

---

# **KARJUN LIHASIKAKASVATUS**

Kirjallisuuskatsaus ja käytännön koe



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö  
Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma

Mustiala, kevät 2013

Leila Hakala



## MUSTIALA

Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma  
Maatilatalouden suuntautumisvaihtoehto

---

<b>Tekijä</b>	Leila Hakala	<b>Vuosi</b> 2013
<b>Työn nimi</b>	Karjun lihasikakasvatus – kirjallisuuskatsaus ja käytännön koe	

---

## TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia leikkaamattoman karjun kasvatusmahdollisuuksia lihasikana, tavanomaisissa tuotanto-olosuhteissa. Vahvin argumentti karjuporsaiden kastraatiosta luopumiselle oli hyvinvointiin liittyneet keskustelut. Kivulias karjuporsaiden kastratio on ollut sikataloudessa tutkimuksien kohteena useamman vuoden. Kirurgisesta kastroinnista pyritään luopumaan Euroopan Unionin alueella vuoteen 2018 mennessä. Opinnäytetyön osana suoritettiin käytännön koe tilatasolla. Kokeen tarkoituksena oli saada tietoa karjun lihasikakasvatuksesta. Koe suoritettiin neljässä eri sikalassa. Sikaloista kaksi oli emakkosikaloita, joista porsaas siirrettiin loppukasvatukseen kahteen lihasikalaaan. Tilat sijaitsivat Laihialla, Ilmajoella, Ylistarossa ja Nurmassa. Työn toimeksiantajana toimi A-Tuottajat Oy/AtriaSika.

Työn teoriataustaksi tehtiin kirjallisuuskatsaus kastraation eri vaihtoehtoista. Karjun kasvattamista käsiteltiin laajemmin kuin muita vaihtoehtoja. Tutkimusongelmana oli selvittää leikkaamattoman karjun kasvatuksesta aiheutuvia erityistoimenpiteitä. Tutkimusmenetelminä käytettiin päiväkasvun seurantaa, lääkitystarpeita, vammojen esiintymistä sekä havainnointia karjujen keskinäisestä käyttäytymisestä.

Opinnäytetyön tutkimuksen tuloksena voidaan esittää, että leikkaamattomien karjujen kasvatus käytännössä, tavallisissa tuotanto-olosuhteissa, onnistuu olosuhteiden ollessa kunnossa. Tutkimus osoittaa leikkaamattomien karjujen olevan aktiivisempia kuin leikatut karjuporsaas tai naaraas. Tuloksista voidaan kuitenkin päätellä, että aggressiivisuus pysyy kohtalaisena. Teurastamoltsa saadut tulokset osoittavat kasvatuksen onnistuneen normaalisti. Opinnäytetyö todentaa leikkaamattoman karjun kasvatuksen olevan mahdollinen vaihtoehto kivuliaan kastraation syrjäyttämiseksi optimaalisissa kasvatusolosuhteissa. Huomioitava asia oli kuitenkin mahdollisen karjunhajun pilaaman lihan käyttömahdollisuudet elintarviketeollisuudessa. Karjunhajun tunnistamiseen lihassa sekä karjunhajun pilaaman lihan jatkojalostukseen ei perehdytty syvällisemmin. Näiden jatkotutkimuksille on tarvetta.

**Avainsanat** Karju, kastroidi, lihasika, karjunhaju  
**Sivut** 42 s.

MUSTIALA

Degree Programme in Agricultural and Rural Industries

Agriculture Option

**Author**

Leila Hakala

**Year** 2013**Subject of Bachelor's thesis**

Entire males in pork production – a literature review and field study

## ABSTRACT

The purpose of my thesis was to research the possibilities to raise entire male pigs in a conventional housing in a way similar to castrated pigs. The strongest argument in favour of giving up castration of piglets is the discussions re-garding the well-being of the pigs. The painful castration of piglets has been a matter of research for several years. The surgical castration is set to be given up in European Union countries by the year 2018. The purpose of this test was to get information on farming entire male pigs. As a part of my thesis a practical test was done in four piggeries situated in Laihia, Ilmajoki, Ylistaro and Nurmo. Two of the piggeries were in piglet production, from which the pigs were transferred to two growing-finishing biggeries for finish rearing. The commissioner for this research was A-Farmers Ltd. /AtriaSika.

As a background theory a book study on the different options of castration was done. The rearing of an entire male pig was more closely looked at than other options. The target of the study was to find out the special procedures caused by the rearing of entire male pigs. My research methods were the daily growth follow-up, the need of medication, the appearance of injuries and the studies on the mutual behavior of entire male pigs.

The result showed that in practice entire male pigs can be farmed in normal production-environment under the right circumstances. The behavior of entire males expressed more social activities than the castrated pigs or female pigs. As a conclusion it can be said that the aggressiveness is moderate. Results received from the slaughter-house show that the rearing has succeeded normally. The thesis shows that raising entire male pigs can be seen as an option in-stead of the painful castration if housing environment is optimal. Still the possibilities in using the meat possibly ruined by the boar taint in food industry have to be observed. In my thesis I didn't go deeper into identifying the boar taint or the possibilities of refining the meat ruined by the boar taint. There is a need for further research.

**Keywords** Entire males, boar taint, castration**Pages** 42 p.

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	1
2	PORSAIDEN KASTRAATIO .....	3
2.1	Kastraation perusteet .....	3
2.2	Lainsäädäntö .....	3
2.3	Kastraation käytännöt Suomessa ja muualla Euroopassa.....	4
2.4	Kastraation vaikutus kasvuun .....	5
3	KASTRAATION VAIHTOEHDOT .....	6
3.1	Kastraatioleikkauksen menetelmät .....	6
3.1.1	Kastraatiosta aiheutuva kipu ja kivun seuraukset.....	7
3.1.2	Kivunlievityksen käyttö kastraatiossa.....	8
3.1.3	Anestesian käyttö kastraatiossa .....	9
3.1.4	Kirurgisesta kastratiosta aiheutuvat komplikaatiot.....	10
3.2	Immunokastrointi.....	10
3.3	Kemiallinen kastratio.....	11
3.4	Sperman sukupuolilajittelu .....	12
3.5	Kastraatiovaihtoehtojen kustannusarvioita.....	12
4	KARJUN LIHASIKAKASVATUS.....	15
4.1	Karjun kasvutehokkuus .....	15
4.2	Karjujen keskinäinen käyttäytyminen ryhmäkasvatuksessa .....	16
4.3	Karjun ruhon ja lihan laatu .....	18
4.4	Karjunhajun muodostuminen.....	18
4.5	Ruokinnan, iän ja olosuhteiden vaikutukset karjunhajuun.....	19
4.6	Genetiikan vaikutus karjunhajun voimakkuuteen.....	20
4.7	Keinoja karjunhajua muodostavien yhdisteiden vähentämiselle .....	21
5	KARJUNHAJUN TUNNISTAMINEN LIHANJALOSTUKSESSA .....	23
5.1	Karjunhajun muodostavien yhdisteiden pitoisuudet ja niiden raja-arvot.....	23
5.2	Hajua sisältävien lihatuotteiden jatkokäsittely .....	24
6	TUTKIMUSOSA.....	25
6.1	Tutkimuksen toteutus ja hypoteesi.....	25
6.2	Tutkimusmenetelmät .....	26
6.3	Rekisteröinti ja näytteenotto .....	27
6.4	Tutkimukseen liittyvät riskit.....	27
6.5	Tutkimusaineisto.....	28
6.6	Toteutuksen aikataulu .....	29
6.7	Tutkimustulokset ja tulosten luotettavuuden arviointi.....	29
6.8	Karjunkasvatuksen kustannusrakenteen arviointi ja pohdinta.....	30
7	TULOSTEN TARKASTELU JA YHTEENVETO.....	33
	LÄHTEET .....	39

## 1 JOHDANTO

Euroopan Unionin alueella kuluttajien halu tietää ruokansa alkuperä on lisääntynyt. Tuotantotavat ja tuotannon eettisyys ovat kasvattaneet merkitystään. Tämän vuoksi tavanomaisen tuotannon ja lihateollisuuden käytäntöjä tarkastellaan entistä kriittisemmin eläinten hyvinvoinnin kannalta.

Lisääntynyt julkinen huoli eläinten hyvinvoinnista on nostanut monet kotieläintuotannon käytännöt keskusteluun, kuten porsaiden kirurgisen kastroinnin ilman kivunlievitystä tai puudutusta. Yhteiskunnallinen paine pakottaa inhimillisemmän vaihtoehdon etsintään. Myös tuottajat ovat valmiita etsimään vaihtoehtoa työlälle ja epämiellyttävälle kirurgiselle kastroiotoimenpiteelle. (Tuytens ym. 2012.)

Kastrointi on suoritettu Euroopan Unionin alueella ennen vuotta 2012 ilman kivunlievitystä. Kirurginen kastrointi kielletään EU:n alueella 1.1.2018 lähtien. Koska kastroinnin poisjättämisen tiedetään tuovan ongelmia lihan jalostuksessa sekä mahdollisesti ryhmäkasvatuksessa, ei karjun käsittelemättä jättäminen ole yksiselitteinen vaihtoehto. Kirurgiselle kastroiolielle pyritään etsimään korvaavia menetelmiä.

On selvää, että kastrointi ilman kivunlievitystä on kivuliasta porsaalle. Mikäli kastrointi ei pystytä välttämään, porsaiden hyvinvointia olisi parannettava puudutuksella sekä pitkävaikutteisella kipulääkkeellä. (Purnier ym. 2005.) Eläimen hyvinvointi ei välttämättä parane, jos kastroinnista luovutaan kokonaan. Karjut ovat tutkitusti käytökseltään aggressiivisempia johtuen niiden sukupuolihormonien vaikutuksesta. Karjuilla kiveksissä syntetisoituvalla testosteronin määrällä on useita käyttäytymiseen liittyviä vaikutuksia. Mahdollisesti kasvavan aggressiivisuuden vuoksi karjut voivat altistua helpommin loukkaantumisille, jotka aiheuttavat hyvinvoinnin heikkenemisen kasvatuskautena ja taloudellisia tappioita tuotannossa. (Von Borell ym. 2009.)

Suurin ongelma karjujen kasvatuksessa on lajille tyypillisen epämiellyttävän karjunhajun muodostuminen uroksen lihaan. Suurimmassa osassa EU-maiden alueella karjuilla karjunhajua muodostavien yhdisteiden, androstenonin ja skatolin, pitoisuudet ovat tasoilla, jotka aiheuttavat kuluttajien keskuudessa tyytymättömyyttä. Karjujen kastrointikielto aiheuttaisi lihan laadun heikkenemisen hajun vuoksi. Epämiellyttävän hajun välttämiseksi on pyrittävä kehittämään keinoja, joilla karjunhajua pystytään ohjailemaan. Integroitu lähestymistapa olisi selvittää vaihtoehdot kotieläintaloudessa, teurastuksessa sekä tilatasolla kasvatusvaiheessa. (Bonneau 1998.)

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on pohtia vaihtoehtoja kirurgiselle kastroiolielle ja tutkimusosassa tarkastella karjun lihasikakasvatusta tavanomaisessa tuotannossa. Työssä selvitetään karjujen kasvattaminen käytännön kokeen avulla tavallisissa sikalaolosuhteissa ja verrataan tulosta

leikkojen kasvattamiseen. Opinnäytetyöstä rajataan pois karjun lihaan muodostuvan hajuhaitan mahdollisuus lihan jatkojalostuksessa. Tutkimusosassa keskitytään erityisesti karjujen kasvatusmahdollisuuteen tavanomaisten tuotanto-olosuhteiden puitteissa.

Tutkimuksen toimeksiantajana toimi Atrian lihanhankintayhtiö A-Tuottajat Oy. Yhtiön omistavat lihantuottajajäsenet osuuskuntien kautta. Toimeksiantajan A-Tuottajat Oy:n puolesta rekrytoitiin tuotantotilat, joissa käytännön koe suoritettiin.

Kirjallisuuskatsauksessa pyritään esittämään kastraation perusteita, erilaisia toimenpiteellisiä vaihtoehtoja sekä eri menetelmiä kastraation suorittamiselle ja karjunhajun hallintaan. Tärkeänä osana on eri menetelmien toimivuus käytännön sikalatyöskentelyssä ja eläinten hyvinvoinnissa. Kirjallisuuskatsauksen tiedonhaun strategia perustuu pääpiirteittäin aihealueen aiempien tutkimusten ja raporttien käsittelyyn. Teoriapohjaa haetaan Hämeen ammattikorkeakoulun tarjoamien tiedonhakukanavien avulla kansainvälisistä tutkimuksista sekä alan ajankohtaisista julkaisuista. Lisäksi tietoa haetaan alan eri toimijoilta. Tutkimuskysymyksien pohjalta kirjallisuuskatsaukseen valittavan materiaaliin kriteereiksi valikoituivat ajankohtaiset tuotantotavat, lainsäädäntö sekä alan tuoreimmat tutkimukset.

## 2 PORSAIDEN KASTRAATIO

### 2.1 Kastration perusteet

Pieneen osaan sukukypsien karjujen lihaan kertyy suuria pitoisuuksia andostenonia, skatolia ja indolia, jotka aiheuttavat epämiellyttävää hajua karjun lihaan. Karjun hajua saattaa vapautua kastroimattoman sian lihasta sitä kuumennettaessa. (OJ C 243/5 2011.) Lihan kypsennysvaiheessa esiin tuleva haju muistuttaa virtsan ja ulosteiden hajua. Tätä hajua ei pystytä mittaamaan tai huomaamaan raa'asta lihasta. (Saario 2006, 34.)

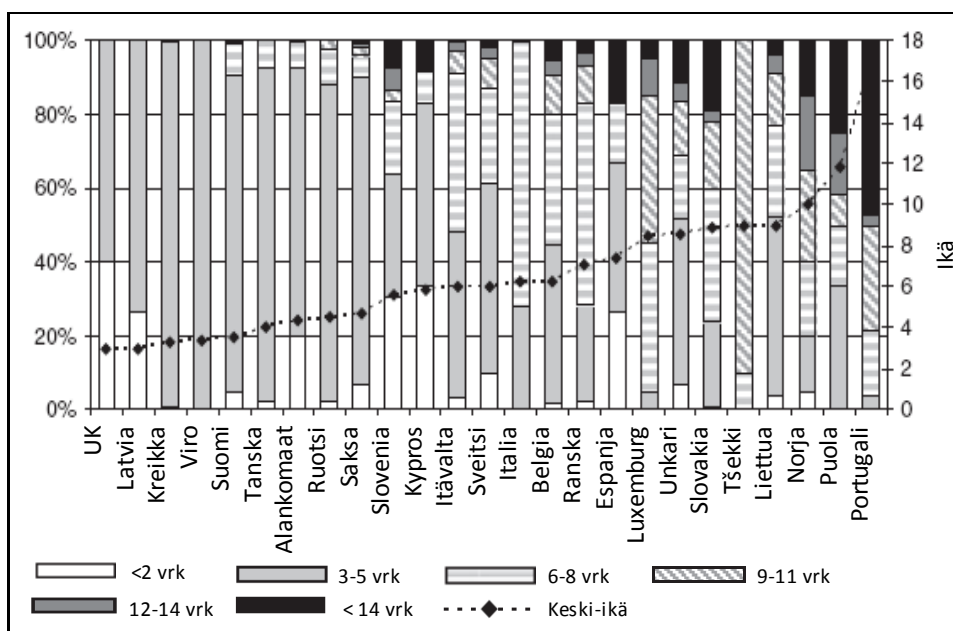
Karjunhajua pyritään ehkäisemään varhaisella teurastuksella, kastraatiolla ja immunokastratiolla (karjunhajua vähentävä rokote). Suomessa pääasiassa käytössä oleva tapa on kivesten poisto eli kirurginen kastratio. Tämän on todettu olevan kivulias toimenpide porsaalle ja se heikentää eläimen hyvinvointia. Karjuporsaille tehtävällä kastratiotoimenpiteellä pyritään ehkäisemään myös karjujen aggressiivista käyttäytymistä toisia lajitovereitaan kohtaan. (OJ C 243/5 2011.)

### 2.2 Lainsäädäntö

Sika-alan toimijat ovat sitoutuneet vapaaehtoisesti luopumaan karjuporsaiden kirurgisesta kastraatiosta viimeistään 1. päivänä tammikuuta 2018. Toimenpide edellyttää kuitenkin yhteistyötä tarvittavien toimien kehittämiseksi. Vaihtoehtoja kirurgiselle kastroinnille selvitetään tutkimuksien avulla. Tulevan lakiuudistuksen vuoksi Unionin tulisi investoida kehitystutkimuksiin, joiden avulla selvitetään vaihtoehtoja kirurgiselle kastraatiolle. (OJ C 243/5 2011.)

Ihmisravinnoksi tarkoitettujen eläinperäisten tuotteiden virallisen valvonnan järjestämistä koskevista erityissäännöistä Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksessa (EY) N:o 854/2004 säädetään, että korostunutta sukupuolihajua sisältävä liha on todettava ihmisravinnoksi kelpaamattomaksi. Osa kuluttajista pitää karjun hajua epämiellyttävänä. Ne jotka hajun huomaavat ja eivät sitä siedä, hylkäävät lihan syötäväksi kelpaamattomana. (OJ C 243/5 2011). Ehdollisesti sianliha voidaan lihantarkastuksessa hyväksyä, mikäli liha on peräisin karjasta, salakarjasta tai kaksineuvoisesta siasta. Ilman ehtoja liha voidaan hyväksyä, jos ruhon paino on alle 80 kg tai ruho tutkitaan Elintarviketurvallisuusviraston hyväksymällä menetelmällä. (MMM 38/EEO/2006.)

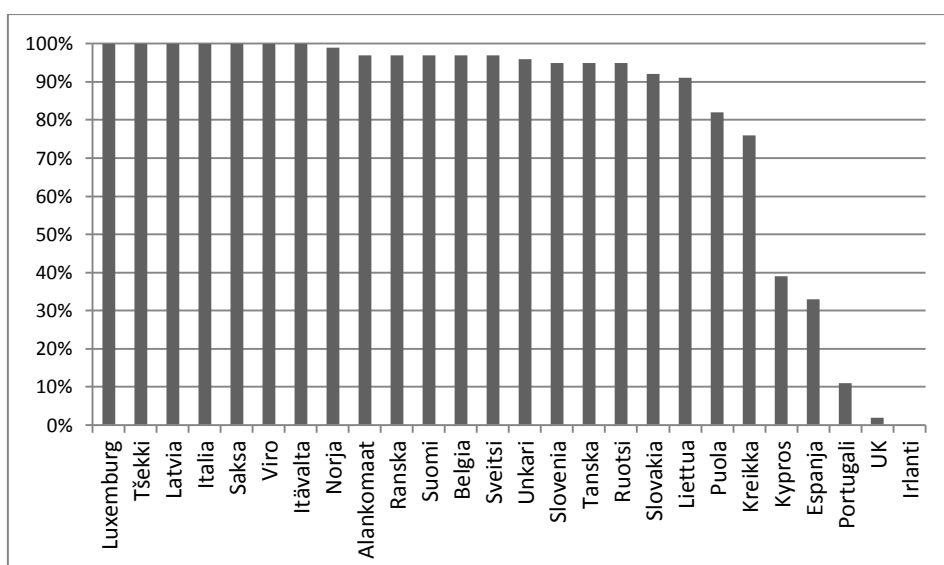
Kastration suorittamistavoissa on eri maiden osalta paljon epä johdonmukaisuutta EU-lainsäädännön ja käytännön välillä. EU:n lainsäädännön mukaan kastrations saa suorittaa yli seitsemän päivän ikäiselle porsaalle vain eläinlääkäri käyttämällä anestesiaa sekä puudutusta. Porsaan kastratioikä vaihtelee sekä maan sisäisessä vertailussa että maiden välillä (Kuvio 1). Maiden eri menetelmät kastraatioissa sekä perinteet tuotantotavoissa ovat yleisimpiä syitä lain erilaiseen tulkintaan. (Fredriksen ym. 2009.)



