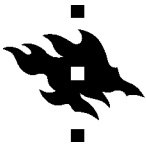


Kastraation vaihtoehdot: Immunokastration vaikutus kasvuun ja rehunkulutukseen

ELK Jussi Virta

Helsingin Yliopisto
Eläinlääketieteellinen tiedekunta
Kliinisen tuotantoeläinlääketieteen
osasto
Lisensiaatin tutkielma 2011



Tiedekunta - Fakultet – Faculty Eläinlääketieteellinen		Osasto - Avdelning – Department Kliinisen tuotantoeläinlääketieteen osasto	
Tekijä - Författare – Author Jussi Virta			
Työn nimi - Arbetets titel – Title Kastraation vaihtoehdot: Immunokastration vaikutus kasvuun ja rehunkulutukseen			
Oppiaine - Läroämne – Subject Tuotantoeläinten terveyden- ja sairauhdenhoito			
Työn laji - Arbetets art – Level Kirjallisuuskatsaus, kohorttitutkimus		Aika - Datum – Month and year 8.6.2011	Sivumäärä - Sidoantal – Number of pages 36
Tiivistelmä - Referat – Abstract			
<p>Lähes kaikki karjuporsaat kastroidaan Suomessa ja muualla EU:ssa ensimmäisen elinviikon aikana. Kastration syynä on ns. karjun haju. Karjun haju on uroksen sukupuolihormonien (etenkin androstenonin ja skatolin) vaikutuksesta aiheutuva epämiellyttävä haju leikkaamattoman karjun lihassa. Kastroimalla estetään androstenonin tuotanto, jolloin lihaan ei muodostu karjun hajua.</p> <p>Kastratio suoritetaan tavallisesti ilman minkäänlaista kivunlievitystä. Toimenpide on hyvin kivulias ja heikentää eläinten hyvinvointia. Kastratio heikentää myös porsaiden rehuhyötysuhdetta ja aiheuttaa lihan rasvoittumista. Edellä mainittujen syiden vuoksi porsaiden rutiininomaisesta kastroimisesta pyritään luopumaan lähivuosina.</p> <p>Kirurgisen kastration korvaajaksi on ehdotettu useita eri menetelmiä. Menetelmät eroavat toisistaan huomattavasti kustannustehokkuuden, käytännöllisyyden ja hyvinvointivaikutuksien osalta. Tutkimuksia vaihtoehtoisista karjunhajun ehkäisy menetelmistä on useita. Sukupuolilajitellun siemennesteen käyttö ja karjunhajun hävittäminen jalostamalla eivät ole vielä toteuttamiskelpoisia vaihtoehtoja. Haisevien karjujen tunnistaminen teuraslinjalta ei ole vielä nykytekniikalla mahdollista ilman liian suurta turhien hylkäyksien määrää.</p> <p>Rauhoitus- ja kivunlievitysmenetelmiä on tutkittu runsaasti. Lisätutkimuksia vaaditaan kuitenkin riittävän edullisen sikalaolosuhteissa helposti toteutettavan menetelmän kehittämiseksi. Huonosti toteutettu anestesia ei paranna porsaiden hyvinvointia.</p> <p>Yksi varteenotettava vaihtoehto on immunokastratio. Immunokastratiossa porsaille annetaan injektiona valmistetta, joka estää sukupuolielinten normaalin kehityksen, hormonituotannon ja sitä kautta myös karjun hajua. Immunokastratio on todettu useissa tutkimuksissa turvallisiksi sioille ja kuluttajille sekä tehokkaaksi karjunhajun ehkäisyssä.</p> <p>Tutkimuksissa on saatu myös viitteitä immunokastration edullisesta vaikutuksesta porsaiden kasvuun ja rehunkäytön tehokkuuteen. Tässä tutkimuksessa todettiin suomalaisilla lihasioilla immunokastration pienentävän merkittävästi lihan rasvapitoisuutta leikkoihin verrattuna. Paremmasta rehunkäytön hyötysuhteesta ei saatu tilastollisesti merkitsevää ($p < 0,05$) eroa, mutta asiaa on syytä tutkia tarkemmin.</p> <p>Ennen immunokastration laajamittaista käyttöä on myös selvitettävä kuluttajien ja sikatilallisten asenteet valmisteen käyttöä kohtaan. Tähänastisten tutkimustulosten valossa immunokastratiota voidaan pitää hyvin lupaavana vaihtoehtona rutiininomaiselle kirurgiselle kastratiolle sekä tuotannon taloudellisuuden että eläinten hyvinvoinnin näkökulmasta.</p>			
Avainsanat – Nyckelord – Keywords kastratio, immunokastratio, Improvac			
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited Viikin kampuskirjasto			
Työn johtaja (tiedekunnan professori tai dosentti) ja ohjaaja(t) – Instruktor och ledare – Director and Supervisor(s) Olli Peltoniemi, Anna Ollila			

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	1
2. KIRJALLISUUSKATSAUS	1
2.1. PORSAIDEN KASTRAATIO	1
2.1.1. Porsaiden kastratio Suomessa ja kastration suorittaminen	1
2.1.2. Kastratio muualla EU:ssa sekä Svetsissä ja Norjassa	3
2.1.3. Karjun haju	3
2.1.3.1. Urosten lisääntymisfysiologiaa ja mahdollisuudet vaikuttaa androstenonin ja skatolin pitoisuuksiin	5
2.1.3.2. Karjun hajun haistaminen	6
2.1.4. Emakko- ja karjuporsaiden kasvu ja lihan laatu	6
2.1.5. Fyysinen kastratio hyvinvointiongelmanä	7
2.2. IMMUNOKASTRAATIO	8
2.2.1. Improvac – valmistetiedot	8
2.2.2. Elintarviketurvallisuus	
2.2.3. Turvallisuus käyttäjälle	9
2.2.4. Rokotteen tehokkuus karjunhajun ehkäisyssä	10
2.2.4.1. Immunokastration onnistumisen arviointi	11
2.2.5. Rokotteen vaikutus kasvuun, tuotannon tehokkuuteen sekä lihan laatuun	12
2.2.6. Paikalliset haittavaikutukset	13
2.2.7. Vaikutukset käytökseen	13
2.2.8. Kustannukset	13
2.3. KEMIALLINEN KASTRAATIO	14
2.4. ANESTESIAN JA/TAI KIVUNLIEVITYKSEN KÄYTTÖ KASTRAATIOSSA	14
2.4.1. Ei-huumaavat kipulääkkeet	15
2.4.2. Injektioanestesia	15
2.4.3. Inhalaatioanestesia	16
2.4.4. Paikallispuudutus	17
2.5. SUKUPUOLILAJITELTU SIEMEN	18
2.6. HAISEVIEN KARJUN TUNNISTAMINEN	18
2.7. KARJUNHAJUN VÄHENTÄMINEN JALOSTAMALLA	19
2.8. LIHATUOTTEIDEN KÄSITTELY KARJUNHAJUN VÄHENTÄMISEKSI	20
2.9. KULUTTAJIEN SUHTAUTUMINEN KASTRAATIOON JA SEN VAIHTOEHTOIHIN	20

3. TUTKIMUSOSA	21
3.1. JOHDANTO	21
3.2. AINEISTO JA MENETELMÄT	22
3.2.1. Tutkimuseläimet	22
3.2.2. Menetelmät	22
3.3. TULOKSET	23
4. POHDINTA	26
5. KIRJALLISUUSLUETTELO	28

1. JOHDANTO

Tämän liseniaatintutkielman tavoitteena on pohtia immunokastration käytön mahdollisuutta porsaiden rutiininomaisen kirurgisen kastration vaihtoehtona. Immunokastratiolla tarkoitetaan menetelmää, jossa kivesten sukupuolihormonituotantoa vähennetään kivesten poiston sijasta lääkinällisesti.

Käytännössä kaikki karjuporsaat kastroidaan ensimmäisen elinviikon aikana sukupuolihormoneista johtuvan karjunhajun välttämiseksi. Kirurginen kastratio suoritetaan tavallisesti ilman kivunlievitystä ja rauhoitusta. Toimenpide on porsaille kivulias. Ihmisten lisääntynyt tietoisuus eläinten hyvinvoinnista on lisännyt vaatimuksia kastratiosta luopumiselle. Kastratiosta luopuminen edellyttää tehokkaan, helposti toteutettavan ja edullisen vaihtoehdon valitsemista karjunhajun ehkäisyyn.

Tässä työssä pyritään pohtimaan toimivia vaihtoehtoja karjunhajun hallinnassa. Kirjallisuuskatsauksessa pyritään arvioimaan yleisimpiä vaihtoehtoja hyvinvointivaikutusten, tehokkuuden ja taloudellisuuden näkökulmista. Tutkimusosassa keskitytään erityisesti immunokastratioon ja etenkin sen vaikutuksiin tuotannon tehokkuuteen eli lähinnä kasvunopeuteen ja rehunkulutukseen.

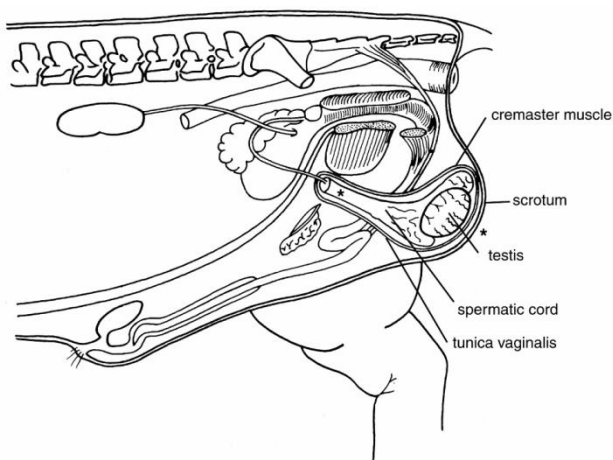
2. KIRJALLISUUSKATSAUS

2.1. PORSAIDEN KASTRAATIO

2.1.1. Porsaiden kastroidinta Suomessa ja kastration suorittaminen

Käytännössä kaikki lihasioiksi tarkoitetut karjuporsaat kastroidaan Suomessa. Rutiininomainen kastroidinta on yleisin toimintamalli myös muualla maailmassa. Eläinsuojelulainsäädännön mukaan enintään seitsemän päivän ikäisen porsaan saa kastroida avoimella leikkausmenetelmällä kudoksia repimättä siihen pätevän henkilön suorittamana. Eläinlääkäri saa kastroida myös tätä vanhemman porsaan käyttäen asianmukaista anestesiaa ja kivunlievitystä (ES-asetus 396/1996). Eläinsuojeluasetus noudattaa Euroopan komission direktiiviä, mutta kansainvälinen lainsäädäntö on vaihtelevaa. Mm. Norjassa eläinlääkärit ovat kastroidineet kaikki porsaat anestesiaa ja kivunlievitystä käyttäen vuodesta 2002 lähtien. (Fredrikssen 2009)

