunnossapitoprosessit on esitetty kuviossa 5.



Kuvio 5. Kunnossapitoprosessi

Kuviossa 6. on esitetty kirjanpito- ja johtamisprosessi. Talouskirjanpidossa hoidetaan sirkkatuotannon talouteen liittyvien asioita. Eläinkirjanpidolla seurataan ja ylläpidetään sirkkoihin liittyviä prosesseja. Johtamisprosessissa hallitaan kaikkia yrityksen toimintoja ja prosesseja.



Kuvio 6. Kirjanpito-ja johtamisprosessi

3.5 Sukukypsyys ja lisääntyminen

Kotisirkoilla on kahta tapaa ilmoittaa kasvu-aika. Kasvatusaika ilmoitetaan joko siitä hetkestä, kun kotisirkka naaras on muninut munat tai sitten siitä hetkestä kun sirkat kuoriutuvat. Kotisirkkojen kehitys munasta aikuiseksi kestää 6–7 viikkoa. Kotisirkalla kehitys kuoriutumisesta aikuiseksi kestää noin 5,5 viikkoa. Muninnasta munien kuoriutumiseen kuluu aikaa viikosta kahteen viikkoon.

Tuottajat valitsevat kasvatuslaatikon, jossa on havaittu olevan hyvät kasvutulokset, rehun kulutus on suuri ja sirkat ovat aktiivisia. Valitun laatikon sirkat jaetaan kahteen tai kolmeen eri laatikkoon riippuen paljonko kotisirkkoja kasvatuslaatikossa on ollut. Näin ehkäistään häiriökäyttäytymistä kuten kannibalismia ja taataan naaraille riittävästi tilaa laskea munia munintamateriaalille. (Ollikkala 2018.)

Munitusajanjakso kestää yhden kuukauden. Tämän aikana laatikosta saadaan kymmenen erää munia, joista kuoriutuu aikanaan uusi sukupolvi. Munitusalustan annetaan olla tarjolla kolme päivää, jonka jälkeen tilalle vaihdetaan uusi munitusastia. Jos munitusastia on tarjolla liian kauan, on tulevan sukupolven sisällä paljon erikäisiä sirkkoja ja täten erä ei ole tasalaatuinen. (Hirvelä 2018; Ollikkala 2018.)

Munitusmateriaalina käytetään tällä hetkellä kaupasta saatavaa Biolanin luomumultaa. Multa käsitellään kuumentamalla ennen kuin munitusmateriaali tarjotaan kotisirkoille munien laskua varten. Myös eri vaihtoehtoja mullalle on mietitty ja kokeiltu. Eräs kasvattaja on kokeillut materiaalina turvetta, mutta jostain syystä kotisirkat eivät muneet turpeeseen yhtä hyvin kuin multa. Turpeen käyttöä ei ole tutkittu sen enempää, joten johtopäätöksiä ei voi vetää turpeen kelpaamattomuudesta munitusmateriaaliksi. Myös hiekkaa on mietitty mahdollisena materiaalina, mutta haastateltavat kasvattajat eivät ole sitä vielä testanneet. (Hirvelä 2018; Ollikkala 2018.)

Kuvassa 2. Aikuisille kotisirkoille on tarjottu kostutettu munitusmateriaali matalassa astiassa. Tarjoiluastialla ei ole väliä, kunhan kotisirkoilla on esteetön pääsy muniin ja käytettävä materiaali on turvallista.



Kuva 2. Kotisirkkojen munitusmateriaali kasvatuslaatikossa.

Nykyisessä tuotannossa on huomioitu jo kotisirkkojen mahdollinen sisäsiirtoisuuden ehkäisy. Eri tuottajille pyritään saamaan eri kotisirkkakantoja kasvatukseen ulkomailta. Finsect koordinoi keille kasvattajille ulkomailta tuodaan uutta kotisirkkakantaa kasvatukseen ja karanteeniin (Jyllilä 2018). Lisäksi kasvattajien kesken vaihdellaan sirkkakantoja, jotta eri kasvattajilta saataisiin erilaista kantaa sekoitettua nykyisin kasvatuksessa olevaan. Lisäksi kasvattajalla voi olla kahta eri kantaa kasvatuksessa toinen on puhdas ulkomailta tuotu kanta johon ei ole sekoitettu kotimaassa jo olevia kantoja. Toiseen kantaan on sekoitettu ulkomaista kantaa ja kotimaassa olevia kantoja. (Hirvelä 2018; Ollikkala 2018.)

Munintakauden jälkeen sirkat lopetetaan pakastamalla. Finsectin tuottajilla näitä sirkkoja ei kuitenkaan käytetä elintarvikkeeksi, koska munintakäytössä olleiden kotisirkkojen kitiinikuori on kerennyt kasvaa ja vahvistua. Kitiini saattaa aiheuttaa ihmisillä allergisia reaktioita (Hirvelä 2018; Ollikkala 2018). Ihmisen ruoansulatus ei lisäksi pysty sulattamaan kitiiniä. Kitiinin määrää voidaan vähentää kotisirkassa pakastamalla se ennen viimeistä kehitysvaihetta. (Collavo ym. 2005, 537.) Pakastamisen jälkeen kotisirkat käytetään lämpöenergiaksi. Muitakin loppusijoituskohteita voidaan käyttää munintakauden sirkoille kuin lämpöenergiaksi. (Hirvelä 2018; Ollikkala 2018.)

3.6 Korjuu ja pakastus

Kotisirkat joita ei valita munantuotantoon, korjataan niiden saavuttaessa sukukypsyyss. Munakennoja ravistellaan kasvatuslaatikon sisällä, jotta mahdollisesti jo kuolleet yksilöt tippuvat kasvatuslaatikon pohjalle. Lisäksi mahdollinen irtonainen lanta tippuu munakennoista kasvatuslaatikon pohjalle. Tämän jälkeen elävät sirkat ravistellaan munakennoista puhtaaseen laatikkoon. Tämä laatikko laitetaan pakastimeen, jossa sirkat vaipuvat horrokseen ja lopulta kuolevat. Pakastus kestää noin vuorokauden, jonka jälkeen pakastetut sirkat pussitetaan ja pusseihin kiinnitetään Eviran vaatimat merkinnät, joissa ilmoitetaan tuotteen tietoja ja tarvittavat jatkokäsittely toimenpiteet ennen tuotteen syöntiä. Pussit laitetaan pakkaseen odottamaan kylmäkuljetusta jatkojalostajille. (Hirvelä 2018; Ollikkala 2018.)

Hyönteisiä sisältävässä pakkauksessa tulee olla merkintä, joka sisältää seuraavat tiedot

- elintarvikkeen nimi
- sisällön määrä
- vähimmäissäilyvyysaika tai viimeinen käyttöajankohta
- vastuussa olevan elintarvikealan toimijan nimi ja osoite
- alkuperämaa
- säilytysohje
- käyttöohje
- elintarvike-erän tunnus

Edellä mainittujen lisäksi Evira ohjeistaa, että pakkauksessa tulisi näkyä myös hyönteislajin tieteellinen nimi, merkintä siitä, että hyönteinen on kasvatettu. Käyttöohje, joka sisältää varoitusmerkinnän hyönteisten mahdollisuudesta aiheuttaa allergisen reaktion ja ristiallergian mahdollisuus henkilöille jotka ovat allergisia äyriäisille ja nilviäisille. Lisäksi tulisi olla ohjeistus siitä kuinka kokonaisia hyönteisiä tulisi käyttää. Mahdollisista allergeeneja koskevista jäämämerkinnöistä tulee ilmoittaa merkinnällä ”saattaa sisältää pieniä määriä xxxxx”. Pakastettujen hyönteisten pakkauksessa tulee edellä mainittujen lisäksi olla merkinnät pakastettu tai pakaste, parasta ennen, säilytysohje, jossa kerrotaan säilytyslämpötila ja ”ei saa jäädyttää uudelleen sulatuksen jälkeen” merkintä (Keski-Saari 2018, 20–21).

3.7 Tuotantotilojen puhdistus

Kotisirkkojen kasvatuslaatikkoa ei erän kasvatuksen aikana puhdisteta, ellei siellä esiinny jotain tuotantoa haittaavaa tekijää. Tällaisia tekijöitä ovat esimerkiksi pilaantunut rehu ja kuolleet sirkat. Tuotantotilat pidetään siistinä ja ne puhdistetaan kerran viikossa. Rehun valmistusta tai jakoa koskevat laitteet puhdistetaan useammin kuin kerran viikossa. Soseutetun kurkun tarjoiluastia puhdistetaan aina yhden päivän ja samalla yhden käyttökerran jälkeen. (Hirvelä 2018; Ollikkala 2018.)