Kuvio 1. Kastroinnin keski-ikä ja ikäjakaumien arvio maakohtaisesti tavanomaisessa tuotannossa (Fredriksen ym. 2009).

### 2.3 Kastraaation käytännöt Suomessa ja muualla Euroopassa

EU-maissa yli 80 % karjuporsaista kastroidaan tavanomaisessa tuotannossa. Poikkeuksia kuitenkin löytyy, mm. Englannista ja Irlannista, joissa kastrointia ei tehdä juuri lainkaan. Tutkimuksessa oli mukana 26 EU:n maata, sekä Sveitsi ja Norja. Kuviossa 2 on esitetty maakohtaisesti prosenttiosuus kastroiotoimenpiteen suorittamisesta karjuporsaille. (Fredriksen ym. 2009.)



Kuvio 2. Arvioidut prosenttiosuudet karjuporsaiden kastroinnin suorittamisesta (tavanomainen tuotanto) maakohtaisesti (Fredriksen ym. 2009).

Lainsäädäntö edellyttää Norjassa ja Sveitsissä puudutusaineen käyttöä tai nukutusta kastroinnin yhteydessä. Toimenpiteen ovat suorittaneet Norjassa eläinlääkärit vuodesta 2002 lähtien. (Lumb 2007.) EU:n maista Slovakia,



Tšekki, Liettua ja Viro ovat maita, joissa suurimman osan kastroatioista suorittavat eläinlääkärit. Slovenia, Unkari, Latvia, Liettua, Italia ja Kypros ovat maita, joissa kastroation suorittaa tarkoitukseen koulutettu henkilökunta (lääketieteen teknikot). Muissa maissa pääasiassa porsaan kastroinnin suorittavat tuottajat ilman kivunlievitystä tai anestesiaa. Englannissa kastroinnista on luovuttu jo noin kaksikymmentä vuotta sitten. Perusteluna on taloudellinen hyöty, joka saavutetaan karjujen nopeammalla kasvulla ja paremmalla rehunkäyttökyvyllä. (Fredriksen ym. 2009.) Vuoden 2009 alusta lähtien Hollannin suurimmat kauppa- ja eläinlääkäriliiketoimijat ovat lakanneet ostamasta ilman kivunlievitystä kastroitujen eläinten lihaa (Stuart 2007, 24-26).

Kastrointi suoritetaan EU:ssa keskimäärin 3-7 vuorokauden ikäiselle porsaalle. Yleisin apuväline kastroatioon on kastroatioteline, joka estää porsaan liikkumisen. Muita mahdollisia menetelmiä porsaan kiinnityksessä toimenpiteen aikana on ottaa porsasta toisella kädellä kiinni takajaloista tai pitää porsaan päätä jalkojen välissä. Näissä tapauksissa leikkaus pitää suorittaa ainoastaan toisella kädellä. Yleisempää oli tehdä leikkaus kahdella viillolla. Kastrointiin käytetty aika vaihteli suuresti tutkimukseen vastanneiden kesken. (Fredriksen ym. 2009.)

Anestesian käyttö EU:n maissa ei ole yleistä. Norjassa anestesia on pakollista lainsäädännön puitteissa. Unkarissa, Puolassa ja Slovakiassa vain muutamilla tiloilla anestesian käyttö on rutiininomaista. Selitys eroille on luultavasti se, että rutiininomaisen kivunlievityksen tai anestesian käyttö on vielä harvinaista koko sianlihantuotannossa. EU - maissa kivunlievitystä raportoitiin käytettävän vielä harvemmin kuin anestesiaa. Ainoastaan Alankomaissa, Sloveniassa ja Unkarissa pieni osa tiloista ilmoitti käyttävänsä kivunlievitystä poikkeuksetta. (Fredriksen ym. 2009.)

### 2.4 Kastroation vaikutus kasvuun

Kastroinnilla on todettu olevan epäsuotuisa vaikutus kasvuun. Ilman minkäänlaista kivunlievitystä tai nukutusta toimenpide aiheuttaa ylimääräistä stressiä porsaalle. Huolimattomasti tai epähygieenisesti suoritettuna kastroatio lisää porsaskuolleisuutta ja aiheuttaa bakteerien pääsyn elimistöön avohaavojen kautta. (Saario 2006, 34.)

Kasvukyvyn sekä rehussa olevan typen hyväksikäytön ja lihakkuuden on todettu olevan selvästi parempia karjuilla kuin leikoilla. Vaikka karjujen yleinen terveys onkin leikkoja parempi, ei karjujen hyvinvointia välttämättä paranna ryhmäkasvatus. Karjujen aggressiivinen käyttäytyminen toisiaan kohtaan arveluttaa. (Saario 2006, 34.)

### 3 KASTRAATION VAIHTOEHDOT

Karjun lihassa esiintyvän karjunhajun vähentämisen vuoksi karjuporsaiden käsittelyyn on kehitelty erilaisia menetelmiä. Näitä ovat perinteinen kirurginen kastratio, immunokastratio, kemiallinen kastratio sekä sperman sukupuolilajittelu. Myös karjun kasvatusmahdollisuutta lihasian tavoin on tutkittu. Erilaisia tutkimuksia on tehty karjunhajun fysiologisesta muodostumisperiaatteista. Tutkimuksien avulla on pyritty hakemaan tietämystä karjun sukupuolihormonien toiminnasta. Tiedon avulla pyritään etsimään keinoja, joilla karjunhajun muodostumista pystyttäisiin kasvatusvaiheessa vähentämään. Osa karjuporsaiden käsittelyvaihtoehdoista on vielä kehitys- ja tutkimusvaiheessa.

#### 3.1 Kastratioleikkauksen menetelmät

Kirurginen kastratio on perinteinen ja tällä hetkellä yleisin tapa, jolla pyritään estämään karjunhajun muodostumisen lihaan. Karjuporsaiden kastration suositeltavin suoritusajankohta on 3-5 vuorokauden iässä. Tämän ikäisellä porsaalla on emältä saatu vasta-ainetaso korkeimmillaan, mikä edesauttaa porsaahan toipumista kastratiotoimenpiteestä. Korkeampi vasta-ainetaso vähentää leikkauksesta aiheutuvien paiseiden sekä tulehdusten riskiä. Erityisen tärkeää olisi huolehtia hyvästä hygieniasta kastratiotoimenpiteen aikana. Tarvittaessa ihoalue on ensin puhdistettava desinfiointiaineella. (Virolainen 1999, 131.)

Alle viikon ikäiselle porsalle saa leikkauksen suorittaa asiansa osaava hoitaja joko pihdeillä tai veitsellä. Yli seitsemän päivän ikäiselle porsalle leikkauksen saa suorittaa vain eläinlääkäri anestesiaa ja kivunlievitystä käyttämällä. Kastratiotoimenpide suositellaan tehtäväksi kirurgisella veitsellä kivunlievitystä käyttämällä. Veitsen jättämä ihoaava on jäljeltään siistireunainen ja paranee yleensä hyvin. Veitsellä tehty kastratio suoritetaan tekemällä pieni viilto ihoon ja tehdystä haavasta painetaan kives ulos. Kivestä ympäröivät sidekudokset, siemenjohtimet ja verisuonet katkaistaan veitsellä. On huolehdittava, ettei kastratiohaavasta jää paranemista hidastavia sidekudospätkiä roikkumaan. (Kaaro 2012, 101–103.) Kastration voi suorittaa myös pihdeillä samoja periaatteita käyttäen. Kiveksiä ei saa repiä pois vaan ne täytyy ehdottomasti leikata. Käytettävissä olevat kastratiotelineet helpottavat työskentelyä. Telineessä porsas makaa selällään ja sen takajalat on estetty liikkumiselta. Telineen avulla hoitajalla on molemmat kädet vapana toimenpiteen suorittamiseen. (Christiansen 2004, 102.)

Ennen kastratiota on tärkeää tutkia perusteellisesti, että molemmat kivekset ovat laskeutuneet kivespussiin. Erityisesti on kiinnitettävä huomiota haemorage (suom. verenvuoto) suoleen. Haemorage suolessa tarkoitetaan sitä, että kanava, jonka läpi kivekset kulkeutuvat kivespussiin, ei supistu riittävästi. Heikon supistumisen vuoksi suolet voivat kulkeutua kiveksien tavoin kivespussiin aiheuttaen kivestyrän. (Christiansen 2004, 102.) Väljä nivuskanava taas aiheuttaa nivustyrän. Kun nivuskanavat ovat hyvin väljät, suolta pääsee vatsaontelosta ihon alle. Nivustyrä ilmenee usein vasta silloin, kun porsas on muutaman viikon ikäinen. (Laurila 1990,

45.) Tämän vuoksi alkavaa nivustyrää harvemmin huomataan varhain leikattaessa. Nivustyräporsaan leikkaus aiheuttaa sen, että porsaan suolet saattavat laskeutua leikkaushaavaan. Leikkaushaavaa voidaan tällöin yrittää sulkea teipillä, jotta suolten ulosvaluminen estyisi. Pahimmissa tapauksissa porsas voidaan joutua lopettamaan. Mikäli nivustyrä havaitaan ennen leikkausta, jätetään porsas eläinlääkärin operoitavaksi. Leikkaus suoritetaan porsalle, kun porsas painaa 10 - 15 kg. (Virolainen 1999, 131-132.)

Kastraation suorittamisessa on erityisen tärkeää huolehtia, että molemmat kivekset poistetaan. Porsas katsotaan karjuksi myynnin yhteydessä, mikäli kives on jäänyt poistamatta. (Christiansen 2004, 102.) Porsas voi olla myös salakarju eli piilokiveksinen. Kivesten laskeutumishäiriöt ovat tavallisimpia pikkuporsaiden vikoja. Salakarjulla molemmat kivekset tai vain toinen on jäänyt laskeutumatta. Kivekset jäävät piiloon vatsaontelossa olevien suolien sekaan. Karjunhajua esiintyy myös salakarjuilla, ellei kiveksiä poisteta. Salakarjuille kastraatio voidaan suorittaa vain eläinlääkärin toimesta. (Laurila 1999, 46.)

### 3.1.1 Kastraatiosta aiheutuva kipu ja kivun seuraukset

Kipua on vaikea määrittää, sillä kipu voi olla fysiologista tai psykologista. Kivun tunnistamiseen ja hoitoon tarvitaan edelleen uusia tutkimuksia. (Malavasi ym. 2006.) Karkeimpia mittareita sian kivulle ovat kasvun ja syönnin heikentyminen. Kivun tunteen sika ilmaisee usein äänellä, eli kiljumalla kimeästi. Kivun merkkejä voi olla myös pakeneminen, ontuminen tai pää vinossa kulkeminen. Krooninen kipu ilmenee usein apaattisuutena, jolloin sika makaa paljon ja vetäytyy ryhmästä. Kipua sioille aiheuttavat mahdolliset sairaudet, jalkaviat, ruoansulatusongelmat sekä hengitystiesairaudet. Olosuhteista johtuen kipua saattavat aiheuttaa mm. tappelut tai hännänpurenta. Osa hoidollisista toimenpiteistä aiheuttaa sialle kipua ja stressiä. Näitä ovat kastraatio, hännäntypistys tai leikkaukset. Hyvinvointitutkijoita sekä kuluttajia puhuttaa etenkin kastraatiotoimenpiteestä aiheutuva kipu. (Lohenoja 2009, 18-19.)

Kivun on todettu aiheuttavan porsaan elimistössä suuria muutoksia, joten kipua on vaikea hallita ja tutkia. Eläimen stressihormonien, adrenaliinin ja kortisolin erityis lisääntyminen kivun seurauksena. Adrenaliini saattaa altistaa sydäntä rytmihäiriöille ja lisääntynyt kortisolin erityis vaurioittaa ruoansulatuselimistön limakalvoja. Vaurioituneet limakalvot heikentävät elimistön puolustusjärjestelmän toimintaa ja asettavat eläimen alttiiksi tulehdussairauksille. (Mälkiä 2001, 6.) Verestä tehtyjen biokemiallisten mittausten avulla kipua pystytään selvittämään ja arvioimaan kiputasoa. Esimerkiksi, kortisoli,  $\beta$ -endorfiini ja fetanyyli ovat hormoneita, joiden pitoisuuksien avulla on selvitetty kivun voimakkuutta porsaan elimistössä. (Malavasi ym. 2006.)

Stressireaktion voimakkuus riippuu paljon eläimen aikaisemmista kokemuksista. Perusreaktio häiritsevään tilanteeseen eläimellä on varmistaa hengissä säilyminen. Eläimelle syntyy fysiologinen stressireaktio. Reaktio pysäyttää ruoansulatuksen ja elimistön

immuunipuolustusjärjestelmät. Stressinalainen eläin on tavallista valppaampi ja energia on käytettävissä puolustamiseen tai pakenemiseen. Eläin kuitenkin oppii häiriön merkityksen vastaavien havaintojen jälkeen, eikä se reagoi niihin enää yhtä voimakkaasti. Nuorilla eläimillä yleinen reaktio on lamaantuminen. Eläin kokee silloin tilanteen toivottomaksi ja antaa suoraan periksi. (Kallio 2001, 20.) Pitkään jatkunut stressi alentaa huomattavasti eläimen vastustuskykyä (Yliaho 2004, 5).

### 3.1.2 Kivunlievityksen käyttö kastraatioissa

Euroopan elintarviketurvallisuusviranomaiset tarkastelivat kivunlievitystä ja/tai paikallispuudutusta (2004). Suosituksena on, että kivunlievitystä tulisi käyttää porsaiden kastraatioissa. Stressi ja kipuherkkyys vähenivät merkittävästi, mutta kivunlievitys ei poistanut niitä kokonaan. (Von Borell ym. 2006.) Kipulääkkeen vaikutus kastraatiotoimituksen aikana aiheutuviin kipuihin on hyvin minimaalinen. Kipulääkkeiden on todettu vaikuttavan hyvin kastraation jälkeen tulevaan kipuun sekä edesauttamaan haavan nopeampaa paranemista. (Kaaro 2011b, 13.)

Paikallispuudutusta käytetään kastraatiotoimenpiteen yhteydessä vähentämään kipua kastroinnin aikana ja sen jälkeen. Puudutuksen avulla kastrointi on helpompaa ja hoitaja pystyy työskentelemään huolellisemmin porsaan ollessa rauhallisempi. Paikallispuudutus ruiskutetaan molempiin kiveksiin sekä ihon alle kohtaan, johon leikkaushaava tulee. Kivunlievityksen etuina ovat porsaiden nopeampi paraneminen sekä se että toimenpiteen jälkeen porsaat jatkavat syömistä ja normaalia käyttäytymistään paremmin. (Hulsen & Scheepens 2006, 98.) Paikallispuudutus vähentää tehokkaasti kipua ja stressin oireita. Vaikka toimenpiteessä tapahtuu ylimääräistä käsittelyä, siitä huolimatta se on paljon parempi kuin ilman puudutusta. (Giersing ym. 2006.)

Vaihtoehtona on myös kipulääkityksen ja kivesten kylmäkäsittelyn yhdistelmäsuihkeen käyttö ennen kastraatiota. Vaihtoehtoa on kokeiltu Itävallassa. Käsittelyn avulla kipukäyttäytyminen on vähentynyt toimenpiteen jälkeen ja toipuminen kastraatiosta on tavanomaista nopeampaa. (Lumb 2007, 24 -26.)

Injektiona lihakseen annettu kivunlievitys on tarkoitus antaa porsalle 20 – 30 minuuttia ennen leikkausta. Kipulääkeinjektion vaikutusaika on 1-2 vuorokautta, sillä pikkuporsilla lääkkeiden puoliintumisaika ja lääkkeen poistuminen elimistöstä ovat hitaampia kuin täyskasvuisilla eläimillä. Kipulääkkeen saaneilla eläimillä tulehdusarvot ovat alhaisemmat leikkauksen jälkeisenä päivänä verrattuna porsaisiin, joille kipulääkettä ei anneta. (Kaaro 2011a, 35.)

Sioille rekisteröidyissä kipulääkkeissä vaikuttavina aineina on ketoprofeeni, meloksikaami ja fluniksiinimeglumiini. Annosmäärät vaihtelevat valmisteen keskuudessa (Taulukko 1). Kipulääkkeiden laimennus tapahtuu steriilillä vedellä ja laimennettu kipulääke on käytettävä saman päivän aikana. Vain ketoprofeeni tai meloksikaami ovat

valmisteita, joita voidaan laimentaa. Fluniksiinimeglumiini-valmisteista laimennus vie lääkkeen tehon. (Kaaro 2011b, 12-13.)

Taulukko 1. Sioille rekisteröidyt kipulääkkeet sekä valmisteiden annosmäärät (Kaaro 2011b, 12).

Valmistenimi	Vaikuttava aine	Annostus, sika	Annos, porsas 5 kg
<b>Comforion</b>	ketoprofeeni	1 ml / 33 kg / vrk	0,15 ml
<b>Finadyne</b>	fluniksiinimeglumiini	2 ml / 45 kg / vrk	0,1 ml
<b>Ketovet</b>	ketoprofeeni	1 ml / 33 kg	0,15 ml
<b>Meflosyl</b>	meloksikaami	1 ml / 50 kg	0,1 ml
<b>Melovem, 5 mg/ml</b>	meloksikaami	2 ml / 25 kg	0,4 ml
<b>Metacam, 5 mg/ml</b>	meloksikaami	2 ml / 25 kg	0,4 ml
<b>Metacam,20 mg/ml</b>	meloksikaami	1 ml / 50 kg	0,1 ml
<b>Romefen</b>	ketoprofeeni	1 ml / 33 kg	0,15 ml

### 3.1.3 Anestesian käyttö kastraatioissa

Anestesiatoimenpide voidaan tehdä porsaalle joko nenäsuihkeella, pistoksella tai käyttämällä inhalaattoria (Von Borell 2009). Yleisanestesiaa porsaille, injektiona tai hengitettynä tehtynä, on pidetty epärealistisena toimintatapana käytännön olosuhteissa. Toimenpiteeseen kulutettu aika, sekä mahdollinen eläinlääkärin apu tuovat lisäkustannuksia tuotantoon. Anestesiaan liittyviä suurimpia riskejä on porsaskuolleisuuden lisääntyminen. (Giersing ym. 2006.)

Hiilidioksidia on ehdotettu nukutuskäyttöön, mutta CO<sub>2</sub>-anestesian käytön turvallisuutta on tutkittu vasta hyvin vähän. Hiilidioksidin käyttö tainnutuksessa ennen teurastusta on aiheuttanut ahdistusta sioissa ennen tajunnan menetystä. Optimaalinen hiilidioksidin ja hapen suhde on 30 % happea ja 70 % hiilidioksidia. (Von Borell ym. 2009.) Vaikka hiilidioksidianestesiaa on pidetty vastenmielisenä toimintatapana nukutuksessa, uusi tutkimus osoittaa, että CO<sub>2</sub> anestesia oikeilla välineillä sekä optimaalisella kaasun määrällä tehtynä voi olla tehokas ja soveltua käytännön tilatasolle (Giersing ym. 2006). Porsaan tarvitsee hengittää 1,5 minuuttia 70-prosenttista hiilidioksidikaasua ennen kuin se nukahtaa. Nukutus on syvimmillään noin 30 – 40 sekunnin kuluttua induktiosta. Kastraatiotoimenpide on pyrittävä tekemään porsaalle, kun porsas on syvimmässä nukutustilassa. Hiilidioksidimenetelmällä tehdyn kastraatiotoimenpiteen on todettu vähentävän porsaiden aggressiivista käyttäytymistä leikkauksen jälkeen. (Lumb 2007, 25.) Inhalaattorilla tehdyssä anestesiassa on ehdotettu käytettäväksi myös halotaania ja isofluraania (Von Borell ym. 2009). Halotaani ei ole hyväksytty käytettäväksi tuotantoeläimille ja isofluraanin käyttö Suomessa on sallittu ainoastaan hevosille (Eviran tuotantoeläimille hyväksytyt valmisteet 2012).

