

UNIVERSITEIT GENT

FACULTEIT DIERGENEESKUNDE

Academiejaar 2012 – 2013

Immunocastratie als alternatief voor chirurgische castratie van varkens

Standpunten van verschillende actoren in de productieketen

door

Pia SCHAMONI

Promotoren: Prof. dr. Frank Tuytens
Prof. dr. Dominiek Maes

Literatuurstudie in het kader
van de Masterproef

© 2013 Pia Schamoni

Universiteit Gent, haar werknemers of studenten bieden geen enkele garantie met betrekking tot de juistheid of volledigheid van de gegevens vervat in deze masterproef, noch dat de inhoud van deze masterproef geen inbreuk uitmaakt op of aanleiding kan geven tot inbreuken op de rechten van derden.

Universiteit Gent, haar werknemer of studenten aanvaarden geen aansprakelijkheid of verantwoordelijkheid voor enig gebruik dat door iemand anders wordt gemaakt van de inhoud van de masterproef, noch voor enig vertrouwen dat wordt gesteld in een advies of informatie vervat in de masterproef.

UNIVERSITEIT GENT

FACULTEIT DIERGENEESKUNDE

Academiejaar 2012 – 2013

Immunocastratie als alternatief voor chirurgische castratie van varkens

Standpunten van verschillende actoren in de productieketen

door

Pia SCHAMONI

Promotoren: Prof. dr. Frank Tuytens
Prof. dr. Dominiek Maes

Literatuurstudie in het kader
van de Masterproef

© 2013 Pia Schamoni

Voorwoord

Met dit dankwoord richt ik me tot iedereen die geholpen heeft met het tot het stand komen van deze masterproef.

In de eerste plaats wil ik mijn promotor Prof. dr. Frank Tuytens en mijn copromotor Prof. dr. Dominiek Maes bedanken voor de goede raad en adviezen. Daarnaast wil ik ook Marijke Aluwé bedanken voor het nalezen van mijn eerste versies en de uitgebreide feedback die zij me gaf.

In de tweede plaats wil ik graag mijn broer Felix Schamoni bedanken. Hij heeft me geholpen met de opbouw van mijn masterproef.

Verder gaat mijn dank uit naar Haitse Nelis voor zijn geduld en inzet om mijn tekst in correct Nederlands om te zetten.

Ten slotte bedank ik mijn ouders en al mijn vrienden voor hun steun en motiverende woorden.

INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING	1
INLEIDING.....	1
LITERATUURSTUDIE.....	3
1. Situering	3
1.1. Werkingsmechanisme van Immunocastratie.....	3
1.2. Effectiviteit van immunocastratie	4
1.2.1. Reductie van berengeur	5
1.2.2. Reductie van agressief en seksueel gedrag	6
1.2.3. Effect van het vaccinatie-tijdstip op berengeur en gedrag	8
1.2.4. Werkingsduur.....	10
1.3. Invloed op zoötechnische en slachthuisresultaten	11
1.3.1. Zoötechnische resultaten	11
1.3.2. Slachthuisresultaten	13
1.3.3. Effect van het vaccinatie-tijdstip op zoötechnische resultaten	14
1.3.4. Effect van voederverstrekking: ad libitum vs. gerantsoeneerd.....	15
1.4. Invloed op het dierenwelzijn	15
1.4.1. Immunocastratie vergeleken met chirurgische castratie	15
1.4.2. Immunocastratie vergeleken met het afmesten van intacte beren.....	16
1.5. Veiligheid van immunocastratie.....	16
1.5.1. Risico en gevolgen van zelf injectie tijdens administratie	16
1.5.2. Risico op residuen in het vlees.....	16
2. Alternatieven naast IC	17
2.1. Chirurgische castratie onder algemene anesthesie	17
2.2. Chirurgische castratie met lokale verdoving.....	18
2.3. Afmesten van intacte beren.....	18
2.4. Seksen van sperma.....	18
3. Toepassing van immunocastratie in België en andere landen	19
4. Actoren beïnvloed door de toepassing van IC	19
4.1. Consument – Standpunten in verschillende landen van de EU	19
4.1.1. Tolerantie van berengeur	20
4.1.2. Aanvaarding van het vlees van immunocastraten.....	20
4.1.3. Aanvaarding van de methodiek	20
4.2. Varkenshouder	21
4.2.1. Standpunt	21
4.2.2. Economische factoren	22
4.3. Slachthuizen/Distributie/Retail.....	22
BESPREKING EN CONCLUSIE	23
Referentielijst.....	24

SAMENVATTING

Immunocastratie is een mogelijk alternatief voor chirurgische castratie van mannelijke biggen met een effectieve reductie van berengeur en seksueel en agressief gedrag tot gevolg. Hiervoor worden twee injecties van een gonadotropine-releasing factor (Gn-RF)-analoog toegediend. De immunologische respons tegenover het Gn-RF-analoog leidt tot een productie van Gn-RF antilichamen die ook de lichaamseigen Gn-RF binden en dus inactiveren. Doordat de Gn-RF stimulus vanuit de hypothalamus ontbreekt, wordt de secretie van luteïniserend hormoon (LH) en follikelstimulerend hormoon (FSH) ter hoogte van de hypofyse geblokkeerd waardoor de ontwikkeling en de secretiefunctie van de testes tijdelijk onderdrukt worden. Dit leidt tot een significante daling van geslachtshormonen en androstenon- en skatolconcentraties en dus tot minder seksueel en agressief gedrag en een afname van de afwijkende geur van het vlees. Er is steeds meer vraag naar alternatieven voor chirurgische castratie wegens de aanvaarding door de consument van een meer dierenvriendelijke methodiek, een betere voederconversie en een hoger vleespercentage dan bij baren. Verder zijn er wettelijke maatregelen volgens de welke chirurgische castratie zonder verdoving niet mag toegepast worden bij biggen ouder dan 7 dagen en plannen om chirurgische castratie vanaf 2018 volledig te bannen in de EU. Belangrijke criteria voor een alternatief zijn garanties op vlak van voedselveiligheid en een praktisch haalbaar en economisch rendabel methodiek voor de varkenshouder. Op dit moment wordt immunocastratie in de EU nog weinig toegepast wegens een beperkte afzetmarkt voor het vleesproduct en de hogere kosten voor het vaccin dan voor chirurgische castratie zonder verdoving. Voor België is varkensvlees een belangrijk exportproduct. Om een succesvolle introductie van immunocastratie in de praktijk te kunnen realiseren, is de aanvaarding door de internationale afzetmarkt en de consument van groot belang.

Trefwoorden: Chirurgische castratie – Consument – Dierenwelzijn – Immunocastratie – Slachthuis – Varkenshouder

INLEIDING

Berengeur is een afwijkende, onaangename geur die kan vrijkomen bij het verhitten van het vlees en vet van intacte mannelijke varkens. Een aantal gevoelige mensen merkt het ook aan het rauwe vlees (Baumgartner et al., 2004). Door die geur krijgen sommige consumenten een afkeer van het vlees. Aan de basis van deze geur liggen vooral de hogere concentraties van androstenon en skatol, die opgestapeld worden in het vetweefsel (Zamaratskaia et al., 2008a; Zamaratskaia en Squires, 2009). Onderzoek toont aan dat androstenon-, skatolconcentraties en steroïdhormonen (o.a. testosteron) bij intacte beren toenemen bij het bereiken van de puberteit (Zamaratskaia et al., 2004). Androstenon is een feromoon dat in de testes wordt gevormd (Zamaratskaia en Squires, 2009). Het stapelt zich op in het vetweefsel en in de speekselklieren. Bij geslachtsrijpe varkens kan het via de speekselklieren vrijkomen in het speeksel (Duijvesteijn et al., 2012). Skatol daarentegen wordt door micro-organismen in de gastro-intestinale tractus gevormd (Deslandes et al., 2001; Zamaratskaia en Squires, 2009). De

toename van skatolconcentraties in het bloed wordt indirect beïnvloed door de toename van steroïden geproduceerd ter hoogte van de testes tijdens de puberteit (Zamaratskaia et al., 2004). Androstenon en oestrogeen zorgen volgens Zamaratskaia en Squires (2009) voor een onderdrukking van de hepatische afbraak van skatol. Niet-gemetaboliseerd skatol wordt vervolgens opgestapeld in het vet en veroorzaakt mee de afwijkende geur. Androstenon geeft een urineachtige geur aan het vlees en skatol geeft een feacaalachtige geur (Zamaratskaia en Squires, 2009) en beiden zorgen voor een afwijkende geur en smaak bij de consumptie van het vlees (Baumgartner et al., 2004). Het voorkomen van berengeur bij varkens varieert sterk en is afhankelijk van genetische factoren en het lichaamsgewicht op slachtleeftijd (Aluwé et al., 2011). Bovendien kan het beïnvloed worden door de voeding en management maatregelen (Klonte et al., 2010). De berengeurprevalentie schommelt volgens Thun et al. (2006) tussen 10 en 75% in de varkenspopulatie. In een recentere Vlaamse studie werd een relatief lage berengeurprevalentie aangetoond bij intacte beren, waarbij 3% met sterke en 13% met lichte berengeur voorkwamen (Aluwé et al., 2012). Er werden wel grote verschillen opgemerkt tussen de bedrijven die deelnamen aan de studie. Wegens die berengeur en ook om agressief gedrag van beren te verminderen, worden de meeste mannelijke varkens op jonge leeftijd gecastreerd. Volgens Fredriksen et al. (2009) worden in Europa ongeveer 125 miljoen mannelijke varkens per jaar geslacht. Voor circa 77% van die mannelijke varkens betekende dat een pijnlijke chirurgische ingreep zonder verdoving, die op het vlak van dierenwelzijn vatbaar is voor discussie. Slechts 3% werd onder anesthesie gecastreerd en 20% van de beren werd intact gelaten. Die cijfers zijn wel van het jaar 2006 en variëren mogelijk van actuele cijfers. In Vlaanderen wordt het percentage chirurgisch gecastreerde mannelijke biggen in 2011 op 94 ±24% geschat, waarbij 80% van de bedrijven alle biggen castraten en 6% van de bedrijven geen castratie meer toepasten (Aluwé et al., 2012). Volgens het Council Directive 2008/120/EC van 18 december 2008 mag chirurgische castratie zonder verdoving alleen nog bij biggen jonger dan 7 dagen worden uitgevoerd, door een dierenarts of een opgeleide persoon. Wordt het uitgevoerd op latere leeftijd, dan moeten lokale anesthetica en een langdurige postoperatieve analgesie worden toegepast door een dierenarts. Volgens een overeenkomst tussen verschillende actoren uit de varkenssector werd in een Europese Verklaring van 2010 besloten dat vanaf 1 januari 2012 de castratie van biggen alleen nog met toepassing van anesthesische/analgetische middelen mag gebeuren (Anonymous, 2010). Verder werden plannen geformuleerd om chirurgische castratie in de EU volledig te bannen vanaf 1 januari 2018. Deze vrijblijvende afspraken werden gemaakt tussen verschillende landen van de EU maar ook door organisaties op Europees en Wereldniveau (Signatories to the European Declaration on alternatives to surgical castration of pigs http://ec.europa.eu/food/animal/welfare/farm/docs/castration_pigs_signatories_en.pdf geconsulteerd op 13 mei 2013). Behalve immunocastratie bestaan er nog een aantal andere alternatieven ter vervanging van chirurgische castratie zonder anesthesie. Dat zijn o.a.: chirurgische castratie onder algemene of lokale anesthesie, het seksen van sperma en de genetische selectie naar een ras met lage berengeurprevalentie, waardoor het afmesten van intacte beren tot een hoger slachtgewicht mogelijk is. In een aantal landen worden momenteel meer en meer alternatieven voor chirurgische castratie toegepast, door de verhoogde aandacht voor het dierenwelzijn, omwille van de aanvaarding door de consument en de wettelijke veranderingen. Immunocastratie is een alternatief dat in deze masterproef meer in detail wordt besproken om de toepasbaarheid van deze methodiek in

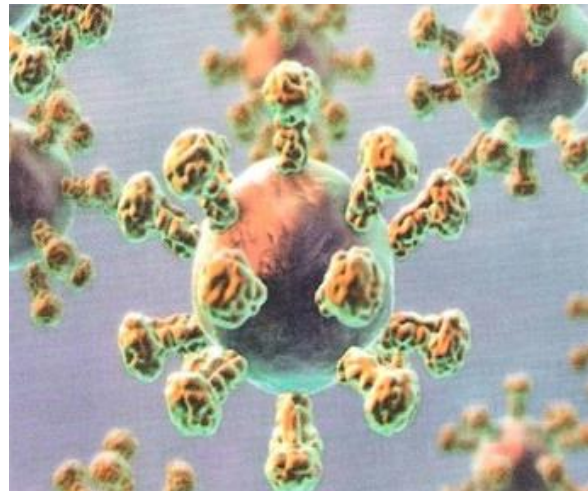
de praktijk beter te kunnen afwegen. In eerste instantie wordt aan de hand van een literatuurstudie gefocust op het werkingsmechanisme, de effectiviteit van de methode, de invloed op zoötechnische resultaten, de vleeskwiteit en de veiligheid van het product. Verder worden de toepassing van immunocastratie in België en andere landen en de standpunten van een aantal actoren in de productieketen besproken. Immunocastratie is de term die in deze masterproef gebruikt wordt. In andere publicaties wordt het verder ook vermeld als castratie door vaccinatie met Improvac®; chemische castratie, immunologische castratie of vaccinatie tegen berengeur.