Kastraatiassa porsaan liikkuminen estetään tavallisesti joko roikottamalla eläintä tuottajan jalkojen välissä tai käyttämällä kastraatiopöytää. Kivespusseihin tehdään yksi tai kaksi n. 2 cm viiltoa, joista kivekset pullautetaan ulos. (Kuva 1) Kivekset irrotetaan ympäröivistä kudoksista ja siemennuorat katkaistaan mahdollisimman vähällä kudოსvauriolla ja verenvuodolla joko kastraatiopihdeillä tai leikkausveitsellä. Suositeltavaa olisi tehdä viilto kivespusseihin mahdollisimman alas, jotta kaikki haava-alueella kertyvät nesteet pääsisivät mahdollisimman vapaasti valumaan ulos avoimeksi jätettävästä haavasta. Porsas palautetaan mahdollisimman nopeasti takaisin karsinaansa. Koko toimenpide kestää tavallisesti alle 30 sekuntia. (Prunier ym. 2006)



Kuva 1: Prunier 2006 (tavanomainen viiltokohta osoitettu tähdellä)

Karjuporsaiden kastraatioon on kaksi tärkeää syytä. Karjut käyttäytyvät aggressiivisemmin toisiaan kohtaan. Merkittävämpi syy on kuitenkin ns. karjun haju. Liha-asetuksen 38/EEO/2006 mukaan sianliha voidaan lihantarkastuksessa hyväksyä ehdollisesti mikäli liha on peräisin karjusta, salakarjusta tai kaksineuvoisesta siasta. Liha voidaan kuitenkin hyväksyä ilman ehtoja, jos ruhon paino on alle 80 kg tai jos se tutkitaan Elintarviketurvallisuusviraston hyväksymällä menetelmällä ja todetaan, että siinä ei ole karjun hajua.

2.1.2. Kastraatio muualla EU:ssa sekä Sveitsissä ja Norjassa

Pääosassa EU-maista yli 80 % karjuporsaista kastroidaan. Isossa-Britanniassa porsaita ei kastroida juuri lainkaan koska siat teurastetaan nuorena. Kreikassa, Espanjassa,

Portugalissa ja Kyproksella osa sioista kasvatetaan kastroimatta. Tavanomaisen ja luomutuotannon välillä ei ole merkittäviä käytännön eroja. Alankomaissa on tavanomaisen tuotannon lisäksi käytössä ns. eläinystävällinen tuotantotapa, jossa kastroitiota ei harjoiteta. (Fredrikssen ym. 2009)

Suurimmassa osassa Euroopan valtioista tilalliset tekevät itse kastroaatiot. Poikkeuksia ovat Viro, Liettua, Norja, Tsekki ja Slovakia joissa pääosan kastroatioista suorittavat eläinlääkärit. Desinfektioaineita käytetään kastroation yhteydessä yleisesti. Virossa, Alankomaissa ja Italiassa myös antibioottien käyttö kastroation yhteydessä on yleinen käytäntö. (Fredrikssen ym. 2009)

Norjassa kaikissa kastroatioissa käytetään paikallispuudutusta ja kivunlievitystä. Myös muutamissa muissa Euroopan maissa käytetään jonkin verran lääkitystä, mutta useimmissa maissa tilalliset suorittavat toimenpiteen itse hereillä oleville porsaille. (Fredrikssen ym. 2009)

2.1.3. Karjun haju

Karjun haju aiheutuu pääasiassa androstenonista ($5\text{-}\alpha\text{-androst-16-en-3-oni}$) ja skatolista (3-metyyli-indoli). Androstenoni on karjun sukupuolihormoni jonka haju muistuttaa virtsanhajua. (Bonneau 1982). Androstenoni eritetään syljen kautta ja se vaikuttaa feromonin tavoin vaikuttaen mm. emakon seisomisrefleksin aktivoitumiseen. Rasvaliukoisen luonteensa vuoksi osa androstenonista kertyy myös rasvakudokseen. (Sjastaad ym. 2003).

Skatolia sen sijaan muodostuu suoliston mikrobitoiminnan seurauksena L-tryptofaaniaminohaposta. Tryptofaanin saatavuus ja mikrobitoiminnan aktiivisuus määrittävät skatolin muodostumisen. Tryptofaani on kuitenkin peräisin suolen seinämästä eikä niinkään ravinnon tryptofaanista. (Claus ym. 1994). Skatolin haju muistuttaa ulosteen hajua. Androstenonipitoisuudet nousevat eläimen iän ja painon myötä. (Bonneau 1982). Kovin voimakasta korrelaatiota painon ja androstenoni- ja skatolipitoisuuksien välillä ei kuitenkaan ole havaittu normaaleissa teuraspainoissa, sillä yksilöiden välinen vaihtelu on hyvin suurta. (Walstra ym. 1999). Tutkimuksissa on

kuitenkin havaittu että myös hyvin nuorilla eläimillä (110 päivän ikäisillä elopainoltaan 75-kiloisilla) voi esiintyä hyvin korkeita skatoli- ja androstenonipitoisuuksia jotka ilmenevät voimakkaana karjunhajuna. (Alda ym. 2005) Suomessa vuonna 2010 teurastettujen lihasikojen keskimääräinen ruhopaino oli 88,4 kg (TIKE, teurastamotilasto). EU-alueella lukemat vaihtelevat pääosin 86 ja 88 kilogramman välillä. (Fredrikssen ym. 2009)

Androstenonin ei tiedetä olevan haitallista. Skatolin tiedetään sen sijaan erittäin suurilla annoksilla olevan haitallista erityisesti märehitijöille. Myrkylliset annokset ovat kuitenkin moninkertaisia verrattuna sianlihaa syömällä saataviin annoksiin.

Sikarotujen välillä on havaittu eroja skatoli- ja androstenonipitoisuuksissa. Duroceilla ja hampshireilla on todettu korkeampia androstenonipitoisuuksia kuin maatiassioilla ja yorkshireilla. Skatolipitoisuuksien suhteet eri tutkimustulokset eivät ole yhteneviä. Todennäköisin syy on rotujen vaihteluun eri rotujen skatolipitoisuutta koskevissa tutkimuksissa on skatolin muodostuminen suolistossa mikrobitoiminnan seurauksena jonka vuoksi kasvuolosuhteet vaikuttavat suuresti tuloksiin. (Xue ym. 1996). Rotueroja arvioitaessa on muistettava että suurin osa teurastettavista lihasioista on useiden rotujen risteytyksiä.

Androstenonin ja skatolin ohella on tunnistettu myös muutamia muita yhdisteitä, jotka aiheuttavat karjun hajua, mm. androstenoli (Brennan ym. 1986), indoli (Annor-Frempong 1997) ja 4-fenyyl-3-buten-2-oni (Rius Sole M.A. & García-Regueiro 2001). Näiden yhdisteiden merkitys karjun hajun muodostumiseen on kuitenkin verrattain vähäinen hajun heikkouden tai matalan rasvaliukoisuuden vuoksi. (Zamaratskaia 2004)

Laajan tutkimuksen mukaan 30 % EU:ssa teurastetuista sioista ylittää androstenonille yleisesti hyväksytyyn 1,00 ppm raja-arvon ja 11 % skatolin raja-arvon 0,25 ppm. Luvut eivät ole kuitenkaan sellaisenaan sovellettavissa kaikkiin jäsenvaltioihin teuraspainojen, rotujen ja analyysimenetelmien vaihtelun vuoksi. (Walstra ym. 1999)

2.1.3.1. Urosten lisääntymisfysiologiaa ja mahdollisuudet vaikuttaa androstenonin ja skatolin pitoisuuksiin

GnRH on hypotalamuksen tuottama hormoni, joka säätelee aivolisäkkeen etulohkon hormonaalista toimintaa. (Schneider ym. 2006). GnRH säätelee luteinisoivan hormonin (LH) ja follikkelia stimuloivan hormonin (FSH) eritystä. FSH stimuloi sukusolujen kypsymistä kiveksissä. LH säätelee testosteronin ja muiden urosten sukupuolihormonien (ml. androstenoni) tuottoa kiveksissä. Hormonit, joista merkittävimmät uroksilla ovat testosteroni ja dihydrotestosteroni tuotetaan Leydigin soluissa kolesterolista (Sjastaad ym. 2003) GnRH:ta tuotetaan hypotalamuksen lisäksi myös muissa kudoksissa, mm. sukupuolielimissä ja istukassa. Nykyisin tunnetaan 23 erilaista GnRH:ta selkärankaisilla. Eri nisäkäslajeilla on huomattavan samankaltaiset GnRH-hormonit. (Schneider ym. 2006)

LH säätelee sekä androstenonin että anabolisesti vaikuttavien uroksen sukupuolihormonien eritystä samanaikaisesti, joten androstenonin tuotantoon ei voida varsinaisesti vaikuttaa viivästyttämättä puberteettia. (Claus ym.1994) Seksuaalista kypsymistä viivästyttävillä menettelyillä voidaan jonkin verran pienentää androstenonin pitoisuutta, mutta ei kovin merkittävästi. Mm. eri sukupuolta olevien porsaiden kasvatus erillään pienentää hieman androstenonipitoisuuksia. Korkeaenerginen ruokinta johtaa aiempaan puberteettiin ja suurempaan sukupuolihormonipitoisuuteen. Seksuaaliseen kypsymisen nopeuteen ja sitä kautta androstenonituotannon lisääntymiseen tiedetään vaikuttavan myös mm. päivän lyheneminen (lisääntymiskausi lyhyen päivän kausilisäntyjällä) ja korkea hierarkkinen asema lauman keskuudessa. . (Bonneau 2006. Claus ym. 1994).

Androstenonipitoisuus riippuu myös sikauroksen sosiaalisesta arvojärjestyksestä laumassaan. Johtavilla karjuilla androstenonipitoisuudet ovat korkeimmat. Monilla muilla eläinlajeilla hyvin voimakkaan uroksen läsnäolo laumassa hidastaa nuorten urosten seksuaalista kypsymistä. Sikojen kohdalla voimakkaalla uroksella vaikuttaa olevan lähinnä stimuloiva vaikutus. (Giersing ym. 2000)

Keinoja vaikuttaa skatolipitoisuuksiin olosuhdetekijöillä on sen sijaan havaittu useita. Päivän lyheneminen nostaa selkärasvan skatolipitoisuuksia (Walstra ym. 1999), samoin sikojen pitäminen hyvin ahtaasti karsinoissa joita ei puhdisteta ulosteesta ja virtsasta, koska skatoli saattaa imeytyä ihon läpi. (Hansen ym. 1995). Ruokinnalla voi myös

vähentää skatolin muodostumista. Havaittuja keinoja ovat mm. proteiinien tarjoaminen helposti sulavassa muodossa kuten kaseiinina ja tärkkelyksen hyödyntäminen ravinnon energianlähteenä sekä runsas ravintokuidun pitoisuus. (Jensen ym. 1995)

2.1.3.2. Karjun hajun haistaminen

Kaikki ihmiset eivät haista karjun hajua. Kyky haistaa androstenonia riippuu mm. ihmisen perimästä (Wysocki & Beauchamp 1984). On myös näyttöä että ihmisen kyky haistaa androstenoni voi kehittyä altistuksen myötä (Wang ym. 2004). Mm. Weiler ym. 2000 havaitsivat vallitsevan käsityksen mukaisesti naisten haistavan androstenonin miehiä herkemmin. Saksalaisista kuluttajista 18 % ja espanjalaisista 30 % arvioitiin hyvin herkiksi androstenonille.