Kasvatuslaatikossa käytetyt munakennot poltetaan, mutta viimeisimpinä lisätyt munakennot saatetaan uusiokäyttää kasvatuksen loppuvaiheessa oleville sirkoille. Tämä edellyttää, että munakennot ovat vielä melko puhtaita. Pienille sirkoille ei anneta uusiokäytettäviä munakennoja, koska niiden tautien kestävyys on tiedettävästi huonompi kuin aikuisilla tai lähes aikuisilla sirkoilla. Myös mahdolliset rehunjäämät ja itsestään kuolleet sirkat hävitetään polttamalla. Kasvatuslaatikot pestään käytön jälkeen kuumalla pesuvedellä ja tiskiharjalla. (Hirvelä 2018; Ollikkala 2018.)

4 TUOTANNON KEHITYSKOhteET JA HAASTEET

4.1 Tulevaisuuden näkymät ja kehittämiskohteet

Hyönteistuotteiden markkinassa on kasvun varaa niin elintarvikkeiden kuin rehujen puolella. Hyönteisistä tehty jauheen käyttö tulee yleistymään nykyisestä kun raaka-aineen hinta saadaan kilpailukykyisemmäksi. Tuotannossa löytyy aina kehitettävää, mutta vuoden 2018 aikana pääkehittämiskohteet ovat ruokinnan, juoton ja korjuutehokkuuden parantaminen. (Jyllilä 2018b.)

Tulevaisuuden tuotannossa tullaan käyttämään automaatiota ja erilaisia teknologioita ratkaisuja, mutta markkinoiden tulee kasvaa nykyisestä, jotta automaation käyttö olisi kannattavaa (Jyllilä 2018b). Automaation lisäämisellä voitaisiin rakentaa suurempia tuotantotiloja kuin nyt, mutta ei ole mielekäästä tuottaa suuria määriä kotisirkkoja jos kotimaan markkinat eivät ole vielä tarpeeksi suuret ja ulkomaan vientiä ei vielä juurikaan ole. Jyllilän mukaan tuotanto on hyvin skaalautuva, joten markkinoiden kasvaessa pystytään laajentamaan tuotantoa. Vuoden 2018 aikana kotisirkkojen ja hyönteisten kasvattaminen onkin vielä pääosin sivutoimista työtä. Mutta koska tuotantotilat ja riittävä osaaminen ovat jo olemassa, on tuotantomääriä helppo kasvattaa vastaamaan kasvavaa kysyntää.

Alan tulevaisuus nähdään positiivisena, koska tulevaisuudessa tarvitaan vaihtoehtoisia proteiinin lähteitä ja hyönteiset ovat avainroolissa tässä asiassa. Hyönteisten kasvatuksella on useita myönteisiä puolia mm. tehokas ja ympäristöystävällinen tuotanto sekä mahdollisuus hyödyntää ruokaketjun sivuvirtoja ja teollisuuden hukkalämpöä. (Nemlander 2018.)

Nemlanderin (2018) mielestä sirkkojen kasvatuksen ja työn automatisaatio on suurin kehittämiskohde. Myös tuotannon hiilijalanjälkeä pystytään 2018 vuoden tasolta vähentää huomattavasti kun mittakaava kasvaa ja hyödynnetään mm. teollisuuden hukkalämpöä ja käytetään lämmöntalteenotto järjestelmiä. Myös 2018 vuoden aikana käytössä oleville pahvisille munakennoille haetaan vaihtoehtoisia materiaaleja.

4.2 Haasteet

Hyönteistuotannon yleisenä ja suurimpana haasteena on kulutustottumuksien muuttaminen (Jyllilä 2018; Nemlander 2018). Myös sirkkojen hinta on kuluttajan kannalta vielä korkea. Tulevaisuudessa tuottajahinnat tulevat laskemaan kun tuotettavat määrät kasvavat niin kotimaassa kuin ulkomailla. Tuotannon käsityövaltaisuus ja tuotettavien määrien vähäisyys pitävät hinnat korkealla.

Suurimmat haasteet kotisirkkatuotannon prosessihygieniasa ovat kasvatus olosuhteiden lämpötila, kosteus ja kasvatuslaatikoiden siivoaminen (Virtanen 2018). Kotisirkkojen kasvatuslämpötila on otollinen mikrobien lisääntymisen kannalta. Lämpötilan lisäksi mikrobit tarvitsevat kosteutta, happea ja oikeanlaisen happamuuden. Mikrobeissa löytyy myös poikkeuksia, jotka pystyvät lisääntyä kylmissä, hapetomissa, suolaisissa ja happamissakin olosuhteissa (Mikrobien kasvua edistävät tekijät 2017).

4.3 Olosuhteet

Kotisirkkan kasvatuksessa lämpötilan tulisi olla melko korkea noin 30 celsiusastetta. Pienetkin vaihtelut 30 celsiusasteen optimaalisesta lämpötilasta aiheuttavat ongelmia kasvatuksen aikana. Korkeampi lämpötila lyhentää elinkiertoa ja muninta-aikaa. Liian korkea lämpötila taas aiheuttaa lisääntyntä kuolleisuutta. Lämpötilan ollessa 38 astetta tai sen yli kuolleisuus voi nousta jopa 100 %. Kehitys hidastuu lämpötilan ollessa alhaisempi kuin 30 astetta. Tutkimuksen mukaan sirkat saavuttivat sukukypsyyden 49 päivässä kasvatuslämpötilan ollessa 28 astetta. Kasvatus lämpötilan ollessa 25 astetta vei vastaavasti sukukypsyyden saavuttaminen 119 päivää (Horppu, Hulshof & Koskula 2017, 9–10.)

Kotisirkkojen kasvatuksessa vaadittava korkea noin 30 asteen lämpötilan ylläpitämiseksi tarvitaan energiaa. Suomen tapauksessa kesäisin ei tarvita paljoa lisäenergiaa ylläpitämään noin 30 asteen lämpötilaa, mutta talvisin energiaa kuluu paljon optimaalisen lämpötilan ylläpitämiseksi. Sirkkojen kasvatuksessa voitaisiin hyödyntää teollisuudessa syntyvää hukkalämpöä kasvatustilojen lämmittämiseen. Myös

muun kuin teollisuuden tuottama hukkalämpöä voitaisiin hyödyntää kasvatustilojen lämmityksessä.

Sirkkojen kehitysvaihe vaikuttaa optimaaliseen ilmankosteuden tarpeeseen. Sirkkojen kehityksen alkuvaiheessa tarvitaan suuri ilmankosteus. Sirkkojen ollessa vielä munavaiheessa voidaan ilmankosteutta pitää lähellä 100 %. Munien kuoriutumisen jälkeen kosteutta voidaan laskea 90 %. Viikon ikäisille nymfeille sopiva ilmankosteus on noin 70 – 80 %. Nymfien saavuttaessa parin viikon iän voidaan ilmankosteus laskea 50 %. Yli 50 % ilmankosteus voi olla aikuisille sirkoille kohtalokasta. (Horppu, Hulshof & Koskula 2017, 9–10).

Kotisirkkojen kasvatustiheydellä ei ole juurikaan vaikutusta selviytyvien sirkkojen pituuteen. Tiheydellä on kuitenkin vaikutusta kuolleisuuteen ja kasvuindeksiin, joka ottaa huomioon sekä kasvun että kuolleisuuden. Jokaisella parven sirkalla tulisi olla 2,5cm² tilaa alhaisen kuolleisuuden ja hyvän kasvun turvaamiseksi (Patton 1978, 41). Kyseisellä tiheydellä ei kokeissa havaittu kannibalismia. Varsinkin muninta-alustoilla sirkkojen liiallinen tiheys on haitallista. Muninta-alustan ollessa liian pieni siirtyivät sirkat munimaan muualle kuin muninta-alustalle (Horppu, Hulshof & Koskula 2017, 10).

Sirkoille suositeltava päivän pituus on 12 tuntia valoa ja 12 tuntia pimeää. Toinen vaihtoehto on pitää valoisaa aikaa 14 tuntia ja pimeää aikaa 10 tuntia. Jatkuvaa valaistusta on myös käytetty ja sillä on saatu aikaan hyviä kasvutuloksia, mutta jatkuvan valaistuksen on kuitenkin havaittu häiritsevän sirkkojen parittelua ja munien kuoriutumista (Horppu, Hulshof & Koskula 2017, 10).

4.3.1 Kasvatuslaatikko

Kaikkien tuotantoeläinten kohdalla täytyy miettiä sopivaa kasvatustiheyttä. Liian tiheästi kasvatetut eläimet kärsivät stressistä ja liian vähäinen tila voi aiheuttaa stressin lisäksi myös käytöshäiriöitä. Eläinten saadessa kunnolla kasvatustilaa eläimet voivat paremmin, mutta samaan aikaan tuotannon kannattavuus huononee jos tuotantorakennuksen pinta-alaa ei käytetä tehokkaasti vaan rakennus on vajaakäytöllä.