LITERATUURSTUDIE

1. Situering

1.1. Werkingsmechanisme van Immunocastratie

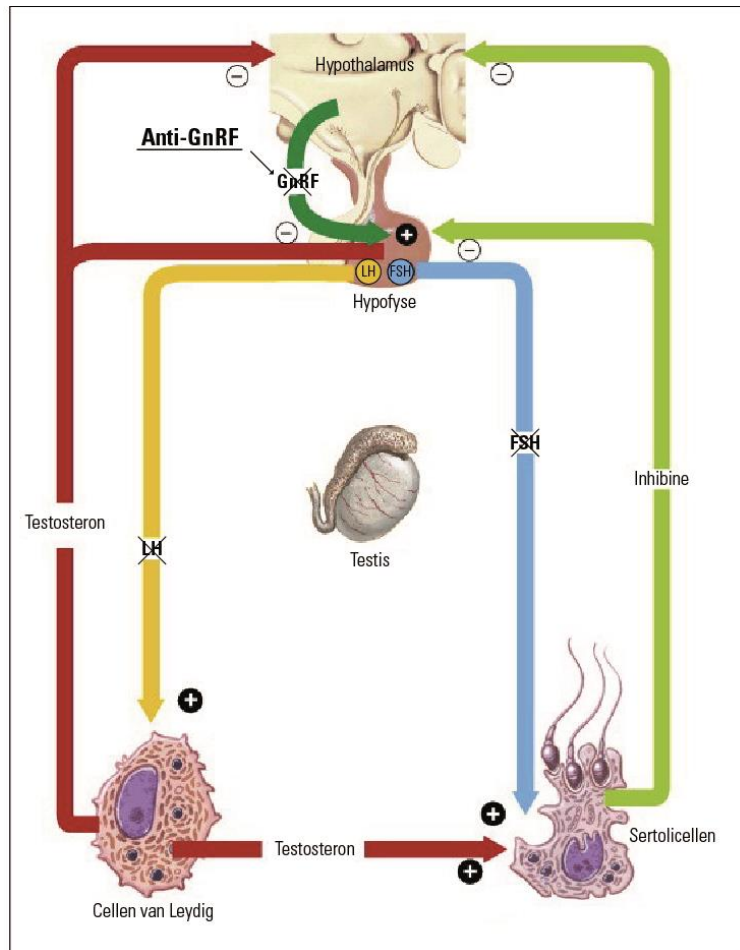
Voor immunocastratie (IC) wordt gebruik gemaakt van een vaccin bestaande uit een gonadotropine-releasing factor (Gn-RF)-analoog gebonden aan een dragerproteïne (Figuur 1). Door de vaccinatie wordt een immuunreactie opgewekt tegen het lichaamseigen Gn-RF, dat geproduceerd wordt door de hypothalamus. De Gn-RF antilichamen blokkeren op die manier de secretie van luteïniserend hormoon (LH) en follikelstimulerend hormoon (FSH) ter hoogte van de hypofyse (Figuur 2). Hierdoor wordt de ontwikkeling en de secretiefunctie van de testes tijdelijk onderdrukt met als gevolg een significante daling van



Figuur 1 : Gn-RF-analoog gebonden op een dragerproteïne (uit Banholzer, 2009)

geslachtshormonen en androstenon- en skatolconcentraties, zowel in het bloed als in het vetweefsel. Dat resulteert in een afname van de afwijkende geur van het vlees (Zamaratskaia et al., 2004). Morfologische gevolgen van de vaccinatie met het Gn-RF-analoog zijn een lager testesgewicht en de verkorting van de bulbo-urethrale lengte (Hilbe et al., 2006; Zamaratskaia et al., 2008a, 2008b; Einarsson et al., 2009). Improvac® (geproduceerd door Zoetis, vroeger Pfizer) is momenteel het enige product op de markt voor IC. Voor de administratie van het vaccin adviseert de fabrikant de injectie van 2 ml Improvac® per varken, subcutaan, juist caudaal van de oorbasis. Voor een effectieve werking zijn twee injecties nodig. Na de eerste vaccinatie kan een verhoging van de Gn-RF antilichaamtiter gedetecteerd worden (Zamaratskaia et al., 2008a), maar pas vijf dagen na de 2^e injectie wordt een duidelijke toename van de Gn-RF antilichamen opgemerkt en een daling van LH en testosteron in het bloed (Claus et al., 2007). Het duurt langer tot het androstenon uit de vetdepots verdwijnt en er dus een effectieve vermindering van de berengeur optreedt. Volgens Claus et al. (2007) gebeurt dat 3 weken na de 2^e injectie. Andere studies tonen een succesvolle reductie van

berengeur vanaf minstens 4 weken na de 2^e injectie (Dunshea et al., 2001; Zamaratskaia et al., 2008a). Na meer dan 22 weken verhoogt de kans op opnieuw optreden van verhoogd seksueel en agressief gedrag en het opkomen van berengeur, zoals bij intacte beren rond dezelfde leeftijd werd opgemerkt (Zamaratskaia et al., 2008b). Door Zoetis (vroeger Pfizer) wordt gegarandeerd dat er een minimaal risico is op berengeur tot aan week 10 na de 2e injectie.



Figuur 2: Hypothalamo-hypofysaire-gonadale as en de invloed van Gn-RF antilichamen (gebaseerd op Ontjes, 2011)

1.2. Effectiviteit van immunocastratie

Hilbe et al. (2006) tonen door histologisch onderzoek van de testes en het bulbourethraal weefsel de morfologische gevolgen van immunocastraten aan. Na injectie met Improvac®, op de leeftijd van 10 en 16 weken werden de varkens om de week geslacht om de progressie van de morfologische veranderingen te kunnen opvolgen, tot aan week 16 na de 2^e injectie. Zowel bij de testes, de epididymis en de bulbourethrale klieren werd duidelijke atrofie opgemerkt overeenkomstig met de gemeten reductie in testesgewicht. IC wordt als een succesvol alternatief gezien om berengeur te voorkomen (Baumgartner et al., 2004; Thun et al., 2006; Zamaratskaia et al., 2008a, 2008b; Skrlep et al., 2010; Einarsson et al., 2011; Sattler en Schmoll, 2012b) en om agressief en seksueel gedrag te verminderen (Cronin et al., 2003; Rydhmer et al., 2010).

1.2.1. Reductie van berengeur

Immunocastratie IC zorgt, zoals hierboven beschreven, voor een onderdrukking van de testesfunctie en dus tot een verminderde secretie van o.a. androstenon en oestrogeen. Omdat androstenon en oestrogeen normaalgezien zorgen voor een verminderde hepatische afbraak van skatol (Zamaratskaia en Squires, 2009), leidt juist de reductie van de hormonen indirect tot een verhoogde metabolisatie van skatol en dus tot minder opstapeling in het vetweefsel. De effectieve werking van berengeurreductie door IC wordt in een aantal studies aangetoond (Tabel 1).

Tabel 1. Overzicht van androstenon- en skatolconcentraties van immunocastraten, baren, intacte baren en zeugen volgens verschillende publicaties (gekozen uit een aantal artikelen gevonden via het onderzoeksplatform “web of knowledge”)

Publicaties	Androstenon µg/g vet				P-value
	Immunocastraten	Baren	Intacte baren	Zeugen	
Dunsha et al. (2001) ^{ac}	0.160 ^x ± 0.195	0.106 ^x ± 0.041	1.21 ^y ± 799		< 0.001
Dunsha et al. (2001) ^{bc}	0.126 ^x ± 0.072	0.103 ^x ± 0.022	1.05 ^y ± 0.736		< 0.001
Jaros et al. (2005)	0.058 ± 0.109	0.042 ± 0.013			0.111 ^d
Zamaratskaia et al. (2008a) ^e	< 0.1 ^x	< 0.1 ^x	1.3 ^y (0.82–2.20)		0.001
Zamaratskaia et al. (2008b) ^e	< 0.1		1.9 (1.06–3.28)		0.001
Morales et al. (2010)	ND	ND	0.2 ± 0.10	ND	< 0.001
Weiler et al. (2013) ^f	0.10 ^x	0.04 ^y	1.75 ^z	0.05 ^{xy}	0.0011
Publicaties	Skatol µg/g vet				P-value
	Immunocastraten	Baren	Intacte baren	Zeugen	
Dunsha et al. (2001) ^{ac}	0.068 ^x ± 0.039	0.048 ^x ± 0.020	0.133 ^y ± 113		< 0.001
Dunsha et al. (2001) ^{bc}	0.056 ^x ± 0.020	0.046 ^x ± 0.025	0.095 ^y ± 0.074		< 0.001
Zamaratskaia et al. (2008a) ^e	0.04 ^x (0.029–0.067)	0.04 ^x (0.023–0.061)	0.07 ^y (0.050–0.116)		0.001
Zamaratskaia et al. (2008b) ^e	0.01 (0.003–0.019)		0.06 (0.025–0.149)		0.001
Morales et al. (2010)	0.03 ^x ± 0.004	0.02 ^x ± 0.004	0.05 ^y ± 0.004	0.02 ^x ± 0.004	< 0.001
Weiler et al. (2013) ^f	0.0603 ^{xy}	0.0488 ^{xz}	0.0903 ^y	0.0346 ^z	0.0011

^a "Early Age Groep": Varkens kregen de 1^e en de 2^e injectie en werden geslacht op 15, 19 of 23 weken leeftijd.

^b "Late Age Groep": Varkens kregen de 1^e en de 2^e injectie en werden geslacht op 18, 22 of 26 weken leeftijd.

^c Het bepalen van de residuen toonde aan dat de verwachte analyse van de variantie niet gestaafd werd. Daarom werden die data geanalyseerd door gebruik te maken van de Kruskal-Wallis analyse van de variantie zonder parameter en een Mann-Whitney U-test om de verschillen tussen de groepen te testen. Waarden met verschillende superscripten binnen een leeftijdsgroep tonen een significante variatie aan op een 1% level (0,01). De data worden gepresenteerd als gemiddelde ± standaarddeviatie.

^d Mann-Whitney U-test, tweezijdig.

^e Androstenon- en skatolconcentraties worden gepresenteerd als least squares means en een 95% betrouwbaarheidsinterval na het opnieuw transformeren naar de originele schaal. Least-squares means verschillen significant als ze markeert zijn met verschillende superscripten (p < 0,05).

^f Statistische evolutie werd toegepast na logaritmische transformatie. Verschillende superscripten tonen een significante variatie aan (P<0,05) volgens een post-hoc Tukey-test.

ND = niet gedetecteerd; De detectielimiet van de methode lag bij 0,02 µg/g.

^{xyz} Binnen een rij verschillen de gemiddelde waarden significant als ze markeert zijn met verschillende superscripten (P<0,05).

Het is duidelijk dat de concentraties van androstenon en skatol significant verlagen als gevolg van IC in vergelijking met deze gemeten bij intacte baren. Hierdoor benaderen de concentraties meer die van baren en zeugen. De skatol concentraties blijken volgens de publicaties in tabel 1 in alle behandelingsgroepen zelden boven de drempelwaarden van 0,20-0,25 µg/g vet te geraken. Maar toch

tonen de meeste resultaten significant lagere skatolconcentraties aan bij immunocastraten in vergelijking met intacte beren. Slechts één studie (Weiler et al., 2013) steunt die bevinding niet, maar in die studie wordt er ook geen duidelijk verschil tussen de skatolconcentraties van immunocastraten en bargaen aangetoond. Hierbij zijn de concentraties van de bargaen wel significant lager dan die van de intacte beren. Zamaratskaia et al. (2008b) toonden bovendien in een langetermijnstudie aan dat de androstenon- en skatolconcentraties zelfs tot 22 weken na de 2^e injectie laag bleven. Jaros et al. (2005) en Morales et al. (2010) toonden een effectieve reductie van testesgewicht door IC aan. Dunshea et al. (2001), Zamaratskaia et al. (2008a, 2008b) en Einarsson et al. (2011) toonden daarnaast ook een verkorting van de bulbo-urethralengte aan. Jaros et al. (2005) vonden in hun onderzoek op 270 immunocastraten dat een duidelijk zichtbare reductie in testesgrootte optreedt na de 2^e injectie. Tot 5-7 weken na de 2^e vaccinatie was de testesgrootte afgenomen tot 230,88 g (30,3% van die van intacte beren (761,89 g)). Bij het voorkomen van grotere testes (n=7) werden hogere androstenongehaltes opgemerkt. Slechts bij 2 dieren werden de drempelwaarden van androstenon, van 1 µg/g vet, overschreden, maar de karkassen werden wel nog geaccepteerd voor consumptie. In die studie werden dus minder dan 1% immunocastraten boven de drempelwaarde voor androstenon opgemerkt. Dunshea et al. (2001) merkten wel 3% van de immunocastraten op met intermediaire androstenon concentraties tussen 0,5-1,0 µg/g vet, maar slechts 1% van immunocastraten hadden skatole concentraties boven de drempelwaarde van 0,20 µg/g vet. Van de intacte beren werd 11% met concentraties boven de skatol drempelwaarde opgemerkt.