Nenäsuihkeena annettulla nukutusaineella saavutettiin anestesia 10 minuutissa (Von Borell ym. 2009). Suihkeen etuna on se, että sen antaminen ei satuta porsasta. Pahimmassa tapauksessa porsas saattaa aivastaa. Nenäsuihkeella tehdystä anestesiasta toipuminen on hitaampaa.

Toipuminen kestää keskimäärin 50 minuuttia. Hitaan toipumisen vuoksi porsaas tulle pitää erillään emosta riittävän kauan, jotta porsaas eivät jää vahingossa emon alle. Nenäsuihke anestesiavaihtoehtona on hyvin realistinen, sillä se ei vaadi eläinlääkärin läsnäoloa. Todellinen haitta nenäsuihkeella tehdyssä anestesiassa on, että suihkeen teho vaihtelee 22 %:sta 77 %:iin. (Lumb 2007, 24.)

Anestesia injektiona on helppo antaa automaattisella ruiskulla. Tutkimuksessa, jossa käytettiin 25 mg / kg ketamiinia sekä 2 mg / kg atsaperonia, oli nukahtaminen nopeaa ja kivunlievitys oli tyydyttävää. Toipuminen kesti kuitenkin kolme tuntia ja kuolleisuus oli noin 3 – 5 %. Myöhemmissä tutkimuksissa todettiin, että tällä injektioanestesialla ei saatu aikaiseksi riittävän syvää nukutusta. (Von Borell ym. 2009.)

### 3.1.4 Kirurgisesta kastraatiosta aiheutuvat komplikaatiot

Komplikaatiot eivät näytä olevan yleinen ongelma missään EU-maassa. Vaihtelevuutta on tilojen välillä, mikä kertoo että ongelma saattaa olla vain yksittäisillä maatiloilla. Kastraatiosta aiheutuvia porsaskuolemia raportoitiin EU-maissa tapahtuvan vain hyvin harvoin tai ei koskaan vuonna 2009. Yleisimpiä kastraatioista aiheutuvia ongelmia on leikkauskohdan turpoaminen, tulehdus, paiseet sekä heikentynyt yleiskunto. Myös nivel tulehdukset, tyrä ja stressi saattavat yleistyä kastraation jälkeen. (Fredriksen ym. 2009.)

Kirurginen kastratio aiheuttaa muutoksia porsaan yleiskäyttäytymisessä. Esimerkiksi imetykseen liittyvä emakon nisien hierominen vähentyy, sekä porsaiden aktiivisuus heikkenee. Nämä käyttäytymismuutokset voivat näkyä jopa 24 tunnin ajan kastraation jälkeen. Muita havaittavia oireita ovat esimerkiksi hännän heiluttaminen ja takapään raapiminen. Nämä käyttäytymismallit viittaavat haavan hitaaseen paranemiseen. (Giersing ym. 2006.) Toisilla muutoksia on havaittavissa vasta kolmen päivän jälkeen kastraatiosta. Porsaas eristäytyvät muista, niiden sosiaalinen vuorovaikutus vähenee sekä havaittavissa oli myös istumista, mikä kertoo sian terveysongelmista. (Von Borell ym. 2009.)

Veren kortisolipitoisuus lisääntyi kastraation jälkeen riippumatta porsaan iästä. Tutkimuksissa todettiin kuitenkin haavan parantumisen olevan nopeamaa neljän päivän ikäiselle kuin seitsemän, 10 tai 28 päivän ikäiselle tehtynä. (Von Borell ym. 2009.)

## 3.2 Immunokastrointi

Immunokastrointiin kehitetyllä rokotteella pyritään estämään sukupuolihormonien normaalia tuotantoa ja pienentämään kiveksiä. Kastraatorokote on käytettävissä myös Suomessa. Käyttö ei ole kuitenkaan levinnyt kovinkaan laajasti. Rokotus on tarkoitettu antaa karjuporsaille kaksi kertaa lihasikakasvatusvaiheessa. (Kaaro 2012, 103.) Ensimmäinen rokote annetaan noin kuukauden ja toinen noin neljän kuukauden ikäisenä. Toinen rokote on kuitenkin annettava viimeistään 4-5

viikkoa ennen teurastusta. (Lumb 2007.) Immunokastratio on yleisesti käytössä Australiassa, Uudessa Seelannissa, Brasiliassa, Meksikossa ja Costa Ricassa. Tanskassa immunokastratiota ei ole otettu käyttöön. (Lumb 2007.) Australiassa on menetelmää kehitelty 1980-luvulta lähtien (Saarnio 2006b, 28).

Rokotteen avulla sika saadaan muodostamaan vasta-aineita gonadotropiimien vapauttajahormonia vastaan. Vasta-aine tekee hormonin tehottomaksi, jolloin sian kehittyminen karjuksi estyy. Immunokastratiolla ei ole todettu olevan epäsuotuisaa vaikutusta eläimen kasvuun. Immunokastroitujen sikojen kasvukyvyyn on todettu olevan lähes kastroimattomien karjujen tasoa. (Saarnio 2006b.)

Immunokastroidulla karjuilla sosiaalisen ja seksuaalisen käyttäytymisen esiintyvyys oli kirurgisesti kastroitujen ja kastroimattomien karjujen välillä. Kirurgisesti leikatuilla ja immunokastroidulla karjuilla aggressiivisuus väheni ja syömiskäyttäytyminen lisääntyi. Immunokastratiossa on kuitenkin tarkasteltava eläimen hyvinvointiin kohdistuvia vaikutuksia. Rokote on suunniteltu tuottamaan hormonia eläimen kudoksiin. Hormonit voivat aiheuttaa soluvaurioita pistoskohdassa tai kivesten alueella. (Von Borell ym. 2009.) Lisäksi immunokastratio vaatii omat erityiset toimenpiteensä. Karjuja rokottavan henkilön tulee olla riittävästi koulutettu tuotteen käytöstä, jotta riskit itseensä pistämisestä voitaisiin minimoida. Hormonit voivat toimia aktiivisesti myös ihmiselle. Kahdesti annettava rokote tuo omat ajankäytölliset haasteet tuotantoon. Kuluttajien reaktiota immunokastration laajamittaisemmasta käytöstä ei ole tutkittu perusteellisesti. Rokote saattaa herättää kiistanalaisia mielipiteitä elintarviketurvallisuuden näkökulmasta. (De Roest ym. 2009.)

### 3.3 Kemiallinen kastraatio

Kemiallinen kastraatio on menetelmä, jossa karjuun pistoksena pistettävillä kemiallisilla aineilla pyritään vaikuttamaan testosteronin tuotantoon. Käytäntö on kuitenkin erilainen kuin immunokastratio, vaikka kummassakin menetelmässä eläimelle annetaan pistos. Kemiallisessa kastraatiossa käytetään kemiallisia yhdisteitä, joita ovat sinkkisuolat, formaliini ja mineraaliasetaatti. Nämä yhdisteet estävät normaalin testosteronin tuotannon ja testosteronin muuntumisen androstenoniksi. Kemialliset yhdisteet ruiskutetaan molempiin kiveksiin. (Fahim 1994.)

Kemialliseen kastraation sopivia mineraaliasetaatteja ovat sinkkiasetaatti ja kalsiumasetaatti. Annosmäärä on räätälöitävä karjun kivesten koon, sukukypsyyden ja halutun vaikutuksen perusteella. Annosmäärään vaikuttavana tekijänä voi olla myös genetiikka. On todettu 50 – 100 mg liuosta kivistä kohti olevan riittävä määrä laskemaan karjun testosteronitasoa yli 70 %. Noin 4 kk ikäiselle karjulle annokseksi tarvitaan vähintään 200 – 500 mg liuosta, jotta testosteronitaso laskee yli 70 %. Yli 4 kk ikäisille karjuille annoskoot ovat olla noin 1000 - 2500 mg,

riippuen halutusta vaikutuksesta ja injektiokerroista ennen teurastusta. (Fahim 1994.)

Kemialliseen kastraatioon on kaksi lähestymistapaa. Ensimmäisessä vaihtoehdossa aine pistetään osaksi siemenjohtimiin. Tämä aiheuttaa karjulla tukkeuman siemenjohtimissa ja estää siementen kulkeutumisen. Tämän tyyppinen kemiallinen sterilointi estää jälkeläisten saannin, mutta ei vähennä testosteronin ja muiden steroidien tuotantoa. Kemiallisessa kastraatiossa karjunhajun ehkäisemisessä käytetään toisentyypistä menetelmää. Menetelmässä kemialliset aineet ovat vastuussa kudostuoksista. Muutokset kudoksissa häiritsevät karjun kivesten toimintaa. Kemiallista kastratiota pidetään humanistisempänä tapana kuin kirurgista kastratiota. Pistos ei traumatisoi porsaita ja se voidaan antaa missä ikä- tai kehitysvaiheessa tahansa. Menetelmää voidaan käyttää vielä 4 kk ikäisille sioille, jolloin sika on saavuttamassa sukukypsyyttä. Tämän ikäisellä kirurginen kastratio olisi liian vaarallinen. (Fahim 1994.)

Kemiallisen kastration tehosta on jonkin verran tehty tutkimuksia ja tehosta on saatu viitteitä. Käyttöturvallisuus ja eläimen hyvinvointiin vaikuttavat tekijät kemiallisessa kastraatiossa vaativat kuitenkin vielä lisätutkimuksia. (Fahim 1994.)

### 3.4 Sperman sukupuolilajittelu

Siittiöiden lajittelu tarjoaisi mahdollisuuden tuottaa vain naaraita, jolloin kivuliasta kastratiota ei tarvitsisi suorittaa. Sukupuolilajiteltua siementä on saatavilla naudoilla, mutta ei sioilla. Syynä tähän on se, että siittiöiden määrä siemennettävää emakkoa kohti on suuri. Siittiöitä on arviolta noin kaksi miljardia sperma-annosta kohti. Tällä hetkellä käytettävissä oleva siittiöiden lajittelu on edelleen liian hidas, jotta sitä voitaisiin käyttää laajamittaisena menetelmän sianlihan tuotannossa. Nykyisen laitteen maksimikapasiteetti on noin 15 miljoonaa siittiötä tunnissa. (Von Borell ym. 2009.)

Brittiläinen yritys Ovasort Limited Cambridgesta on kehittänyt lajittelukoneen, jossa spermaa erottava tekniikka toimii solun pinnalla. Tarkoituksena on saada tuotannon käytettäväksi Y-kromosomeja tai X-kromosomeja sisältävää siemennestettä. Laite tuottaa tiettyjä molekyylejä jotka sitovat x-kromosomiin suuntautuneet siittiöt yhteen, jolloin sitoutumattomat y-kromosomien siittiöt jäävät vapaaksi ja ne pystytään suodattamaan näytteestä. Sitoutuneet naaraspuoliset siittiöt pystytään irrottamaan, jolloin ne voidaan ottaa tuotantoon mukaan. (New semen sexing technology 2006.) Alkioiden siirto saattaisi olla toinen vaihtoehto. Siinä on kuitenkin suurena riskinä jälkeläisten terveyden aleneminen ja selviytyminen. (Von Borell ym. 2009.)

### 3.5 Kastratiovaihtoehtojen kustannusarvioita

Kustannukset ja toimenpiteen vastaava hyöty ovat pohdittavia asioita kastration eri vaihtoehdoissa. Kustannuksiin vaikuttavat tilakoot ja



maiden eri lainsäädännöt. Seuraavat kustannusarviot neljästä eri vaihtoehdoista viittaavat tuotantokustannuksiin tilatasolla. Kustannuksia on verrattu yleiseen painotettuun keskiarvoon, joka on saavutettu yhdeksän EU-maan tunnusluvuista. Painotettu keskiarvo tuotantokustannusten noususta lihakiloa kohti on laskettu käyttämällä maakohtaisia teuraslukumääriä ja punnituskriteereitä. Tietoja on kerätty mittaamalla tuottajille ja eläinlääkäreille kertyvän lisätyön määrästä, sekä selvittämällä kustannukset rokotteista ja vaihtoehtoihin tarvittavista laitteista. Rehunhyötysuhteen kustannusedut karjuilla ja immunokastroiduilla on vähennetty rehukustannuksista. (De Roest ym. 2009.)

### Kipulääkitys ja paikallispuudutus

Kipulääkityksen anto on vaihtoehdoista vähemmän aikaa vievä. Työmäärä lisääntyy keskimäärin 0,28 minuuttia porsasta kohti eli noin 1,75 minuuttia pahnuetta kohti. Paikallispuudutuksen antaminen lisäsi työmäärää keskimäärin 0,47 minuuttia porsasta kohti, kun toimenpiteen suoritti eläinlääkäri. Tuottajan suorittamana toimenpiteeseen kului keskimäärin aikaa 0,22 minuuttia porsasta kohti. (De Roest ym. 2009.)

Useissa maissa paikallispuudutuksen antaminen injektiona on sallittu vain eläinlääkärille. Kustannusvaikutuksiin tulee merkittävä lisä, kun toimenpiteen suorittaa eläinlääkäri eikä tuottaja. Kun kastraatio suoritetaan kerran viikossa paikallispuudutusta käyttäen ilman kivunlievitystä eläinlääkärin toimesta, arvioitiin lisäkustannuksia yli 400 emakon tiloille 0,78 € karjuporsasta kohti ja alle 100 emakon tiloille jopa 2,99 € karjuporsasta kohti. Mikäli kastraatio suoritettiin useammin viikossa, arvioitiin kustannusten nousun olevan 30 – 75 % tilakoosta riippuen. Kivunlievityksen sekä paikallispuudutuksen yhteiskäyttö lisäsi kustannuksia keskimäärin 15 % pienikokoisilla tiloilla ja noin 23 % keskisuurilla tiloilla. Molemmissa vaihtoehdoissa eläinlääkärin palkkiot ja työvoimakustannukset ovat vähintään 80 % kaikista lisäkustannuksista. (De Roest ym. 2009.)

Kun paikallispuudutuksen tai kivunlievityksen suorittaa tuottaja itse kokonaiskustannukset karjuporsasta kohti laskee noin 0,30 €. Yleinen painotettu keskiarvo sianlihantuotannon kustannuksista lihakiloa kohti kasvaa 1,346 eurosta 1,347 euroon. Lihakilon kustannukset kasvavat 1,354 euroon kun paikallispuudutuksen tekee eläinlääkäri. (De Roest ym. 2009.) Suomessa kastraation yhteydessä käytetään kivunlievitystä, jonka tuottaja saa itse antaa. Kipulääkkeen kustannukseksi on arvioitu 0,10 € karjuporsasta kohti. (Kaaro 2011b.)

### Yleisanestesia inhalaattorilla tai injeksiolla

Kun kastraatiossa käytetään yleisanestesiaa inhalaattorilla tai injeksiolla, kustannukset muodostuva suurimmaksi osaksi ylimääräisestä työstä tilanpitäjälle sekä eläinlääkärin palkkioista. Lisäksi hengityslaitteiden kustannukset, poistot ja anestesiakustannukset vaikuttavat yleiskustannuksiin. Kustannuserot kasvavat tilojen kesken, ellei

toimenpidettä voi tehdä tuottaja itse. Pienillä tiloilla eläinlääkärin palvelut vaikuttavat huomattavasti porsasta kohti syntyvää kustannusten määrään. Myös hengityslaitteiden poisto on riippuvainen tilakoosta. Anestesiassa käytettäessä yleinen painotettu keskiarvo tuotantokustannuksille kasvaa 1,346 eurosta 1,354 euroon lihakiloa kohti. (De Roest ym. 2009.)

Keskimääräinen kasvu työmäärässä on noin 1 minuutti porsasta kohti inhalaattorilla tehdyssä anestesiassa. Käytettyyn aikaan on laskettu laitteiden huoltoon ja puhdistamiseen tarvittava aika operaation lopussa. Emakkomäärä vaikutti huomattavasti kustannusten vaihtelevuuteen. Lisäkustannukset olivat yli 250 emakon tilalla noin 1,34 € karjuporsasta kohti, kun taas 25 emakon tilalla kustannukset karjuporsasta kohti kasvoivat jopa 5,97 euroon. Lisäksi kustannusten poistojen sekä huoltojen osuus ovat riippuvaisia tilakoosta. Suuremmilla tiloilla poisto- ja huolto-osuudet olivat noin 20 % kokonaiskustannuksista, kun taas pienemmillä tiloilla osuus kasvoi jopa 75 prosenttiin. Anestesia- ja huolto-aineet sekä toimenpiteeseen käytetty aika porsasta kohti eivät ole riippuvaisia kastroitujen porsaiden määrästä. (De Roest ym. 2009.)

Anestesia injektiona suoritettuna kestää noin 10 – 12 sekuntia. Kustannusten on arvioitu olevan noin 1,46 € kastroitua porsasta kohti. Kustannukset eivät ole riippuvaisia tilakoosta, sillä suuria investointeja erikoisvarusteluun ei tarvita. Kuitenkin suuremmilla tiloilla anestesia inhalaattorilla tulee edullisemmaksi. Isommassa mittakaavassa olevan tuotannon on mahdollisuus hyödyntää mittakaavaetuja poistojen ja kustannusten hallinnassa. (De Roest ym. 2009.)

### Immunokastratio

Kokonaiskustannukset immunokastraatiossa arvioidaan yhdessä mahdollisten hyötyjen kanssa, kun saavutetaan parempi päiväkasvu ja rehunhyötysuhde verrattuna kirurgisesti kastroituihin porsaisiin. Rehuhyötysuhteen parannus voi korvata lähes kokonaan rokotuksen kustannukset, mutta taloudellisuus on kuitenkin riippuvainen rokotteen hinnasta. Kustannusten arvio vaihtelee kolmesta eurosta jopa 3,3 euroon karjuporsasta kohti. Kustannuksiin on laskettu rokotus sekä työvoimakustannus, joka aiheutuu kahdesta rokotuskerrasta. Kokonaiskustannuksissa, mukaan lukien tuottajan työmäärä, on kuitenkin huomioitava mahdollisten etujen, päiväkasvun sekä rehuhyötysuhteen, vaikutus ennen toista rokotusta, jolloin sika on vielä karjun kaltainen. Näillä hyödyillä on arvioitu olevan etua 4,44 euroa teurassikaa kohti sekä kokonaiskustannukset kahdesti rokotetuilla arviolta 3,65 euroa sikaa kohti. Yleinen painotettu keskiarvo tuotantokustannuksissa ei muuttunut. Arviossa on kuitenkin huomioitava, ettei laskelmaan laskettu työvoimakustannuksia, joita syntyi teurastamon kirjanpidosta. (De Roest ym. 2009.)

### Karjunkasvatus

Silloin kun karjunkasvatuksen kustannusarviossa otetaan huomioon rehuhyötysuhde sekä parempi päiväkasvu, suhteellinen kasvun parannus

vaihtelee 3 %:sta 20 %:iin eri kasvatusolosuhteissa. Säästöä tulee kasvun ja loppukasvatuksen aikana 2 – 28 rehukiloa leikkojen rehunkulutukseen verrattuna. Epäjohdonmukaisuus eri tutkimustuloksissa johtuu osittain useista tekijöistä, jotka vaikuttavat karjunkasvuun. Näitä ovat esimerkiksi rehun proteiini- ja energiapitoisuus, teuraspaino tai verrattavien leikkojen kastointi-ikä. Lisäksi on huomioitava muut olosuhteet, kuten karsinatila, virikkeet ja ilmastointi, jotka voivat vaikuttaa karjun aggressiiviseen käyttäytymiseen. Aggressiivinen käyttäytyminen tuo tuottajalle tappioita, mikäli lihaa joutuu hylkäykseen ihovaurioiden ja/tai muiden vaurioiden vuoksi. (De Roest ym. 2009.)

Karjunkasvatus toisi muutoksia sika-alalle. Jos karjunhajua sisältävälle lihalle ei ole jatkojalostusmahdollisuutta, tarvitsee karjut teurastaa nuorempina ja pienempikokoisina. Teurassaanti jää pienempikokoisista lihasioista alhaisemmaksi. Nuorempina teurastettu saattaa aiheuttaa tuottajalle alhaisempia tuloja joistakin lihaosista. Lisäksi sikatiloilta tulee vähemmän lihakiloja toimitettavaksi teurastamolle. Lisätuloja voi tulla kiertonopeudesta. (De Roest ym. 2009.)