Olisikin syytä löytää kullekin eläinlajille sopiva kasvatustiheys, jossa eläin voi ja tuottaa hyvin sekä samalla tuotantotilan pinta-ala käytetään tehokkaasti hyväksi.

Hyönteisiä tutkittaessa on havaittu, että hyönteisten joutuessa stressaaviin olosuhteisiin niiden Oktopamiini - tasot nousevat. Lisäksi Oktopamiini on vain yksi osa yhdisteitä joita vapautuu hyönteisten joutuessa stressaaviin olosuhteisiin. Kokeiden tulokset osoittavat, että oktopamiinin erittyminen hyönteisessä on reaktio stressistä (Davenport & Evans 1984, 142). Kokeissa havaittiin, että kotisirkkojen oktopamiini tasot laskevat kuitenkin pian takaisin samalle tasolle kuin ennen stressintekijälle altistusta (Woodring, Meier & Rose 1988, 764).

Suosittelua pinta-ala yhdelle sirkalle on 2,5cm². Kotisirkat tykkäävät kiipeillä, joten ne pystyvät myös hyödyntämään kasvatuslaatikossa pystysuuntaisen tilan. Paras tapa maksimoida käytössä oleva kasvatus pinta-ala on käyttää myös laatikossa oleva pystysuuntainen tila hyödyksi. Tämän vuoksi laatikkoihin asetetaan munakennoja pinta-alan maksimoimiseksi ja samalla tarjotaan sirkoille suojaa (Mott 2017, 278). Kasvatushuoneissa laatikoita voidaan pinota hyllyille useisiin kerroksiin, mutta niin että laatikoiden ilmanvaihto ei kuitenkaan esty. Työskentelyasennot rajoittavat kuitenkin monessako kerroksessa laatikoita on järkevä pitää. Laatikoiden tulisi olla sopivalla korkeudella, jotta liiallista kumartelua ja kurkottelua ei tarvitse tehdä kotisirkkojen päivittäisiä hoitotoimenpiteitä tehtäessä.

Kasvatuslaatikossa olevan kasvatus pinta-alan maksimoimiseksi voidaan käyttää joko kertaalleen käytettäviä vaihtoehtoja tai uudelleen käytettäviä vaihtoehtoja. Nykyisin käytössä olevat pahviset munakennot ovat käytännössä kertakäyttöisiä. Niitä on hyvin hankala puhdistaa sirkkojen ulosteesta ja desinfioida käytön jälkeen niin hyvin, että niiden mukana ei leviäisi mikrobeja seuraavalle kasvatuserälle. Pahviset munakennot ovat kuitenkin käytännöllisiä, ja sirkat pystyvät kiipeilemään niissä helposti pahvin karkean pinnan vuoksi. Elinympäristössään sirkat yrittävät syödä kaikkea mahdollista. Tästä syystä kaiken laatikossa olevan materiaalin ja kasvatuslaatikon materiaalin tulee olla turvallista, jotta taataan lopputuotteen turvallisuus (Mott 2017, 279).

Pahvisista munakennoista täytyy käytön jälkeen päästä eroon, koska niitä ei voi käyttää uudelleen niiden likaisuuden vuoksi. Lähes puhtaita kennoja voi kuitenkin

hyödyntää myöhemminkin. Opinnäytetyön kirjoitushetkellä tuotannon ollessa pieni-muotista voidaan pahvisia munakennoja polttaa oikeaoppisen kylmäkäsittelyn jäl-keen. Munakennojen kierrätys ei ole luultavasti mahdollista, koska Lassila & Ti-kanojan ([Viitattu 12.11.2018]) mukaan keräyskartonki ei saa olla likaista tai märkää. Jos munakennot ovat likaisia tai märkiä niin niitä ei kuulu laittaa keräyskartonkiin.

Tuotantomäärien kasvaessa myös tuotetun jätteen määrä kasvaa. Tällöin kaikkea jätettä ei luultavasti kyetä tiloilla käyttämään lämpöenergiaksi vaan ne voidaan le-vittää peltoon sellaisenaan tai kompostoinnin jälkeen. Tuotetun jätteen määrä ei luultavasti muodostu ongelmaksi, koska karjataloudessa on ennestään totuttu kä-sittelemään suuria määriä eläinten lantaa. Ja tuotannon tulee kasvaa merkittävästi nykyisestä ennen kuin jätelogistiikan kanssa tulee ongelmia, jos tuotantolaitos sijait-see peltojen läheisyydessä.

4.4 Ruokinta

Hyönteisten kasvatuksessa voi käyttää rehuhaineluettelossa (EU/2017/1017) mainittuja kasviperäisiä rehuhaineita, kivennäisyhdis-teitä, maito- ja munatuotteita, muista kuin märehäijöistä saatua hydro-lysoitua proteiinia ja gelatiinia, kalajauhoa sekä entisiä elintarvikkeita, jotka eivät sisällä lihaa tai kalaa (Keski-Saari 2018).

Suomessa hyönteisille ei saa kasvatuksessa syöttää ruoka/biojätettä, muuta jätettä eikä myöskään lantaa. Ruoka/biojäteteeksi ei luokitella niitä kasviksia, jotka eivät ole olleet tarjolla eikä myöskään teollisuuden prosesseissa tulleet kasvien osia. Tarjoiltavan rehun tulee olla hyvälaatuista eivätkä esimerkiksi pilaantuneet kasvik-set kelpaa rehuksi. Rehuissa ei myöskään saa esiintyä salmonellaa tai mitään kiel-lettyjä aineita. (Keski-Saari 2018,12–13.) Kiellettyjä aineita ovat esimerkiksi kiinteät yhdyskuntajätteet, siemenet, jotka on käsitelty kasvinsuojeluaineilla ja puu sekä sa-hanpuru, jota on käsitelty erilaisilla puunsuoja-aineilla (A 13.7.2009/767 liite 3). Re-huissa ei myöskään saa olla haitallisia aineita yli Euroopan parlamentin ja neuvos-ton direktiivin 2002/32/EY säättämien raja-arvojen (L 8.2.2008/86 2. luku 6§). Mah-dollisesti kasviksia tai niiden osia luovuttavan tahon on oltava rekisteröitynyt rehu-alan toimija, koska rehua saa hankkia tuotantoeläimelle vain rekisteröityneiltä rehu-alan toimijoilta (Keski-Saari 2018,12–13).

Markkinoilla ei ole vielä monia sirkoille suunniteltuja ja testattuja rehuja. Ruokinnassa onkin aiemmin käytetty kanoille suunnattuja rehuja, mutta tuotannossa on siirrytty kotisirkoille tarkoitettuun rehuun. Sirkoille sopiva ruokinta resepti sisältää 20–30 % proteiinia, 32–47 % hiilihydraatteja ja suositeltu määrä rasvoja on 3,2–5,2 %. (Horppu ym. 2017, 15.)

Jatkuva veden saanti vaikutti positiivisesti sirkkojen kuivapainoon ja pituuteen. Sirkkojen kasvuun vedellä oli suurempi merkitys kuin ruokavaliolla (Horppu ym. 2017, 15). Juottoratkaisua suunniteltaessa on pidettävä huolta siitä, ettei sirkkojen ole mahdollista hukkaa juottoratkaisun vuoksi.

Sirkoille on tehty ruokintakokeita, mutta tuoreita tutkimuksia ei ole juurikaan tehty. Aikaisemmat tutkimukset on tehty 60-luvun lopulla ja 70-luvun lopulla. 60-luvun loppupuolella Patton (1967, 1238–1242) vertaili miten 16 erilaista ruokintareseptiä vaikuttivat sirkkojen kasvuun. Tutkimuksessa sirkkoja kasvatettiin 26,5 asteen lämpötilassa.

Taulukossa 4. on esitetty ruokintakokeen reseptien ravintoarvot ja kokeen tulokset. Kasvuindeksi kuvaa sekä kotisirikkojen kasvua, että niiden selviytymistä. Kasvuindeksi lasketaan jakamalla selviytyneiden yksilöiden kokonaispituus nymfien kokonaispituudella kokeen alussa. Muunto % lasketaan jakamalla kulutettu ruokamäärä kotisirikkojen painolla. Parhaiten kokeessa pärjäsivät 16, 3,13 ja 15 reseptit. Näiden reseptien proteiinipitoisuus vaihteli välillä 20,4–30,5 %, hiilihydraattipitoisuus välillä 32,9–47 % ja rasvapitoisuus 3,2–5,2 % välillä. (Patton 1967, 1239–1242.)