Androstenonconcentraties worden, zoals hoger beschreven, rechtstreeks beïnvloed door de secretorische activiteit van de testes, waardoor die door IC zeer effectief gereguleerd kan worden. Skatolconcentraties daarentegen zijn niet direct gebonden aan de testesfunctie. Voor een efficiëntere reductie van het skatolgehalte kunnen, volgens de fabrikant, ook nog het dieet (Claus et al., 1996; 2003) en het management aangepast worden. Er kan ook eventueel rekening gehouden worden met genetische factoren (Morlein, 2012).

1.2.2. Reductie van agressief en seksueel gedrag

In meerdere studies werd een reductie van agressief en seksueel gedrag vastgesteld bij immunocastraten ten opzichte van intacte beren (Cronin et al., 2003; Zamaratskaia et al., 2008b; Rydhmer et al., 2010; Andersson et al., 2011; Brewster en Nevel, 2013).

Door Baumgartner et al. (2010) werden chirurgisch gecastreerde varkens (bargaen) met immunocastraten vergeleken om te kunnen beoordelen of de methodes even effectief zijn. Over de volledige afmestperiode werden schommelingen in de frequentie van interacties tussen soortgenoten opgemerkt in beide groepen, maar die verschilden niet significant tussen de twee. Het enige significante effect werd opgemerkt op een leeftijd van 18 tot 21 weken, vóór de 2^e injectie met het vaccin, waar bij de immunocastraten een verhoging in agressief gedrag vastgesteld werd (“displacing and head knocking” (P=0,040) en “agonistic interactions” (P=0,028)). Na de 2^e injectie, op 21 weken, trad dan opnieuw een vermindering op. Die gedragsveranderingen werden niet vastgesteld bij bargaen. Brewster en Nevel (2013) vergeleken in hun studie immunocastraten en intacte beren, waarbij de immunocastraten significant minder tijd besteden aan agressief en seksueel gedrag (“knocking” (P<0,05), “fighting” (P<0,05) en “mounting” (P<0,01)) Voor die reductie blijkt de 2^e injectie met

Improvac® cruciaal (Baumgartner et al., 2010; Rydhmer et al., 2010). Rydhmer et al. (2010) laten in hun studie duidelijk zien dat de frequentie van agressief en seksueel gedrag bij immunocastraten pas na de 2^e injectie significant lager is dan bij intacte beren (Tabel 2). Het is duidelijk dat bargaen al voor de leeftijd van de 2^e injectie significant minder proberen hun soortgenoten te bestijgen, maar bij de immunocastraten verschillen de frequenties niet significant van de intacte beren. Vóór de leeftijd waarop de 1^e injectie toegediend wordt, worden geen significante verschillen tussen de 3 groepen opgemerkt.

Tabel 2. Frequentie van observaties van sociale interacties, per hok en uur (LS means)¹ van intacte beren, immunocastraten en bargaen. Significante verschillen zijn groen gemarkeerd (gebaseerd op Rydhmer et al. 2010)

	Immunocastraten (n=48)	Bargaen (n=24)	Intacte beren (n=64)	P-waarde
Aantal hokken	6	3	8	
Voor 1^e injectie (8 varkens per hok)				
Snuffelen	84,1	71,1	74,0	0,580
Duwen	23,1	17,7	23,5	0,681
Groepen vormen	0,2	1,7	0,6	0,329
Staart manipuleren	2,4	1,4	2,4	0,818
Oor manipuleren	7,6	7,6	5,1	0,334
Agressief	53,2	22,8	39,8	0,085
Bestijgen	9,6	3,5	11,5	0,080
Na 1^e injectie (8 varkens per hok)				
Snuffelen	88,2 ^a	61,7 ^b	81,6 ^a	0,024
Duwen	23,6	10,6	22,5	0,125
Groepen vormen	1,6	1,0	1,3	0,849
Staart manipuleren	1,5	0,6	1,9	0,551
Oor manipuleren	4,2	2,1	4,4	0,188
Agressief	40,8	18,4	34,6	0,057
Bestijgen	7,6 ^a	0,6 ^b	12,0 ^a	0,002
Na 2^e injectie (8 varkens per hok)				
Snuffelen	47,0 ^b	51,1 ^{ab}	83,1 ^a	0,034
Duwen	11,8	13,6	25,2	0,064
Groepen vormen	2,2	0,5	1,0	0,564
Staart manipuleren	0,2 ^b	0,0 ^b	1,0 ^a	0,002
Oor manipuleren	1,7	3,0	4,7	0,090
Agressief	9,0 ^b	11,3 ^{ab}	23,8 ^a	0,022
Bestijgen	0,3 ^b	0,2 ^b	9,5 ^a	0,001
Na reductie van acht tot vier varkens per hok²				
Snuffelen	15,3	19,1	28,5	0,053
Duwen	3,0 ^a	1,8 ^b	9,0 ^a	0,010
Groepen vormen	0,3	0,0	0,7	0,165
Staart manipuleren	0,0	0,1	0,5	0,216
Oor manipuleren	0,2 ^b	0,1 ^b	2,5 ^a	0,001
Agressief	6,6 ^b	0,4 ^c	11,5 ^a	0,001
Bestijgen	0,1 ^b	0,1 ^b	2,9 ^a	0,001

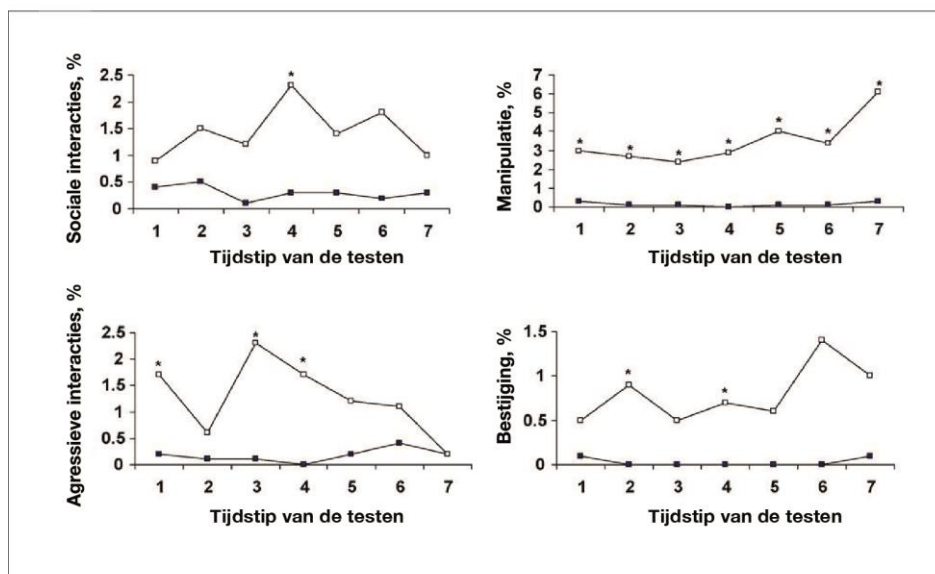
LS means = least square means.

¹Gemiddelden met een ander superscript binnen de rij verschillen significant (P<0.05).

²Let op: deze frequenties zijn de som van de gegevens van vier varkens vergeleken met acht varkens op andere testtijdstippen.

Zamaratskaia et al. (2008b) beoordeelden intacte beren en immunocastraten op basis van de tijd die ze besteedden aan verschillende activiteiten zoals slapen, wandelen, eten, bestijgen van soortgenoten en sociaal, manipulatief en agressief gedrag. Er werd een significante vermindering vastgesteld van bestijging van soortgenoten (P=0,033) en van sociaal (P=0,024), manipulatief (P=0,003) en agressief gedrag (P=0,016) bij immunocastraten in vergelijking met intacte beren (Figuur 3). Er werd wel een reductie in agressief gedrag bij de intacte beren opgemerkt rond 10 weken na het

tijdstip dat de immunocastraten hun 2^e injectie kregen. Het manipulatief gedrag was tijdens de laatste testperiode (21 weken na de 2^e injecties) het hoogst in vergelijking met alle andere testperiodes. De tijd besteed aan slapen, wandelen en eten verschilt echter niet significant tussen intacte beren en immunocastraten (Zamaratskaia et al., 2008b; Andersson et al., 2011). Een andere manier om agressief gedrag te beoordelen is het onderzoeken van de varkenskarkassen aan de slachtlijn, op aantal en ernst van huidletsels. Andersson et al. (2011) stelden hierbij vast dat immunocastraten en baren in vergelijking met intacte beren significant minder huidletsels vertoonden, zowel in aantal als in ernst. Rymdher et al. (2010) en Andersson et al. (2011) vermoedden dat die reductie van huidletsels gerelateerd is aan de onderdrukking, respectievelijk het stoppen van de productie van testosteron bij immunocastraten en baren.



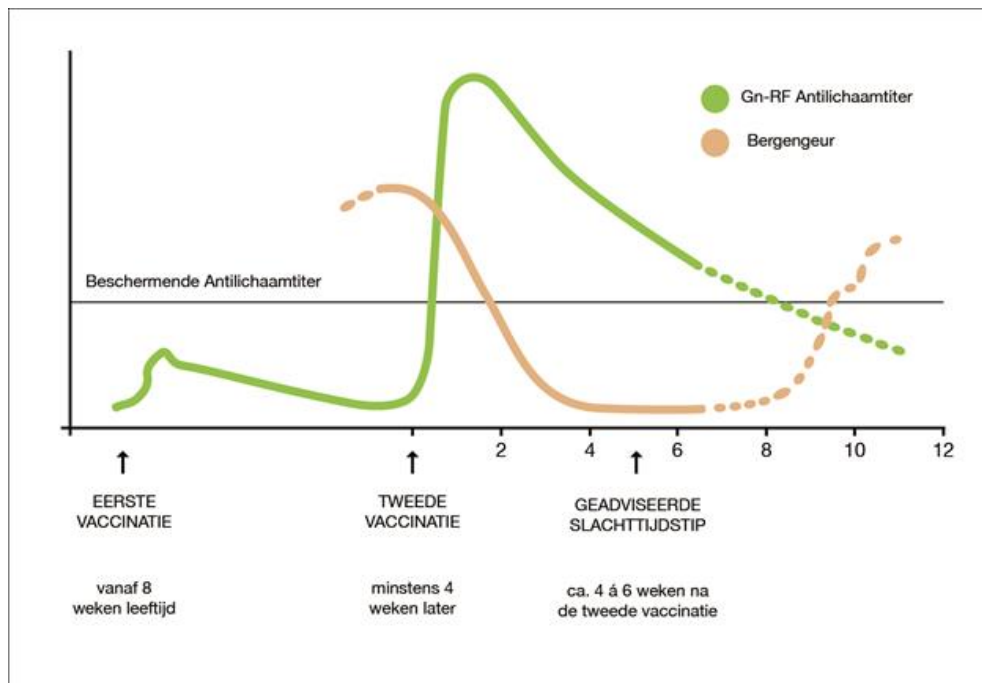
Figuur 3 : Percentage van de tijd per dag dat intacte beren (□) en immunocastraten (■) spenderen aan sociaal, manipulatief, agressief en bestijgingsgedrag. Significante verschillen ($P \leq 0,05$) worden met een * gemarkeerd (gebaseerd op Zamaratskaia et al., 2008b)

Seksueel gedrag werd door Zamaratskaia et al. (2008b) nader onderzocht op basis van een 7 minuten durende paringstest, waarbij een zeug in oestrus werd gepresenteerd aan de intacte beren en de immunocastraten. Seksueel gedrag werd in de studie gedefinieerd als: ruiken aan de vrouwelijke geslachtsdelen of hun flank, opheffen van de zeug ter hoogte van de flank, pogingen de zeug te bestijgen en het effectief bestijgen van de zeug. De intacte beren probeerden bijna steeds onmiddellijk de zeug te bestijgen, maar bij de immunocastraten werden bijna geen pogingen tot paring opgemerkt. Hun seksueel en agressief gedrag bleek duidelijk onderdrukt te zijn tot circa 22 weken na de 2^e injectie.

1.2.3. Effect van het vaccinatietijdstip op berengeur en gedrag

Omdat de 2^e injectie zo belangrijk is voor een effectieve reductie in berengeur en de vermindering van agressief en seksueel gedrag, is ook het tijdstip van de toediening van groot belang. Volgens Claus et al. (2007) gebeurt een succesvolle reductie van berengeur rond 3 weken na de 2^e injectie. Andere studies tonen het vanaf minstens vier weken na de 2^e injectie aan (Dunshea et al., 2001;

Zamaratskaia et al., 2008a). Zoals aangeraden door de fabrikant zouden de intacte beren minimaal 8 weken oud moeten zijn voor hun 1^e injectie met het vaccin, zodat de dieren een ideaal slachtgewicht kunnen bereiken. De reden hiervoor is het vaste vaccinatieschema dat toegepast moet worden. De 2^e injectie moet minstens 4 weken na de 1^e injectie toegediend worden (Figuur 4).