2.1.4. Emakko- ja karjuporsaiden kasvu ja lihan laatu

Lihan laatua karjuilla, leikoilla ja imisillä on tutkittu muutenkin kuin karjunhajun osalta. Karjujen lihapitoisuus on selvästi korkein ja leikoilla heikoin koska karjuilla on selvästi vähemmän rasvakudosta. Lihan vesipitoisuus on kuitenkin karjuilla hieman suurempi ja proteiinipitoisuus pienempi. (Barton-Gade 1987). Useissa tutkimuksissa on havaittu että vapaalla ruokinnalla leikatut porsaasat kuluttavat selvästi karjuporsaita enemmän rehua, mutta rehuhyötysuhde on huonompi ja karjut kasvavat nopeammin. Rehuhyötysuhde huononee kaikilla sikaryhmillä energiansaannin lisääntyessä, mutta leikoilla muutos on karjuja selkeämpää ja liha rasvoittuu helposti. (Campbell & Taverner 1988, Campbell ym. 1989, Dunshea ym. 2003)

Parempi rehunkäytön hyötysuhde tarkoittaa myös typpipitoisten yhdisteiden pienempää määrää ulosteissa, joten leikot kuormittavat myös ympäristöä karjuja enemmän. (Bonneau 1998)

Karjujen rasvakudoksessa on selvästi enemmän monityydyttymättömiä rasvahappoja, jonka vuoksi rasvakudos on pehmeämpää ja alttiimpaa härskiintymiselle. (Wood 2007)

2.1.5. Fyysinen kastraatio hyvinvointiongelmana

Sekä kiveksissä että ympäröivissä kudoksissa on runsaasti hermoja ja hermopunoksia jotka kykenevät myös kipuaistimuksen välittämiseen. Osa hermoista kulkee myös siemennuoraa pitkin. Onkin syytä olettaa että kastraatio aiheuttaa voimakkaan kipuaistimuksen (Prune ym. 2006)

Fyysisen kastraation aiheuttama akuutti kipu lieneekin melko ilmeistä, vaikka tuotantoeläinten kokema kipu ei olekaan parhaiten ymmärrettyjä ilmiöitä. Hay ym. 2003 tutkivat kastraation aiheuttamia pidempiaikaisia muutoksia viikon ikäisten porsaiden fysiologiassa ja käytöksessä. Virtsanäytteen stressiä kuvaavissa kortisoli- ja katekooliamiinipitoisuuksia ei todettu muutoksia. Porsaiden havaittiin olevan inaktiivisempia ja mm. imevän vähemmän 2,5 tuntia toimenpiteen jälkeen. Selviä kivun merkkejä kuten jäykkyyttä ja vapinaa oli myös nähtävissä lähitunteina. Huolestuttava havainto oli että hännän heiluttamista ja peräpään hankaamista oli havaittavissa vielä neljä päivää kastraatiosta. Käytösmuutokset antavat olettaa että kastraation aiheuttama kipu ei rajoitu toimenpidettä seuraaviin tunteihin ja lisää tarvetta kehittää vaihtoehtoja nykymuotoiselle kastraatiolle. (Hay ym. 2003) Ei myöskään tiedetä voiko nuorena koettu kipu altistaa herkemmälle kivuntuntemukselle aikuisiällä kuten on todettu ihmisillä. (Taddio ym. 1995)

On myös näyttöä että fyysinen kastraatio lisää kroonisten tulehdusten (sydänpussintulehdus, keuhkotulehdus, keuhkokalvontulehdus sekä, jalkojen ja hännän tulehdukset) esiintyvyyttä leikoilla verrattuna karjuihin ja imisiin. Syyksi epäillään urosten sukupuolihormonien puuttumista. (de Kruijf ym. 1988).

2.2. IMMUNOKASTRAATIO

2.2.1. Improvac – valmistetiedot

Improvac on Pfizerin valmiste. Valmisteyhteenvedon mukaan vaikuttavana aineena on GnRH-analogin proteiinkonjugaatti joka on difteriatoksoidiin konjugoitunut GnRF:n synteettinen peptidianalogi. Kahden millilitran annos sisältää vähintään 300 µg vaikuttavaa ainetta. Adjuvanttina on dietyyliaminoetyyli (DEAE) dekstraani, vesipitoinen, mineraaliton, öljypohjainen adjuvantti 300 mg. Apuaineena mainitaan tiomersaali. (EMEA)

Elimistö tunnistaa GnRH-analogin vieraaksi ja alkaa muodostaa sitä vastaan vasta-aineita. Nämä vasta-aineet tunnistavat myös elimistön tuottaman oman GnRH:n ja kiinnittyvät siihen estäen endogeenisen hormonin kiinnittymisen reseptoreihinsa väliaivoissa ja sitä kautta kivesten normaalin toiminnan jolloin sukupuolihormonien ml. androstenonin erityks vähenee merkittävästi. (EMEA)

Käyttöaiheena Improvacilla on GnRF-vasta-aineiden induktio kivesten toiminnan väliaikaiseksi lopettamiseksi immunologisesti. Valmisteen käyttötarkoitus on karjunhajulle keskeisen androstenonin erityksen vähentäminen sukukypsyyden saavuttamisen jälkeen. Valmistajan mukaan myös skatolin määrä voi pienentyä välillisesti. Aggressiivisen ja seksuaalisen käytöksen pitäisi myös vähentyä. (EMEA)

Valmisteyhteenvedon mukaan rokote voidaan antaa ensimmäisen kerran terveille yli 8 viikon ikäisille sioille. Toinen rokote tulisi antaa mieluiten 4-6 viikkoa ennen teurastusta. (EMEA)

2.2.2. Elintarviketurvallisuus

Clarke ym. tutkivat Improvacin turvallisuutta vuonna 2008. Rokotteita pidetään yleisesti muita lääkkeitä turvallisempia vaikuttavien aineiden epävakaiden molekyylien vuoksi. Ne eivät yleensä säily aktiivisessa muodossa hoidetuissa eläimissä eivätkä etenäkään ruuanvalmistuksessa tai ruuansulatuskanavassa. Tutkimus oli kolmeosainen. (Clarke ym. 2008)

Ensimmäisessä osassa tutkittiin onko rokotteella suoria hormonaalisia vaikutuksia injisoitaessa lampaisiin. Konjugoimattomalla GnRH-peptidianalogilla oli plasman luteinisoivan hormonin pitoisuuteen vaikutusta 0,2 % verran verrattuna luonnolliseen

GnRH-hormoniin kun taas rokotteen konjugoitu GnRH-antigeeni ei antanut lainkaan vastetta. (Clarke ym. 2008)

Toisessa osassa rokotetta annettiin injektioannosta vastaava määrä suun kautta kahdesti 12-13 ja vastaavasti 16-17 viikon ikäisille sioille. Verinäytteet tutkittiin 14, 28 ja 42 päivän jälkeen ensimmäisestä lääkkeenannosta. Seerumissa ei ollut havaittavissa olevia määriä GnRH-vasta-aineita eikä seerumin testosteronipitoisuudessa ollut havaittavia eroja verrattaessa kontrolliryhmiin. (Clarke ym. 2008)

Kolmannessa osassa tutkittiin rokotteen hyötyosuutta (bioavailability) suun kautta ja nahanalaisesti annettuna rotilla. Kummallakaan tavalla annettuna ei havaittu melko suurillakaan annoksilla kuolleisuutta, heikentyntä syöntikykyä tai muutoksia kliinisessä kemiassa tai hyytymistekijöissä. Ihonalaisesti annettuna havaittiin kohonneet anti-GnRH-vasta-aineet, madaltunut testosteronipitoisuus ja selkeää surkastumista sukupuolielimissä. Suun kautta annettuna näitäkään vaikutuksia ei havaittu. Tutkimuksen perusteella määritettiin suun kautta annostelulle suurin mahdollinen NOEL-arvo joka vastaa 70-kertaista annosta verrattuna sikojen rokoteannokseen. (Clarke ym. 2008)

2.2.3. Turvallisuus käyttäjälle

Riskit valmisteen käytössä liittyvät tilanteisiin joissa työntekijä ruiskuttaa valmistetta tahattomasti itseensä. Varsinaisia tutkimuksia vahinkoinjektion vaikutuksista ihmiseen ei ole saatavilla, mutta miljoonien annosten käyttökokemuksen perusteella vahinkoinjektiot ovat harvinaisia. Haittavaikutuksena on raportoitu lievää sukupuolitoimintojen ja hedelmällisyyden heikkenemistä. Rokote voi olla vaarallinen raskaudelle. Vaikutukset ilmenevät yleensä vasta toisella injektio-kerralla. Tuotetta kerran itseensä pistäneen henkilön tai raskaana olevan naisen ei todennäköisesti ole turvallista käyttää Improvacia. (EMEA) Itsensä injisoiminen Improvacilla tapahtuu luultavasti todennäköisimmin toisella rokotuskerralla n. 4 viikkoa ennen teurastusta, koska tämänikäisten sikojen pistäminen ryhmäkarsinassa ei aina ole kovin helppoa.

2.2.4. Rokotteen tehokkuus karjunhajun ehkäisyssä

Rokotteen tehoa on tutkittu useissa eri tutkimuksissa. Dunshea ym. tekivät vuonna 2001 200 karjuporsaan ja 100 leikkoporsaan tutkimuksen jossa 100 karjuporsasta sai Improvacia valmisteen suosituksen mukaisesti ja 100 placeborokotteen.

Tutkimuksessa todettiin kaikilla asianmukaisesti rokotetuilla kehittyneen merkittävässä määrin anti-GnRH-vasta-aineita. (Dunshea ym. 2001). Einarsson 2006 totesi myös kaikilla 270 immunokastroitavalla koesialla riittävässä määrin anti-GnRH-vasta-aineita.