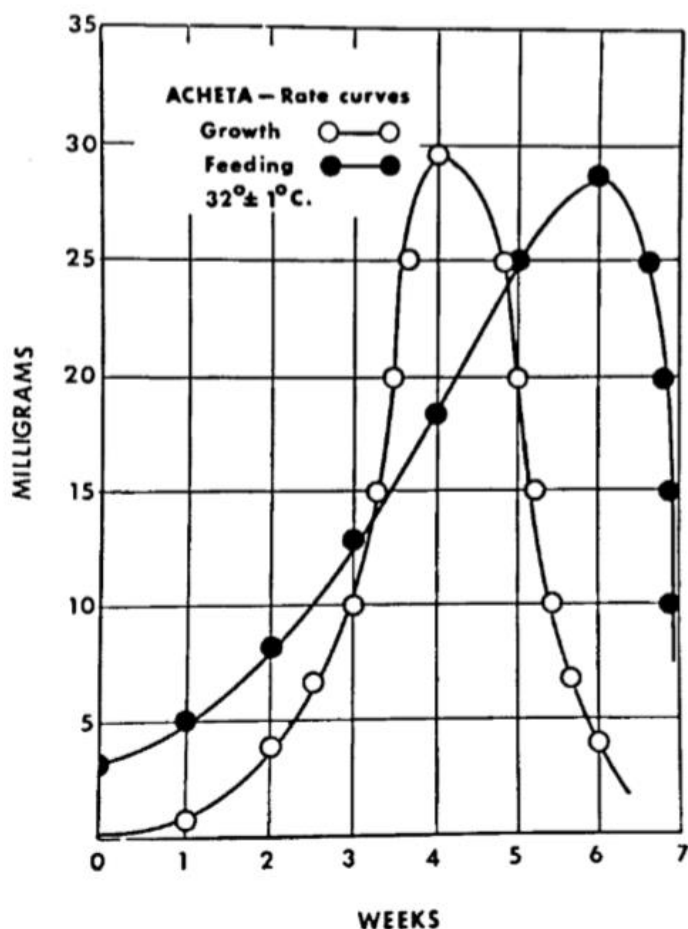
Taulukko 4. Ruokintakokeen reseptien ravintoarvot ja ruokintakokeen tulokset (Patton 1967).

	Diet no.															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Komponentit (g/100)																
Sinimailanen		40		35	70	60		29				50		25		
Leivinihiiva, kuiva	5	5	5	5	5	5	5	5	10	10			5	10	5	10
Kaseiini								30								
Maissijauho	20	20	20	20		25	25		42	21			35	20	20	10
Kalajauho (menhaden)					20										10	
Maksa jauhe, NF			5	5	5	5	5	5					5			10
lihan tähteet	20	20								20	20					
rasvaton maitojauhe	7	7	15	15									15		15	15
Suolasekoitus								1								
Soijapapu (41%)	8	8	20	20						21	50	50	10	25	20	30
Maissi täkkelys						5	5	30								
Vehnäsuurimo	40		35				60		28	28	50		30	20	30	25
Koostumus (%)																
Proteiini	23,1	25,6	23,6	25,8	29,8	20,5	14,8	41,6	19,3	21,3	23,8	27,0	20,4	21,7	24,3	30,5
Hiilihydraatti	37,4	28,2	32,9	34,9	16,7	35,6	48,0	37,9	49,4	24,3	36,2	25,1	47,0	37,0	38,5	36,7
Rasva	5,3	4,6	4,3	3,5	3,7	2,8	3,6	1,9	4,3	3,4	4,9	4,0	3,2	3,7	5,4	5,2
Sirkkojen suoriutuminen																
Selviytymis %	50	45	68	67	53	56	50	51	66	65	72	51	70	69	80	78
Kasvuindeksi	3,7	3,4	6,4	6,0	4,2	5,6	6,0	4,8	4,9	4,5	5,3	4,3	7,3	5,9	6,8	7,9
keskimääräinen painon li	312	234	407	364	258	301	341	184	195	271	206	206	394	208	321	426
Conversion, %	41	26	42	39	32	35	33	39	32	30	34	37	48	38	44	47

Pattonin (1978, 40–42) kokeessa seurattiin sirkkojen kehitystä kun niitä kasvatettiin aiemmin toteutetun ruokintakokeen reseptillä 16. Resepti sisälsi 30 % proteiinia 37 % hiilihydraattia ja 5,2 % rasvaa. Reseptin sisältämät komponentit jauhettiin myllyllä karkeaksi jauhoksi. Lämpötila kokeen aikana oli 32 ± 1 astetta ja kokeessa käytettiin kolmea valoista aikaa 8,16 ja 24 tuntia.

Kokeessa punnittiin 78 parvesta sattumanvaraisesti valittua naarasta. Naaraiden keskipaino oli 552,076 milligrammaa ja vaihteluväli oli 402–816 milligrammaa. Vastaavasti koiraita punnittiin 55 yksilöä. Koirilla keskipaino oli pienempi kuin naarailla ollen 403,5 milligrammaa ja vaihteluväli oli 300–509 milligrammaa.

Kuviossa 4. on esitetty Pattonin (1978, 41) ruokintakokeen aikana sirkkojen kasvu ja niiden kuluttama rehun määrä. Kiivain kasvu ajoittuu 4. kasvuviikolle ja suurin rehun kulutus on sirkkojen ollessa 6 viikkoisia.



Kuvio 4. Sirkkojen kasvukäyrät on merkattu valkoisilla ympyröillä ja ruokintakäyrä mustilla ympyröillä (Patton 1978, 41).

Teoriassa kotisirkkojen rehunmuuntosuhde on huomattavasti alhaisempi kuin tavanomaisten tuotantoeläinten rehunmuuntosuhde. Käytännössä kotisirkkoilla on suurin piirtein sama rehunmuuntosuhde kuin broilereilla tai jopa huonompi kuin niillä. Jyllilän (2018) mukaan tämä johtuu pääasiassa kotisirkkojen rehusta, koska vuoden 2018 aikana hyvissä olosuhteissa ja onnistuneella ruokinnalla on päästy alle kahden rehunmuuntosuhteeseen.

Tavanomaisia tuotantoeläimiä ja niiden kasvatusta on tutkittu paljon enemmän kuin hyönteisten kasvatusta. Tutkimuksen lisäksi käytössä olevaa eläinainesta on ajan saatossa jalostettu tuottavammaksi. Kotisirkkoja ei ole vielä jalostettu ja ajanmukaista tutkimusta ruokinnasta on vähän saatavilla. Tulevaisuuden kotisirkkojen ruokinnassa pitää keskittyä löytämään optimaalinen ruokinta jolla rehunmuuntosuhde saataisiin lähemmäksi teoreettista tasoa.

4.4.1 Sivuvirtojen käyttö

Useimmat ravinnoksi tuotetut hyönteiset eivät ole kovin vaativia rehusta saamistaan ravintoaineista. Kaikkiruokaiset hyönteiset ovat joustavia ravintoaineiden suhteen ja pystyvät kasvamaan sekä lisääntymään useita sukupolvia myös ei optimaalisella ruokinnalla. Kuitenkin parempiin kasvutuloksiin päästään tasapainoisella ruokinnalla (Cortes Ortis ym.2016, 158). Kotisirkkojen kasvatusta tehokkaasti pelkillä sivuvirroilla voi olla haastavaa niiden yleensä yksipuolisen ja alhaisen ravintosisällön vuoksi. Sivuvirtoja voidaan käyttää useita yhtä aikaa, jolloin ruokinnallinen arvo paranee. Nykyisessä tuotannossa käytetään jo sivuvirtatuotteita kun kasvihuoneilta haetaan myytäväksi kelpaamatonta kurkkua. Kurkkua käytetään kuitenkin lähinnä kotisirkkojen veden saantia varten, eikä niinkään ruokinnassa. Kurkku sisältää myös pieniä määriä vitamiineja ja kivennäis- ja hivenaineita, joten sillä on myös pieni ruokinnallinen arvo.

Kotisirkkojen kasvatuksessa voidaan käyttää teollisuuden prosesseissa ja maa- ja puutarhataloudessa syntyviä kasviperäisiä sivuvirtoja. Maataloudesta pystyttäisiin hyödyntämään esimerkiksi pellolle jäävien juureksien maan päälliset osat. Siltä osin kun ne eivät sisällä haitallisia aineita. Puutarhataloudesta pystyttäisiin hyödyntämään kasvihuonetuotannossa syntyviä kasvien osia kasvukauden loputtua tai uusittaessa vanhat kasvit uusiin. Kasvihuone ja hedelmien tuotannossa syntyviä myytäväksi kelpaamattomia 3.-laadun tuotteita voitaisiin käyttää kotisirkkojen ruokinnassa. Lisäksi kasvukauden aikana maahan tippuneet hedelmät pystyttäisiin käyttämään hyödyksi.