Figuur 4 : Verloop van de Gn-RF antilichaamtiter na vaccinatie met Improvac® (gebaseerd op Banholzer, 2009)

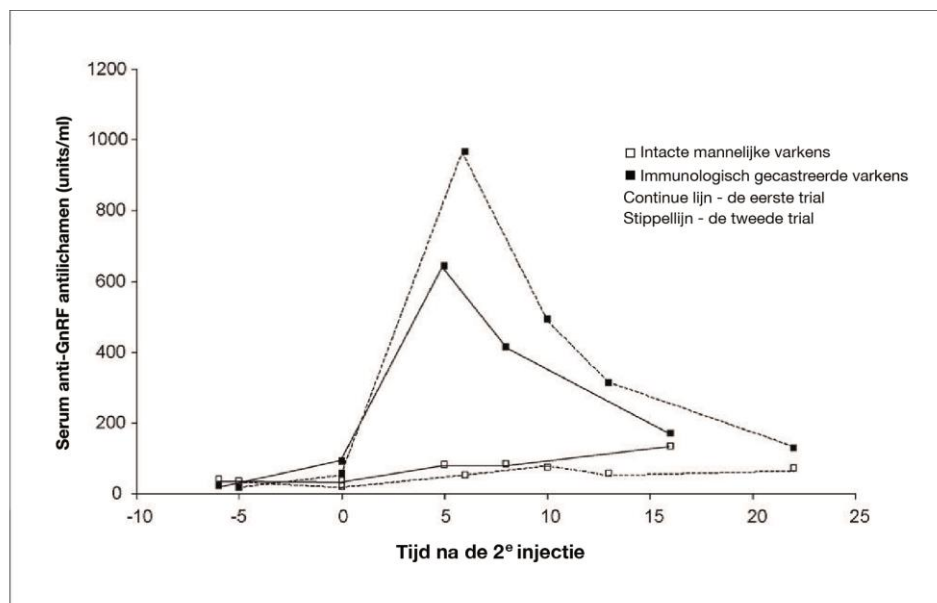
De 2^e dosis wordt steeds 4-6 weken voor de slachtleefijd geïnjecteerd (Cronin et al., 2003; Claus et al., 2007; Einarsson et al., 2009; Andersson et al. 2012), om een volledige eliminatie van de berengeurcomponenten tot aan de slachtleefijd te garanderen (Claus et al., 2007; Einarsson et al., 2009). De vaccinatieschema's kunnen verschillen naargelang de slachtleefijd van de varkens, die afhankelijk is van genetische factoren van het ras en het gewenste slachtgewicht. Het schema kan dus aangepast worden voor ofwel snel ofwel traag groeiende dieren. In verschillende publicaties worden daarom ook andere vaccinatieschema's voorgesteld, bijvoorbeeld op de leeftijden van 10 en 14 weken (Einarsson et al., 2011; Andersson et al., 2012), 11 en 15 weken (Brewster en Nevel, 2013), 14 en 18 weken (Cronin et al., 2003) of 16 en 20 weken (Andersson et al., 2012).

In verband met afwijkend gedrag zou de vaccinatie het best vóór het opkomen van agressief gedrag rond de puberteit toegepast worden (Rydmer et al., 2010; Andersson et al., 2011). Rydmer et al. (2010) merkten wel op dat het perfecte tijdstip voor de IC per varken kan verschillen en afhankelijk zou kunnen zijn van genetische en omgevingsfactoren. Door Andersson et al. (2011) werden intacte beren vergeleken met 2 verschillende groepen immunocastraten, de ene gevaccineerd met Improvac® op vroegere leeftijd (injecties op 10 en 14 weken) en de andere gevaccineerd volgens de standaardmethode (met injecties op 16 en 20 weken), met de 2^e injectie telkens 4-6 weken voor de slachtleefijd. Uit die studie bleek de vroegere vaccinatie met Improvac® duidelijk beter te zijn dan de standaardmethode, omdat agressief gedrag en het bestijgen van soortgenoten al op vroegere leeftijd verminderd werd. Die bevindingen werden bekrachtigd door observaties uit een studie uitgevoerd door

Brewster en Nevel (2013). Volgens de fabrikant (Zoetis, vroeger Pfizer) wordt een reductie in agressief en seksueel gedrag gezien vanaf 1-2 weken na de 2^e injectie. Dit werd bekrachtigd door Brewster en Nevel (2013) die een significante reductie 3 weken na de 2^e injectie opmerkten.

1.2.4. Werkingsduur

IC is een reversibel proces. Naarmate er meer tijd verstrijkt na de 2^e injectie, verhoogt het risico op het opnieuw opkomen van berengeur (Hilbe et al., 2006; Zamaratskaia et al., 2008b) en agressief en seksueel gedrag (Zamaratskaia et al., 2008b). In twee verschillende studies toonden Zamaratskaia et al. (2008b) een Gn-RF antilichaam piekconcentratie aan rond 5-6 weken na de 2^e injectie, met een daaropvolgende geleidelijke daling (Figuur 5). De dieren van de eerste studie werden gevaccineerd met Improvac® met een interval van 6 weken, op een gemiddelde leeftijd van 15 en 21 weken en de varkens van de tweede studie kregen de injectie met een interval van 4 weken op een gemiddelde leeftijd van 14 en 18 weken. Na 16-22 weken waren nog steeds Gn-RF antilichaamtiteren te detecteren en bleek het vaccin nog effectief tegen berengeur. Na meer dan 22 weken verhoogde dus de kans op opnieuw optreden van meer seksueel en agressief gedrag en het opkomen van berengeur, zoals bij intacte beren rond dezelfde leeftijd werd opgemerkt (Zamaratskaia et al., 2008b). Door Zoetis (vroeger Pfizer) wordt gegarandeerd dat er een minimaal risico is op berengeur tot aan week 10 na de 2^e injectie.



Figuur 5 : Gn-RF antilichaamtiteren gemeten in serummonsters van intacte en geïmmuniseerde varkens in twee studies (gebaseerd op Zamaratskaia et al., 2008b)

Volgens Hilbe et al. (2006) zou de reversibiliteit van IC ook afhankelijk kunnen zijn van de immunorespons opgewekt door elk individueel dier, omdat de respons op het vaccin, afhankelijk van de immuniteit van het dier, sterk kan variëren tussen verschillende varkens. Dit fenomeen werd ook beschreven in een studie van Turkstra et al. (2002) waarbij de immunocastraten werden onderverdeeld in twee groepen. Een groep van “early responding” immunocastraten bij welke al op het tijdstip van de 2^e injectie lage LH en testosteron concentraties opgemerkt werden, terwijl de

andere groep van “late responding” immunocastraten, op hetzelfde tijdstip, nog hoge concentraties van LH en testosteron hadden.

1.3. Invloed op zoötechnische en slachthuisresultaten

1.3.1. Zoötechnische resultaten

De invloed van IC op zoötechnische resultaten werd in meerdere studies onderzocht. Jaros et al. (2005) vergeleken immunocastraten en bargaen met elkaar. Dunshea et al. (2001), Cronin et al. (2003), Zamaratskaia et al. (2008a) en Andersson et al. (2011) vergeleken die twee groepen bovendien met intacte beren en Fabrega et al. (2010), Morales et al. (2010) en Weiler et al. (2013) ook nog met zeugen. In Tabel 3 worden de resultaten van Fabrega et al. (2010) weergegeven.

De **gemiddelde dagelijkse groei (GDG)** en de **dagelijkse voederopname (DVO)** waren het hoogst bij bargaen tot op het tijdstip van de 2^e injectie (op een gemiddelde leeftijd van 146 dagen), vergeleken met immunocastraten en intacte beren. Na de 2^e toediening van het vaccin waren beide parameters het hoogst voor de immunocastraten. Over de volledige studieperiode werd evenwel geen significant verschil aangetoond tussen de immunocastraten en de bargaen, maar wel in vergelijking met intacte beren en zeugen, waar groei en voederopname significant lager waren.

Tabel 3. Least square means en de standaardfouten van de zoötechnische resultaten van bargaen, immunocastraten, intacte beren en zeugen (gebaseerd op Fabrega et al., 2010)

	Immunocastraten (n=36)	Bargaen (n=24)	Intacte beren (n=36)	Zeugen (n=24)
Lichaamsgewicht (kg)				
Begin ¹ LG (kg)	28.13 (2.12)	29.46 (2.60)	27.08 (2.59)	27.36 (2.60)
LG op V ₂ ² (kg)	87.67 ^{ab} (1.19)	85.63 ^b (1.50)	87.19 ^{ab} (1.21)	89.56 ^a (1.46)
Finaal LG (kg)	122.74 ^a (1.22)	119.09 ^a (1.50)	111.97 ^b (1.24)	108.76 ^b (1.49)
GDG³ (g/day)				
Begin tot aan V ₂	840.76 ^b (19.68)	928.16 ^a (24.75)	836.46 ^b (19.97)	869.26 ^{ab} (24.14)
Vanaf V ₂ tot slachtleeftijd	1160.04 ^a (30.96)	844.97 ^b (38.81)	825.32 ^b (31.41)	679.71 ^c (38.67)
Globaal	936.55 ^a (15.31)	898.32 ^a (19.41)	835.68 ^b (15.61)	802.93 ^b (18.80)
DVO⁴ (g/day)				
Begin tot aan V ₂	1761.95 ^b (50.95)	2136.72 ^a (63.73)	1773.96 ^b (51.51)	1873.37 ^b (64.49)
Vanaf V ₂ tot slachtleeftijd	3446.65 ^a (74.77)	2894.76 ^b (93.53)	2486.55 ^c (75.72)	2417.69 ^c (92.59)
Globaal	2355.57 ^a (49.27)	2482.61 ^a (61.98)	2071.33 ^b (49.98)	2096.76 ^b (60.44)
Voederconversie ratio				
Begin tot aan V ₂	2.10 ^b (0.02)	2.31 ^a (0.03)	2.12 ^b (0.03)	2.16 ^b (0.03)
Vanaf V ₂ tot slachtleeftijd	2.98 ^b (0.11)	3.43 ^a (0.14)	3.20 ^b (0.11)	3.78 ^a (0.14)
Globaal	2.51 ^c (0.02)	2.76 ^a (0.03)	2.48 ^c (0.02)	2.61 ^b (0.03)

¹Begin van de observatieperiode. ²V₂: tweede vaccinatie. ³GDG: gemiddelde dagelijkse groei. ⁴DVO: dagelijkse voederopname. Least squares means met andere superscripts binnen dezelfde rij verschillen met een minimumwaarde van P<0.05.

Die versnelde groei als gevolg van een verhoogde voederopname bij immunocastraten, na de 2^e injectie, en bargaen, in vergelijking met intacte beren, werd ook in andere studies aangetoond (Dunshea et al., 2001; Cronin et al., 2003; Zamaratskaia et al., 2008a). Morales et al. (2010) en Weiler et al. (2013) merkten ook een hogere groeisnelheid op bij immunocastraten, zonder dat die significant verschilde van de groei van intacte beren en bargaen. De dagelijkse voederopname was bij immunocastraten en bargaen wel significant hoger dan bij de intacte beren en zeugen over de volledige studieperiode. Dunshea et al. (2001) onderzochten de mogelijke oorzaken voor een verhoogde voederopname bij immunocastraten en bargaen. Aan de ene kant zou de vermindering van het

seksueel en agressief gedrag de dieren de kans geven meer tijd te besteden aan eten, aan de andere kant zou de energie, die niet besteed wordt aan agressief en seksueel gedrag, meer gericht worden op de groei. Door Cronin et al. (2003) werden de lagere voederopname en dus gewichtstoename van intacte beren verklaard door observaties tijdens de onderzoeksperiode, waarbij de dieren gemakkelijker afgeleid waren van de voederopname dan immunocastraten en bargaen. Intacte beren besteedden ook meer tijd aan bestijgen van soortgenoten en sociale interacties. Andersson et al. (2011) merkten over het verloop van de volledige studieperiode geen significant verschil op in dagelijkse groei tussen immunocastraten, bargaen en intacte beren.

Fabrega et al. (2010) laten in tabel 3 zien dat de **voederconversie** voor de 2^e injectie bij immunocastraten, intacte beren en zeugen het laagst was, zonder significante verschillen (respectievelijk 2,10, 2,12 en 2,16). Bargaen scoorden met 2,31 significant slechter (Tabel 3). Vanaf na de 2^e injectie tot aan de slachtleeftijd bleek de voederconversie van immunocastraten (2,98) en intacte beren (3,20) significant lager te zijn dan die van bargaen en zeugen (respectievelijk 3,43 en 3,78). Over de volledige afmestperiode hadden immunocastraten (2,51) en intacte beren (2,48) dan ook de beste voederconversie, zonder significant van elkaar te verschillen. Bargaen hadden met 2,76 de slechtste voederconversie en zeugen scoorden met 2,61 intermediair. In tabel 4 zijn de resultaten van voederconversies uit verschillende publicaties opgesomd.