Samassa Dunshean tutkimuksessa havaittiin kivesten koon ja seerumin testosteronipitoisuuden pysyvän toiseen rokotuskertaan asti normaalitasolla. Kaksi viikkoa toisen rokotteen jälkeen kivesten kasvu oli kuitenkin pysähtynyt ja verestä mitatut testosteronipitoisuudet olivat huomattavan matalat. (Dunshea ym. 2001). Kivesten koon selkeä pientyminen ja madaltuneet testosteronitasot on havaittu muissakin tutkimuksissa. (Jaros 2005, Bonneau ym. 1994))

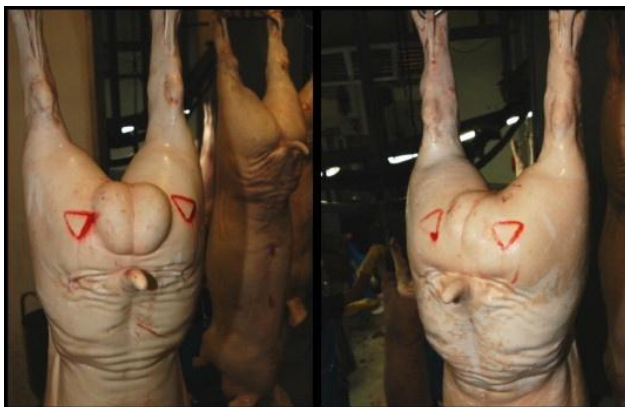
Mitattaessa rasvan androstenoni- ja skatolipitoisuuksia, rokotettujen sikojen pitoisuudet eivät eronneet juurikaan kirurgisesti kastroitujen eläinten lukemista. Korkeiksi luokiteltavia lukemia ei havaittu lainkaan ja kohtalaisia skatoli- ja androstenonipitoisuuksia todettiin vain yksittäisiltä eläimiltä. Leikkokontrolleista kaikkien androstenoni- ja skatolipitoisuudet todettiin kuitenkin mataliksi. (Dunshea ym. 2001, Samankaltaisia tutkimustuloksia saivat myös Jaros ym. 2004 ja Einarsson 2006. Kaikissa tutkimuksissa todettiin yksittäisillä immunokastroiduilla sioilla, mutta ei yhdelläkään leikolla EU:n androstenonille asettaman raja-arvon eli 0,5 µg grammassa rasvaa. Dunshean 2001 tutkimuksessa yksittäisillä sioilla todettiin sylkirauhasia keitetessä havaittavaa muttei merkittäväksi luettavaa karjunhajua

Kaikki tutkimukset eivät kuitenkaan ole täysin yksimielisiä immunokastration vaikutuksista toisen merkittävän karjunhajua aiheuttavan tekijän eli skatolin pitoisuuksiin. Mm. Bonneau ym. 1994 mukaan skatolipitoisuuksissa ei havaittu selkeitä eroja. Tulee kuitenkin huomioida että tässä tutkimuksessa tutkimussioista mitatut skatolipitoisuudet olivat hyvin matalat sekä leikoilla että karjuillakin. (Bonneau ym. 1994)

Useissa eri tutkimuksissa koulutetut arvioijat ovat arvioineet immunokastroitujen eläinten lihan olevan aistinvaraiselta laadultaan vastaavan tasoista kuin kirurgisesti kastroitujen tai naaraspuolisten sikojen lihan. Ero leikkaamattomiin karjuihin on selkeä. (Font i Furnols ym 2009)

2.2.4.1. Immunokastration onnistumisen arviointi

Bulbouretraali-sukupuolirauhasten painolla ja pituudella on selvä korrelaatio androstenonipitoisuuksien kanssa. Rotuerot on kuitenkin huomioitava, nimittäin esim. duroc-sioilla on todettu olevan suhteellisen pienet bulbouretraalirauhaset, mutta korkeat rasvakudoksen androstenonipitoisuudet. (Xue ym. 1998). Oonk ym. 1995 totesivat myös selvän korrelaation kivesten pituuden ja painon sekä selkäräsvan androstenonipitoisuuden välillä. Tutkimuksessa korkeita androstenonipitoisuuksia ei havaittu sioilla joiden kivekset olivat alle 9 cm pitkiä ja painoivat alle 150 g. Riittävän nuorina immunokastroiduilla sioilla nämä lukemat eivät tavallisesti ylity. Oonk ym. eivät huomioineet rotueroja. Kivesten koko (Kuva 2) tarjoaa kuitenkin todennäköisesti melko toimivan ja riittävän yksinkertaisen keinon immunokastration onnistumisen arviointiin. (Oonk ym. 1995). Gispert ym. 2010 mukaan immunokastroitujen eläinten kivekset ovat keskimäärin 23 % lyhemmät ja bulbouretraalirauhaset 34 % lyhemmät ja 69 % kevyemmät kuin karjuilla.



Kuva 2: Gispert ym. 2010 Kivesten koko leikkaamattomalla karjulla ja immunokastroidulla sialla.

2.2.5. Rokotteen vaikutus kasvuun, tuotannon tehokkuuteen sekä lihan laatuun

Dunshean ym. vuoden 2001 tutkimuksen mukaan Improvacilla rokotettujen porsaiden kasvu ei ensimmäisen ja toisen rokotuksen aikoihin eronnut merkittävästi placebolla hoidettujen karjujen lukemista. Toisen rokotuksen jälkeinen testosteronipitoisuuden lasku ei johtanut päiväkasvun heikentymiseen, vaan loppuvaiheen päiväkasvut olivat Improvacilla hoidetuilla sioilla huomattavasti suurempia. Tämän todettiin kuitenkin johtuvan huomattavasti lisääntyneestä rehunkäytöstä eikä niinkään muutoksista rehuhyötysuhteesta. Loppuvaiheessa rehuhyötysuhteen todettiin sekä Improvacilla että plaseborokotteella hoidetuilla karjuilla olevan jonkin verran leikkoja huonompikin. (Dunshea ym. 2001). Bonneaun 1994 mukaan immunokastroitujen ja leikkaamattomien karjujen rehuhyötysuhde oli kymmenisen prosenttia leikkoja parempi.

Mitattaessa selkäsilavan paksuutta, nuorena teurastetuilla eläimillä Improvacilla rokotettujen eläinten liha on yhtä vähärasvaista kuin karjuilla eli leikot ovat huomattavasti rasvaisempia (Dunshea ym. 2001, Einarsson 2006). Vanhempana teurastettaessa Improvacilla hoidetut porsaas ovat karjuja rasvaisempia, mutta eivät kuitenkaan läheskään yhtä rasvaisia kuin leikot. (Dunshea ym. 2001) Myös Jaros ym. 2005 totesivat Improvacilla rokotettujen eläinten lihapitoisuuden olevan suuremman kuin leikoilla vaikka päiväkasvuissa ei tilastollisesti merkittäviä eroja ollutkaan. Erityisen hyviä kasvutuloksia pienellä rasvamäärällä on saatu aikaiseksi sekä karjuporsaille että imisillä käytettäessä Improvacia yhdessä sian kasvuhormonin kanssa. Tämä ei tietenkään ole EU-alueella sallittua. (Oliwer ym. 2003) Rasvan määrän vähenemisen lisäksi immunokastratio lisää monityydyttymättömien rasvahappojen osuutta. Leikkaamattomilla karjuilla monityydyttymättömien rasvahappojen osuus on kuitenkin edelleen suurempi. (Pauly ym. 2009) Pehmeiden rasvojen osuuden lisääminen tulee huomioida toisaalta terveystaikutusten, toisaalta lihan säilyvyyden kannalta.

2.2.6. Paikalliset haittavaikutukset

Improvacin on ihonalaisesti injisoituna aiheuttavan toisinaan paikallista ärsytystä, mutta reaktiot ovat tavallisesti lieviä eivätkä eroa merkittävästi placeborokotteella saaduista tuloksista. Teurastuksen yhteydessä ei ole tavallisesti havaittu lihan arvosteluun vaikuttavia muutoksia injektio kohdassa. Useimmat muutokset ovat ainoastaan palpoitavissa, mutta eivät silmämääräisesti nähtävissä. (Dunshea ym. 2001, Einarsson 2006)

2.2.7. Vaikutukset käytökseen

Improvacilla hoidetuilla eläimillä on havaittu tutkimuksissa selvästi vähemmän tappelujälkiä kuin karjuilla, mutta kuitenkin hieman enemmän kuin leikoilla. Valmisteen voidaan todeta vähentävän aggressiivista käytöstä. (Dunshea ym. 2001, Einarsson 2006). On kuitenkin huomattavaa että aggressiivinen ja seksuaalinen käytös vähentyy selkeästi vasta toisen rokotuskerran jälkeen ja immunokastroitujen sikojen voi luonnollisesti olettaa olevan kasvatuksen alkuvaiheessa leikkoja aggressiivisempia. (Cronin ym. 2003). Aggressiivisuuden ohessa toisen rokotuksen myötä vaikuttaa myös muu sosiaalinen ja seksuaalinen käytös verrattuna käsittelemättömiin karjuihin. (Einarsson 2006)

2.2.8. Kustannukset

10 x 100 ml pakkaus Improvacia maksaa ilman arvonlisäveroa 690 €. Yhdelle lihasialle käytettävät kaksi kahden millilitran annosta maksavat näin ollen 2,76 €. (Oriolanet 27.3.2011).

2.3. KEMIALLINEN KASTRAATIO

Vähän tutkittu vaihtoehtoinen kastratiomenetelmä on ns. kemiallinen kastratio. Immunokastratio on eri asia kuin kemiallinen kastratio vaikka monissa ei-

tieteellisessä yhteydessä asiat usein sekoitetaan. Kemiallisella kastroatiolla tarkoitetaan kemiallisen yhdisteen (mineraaliasetaatti, formaliini, sinkkisuolat) ruiskuttamista kiveksiin vaikuttaen kivesten verisuonitukseen ja sitä kautta estäen normaalin testosteronin tuotannon ja testosteronin muuttamisen androstenoniksi. (US patent 5372822)

Kemiallisen kastroation tehosta on jonkin verran viitteitä, mutta tutkimuksia toimenpiteen aiheuttamasta kivusta ja turvallisuudesta käytössä ei ole juurikaan tutkimustietoa. Joidenkin sinkkisuolojen tiedetään ainakin olevan hermostolle vaarallisia. (US patent 5372822)

2.4. ANESTESIAN JA/TAI KIVUNLIEVITYKSEN KÄYTTÖ KASTRAATIOSSA

Yksi tavoista fysikaalisen kastroation aiheuttaman hyvinvointiongelman ratkaisuksi on toimenpiteen suorittaminen käyttäen asianmukaista rauhoitusta, kipulääkitystä tai paikallispuudutusta. Norjassa näin on toimittu vuodesta 2002 lähtien joka porsaan kohdalla. Eri vaihtoehtoja on lukuisia. Menetelmän soveltuvuus laajamittaisesti porsastuotannossa edellyttää kustannusten ja teurasvaroaikojen huomioimista. Suomessa sioille hyväksytyjä valmisteita ovat käytännössä ketoprofeiini, fluniksiinimeglumiini, asetyylisalisyylihappo, meloksikaami ja lidokaiini. Mm. erilaisia inhalaatioanesteetteja kuten isofluraania ja halotaania ei ole ainakaan toistaiseksi hyväksytty käytettäväksi sioille. (Eviran tuotantoeläimille hyväksytyt valmisteet 2010) Arvioitaessa erilaisten lääkitysten etuja eläinten hyvinvoinnin kannalta tulee huomioida myös näiden käytöstä johtuvat ylimääräiset kiinniotot ja lisääntynyt käsittely. (von Borell ym. 2009). Anestesiaa valitessa pitää myös muistaa hyvin nuorten eläinten suuri vesipitoisuus ja matala rasvakudoksen määrä (Sjastaad ym. 2003) sekä kehittymätön maksan ja munuaisten vierasaineenvaihdunta. (Sandholm 1998). Suomessa nukutus- ja rauhoitusaineiden sekä puudutteen ja kipulääkkeiden käyttö edellyttää eläinlääkärin läsnäoloa.