## 4 KARJUN LIHASIKAKASVATUS

Karjujen kasvattaminen leikkaamattomina parantaa niiden hyvinvointia varhaisessa kasvuvaiheessa, koska ne eivät ole alttiita kivuliaalle ja epämukavalle kastroinnille. Toisaalta hyvinvointi saattaa heikentyä loppukasvatusvaiheessa, sillä karjut käyttäytyvät aggressiivisemmin toisiaan kohtaan. Lisäksi niillä saattaa esiintyä alakuloista käyttäytymistä enemmän verrattuna leikkoihin. (Von Borell ym. 2009.) Kun kastraatiota tarkastellaan hyvinvoinnin kannalta ja sen aiheuttamaa ylimääräistä kipua tutkitaan, tulisi huomioida myöhemmän kasvun aikana karjun muuttuva käyttäytyminen, mikäli kastraatio jätetään suorittamatta. Karjunhaju alkaa muodostua karjunlihaan murrosiän aikana. (Rydhmer ym. 2006.) Merkittävin este karjun leikkaamattomana kasvattamiselle on karjunhajun esiintyvyys ja hajun havaitsemisen vaikeus (Lundström ym. 2009). Sukukypsyyden karju saavuttaa noin puolenvuoden iässä (Kaaro 2012, 89).

### 4.1 Karjun kasvutehokkuus

Karjujen raportoituihin kasvueroihin todennäköisesti vaikuttaa rotu, ruokintatapa, rehun laatu ja teuraspaino. Karjun kasvatuksen etuja verrattuna leikkoihin on karjun kasvuvauhti, joka voi olla jopa 13 % parempi. Karjut voivat syödä tutkimuksien mukaan jopa 9 % vähemmän rehua ja rehun muuntaminen elopainoksi on 8 – 14 % tehokkaampaa. Ruho on keskimäärin 20 % kevyempi kuin leikolla teurastushetkellä (poikkeuksellinen ero tallennettu eräässä tutkimuksessa 40 %). (Lundström ym. 2009.) Nykyisessä tuotannossa leikot kasvavat imisiä paremmin ja usein rasvoittuvat helpommin. Karjujen ja imisien vapaa rehun syönti on keskimäärin samansuuruinen 25 kilosta lähtien. Leikot syövät rehua keskimäärin 5-15 % enemmän kuin karjut ja imisät.

Lihasikakasvatuksen loppuvaiheessa ero yleensä kasvaa ja tämä lisää entisestään rasvoittumisen riskiä. (Partanen & Perttilä 2012, 58.)

Karjujen parempi kasvukyky tarkoittaa sitä että karjut kuluttavat vähemmän rehua tuotannon ollessa laajamittaista (Lundström ym. 2009). Lisäksi karjujen typenkäyttö on tehokkaampaa. Karjun lanta kuormittaa vähemmän ympäristöä, sillä lannan typpipitoisuus on pienempi kuin leikoilla. (Bonneau 1998.) Toisaalta on myös todistettu että karjun vähärasvaisen lihan kasvuvauhti on heikentynyt, kun tarkasteltavaksi on valittu sikarotuja, jotka ovat geneettisesti hoikka-karakenteisempia (Lundström ym. 2009).

### 4.2 Karjujen keskinäinen käyttäytyminen ryhmäkasvatuksessa

Kun karjut lähestyvät sukukypsyyttä, niiden kiveksissä muodostuvan testosteronin määrä kasvaa. Tämä vaikuttaa karjun käyttäytymiseen. Luonnossa siat elävät matriarkalisissa perheryhmissä, joihin nuoret karjut liittyvät vain löyhästi. Luonnossa vanhemmat karjut ovat tekemisissä muiden sikojen kanssa vain paritteluajana. Muun ajan karjut elävät yksin. (Rydhmer ym. 2006.)

Ryhmässä kasvatettavien sikojen keskuudessa on aggressiivista käyttäytymistä kahta lajia. Ensimmäinen on lyhytaikainen, intensiivinen taistelu. Tämä syntyy useimmiten kun eri pahnueiden porsaita on sekoitettu keskenään vieroituksen yhteydessä. Siat taistelevat keskenään uudesta arvojärjestyksestä. Toinen on pitkän aikavälin kilpailua resursseista tai rehuista. Kun hierarkia on saatu järjestykseen, ensimmäisenä mainittu aggressiivinen vuorovaikutus vähenee. Tämän jälkeen aggressiivista käyttäytymistä esiintyy enimmäkseen ruokinnan aikana. (Rydhmer ym. 2006.)

Tutkimus, jossa oli 406 sikaa sijoitettu niin, että karsinassa oli joko pelkästään naaraita, uroksia tai molempia sukupuolia sisältävä sekakarsina, vahvasti aggressiivisen käyttäytymisen olevan yhteydessä sikojen kasvunopeuteen. Karjuilla käyttäytyminen oli selkeästi aggressiivisempaa kuin naarailla. Karjuilla todettiin enemmän loukkaantumisia sekä sekaporukoissa että karjuporukoissa. Tutkimuksessa olleista karjuista 15 %:lla ja naaraista 6 %:lla todettiin terveysongelmia, ontumisia tai loukkaantumisia, jalkojen alueella. Aggressiivisuus laski loppukasvatuskautena, mutta kun kolme suurinta eläintä poistettiin 155 päivän ikäisenä, aggressio kasvoi jäljellä olevien sikojen keskuudessa. Kokonaisuudessa taistelukäyttäytymistä raportoitiin karjuilla 2,6 – 6,8 esiintymää sikaa kohti tunnissa ja naarailla 1,0 – 1,8 esiintymää sika kohti tunnissa. (Von Borell ym. 2009.)

Fredriksen, Lium, Marka, Mosveen ja Nafstad (2008) suorittivat tutkimuksen, jossa tavoitteena oli selvittää karjujen kasvatusta sisarusryhmissä. Osa pahnueista kasvatettiin syntymästä teurastukseen asti samassa pahnueessa, ilman sekoitusta. Tämän tutkimuksen kohderyhmät muodostuivat kolmesta erilaisesta ryhmäkoostumuksesta: sisarusryhmä (karjut sekä imisät), sekaryhmä eri pahnueista (karjut sekä imisät) ja

kastroitu sisarusryhmä (kastroidut karjut sekä imisät). Karjujen aiheuttamat mahdolliset ongelmat ryhmäkasvatuksessa oli tiedossa. Ihovaurioita rekisteröitiin enemmän karjuilla kuin imisillä tai leikoilla. Tutkimus osoitti, että karjujen kasvatus sisarusryhmissä vähentää aggressiivista käyttäytymistä vaikka aggressiivinen käyttäytymisjakso oli voimakkaampi karju ja imisä -sisarusryhmässä kuin leikko ja imisä -sisarusryhmässä. Ihovauriot olivat karju ja imisä -sisarusryhmällä samalla tasolla kuin leikko ja imisä -sisarusryhmässä. Havainnot viittaavat siihen, että karjujen kasvattaminen sisarusryhmissä voi olla sopiva strategia, jolla parannetaan eläinten hyvinvointia karjujen sianlihantuotannossa. Sisarusryhmissä kasvattaminen vähentää karjujen aggressiivista ja seksuaalista käyttäytymistä lajitovereita kohtaan. (Fredriksen ym. 2008.)

Mahdollisia eroja käyttäytymisestä, tuotantotuloksista ja lihan laadusta karjujen ja imisien välillä on tutkittu eri menetelmin. Käyttäytymiseen liittyvän tutkimuksen ovat suorittaneet myös Vanheukelom, Van Beirendonck, Van Thielen ja Driessen vuonna 2012. Heidän tutkimuksessaan karjut ja imisät lajiteltiin sukupuolittain eri karsinoihin, mutta näköyhteys karsinoiden välillä säilytettiin. Vierekkäisiin karsinoihin sijoitettiin joko samaa sukupuolta tai vastakkaista sukupuolta edustava ryhmä. Tarkoituksena oli arvioida imisien ja karjujen välisiä eroja loppukasvatusvaiheessa samaa sukupuolta sisältävissä karsinoissa ja vaikuttaako tuloksiin kun viereisessä karsinassa asuu eri sukupuolta edustavia sikoja.

Vanheukelomin ym. (2012) tekemän tutkimuksen mukaan karjut olivat aktiivisempia kuin imisät. Karjuilla esiintyi enemmän aggressiivista ja seksuaalista käyttäytymistä kuin imisillä. Tässä tutkimuksessa ei havaittu ontumisia tai jalkavammoja. Imisäryhmien vieressä sijaitsevilla karjuryhmissä havaittiin enemmän tutkimis- ja juomiskäyttäytymistä kuin karjuryhmissä joiden vieressä oli vain karjuporsaita. Karjuilla, jotka eivät olleet kosketuksissa imisiin, esiintyi vähemmän puremiskäyttäytymistä. Karjujen kasvu oli loppuvaiheessa parempi, mutta ihovauriot olivat yleisempiä. Tutkimuksessa todettiin, että karjun läsnäolo voi stimuloida imisien puberteetin alkamista ja päinvastoin. Koska aggressiivinen käyttäytyminen ja androstenonin muodostuminen alkaa karjulla puberteetin aikana, ovat nämä tiedot huomion arvoisia karjun lihasikakasvatuksessa (Rydhmer ym. 2006). Tutkimuksessa tehtyjen havaintojen perusteella suositellaan sukupuolilajittelua lihasikakasvatuksessa. Menetelmää voidaan myös tehostaa lajittelemalla sukupuolittain eri osastoihin. (Vanheukelom ym. 2012.) Tämänhetkessä sianlihantuotannossa suositellaan sukupuolittain lajittelua lihasikakasvatusvaiheessa myös ruokinnallisista syistä.

Karjujen aggressiivisuuteen liittyy myös nopea kasvu. Kuitenkaan ei suositella, että samassa karsinassa nopeammin kasvavat siat teurastettaisiin aikaisemmin, sillä se näyttää lisäävän aggressiivista käyttäytymistä jäljelle jäävillä sioilla. (Rydhmer ym. 2006.) Suurimman sian poistaminen karsinasta teuraaksi aiheuttaa ryhmässä taisteluiden kaksinkertaistumisen. Vaikka tämä ongelma on havaittavissa jo nykyisessä tuotannossa imisillä ja leikoilla, kokeen tulokset viittaavat siihen, että

ongelman laajuus lisääntyy huomattavasti kastroinnin kieltämisen myötä. (Fredriksen & Hexeberg 2009.) Lisäksi eri rotujen välillä on havaittu eroja aggressiivisen käyttäytymisen esiintymisessä (Sathert ym.1995).

### 4.3 Karjun ruhon ja lihan laatu

Sian ruhonlaatuun vaikuttavista tekijöistä tärkeimpiä ovat ruhon ominaisuudet kuten rasvapitoisuus ja visuaalinen ilme. Tärkeimmät aistinvaraiset laatutekijät tulevat kuitenkin lihan kypsennysvaiheessa. Näitä ovat haju, rakenne ja maku, joiden negatiivisesti korostuneet ominaisuudet voivat helposti vaikuttaa kuluttajaankin negatiivisesti. (Lundström ym. 2009.) Kuluttajien haluama laatu tuo erilaisia toimenpiteitä tuotantoketjuun (Partanen & Perttilä 2012, 83).

Karjujen kasvattaminen on kannattavampaa, paitsi niiden kasvunopeuden etujen vuoksi, myös paremman lihanlaadun vuoksi. Lihan laadun parempi ominaisuus johtuu karjun kevyemmästä teurasruhosta sekä lihan korkeammasta proteiinipitoisuudesta. Kylkisilavan paksuus vaihtelee 9 %:n ja 21 %:n välillä. Pienempi rasvakudoksen määrä lihassa on usein houkuttelevampi myös kuluttajalle. Monet tutkimukset kertovat että lihas- ja rasvakudokset eroavat leikoilla ja karjuilla. Karjun liha on punaisempaa ja sen kosteuden säilömissäkyky on parempi. Lisäksi karjunlihan alempi rasvapitoisuus ja korkeampi tyydyttymättömien rasvahappojen määrä katsotaan suotuisammaksi ihmisten ruokavalion näkökulmasta. Negatiivisia karjunruhon laatutekijöitä, joilla on vaikutusta taloudelliseen arvoon, on karjujen teurastus nuorempina eli pienempi kokoisina. (Lundström ym. 2009.)

Rasvakudosten vesipitoisuuden ja tyydyttymättömien rasvahappojen korkeampi määrä saattaa jollain tasolla tuoda ongelmia rasvan käsittelyyn karjunlihassa. Rasvan laatu ei ole huonompi kuin leikoilla, mutta pehmeämpi rasva tuo käsittelyyn omat haasteensa ja se härskiintyy nopeammin. (Bonneau 1998.)

Lihakkuuden perusta on porsaan perimässä. Kasvun ja rehuhyötysuhteen periytyvyys on 26 – 27 %. Eli toinen puoli lihan osuudesta tehdään pääasiassa ruokintateknisin keinoin. Sika kasvaa taloudellisesti punaista lihaa noin 60 elopainokiloon asti. Sian lihakkuutta pyritäänkin parantamaan rajoittamalla sikojen ruokintaa 60 – 70 kilon painoisena, jolloin kasvu on pääasiassa nopeaa rasvakerroksen kasvattamista. Noin 60 kiloon asti sian pitäisi syödä vapaasti, jotta punaisen lihan kasvuvaihe tulisi mahdollisimman tehokkaasti hyödynnettyä. Rehuyksikköjä pitäisi kulua noin 2,9 vuorokaudessa. (Yliaho 2002, 38.)

### 4.4 Karjunhajun muodostuminen

Karjunhaju muodostuu androstenonista, skatolista ja indolista. Pääasiassa haju muodostuu kahdesta yhdisteestä, androstenonista (5a-androst-16-ene-3-oni) ja skatolista (3-metyyli-indoli). Indoli vaikuttaa pienissä määrin hajun muodostumiseen. Karjunhaju ei ole kuitenkaan pelkästään näiden

yhdisteiden hajua, vaan nämä vaikuttavat toisiinsa. Muut tekijät, esimerkiksi sian rasvan haju tuovat oman lisänsä hajun muodostumiseen. (Saario 2006, 34-35.)

Androstenoni ja muut 16-androstenoni steroidit muodostuvat kiveksissä androgeenin ja estrogeenin kanssa (Bonneau 1998). Androstenoni on rasvaliukoinen ja varastoituu rasvaan. Varastoitumaton osa androstenonista kulkeutuu leuanalussylikirauhasiin. Karjun syljessään erittämä androstenoni toimii feromonina (sukupuolista käyttäytymistä ohjaava hajuaine). Androstenonin haju muistuttaa lähinnä virtsan hajua ja sen määrä vaihtelee karjun veressä yhdessä testosteronin kanssa. (Saario 2006, 34-35.)

Androstenonin muodostuminen on alhainen nuorilla porsailla ja se kasvaa tasaisesti murrosiän aikana. Murrosiän aikana myös muut kivesten steroidien, androgeenin ja estrogeenin, määrät kasvavat. (Bonneau 1998.) Kun veren testosteronipitoisuus lisääntyy sukukypsää ikää lähestyvällä karjulla, muodostuu vereen androstenonia. Androstenonin on osoitettu vähentävän porsaiden pelkokäyttäytymistä, mutta sillä ei ole maskulinisoivaa vaikutusta toisin kuin testosteronilla. (Saario 2006, 34-35.)

Skatoli muodostuu umpi- ja paksusuolella mikrobien toiminnan tuloksena. Mikrobit muuttavat tryptofaani-aminohappoa indoliksi ja siitä edelleen skatoliksi. Skatolia muodostuu kaikkien sikojen ruoansulatuskanavassa ja sen hajua kuvataan ulosteenomaiseksi. Sioille skatoli ei ole myrkyllistä, mutta märehtijöillä se vaurioittaa keuhkoja. Fysiologista merkitystä tai tehtävää ei skatolilla sian elimistössä ole. Skatolin maksassa tapahtuvaan aineenvaihduntaan vaikuttaa androstenoni. Skatolin määrää sian silavassa on todettu olevan enemmän sioilla, joiden skatolia hajottavien maksaentsyymien aktiivisuus oli heikko. Skatoli erittyy ulosteen mukana, mutta valtaosa paksusuolesta verenkiertoon imeytyvästä skatolista hajoaa maksassa. Hajoamaton skatoli kertyy rasvakudokseen. Karjujen ja emakoiden välillä ei ole havaittu eroja suolistossa tuotetun skatolin määrässä. Mutta karjujen silavassa taas on todettu skatolia olevan leikkoja ja emakoita enemmän. (Saario 2006, 34-35.)

#### 4.5 Ruokinnan, iän ja olosuhteiden vaikutukset karjunhajuun

Skatolin määrään vaikuttaa suoraan ruoansulatuskanavan mikrobikanta. Mikrobitasapainoon taas vaikuttaa suoraan ruokintatapa ja rehun koostumus. Ruokinnalla on jonkin verran vaikutusta skatolin muodostumiselle. Se kuinka paljon ruoassa on skatolin muodostumiseen tarvittavia raaka-aineita, on olennainen osa skatolipitoisuuden määrälle. Toistaiseksi tulokset ruokinnan vaikutuksesta silavaan kertyvän skatolin määrästä ovat jossain määrin ristiriitaisia. (Saario 2006, 34-35.)

Ruokinnan vaikutuksesta androstenonin määrään tiedetään yleisesti kovin vähän. Ruokinnan voimakkuudella on todettu olevan enemmän merkitystä

kuin yksittäisellä ravintoaineella. Esimerkiksi sukukypsyys saavutetaan nuorempana energiapitoisella ruokinnalla. (Saario 2006, 34-35.)

Skatolin ja indolin tasoihin vaikuttaa myös karjun ikä. Puhdasrotuisille karjuille tehdyn tutkimuksen avulla selvitettiin karjunhajun määrää eri-ikäisillä. Kaikilla roduilla skatolipitoisuudet olivat ikääntymiseen sekä murrosikään liittyviä. Skatolitasot olivat alhaiset 150- 180 päivän ikäisillä ja korkeimmillaan 180 - 190 ja 240 - 360 päivän ikäisinä, rodusta riippuen. Pitoisuudet laskivat kullakin rodulla tämän jälkeen. Yorkshirellä ja maatiaisella skatolin korkein taso havaittiin keskimäärin 190 ja 260 päivän ikäisinä. Hampshirellä korkein skatolipitoisuus mitattiin jopa 360 päivän iässä ja durocilla korkeimmat skatolipitoisuudet havaittiin 310 päivän iässä. Myös indolipitoisuus on riippuvainen iästä ja lisäksi sen esiintymisessä on myös rotujen välisiä eroja. (Babol ym. 2004.)

Skatolin makua on todettu olevan enemmän likaisilla sioilla. Koska skatoli imeytyy ulosteesta ihon läpi lihaan, on olosuhteiden puhtaudesta merkitystä lihan skatolipitoisuuteen. Myös ilmaston merkitys skatolipitoisuuteen on olennainen. Luontaisesti sika pyrkii liian lämpöisissä olosuhteissa viilentämään itseään kosteuttamalla ihon pintaa. Valitettavasti karsinoissa se usein tarkoittaa rypemistä lannassa. (Giersing ym. 2006.)

#### 4.6 Genetiikan vaikutus karjunhajun voimakkuuteen

Xuen ym. (1996) tekemässä tutkimuksessa tutkittiin eri rotujen välisiä eroja karjunhajussa. Tutkimuksessa oli mukana yhteensä 228 karjua, roduista duroc, hampshire, yorkshire sekä maatiainen. Tutkittavat näytteet otettiin sylkirauhasista ja silavasta aistinvaraisella ja kemiallisella analyysillä.