Tabel 4. Overzicht van de voederconversie ratio's van immunocastraten, bargaen, intacte beren en zeugen volgens verschillende publicaties (gekozen uit een aantal artikelen gevonden via het research platform "web of knowledge")

Publicaties	Voederconversie				P-value
	Immunocastraten	Bargaen	Intacte beren	Zeugen	
Dunshea et al. (2001) ^{ac}	3,05	3,39	3,03		0.022
Dunshea et al. (2001) ^{bc}	3,1	3,73	3,3		0.035
Zamaratskaia et al. (2008a) ^d	3,05 ±0,136	3,20 ±0,165	2,90 ±0,136		0.137
Fabrega et al. (2010)	2,51 ^z ±0,02	2,76 ^x ±0,03	2,48 ^z ±0,02	2,61 ^y ±0,03	< 0.05
Morales et al. (2010) ^e	2,55 ^z ±0,03	2,74 ^x ±0,03	2,45 ^z ±0,03	2,65 ^y ±0,03	< 0.05
Andersson et al. (2011)	2,76 ^f	2,8	2,74		0.908
Weiler et al. (2013) ^g	2,63 ^y	2,66 ^y	2,19 ^z	2,37 ^x	0.001

^a "Early Age Groep": Varkens kregen de 1^e en de 2^e injectie en werden geslacht op 15, 19 of 23 weken leeftijd. Standaardfout _{0,01}= 0,38

^b "Late Age Groep": Varkens kregen de 1^e en de 2^e injectie en werden geslacht op 18, 22 of 26 weken leeftijd. Standaardfout _{0,01}= 0,66

^c De data werden bepaald over de laatste vier weken voor de slachtleeftijd.

^d De data worden gepresenteerd als least squared means en standaardfout.

^e Het gemiddelde ± SEM. De data werden geanalyseerd door de analyse van de variantie. In dit model was het geslacht als hoofdeffect betrokken. Er waren in totaal 288 varkens, 72 per behandelingsgroep die gehuisvest werden in 36 hokken (8 varkens per hok; 9 hokken per behandelingsgroep). De experimentele eenheid voor het bepalen van de zoötechnische resultaten omvatte een hok met 8 varkens.

^f De immunocastraten werden volgens verschillende tijdschema's gevaccineerd: een groep op 10 en 14 weken leeftijd en de andere op 16 en 20 weken leeftijd; tussen de groepen was evenwel geen verschil in voederconversie op te merken.

^g Statistische evolutie werd toegepast na logaritmische transformatie. Verschillende superscripten tonen een significante variatie aan (P<0,05) volgens een post-hoc Tukey-test.

^{xyz} Binnen een rij verschillen de gemiddelde waarden significant als ze markeert zijn met verschillende superscripten (P<0,05).

Morales et al. (2010) toonden voor de vier behandelingsmethoden dezelfde tendensen aan zoals Fabrega et al. (2010), met als enige verschil dat de intacte beren ook een significant betere voederconversie vertoonden dan immunocastraten. In de publicatie van Weiler et al. (2013) hadden de immunocastraten en bargaen ook de slechtste voederconversie. De zeugen daarentegen scoorden significant beter en de intacte beren scoorden het best, met duidelijk de laagste voederconversie. Door Dunshea et al. (2001), Zamaratskaia et al. (2008a) en Andersson et al. (2011) werd geen significant verschil aangetoond tussen de immunocastraten, bargaen en intacte beren. De reden voor

de slechts lichte verbetering van de voederconversie bij immunocastraten, ondanks de verhoogde voederopname, vergeleken met de bargaen, zou verklaard kunnen worden door de verhoging van de vetdepots bij immunocastraten (zie punt 1.3.2. Slachthuisresultaten), waarbij de energie uit het voeder eerder resulteert in de aanmaak van vetweefsel dan ze effectief te gebruiken voor de spiergroei (Dunshea et al., 2001). Een verdere optimalisatie van de zoötechnische resultaten van immunocastraten kan volgens Aluwé et al. (2012) zowel verkregen worden door de voeding in de eindfase van de mestperiode aan hun behoefte aan te passen, alsook door management maatregelen.

1.3.2. Slachthuisresultaten

In verband met het **levend gewicht** op slachtleeftijd (op een gemiddelde leeftijd van 180 dagen), toonden Fabrega et al. (2010) duidelijk aan dat de immunocastraten met 122,74 kg en de bargaen met 119,07 kg het zwaarst wegen, zonder significant van elkaar te verschillen (Tabel 3). De intacte beraen en zeugen wogen wel significant lichter (respectievelijk 111,97 en 108,76 kg). In de studies door Cronin et al. (2003) en Morales et al. (2010) werden daarentegen geen significant verschil in levend gewicht aangetoond tussen immunocastraten, intacte beraen en bargaen.

Het **karkasgewicht** is het gewicht van beide karkashelften op het eind van de slachtlijn. Dit blijkt doorgaans niet significant te verschillen tussen immunocastraten, bargaen en intacte beraen (Dunshea et al., 2001; Zamaratskaia et al., 2008a; Andersson et al., 2011). Door Morales et al. (2010) werd ook geen significant verschil tussen die drie groepen en een groep zeugen aangetoond. De resultaten van Weiler et al. (2013) over het karkasgewicht zijn niet representatief wegens een te groot leeftijdsverschil op de dag van de slacht, waarbij de immunocastraten significant ouder waren dan de andere drie behandelingsgroepen.

Bij het beoordelen van het **slachtrendement** (= karkasgewicht / levend gewicht x 100) scoorden immunocastraten in verschillende studies significant lager dan bargaen, die doorgaans het beste slachtrendement vertoonden. Intacte beraen scoorden hierbij intermediair (Dunshea et al., 2001; Zamaratskaia et al., 2008a; Aluwé et al., 2012). Een mogelijke verklaring hiervoor is dat de immunocastraten een zwaarder maagdarmsstelsel en zwaardere testes hadden in vergelijking met bargaen. De aanwezigheid van testes verklaart eventueel ook het lager slachtrendement van intacte beraen vergeleken met bargaen (Aluwé et al., 2012). IC blijkt bovendien een significante verhoging van abdominaal vet te veroorzaken in vergelijking met intacte beraen (Zamaratskaia et al., 2008a). Dat werd ook aangetoond door Andersson et al. (2011), maar was het aandeel abdominaal vet bij de immunocastraten gevaccineerd volgens de standaard methode (op 16 en 20 weken leeftijd) significant lager dan dat bij immunocastraten die vroeg gevaccineerd werden (10 en 14 weken). De bargaen hadden in die studie het significant hoogste abdominale vetaandeel terwijl de intacte beraen het minste hadden.

Jaros et al. (2005) vergeleken het **gehalte aan mager vlees** (% per karkas) tussen immunocastraten en bargaen. Hierbij vertoonden immunocastraten met 54,50 % ($\pm 1,960$) een significant hoger magervleesaandeel dan bargaen (53,76 % ($\pm 1,919$)). In andere studies werden ook intacte beraen mee opgenomen in de beoordeling. Die scoorden in verhouding met immunocastraten nog beter (Zamaratskaia et al., 2008a; Sattler en Schmoll, 2012a). Door Morales et al. (2010) werden bargaen

ook significant slechter beoordeeld op het vlak van magervleesaandeel in vergelijking met intacte beren en zeugen. Immunocastraten vertoonden geen significant verschil met die 3 groepen en scoorden dus intermediair. Zoals te verwachten was er bij bargaen dan ook een significant groter hoeveelheid **rug- en intramusculair vet** dan bij intacte beren (Dunshea et al., 2001) en zeugen (Morales et al., 2010). De immunocastraten scoorden in beide studies intermediair, zonder significant verschil met de andere groepen. Fabrega et al. (2010) onderzochten ook de **evolutie van het rugvet** (mm/kg) en het **vetpercentage van het karkas** over een periode van het tijdstip van de 2^e vaccinatie tot aan de slachtleeftijd, waarbij immunocastraten en bargaen significant hoger scoorden dan intacte beren en zeugen. Het vetpercentage was duidelijk het laagst bij intacte beren. Daarnaast werden de dieren beoordeeld op de hoeveelheid **subcutaanvet**. Intacte beren en immunocastraten bleken hier duidelijk minder vet aan te zetten dan bargaen. De zeugen scoorden intermediair.

Verder werd door Fabrega et al. (2010) bij de verschillende groepen het **proteïnepercentage** van het karkas onderzocht. Rond het tijdstip van de 2^e vaccinatie was die het laagst bij de bargaen. De waarden van immunocastraten, intacte beren en zeugen daarentegen verschilden niet duidelijk van elkaar. Op het einde van de afmestperiode scoorden niet alleen de bargaen maar ook de immunocastraten significant slechter dan intacte beren en zeugen. IC leidde dus over het verloop van de volledige mestperiode tot de laagste proteïne-toename van alle behandelingsmethoden (Fabrega et al., 2010).

1.3.3. Effect van het vaccinatietijdstip op zoötechnische resultaten

Door Andersson et al. (2011) werd het verschil tussen 2 groepen immunocastraten gevaccineerd op verschillende tijdstippen aangetoond: 1) vroegere vaccinatie: injecties met Improvac® op 10 en 14 weken leeftijd, 2) vaccinatie volgens de standaardmethode: op 16 en 20 weken. Hierbij vertoonden de dieren gevaccineerd volgens de standaardmethode een hoger magervleesaandeel, gelijkaardig aan de hoeveelheid bij intacte beren, en de vroeger gevaccineerde varkens samen met de bargaen, significant minder magervleesaandeel. Ook de hoeveelheid abdominaal vet verschilde tussen alle 4 groepen significant. Intacte beren scoorden het laagst, gevolgd door immunocastraten gevaccineerd volgens de standaardmethode, dan door vroeger gevaccineerde immunocastraten en uiteindelijk door bargaen met de hoogste hoeveelheid abdominaal vet. Het slachttrendement was significant beter bij de bargaen en de vroeger gevaccineerde dieren (op 10 en 14 weken) ten opzichte van intacte beren en de volgens de standaardmethode gevaccineerde dieren (op 16 en 20 weken).

Immunocastraten blijven tot aan hun 2^e injectie groeien zoals intacte beren en behouden in die periode dus de productievoordelen van intacte beren ten opzichte van bargaen (Cronin et al., 2003; Thun et al., 2006; Zamaratskaia et al., 2008a; Fuchs et al., 2011; Millet et al., 2011). Dat leidt dus tot een voordeliger magervleesaandeel en minder rug- en subcutaanvet bij de immunocastraten. Na de 2^e injectie verhoogt de voederopname en de groeisnelheid van de immunocastraten, wat dus hun slachttrendement en de voederconversie verbetert in vergelijking met bargaen (Dunshea et al., 2001; Zamaratskaia et al., 2008a; Fabrega et al., 2010; Morales et al., 2010; Andersson et al., 2011; Weiler et al., 2013). Zoals hierboven beschreven resulteert de betere voederconversie door de verhoogde voederopname bij immunocastraten meer in een toename van vetweefsel en slechts in een lage

proteïnetoename en is dus weinig rendabel. Daarom is het zoötechnisch gezien beter de vaccinaties op een latere tijdstip toe te passen.

1.3.4. Effect van voederverstrekking: ad libitum vs. gerantsoeneerd

De manier van voederverstrekking heeft een grote impact op de groeiwijze van immunocastraten. Batorek et al. (2012) vergeleken immunocastraten die ofwel beperkt ofwel *ad libitum* werden gevoerd. Er werd een duidelijk snellere groei vastgesteld bij *ad libitum* gevoederde immunocastraten, na de 2^e injectie met Improvac®, dan bij beperkt gevoederde immunocastraten en *ad libitum* gevoederde intacte beren en baren. Door Millet et al. (2011) werden eveneens bij *ad libitum* voeding een hogere voederopname en snellere groei vastgesteld bij immunocastraten en baren dan bij intacte beren. Andere studies toonden bij het toepassen van beperkte voeding een snellere groei aan bij intacte beren vergeleken met immunocastraten (Turkstra et al., 2002) en baren (Hansen en Lewis, 1993) omdat de beren de voedingstijd efficiënter gebruikten. Door Batorek et al. (2012) werd bij beperkt gevoederde immunocastraten bovendien een verhoging van agressief gedrag aangetoond. Volgens dezelfde studie bleken noch IC noch het beperkt voeren van de dieren een negatief effect te hebben op de vleeskwaliteit.