2.4.1. Ei-huumaavat kipulääkkeet

McGlone ym. tutkivat 1993 fysikaalisen kastration aiheuttamia muutoksia käytökseen ja painon kehitykseen. He kokeilivat kipulääkityksen (asetosalisylihappo eli aspiriini ja butorfanoli) vaikutusta kastratiosta toipumiseen. Kummallakaan lääkityksellä ei ollut merkittävää vaikutusta toimenpiteestä toipumiseen. Parempia kokemuksia on mm. meloksikaamin yhdistämisestä inhalaatioanestesiaan. (von Borell ym. 2009)

2.4.2. Injektioanestesia

Porsaiden nukuttamista injektiona annettavilla anesteeteilla on tutkittu useilla eri yhdistelmillä. Kohtalaisia tuloksia on saatu aikaan yhdistelmällä 25 mg/kg ketamiinia ja 2 mg/kg atsaperonia. Anestesia on saatu aikaan 10 minuutissa ja palautuminen on vienyt kolme tuntia. Kuolleisuus on ollut luokkaa 3-5 %. Myöhemmissä tutkimuksissa on kuitenkin havaittu ketamiini-atsaperoninukutus riittämättömän syväksi monen porsaan osalta mainitulla annoksella. On myös muistettava ketamiinin väärinkäyttömahdollisuudet huumausaineena, joten ainakaan valmisteen luovuttamista tilallisille voidaan tuskin pitää vaihtoehtona. (von Borell ym. 2009).

Axiak ym. 2009 tutkivat klimatsolaamin käyttöä atsaperonin ja ketamiinin kanssa sekä lihaksensisäisenä injektiona että nenäsuihkeena. Täydellinen toipuminen kesti nenäsuihkeella nukutetuilla keskimäärin 50,5 minuuttia ja lihaksensisäisesti nukutetulla ryhmällä keskimäärin 80,5 minuuttia. Lihaksensisäisellä annostelulla saatiin aikaiseksi toimiva anestesia, mutta nenäsuihkeella porsaas reagoivat voimakkaasti toimenpiteeseen. Axiak ym. 2009 epäilevät nenäsuihkeen huonon tehon johtuvan valmisteen antamisesta liian kylmänä.

Heinonen ym. 2009 selvittivät atsaperonilla esirauhoitettujen n. 2 kk ikäisten porsaiden nukuttamista detomidiniin, butorfanolin ja ketamiinin sekä tiletaamin ja tsolatsepaamin yhdistelmillä. Molemmilla saatiin kohtuullisen mittainen anestesia aikaiseksi jonka syvyys riittää yksinkertaisiin kirurgisiin toimenpiteisiin. Kaikilla yksilöillä ei päästy kuitenkaan samanlaisiin tuloksiin. (Heinonen ym. 2009).

Menetelmän sopivuutta ja annoksia pikkuporsaille olisi syytä tutkia.

2.4.3. Inhalaatioanestesia

Myös inhalaatioanestesian mahdollisuutta on tutkittu. Vaihtoehtoisina kaasumaisina nukutusaineina on pohdittu lähinnä hiilidioksidia, halotaania ja isofluraania.

Halotaanilla ja erityisesti hiilidioksidilla (käytetään useimmiten 80 % CO₂ ja 20 % O₂) anestesian induktiovaiheessa havaitaan melko runsaasti rimpuilua, ääntelemistä ja raskasta hengitystä. Hiilidioksidilla nukutetut eläimet eivät reagoi kastrotiotoimenpiteeseen juuri lainkaan, halotaanilla reaktioita esiintyi sen sijaan yli puolella, joten anestesian syvyyttä on pidettävä riittämättömänä. Halotaanilla ja hiilidioksidilla nukutetut eläimet palautuvat kävelykuntoon alle 2 minuutissa toimenpiteestä. (Kohler ym. 1998). Halotaania ei ole enää saatavilla EU:n markkinoilla. Hiilidioksidin käytön eettisyydestä on keskusteltu runsaasti. Gerritsen ym. 2008 tutkivat hiilidioksidin käyttöä porsaiden anestesiamenetelmänä. Aivosähkökäyrän perusteella anestesian syvyys on riittävä 30 sekuntia induktiosta. Gerritsen ym. 2008 arvelee nukutuksen alkuvaiheen olevan porsaille vähintään lievästi epämiellyttävä, mutta mahdollisesti erittäin epämiellyttävä. Samassa tutkimuksessa todettiin myös jo kolmen minuutin altistuksen aiheuttavan jo kuolleisuutta.

Uudemmissa anestesia-aineista nukutus tiiviillä maskilla isofluraanilla (yksinään tai yhdistettynä ilokaasuun eli dityppioksidiin) tai sevofluraanilla mahdollistaa kirurgisen anestesiataason keskimäärin alle minuutissa, ja toipumisen kävelykuntoon noin kahdessa minuutissa toimenpiteestä. (Walker ym. 2004, Hodgson 2007).

Toimenpiteen ja palautumisen nopeus on tärkeää paitsi työvoimantarpeen, myös hyvin nuorten eläinten suuren hypotermiariskin vuoksi (Sjastaad ym. 2003) ja koska rauhoituksesta toipuvat porsaat jäävät helposti emon alle puristuksiin. Isofluraani-/sevofluraanianestesiaan ei liity tavallisesti vakavia komplikaatioita tai runsasta kuolleisuutta. Ääntelyä ja liikehdintää toimenpiteen aikana esiintyy vain lievänä osalla porsaista. (Walker BN ym. 2004, Hodgson 2007). Nukutusaineen hinta on kuitenkin Hodgsonin 2007 mukaan 11 kertainen sevofluraanilla isofluraaniin verrattuna, eikä Hodgson näe sevofluraanilla olevan hintaeroon nähden riittäviä etuja isofluraanin verrattuna.

Tutkittaessa veren kortisolipitoisuuksia, on havaittu että isofluraanianestesia ei aiheuta itsessään stressiä, mutta toisaalta ei ole yksistään riittävä kastraatiokivun lievittämiseen. Annettaessa ennen toimenpidettä 0,4 mg/kg meloksikaamia, kortisolipitoisuudet pysyvät matalina. (von Borell ym. 2009)

2.4.4. Paikallisuudutus

Paikallisuudutuksen on sen sijaan todettu vähentävän porsaan kastraatiossa kokemaa kipua kohtalaisesti, joskaan ei kokonaan. (Marx ym. 2003, White ym. 1995). Käytettäessä adrenaliinia sisältävää lidokaiinivalmistetta, kastraatio tulisi suorittaa kolmen minuutin päästä lidokaiinin kiveksensisäisestä annostelusta, koska tällöin valmisteeseen pitoisuus siemennuorassa on korkeimmillaan (Ranheim B ja Haga HA 2005). Nimenomaan siemennuoran venyttäminen ja katkaiseminen on osoittautunut kastraation kivuliaimmaksi vaiheeksi. (Taylor & Weary 1998). Epiduraalipuudutuksella saadaan myös melko hyvä anestesia aikaiseksi, mutta menetelmä vaatii aikaa ja osaamista, eikä sen rutiininomaista suorittamista sikalaolosuhteissa voida pitää toimivana vaihtoehtona.

2.5. SUKUPUOLILAJITELTU SIEMEN

Yksi ratkaisu karjunhajuun on tuottaa pelkkiä naarassikoja. 2000-luvulla on noussut esiin mahdollisuus siittiöiden sukupuolilajitteluun. Siittiöiden sukupuolilajittelu suoritetaan erilaisilla virtausytometriksi nimetyillä menetelmillä. Menetelmän perustana on tieto että X-kromosomi sisältää huomattavasti enemmän DNA:ta kuin Y-kromosomi. (Johnsson ym. 2000)

Siementen sukupuolilajittelun kaupallisen käytön ongelmana on käsittelyssä tuhoutuvan siemennesteen suuri määrä (n. 20 % menetetään) ja menetelmän hitaus. (Johnsson ym. 2000, Seidel 2003). Johnsson ym. 2000 pystyivät erottelemaan 18 miljoonaa siittiösolua tunnissa. Vertailun vuoksi mm. Finnpig lupaa internetsivuillaan

jokaisen siemennesteannoksen sisältävän vähintään 2,3 miljardia siittiötä. (www) Menetelmän tarkkuus on noin 90 %. (Seidel 2003) Ns. syvän kohdunsisäisen siemennyksen kehittyminen vähentää tarvittavaa siemenmäärää noin viidesosaan tavanomaisesti, mutta menetelmä ei ole yleisesti käytössä. (Rath 2002)

Seidel selvitti siementen sukupuolilajittelun kaupallista potentiaalia vuonna 2003, joskin pääasiassa naudanjalostuksen näkökulmasta. Tuolloin Seidel arvioi tilojen ja laitteiden hankinnoista, henkilökunnan kouluttamisesta sekä ensimmäisen vuoden käyttökustannuksista muodostuvien kulujen nousevan yli kahteen miljoonaan Yhdysvaltain dollariin. Finnpigin internetsivujen perusteella siemenannosten hinnat vaihtelevat nykyisin noin neljän ja kahdenkymmenen euron välillä, joten ilman merkittävää teknologista kehittymistä siemennesteen sukupuolilajittelulla tuskin on kaupallista potentiaalia suomalaisessa sikatuotannossa.

2.6. HAISEVIEN KARJUJEN TUNNISTAMINEN

Koska kaikki teuraspainoiset karjut eivät haise, ratkaisu karjunhajuongelmaan oli myös luotettava menetelmä haisevien karjujen erotteluun, jolloin nämä voitaisiin ohjata suoraan teollisuustuotteisiin. Androstenonin ja skatolin havaitsemiseen on kuvattu useita lähinnä kaasukromatografiaan pohjautuvia toimivia menetelmiä (mm. Mågard ym. 1995, Tuomola ym. 1998 ja García-Regueiro ja Diaz 1998). Nämä menetelmät ovat toimivia karjunhajua koskevassa tutkimuksessa, mutta eivät kuitenkaan sovellu käytettäväksi nykyaikaisessa sikateollisuudessa, koska näytteitä pitää esikäsitellä jonkin verran mikä on hyvin aikaavievää.