Tutkimuksen havainnot viittasivat geneettisten erojen olemassaoloon karjunhajua muodostavien yhdisteiden välillä. Tutkittujen rotujen keskuudessa maatiaisilla oli keskimääräisesti alhaisimmat steroidi- ja skatolipitoisuudet kudoksissa. Hampshireillä ja duroceilla oli korkeimmat steroidipitoisuudet ja suurempi osuus haisevan lihan raja-arvon ylittävistä sioista oli näistä kahdesta rodusta. Tutkimuksessa suljettiin iän, elo- ja teuraspainon vaikutukset pois kudosten steroiditason mittauksesta. Tämän avulla pääteltiin mitattujen steroiditason erojen johtuvan eriaikaisesta seksuaalisesta kypsymisestä. Geneettisiä eroja murrosiän alkamisesta on raportoitu aiemmin kyseisillä roduilla. (Xue ym. 1996.)

Skatolipitoisuudet olivat alhaisempia maatiaisilla kuin kolmella muulla tutkimuksessa olevalla rodulla. Ero oli lähinnä numeerinen, joka on käytännössä merkityksetön. Koska skatolin muodostavat paksusuolen bakteerit, voi ympäristöolosuhteilla olla vaikutusta genetiikan lisäksi. Tämän vuoksi skatolipitoisuudet voivat vaihdella eri tutkimuksissa. (Xue ym. 1996.) Andostenonipitoisuudet useimmiten määräytyvät geneettisistä tekijöistä. Kuitenkin molempien hajua muodostavien yhdisteiden pitoisuus nousee vasta kun eläin on saavuttanut jonkinasteisen sukukypsyyden. (Boneau 1998.)



Kun karjunhajun tasoja vertaillaan rotujen välillä, on tarkastelu tehtävä kriittisesti. Karjunhajun tasojen vaihtelevuus roduissa johtuu rotujen geneettisestä monimuotoisuudesta eri maiden välillä. On myös huomioitava mahdolliset erot tutkimuksissa käytetyistä analyysimenetelmistä. (Alluwé ym. 2011.)

### 4.7 Keinoja karjunhajua muodostavien yhdisteiden vähentämiseksi

Kuten aiemmin raportissa todettiin, kasvatusolosuhteilla ja ruokinnalla on vaikutusta karjunhajua muodostavien yhdisteiden pitoisuuksille. Molempia yhdisteitä voidaan vähentää hidastamalla karjun seksuaalista kehitystä. Skatolitasoa pystytään paremmin ohjailemaan kasvatusolosuhteilla sekä ruokinnalla, kun taas androstenonin hallinta vaatii enemmän. (Bonneau 1998.)

Skatolin muodostumista lihaan pystytään jonkin verran rajoittamaan olosuhteilla, pitämällä siat puhtaina. Kuten edellä mainittiin, lannasta saattaa ihon läpi imeytyä lihaan skatolia. Sian oman kehon lämpötilan säätelyä voidaan edesauttaa automaattisella korkeapainesumutusjärjestelmällä, jolloin sian ei tarvitse lannassa rypemällä viilentää kehoaan. (Giersing ym. 2006.)

Skatolipitoisuutta pystytään vähentämään tarjoamalla sialle jatkuva vedensaanti ja käyttämällä liemiruokintaa. Lisäksi matalalla proteiineruokavaliolla on todettu olevan skatolipitoisuutta vähentävä vaikutus. Aiemmillä tutkimuksilla on osoitettu, että skatolipitoisuutta rasvakudoksessa pystytään vähentämään huomattavasti lisäämällä sikojen ruokintaan inuliinia ja bikarbonaattia (ruokasoodaa) muutamaa päivää ennen teurastusta. Lisäksi sinkkibasitrasiniin tai zeoliitin käyttö ruokavaliossa vähensi tehokkaasti rasvan skatolipitoisuutta. (Bonneau 1998.) Ennen teurastusta 12 tunnin paaston on todettu vähentävän sialan skatolipitoisuutta (Saarnio 2006, 35). Useat tekijät, kuten rehu- ja ruokintamenetelmät, hygieniatoimenpiteet ja paremmat olosuhteet liittyvät skatolitason alentamiseen karjun ruhoissa (Fredriksen ym. 2006).

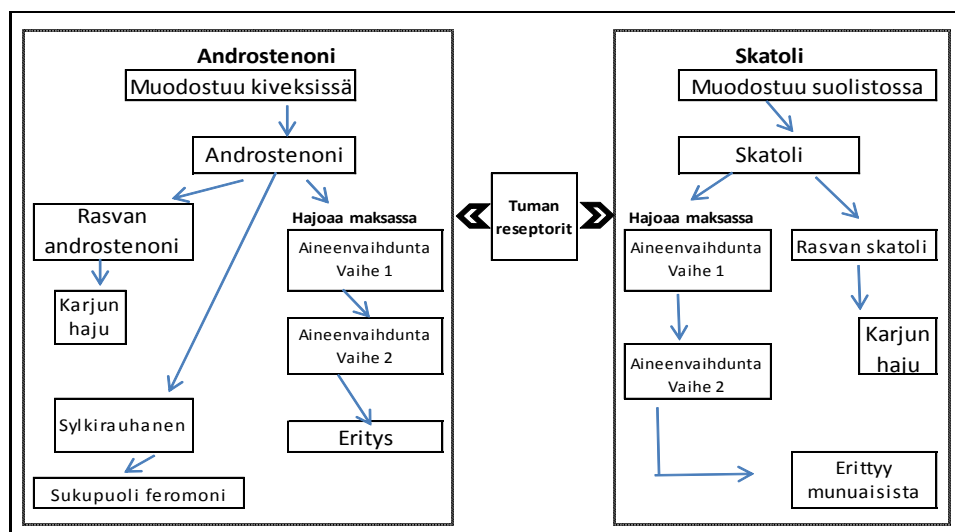
Androstenonipitoisuuksien vähentäminen on osoittanut vaikeammaksi (Fredriksen ym. 2006). Koska androstenonipitoisuuden periytyvyys on korkea, sen vähentämiseen valittavat toimenpiteet todennäköisesti johtavat myös androgeenien ja estrogeenien vähenemiseen. Tämä vaikuttaisi negatiivisesti karjun kasvukykyyn. Jos halutaan vaikuttaa androstenonin vähentämiseen ilman että syntyy negatiivista vaikutusta seksuaaliseen kypsymiseen, on yhtenä mahdollisuutena käyttää valintaindeksinä kivesten tai bulbouretraalirauhasten kehitystä. Vaikka biologisesti pystyttäisiin vaikuttamaan androstenonin määrään, toiminnan ei uskota olevan realistista käytännössä. Pitoisuuden vähentämiseksi ilman kielteistä vaikutusta androgeenin tai estrogeenin tuotannolle ei ole löydetty. (Bonneau 1998.) Sekoitetuissa, toisilleen tuntemattomissa, porsasryhmissä vieraat lajitoverit stimuloivat murrosiän alkamista. Tämän mukaan pahnueiden sekoituksen välttäminen viivästyttäisi murrosiän alkamista.

Viivästynyt murrosikä vaikuttaa suoraan androstenonitasoon. (Fredriksen ym. 2006.)

Molempien hajua aiheuttavien yhdisteiden vähentäminen onnistuisi myöhäisellä kastroitiolla loppukasvatuksen aikana. Samalla karjun kasvukyvyyn hyöty säilyisi. Karjun kastroimisen kaksi tai kolme viikkoa ennen teurastusta on todettu laskevan androstenonitasot samalle tasolle kuin alle viikon ikäisenä kastroidulla. Kuitenkaan kirurgista kastroitiota ei voi käytännössä suorittaa. (Bonneau 1998.)

Karjujen alhaisemman teurastusiän on todettu vähentävän karjun hajua lihassa. Esimerkiksi Iso-Britanniassa siat teurastetaan huomattavasti nuorempina. EU-alueella siat teurastetaan keskimäärin 86 – 88 kilogramman välillä. (Fredrikssen ym. 2009.) Suomessa vuonna 2012 teurastettujen lihasikojen keskimääräinen ruhopaino oli 88,1 kg (TIKE, teurastamotilasto). Kun tavoitellaan karjunhajun vähentämistä lihassa, on huomioitava, että teuraspaino on roturiippuvainen. Tutkimukset osoittavat, että karjunhajua on mahdollisuus minimoida määrittämällä kullekin rodulle optimaalinen teuraspaino. (Alluwé ym. 2011.) Korkeita skatoli- ja androstenonitasoja löytyy kuitenkin myös nuorten karjujen rasvasta (ikä 110 päivää) (Aldal ym. 2005).

Maksan aineenvaihdunta on tärkeässä roolissa karjunhajua muodostavien yhdisteiden esiintymisessä. Kivesten muodostamalla androstenonilla on vaikutus maksassa tapahtuvaan, verenkiertoon imeytyneen, skatolin hajoamiselle. Sukupuolisteroidien pitoisuuksien kasvu, erityisesti estrogeenin, liittyy molempien karjunhajua aiheuttavien yhdisteiden pitoisuuden kasvuun. Lisätutkimuksia tarvitaan selvittämään androstenonin ja steroidien aineenvaihduntaa säätelevät tekijät, jotta yhdisteiden pitoisuuksia pystyttäisiin säätelemään. (Babol ym. 1999.) Maksalla on keskeinen rooli yhdisteiden aineenvaihdunnassa, mutta molemmat aineet kulkeutuvat myös veren kautta suoraan rasvakudokseen. Androstenonin ja skatolin aineenvaihdunnan reittejä on esitetty yhteenvetona kuviossa 3. (Zamaratskaia & Squires 2009.)



Kuvio 3. Yhteenveto androstenonin ja skatolin aineenvaihduntareiteistä ja niiden vaikutuksesta tumareseptoreissa (Zamaratskaia & Squires 2009).

## 5 KARJUNHAJUN TUNNISTAMINEN LIHANJALOSTUKSESSA

Teurastamoille pyritään kehittämään laitetta, joka tunnistaisi epämiellyttävälle tuoksuille ruhot (Kaaro 2012, 103). Elektronista nenää on kehitelty elintarviketeollisuuden avuksi valvomaan esimerkiksi elintarvikkeiden tuoreutta. Laitetta kehitellään myös karjunhajun tunnistukseen. Elektronisen nenän tarkoituksena on tunnistaa karjunhaju kokonaisuutena. Tämä tuottaa hankaluuksia, sillä haju ei muodostu ainoastaan androstenonin ja skatolin hajusta vaan hajuprofiili, jonka elektroninen nenä tunnistaa, koostuu kahdeksasta signaalista. (Saario 2006b, 29.) Elektronisen nenän tekniikka perustuu ioniliikkuvuuspektrometriaan (Ion mobility Spectrometry, IMS). Tämä voi olla mahdollinen menetelmä tulevaisuudessa nopeaan karjujen lajitteluun teurastuslinjalla. (Vestergaard ym. 2006.)

Tällä hetkellä EU:ssa ei ole yhdenmukaistettua menetelmää karjunhajun havaitsemiseksi. Karjun hajua on tutkittu erilaisilla menetelmillä, mm. kemiallisella anturilla (elektroninen nenä), massaspektrometrialla, kaasukromatografialla sekä bioantureilla. Tähän mennessä kehitellyt menetelmät ovat vielä suurimmalta osalta tutkimus- ja kehitysvaiheessa. Menetelmän täytyisi olla kuitenkin 100 %:sen varma, jotta sitä voitaisiin käyttää teollisuudessa. Testien väärä analyysi on 5 – 20 %:n luokkaa. Tämä aiheuttaa liian suuren riskin siitä, että karjunhajun pilaama liha joutuisi kuluttajille. Lisäksi edellä mainitut analyysimenetelmät ovat vielä teollisuuden osalta kustannustehottomia. Analyysiin kuluvan ajan pitäisi olla lyhyt, noin 1-60 sekuntia. Näytteenottokapasiteetin täytyisi olla useita satoja ruhoja tunnissa, jotta menetelmä toimisi teurastamolla. (Lundström ym. 2009.)

### 5.1 Karjunhajun muodostavien yhdisteiden pitoisuudet ja niiden raja-arvot

EU:ssa on määritelty maksimiarvoja karjunhajua muodostavien yhdisteiden pitoisuudelle. Määritelmät ylittävä ruho katsotaan hajusta pilaantuneeksi. Määritelmät ovat 0,5 - 1,0 ppm androstenonille ja 0,25 ppm skatolille. Näiden kynnsarvojen alapuolelle jäävä liha katsotaan kaupallisesti käyttökelpoiseksi. (Xue ym. 1996.) Suhteellisen suuri vaihteluväli androstenonilla johtuu todennäköisesti yksilön kyvystä havaita androstenonin hajua. (Lundström ym. 2009.)

Kuluttajien reaktiot karjunhajuun ovat erilaiset. Jopa 99 % tutkimukseen osallistuneista kuluttajista olivat herkkiä skatolille, loput olivat herkempiä androstenonille. Tutkimusten mukaan yleensä naiset ovat hajuille herkempiä. Myös ihmisen genotyyppi vaikuttaa hajun aistimisherkkyyteen. (Lundström ym. 2009.)

Androstenonin pitoisuus lihassa, ja tietyissä määrin skatolin pitoisuus, on riippuvainen rasvapitoisuudesta. Androstenonia ei voitu havaita rasvattomasta lihasta. (Lundström ym. 2009.) Teuraspainot ruhoissa, joissa karjunhajua esiintyy, ovat hyvin vaihtelevia. Vaihtelevuus on 10 – 75 %. Suuri vaihtelevuus karjunhajun esiintymisestä johtui tutkimuksissa olevasta rodusta, maiden välisistä ruokatottumuksista sekä karjunlihan

hyväksymisestä. Ainoastaan kuluttajatutkimuksista mitattuna saadaan melko epäjohdonmukainen ero tuloksissa. (Bonneau 1998.) Vaihtelevuudessa on otettava iän vaikutus huomioon, eli on määritettävä minkä ikäiselle karjulle skatolipitoisuuden mittaamisen voi tehdä. Lisäksi tässäkin on huomioitava rotujen väliset erot. Lisätutkimuksia tarvitaan edelleen määrittämään rodun ja iän vaikutukset skatolipitoisuuteen roturisteyksillä. (Babol ym. 2004.)

### 5.2 Hajua sisältävien lihatuotteiden jatkokäsittely

Lämpötila vaikuttaa hajun havaitsemiseen. Kun liha tai lihavalmisteet kulutetaan kylmänä, ei karjunhajua havaita. Saman tuotteen nauttiminen lämpimänä saattaa tuoda karjunhajun esille. Koska lämpötila vaikuttaa hajun havaitsemiseen, tekee tämä ominaisuus markkinoille mahdolliseksi käyttää jonkin verran karjunhajuista lihaa. Esimerkiksi salami kulutetaan yleensä kylmänä. Riskinä on kuitenkin, että kuluttaja käyttää tuotetta lämpimien ruokien ainesosissa. Androstenonin hajun voimakkuus kasvoi jäädytetyssä näytteessä, kun taas skatolin hajun havaitseminen heikkeni. Makkaran valmistus on yksi tapa käyttää karjunhajua sisältävää lihaa. Tutkimuksissa todettiin että enintään 25 % hajua sisältävää lihaa voidaan käyttää savustettuihin makkaroihin, ilman että sillä on kielteistä vaikutusta kuluttajiin, mikäli tuote kulutetaan kylmänä. Lämpimänä nautittuna haisevan lihan prosenttiosuus laskee 6 - 12 %. Karjunhajua pystytään peittämään maustamalla. Esimerkiksi oregano ja nestesavua sisältävä marinadi peittää melko tehokkaasti karjunhajua. Lisäksi makkaroiden fermentointi sekä savustaminen vähentävät tehokkaasti karjunhajun havaitsemista. (Lundström ym. 2009.) Yhdysvalloissa ja Australiassa on kokeiltu lihan käsittelyä suola- ja natriumfosfaattiliuoksella. Tarkoituksena on parantaa lihan makua ja mureutta. Tämä keino saattaa myös peittää riittävästi karjunhajua lihasta. (Lumb 2007.)

Kuluttajien tieto karjunhajun olemassa olosta voi vaikuttaa huomattavasti käsitykseen karjun lihasta. Ruotsalaisessa tutkimuksessa kuluttajia testattiin karjun lihalla. Kuluttajille mainittiin että testi liha saattaa olla karjunlihaa. Tieto karjunlihasta aiheutti sen, että kuluttajat olivat myös kriittisempiä naaraiden lihaa kohtaan. (Lundström ym. 2009.) Jotta kynnsarvoja pilaantumista aiheuttavista tekijöistä voitaisiin määritellä, tarvitsee lisätutkimusta tehdä kuluttajapinnassa. Esimerkiksi ensimmäisen altistumisen jälkeen kuluttajat voivat herkistyä karjun hajulle. Lisäksi on saatu tutkimustuloksia siitä, että kuluttajat olivat herkkiä muitakin yhdisteitä kohtaan, jotka yhdessä androstenonin ja skatolin kanssa aiheuttavat karjunhajua lihassa. (Babol ym. 2002.)

## 6 TUTKIMUSOSA

Tutkimusosassa selvitetään karjunkasvatuskokeen toteutusstrategia, tutkimuksen ajankohta ja käytetty tutkimusaineisto. Lisäksi pyritään kartoittamaan tutkimukseen vaikuttavat riskitekijät, pohtimaan kokeen luotettavuutta ja tarkoituksenmukaisuutta.

### 6.1 Tutkimuksen toteutus ja hypoteesi

Aikaisempien tutkimuksien mukaan karjun kasvattaminen ryhmässä tuo ongelmia eläimen hyvinvoinnille. Karjujen aggressiivisen käyttäytyminen lajitovereitaan kohtaan lisääntyy karjun iän ja kasvun myötä. Monet aikaisemmat tutkimukset ovat todenneet karjujen aggressiivisuuden olevan ongelma kasvatuksessa. Tämän opinnäytetyön tutkimusosan tarkoitus oli selvittää karjun kasvatusmahdollisuudet lihasikana tavallisissa tuotanto-olosuhteissa. Tavoitteena oli selvittää kasvu- ja käyttäytymiserot sukupuolilajitelluista erilliskarsinoista. Vaikka karjun kasvatuksen ryhmässä tiedetään tuovan loppukasvatusvaiheessa ongelmia, merkittävämpi ongelma on kuitenkin karjun lihaan muodostuva hajuhaitta. Tässä tutkimuksessa pois suljettiin lihaan muodostuvat hajuhaitat lihan jatkojalostuksessa ja elintarviketeollisuudessa. Tutkimuksella haettiin vastausta siihen, tuoko karjujen kasvatusta lihasikoina erityisiä toimenpiteitä kasvatuskäytäntöihin. Karjujen kasvun on todettu olevan huomattavasti leikkoa parempi, joten tutkimuksessa selvitettiin myös, muodostuuko kasvun myötä merkittäviä eroja karjujen ryhmäkasvatuksessa verrattuna leikkojen kasvutuloksiin.

Tutkimuksen kohderyhmänä oli leikko-, imisä- ja karjuryhmän siat. Erityisesti tarkastelukohteena olivat karjut. Toimeksiantajan A-Tuottajat Oy:n toimesta käytännön koe suoritettiin Atrian sopimustuottajien tiloilla. Toteutuspaikkana oli kaksi emakkosikalaa ja kaksi lihasikalaa. Sikalat kuuluvat Sikavan hallinnoiman kansallisen eläinterveydenhuollon piiriin ja täyttävät EU-direktiivien vaatimukset kasvatusolosuhteissaan. Koe sisällytettiin normaaliin tuotantoketjuun emakkosikalalan sekä lihasikaloiden tuotantorytmien puitteissa. Kokeen perustavoitteena oli kasvattaa koeporsaat normaalin lihantuotannon tapoja käyttäen ilman erityiskohtelua ja saada näin vastaus karjujen kasvatuksen toimivuudesta lihaketjussa. Kokeesta aiheutuvat kustannukset ja mahdolliset karjujen kasvatuksesta aiheutuvat tuotantotappiot korvasi A-Tuottajat Oy.