1.4. Invloed op het dierenwelzijn

Er is weinig geweten over de stress die de varkens ondervinden tijdens de twee injecties met het vaccin. Volgens von Borell et al. (2009) zou er meer onderzoek moeten gebeuren naar de invloed van de manipulatie van de dieren tijdens de vaccinatie. De fabrikant van Improvac® (Zoetis, voeger Pfizer) wijst wel op mogelijke huidreacties die ter hoogte van de injectieplaatsen zouden kunnen optreden. Dit werd onderzocht door Turkstra et al. (2011). Na de 1^e injectie werd bij geen varken een huidreactie opgemerkt, maar 2-4 dagen na de 2^e injectie ontwikkelde een matig uitgebreid oedeem dat voor circa 4 dagen aanwezig bleef. Op het einde van de studie was er niets meer van op te merken. In die studie werd evenwel gewerkt met een veranderd Gn-RF vaccin gecombineerd met een nieuw adjuvans en niet met Improvac®. Het optreden van de reacties bij toepassen van gewone vaccinaties wordt door Turkstra et al. (2011) als normaal aanzien. Bij het histologisch onderzoek van het hersenweefsel van immunocastraten hebben Hilbe et al. (2006) geen letsels opgemerkt in de hypothalamus en de hypofyse.

1.4.1. Immunocastratie vergeleken met chirurgische castratie

Volgens een aantal studies is IC een diervriendelijker methode dan chirurgische castratie (CC) (Baumgartner et al., 2004; Thun et al., 2006). Pijn en stress veroorzaakt door de manipulatie van de dieren tijdens de injecties is volgens Baumgartner et al. (2004) verwaarloosbaar vergeleken met die veroorzaakt door CC. Een verbeterd dierenwelzijn is een reden waarom algemeen alternatieven zonder CC meer en meer de voorkeur genieten omdat, zelfs uitgevoerd onder anesthesie, CC pijn en stress veroorzaakt bij het dier (Baumgartner et al., 2010). De chirurgische ingreep gaat altijd gepaard met een ontstekingsreactie ter hoogte van de incisie wat dus extra pijn betekent ook na de operatie zelf (von Borell et al., 2009). De toepassing van algemene of lokale anesthesie, in combinatie met postoperatieve analgesie, vermindert wel de pijn.

1.4.2. Immunocastratie vergeleken met het afmesten van intacte beren

Verschillende publicaties tonen aan dat IC agressief en seksueel gedrag vermindert (Cronin et al., 2003; Zamaratskaia et al., 2008b; Rydhmer et al., 2010; Andersson et al., 2011), wat dus ook een verbetering van het dierenwelzijn tot gevolg heeft vergeleken met het afmesten van intacte beren. Door Andersson et al. (2011) werden intacte beren vergeleken met 2 verschillende groepen immunocastraten. Bij de ene groep gevaccineerd met Improvac® op vroegere leeftijd (injecties op 10 en 14 weken) werd agressief gedrag en bestijgen van soortgenoten al op een vroegere leeftijd significant verminderd dan bij de immunocastraten gevaccineerd volgens de standaard methode (injecties op 16 en 20 weken). Voor een beter dierenwelzijn kan het toepassen van een vroegtijdige IC dus voordelig zijn. Bij het afmesten van intacte beren kan wel ook een reductie van agressief en seksueel gedrag verwezenlijkt worden door een aangepast management (Aluwé et al., 2012).

1.5. Veiligheid van immunocastratie

In het "European public assessment report" (EPAR) over Improvac® (Zoetis, vroeger Pfizer) op de website van de "European Medicine Agency" zijn alle informatieën verzameld over de evaluatie van het product door het "Committee for Medicinal Products for Veterinary Use" (CVMP). In het document "Scientific Discussion" worden de methodes en resultaten weergegeven die in 2009 tot de registratie van het product in de EU leidden (Anonymous, 2009). Hierbij werd de orale biologische inactiviteit bekrachtigd bij varkens en ratten, wat negatieve effecten na een accidentele orale opname van het product niet waarschijnlijk maakt. Er werden geen effecten na percutaan en conjunctivaal contact aangetoond en er was geen systemische resorptie, tenzij dat er diepe huidwonden aanwezig waren of de contact langdurig was. Maar ook dan werden slechts kleine hoeveelheden geabsorbeerd.

1.5.1. Risico en gevolgen van zelf injectie tijdens administratie

Voor de administratoren, de varkenshouder en de dierenartsen, vrezen het risico op zelfinjectie omdat het vaccin dezelfde immunologische respons zou opwekken als bij het dier (Heinritzi et al., 2006). Na een accidentele parenterale injectie is een immuunrespons met de productie van Gn-RF antilichamen mogelijk, maar dat is volgens de "Scientific Discussion" in het "European public assessment report" (EPAR) weinig waarschijnlijk (Anonymous, 2009). Er moet een voldoende hoeveelheid Improvac® geïnjecteerd worden en binnen een (niet gedefinieerd) interval zou een tweede injectie moeten gebeuren, wat dan tot een tijdelijke onvruchtbaarheid bij zowel mannen als vrouwen kan leiden. Een gonadale onderdrukking is bijgevolg zowel dosis als frequentie afhankelijk en is zelflimiterend. Het gebruik van Improvac® door zwangere vrouwen wordt evenwel volledig afgeraden. Om een zelfinjectie te voorkomen, wordt het gebruik van een veiligheidspistool aangeraden en is het aangewezen een trainingsprogramma te volgen voor een correcte en veilige toediening van het product (Aluwé et al., 2012).

1.5.2. Risico op residuen in het vlees

IC wordt door velen sceptisch bekeken vooral door de onbekende consequenties op lange termijn, zoals het eventueel voorkomen van residuen in het vlees van immunocastraten (Fredriksen et al., 2010). Het gezondheidsrisico bij de consumptie van vlees van immunocastraten is volgens Clarke et

al. (2008) onbestaande. Algemeen worden vaccinaties als veilig aanzien voor de voedselkwaliteit wegens de labiele eigenschappen van het vaccin, zowel in het gevaccineerde dier zelf, maar ook tijdens het kookproces en in de gastro-intestinale tractus van de consument, mits het daar ooit zou geraken. Zoals hoger beschreven worden in de “Scientific Discussions” van het EPAR de veiligheid van het product door verschillende onderzoeken gesteund (Anonymous, 2009). Clarke et al. (2008) onderzochten in een aparte studie nog eens het Gn-RF vaccin om het risico op residuen van dit product uit te sluiten, en dus de voedselveiligheid te garanderen. Het product werd getest op zijn orale biologische beschikbaarheid en zijn intrinsieke immunologische activiteit. Daarvoor werden een aantal diermodellen opgericht:

1. Testen op intrinsieke immunologische activiteit: na intraveneuze injectie van het Gn-RF analoog bij schapen werd geen toegenomen hypofyse activiteit en dus geen verhoging van LH-concentraties opgemerkt. Het uitblijven van een LH-stijging met tegelijkertijd de vorming van Gn-RF antilichamen bewijst dat het Gn-RF analoog enkel structureel en niet functioneel overeenkomt met het endogene Gn-RF.

2. Testen op biologische beschikbaarheid na orale opname: na veelvoudig orale toediening van het vaccin aan varkens was geen duidelijke detectie van Gn-RF antilichamen mogelijk en ook de serumconcentraties van testosteron bleven onveranderd. De orale biologische inactiviteit werd verder onderzocht in een diermodel met laboratoriumratten. Die kregen orale doses toegediend, tot 70 keer de geadviseerde injectiedosis voor varkens (per kg LG). In geen van de gevallen werden gestegen antigenen of Gn-RF antilichaamconcentraties gedetecteerd in het serum van de ratten (Clarke et al., 2008).

2. Alternatieven naast IC

2.1. Chirurgische castratie onder algemene anesthesie

Door inhalatieanesthesie (o.a. isofluraan of CO₂) kunnen de dieren relatief eenvoudig onder anesthesie gebracht worden. In België wordt het gebruik van 100% medisch CO₂ toegepast en is daarom de tussenkomst van een dierenarts wettelijk noodzakelijk en is een speciaal toestel nodig. Dit maakt de methode praktisch en economisch minder interessant (Aluwé et al., 2012). In Nederland wordt een combinatie van 70% CO₂ en 30% O₂ toegepast (Gerritzen et al., 2008). Volgens verschillende studies zorgt de CO₂-anesthesie bij de biggen voor meer stress dan castratie zonder verdoving. Het heeft dus eerder een negatief effect (Heinritzi et al., 2005; Zimmermann et al., 2011). In Zwitserland wordt inhalatieanesthesie met isofluraan toegepast en zorgde, volgens Spring et al. (2009), in een veldproef in >90% van de gevallen tot een goede anesthesie. Voor de toepassing van isofluraananesthesie was een speciaal toestel nodig om een contaminatie van de omgeving en de medewerkers te voorkomen. Dit verhoogt de kostprijs en maakt het voor kleinere bedrijven economisch niet haalbaar. De mogelijke toepassing van deze methode is dus sterk afhankelijk van de bedrijfsgrootte. Voor kleine varkensbedrijven zou castratie met anesthesie economisch nadelig zijn. Niet alleen zijn er extra kosten voor het toestel, het gas en de huur kost van de gasfles, daarnaast moet een dierenarts de anesthesie uitvoeren (de Roest et al., 2009).

2.2. Chirurgische castratie met lokale verdoving

Lokale verdoving voor CC door injectie van anesthetica wordt frequent toegepast in Noorwegen en is sinds 2002 zelfs verplicht. Dit gebeurt door een combinatie van subcutane en intratesticulaire injecties van lidocaïne met adrenaline en maakt de tussenkomst van een dierenarts noodzakelijk ("Vermeld in: Fredriksen en Nafstad, 2006"). Dit alternatief voor CC zonder verdoving is in de praktijk wel toepasbaar. Een nadeel is dat het geneesmiddel 10-15 minuten voor de ingreep geïnjecteerd moet worden voor een afdoend effect. Het twee keer oppakken van de biggen maakt deze methode vrij arbeidsintensief (Aluwé et al., 2012). In een studie van Van Beirendonck et al. (2011) werd bij bargeen een pijnreactie opgemerkt tot 6 dagen na de castratie. Om het dierenwelzijn te verbeteren blijft na de castratie dus een postoperatieve analgesie noodzakelijk. Volgens Reiner et al. (2012) zorgt de toepassing van analgetica zoals Meloxicam of Flunixin voor een verbetering van het dierenwelzijn in het begin van de postoperatieve periode. Deze methode blijft onder praktijkomstandigheden ook moeilijk toepasbaar wegens de financiële factoren (de Roest et al., 2009).

2.3. Afmesten van intacte beren

Intacte beren op een jongere leeftijd slachten is een optie om het optreden van berengeur te voorkomen. Bijkomstig zou een detectiemethode aan de slachtlijn toegepast kunnen worden. Het toepassen van genetische selectie, om berengeur te reduceren in het levend dier, zou het mogelijk maken om beren tot een hoger slachtgewicht te kunnen houden (Aluwé et al., 2011). Aanpassen van de voeding en het management is aangewezen als ondersteunende maatregel (Klont et al., 2010). Dat alternatief is vooral interessant wegens economische voordelen zoals de betere voederconversie, snellere groei en het hoger magervleesandeel van de karkassen. De methode vindt vooral toepassing in het Verenigd Koninkrijk en Ierland waar CC al sinds 20-30 jaren afgeschaft is (Fredriksen et al., 2009). Volgens Heinritzi et al. (2006) en de Roest et al. (2009) is deze methode minder interessant door het verhoogde risico op berengeur. Om economisch voordeliger te zijn dan chirurgische gecastreerde varkens, zou de berengeurprevalentie aan de slachtlijn lager moeten blijven dan 2,5% (de Roest et al., 2006). De detectie van afwijkende geur aan de slachtlijn blijft dan noodzakelijk omdat het nooit tot 100% geur-vrij vlees zou leiden (Klont et al., 2010). Maar een objectieve detectiemethode is tot dusver nog niet beschikbaar (Aluwé et al., 2012). In Zweden werd wel ter detectie van berengeur een extra schakel aan de slachtlijn van intacte beren geïntroduceerd. Dat geeft een verhoging van de productiekosten en bij de aanwezigheid van berengeur kan het tot grote waardevermindering van de karkassen leiden (Andersson et al., 2011). Een voorwaarde om dit alternatief te kunnen introduceren is de aanvaarding van de intacte beren door het slachthuis en de consument (Aluwé et al., 2012). Verder zou het optreden van meer agressief en seksueel gedrag een uitdaging betekenen voor het management van intact afgemeste beren (Fredriksen et al., 2009).

2.4. Saksen van sperma

De bedoeling hierbij is het sperma voor de kunstmatige inseminatie door middel van een flow cytometer op te delen in X- en Y-chromosomen-houdende spermatozoa (Vazquez et al., 2009). Op die manier zou de productie van vooral enkel zeugen gerealiseerd kunnen worden waardoor er geen

probleem bestaat van berengeur of verhoogd agressief en seksueel gedrag (von Borell et al., 2009; Vazquez et al., 2009). De hoofdredenen voor een problematische toepassing in de praktijk zijn limiterende factoren zoals de lagere bevruchtingsresultaten na kunstmatige inseminatie met dergelijk gesekst sperma, en ook de relatief trage procedure om sperma te seksen (Vazquez et al., 2009). Von Borell et al. (2009) merken wel aan dat meer onderzoek moet gebeuren naar zowel een effectievere methode voor de spermascheiding maar ook na een inseminatie techniek die geen additionele pijn betekend voor de zeug.