Koulutettu arviointiryhmä kykenee erottamaan karjunhajun tehokkaasti aistinvaraisesti keittokokeen avulla. Keittokokeen suorittaminen jokaiselle karjulle ei ole käytännössä toteutettavissa. Annor-Frempong 1998 selvitteli kemiallisen nenän mahdollista käyttöä karjunhajun tunnistamisessa. Vertailukohtina käytettiin aistinvaraista arviointiryhmää ja mittaustuloksia. Kemiallinen nenä tunnisti nopeasti kaikki haisevat näytteet. Sikojen luokittelu teurasnäytteiden perusteella kemiallisen nenän avulla on nopeudesta huolimatta kuitenkin ongelmallista, koska haju

muodostuu usean osatekijän vaikutuksesta jolloin laitteisto on lähes mahdotonta kalibroida niin että turhien hylkäysten määrä ei muodostuisi kohtuuttomaksi. (Annor-Frempong ym. 1998) Myös Ampuero ja Bee 2005 tutkivat kemiallisen nenän käytön mahdollisuutta hieman lupaavammin tuloksin, mutta vääriä positiivisia oli ja kemiallisen nenän käyttö vaatii lisätutkimuksia. Tanskassa on käytössä pikamenetelmä skatolin havaitsemiseksi, mutta tämä menetelmä ei tunnista androstenonia.

2.7. KARJUNHAJUN VÄHENTÄMINEN JALOSTAMALLA

Androstenonipitoisuudella ja tiedetään olevan verrattain korkea periytyvyys. Myös skatolilla on huomattavaa periytyvyyttä ja aineiden pitoisuuksilla vaikuttaa olevan jonkin asteinen yhteys. (Tajet ym. 2006) Jalostuksen haasteena on vähentää karjunhajua aiheuttavia yhdisteitä keinoin jotka eivät vähennä muita sukupuolihormoneja ja heikennä samalla kasvua merkittävästi. Jalostuksessa olisi tunnistettava yksilöt jotka eivät haise merkittävästi, mutta joiden testosteronitaso pysyy riittävän korkealla. Sen jälkeen pitäisi löytää sopivat geneettiset markerit näiden eläinten tunnistamiseen. Korkean periytyvyyden vuoksi karjun hajun jalostaminen hyväksyttävällä tasolle voi olla mahdollista, mutta nopean aikavälin ratkaisusta ei ole kyse. (Squires 2006, Ducro-Steeverink 2006)

2.8. LIHATUOTTEIDEN KÄSITTELY KARJUNHAJUN VÄHENTÄMISEKSI

Lain mukaan karjujen lihaa voidaan käyttää teollisuustuotteisiin, koska erilaisten käsittelyiden oletetaan peittävän karjun hajua lihassa. Karjun hajua peittävä ominaisuus on todettu ainakin polyfosfaateilla (Sheard ym. 1999) ja voimakkailla savustusprosesseilla (Stolzenbach 2009). Keittokinkussa suurempia androstenonipitoisuuksia pidetään hyväksyttävänä. Syynä on ilmeisesti tuotteen nauttiminen kylmänä. (Bonneau 1992)

Valmistuslämpötilalla on vaikutusta karjun hajun aistittavuuteen lihassa. Sisälämpötilan nosto 60 asteesta 80 asteeseen lisää sianlihan makua, mutta vähentää vieraita makuja ja hajuja. (Woods ym. 1995) Karjun haju heikentää myös kuivattujen ja kuivasuolattujen lihatuotteiden aistinvaraista laatua. (Banon ym. 2003a, Banon ym. 2003b) Myös marinadeilla voidaan peittää karjun hajua. Mm. oreganoa ja nestesavua sisältävät marinadit peittävät etenkin skatolin melko tehokkaasti, mutta eivät täydellisesti. (Lunde ym. 2008)

2.9. KULUTTAJIEN SUHTAUTUMINEN KASTRAATIOON JA SEN VAIHTOEHTOIHIN

Kuluttajat ovat yhä kiinnostuneempia siitä miten heidän ruokansa on tuotettu. Eläinten hyvinvointiasiat ovat saaneet entistä enemmän huomiota myös tiedotusvälineissä. Kaupallisen menestyksen kannalta on tärkeää otetaanko esim. immunokastroidun sianliha vastaan edistyksenä eläimen hyvinvoinnin kannalta vai tuntuuko se mahdollisesti liian vieraalta ja pelottavalta.

Mm. Fredrikksen ym. 2011 tutkivat kuluttajien asennoitumista eri kastroiovaihtoehtoja kohtaan Norjassa. Fysikaalista kastroiota kivunlievityksellä (kuten Norjassa nykyisin tehdään) ei pidetty merkittävänä hyvinvointiongelmaksi, eikä esim. immunokastroiota pidetty automaattisesti hyvinvointia parantavana asiana. Ihmiset olivat melko skeptisiä immunokastroiota kohtaan. Esille nousivat vastustus lääkkeiden käyttöön muun kuin sairauden hoidossa, harhaluulo että valmiste on hormoni ja erityisesti pelot jäämistä ja pitkäaikaisen altistumisen aiheuttamista toistaiseksi tuntemattomista vaikutuksista. Myös Huber-Eischerin 2008 Sveitsissä suorittamassa tutkimuksessa kuluttajilla oli voimakkaita ennakkoluuloja immunokastroiota kohtaan. Suosituin oli jälleen kastroatio anestesian kanssa.

Lähes päinvastaisiakin tuloksia kuluttajien suhtautumisesta on julkaistu, mutta Fredrikssen 2011 kritisoi hyvin voimakkaasti tutkimusten riippumattomuutta lääketeollisuudesta ja tapaa jolla immunokastroatio on esitetty kuluttajille. Näissä

tutkimuksissa ainoaksi vaihtoehdoksi on tarjottu kastroatiota ilman minkäänlaista rauhoitusta tai kivunlievitystä.

3. TUTKIMUSOSA

JOHDANTO

Immunokastratio on yksi varteenotettavimmista vaihtoehdoista porsaiden rutiininomaiselle kastroatiolle ilman rauhoitusta tai kivunlievitystä. Kastroatiotavalla on eläinten hyvinvoinnin lisäksi myös taloudellisia vaikutuksia. Sianlihantuotannon kannattavuuteen vaikuttavat erityisesti kasvunopeus, rehunkäytön tehokkuus ja saavutettava lihaprosentti. Tässä työssä verrataan näitä tekijöitä immunokastroiduilla ja kirurgisesti kastroiduilla lihasioilla suomalaisessa kaupallisessa sianlihantuotannossa. Samassa tutkimusprojektissa arvioitiin myös immunokastration hyvinvointivaikutuksia ja tehokkuutta karjunhajun ehkäisyssä. Näitä tuloksia arvioidaan muissa yhteyksissä.

3.2. AINEISTO JA MENETELMÄT

3.2.1. Tutkimuseläimet

Tutkimuksessa oli mukana noin 600 suomalaista lihasikaa kaupallisessa sianlihantuotannossa. Kaksi kolmasosaa koesioista koostui hampshire-rodun risteytyksistä ja kolmannes duroc-risteytyksistä. Kaikkien tutkimussikojen ruokinta oli toteutettu samalla tavalla kaupallisilla sianrehuilla. Ruokinta oli osittain rajoitettu. Pahnueita ei tasattu pikkuporsas aikana.

Tutkittavat eläimet jaettiin vieroituksen yhteydessä sukupuolen mukaan kolmeen ryhmään eli imisöihin, leikkoihin ja karjuihin. Tutkimussiat pidettiin sukupuolen mukaan ryhmäkarsinoissa eikä ryhmiä sekoitettu tutkimuksen aikana. Leikot

kastroitiin kirurgisesti ensimmäisen viikon sisällä syntymästä ilman anestesiaa ja kivunlievitystä. Karjut immunokastroitiin Improvac-valmisteella valmistajan ohjeen mukaisesti. Ensimmäinen injektio annettiin kahdeksan viikon iässä ja toinen neljä viikkoa ennen teurastusta.

3.2.2. Menetelmät

Porsaat punnittiin vieroituksen, välikasvatukseen siirron ja teurastuksen yhteydessä. Teuraspainona on käytetty ruhopainoa välittömästi verenlaskun jälkeen, mikä tulee huomioida verrattaessa teuraspainoja ja päiväkasvuja suoraan muihin tutkimuksiin. Lihaprosentti on mitattu teurastamalla AutoFom-menetelmällä. Rehunkulutusta seurattiin koko kasvatuksen ajalta ryhmäkarsinakohtaisesti. Rehuhyötysuhteen arvioinnissa kulutettua rehumäärää verrattiin tuotettuihin teuraspainoihin.

Tilastollisena menetelmänä pyrittiin käyttämään varianssianalyysimenetelmää eli ANOVA:a (analysis of variance). Normaalijakaumalle asettumattomien tai variansseiltaan erisuurten arvojen suhteen käytettiin Welchin testiä tai epäparametrisiä Kruskal-Wallis ja Mann-Whitneyn testejä. Tilastollisesti merkittävänä pidettiin $p < 0,05$.

3.3. TULOKSET

Vierotusvaiheessa imisät olivat jonkin verran leikkoja ja karjuja painavampia, mutta välitysvaiheessa ja teurastuksessa sukupuolten välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa (Taul 1.)

Vieroituspaino:

	karjut	leikot	imisät
Eläinten lukumäärä	123	76	115

Keskiarvo/kg	7,634	7,141*	7,763*
Keskihajonta	1,746	1,7123	1,3201

Välityspaino:

	Karjut	Leikot	Imisät
Eläinten lukumäärä	229	166	181
Keskiarvo/kg	28,976	29,997	30,025
Keskihajonta	6,2778	5,9882	6,1276

Teuraspaino:

	Karjut	Leikot	Imisät
Eläinten lukumäärä	214	163	173
Keskiarvo/kg	115,996	115,37	115,611
Keskihajonta	9,372	8,4235	9,6013

Taulukko 1: Eläinten painot eri kasvatusvaiheissa

Leikot ja karjut pystyttiin teurastamaan muutama päivä imisiä aikaisemmin. Verrattaessa kokonaispäiväkasvuja, tilastollisesti merkitseviä eroja ei kuitenkaan havaittu. Eroja havaitaan sen sijaan verrattaessa päiväkasvua eri tuotantovaiheissa. Vierotuksessa imisöiden päiväkasvu on leikkoja ja karjuja suurempi. Loppukasvatuksessa ennen teurastusta imisät kasvavat hitaimmin ja immunokastroitujen karjujen ryhmä selvästi nopeimmin. (Taul 2)

Kokonaispäiväkasvu:

	Karjut	Leikot	Imisät
Eläinten lukumäärä	189	133	167
Keskiarvo	0,6484	0,6487	0,639
Keskihajonta	0,05985	0,05767	0,05784

Päiväkasvu/vieroitus

	Karjut	Leikot	Imisät
Eläinten lukumäärä	123	76	115
Keskiarvo	0,4696*	0,4909	0,4956*
Keskihajonta	0,08496	0,08039	0,07999

Päiväkasvu/lihasikala

	Karjut	Leikot	Imisät
Eläinten lukumäärä	214	163	173
Keskiarvo	0,8412	0,8279*	0,8079*
Keskihajonta	0,09602	0,09394	0,08691

Päiväkasvu, alku lihasikala:

	Karjut	Leikot	Imisät
Eläinten lukumäärä	225	164	179
Keskiarvo	0,7925	0,8286	0,8216
Keskihajonta	0,18239	0,15185	0,15202

Päiväkasvu, loppu lihasikala:

	Karjut	Leikot	Imisät
Eläinten lukumäärä	214	162	173
Keskiarvo	0,8473*	0,8003*	0,7792*
Keskihajonta	0,13315	0,15491	0,11791

Taulukko 2: Päiväkasvut eri tuotantovaiheissa

Aiempaa tutkimustietoa vastaavia tuloksia saatiin myös koskien teurastettujen eläinten lihaprosenttia. Immunokastroitujen karjujen ruhon lihapitoisuus on selvästi leikkoja suurempi. Karjujen ja imisien välille ei tässä tutkimuksessa saatu tilastollisesti merkitsevää eroa (Taul 3.)