Teollisuuden prosesseissa jalostetaan maa- ja puutarhatalouden tuotteita ja prosesseissa syntyy rehukäyttöön soveltuvia sivuvirtoja, kuten hedelmien ja juureksien kuoria sekä leikkuujätteitä. Suuret tuotantolaitokset ovat yleensä jo ratkaisseet tuotantoprosesseissa syntyvän sivuvirran jatkokäsittelyn. Nyt sivuvirtoja kompostoidaan, jalostetaan biopolttoaineeksi tai eläinten rehuksi. Sivuvirtoja on kuitenkin saatavilla pieniltä ja keskisuurilta tuotantolaitoksilta. Ongelmaksi pienempien tuotantolaitoksien kanssa muodostuu sivuvirtojen pieni määrä ja erien saatavuus saattaa olla satunnaista (Marnila 2018, 16–24).

4.5 Korjuu

Kotisirkat kerätään pakastusta varten kun kotisirkat saavuttavat aikuisuuden. Koska parvessa on hieman eri aikaan kuoriutuneita sirkkoja saavuttavat ne aikuisuudenkin hieman eri aikaan. Lisäksi kaikki sirkat eivät kehity samaa tahtia toistensa kanssa. Kun halutaan maksimoida kerättävän biomassan määrä ja minimoida kasvatusaika kerätään kotisirkat silloin kun noin 85 % parvesta on saavuttanut aikuisuuden. Aikuisilla kotisirkoilla on kehittynyt siivet ja koiraspuoliset sirkat sirittävät. Jos odotetaan että kaikki parven sirkat saavuttavat aikuisuuden on riskinä kotisirkkojen lisääntyvä kuolleisuus, jolloin parven paino laskee nopeammin kuin jäljelle jäävät sirkat tuottavat uutta biomassaa (Mott 2017, 281).

4.6 Sukukypsyys ja lisääntyminen

Nyt tuotannossa käytetään kaupasta saatavaa luomumultaa. Multaa joudutaan käsittelemään ennen kuin se tarjotaan sirkkojen munitusmateriaaliksi. Käsittelyn vaatimus johtuu mullan tuotantotavasta. Vaihtoehtoisina ratkaisuina voitaisiin kokeilla käyttää turvetta tai hienoa hiekkaa. Nämä materiaalit voidaan vielä steriloida kiehuvallla vedellä hyvän tuotantohygienian turvaamiseksi. Samalla materiaalit saadaan kostutettua munintaa varten. Turpeen ollessa suhteellisen kuivaa sillä on taipumuksena hylkiä vettä. Kuivan turpeen kastelemien voi olla tästä syystä hidasta ja vaivalloista.

Mullan korvaaminen turpeella tai hiekalla ei kuitenkaan pienennä paljoa kustannuksia, koska munitusmateriaalin menekki tuotannossa on vähäistä. Turpeen hankkiminen onkin tästä syystä hyvä järjestää yhteistyössä turvetta käyttävien kotieläintilojen kanssa, koska näin turvetta saadaan hankittua pienempiä määriä kerrallaan.

Tuotantolaatikoiden ja munituslaatikoiden suhde on 10:1 ja joissain tapauksissa vieläkin pienempi. Munitusta varten joudutaan ottamaan sivuun niinkin suuri osuus, pääasiassa kolmesta syystä johtuen. Ensimmäinen syy on se, että vaikka naaraspuoliset sirkat kykenevät elinkaarensa aikana laskemaan kolmestasadasta vähän yli tuhanteen munaan yli kuukauden kestävässä muninta ajanjaksolla. Kuitenkin lisääntymiskyky ja munien tuotanto tipahtaa huomattavasti ajan myötä. Eniten munia

tuotetaan parin ensimmäisen viikon aikana jonka jälkeen munien tuotanto hidastuu (Mott 2017, 282–283).

Toinen tekijä on kotisirkkojen kuolleisuus tuotannon aikana. Laatikko, jossa olevat sirkat on valittu kasvatettavaksi munituskäyttöön saattaa kuolleisuutta esiintyä paljonkin kasvatuksen aikana. Tämä vähentää munivien naaraiden määrää ja samalla seuraavan sukupolven kokoa (Mott 2017, 283.)

Kolmas tekijä on kotisirkkojen määrien suurikin vaihtelu eri kasvatuslaatikoiden välillä. Kotisirkkojen määrä voi vaihdella laatikoiden välillä jopa 50 % keskimäärisestä kotisirkkojen määrästä laatikossa. Kotisirkkojen määrään kasvatuslaatikossa vaikuttaa useat eri tekijät, edellisen sukupolven koko, kuolleisuus, lisääntymiskyky ja kasvatusolosuhteet. (Mott 2017, 283).

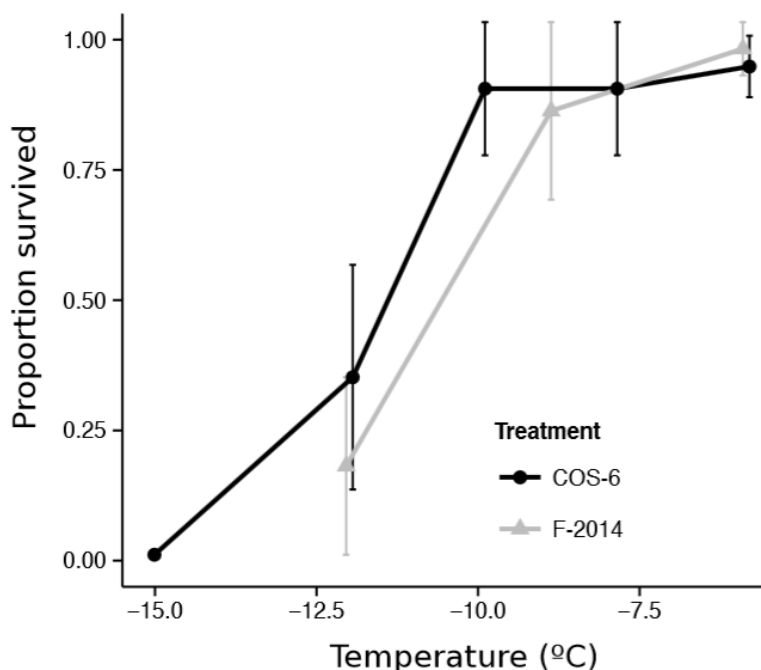
Kasvattajan tuleekin päättää pitääkö hän munintatuotannossa ylimääräisiä laatikoita vai ottaako hän riskin että muninnassa on vain määrätty määrä kasvatuslaatikkoja. Tällöin riskinä on että jos muninta jostain syystä epäonnistuu tai sirkat munivat vain vähän munia, niin koko kasvattamon tuotantomäärät alenevat. Eli mitä suurempi munivien sirkkojen määrä on verrattuna kasvatettavien sirkkojen määrään nähden, sitä varmempaa on saada tuotettua tasaisesti sirkkoja. Mutta mitä pienemmällä määrällä munintasirkkoja pärjätään, sitä enemmän saadaan tuotettua sirkkoja myyntiin, koska sirkkoja ei tarvitse kasvattaa niin paljon munintaprosessia varten. Riskinä on kuitenkin munien tuotannon epätasaisuus (Mott 2017, 283).

4.7 Pakastus

Mckinnon (2015, 14–22) tutki Gryllus veletis sirkan pakkasenkestävyyttä erilaisissa lämpötiloissa. Kokeessa sirkat sopeutettiin ensin viileisiin olosuhteisiin pitämällä toista testiryhmää ulkona puutarhassa. Toinen testiryhmä pidettiin laboratoriossa, jossa sirkkojen valoisaa aikaa, lämpötilaa ja ruokintaa säädeltiin muistuttamaan talven tuloa. Näin sirkat saatiin kestämiään paremmin kylmiä olosuhteita ennen varsinaisia pakkaskokeita.

Kuviossa 5. testiryhmän sirkkoja altistettiin eri pakkas lämpötiloille 1,5 tunnin ajan ja huomattiin, että selviämisprosentissa laskee rajusti altistettaessa sirkkoja alle –9–

10 asteen lämpötilalle. Toisen testiryhmän selviämisprosentti laski nopeasti alle -9 celsiusasteen lämpötilan jälkeen ja toisella ryhmällä alle -10 celsiusasteen lämpötilan jälkeen. Laboratoriossa pidettyjä sirkkojen testiryhmää altistettiin myös -15 celsiusasteen lämpötilalle 1,5 tunnin ajan, mutta sirkat eivät selvinneet altistuksesta (Mckinnon 2015, 41).



Kuvio 5. Sirkkojen selviytymisprosentti pakkaselle altistumisen jälkeen (Mckinnon 2015, 42).

Eri lajit kestävät eri tavalla altistumista kylmälle. Lajista ja kehitysluokasta riippuen kylmänkestävyys saattaa vaihdella suurestikin. (Mckinnon 2015, 55–57.) Tästä syystä kotisirkkojen kylmänkestävyys on luultavasti eri kuin kokeessa olleiden *Gryllus veletis* sirkkojen. Kokeessa olleita sirkkoja kuitenkin sopeutettiin kylmempiin olosuhteisiin ennen pakkaskestävyys kokeita. Tuotannossa olevat kotisirkat laitetaan noin 30 celsiusasteen lämpötilasta pakkaseen, joten niiden pakkasenkestävyys ei ole yhtä hyvä kuin viileisiin oloihin sopeutetuilla sirkoilla. Vastaavanlaista tutkimusta ei ole suoritettu kotisirkalle, joten varmuudella ei voida sanoa miten kylmässä ja miten pitkään kotisirkat selviytyisivät.