3. Toepassing van immunocastratie in België en andere landen

Zoals boven vermeld, is Improvac® (geproduceerd door Zoetis, vroeger Pfizer) momenteel het enige product op de markt voor IC. Voor de Australische varkensindustrie is het al geregistreerd sinds 1998. In landen zoals Nieuw-Zeeland, Brazilië, Mexico, Korea, Thailand, de Filipijnen, Costa Rica, Guatemala, Zuid-Africa, Chili, Venezuela, Panama, El Salvador and Rusland is Improvac® geregistreerd sinds 2007-'08. In Europa werd het product voor het eerst in Zwitserland geaccepteerd in 2007 (Fredriksen et al., 2009). In de landen van de Europese Unie is het sinds 2009 (Rydhmer et al., 2010) en in de Verenigde Staten sinds 2011 geregistreerd (website: www.zoetis.com geconsulteerd op 13 mei 2013). In de EU wordt IC weinig toegepast wegens de beperkte afzetmarkt in Europa. Uit een Vlaamse studie (Aluwé et al., 2012) blijkt dat in 2009 in België weinig alternatieven voor CC werden toegepast. Slechts een klein aantal bedrijven werkte toen al met intacte beren en nog minder met IC. Sinds november 2011 werd er wel meer gewerkt met CC onder verdoving en immunocastratie. België biedt momenteel in Europa de enige afzetmarkt wegens een overeenkomst met een aantal slachthuizen die immunocastraten voor de slacht aanvaarden (Aluwé et al., 2012). Bijvoorbeeld Duitsland daartegen, als een van de grootste importlanden van varkensvlees vanuit België, accepteert geen vlees van immunocastraten.

4. Actoren beïnvloed door de toepassing van IC

4.1. Consument – Standpunten in verschillende landen van de EU

De aanvaarding door de consument van zowel IC als alternatieve methode als het vleesproduct dat zo geproduceerd wordt, zijn cruciaal voor een succesvolle introductie in de praktijk (Vanhonacker et al., 2009; Heid en Hamm, 2009; Vanhonacker en Verbeke, 2011). Enquêtes opgezet door Vanhonacker et al. (2009), Fredriksen et al. (2010) en Tuyttens et al. (2011) toonden aan dat een groot aantal van de consumenten slecht geïnformeerd is, zowel over het bestaan van berengeur als over het feit dat ze daarom gecastreerd worden. Verder bleken de consumenten ook slecht ingelicht over mogelijke alternatieven om het probleem aan te pakken. Om een representatieve weergave van het consumentenstandpunt te krijgen, was het bij alle enquêtes belangrijk om goede informatie over het thema aan de deelnemers te bezorgen. Volgens Tuyttens et al. (2011) speelt hierbij ook de manier van informatieoverdracht een belangrijke rol. Bijvoorbeeld via audiovisuele weg, door het tonen van

CC en de alternatieven, bleek de consument eerder de alternatieven, o.a. immunocastratie, te aanvaarden.

4.1.1. Tolerantie van berengeur

De gevoeligheid voor detectie van berengeur door de consument kan sterk variëren. Volgens een onderzoek van Lunde et al. (2010) werd bij een aantal mensen een hoge tolerantie van androstenonconcentraties, tot zelfs 9 ppm, opgemerkt. Bij anderen werd juist een hoge gevoeligheid voor berengeur vastgesteld. Gevoelige consumenten merkten al een afwijkende smaak van het vlees op bij androstenonconcentraties vanaf 3,7 ppm en concentraties vanaf 4,5 ppm werden olfactorisch gedetecteerd. In een kwantitatieve grensoverschrijdende studie in Frankrijk, Duitsland, België en Nederland door Vanhonacker en Verbeke (2011) bleek voor de consument de overweging van vlees aankoop, meer af te hangen van de effectieve eliminatie van berengeur en de kosten voor het vlees, dan van het dierenwelzijn. Een goede vleeskwiteit vormt dus voor de meeste consumenten een belangrijke factor in de overweging tot aankoop van het product (Fredriksen et al., 2010; Vanhonacker en Verbeke, 2011). Door Banon et al. (2003) werd een duidelijke afkeer opgemerkt van de consument tegenover rauwe ham van intacte beren, door de afwijkende geur. De conclusie van hun studie was dat varkens zeker verder gecastreerd moeten worden voor de productie van rauwe ham, om de aanvaarding door de consument te verzekeren.

4.1.2. Aanvaarding van het vlees van immunocastraten

Het probleem voor de acceptatie door de consument is het vaak voorkomende misverstand dat immunologische castratie een hormonale behandeling inhoudt. Die opvatting veroorzaakt een negatieve associatie met IC en leidt tot een afkeer bij de consument (Heinritzi et al., 2006; Heid en Hamm, 2009; 2012). Hierbij speelt vooral de angst voor residuen in het vlees en onbekende consequenties op lange termijn een belangrijke rol. Veel consumenten twijfelen aan de veiligheid en kwaliteit van het product (Fredriksen et al., 2010). Maar door Heid en Hamm (2009) werd duidelijk aangetoond dat de bevraagde Duitse consumenten bij een garantie van residuvrij vlees, het product van immunocastraten wel aanvaardden. Een aantal van de deelnemers wensten wel meer informatie over het thema om een definitieve beslissing te kunnen maken. Ze bleken sceptischer over IC wegens een, volgens hun, te eenvoudige werking. In Noorwegen werd de kwaliteit van het vlees door de meerderheid van de bevraagde consumenten als belangrijk aanzien, en castratie als een noodzakelijk proces om die te garanderen. Maar IC werd als alternatief niet geprefereerd door de consumenten. Slechts een klein aantal van de bevraagde mensen vond dierenwelzijn van groter belang of was tegen castratie. Die groep was voorstander van een natuurlijker leven voor de varkens, ook als dat tot meer agressief en seksueel gedrag zou leiden (Fredriksen et al., 2010). Volgens Vanhonacker et al. (2009) werd, wat betreft de voedselveiligheid en de kostprijs, het vlees van immunocastraten door de consument slechter beoordeeld dan het vlees van baren.

4.1.3. Aanvaarding van de methodiek

Uit meerdere enquêtes blijken consumenten de voorkeur te geven aan immunocastratie in plaats van CC (Vanhonacker et al. 2009; Vanhonacker and Verbeke 2011; Tuyttens et al., 2011). In een

kwantitatieve grensoverschrijdende studie in Frankrijk, Duitsland, België en Nederland door Vanhonacker en Verbeke (2011) gaven 69,6% van de deelnemers de voorkeur aan immunocastratie in plaats van CC met anesthesie. De deelnemers aan die enquête werden na de bevraging in drie groepen onderverdeeld: ethisch-, gezondheids- en prijsgeoriënteerde kopers. Alle groepen toonden vertrouwen in de effectiviteit van immunocastratie. De meerderheid aanvaardde de methodiek, onafhankelijk van de primaire motivatie voor de aankoop van varkensvlees. Op basis van een internetenquête bij in totaal 225 Belgische consumenten prefereerde ongeveer 60% van de bevroegden IC in plaats van CC. De voornaamste redenen waren het verbeterde dierenwelzijn en een effectieve controle van berengeur (Vanhonacker et al., 2009). Volgens een enquête in Noorwegen echter is de consument sceptisch tegenover IC, en wordt CC met toepassing van lokale anesthesie als een efficiëntere methode beschouwd (Fredriksen et al., 2010). CC werd vooral positief bekeken omdat een dierenarts de castratie uitvoert in plaats van de boer zelf. De vaccinaties ter preventie van ziektes werden wel volledig geaccepteerd. In dezelfde publicatie werd ook opgemerkt dat de controleautoriteiten van Noorwegen een grote invloed hebben op de consument en dat die hen vertrouwt. Dus zelfs als IC geïntroduceerd wordt, zal de methodiek geaccepteerd worden als de voedselautoriteit van Noorwegen ze aanvaardt. Huber-Eicher en Spring (2008) onderzochten de acceptatie van IC in Zwitserland. Hier bleken weinig van de bevroegde consumenten immunocastratie te associëren met hormonen. Toch werd de methodiek door de meerderheid (56%) van de consumenten niet aanvaard. Verder was 17,3% bereid om het product te kopen, maar met enig voorbehoud. Slechts 26,7% zouden geen probleem hebben met IC en het product gewoon kopen. Volgens Heid en Hamm (2009) wordt voor de biologische vleesproductie immunocastratie niet geaccepteerd wegens een te grote ingreep op de natuur. Vanuit dat standpunt ondersteunden de consumenten eerder het kweken van intacte beren

4.2. Varkenshouder

4.2.1. Standpunt

In België zijn een aantal varkenshouders nog sceptisch over IC, zowel wat de effectiviteit voor de eliminatie van berengeur betreft, maar ook de acceptatie door de consument. Vele prefereren nog steeds chirurgische castratie omdat het door hun als de meest efficiënte methode tegen berengeur gezien wordt. Maar ze verwachten ook wel een afkeuring van CC door de consument (Tuytens et al., 2012). Een aantal varkenshouder verkiezen wel al IC als alternatieve methode voor CC en zijn er ook tevreden mee (Aluwé et al., 2012). In een Vlaamse studie werden de varkenshouders die deelnamen aan de studies ook gevraagd naar hun beoordeling van de verschillende alternatieven voor CC die zij praktisch toepasten op hun bedrijf. In het begin van de afmestperiode bleken de varkenshouder meer tevreden te zijn met immunocastraten en intacte beren dan met bargaen, maar op het einde van de afmestperiode (week 27-28) waren ze meer tevreden met immunocastraten en bargaen dan met intacte beren. Bij de immunocastratie was de varkenshouder bovendien ontevredener bij de administratie van de 1^e injectie dan na de 2^e injectie. Bij de laatste injectie hadden de dieren een hoger gewicht en waren daarom ze veel rustiger (Aluwé et al., 2012). De varkenshouders die deelnamen aan deze Vlaamse studie waren voor het begin van de studie IC tegenover meer positief

dan na de uitvoering van de studie. Dit was volgens Aluwé et al. (2012) naast de extra arbeid ook te wijzen aan de extra planning van de injecties, omdat het timing van deze ook de zoötechnische resultaten van de dieren beïnvloeden en het optreden van berengeur. Verder blijkt een praktische begeleiding voor een correcte en veilige uitvoeren van IC noodzakelijk bij het opstarten van de alternatieve methodiek in een bedrijf.

4.2.2. Economische factoren

Zoals hierboven al beschreven, worden door IC twee belangrijke productievoordelen gecombineerd: tot aan hun 2^e injectie met Improvac® groeien immunocastraten even hard als intacte beren (Cronin et al., 2003; Fuchs et al., 2011; Millet et al., 2011) en na de 2^e injectie vertonen ze een grotere voederopname, wat wel hogere voederkosten betekent, maar ook een snellere gewichtstoename en dus een betere voederconversie vergeleken met baren (Zamaratskaia et al., 2008a). Maar door Andersson et al. (2011) werd geen winstverschil opgemerkt tussen immunocastratie en baren. Bonneau (2010) geeft te bedenken dat bij IC een aantal dieren aan de immunisatie kunnen ontsnappen. Dat maakt berengeurdetectie aan de slachtlijn noodzakelijk, wat dus leidt tot een duurdere productie. Bovendien zorgt de aanwezigheid van berengeur voor waardevermindering van het vlees (Andersson et al., 2011). De economische haalbaarheid van immunocastratie is daarnaast vooral afhankelijk van de kosten van het vaccin, maar ook van de aanvaardbaarheid door de consument (de Roest et al., 2009; Vanhonacker en Verbeke, 2011). Volgens de Roest et al. (2009) lopen de kosten voor IC, incl. arbeidslast van de boer voor 2 injecties, op tot 3,65 euro per varken. In deze studie werden de kosten afgetrokken van de winst door de verbeterde voederconversie na IC ten opzichte van CC, met als resultaat van 1,40 euro meerkosten per varken voor IC. Bij die berekening werd geen rekening gehouden met een eventuele controleschakel ter detectie van berengeur, voor varkens die ontsnappen aan de vaccinatie of waarvoor de immuunrespons niet voldoende krachtig is. In een Vlaamse studie opgezet door Aluwé et al. (2012) werd een overschakeling van de productie van baren naar immunocastratie gesimuleerd en het effect ervan op het bruto saldo op bedrijfsniveau. Uit hun berekening werd geconcludeerd dat door de verbetering in voederconversie de vaccinatie kosten zelfs gecompenseerd worden. Springer et al. (2009) adviseren dit alternatief vanuit een economisch standpunt vooral aan voor grotere bedrijven. De tijdsfactor voor een alternatieve methode voor CC speelt voor de economische haalbaarheid ook een belangrijke rol. Volgens Aluwé et al. (2012) betekent de toepassing van IC een tijdwinst in de kraamstal tegenover CC (circa 20 minuten per 120 varkens). Dit staat tegenover de toename in arbeid in de meststal waar de 2 injectie moeten toegediend worden (gemiddeld 30-35 minuten per 120 varkens).