Tutkimuksessa käytettyjä mittareita olivat päiväkasvu, kuolleisuus, mahdolliset vammat ja lääkintätarpeet, käyttäytyminen sekä lihaprocentti. Tulokset muodostuivat välikasvatus- ja lihasikalavaiheen mukaan sekä teurastamosta saatujen tietojen perusteella. Kirjallisuuskatsauksessa sikojen sukupuolten välisten eroavaisuuksien sekä karjunkasvatuksen erityispiirteiden läpi käymisen tarkoituksena oli luoda perusteet yhteenvedossa esitetyille tuloksille.

### 6.2 Tutkimusmenetelmät

Tutkimusmenetelmä on karjujen kasvun suhteen kvantitatiivinen eli kirjattu aineisto soveltuu määrälliseen mittaamiseen. Käyttäytymisen seuranta perustuu havaintoihin eli laadulliseen mittaamiseen. Tietoja näistä kahdesta mittausargumentista kerättiin käytännön kokeen avulla. Kenttätöitä tehtiin kahdessa emakkosikalassa ja kahdessa lihasikalassa. Emakkosikalasta otettiin noin 40 emakon ryhmä porsivia emakoita kokeeseen eli keskimäärin koeporsaita tulee 800 kappaletta. Koeaineistolle ei luoda erillisiä laadun rajaamia vaatimuksia, vaan ennalta määrätyllä aikavälillä syntyneet porsaat otettiin kokeeseen mukaan. Tällä tavoin saadaan paremmin tietoa karjujen kasvattamisen soveltumisesta käytäntöön. Porsaat lajiteltiin sukupuolittaan, jotta eroavaisuuksia pystyttiin seuraamaan konkreettisemmin. Sukupuolittain lajittelua on käytetty aiemmissä tutkimuksissa menettelytapana sikojen keskinäisen käyttäytymisen tutkimisessa, ja sen avulla on todettu eroavaisuuksien havainnoitsemisen olevan helpompaa. Ruokinta ja olosuhteet pyritään pitämään samankaltaisina jokaiselle sikalakohtaiselle koeryhmälle. Sukupuolittain lajittelua on tehty myös leikkojen ja imisien keskuudessa aiemmin tuotantoketjussa ruokinnallisista syistä. Tässä tutkimuksessa rehunkulutusta ei mitattu. Koeporsaat pyrittiin kasvattamaan sillä ruokintastrategialla, minkä koetila on tuotannossaan todennut hyväksi.

Tutkimusaineiston kokoamiseksi kerättiin tarvittavia paino- ja kasvatuspäivätietoja sikalassa lomakkeisiin joista tieto siirrettiin käsin Excel-taulukkolaskentaohjelmaan. Teurastamolta saadut tulokset tulivat suoraan muokattavissa olevissa Excel-työkirjoissa. Aineiston laatua analysoitiin kartoittamalla oleellimmat riskitekijät, jotka voivat vaikuttaa rekisteröityjen tulosten varmuuteen. Kokeellisen tutkimuksen numeerista aineistoa analysoitiin soveltuvin tilastollisin menetelmin Excel-taulukkolaskentaohjelman avulla sillä syvyydellä, että vastaus saadaan tehtyihin tutkimuskysymyksiin. Tuloksista laadittiin erilliset koosteet välikasvatus- ja lihasikalavaiheista. Koosteeseen kirjattiin yhteenvetona tietoja vieroituspainoista, päiväkasvusta, kuolleisuudesta sekä sairastavuudesta. Haastattelujen pohjalta tehdyt suulliset havainnot käytöksellisistä eroista kirjattiin tulosten käsittelyn yhteydessä.

Koeporsaiden kasvun seuranta ilmoitettiin päiväkasvuna. Punnitustiedot kerättiin emakkosikalasta kolmessa eri vaiheessa. Porsaat punnittiin yksitellen kokeen aikana ennalta suunniteltujen vaiheiden yhteydessä. Porsaille laskettiin päiväkasvu imetys-, välikasvatus- sekä lihaskasvatuskaudelta. Porsaiden välikasvatuksen päiväkasvu laskettiin vähentämällä välityspainosta vieroituspaino, jonka jälkeen saatu painotulos jaettiin välikasvatuspäivillä. Lihaskalan päiväkasvu laskettiin vähentämällä teurastushetken elopainosta porsaan välityspaino, jonka jälkeen tulos jaettiin lihasikalavaiheen kasvupäivillä.

Käyttäytymistä seurattiin hoito- ja ruokinta-aikojen yhteydessä. Havainnot teki käytännössä tuottaja, jolta tiedot kerättiin haastattelemalla. Samoin tiedot lääkityksistä, vammoista, sairauksista ja kuolleisuudesta keräsi tuottaja omalla hyväksi kokemallaan menetelmällä. Tiedot kirjattiin tuottajan tekemistä raporteista.

### 6.3 Rekisteröinti ja näytteenotto

Emakkosikalassa porsaas punnittiin yksilöittäin noin 5 päivän iässä. Punnituksessa käytettiin ämpäriä ja digitaalista talousvaakaa. Painot kirjattiin imisiltä, leikoilta ja karjuilta 50 g tarkkuudella seurantalomakkeeseen. Samalla kirjattiin myös pahnueen emä, porsaille tehdyt hoitotoimenpiteet ja kirjattiin mahdolliset muut huomautukset. Puolet joka pahnueen karjuporsaista kastroidiin ja puolet jätettiin kastroidamatta. Tavoitteena oli, että leikkojen ja karjuporsaiden määrä on sama. Emän alla olevista porsaista kirjattiin ylös emakoittain ja sukupuolittain hoidot, lääkitykset, kuolleisuus ja sairaudet (=eri taudit). Lisäksi seurattiin mahdollisia muita merkittäviä hoidollisia tai käytöksellisiä eroja.

Vieroituksen yhteydessä porsailta rekisteröitiin vieroitusikä ja yksilöllinen vieroituspaino 500 g tarkkuudella. Välikasvatuksessa porsaas lajiteltiin sukupuolittain karsinoiniin. Välikasvatuksessa rekisteröitiin kuolleisuus, sairastuvuus, hoidot, lääkitykset, sekä mahdolliset muut merkittävät hoidolliset tai käytöserot.

Porsaas siirrettiin lihasikalaan noin 27-30 kg painoisina. Siirron yhteydessä porsaas punnittiin 10 kappaleen erissä välitysauton vaa'alla. Lihasikalassa rekisteröitiin kuolleisuus, sairastuvuus, hoidot, lääkitykset, päiväkasvu ja mahdolliset muut merkittävät hoidolliset tai käytökselliset erot.

Teurastamosta saatiin ruhopainot, lihaprocentti ja mahdolliset hylkäyskilot. Ennen teurastusta karjut, leikot ja imisät tatuoitiiin erikseen, jotta koeporsaas tunnistettiin teuraslinjalla. Teurastamossa ruhoille tehtiin tarkempi analyysi. Ruhoista tutkittiin mm. leikkaussaanti ja karjunhaju. Nämä tiedot jätettiin kuitenkin tämän opinnäytetyön ulkopuolelle.

### 6.4 Tutkimukseen liittyvät riskit

Tilatasolla tehtävään tutkimukseen liittyy aina ennalta arvaamattomia riskejä. Kasvuseurantatietojen tarkkaa kohdentamista vaikeutti kokeen aikana tehdyt pahnueiden tasaukset sekä suuri ikähaitari. Porsaita ei seurattu yksilöinä. Kasvatusaikana mahdollinen sairastuvuus ja vammojen synty saattavat vaikuttaa eläimen kasvupotentiaaliin. Eläimen sairastuminen pahaan ripuliin todennäköisesti tartuttaisi suurimman osan karsinatovereista. Tämä taas vaikuttaa kokeen tulosten luotettavuuteen.

Tilatasolla pahnueiden tasausta tehtiin, jotta vältettäisiin suuret kokoerot pahnueiden välillä, ja jotta jokaiselle porsalle pystyttäisiin takaamaan yhdenvertainen kasvuympäristö. Vieroituksen yhteydessä porsaita lajiteltiin myös koon mukaan. Epäonnistunut pahnueiden tasaus tai koon mukaan lajittelu saattaa heikentää huomattavasti yksittäisten porsaiden kasvua. Riskin tutkimustulosten kannalta aiheuttaa myös ruokinnan oleelliset muutokset tai häiriöt. Näitä voivat olla mm. rehuraaka-aineiden laadun heikkeneminen tai ruokintalaitteiden toimimattomuus. Ruokintalaitteiden ongelmat selviävät yleensä päivän aikana, jolloin

niiden vaikutus tutkimustuloksiin jää vähäiseksi. Ruokinnallisia muutoksia kokeen aikana pyrittiin välttämään.

### 6.5 Tutkimusaineisto

Emakkosikala A:n porsaiden kokonaismäärä oli 388 kappaletta. Koeporsaista 185 oli imisiä, 96 leikkoja ja 107 karjuja. Porsaat kasvoivat emän alla noin 3 viikkoa. Porsituskarsinassa oli porsaita varten porsaspesä sekä juomanippa. Karsinan lattiapinta-ala oli noin 5 m<sup>2</sup>, josta ritilän osuus oli noin 38 %. Porsaille kuivikkeena sekä virikkeenä käytettiin sahanpurua ja olkea. Lämpölamppua pidettiin päällä noin viisi vuorokautta porsimisesta. Porsaat kastroidiin keskimäärin 3 vrk ikäisinä kivunlievitystä käyttäen. Kastroinnin yhteydessä jokaiselle porsaalle annettiin rautaa pistoksena lihakseen. Väilykseen myytävät porsaat sirkorokotettiin 3–4 viikon ikäisinä. Kiinteää lisäruokaa porsaille annettiin irrotettavaan ruokakuppiin 4 vuorokauden iästä alkaen suositusten mukaisesti. Välikasvatuskarsina oli 19,44 m<sup>2</sup>. Karsinan pinta-alasta 2/3 oli kuivikepohjaa. Turvetta oli noin 20 cm sekä lisäksi yksi suurpaali vehnäolkea jaettiin seitsemää karsinaa kohden. Vesinippoja välikasvatuskarsinassa oli kaksi kappaletta vapaaruokinta-automaatissa sekä kaksi juomakuppia seinällä. Veden virtaus juomakupeissa oli suositusten mukainen. Ruokinta suoritettiin vapaaruokintana kuivaruokinta-automaatilla. Automaatin tilavuus oli noin 100 litraa ja niitä oli yksi automaatti välikasvatuskarsinaa kohden. Välikasvatuskarsinassa oli keskimäärin 27 porsasta. Sikalan alipaine-ilmastointijärjestelmää säädettiin Hotraco-merkkisellä ilmastointijärjestelmällä. Laitteen oli toimittanut tilalle Johematic.

Emakkosikala B:n kokonaismäärä oli yhteensä 424 kpl. Niistä imisiä 192, leikkoja 112 ja karjuja 120. Porsaat kasvoivat emän alla noin 4 viikkoa. Porsituskarsinoita oli kahta eri kokoa. Porsituskarsina 1. lattiapinta-ala oli 4,68 m<sup>2</sup>, josta ritilän osuus 38 % ja porsituskarsina 2. lattiapinta-ala on 5 m<sup>2</sup>, josta ritilän osuus oli 48 %. Kaikissa porsituskarsinoissa oli lattialämmitys. Porsaita varten karsinassa oli porsaspesä ja purujuomanippa. Lämpölamppu pidettiin yhdestä kahteen viikkoon porsaspesän katoksessa olevassa aukossa, jonka jälkeen lamppu siirrettiin katoksen eteen. Tarvittaessa lämpölamppujen tehoa pystyttiin säätämään. Vedentulo porsaiden juomanipoista oli noin 2 litraa minuutissa. Kuivikkeena ja virikkeenä käytettiin olkea ensimmäisen viikon ajan, jonka jälkeen kuivike vaihdettiin sahanpuruksi. Kiinteää lisäruokaa porsaille annettiin neljän – viiden vuorokauden ikäisestä lähtien. Lisäksi päivittäin jaettiin turverautaa lattialle. Porsaat kastroidiin noin 5 vuorokauden ikäisinä kivunlievitystä käyttäen. Lisäksi kastroinnin yhteydessä annettiin rautaa pistoksena lihakseen. Väilykseen myytävät porsaat sirkorokotettiin 3–4 viikon ikäisinä. Välikasvatuskarsinan lattiapinta-ala oli 3,6 m<sup>2</sup>, josta ritilän osuus oli 60 %. Välikasvatuskarsinassa oli 1-2 vesinippaa ja veden tulo oli 2 l/min. Välikasvatuskarsinoiden kutteria ja sanomalehtiä jaettiin kahdesti päivässä. Lisäksi jokaisessa karsinassa oli virikkeenä ketjulelut. Porsaat ruokittiin vapaaruokinnalla. Vieroitusrehulla ruokittiin 1-2 viikkoa vieroituksesta ja loppuaika komponenttiruokinnalla. Välikasvatuskarsinoissa oli vieroituksen jälkeen keskimäärin 10 porsasta.



Noin kahden viikon kuluttua tehtiin harvennus, jolloin karsinaa kohti tuli yhdeksän porsasta. Sikalan ilmastointijärjestelmänä toimi alipaine-ilmastointi, jonka ohjaus tapahtui Fancom-merkkisellä järjestelmällä.

Lihaskala C:n karsinan lattiapinta-ala oli osasto 1. 9,7 m<sup>2</sup>, josta ritilän osuus 2,1 m<sup>2</sup>. Osasto 2. karsinoiden lattiapinta-ala oli 11,4 m<sup>2</sup>, josta ritilän osuus 5,5 m<sup>2</sup>. 2. osaston kiinteän lattian alueella oli lattialämmitys. Ruokinta tapahtui kuivaruokkija-automaatilla, jonka avulla rehu oli vapaasti saatavissa ympärivuorokautisesti. Vesinippoja karsinaa kohti oli 3 kpl ja veden virtaus 2,5 l/minuutti. Sikoja oli keskimäärin kahdeksan kappaletta 1. osaston karsinoissa ja 2. osaston karsinoissa 12. Virikkeenä käytettiin olkea. Kasvatus jatkui sukupuolittain lajiteltuna. Lihaskalassa koeryhmät sijoitettiin niin, että samaa sukupuolta olevalla koeryhmällä ruokintaventtiili oli yhteinen.

Lihaskala D:n karsinoiden lattiapinta-ala oli 12,04 m<sup>2</sup>, josta ritilän osuus noin 5,6 m<sup>2</sup>. Ruokinta tapahtui liemiruokkijalla neljä kertaa päivässä ja ruokinta oli iltapainotteinen. Ruuhen pituus oli 4,40 m. Karjuja ja leikkoja oli keskimäärin 14 karsinaa kohti ja imisiä 12. Jokainen karsina sisälsi yhden juomanipan ja veden virtaus oli optimaalinen. Virikkeenä käytettiin olkea ja sanomalehtiä. Lihaskalassa koeryhmät sijoitettiin niin, että samaa sukupuolta olevalla koeryhmällä ruokintaventtiili oli yhteinen.

### 6.6 Toteutuksen aikataulu

Käytännön koe aloitettiin syksyllä 2012, jolloin ensimmäiset kokeeseen tulevat porsaas syntyivät. Emakkosikala A:ssa kokeeseen tulevat porsaas syntyivät 3.-12.9. Porsaas vieroitettiin kahdessa erässä 24.9. ja 1.10. Emakkosikala B:n porsaas syntyivät 7.-23.10., ja porsaas vieroitettiin pääasiassa 16.11. Kuusi vanhinta pahnua vieroitettiin aiemmin käytännön syistä 27.10.

Emakkosikalasta A porsaas siirrettiin lihasikala C:hen 7.11., ja loput porsaas 21.11. Emakkosikalasta B:n porsaas siirrettiin lihasikala D:hen 27.12. Tämän jälkeen 20 % emakkosikalasta B:n koeporsaista välitettiin lihasikalasta, näiden lihasikalasta saatavat tulokset sekä teurastamotulokset jätettiin kokeen ulkopuolelle aikataulullisista sekä iästä riippuvista syistä. Joukossa oli noin 10 karjaa.

Lihaskala C:n siat teurastettiin helmikuussa 2013 jaetuissa erissä 5.2., 12.2., 19.2., 26.2. ja 5.3. Lihaskala D:n siat teurastettiin 26.3. 2.4. ja 9.4.

### 6.7 Tutkimustulokset ja tulosten luotettavuuden arviointi

Tutkimuksen toteutus tilatasolla onnistui kohtalaisen hyvin. Suuria ongelmakohtia ei tutkimuksen aikana esiintynyt. Koeporsaiden terveydentaso pysyi normaalina ja olosuhteet pystyttiin pitämään optimaalisina. Koeporsilla ei esiintynyt vakavia sairauksia, ripulia tai huomattavaa ruokahaluttomuutta. Lääkitystarpeet eivät lisääntyneet tiloilla normaaliin lääkitystarpeeseen verrattuna. Kokeen kaikki muut muuttuvat

tekijät pystyttiin pitämään vakioina. Kontrolliporsaiden ja verrokkiryhmien olosuhteet ja ruokintatavat pysyivät samoina tilatasolla. Tämän avulla saatiin keskenään vertailukelpoisia tuloksia.

Kokonaisuudessa tutkimuksen luotettavuus on arviolta hyvä. Käytetyt tutkimusmenetelmät soveltuivat tämän tapaiseen tutkimukseen. Tutkimusaineiston valinta antaa yleiskuvan tavanomaisen tuotannon puitteissa tuotetun lihasian kasvusta. Mittausvälineiden luotettavuus arvioidaan hyväksi. Porsaiden ensimmäinen punnitus molemmilla emakkotiloilla suoritettiin samanmerkkisellä digitaalisella talousvaa'alla, joka ilmoitti tuloksen gramman tarkkuudella. Mittaustulos kirjattiin 50 gramman tarkkuudella. Vieroituspunnitus mitattiin molemmilla tiloilla samalla digitaalisella eläinvaa'alla ja välityspaino välitysaution vaa'alla. Vieroituspaino ilmoitettiin 500 g tarkkuudella. Vieroituspainon mittaamisen luotettavuutta olisi parantanut tarkempi vaaka. Kaikki vieroitetut punnittiin kuitenkin samalla vaa'alla, joten tuloksista saatiin keskinäiseen vertailuun hyvin luotettavia tuloksia. Mittaustulosten merkittävyys oli tutkimuksen syvyystasoon viitaten oleellisia ja niillä onnistuttiin saavuttamaan yleiskuva karjun kasvukyvyistä kyseisillä tuotantotiloilla. Tulosten pätevyyden esittäminen laajempaan yleistyksen täytyy suorittaa varovaisesti ja perustellusti. Tulokset täytyy arvioida kriittisesti tuotanto-, ruokinta- ja ilmasto-olosuhteiden vaikutukset huomioon ottaen.

Tutkimustuloksista päiväkasvut ovat hyvin keskiarvollisia tuloksia. Koska sikoja ei seurattu yksilöinä, on huomioitava tulosten analysoinnissa kasvatuspäivien raportointitarkkuuden puutteet. Tuloksista lihasikalan päiväkasvu on laskettu arvioituja kasvatuspäiviä käyttämällä. Molempien koeryhmien sikoja välitettiin kahdessa erässä, ja siat teurastettiin keskimäärin neljän viikon aikana. Kasvatuspäiville laskettiin keskiarvo. Tulokset ovat keskenään vertailukelpoisia ja antavat suunnan saavutetuille eroille. Tulokset osoittavat karjujen ja leikkojen kasvukykyjen erot. Tulosten avulla pystytään esittämään ratkaisuja kasvun erojen vertailuille sekä ovatko ongelmat karjunkasvatuksessa huomattavia. Erot ovat lähinnä numeerisia, joten jokaisen arvon merkityksellisyys käytännössä on erikseen arvioitava.

Yksityiskohtaiset tutkimustulokset esitetään erillisessä tausta-aineistossa toimeksiantajan pyynnöstä.