4.8 Tuotantotilojen puhdistus

Kasvatuksessa käytetään yleisesti uudelleen käytettäviä muovilaatikoita. Astiat tulee puhdistaa hyvin ennen kuin niitä käytetään uudelleen kasvatuksessa. Parasta olisi jos käytössä olisi erillinen puhdistusasema tai huone, joissa käytetyt kasvatuslaatikot ja ruokinta-astiat puhdistettaisiin. Myös tuotantotilat jossa kasvatuslaatikot sijaitsevat tulee puhdistaa säännöllisesti. Tämä ehkäisee bakteerien muodostumista ja vähentää tartuntojen riskiä (Kok 2017, 165–166).

4.9 Sivutuotteiden käsittely

Keski-Saaren (2018,15–16) mukaan sirkkojen tuotannossa syntyviä sivutuotteita ovat hyönteisten kuoriutumattomat munat, munien kuoret, itsestään kuolleet sirkat, niiden osat ja lanta, johon voidaan lukea hyönteisten ulosteet, munankennot ja syömättömät rehut. Sivutuotteiden käsittelyssä tulee olla huolellinen, jottei sirkkoja tai munia pääse leviämään tuotantotilojen ulkopuolelle ja ympäristöön. Sivutuotteet on käsiteltävä elävien sirkkojen ja munien tuhoamiseksi. Käsittely voidaan suorittaa samalla tavalla pakastamalla kuin elävienkin sirkkojen lopetus. Jos samassa pakastimessa käsitellään sekä elintarvikkeeksi tarkoitettuja hyönteisiä että sivutuotteita, tulee pakastimessa olla omat lokerot tai laatikot kummallekin. Sivutuotteisiin on merkittävä niiden sivutuoteluokka, sivutuotteissa täytyy olla myös merkintä sen soveltumattomuudesta elintarvikkeeksi ja ne eivät saa mennä sekaisin elintarvikekelpoisten hyönteisten kanssa.

Hänen mukaansa hyönteistuotannon sivutuotteena syntyneen lannan voi levittää pellolle sellaisenaan tai käsiteltynä esim. kompostoituna. Lanta ei kuitenkaan saa sisältää vakavaksi todetun tartuntataudin leviämiskä. Lannan varastoinnissa ja levityksessä tulee noudattaa ympäristölainsäädännön vaatimuksia.

4.10 Jalostus

Hyönteisten tuotannossa ei ole olemassa jalostusohjelmia eikä tunnettuja kantapopulaatioita. Hyönteisten sukusiitoksen riskinä on tuotannossa olevan populaation

ominaisuuksien heikkeneminen, kuten lisääntymiskapasiteetin aleneminen tai kestävyys taudinaiheuttajia vastaan. Kasvatuksessa onkin huomattu, että tuotannossa olevien populaatioiden tuottavuus saattaa hiipua jo muutaman kierron jälkeen, jos populaatioon ei saada erilaista geeniaainesta kuin nykyisessä populaatiossa (Heiska & Huikuri 2017, 29–30).

Sukusiitosta ja geneettistä ajautumista voidaan hallita ja pitää matalana muutamilla eri keinoilla. Tärkeää on että populaatiossa olevien yksilöiden määrä on korkea. Ensimmäisenä keinona on mahdollisimman suuri ensimmäinen sukupolvi jota lähdetään kasvattamaan. Toisena keinona on pitää populaation yksilöiden määrä korkeana ja sukupuolijakauma saman suuruisina jos mahdollista. Kolmantena keinona on risteyttää erillään toisista kasvaneita populaatioita ristiin. Tällöin populaation saadaan geneettistä monimuotoisuutta eri populaatiosta (Jensen ym. 2017, 184).

Tarkkaan ei tiedetä, paljonko populaatiossa tulee olla sirkkoja, jotta vältetään sukusiitoksen tuomilta haitoilta. Nykyisten arvioiden mukaan muutaman sadan sirkan populaatio on riittävän suuri, jotta vältetään sukusiitoksen haitoilta. Populaation koon tulisi olla kuitenkin yli tuhat sirkkaa, jotta ylläpidettäisiin geneettistä vaihtelua (Jensen ym. 2017, 183).

4.11 Taudit

Taulukossa 5. on lueteltu nykyisin tunnettuja hyönteisten viruksia jotka voivat tartuttaa kotisirkan. Viruksien lisäksi taulukossa kerrotaan missä kehityksensä vaiheessa kotisirkat ovat alttiimmillaan kyseiselle virukselle ja millaisia oireita virus aiheuttaa. Kaikkien viruksien aiheuttamista oireista eikä kotisirkkojen alttiudesta virukselle ole vielä saatu kattavaa tietoa.

Taulukko 5 Hyönteisten virukset jotka tarttuvat kotisirkkaan (Eilenberg, Gasque & Ros 2017, 212).

Viruksen nimi	Kehitysvaihe jossa alttiimmillaan	Oireet Pathobiology
A.domesticus densovirus (AdDV)	Viimeinen nymfi vaihe, nuori aikuinen	Viivästynyt kasvu, anoreksia laiskuus, jota seuraa halvaantuminen ja lopulta kuolema
Kotisirkka iridovirus (CrIV)	Nymfit ja aikuiset	Lisääntymiskyvyn ja elinajan aleneminen apatia ja kuolema
Kotisirkka halvaantumis- virus (CrPV)	Aikainen ja keski nymfi vaihe	Halvaantumista seuraa kuolema
A.domesticus volvovirus (AdVVV)	Ei tietoa	Ei tietoa
A.domesticus mini	Ei tietoa	Ei tietoa

Pohjois-Amerikan ja Euroopan ammattimaisissa kotisirkkan kasvatuslaitoksissa A.domesticus densovirus aiheutti merkittäviä ongelmia kasvatuksessa. Lisäksi kotisirkka iridovirus aiheutti kuolleisuutta ammattimaisissa tuotantolaitoksissa (Eilenberg, Gasque & Ros 2017, 211–218).

Kotisirkkojen halvaantumisviruksen puhkeamisesta tuotantolaitoksissa ei ole vielä raportoitu toisinkuin densoviruksen ja iridoviruksen puhkeamisesta. Halvaantumisvirus voi esiintyä kotisirkoissa piilevänä tautina ja massatuotannon korkeat yksilötiheydet voivat laukasta piilevän taudin. CrPV tartuttaa sisäelin kudokset, lihaskudokset, mikä johtaa halvaantumiseen. Virus leviää ulosteen mukana ja kannibalismin seurauksena (Eilenberg ym. 2017, 214).

5 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Kotisirkkoja ja hyönteisiä on Suomessa saanut kasvattaa elintarvikkeeksi syyskuun 2017 jälkeen. Tämän vuoksi hyönteistuotanto on vasta kehityksensä alkuvaiheessa. Eri hyönteisille haetaan niille soveltuvia kasvatuskäytänteitä, koska olosuhdevaati-mukset saattavat vaihdella eri lajien välillä. Myös hyönteisten fysikaaliset ominai-suudet vaihtelevat, jolloin kaikille hyönteisille ei kyetä käyttämään samanlaisia kas-vatuskeinoja.

Opinnäytetyön tekoprosessin alkuvaiheessa käsityksenä oli, että sirkkatuotanto ja hyönteistuotanto ovat Suomessa ihan alkuvaiheessa ja että tuotannosta löytyisi pal-jonkin parannettavia asioita. Kirjallisuudesta löytyvät tiedot kotisirkkoista olivat ajoit-tain hyvinkin vanhoja. Tuorettakin tietoa hyönteistuotannosta on ilmestynyt sen jäl-keen kun hyönteistuotannosta on alettu länsimaissa puhua ja hyönteisiä alettu pitä-mään vaihtoehtoisena proteiininlähteenä. Lähitulevaisuudessa julkaisuja tulee lisää, kun tutkimuksia saadaan valmiiksi ja uusia tutkimuksia aloitetaan hyönteisiin liittyen.