Lihaprosentti

	Karjut	Leikot	Imisät
Eläinten lukumäärä	214	164	173
Keskiarvo /%	59,281 *	58,388 *	59,137 *
Keskihajonta	2,2702	2,6667	2,1615

Taulukko 3: Eläinten lihaprosentit

Rehuhyötysuhteiden osalta saatiin melko suuriakin eroja erityisesti immunokastroitujen karjujen ja imisien välille. Varianssianalyysin mukaan tulos ei kuitenkaan ole tilastollisesti merkittävä. (Taul 4)

Rehuhyötysuhde

	Karjut	Leikot	Imisät

Karsinoiden lukumäärä	10	5	8
Keskiarvo/ RY/teur kg.	2,988	3,1478	3,688

Taulukko 4: Eläinryhmien rehunkulutus

4. POHDINTA

Tutkimustulosten perusteella eläinten sukupuolella ja koko kasvatuskauden kasvunopeudella ei ole havaittavissa yhteyttä. On kuitenkin huomattavaa että vierotuksen aikana imisät kasvavat selvästi leikkoja ja karjuja nopeammin, mutta immunokastroidut siat saavuttavat selvästi suurimmat kasvulukemat lihasikalavaiheen loppupuolella ennen teurastusta. Samanlaisia tuloksia saivat myös Dunshea ym. 2001.

Immunokastroitujen karjujen lihaprosentti on leikkaamattomien karjujen tapaan selkeästi kirurgisesti kastroituja sikoja korkeampi. Samaan lopputulokseen ovat päätyneet mm. Dunshea 2001, Einarsson 2006 ja Jaros 2005.

Tulosten perusteella voidaan olettaa immunokastroitujen eläinten hyötyvän uroksen sukupuolihormoneista, mikä näkyy suurempana lihapitoisuutena ja vähempänä rasvoittumisena.

Rehuhyötysuhteen vertailussa tulokset eroavat toisistaan merkittävästi, mutta valitettavasti tilastollisesti merkitseviä eroja ei saatu aikaiseksi. Tämä johtuu todennäköisesti karsinoiden vähäisestä lukumäärästä, koska eläinyksilöiden rehunkulutusta ei kyetty määrittämään. Tuloksia voidaan kuitenkin pitää suuntaa antavina, mutta lisätutkimuksia immunokastration vaikutuksista rehunkäytön tehokkuuteen on syytä tehdä. Näyttöjä paremmasta rehuhyötysuhteesta on saanut ainakin Bonneau ym. 1994.

Tämä tutkimus tukee aiempia tuloksia joiden mukaan Improvacin käyttö tehostaa sianlihantuotantoa erityisesti paremman lihapitoisuuden ja mahdollisesti paremman

rehunkäytön hyötysuhteen osalta. Tulosten perusteella kirurgisen kastration korvaaminen immunokastratiolla ei heikennä ainakaan taloudellista kannattavuutta. Tarkempi arvio vaatisi rehuhyötysuhteen tarkempaa selvittämistä, jolloin voitaisiin verrata rokotteesta johtuvia kustannuksia saavutettuun hyötyyn.

Ihmisten lisääntynyt tietoisuus eläinten hyvinvointikysymyksistä ei mahdollista kirurgisen kastration jatkamista useiden vuosien ajan. Kuluttajien ei voida myöskään olettaa hyväksyvän kastroimattomien karjujen lihaa. Karjunhajun hävittäminen jalostamalla on tiettyyn rajaan saakka mahdollista, mutta ei ole saavutettavissa riittävän nopeasti tuotantotuloksien heikkenemättä.

Sukupuolilajitellun siemennesteen ja kehittyneempien keinosiemennystekniikoiden käyttö pelkkien naarasporsaiden tuottamiseksi ei ole vielä toistaiseksi mahdollista eikä kaupallisen käytön edellyttämiä teknologisia läpimurtoja ole odotettavissa lähivuosina. Sama koskee riittävän tehokkaita menetelmiä kaikkien karjujen seulomiseksi karjunhajun varalta. Näiden menetelmien kehittämistä on kuitenkin jatkettava immunokastratiota käytettäessäkin toimenpiteen onnistumisen varmistamiseksi.

Tutkittaessa rauhoituksen ja kivunlievityksen käyttöä, osalla menetelmistä on saatu hyviäkin tuloksia erityisesti käytettäessä samanaikaisesti inhalaatioanestesiaa ja paikallispuudutteita. Huonosti toteutetut anestesiamenetelmät eivät paranna eläinten hyvinvointia. Menetelmien välillä on selviä eroja kustannuksissa ja esim. lakisääteisesti vaaditussa kivunlievityksen tai rauhoituksen käytössä on vaarana kustannuksiltaan edullisimman, mutta hyvinvointivaikutuksiltaan näennäisen menetelmän käyttö.

Immunokastratiota koskevat tutkimustulokset ovat pääasiassa lupaavia.

Immunokastration vaikutuksia eläinten hyvinvointiin ja tehokkuutta karjunhajun ehkäisyssä tutkitaan yhä. Mikäli tulokset ovat yhtä lupaavia kuin kansainvälisissä tutkimuksissa, voidaan immunokastratiota pitää käyttökelpoisena menetelmänä myös Suomessa. Ennen laajempaa käyttöä olisi tarpeen selvittää puolueettomin tutkimuksin kuluttajien asenne immunokastroitujen sikojen lihaa kohtaan myös Suomessa ja sikatilallisten halukkuus valmisteeseen käyttöön kirurgisen kastration sijasta. Lisäselvityksiä vaatii myös nopean menettelyn hyväksyminen immunokastration onnistumisen arvioimiseksi. Tässä tutkimuksessa osittain

avoimeksi jääneet immunokastration vaikutukset rehuhyötysuhteeseen on myös selvitettävä.

5. KIRJALLISUUSLUETTELO

Aldal I, Andresesen Ø, Egeli AK, Haugen JE, Grødum A, Fjetland O. Levels of androstenone and skatole and the occurrence of boar taint in fat from young boars. *Livestock Production Science*, 2005, 95:21-129

Ampuero S, Bee G. The potential to detect boar tainted carcasses by using an electronic nose based on mass spectrometry. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 2006, 48(Suppl 1):P1

Annor-Frempong IE, Nute GR, Whittington FW, Wood JD. The problem of taint in pork- II. The influence of skatole, androstenone and indole, presented individually and in combination in a model lipid base, on odour perception. *Meat Science*, 1997, 47:49-61

Annor-Frempong IE, Nute GR, Wood JD, Whittington FW, West A. The measurement of the responses to different odour intensities of boar taint using a sensory panel and an electronic nose. *Meat Science* 1998, 50:139-151

Axiak SM, Jäggin N, Wenger S, Doherr MG, Schatzmann U. Anaesthesia for castration of piglets: Comparison between intranasal and intramuscular application of ketamine, climazolam and azaperone. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde*, 2007, 149:395-402.

Banon S, Costa E, Gil MD, Garrido MD. A comparative study of boar taint in cooked and dry-cured meat. *Meat Science*, 2003, 63:381–388

Banon S, Gill ND, Garrido MD. The effects of castration on the eating quality of dry-cured ham. *Meat Science*, 2003a, 65:1031-1037

Barton-Gade PA. Meat and Fat Quality in Boars, Castrates and Gilts. *Livestock Production Science*, 1987, 16:187-196

- Bonneau M, Compounds responsible for boar taint, with special emphasis on androstenone: A review. *Livestock Production Science*, 1982, 9:687-705
- Bonneau M, Denmat M, Vaudelet C, Veloso-Nunes JR, Mortensen AB, Mortensen HP. Contribution of androstenone and skatole to boar taint I & II. Sensory attributes of fat and pork meat. *Livestock Production Science*, 1992, 32:63-88
- Bonneau M, Dufour R, Chouvet C, Roulet C, Meadus W, Squires EJ. The effects of immunization against luteinizing hormone-releasing hormone on performance, sexual development, and levels of boar taint-related compounds in intact male pigs.
- Bonneau M. Factors affecting the level of androstenone. *Acta Veterinaria Scandinavica* 2006, 48(Suppl 1): S7
- Brennan JJ, Shand PJ, Fenton M, Nicholls LL, Aherne FX. Androstenone, androstenol and odor intensity in backfat of 100- and 130- kg boars and gilts. *Canadian Journal of Animal Science* 1986, 66:615-624.
- Campbell RG, Steele NC, Caperna TJ, Solomon MB, Mitchell AD. Interratioships between sex and exogenous growth hormone administration on performance, body composition and protein and fat accretion of growing pigs. *Journal of Animal Science*, 1989, 67:177-186
- Campbell RG, Taverner, MR. Genotype and sex effects on the relationship between energy intake and protein deposition in growing pigs. *Journal of Animal Science*, 1988, 66:676–686.
- Clarke I, Walker J, Hennessy D, Kreeger J, Nappier J, Crane J. Inherent Food Safety of a Synthetic Gonadotropin-Releasing Factor (GnRF) Vaccine for the Control of Boar Taint in Entire Male Pigs. *Journal of Applied Research in Veterinary Medicine*, 2008, 6:7-14
- Claus R, Weiler U, Herzog A. Physiological aspects of androstenone and skatole formation in the boar – a review with experimental data. *Meat Science*, 1994, 38: 289-305

Cronin GM, Dunshea FR, Butler KL, McCauley I, Barnett JL, Hemsworth PH. The effects of immuno- and surgical-castration on the behaviour and consequently growth of group-housed, male finisher pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 2003, 81:111-126

de Kruijf J M, Welling AA. Incidence of chronic inflammations in gilts and castrated boars. *Tijdschr Diergeneeskd*, 1988, 113:415-417

Deslandes B, Gariepy C, Houde A. Review of microbiological and biochemical effects of skatole on animal production. *Livestock Production Science*, 2001, 71:193–200.

Ducro-Steeverink D. Selection against boar taint: a simulation study. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 2006, 48(Suppl 1)P6.

Dunshea FR, Colantoni C, Howard K, McCauley P, Jackson P, Long KA, Lopaticki S, Nugent EA, Simons JA, Walker J, Hennessy DP. Vaccination of boars with a GnRH vaccine (Improvac) eliminates boar taint and improves growth performance. *Journal of Animal Science*, 2001, 79:2524-2535

Dunshea FR, King RH, Campbell RG, Sainz RD, Kim YS. Interrelationships between sex and ractopamine on protein and lipid deposition in rapidly growing pigs. *Journal of Animal Science*, 1993, 71:2919-2930.