### 6.8 Karjunkasvatuksen kustannusrakenteen arviointi ja pohdinta

Tuotannon tehokkuus, kustannusten hallinta ja tilan johtamisessa onnistuminen ovat nykyhetkellä ja tulevaisuudessa sikatilojen tärkeimmät menestyksen ja kilpailukykyyn valttikortit. Ensisijaisena tavoitteena on saada mahdollisimman hyvä tulos aikaiseksi ja pitkällä aikavälillä sikatilan taloudellisen menestymisen edellytys on tuotannon kannattavuus. (Nopanen 2012, 159-167.)

Sianlihantuotannon kannattava kasvatusohjelma tasapainoilee nopean kasvun ja lihaprosentin välillä. Porsaan ja lihan hinta vaikuttavat eniten lihasian katteeseen. Myyntipaino ja sen vaihtelu vaikuttaa myös oleellisesti katelaskelmissa. Kustannuksista rehun hinnalla ja laadulla on suuri merkitys kustannustehokkuuteen. Hyvällä päiväkasvulla sekä tasaisella porsaslaadulla saadaan kiertoa nopeammaksi ja tilitysväliä lyhyemmäksi. (Yliaho 2002, 38.) Nopeamman kiertonopeuden avulla katetta jää lihasikaa ja eläinpaikka kohden enemmän (Nopanen 2012, 159-167). Lisätili tehdään kuitenkin hyvällä lihaprosentilla. Yleisimmin käytössä oleva korotus on noin kaksi senttiä lihaprosenttia ja -kiloa kohden. (Yliaho 2002, 38.) Katetuottolaskelman avulla päiväkasvun ja kiertonopeuden merkitys havainnollistuu paremmin (Kuva 1).

<b>Laskelman tilamalli</b>						
Porsaanpaino, kg	28					
Teuraspaino, kg	85					
Kuolleisuus, %	1,7					
Porsaan ostohinta, eur/kpl	61					
Rehun hinta eur/tn	155					
Lihaskapaikkoja	1000					
Lihan hinta, eur/kg	1,47					
<b>Päiväkasvu, g/pvä</b>	<b>700</b>	<b>750</b>	<b>800</b>	<b>850</b>	<b>900</b>	<b>950</b>
Kiertonopeus	2,58	2,76	2,95	3,13	3,32	3,5
Kasvu aika, pv	124	116	109	102	97	91
Rehuhyötysuhde ry/lisäkg	3,59	3,3	3,04	2,82	2,62	2,44
Myytyjä lihasikoja kpl/vuosi	2579	2763	2947	3131	3315	3500
<b>erotus</b>		<b>184</b>	<b>368</b>	<b>552</b>	<b>736</b>	<b>921</b>
<b>Tuotot, €/lihasika</b>						
Sianliha	125	125	125	125	125	125
Tuet	8	8	8	8	8	8
Tuotot yht.	133,0	133,0	133,0	133,0	133,0	133,0
<b>Muuttuvat kustannukset, €/lihasika</b>						
Porsaat	61	61	61	61	61	61
Rehut	49,2	45,2	41,7	38,7	35,9	33,5
Muut menot	8	8	8	8	8	8
Eläinpääoman korko	1	1	1	1	1	1
Liikepääoman korko	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
<b>Muuttuvat kustannukset yht.</b>	<b>120,5</b>	<b>116,5</b>	<b>113</b>	<b>110</b>	<b>107,2</b>	<b>104,8</b>
<b>Katetuotto A, €/lihasika</b>	<b>12,5</b>	<b>16,5</b>	<b>20,0</b>	<b>23,0</b>	<b>25,8</b>	<b>28,2</b>
<b>Katetuotto A, €/sikapaino/v</b>	<b>32,2</b>	<b>45,4</b>	<b>58,9</b>	<b>71,8</b>	<b>85,5</b>	<b>98,6</b>
<b>Tuotantokustannus, €/kg</b>	<b>1,7</b>	<b>1,65</b>	<b>1,61</b>	<b>1,58</b>	<b>1,54</b>	<b>1,52</b>

Kuva 1. Päiväkasvun ja kiertonopeuden vaikutus katetuottoon (Nopanen 2012, 170).

Katetuottolaskelman avulla selvitettiin lihaprosentin ja rehuhyötysuhteen vaikutusta lihasian katteeseen. Laskelma tehtiin nykyhinnoilla ja optimoidulla korkealla tuottavuudella teuraspainoltaan 88 kg lihasialle. Päiväkasvu laskelmassa oli 950 g ja rehuhyötysuhde 2,70 ry/lisäkasvikilo. AtriaSika-sianlihahinnaston mukaan teuraspainon kärkiväli on 77-95 kg. Katteen laskemiseen on käytetty AtriaSika-sopimushinnoittelua lihan hinnoitteluperusteena. (Sianlihan kärkipaino, A-Netti 2013.) Lihaprosentin ylittäessä 60 % maksetaan ylittävää prosenttiyksikköä kohti +0,02 € /kg. Vastaavasti, kun lihaprosentti jää alle 60 %, lihan kilohinnasta vähennetään 0,02 €. 56:teen lihaprosenttiin saakka lihan hinta laskee 0,02 € /kg. 55 % ja sitä heikompi lihaprosentti vähentää lihan hinnasta 0,03

€/kg. Katelaskelmassa käytin apuna Christer Rönqvistin Excel-  
taulukkolaskentaohjelman avulla laatimaa katetuottolaskuria.

Katetuottolaskelman mukaan karjujen paremman lihaprosentin ansiosta katetuotto paranee lihasikaa kohti keskimäärin 41 %. Karjujen katetuotto paranisi vain paremman lihaprosentin ansiosta keskimäärin 3,5 € sikaa kohti. Karjuilla mahdollinen rehuhyötysuhteen paraneminen 2,70 ry:stä 2,60 rehuysikköön vaikuttaisi korottavasti sikaa kohti saavutettuun katetuottoon noin 28 %. Laskelman mukaan rehuhyötysuhteen paranemisella katetuottoa tulee 2,44 € sikaa kohti enemmän.

Opinnäytetyön teoriapohjassa pohdittiin kustannusarvioita eri kastraatiomenetelmille sekä karjunkasvatukseen. De Roestin ym. (2009) mukaan suhteelliseen kasvun parannukseen vaikuttaa kasvatusolosuhteet, rehun laatu, teuraspaino ja verrattavien leikkojen kastrointi-ikä. Lundströmin ym. (2009) mukaan karjun rehuhyötysuhde on 8-14 % parempi kuin leikkojen. Kun tätä tietoa sovelletaan katetuottolaskelmaan, karjujen rehuhyötysuhde olisi 2,48 ry. Katetuotto kasvaisi rehuhyötysuhteen parannuksen avulla keskimäärin 62 % sikaa kohti. Laskelman mukaan katetuoton parannus olisi tämän rehuhyötysuhteen avulla, nykyhetken hinnoilla, 5,27 € sikaa kohti.

Katetuottolaskelman avulla selvitettiin myös karjun lihaprosentin ja rehuhyötysuhteen yhteisvaikutukset. Laskelman mukaan katetuotto 1. kaksinkertaistuu lihasikaa kohti, kun tuottoa verrataan leikkoporsaan katetuottoon.

Lisääntyneet lääkitykset ja hylkäyskilot aiheuttavat taloudellisia menetyksiä. Kokeen tuloksista selvisi lääkitystarpeiden ja hylkäyskilojen olevan karjuilla samaa luokkaa kuin leikoilla. Karjujen kasvatuksessa loukkaantumisien ja sitä kautta tulevien lääkitystarpeiden lisääntymisen riski on kuitenkin suurempi. Jos lääkityskulut lisääntyisivät puolella, heikentäisi se katetta keskimäärin 2,2 %.

Karjujen teurastus pienempinä, ennen sukukypsyyttä, nykyisellä hinnoittelumenetelmällä tekisi tuotannon kannattavuudesta erittäin huonoa. Teuraspainoltaan 70 kg lihasikakarjun katetuotto laskee keskimäärin 73 % sikaa kohti, kun katetta verrataan 88 kg teuraspainoisen karjun katetuottoon. 65 kg teuraspainoisella karjulla katetuotto heikkenee noin 95 % sikaa kohti.

Ensimmäisen koeryhmän tuloksien avulla laskettu katetuotto sikaa kohti oli puolet parempi karjuilla kuin leikoilla. Toisen koeryhmän katelaskelmassa karjujen katetuotto oli sikaa kohti noin 15 % parempi kuin leikoilla. Tuloksien eroavaisuuteen vaikuttavat tilakohtaiset ruokintastrategiat sekä rehun laadut. Laskelmat ovat viitteellisiä ja niissä ei ole huomioitu olosuhteiden vaikutuksia.

## 7 TULOSTEN TARKASTELU JA YHTEENVETO

Tutkimustulokset antavat vastauksen tutkimuskysymykseen karjun ja leikon kasvueroista. Määrällisellä tutkimuksella saavutettiin numeerinen tieto karjujen, leikkojen ja imisien painoista. Tietojen käsittely yhteenvetoraportteihin antoi kokonaiskuvan kunkin ryhmän kasvukyvystä. Kasvujen mahdolliset eroavaisuudet pystyttiin havaitsemaan tulosten käsittelyn myötä. Tämän opinnäytetyön käytännön kokeessa sikojen kasvukyvyn vertailuun tärkeimmät tulosparametrit olivat sikojen keskimääräinen paino ryhmäkohtaisesti, kasvatuspäivien lukumäärä ja päiväkasvu. Lisäksi ruhon laatua pystytään analysoimaan teurastamolta saatujen lihaprosenttiarvojen avulla. Samanlaisissa kasvatusolosuhteissa kasvatettujen verrokkiryhmien avulla saatiin myös havaintoja mahdollisista käytöksellisistä eroista, jotka voivat olla olosuhdemuutosten aiheuttamia.

Työn käytännönkokeen tuloksista voidaan todeta sikaloiden olosuhteiden olleen koko kokeen aikana optimaaliset. Porsaissa ei havaittu liiallista likaisuutta tai lisääntyntä lääkityksen tarvetta. Niin kutsuttuja räpäleporsaita ei esiintynyt tiloilla normaalia enempää, ja kuolleisuus kokonaisuudessaan oli tutkimukseen osallistuneista sioista alhainen. Optimaalisissa olosuhteissa siat kasvavat hyvin, pysyvät terveinä ja lääkintätarpeet jäävät vähäisiksi. Olosuhteiden heikkeneminen näkyy usein alentuneena syöntikyknä, sairasteluna, hidastuneena kasvuna, käytöshäiriöinä ja heikentyneinä tuotostuloksina. (Äijö 2012, 148.)

Lisäarvoa tähän opinnäytetyöhön tuo se, että tutkimus on tehty normaalin tuotantorytmin puitteissa ja tulokset kerätään toimeksiantajan tuntemista sikaloista. Vaikka aiempia tutkimuksia karjujen kasvattamisesta on tehty laajalti Euroopassa sekä Suomessa luotettavin tuloksin, saadaan tämän opinnäytetyön avulla yleistietoa karjun lihasikakasvatuksen mahdollisuuksista tavanomaisessa tuotannossa, nykyisiä lihantuotantomenetelmiä käyttäen. Tutkimuksesta on hyötyä, kun pohditaan vaihtoehtoja kirurgiselle kastroitilille, josta pyritään luopumaan vuoteen 2018 mennessä. Työn avulla saadaan pohjaa jatkotutkimuksien suorittamiseksi.

Tämän tutkimuksen tarkoitus oli selvittää kasvu- ja olosuhdevaatimuseroja karjujen ja leikkojen välillä. Von Borellin ym. (2009) mukaan karjun kasvattaminen leikkaamattomina parantaa niiden hyvinvointia varhaisessa kasvuvaiheessa, kun karju välttyy kivuliaalta kastroinnilta. Lisäksi kasvun on todettu heikentyvän kirurgisesti kastroiduilla porsailla (Saario 2006, 34). Kastroinnin aiheuttama hyvinvoinnin heikkeneminen ja leikkaamisen vaikutukset porsaan kasvuun ovat asioita, joiden arvoja on haastavaa määrittellä tarkasti.

Hyvinvointiin liittyviin kysymyksiin ei saada varmaa vastausta tämän kokeen tuloksista. Se, että parantuiko karjuporsaiden hyvinvointi alkukasvatuksessa niiden vältettyä kivulias kastroatio, tarvitsisi tarkempaa tutkimusta. Leikkojen kipukäyttäytymistä ei seurattu erikseen leikkaustoimenpiteen jälkeen. Kivun määrittelyn vaikeus silmämääräisesti

on haastavaa. Tutkitusti kipu aiheuttaa stressiä eläimelle ja heikentää näin kasvua (Mälkiä 2001, 6). Porsaan aktiivisuus heikkenee, ja muutokset voivat näkyä jopa 24 tunnin ajan kastraation jälkeen (Giersing ym. 2006). Seurantaan olisi tarvinnut käyttää aikaa enemmän, jotta pystyttäisiin esittämään varmempia tuloksia kipukäyttämisen lisääntymisestä ja sen merkityksestä tuotantotuloksiin.

Käytännön kokeen tuloksien mukaan karjuporsaille päiväkasvut imetyskautena olivat suurempia kummankin koeryhmän porsaille, kun tulosta verrataan leikkoporsaiden päiväkasvuun. Kasvuerojen vertailusta voidaan todeta karjujen kasvavan leikkoja paremmin imetyskautena. Lisäksi molempien koeryhmien karjuporsaiden keskimääräinen vieroituspaino oli leikkoja korkeampi. Tuloksien ja opinnäytetyön teoriapohjaan viitaten voidaan arvioida, että leikon heikompi päiväkasvu imetyskautena voi mahdollisesti johtua kastraation aiheuttamasta kivusta ja stressistä. Huomioitava on kuitenkin, että karjujen kasvukyvyyn on todettu olevan parempi leikkoihin verrattuna. Tässä kokeessa imetyskautena saavutettu karjujen parempi päiväkasvu ei välttämättä johdu karjujen paremmista kasvuominaisuuksista, sillä karjujen päiväkasvut heikkenivät molemmissa koeryhmissä välikasvatusvaiheessa leikkoihin verrattuna. Tämä puoltaa väitettä siitä, että karjujen hyvinvointi parantuu varhaisessa kasvuvaiheessa, jolloin porsaat eivät koe stressiä kirurgisesta kastroinnista. Voi myös olla mahdollista että imetyskautena karjut pitävät puolensa maidonsaannista paremmin ja saavat sen avulla paremman lähdön kasvuun. Mahdollisesti karjuporsaat saavat riittävästi maitoa, jolloin ne eivät kiinnitä annettuun lisäruokaan huomiota yhtä paljon kuin hieman nälkää tuntevat porsaat ja tottuvat lisärehun syöntiin hitaammin.

Tulokset osoittivat, että karjujen päiväkasvu oli heikoin välikasvatuskaudella. Tämän vuoksi myös karjujen välityspaino jäi heikoimmaksi verrokkiryhmiin verrattuna. Tämä huomio tehtiin molemmissa koeryhmissä. Loppukasvatusvaiheessa karjujen päiväkasvu parani huomattavasti ja teurastushetkellä karjujen teuraspaino oli koeporsaista korkein. Tuloksien perusteella karjut saavuttivat nopeimmin teuraspainon, mikä on lihasikakasvatuksessa yksi erittäin tärkeä tekijä. Nopeamman päiväkasvun avulla kiertonopeutta pystytään parantamaan ja sitä kautta vaikuttamaan taloudelliseen tulokseen (Nopanen 2012, 170).

Tutkimustulosten mukaan karjujen keskimääräinen lihaprosentti oli korkeampi kuin leikkojen molemmissa koeryhmissä. Lihan jatkojalostuksen kannalta optimaalisin ruhon lihakuus on silloin kun lihaprosentti on 59 -61 %. 57- 63 lihaprosenttinen ruho on vielä sopiva. Vähempiarvoisten ja rasvaisten lajitelmien saannot kasvavat liian suuriksi, jos lihaprosentti jää alle 57 %. Liian suuri lihaprosentti, yli 63 %, hankaloittaa ruhojen leikkuuta. (Partanen & Perttilä 2012, 84.) Tulosten mukaan ensimmäisen koeryhmän karjujen lihaprosentti oli keskimäärin 59,7 % joka on optimaalinen lihakuus teurastuksen kannalta. Leikkojen keskimääräinen lihaprosentti jäi hieman alle 58 %. Huomioitava on kuitenkin, että leikkojen teuraspaino oli hieman matalampi kuin karjuilla. Toisen koeryhmän karjujen keskimääräinen lihaprosentti oli 60,39 % ja

leikoilla 59,36 %. Myös tässä koeryhmässä karjujen keskimääräinen teuraspaino oli hieman leikkoja korkeampi. Karjujen lihaprosentin keskihajonta oli kuitenkin leikkoja matalampi. Keskimääräisessä lihaprosentissa yhden prosentin parannus lisää katetta 10 -15 % sikapaikkaa kohden (Siljander-Rasi, Nopanen & Helin 2006, 89).

Lihan laatua ei tämän opinnäytetyön käytännön kokeessa tutkittu. Lundströmin ym. (2009) mukaan karjuilla on parempi lihan laatu ja alempi lihan rasvapitoisuus. Terveysviranomaisten suositusten mukaan vähärasvainen liha on terveyden kannalta parempi. Pohdittavia asioita ovat kuitenkin karjunhajun muodostuminen ja sen vuoksi aikaistetun teurastuksen vaikutukset taloudellisuuteen. Tehdyn katelaskelman mukaan teuraspaino vaikuttaa niin oleellisesti nykyisessä hinnoittelussa, että karjujen lihasikakasvatus sen puitteissa olisi taloudellisesti mahdotonta. Mikäli karjut kasvatetaan lihasikoina ja haisevan lihan tunnistamiseen ei löydy riittäviä keinoja tai sopivaa jatkojalostusmenetelmää, jonka vuoksi karjut teurastetaan pienempikokoisina, täytyy lihatalojen tehdä suuri muutos hinnoitteluperusteille. Myös eri rotujen kasvupotentiaalien eroavaisuuksien merkitys loppukasvatusvaiheessa on huomioitava.

Vaikka karjut saavuttivat kokeen aikana nopeimman päiväkasvun, niiden lihaprosentti oli kuitenkin optimaalisin. Usein lihasiat, jotka saavuttavat hyvän päiväkasvun, jäävät heikoimmaksi liha-prosenttiltaan (Sikalan kannattavuus n.d.). Tämän tutkimuksen valossa voidaan pohtia karjun kasvutehokkuuden parantavan myös taloudellista tulosta. Karjujen nopeampi kasvu loppukasvatusvaiheessa ei heikentänyt lihaprosenttia. Kuten tuloksista voidaan todeta karjujen kasvun olevan nopeampaa kuin leikoilla, osoittaa tämä sen, että karjujen kasvu on huomioitava tarkemmin ja teurasajankohta mietittävä huolellisemmin parhaan mahdollisen tuloksen saavuttamiseksi.

Von Borrellin ym. (2009) mukaan karjujen aggressiivisella käyttäytymisellä on yhteys nopeaan kasvuun. Tuloksien mukaan havaittu aktiivisempi käyttäytyminen lisääntyi mahdollisesti karjujen nopeamman kasvun myötä. Karjujen kasvatusta lihasian tavoin on pidetty monissa tutkimuksissa haastavana niiden aggressiivisen käyttäytymisen vuoksi. Tuottajien tekemien havaintojen mukaan karjujen käyttäytyminen aggressiivisemmin ei ollut huomiota herättävää. Loukkaantumisia tai muita vammoja ei esiintynyt koeryhmissä. Aggressiivisuus lisääntyi vain silloin, kun karsinasta lähetettiin osa teuraaksi. Toki tämä ongelma ilmenee nykyisessä tuotannossa jossain määrin leikkojen ja ihmisien keskuudessa. Fredriksen ja Hexebergin mukaan (2009) karjut taistelevat voimakkaammin ja ongelman voimakkuus kasvaa. Heidän tekemien havaintojen mukaan karjuilla taistelut olivat rajumpia kuin leikkoryhmillä silloin, kun karsinasta poistettiin sikoja teuraaksi. Opinnäytetyön kirjallisuuskatsauksessa esitetyt tulokset ovat kuitenkin mitattu erilaisista tuotanto-olosuhteissa kuin mitä Suomessa on. Kokeeseen osallistuneet eläimet oli kasvatettu pääasiassa isoissa ryhmissä, joissa ruokinta tapahtui vapaalla ruokinnalla. Ryhmäkäyttäytymiseen liittyi hyvin paljon kasvatusolosuhteet.