Työssä verrattiin kirjallisuudesta löytyvää tietoa kahden sirkankasvattajan antamiin tietoihin heidän omasta tuotannostaan. Vertailussa kävi ilmi, että nykyisen kotisirk-kuotannon olosuhteet vastaavat suurelta osin kirjallisuudessa löytyviä hyviä olo-suhteita. Nykyisen tuotannon pienen mittakaavan vuoksi esimerkiksi optimaalista ilmankosteutta ei kuitenkaan kyetä tarjoamaan kaikille kehitysvaiheille. Asia on kui-tenkin tiedostettu ja siihen on yritetty vaikuttaa erilaisilla laatikoiden kansiratkaisuilla. Nykytuotannossa sirkoille syötettävien rehujen koostumukset pohjautuvat 60- ja 70-luvuilla tehtyihin tutkimuksiin. Tämän vuoksi sirkkojen ruokinnasta kaivattaisiin uu-dempaa tutkimusta. Varsinkin sivuvirtojen käyttöä pitäisi tutkia, koska hyönteiset pystyvät hyödyntämään myös ravintoköyhiä rehuja.

Opinnäytetyön nykyosiossa kuvaillaan pääosin Finsectin kasvattajien toimintata-paa, koska haastatellut kasvattajat olivat Finsectin tuottajia. Tämän vuoksi opinnäy-tetyön nykyinen tuotanto-osio ei kuvaa kaikkien alalla toimivien kasvattajien toimin-tatapaa. Toimintatavat saattavat vaihdella jonkin verran, mutta perusasiat ovat kui-tenkin suurin piirtein samanlaiset.

Kokonaisuudessaan kotisirkkatuotannon perustiedot ovat kasvattajien tietoisuudessa ja siitä on helppo lähteä kasvattamaan tuotannon volyyymiä jos kuluttajat hyväksyvät hyönteiset elintarvikkeissa ja kysyntä lisääntyy markkinoilla. Hyönteistuotanto on kuitenkin vielä nuori toimiala ja tuotannossa löytyy kehitettävää. Tuotannon tueksi tarvittaisiin lisää tutkimustyötä. Kotisirkkojen kasvatusta ja hyönteisala kehitty nopealla tahdilla ja opinnäytetyössä esitetyt nykyiset toimintatavat saattavat vaihtua parempiin käytäntöihin tai joissain tapauksissa ovat voineetkin jo vaihtua.

Mahdollisia jatkotutkimuksia voitaisiin tehdä kotisirkkojen ruokintaan liittyen, koska nykyinen ruokinta perustuu vanhoihin ruokintakokeisiin. Tällöin saadaan tuoreempaa tietoa ruokinnasta ja nykystandardien mukainen tulos optimaalisesta rehun koostumuksesta. Sirkoille paremmin sopivalla rehun koostumuksella saataisiin rehunmuuntosuhdettakin alennettua. Myös sivuvirtojen käyttöä ruokinnassa voitaisiin tutkia ja sivuvirtojen käytön vaikutusta kotisirkkojen kasvunopeuteen.

Tulevaisuudessakin hyönteisiä tulisi kasvattaa suoraan ihmisravinnoksi eikä rehu-teollisuudelle tuotantoeläinten rehujen raaka-aineeksi. Hyönteisten tuottaminen tuotantoeläinten rehuksi vain lisää ympäristövaikutuksia, koska hyönteisten kuluttamat rehujen komponentit pystyttäisiin hyödyntämään muuten suoraan eläinten ruokinnassa tai ihmisravintona. Kasvatuksessa tulisi mieluiten hyödyntää entistä paremmin myös elintarvikeketjun sivuvirtoja. Näin kotisirkkojen tuotannon ympäristövaikutuksia pystytään ennestään alentamaan.

Kotisirkkojen kasvatuksen ja hyönteistuotannon tulevaisuudesta ei vielä varmasti osata sanoa, että tulevatko hyönteiset elintarvikealalle jäädäkseen vai onko kyseessä vain ohimenevä ilmiö. Hyönteiset ovat kuitenkin varteenotettava vaihtoehto vaihtoehtoisena proteiinin lähteenä, mutta alan tulevaisuus riippuu pitkälti siitä saadanko kuluttajat hyväksymään hyönteiset elintarvikkeena. Jalostavan teollisuuden täytyykin kehittää tuotteita jotka ovat kuluttajille helposti lähestyttäviä ja näin kynnys ostaa ja kuluttaa hyönteistuotteita on matala.

LÄHTEET

A. 13.7.2009/767. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus.

Attard, L. 2013. The Development and Evaluation of a Gut-Loading Diet for Feeder Crickets Formulated to Provide a Balanced Nutrient Source for Insectivorous Amphibians and Reptiles. [Verkkojulkaisu]. Canada: Guelph. [Viitattu 29.10.2018]. Saatavana: http://atrium.lib.uoguelph.ca/xmlui/bitstream/handle/10214/6653/Attard_Lydia_2013_05_MSc.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Caparros Medigo, R., Haubruge, E. & Francis, F. 2017. Small-scale production of crickets and impact on rural livelihoods. In: A. van Huis & J.K. Tomberlin (ed.) Insects as food and feed from production to consumption. Wageningen Academic Publishers, 101–172.

Clifford, C. & Woodring, J. 1990. Methods for rearing the house cricket, *Acheta domesticus*(L.), along with baseline values for feeding rates, growth rates, development times, and blood composition.[Verkkojulkaisu]. Tahlequah: Department of biology, Northeastern State University. [Viitattu 22.4.2018]. Saatavana: https://www.researchgate.net/profile/Joseph_Woodring/publication/229593681_Methods_for_rearing_the_house_cricket_Acheta_domesticus_L_along_with_baseline_values_for_feeding_rates_growth_rates_development_times_and_blood_composition/links/5b1f777c458515270fc4cd27/Methods-for-rearing-the-house-cricket-Acheta-domesticus-L-along-with-baseline-values-for-feeding-rates-growth-rates-development-times-and-blood-composition.pdf?origin=publication_detail

Collavo, A., Glew, R., Huang, Y.,Chuang, L., Bosse, R. & Paoletti, M. 2005. House Cricket Small-scale Farming. In: M. G. Paoletti (ed.) Ecological Implications of Minilivestock: Potential of Insects, Rodents, Frogs and Sails. USA: Science Publishers. 515–540

Cortes Ortiz, J.,Ruiz, A.,Morales-Ramos, J., Thomas, M., Rojas, M., Tomberlin, J., Yi, L., Han, R., Giroud, L. & Jullien. R. 2016. Insect mass production technologies. In: A.Dossey,, J. Morales-Ramos & M. Guadalupe Rojas(ed.) Insects as sustainable food ingredients: Production,processing and food application. Amsterdam: Elsevier. 153–201.

Davenport, A. & Evans, P. 1984. Stress-induced changes in the octopamine levels of insect haemolymph. *Insect Biochem.* 14 (2), 135–143.

Eilenberg, J., Gasque, S. & Ros, V. 2017. Natural enemies in insect production systems. In: A. van Huis & J.K. Tomberlin (ed.) Insects as food and feed from production to consumption. Netherlands: Wageningen Academic Publishers. 199–223.

- Erens, J., Es van, S., Haverkort, F., Kapsomenou, E. & Luijben, A. 2012. A Bug's life: Large-scale insect rearing in relation to animal welfare. [Verkkajulkaisu]. Wageningen UR. [Viitattu 20.3.2018]. Saatavana: <http://venik.nl/site/wp-content/uploads/2013/06/Rapport-Large-scale-insect-rearing-in-relation-to-animal-welfare.pdf>
- Heiska, S. & Huikuri, N. 2017. Hyönteistuotannon esiselvitys. Teoksessa: S. Heiska & N. Huikuri (toim.) Hyönteistuotannon esiselvitys. [Verkkajulkaisu]. Helsinki: Luonnonvarakeskus. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 76/2017, 55 [Viitattu 12.3.2018]. Saatavana: https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/540921/luke-luobio_76_2017.pdf?sequence=5&isAllowed=y
- Hirvelä, M. 2018. Sirkankasvattaja. Haastattelu 7.5.2018.
- Horppu, H., Hulshof, J. & Koskula, H. 2017. Hyönteistuotannon lisäysmateriaaliselvitys: Tilaustyö Pielisen Karjalan Kehittämiskeskukselle (Pikes Oy). Teoksessa: S. Heiska & N. Huikuri (toim.) Hyönteistuotannon esiselvitys. [Verkkajulkaisu]. Helsinki: Luonnonvarakeskus. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 76/2017, 55 [Viitattu 12.3.2018]. Saatavana: https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/540921/luke-luobio_76_2017.pdf?sequence=5&isAllowed=y
- Huldén, L. 2015. Minikarjaa: Hyönteiset ruokana. Helsinki: Like Kustannus.
- Hyönteiset elintarvikkeina. 20.2.2018. [Verkkosivu]. Helsinki: Elintarviketurvallisuusvirasto (Evira). [Viitattu 7.3.2018]. Saatavana: <https://www.evira.fi/elintarvikkeet/valmistus-ja-myynti/elintarvikeryhmat/hyonteiset/>
- Jensen, K., Kristensen, T., Heckmann, L & Sørensen, J. 2017. Breeding and maintaining high-quality insects. In: A. van Huis & J.K. Tomberlin (ed.) Insects as food and feed from production to consumption. Netherlands: Wageningen Academic Publishers. 174–198.
- Jyllilä, L. 2018a. Finsect Oy. Esitelmä. Sirkka-seminaari. 1.12.2018. Kauhava.
- Jyllilä, L. 29.11.2018b. Finsect Oy. Kommentteja kyselyyn. [Henkilökohtainen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Juha Rintanen. [Viitattu 02.12.2018].
- Keski-Saari, R. 16.3.2018. Hyönteiset elintarvikkeena: Eviran ohje 10588/2. [Verkkajulkaisu]. Helsinki: Elintarviketurvallisuusvirasto (Evira). [Viitattu 10.4.2018]. Saatavana: https://www.evira.fi/globalassets/tietoa-evirasta/lomakkeet-ja-ohjeet2/elintarvikkeet/eviran_ohje_10588_2_fi.pdf
- Kok, R. 2017. Insect production and facility design In: A. van Huis & J.K. Tomberlin (ed.) Insects as food and feed from production to consumption. Netherlands: Wageningen Academic Publishers. 143–172.
- L 8.2.2008/86. Rehulaki.