Einarsson S, Vaccination against GnRH: pros and cons. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 2006, 48(Suppl 1)S10

Eläinsuojeluasetus 1996/396. Haettu 10.3.2011.

EMEA. http://www.ema.europa.eu/docs/en_GB/document_library/EPAR_-_Summary_for_the_public/veterinary/000136/WC500064055.pdf. Haettu 27.3.2011

Eviran lääkeluettelo:

http://www.evira.fi/attachments/elaimet_ja_terveys/laakeluettelot/tuotantoelaimet_valm.pdf. haettu 27.3.2011

Finnpigin internetsivut. http://www.finnpig.fi/docs/041-uqv-Siemenen_laadun_tutkiminen2008.pdf. haettu 25.3.2011

- Font i Furnols M, Gonzales J, Gispert M, Oliver MA, Hortos M, Perez J, Suarez P, Guerrero L. Sensory characterization of meat from pigs vaccinated against gonadotropin releasing factor compared to meat from surgically castrated, entire male and female pigs. *Meat Science*, 2009, 83: 438-442
- Fredriksen B, Font i Furnols M, Lundström K, Migdal W, Prunier A, Tuyttens FAM, Bonneau M. Practice on castration of piglets in Europe. *Animal*, 2009, 3:1480–1487
- Fredriksen B, Johnsen AMS, Skuterud E. Consumer attitudes towards castration of piglets and alternatives to surgical castration. *Research in veterinary science* 2011, 90:352-357
- García-Regueiro JA, Diaz I. Rapid determination of skatole and indole in pig back fat by normal-phase liquid chromatography. *Journal of Chromatography A* 1998, 809:246-251
- Gerritzen MA, Kluivers-Poodt M, Reimert HGM, Vindle HM Lamboodj E. Castration of piglets under CO₂-gas anaesthesia. *Animal*, 2008, 2:1666-1673.
- Giersing M, Lundström K, Anderson A. Social effects and boar taint: significance for production of slaughter boar (*Sus scrofa*). *Journal of Animal Science*, 2000, 78:296-305.
- Gispert M, Angels Oliver M, Velarde A, Suarez P, Perez J, Font i Furnols M. Carcass and meat quality characteristics of immunocastrated male, surgically castrated male, entire male and female pigs. *Meat Science*, 2010, 85:664-670
- Haga Ha, Ranheim B. Castration of piglets: the analgesic effects of intratesticular and intrafunicular lidocaine injection. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 2005, 32:1-9
- Hansen LL, Larsen AE, Hansen-Møller J. Influence of keeping pigs heavily fouled with faeces plus urine on skatole and indole concentration (boar taint) in subcutaneous fat. *Acta Agriculturæ Scandinavica Section A, Animal Science*, 1995, 45:178-185
- Hay M, Vulin A, Génin S, Sales P, Prunier A. Assessment of pain induced by castration in piglets: behavioral and physiological responses over the subsequent 5 days. *Applied Animal Behaviour Science* 2003, 82: 201-218

- Hodgson DS. Comparison of isoflurane and sevoflurane for short-term anesthesia in piglets. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 2007, 34:117–124
- Huber-Eicher B, Spring P. Attitudes of Swiss consumers towards meat from entire or immunocastrated boars: a representative survey. *Research in Veterinary Science* 2008. 85:625–627
- Jaros P, Bürgi E, Stärk KDC, Claus R, Hennessy D, Thun R. Effect of active immunization against GnRH on androstenone concentration, growth performance and carcass quality in intact male pigs. *Livestock Production Science*, 2005, 92:31–38
- Jensen MT, Cox RP, Jensen BB. Microbial production of skatole in the hind gut of pigs given different diets and its relation to skatole deposition in backfat. *Animal Science*, 1995, 61:293-304
- Johnson LA. Sexing mammalian sperm for production of offspring: the state-of-the art. *Animal Reproduction Science*, 2000, 61-62: 93-107
- Kohler I, Moens Y, Busato A, Blum J, Schatzmann U. Inhalation anaesthesia for the castration of piglets: CO₂ compared to halothane. *Journal of Veterinary Medicine, Series A*, 1998, 45:625-633
- Lunde K, Egelanddal B, Choinski J, Mielnik M. Marinating as a technology to shift sensory thresholds in ready-to-eat entire male pork meat. *Meat Science*, 2008, 80:1264–1272
- Marx G, Horn T, Thielebein J, Knubel, B, von Borell E. Analysis of painrelated vocalization in young pigs. *Journal of Sound and Vibration*, 2003, 266:687-698
- McGlone JJ, Nicholson RI, Hellman JM, Herzog DN. The development of pain in young pigs associated with castration and attempts to prevent castration-induced behavioural changes. *Journal of Animal Science*, 1993, 71:1441-1446
- Mågård M, Berg H, Tagesson V, Järemo M, Karlsson L, Mathiasson L, Bonneau M, Hansen-Möller J. Determination of androstenone in pig fat using supercritical fluid extraction and gas chromatography-mass spectrometry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1995, 43:114-120

Oliver WT, McCauley I, Harrell RJ, Suster D, Kerton DJ, Dunshea FR. A gonadotropin-releasing factor vaccine (Improvac) and porcine somatotropin have synergistic and additive effects on growth performance in group-housed boars and gilts. *Journal of Animal Science*, 2003, 81:1959-66

Oonk HB, Turk JA, Lankhof H, Schaaper WMM, Verheijdenb JHM, Meloen RH. Testis size after immunocastration as parameter for the absence of boar taint. *Livestock Production Science*, 1995, 42:63-71

Oriolanet. www.oriolanet.com. Haettu 27.3.2011.

Pauly C, Spring P, O'Doherty JV, Ampuero S, Kragten S, Bee G. Growth performance, carcass characteristics and meat quality of group-penned surgically castrated, immunocastrated (Improvac R) and entire male pigs and individually penned entire male pigs. *Animal*, 2009, 3:1057-1066

Prunier A, Bonneau M, von Borell Eh, Cinotti S, Gunn M, Fredrikssen B, Giersing M, Morton DB, Tuytens FAM, Velarde A. A review of the welfare consequences of surgical castration in piglets and the evaluation of non-surgical methods. *Animal Welfare*, 2006, 15:277-289

Ranheim B, Haga HA, Ingebritsen K. Distribution of radioactive lidocaine injected into the testes in piglets. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics*, 2005, 28:481-483

Rath D. Low Dose Insemination in the Sow – A Review. *Reproduction in domestic animals*, 2002, 37:201-205

Rius Sole MA, García-Regueiro JA. Role of 4-phenyl-3-buten-2-one in boar taint: identification of new compounds related to sensorial descriptors in pig fat. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2001, 49:5303-5309

Sandholm M. Eläinlajien ja –yksilöiden väliset erot. Teoksessa: Attila M, Sandholm M. Lääkeaineet eläimissä. Farmakokinetiikan perusteet. 2. p. Gummerus Kirjapaino Oy. Jyväskylä 1998.

- Schneider F, Tomek W, Grundker C. Gonadotropin- releasing hormone (GnRF) and its natural analogues: A review. *Theriogenology*, 2006,66:691-709
- Seidel GE Jr. Economics of selecting for sex: the most important genetic trait. *Theriogenology*, 2003, 59:585-598
- Sheard PR, Nute GR, Richardson RI, Perry A, Taylor AA. Injection of water and polyphosphate into pork to improve juiciness and tenderness after cooking. *Meat Science*, 1999, 51:371-376
- Sjastaad ØV, Hove K, Sand O. *Physiology of Domestic Animals: 1. p. Scandinavian veterinary Press. Oslo 2003.*
- Squires J. Possibilities for selection against boar taint. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 2006, 48(Suppl 1)S8
- Stolzenbach S, Lindahl, G, Lundström K, Chen G, Byrne DV. Perceptual masking of boar taint in Swedish fermented sausages. *Meat Science*, 2009, 81:580–588
- Taddio A, Goldbach M, Ipp M, Stevens B, Koren G. Effect of neonatal circumcision on pain responses during vaccination in boys. *Lancet*, 1995, 345: 291-292
- Tajet H, Andresen Ø, Meuwissen THE. Estimation of genetic parameters of boar taint; skatole and androstenone and their correlations with sexual maturation. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 2006, 48(Suppl 1)S9
- Taylor AA, Weary DM. Vocal responses of piglets to castration: identifying procedural sources of pain. *Applied Animal Behaviour Science*, 2000, 70:17-26
- Tuomola M, Hakala M, Manninen P. Determination of androstenone in pig fat using packed column supercritical fluid chromatography-mass spectrometry. *Journal of Chromatography*, 1995, 719:25-30
- US patent nro 5372822. <http://www.freepatentsonline.com/5372822.html>. haettu 12.4.2011.

von Borell E, Baumgartner J, Giersing M, Jäggin N, Prunier A, Truyttens FAM, Edwards SA. Animal welfare implications of surgical castration and its alternatives in pigs. *Animal*, 2009, 3:1488–1496

Walker BN, Jäggin N, Doherr M, Schatzmann U. Inhalation anaesthesia for castration of newborn piglets: experiences with isoflurane and isoflurane/N₂O. *Journal of Veterinary Medicine, Series A*, 2004, 51:151-154.

Walstra P, Claudi-Magnussen C, Chevillon P, von-Seth G, Diestre A, Matthews KR, Homer DB, Bonneau M. An international study on the importance of androstenone and skatole for boar taint: levels of androstenone and levels of androstenone and skatole by country and season. *Livestock Production Science*, 1999, 62:15-28

Wang L, Chen L, Jacob T. Evidence for peripheral plasticity in human odour response. *Journal of Physiology*, 2004, 554:236-244

Weiler U, Font i Furnols M, Fischer K, Kemmer H, Oliver MA, Gispert M, Dobrowolski A, Claus R. Influence of differences in sensitivity of Spanish and German consumers to perceive androstenone on the acceptance of boar meat differing in skatole and androstenone concentrations. *Meat Science*, 2000, 54:297-304

White RG, DeShazer JA, Tressler CJ, Borchert GM, Davey S, Waninge A, Parkhurst AM, Milanuk MJ, Clemens ET. Vocalization and physiological response of pigs during castration with or without a local anesthetic. *Journal of Animal Science*, 1995, 73:381-386

Wood JD, Enser M, Fisher AV, Nute GR, Sheard PR, Richardson RI, Hughes SI, Whittington FM. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Science*, 2008, 78:343–358

Wood JD, Nute GR, Fursey GAJ, Cuthbertson A. The effect of cooking conditions on the eating quality of pork. *Meat Science*, 1995, 40:127-135

Wysocki CJ, Beauchamp GK. The ability to smell androstenone is genetically determined. *Proceedings of the Natural Academy of Sciences of the United States of America*, 1984, 81:4899–4902

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

Zamaratskaia G. Factors involved in the development of boar taint: Influence of breed, age, diet and raising conditions. Tohtorin väitöskirja, Sveriges Lantsbruksuniversitet, Uppsala. 2004.