Tutkimustulokset osoittavat karjujen aggressiivisuuden pysyvän kohtuullisena tuotanto-olosuhteiden ollessa kunnossa. Lihasikalassa karjujen käyttäytyminen oli lievästi aktiivisempaa kuin leikkojen. Oikeaoppinen olosuhteiden hallinta sikalassa sekä riittävä virikkeiden saanti vähentävät häiriökäyttäytymistä. Hännänpurennan ja jalkavikojen ilmenemiset johtuivat pääasiassa olosuhteiden muutoksista. Opinnäytetyön käytännön kokeen havaintojen avulla voidaan päätellä, että karjujen käyttäytymistä pystytään optimaalisen olosuhdehallinnan avulla ohjailemaan riittävästi. Näin ollen eläimen hyvinvointi ei heikkene loppukasvatusvaiheessa. Von Borellin ym. (2009) mukaan urossian hyvinvointi heikkenee loppukasvatusvaiheessa, mikäli kastraatioimenpide jätetään suorittamatta. Karjujen aggressiivisuuden ei todettu tässä kokeessa lisääntyvän haitallisesti, hyvinvoinnin heikkenemisen sekä mahdollisten vammojen aiheuttamien taloudellisten tappioiden kannalta tarkasteltuna. Karjut olivat kuitenkin käsiteltävinä hieman omatahtoisempia kuin leikot. Tämä ilmeni lihasikojen lastausvaiheessa. Karjut olivat hieman vähemmän ohjailtavissa kuin leikot ja siirrot sekä lastaaminen hieman työlämpää. Yksittäinen tapaus karjun aggressiivisesta käyttäytymisestä ihmistä kohtaan esiintyi lääkityksen yhteydessä.

Eläimen hyvinvointi edellyttää, että eläin pystyy toteuttamaan lajinmukaista käyttäytymistä. Luonnostaan siat ovat seurallisia eläimiä. (Mavi, Eläinten hyvinvointituen opas 2008.) Kun karjuille taataan normaalin tuotantotavan tavoin mahdollisuus tyydyttää tutkimis- ja tonkimistarve, vähentää se muihin sikoihin kohdistunutta aggressiivista käyttäytymistä. Lihasikakasvatuksessa karjut teurastetaan ennen sukukypsyyttä, joten käytännössä ne saavat toteuttaa lajinmukaista käyttäytymistä ryhmäkasvatuksessa siihen asti. Luonnostaan karjut erkanevat laumasta vasta kun saavuttavat sukukypsyyden.

Kirjallisuuskatsauksessa esiteltiin myös eri rotujen vaikutukset karjujen aggressiivisuuteen sekä karjunhajun muodostumiseen. Tämän kokeen avulla ei saada keskenään vertailtavia tuloksia eri rotujen välillä. Rotu on kuitenkin huomioitava asia jatkotutkimuksissa, sillä rotujen välisiä eroja on myös kasvussa ja käyttäytymisessä.

Käytännön kokeen tutkimusaineiston laatua pystyttäisiin parantamaan seuraamalla porsaan kasvua yksilöllisesti. Yksilöllinen numerointi tapahtuisi korvamarkin avulla, joka kiinnitettäisiin ensimmäisen punnituksen yhteydessä. Tämän avulla koeporsaat pysyisivät paremmin selvillä, mikäli sikalassa on samanaikaisesti porsimassa emakoita, jotka eivät tule koeryhmään. Tässä kokeessa emakkosikalat kuuluivat emakkorenkaaseen ja niihin tuotiin ryhmä kerrallaan emakoita porsimaan. Näin ollen ennen uuden ryhmän tuloa edellisen ryhmän porsineet emakot lähetettiin takaisin keskusyksikköön. Tämä helpotti porsittavien emakoiden ryhmän rajaamista. Lääkitystarpeiden ja kuolleisuuden seuranta onnistui tiloilla, sillä nykyinen lainsäädäntö edellyttää lääkitysten kirjaamista. Käyttäytymisen seurantaan ei erikseen käytetty aikaa, joten tiedot perustuivat vain käsittelyn sekä ruokinnan aikana tehtyihin havaintoihin. Karjujen yleistä käyttäytymistä ryhmässä ei päivänäkana



käyty erikseen tarkkailemassa. Tarkkailuun olisi tarvinnut varata enemmän aikaa, ja yhden henkilön olisi tullut tehdä kaikilla tiloilla.

Aineisto oli määrällisesti melko kattava. Sillä saavutettiin kokonaiskuva kyseisten koeryhmien kasvutuloksista. Intensiivisempään tutkimukseen lihasikaparttioita tarvitsisi kasvattaa useampi, jotta saataisiin tuloksille varmuutta. Useamman partian myötä pystyttäisiin arvioimaan kiertonopeutta ja taloudellisuutta paremmin sekä selvittämään karjun kasvumahdollisuuden edut varmemmin tuloksin. Toki tulosten luotettavuutta lisäsi se, että koe tehtiin kahdessa eri liha- ja emakkosikalassa, joissa ruokinta ja olosuhteet olivat erityyppiset.

Käytännön kokeen ajankohtana oli syksy ja kevättalvi. Ilmasto-olosuhteiden vaikutusta karjun käyttäytymisen ja yleensä sikojen kasvuun ei pystytä arvioimaan. Useamman partian kasvattaminen mahdollistaisi ympärivuotisen tarkkailumahdollisuuden, jonka avulla pystyttäisiin tekemään tarkempia havaintoja ilmasto-olosuhteiden vaihteluiden vaikutuksesta karjun käyttäytymiseen. Usein kesän kuumat olosuhteet tuovat omia haasteita sikatalouteen. Lisäksi syksyn ja kevään suuret päivittäiset lämpötilaerot tuovat ilmastonin säätelyyn haasteita. Myös kirjallisuuskatsauksessa esiin tulleiden tietojen sovellettavuutta Suomen tuotanto-olosuhteisiin on pohdittava. Kirjallisuuskatsauksen tiedot perustuvat Keski-Euroopassa tehtyihin tutkimuksiin, joten ilmasto-olosuhteet koeporsilla ovat olleet huomattavasti erilaiset kuin Pohjoismaissa.

Karjunktuvattamisen kannattavuuden varmentamiseksi pitäisi koe tehdä tarkemmin seuraamalla ruokinnallisia eroavaisuuksia. Lisätutkimuksia tarvittaisiin lihasikakarjun ruokinnan optimoimiselle, jotta karjun kasvukyky pystyttäisiin hyödyntämään mahdollisimman hyvin ja sitä kautta saavutettaisiin mahdollinen parempi taloudellinen tulos. Karjun tutkittua parempaa rehunhyötysuhdetta ei rekisteröity tämän opinnäytetyön käytännön kokeessa. Lundström ym. (2009) mukaan rehunhyötysuhde on 8 % tai jopa 14 % tehokkaampaa karjuilla verrattuna leikkoihin. Tätä tietoa sovellettiin katetuottolaskelmissa. Rehunkulutuksen seuranta ei onnistunut kasvatuskokeessa koeryhmäkohtaisesti käytännön syistä.

Kirjallisuuskatsauksessa esiteltiin erilaisia vaihtoehtoja karjujen aggressiivisen käyttäytymisen vähentämiseksi. Fredriksenin ym. (2008) tekemässä tutkimustyössä pohdittiin karjujen kasvatusta sisarusryhmissä. Sitä pidettiin yhtenä strategiana karjujen aggressiivisen käyttäytymisen vähentämiseksi ja sitä kautta parantamaan eläimen hyvinvointia. Myös Vanheukelomin ym. (2012) tekemän tuoreen tutkimuksen mukaan kosketus eri sukupuolta oleviin sikoihin aikaistaisi murrosiän alkua. Tutkimustuloksissa on myös huomioitava maakohtaiset eroavaisuudet tuotantotavoissa ja -olosuhteissa. Sukupuolilajittelulla voi olla suuri merkitys karjunhajun esiintymiselle ja sitä kautta liha jatkojalostukselle. Tässä kokeessa sukupuolittain lajitellut ryhmät olivat samoissa osastoissa. Kasvatusmenetelmien muutostarpeet ovat tulevaisuudessa selvitettäviä asioita, jotta käytännössä karjujen lihasikakasvatus olisi mahdollista ilman

että lihan laatu heikkenee. Pohdittavia asioita on myös tarvitseeko karju lihasikasvatusvaiheessa tilaa enemmän kuin leikoille ja imisille tehdyt suositukset. Lisäksi lihan jatkojalostuksen eri mahdollisuudet on selvitettävä.

Yhteenvetona koko opinnäytetyöstä voidaan todeta karjujen lihasikasvatuksen olevan vaihtoehto kirurgiselle kastroatiolle, mikäli lihan jatkojalostus onnistuu. Karjun kasvukyvyn ja optimaalisen ruokinnan avulla voidaan saavuttaa parempi tuotantotulos. Karjujen luontaisen käyttäytymisen korostumiseen sekä aggressiivisuuteen vaikuttaa oleellisesti olosuhteet. Muistettava on kuitenkin, että raportoituihin kasvueroihin ja kasvatustuloksiin vaikuttavat merkittävästi tilakohtaiset olosuhteet, ruokintatapa, rehun laatu, teuraspaino ja rotu.

## LÄHTEET

- Aldal, I., Andresen, A., Egeli, A.K., Haugen, J-E., Grbdum, A., Fjetland, O. & Eikaas, J.L.H. 2005. Levels of androstenone and skatole and the occurrence of boar taint in fat from young boars. *Livestock Production Science*, 95:121–129.
- Alluwé, M., Millet, S., Bekaert, K.M., Tuyttens, F.A.M., Vanhaecke, L., De Smet, S., & De Brabander, D.L. 2011. Influence of breed and slaughter weight on boar taint prevalence in entire male pigs. *Animal* 5:8, 1283-1289.
- Babol, J., Squires, E.J., & Lundström, K. 1999. Relationship between metabolism of androstenone and skatole in intact male pigs. *Journal of animal science*, 77:84-92.
- Babol, J., Squires, E.J., Gullet, E.A. 2002. Factors affecting the level of boar taint in entire male pigs as assessed by consumer sensory panel. *Meat Science* 61:33-40
- Babol, J., Zamaratskaia, G., Juneja, R.K. & Lundström, K. 2004. The effect of age on distribution of skatole and indole levels in entire male pigs in four breeds: Yorkshire, Landrace, Hampshire and Duroc. *Meat Science* 67:351-358.
- Bonneau, M. 1998. Use of entire males for pig meat in the European Union. *Meat Science* 49:257-272.
- Christiansen, J. 2004. *The Basics of Pig Production*. 2. p. Aarhus N: Zeuner Grafisk as, Odder, 102.
- De Roest, K., Montanari, C., Fowler, T. & Baltussen, W. 2009. Resource efficiency and economic implications of alternatives to surgical castration without anaesthesia. *Animal* 3:11, 1522-1531.
- Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 854/2004.
- Eviran lääkeluettelo. Haettu 26.1.2013.  
[http://www.evira.fi/files/attachments/fi/elaimet/elainten\\_terveys\\_ja\\_elaintaudit/laakitseminen/tuotantoelaimet\\_valm.pdf](http://www.evira.fi/files/attachments/fi/elaimet/elainten_terveys_ja_elaintaudit/laakitseminen/tuotantoelaimet_valm.pdf).
- Fahim, M.S. 1994. Chemical castration. United States Patent 5372822. Hakemus nro. 206469. United States Patent and Trademark office. Viitattu 16.2.2013.  
<http://patents.justia.com/patent/5372822>
- Fredriksen, B., Font i Furnols, M., Lundström, K., Migdal, W., Prunier, A., Tuyttens, F.A.M., Bonneau, M. 2009. Practice on castration of piglets in Europe. *Animal* 3:1480–1487.

Fredriksen, B. & Hexeberg, C. 2009. The effect of removing animals for slaughter on the behaviour of the remaining male and female pigs in the pen. *Research in Veterinary Science* 86: 368–370.

Fredriksen, B., Lium, B.M., Marka, C.H., Mosveen, B. & Nafstad, O. 2008. Entire male pigs in farrow-to-finish pens –Effects on animal welfare. *Applied Animal Behaviour Science* 110:258–268.

Fredriksen, B., Lium B.M., Marka, C.H., Heier B.T., Dahl, E., Choinski, J.U. & Nafstad, O. 2006. Entire male pigs in a farrow-to-finish system. Effects on androstenone and skatole. *Livestock Science* 102:146-154.

Giersin, M., Ladewig, J. & Forkman, B. 2006. Animal Welfare Aspects of Preventing Boar Taint. *Acta Veterinaria Scandinavica* 48 (Suppl 1):S3.

Hulsen, J. & Scheepens, K. 2006. Sikahavaintoja. Suom. Harri Äijö. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy, 98.

Kaaro, K. 2011a. Kivunlievitys kastraation yhteydessä. *Rehumakasiini* 4, 35.

Kaaro, K. 2011b. Kipulääkkeiden käyttö porsaiden kastraation yhteydessä rutiiniksi. *KMVET* 7, 12-14.

Kaaro, K. 2012. Sian elämää. Teoksessa Kaaro, K., Kuisma, A., Nopanen, A., Partanen, K., Perttilä, S. & Äijö, H. *Sikatalous*. Tampere: Juvenes Print Oy, 89, 101 – 103.

Kallio, M. 2001. Perustarpeet voitava tyydyttää. *KMVET* 6, 20-21.

Laurila, T. 1999. Lääkkeet sikalassa. Teoksessa Rautala, H. (toim.) *Sikalan eläinlääkärikirja*. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 45- 46.

Lohenoja, S. 2009. Lievitystä sikojen kipuun. *Sika* 1, 18-19.

Lundström, K., Matthews, K.R. & Haugen, J.-E. 2009. Pig meat quality from entire males. *Animal* 3:11, 1497-1507.

Malavasi, L.M., Nyman, G., Augustsson, H., Jacobson, M., Jensen-Waern, M. 2006. Effects of epidural morphine and transdermal fentanyl analgesia on physiology and behaviour after abdominal surgery in pigs. *Laboratory Animals* 40:16-27.

Mavi – Eläinten hyvinvoinnin tuen opas. 2008. Viitattu 1.4.2013.  
[http://www.mavi.fi/attachments/mavi/elaintenhyvinvointi/5zFHFdEc/891079\\_sikatila\\_LR.pdf](http://www.mavi.fi/attachments/mavi/elaintenhyvinvointi/5zFHFdEc/891079_sikatila_LR.pdf)

MMM, Maa- ja metsätalousministeriön asetus lihantarkastuksesta nro 38/EEO/2006. 5.9.2006.

Mälkiä, P. 2001. Kivun hoito kehittyi. *KMVET* 3, 4-6.

New semen sexing technology. 2006. Viitattu 27.1.2013.  
<http://www.britisHLivestockgenetics.com/semensexing.html>

Nopanen, A. Sikatilan talous ja johtaminen, Teoksessa Kaaro, K., Kuisma, A., Nopanen, A., Partanen, K., Perttilä, S. & Äijö, H. Sikatalous. Tampere: Juvenes Print Oy, 159-170.

OJ C 243/5. 2011. Euroopan unionin virallinen lehti. Komission täytäntöönpanopäätös työohjelmasta sikojen kirurgisen kastraation vaihtoehtoja koskevan unionin toiminnan rahoittamiseksi (2011/C 243/06).

Partanen, K. & Perttilä, S. 2012. Sian ruokinta eri elämänvaiheissa. Teoksessa Kaaro, K., Kuisma, A., Nopanen, A., Partanen, K., Perttilä, S. & Äijö, H. Sikatalous. Tampere: Juvenes Print Oy, 56-59, 81-85.

Purnier, A., Mounier, A.M. & Hay, M. 2005. Effects of castration, tooth resection, or tail docking on plasma metabolites and stress hormones in young pigs. *Journal of Animal Science* 83:216-222.

Rydhmer, L., Zamaratskaia, G., Andersson, K.H., Algers, B., Guillemet, R. & Lundström, K. 2006. Aggressive and sexual behaviour of growing and finishing pigs reared in groups, without castration. *Acta Agriculturae Scand Section A* 56: 109-119.

Saario, E. 2006. Karjujen kastroinnille haetaan vaihtoehtoja. *KMVET* 2, 34-35.

Saario, E. 2006b. Karjuporsaiden leikkaamiselle odotetaan muita vaihtoehtoja. *KMVET* 3, 28-29.

Sathert, A.P., Jonesl, S.D.M., Squires, E.J., Schaeferl, A.L., Robertsonl, W.M., Tong, A.K.W. & Zawadski, S.1995. Antemortem handling effects on the behaviour, carcass yield and meat quality of market weight entire male pigs. *Canadian Journal of Animal Science* 75: 45-56.

Sianlihan kärkipaino. Viitattu 8.4.2013.  
<https://www.atriatuottajat.fi/atriasika/hinnastotjaehdot/Sivut/default.aspx>

Siljander-Rasi, H., Nopanen, A., & Helin, J. 2006. Sian ruokinta ja hoito. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy. 83-90.

Sikalan kannattavuus. Viitattu 2.4.2013.  
<http://www.farmit.net/kotielain/lihasika/sikalan-kannattavuus>

Stuart, L. 2007. Towards a more “humane” castration for piglets. *Pig Progress* 6, 24-26.

TIKE, Teurastamotilastot. 2013. Lihantuotanto 2012. Haettu 28.3.2013.  
<http://www.maataloustilastot.fi/tilasto/2026>

Tuyttens, F.A.M., Vanhonacker, F., Verhille, B., De Brabander D. & Verbeke, W. Pig producer attitude towards surgical castration of piglets without anaesthesia versus alternative strategies. 2012. *Research in Veterinary Science*, 92:524-530.

Vanheukelom, V., Van Beirendonck, S., Van Thielen, J. & Driessen, B. 2012. Behavior, production results and meat quality of intact boars and gilts housed in unmixed groups: A comparative study. *Applied Animal Behaviour Science* 142:154-159.

Vestergaard, J.S., Haugen, J-E. & Byrne, D.V. 2006. Application of an electronic nose for measurements of boar taint in entire male pigs. *Meat Science* 74:564-577.

Virolainen, J. 1999. Porsaiden hoitorutiinit. Teoksessa Rautala, H. (toim.) *Sikalan eläinlääkärikirja*. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 131.

Von Borell, E., Baumgartner, J., Giersing, M., Jäggin, N., Purnier, A., Tuyttens, F.A.M. & Edwards, S.A. 2009. Animal welfare implications of surgical castration and its alternatives in pigs. *Animal* 3:11, 1488-1496.

Xue, J., Dial, G.E., Holton, E.E., Vickers, Z., Squires, E.J., Lou, Y., Godbout, D. & Morel, N. 1996. Breed differences in boar taint: relationship between tissue levels boar taint compounds and sensory analysis of taint. *Journal of Animal Science* 74:2170- 2177.

Yliaho, M. 2002. Lihaprosentti näkyy tuottajan kukkarossa. *KMVET* 2, 38-39.

Yliaho, M 2004. Stressi riipii sikaakin. *KMVET* 6, 4-6.

Zamaratskaia, G. & Squires, E.J. 2009. Biochemical, nutritional and genetic effects on boar taint in entire male pigs. *Animal* 3:11, 1508-1521.

Äijö, H. 2012. Sikalarakennus ja olosuhteet. Teoksessa Kaaro, K., Kuisma, A., Nopanen, A., Partanen, K., Perttilä, S. & Äijö, H. *Sikatalous*. Tampere: Juvenes Print Oy, 148-158.