- Lassila & Tikanoja. Ei päiväystä. Kartonkipakkauksien eli keräyskartongin kierrätys. [Verkkosivu]. [Viitattu 12.11.2018]. Saatavana: <https://www.lt.fi/fi/henkiloasiakkaat/kodin-lajittelu-ja-kierratys/kodin-lajitteluohjeet/kartonkipakkaukset>
- Lista sallituista hyönteislajeista. 23.2.2018. [Verkkosivu]. Helsinki: Elintarviketurvallisuusvirasto (Evira). [Viitattu 7.3.2018]. Saatavana: <https://www.evira.fi/elin-tarvikkeet/valmistus-ja-myynti/elintarvikeryhmat/hyonteiset/lista-sallituista-hyonteislajeista/>
- Maa- ja metsätalousministeriö (mmm). 20.9.2017. Suomi sallii hyönteisten pääsyn elintarvikemarkkinoille. [Verkkosivu]. [Viitattu 7.3.2018]. Saatavana: http://mmm.fi/artikkeli/-/asset_publisher/suomi-sallii-hyonteisten-paasyn-elintarvikemarkkinoille
- Marnila, P. 25.1.2018. Hyönteiset sivuvirtojen jalostajina. [Ppt-esitys]. Helsinki: Luonnonvarakeskus. [Viitattu 28.4.2018]. Saatavana: <http://docplayer.fi/71705983-Hyonteiset-sivuvirtojen-jalostajina.html>
- Mckinnon, A. 2015. Freeze tolerance in the spring field cricket, gryllus veletis. [Verkkojulkaisu]. Kanada: The University of Western Ontario. [Viitattu 25.10.2018]. Saatavana: <https://ir.lib.uwo.ca/cgi/viewcontent.cgi?article=4568&context=etd>
- Mikrobien kasvua edistävät tekijät. 16.1.2017. [Verkkosivu]. Helsinki: Elintarviketurvallisuusvirasto (Evira). [Viitattu 29.5.2018]. Saatavana: <https://www.evira.fi/elintarvikkeet/tietoa-elintarvikkeista/elintarvikevaarat/ruoka-myrkytykset/yleista-mikrobeista/mikrobien-kasvua-edistavat-tekijat/>
- Mott, G. 2017. Cricket rearing. In: A. van Huis & J.K. Tomberlin (ed.) Insects as food and feed from production to consumption. Netherlands: Wageningen Academic Publishers. 270–287.
- Nakagaki, B.J. & Defoliart, G.R. 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. Annals of the Entomological Society of America (84), 891–896.
- Nemlander, R. 5.12.2018. Co-founder. EntoCube.Oy. Kommentteja kyselyyn. [Henkilökohtainen sähköpostiviesti]. Vastaanottaja: Juha Rintanen. [Viitattu 06.12.2018].
- Ollikkala, P. 2018. Sirkankasvattaja. Puhelinkeskustelu 9.5.2018.
- Oonincx, D., Itterbeeck, J., Heetkamp, M., Van den Brand, H., Van Loon, J & Van Huis, A. 29.12.2010. An Exploration on Greenhouse Gas and Ammonia Pro-

- duction by Insect Species Suitable for Animal or Human Consumption. [Verkko-sivu]. California: PLOS [Viitattu 24.9.2018]. Saatavana: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0014445>
- Patton, R.L. 1967. Oligidic Diets for *Acheta domesticus* (Orthoptera: Gryllidae). *Annals of the Entomological Society of America* (60), 1238–1242.
- Patton, R.L. 1978. Growth and Development Parameters for *Acheta domesticus*. *Annals of the Entomological Society of America* (71), 40–42.
- Rumpold, B. & Schlüter, O. 2015. Insect-based protein sources and their potential for human consumption: Nutritional composition and processing. [Verkkojulkaisu]. Potsdam: Leibniz Institute for Agricultural Engineering Potsdam-Bornim e.V. [Viitattu 10.9.2018]. Saatavana: https://watermark.silverchair.com/20.pdf?to-ken=AQECAHi208BE49Ooan9kkhW_Ercy7Dm3ZL_9Cf3qfKAac485ysgAAAjY-wgglyBqkqhkiG9w0BBwagggliMIIChwIBADCCAhgGCSqGSIb3DQEHA-TAeBglqhkgBZQMEAS4wEQQM-bhP2fKbPLsORY3VA-gEQglIB6S6su3msciN8oG9MzFt8TB8Og3WqOTiOeZtnC9h48Gvz6sd7Srv1taXevzqf_jhc1peCZLOzXCDW9YQXBD2AZoU48uim2RcpyJQQPUD-kzLyo0ZCCBpAnjMIWdOgkBuQ1MUp8tgcfY16lhTwgcpv3ZAOnXG-jcvQh1D9Z6jMbxv8ibIZe5gKE2Q7RDHDYrtylY-oPX5knHQB6up18KDbwecx1jxiO8H2OBMsfKbJ-miY7Ga-XojsBCvV43K8KF3fSWwyBEHpYKMkHNIFG1kTEw0EpO-CoMqQ6LgUpXLBbWB--l73sF84SE-hXunfISu5nfm5sQ1wTXOO2PsA0HEjwTOR7ZUIfcbyJzt_4nkWNU8fr4C1Nw72zbC5wtKEZtZ-fqFhD2H2sfrwZDgrz7jARuSbUQRKkGsRwNp7vrtr-fAUgVjLjSF_FOPyV6_OgkxTA29UX4b2HuzJTWCWhEJ-vbhb74iD4VCzun2sWrUfgpJXbY-mgR0Rm57FM6bZsUWh4p51mmyBh3YxgVbvSkNyuXjvfm9kZbmoiB2WCo2Kdhn_zDhm_b_itseH-uwAgrUpXZBSQFwmMx5BFtnKS5MA3vYE4AI8B2YRI-iVkmuoQOpmHoCvkUaYBo0FAz1uEHRN2_Z5I2_fpj-was2w
- Ryhänen, M. & Sipiläinen, T. 2017. Maatalousyrityksen johtaminen ja toiminnan kehittäminen: Tuotannon suunnittelu strategisen johtamisen tukena. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Tempest Oy. [Viitattu 19.3.2018]. Saatavana: https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/228594/OPPIKIRJA%28TIMO_v6_Fi-nal%29.pdf?sequence=1
- Rönkä, R. 12.2.2018. 5+1 askelta toimivaan hyönteistalouteen. [Verkkosivu]. Helsinki: Luonnonvarakeskus. [Viitattu 19.3.2018]. Saatavana: <https://www.luke.fi/51-askelta-toimivaan-hyonteistalouteen>
- Tackling climate change through livestock: A global assessment of emissions and mitigation opportunities. 2013. [Verkkojulkaisu]. Rome: Food and agriculture organization of the united nations (FAO). [Viitattu 17.4.2018]. Saatavana: <http://www.fao.org/3/a-i3437e.pdf>

- Van Huis, A. & Tomberlin, J.K. 2017. The potential of insects as food and feed. In: A. van Huis & J.K. Tomberlin (ed.) *Insects as food and feed from production to consumption*. Netherlands: Wageningen Academic Publishers. 25–58.
- 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*. [Verkkojulkaisu]. Rome: Food and agriculture organization of the united nations (FAO). [Viitattu 11.4.2018]. Saatavana: <http://www.fao.org/docrep/018/i3253e/i3253e.pdf>
- Virtanen, G. 27.5.2018. [Henkilökohtainen sähköpostiviesti]. [Viitattu 29.5.2018].
- Woodring, J., Meier, O. & Rose, R. 1988. Effect of development, photoperiod, and stress on octopamine levels in the house cricket, *Acheta domesticus*. *Journal of Insect Physiology* 34 (8), 759–165.