4.3. Slachthuizen/Distributie/Retail

Immunocastratie heeft als alternatief enkel een kans als de slachthuizen de verwerking van dergelijke karkassen aanvaarden. Die beslissing is op zijn beurt dan weer afhankelijk van de afzetmarkt en komt daarom opnieuw neer op de consumentenacceptatie van het product. De Belgische winkelketen Colruyt en Okay zijn sinds 2010 overgeschakeld naar het verkoop van vlees van immunocastraten in plaats van vlees van chirurgisch gecastreerde varkens. Dit is gebeurd in samenspraak met de varkenshouder die hun producten leveren aan die winkelketen (Beekman en Schils, 2010) Omdat er

geen praktijkrijpe objectieve methode bestaat voor berengeurdetectie aan de slachtlijn voor intacte beren of varkens ontsnapt aan IC, is de controle moeilijk. Een mogelijkheid is de beoordeling van het testesgewicht, maar volgens Bonneau (2010) is die methode niet voldoende betrouwbaar omdat de testes te langzaam atrofiëren als gevolg van IC. De zaadblaasjesgrootte blijkt een betere controle te zijn, omdat ze sneller verkleinen en de volumereductie veel duidelijker is dan bij de testes.

BESPREKING EN CONCLUSIE

Immunocastratie (IC) blijkt volgens de verzamelde informatie in deze masterproef een zeer effectief alternatief te zijn voor chirurgische castratie. Aan de ene kant werkt het bijna even effectief in de reductie van berengeur en het onderdrukken van agressief en seksueel gedrag door de verminderde secretorische activiteit van de testes (Dunshea et al., 2001; Jaros et al., 2005; Zamaratskaia et al., 2008b; Morales et al., 2010; Weiler et al., 2013). Aan de andere kant verbeterd IC duidelijk het dierenwelzijn door het overbodig maken van een pijnlijke ingreep. De toepasbaarheid van IC in de praktijk is van meer factoren afhankelijk dan enkel een effectief alternatief voor CC te zijn. De aanvaardbaarheid van IC als methodiek en het vleesproduct door de consumenten speelt een zeer grote rol. Zij hechten vooral belang aan een product van goede kwaliteit en een garantie van voedselveiligheid. Clarke et al. (2008) onderzochten de veiligheid van het product en konden een orale biologische beschikbaarheid en een intrinsieke immunologische activiteit van het vaccin Improvac® uitsluiten. Een gonadale onderdrukking kan wel optreden als gevolg van twee of meer zelfinjecties met het product (Anonymous, 2009). Een foutieve associatie van IC met een hormoonbehandeling kan bij de consument een afkeer tegen dit alternatief laten ontwikkelen, daarom is het cruciaal om een goed informatie aan de consument te bezorgen (Heinritzi et al., 2006; Heid en Hamm, 2009; 2012). Naast de consumenten is een aanvaarding van immunocastraten door de slachthuizen en de retail noodzakelijk om een verwerking en distributie van het product mogelijk te maken. In België bestaat al sinds 2010 een overeenkomst tussen de winkelketen Colruyt en Okay en een aantal varkensbedrijven die immunocastraten afmesten. Dit is dus een voorbeeld dat een praktische toepassing van IC mogelijk is indien alle actoren meedoen. Vooral voor de varkenshouders moeten de economische invloed van het overschakelen naar een andere methodiek overwogen worden. Vergeleken met baren hebben immunocastraten een lagere voederconversie wat dus minder kosten voor het voeder betekend bij dezelfde gewichtstoename. Maar zijn de voederkosten voor beide duidelijk hoger vergeleken met die van intacte beren en zeugen (Morales et al., 2010; Weiler et al. 2013). Het magervleesaandeel is bij immunocastraten ook beter dan bij baren. Dit komt door de afmestperiode tot aan de 2^e injectie waar ze groeien zoals intacte beren. Baren halen wel doorgaans het beste slachtrendement van alle groepen (Zamaratskaia et al., 2008a). Immunocastraten scoorden hier slechter door het hoger levend gewicht op slachtleeftijd. Dit kan volgens Aluwé et al. (2012) redeneert worden door de aanwezigheid van de testes en een zwaarder maagdarmsstelsel. Verder moet bijvoorbeeld rekening worden gehouden met de kosten van het vaccin. Die kunnen eventueel wel opgevangen worden door het bereiken van een betere voederconversie bij immunocastraten. Uit ervaringsberichten van een Vlaamse studie blijken de varkenshouders evenwel minder content met de extra arbeid in de meststal (voor de 2^e injectie) en de extra planning voor de

vaccinatieschema's (Aluwé et al., 2012). Dit laatste is wel heel belangrijk om de best mogelijke productievoordelen te behalen en te combineren met een tijdige onderdrukking van agressief en seksueel gedrag en een effectieve reductie van berengeur op slachtleeftijd (Claus et al., 2007). Immunocastratie toegepast op een latere leeftijd betekend een langere groeiperiode zoals intacte beren en dus een hoger magervleesaandeel bij immunocastraten dan bij baren. Om optreden van ongewenst gedrag te voorkomen moeten de injecties best voor de puberteit toegepast worden (Andersson et al., 2012). Bij het toepassen van een vroeger vaccinatieschema kan een verbetering van het slachttrendement worden opgemerkt, omdat de zoötechnische resultaten die van baren benaderen (Andersson et al., 2012). Immunocastraten groeien volgens een studie van Fabrega et al. (2010) wel het minst effectief want ze vertoonden een hoge gewichtstoename maar tegelijk de laagste proteïnetoename vergeleken met alle andere behandelingsmethoden.

Mijn besluit van deze masterproef is dat een introductie van immunocastratie in de praktijk mits een uitgebreide informatieoverdracht naar de consument en een goede praktische begeleiding op de bedrijven mogelijk is. Natuurlijk met de voorwaarde dat een overeenkomst werd gemaakt tussen varkenshouders en de slachthuizen zodat een afzetmarkt verzekerd wordt. Aangezien in 2018 een volledig ban van castratie gepland is zou IC waarschijnlijk enkel een voorlopige oplossing zijn en wordt uiteindelijk overgeschakeld naar de productie van intacte beren of zeugen.

Referentielijst

Aluwé M., Meirlaen S., Van Meensel J., Millet S., Tuytens F.A.M. (2012). Vergelijkende studie op praktijkbedrijven van alternatieven voor onverdoofde castratie van beerbiggen. ILVO Mededeling 112, 120 p http://www.ilvo.vlaanderen.be/Portals/68/documents/Mediatheek/Mededelingen/ILVO_mededeling_112_CASPRA_K.pdf (geconsulteerd op 12 mei 2013)

Aluwé M., Millet S., Bekaert K.; Tuytens, 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, 1283-1289.

Andersson K., Brunius C., Zamaratskaia G., Lundström, K. (2012). Early vaccination with Improvac (R): effects on performance and behaviour of male pigs. *Animal* 6, 87-95.

Anonymous (2009) Improvac®: European public assessment report - Scientific Discussion. Internetreferentie: http://www.ema.europa.eu/docs/en_GB/document_library/EPAR_-_Scientific_Discussion/veterinary/000136/WC500064057.pdf (geconsulteerd op 13 mei 2013).

Anonymous (2010) European Declaration on alternatives to surgical castration of pigs. Internetreferentie: http://ec.europa.eu/food/animal/welfare/farm/docs/castration_pigs_declaration_en.pdf (geconsulteerd op 13 mei 2013)

Banholzer, E. (2009) Die Impfung mit Improvac® - Chancen und Nutzen für die Schweineproduktion. *Tierärztliche Umschau* 64, 389-396.

Banon S., Gil M.D., Garrido M.D. (2003). The effects of castration on the eating quality of dry-cured ham. *Meat Science* 65, 1031-1037.

Batorek N., Skrlep M., Prunier A., Louveau I., Noblet J., Bonneau M., Candek-Potokar M. (2012). Effect of feed restriction on hormones, performance, carcass traits, and meat quality in immunocastrated pigs. *Journal of Animal Science* 90, 4593-4603.

Baumgartner J., Binder R., Hagmuller W., Hofbauer P., Iben C., Scala U. S., Winckler C. (2004). Castration of male piglets (II): alternatives and conclusion. *Wiener Tierärztliche Monatsschrift* 91, 198-209.

Baumgartner J., Laister, S., Koller M., Pfuetzner A., Grodzycki M., Andrews S., Schmoll F. (2010). The behaviour of male fattening pigs following either surgical castration or vaccination with a GnRF vaccine. *Applied Animal Behaviour Science* 124(1-2), 28-34.

Beekman J., Schils J. (2010) *Pig Business* Nr.6 (2010) <http://www.boerentaal.nl/referenties/2011/journalistiek/Artikel%20PB%20Verkoop%20berenvlees.%20september%202010.pdf> geconsulteerd op 13 mei 2013).

Bonneau M. (2010). Accessory sex glands as a tool to measure the efficacy of immunocastration in male pigs. *Animal* 4, 930-932.

Brewster V., Nevel A. (2013). Immunocastration with ImprovacTM reduces aggressive and sexual behaviours in male pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 145(1-2): 32-36.

Clarke L., Walker J., Hennessy D., Kreeger J., Nappier J., Crane J. (2008). Inherent food safety of a synthetic gonadotropin-releasing factor (GnRF) vaccine for the control of boar taint in entire male pigs. *International Journal of Applied Research in Veterinary Medicine* 6, 7-14.

Claus R., Lacorn M., Danowski K., Pearce M.C., Bauer A. (2007). Short-term endocrine and metabolic reactions before and after second immunization against GnRH in boars. *Vaccine* 25, 4689-4696.

Claus R., et al. (1996). Skatole concentrations in blood plasma of pigs as influenced by the effects of dietary factors on gut mucosa proliferation. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition-Zeitschrift Für Tierphysiologie Tierernährung Und Futtermittelkunde* 76, 170-179.

Cronin G.M., Dunshea F.R., Butler K.L., McCauley I., Barnett J.L., Hemsforth P. (2003). The effects of immuno- and surgical-castration on the behaviour and consequently growth of group-housed, male finisher pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 81, 111-126.

De Roest K., Montanari C., Fowler T., Baltussen W. (2009). Resource efficiency and economic implications of alternatives to surgical castration without anaesthesia. *Animal* 3, 1522-1531.

Deslandes B., Garipey C., Houde A. (2001). Review of microbiological and biochemical effects of skatole on animal production. *Livestock Production Science* 71, 193-200.

Dikeman M.E. (2007). Effects of metabolic modifiers on carcass traits and meat quality. *Meat Science* 77, 121-135.

Duijvesteijn N., Knol E.F., Bijma P. (2012). Direct and associative effects for androstenone and genetic correlations with backfat and growth in entire male pigs. *Journal of Animal Science* 90, 2465-2475.

Dunshea F.R., Colantoni C., Howard K., McCauley I., Jackson P., Long K.A., Lopaticki S., Nugent E.A., Simons J.A., Walker J., Hennessy D.P. (2001). Vaccination of boars with a GnRH vaccine (Improvac) eliminates boar taint and increases growth performance. *Journal of Animal Science* 79, 2524-2535.

Einarsson S., Andersson K., Wallgren M., Lundström K., Rodriguez-Martinez H. (2009). Short- and long-term effects of immunization against gonadotropin-releasing hormone, using ImprovacTM, on sexual maturity, reproductive organs and sperm morphology in male pigs. *Theriogenology* 71, 302-310.

Einarsson, S., Brunius C., Wallgren M., Lundström K., Andersson K., Zamaratskaia G., Rodriguez-Martinez H. (2011). Effects of early vaccination with Improvac® on the development and function of reproductive organs of male pigs. *Animal Reproduction Science* 127, 50-55.

Fabrega E., Velarde A., Cros J., Gispert M., Suarez P., Tibau J., Soler J. (2010). Effect of vaccination against gonadotrophin-releasing hormone, using Improvac®, on growth performance, body composition, behaviour and acute phase proteins. *Livestock Science* 132, 53-59.

Fredriksen B., Font-i-Furnols M., Lundström K., Migdal W., Prunier A., Tuytens F.A.M., Bonneau M. (2009). Practice on castration of piglets in Europe. *Animal* 3, 1480-1487.

Fredriksen, B., Johnsen A.M.S., Skuterud E. (2010). Consumer attitudes towards castration of piglets and alternatives to surgical castration. *Research in Veterinary Science* 90, 352-357.

Fredriksen, B. and Nafstad O. (2006). Surveyed attitudes, perceptions and practices in Norway regarding the use of local anaesthesia in piglet castration. *Research in Veterinary Science* 81, 293-295.

Gerritzen, M. A., et al. (2008). Castration of piglets under CO₂-gas anaesthesia. *Animal* 2, 1666-1673.

- Hansen B.C. en Lewis A.J. (1993). Effects of dietary-protein concentration (corn-soybean meal ratio) on the performance and carcass characteristics of growing boars, barrows and gilts – Mathematical Descriptions. *Journal of Animal Science* 71, 2122-2132.
- Heid A., Hamm U. (2009). Consumer acceptance of alternatives to piglet castration without anaesthesia. *Fleischwirtschaft* 89, 93-98.
- Heid A., Hamm U. (2012). Consumer Attitudes Towards Alternatives to Piglet Castration Without Pain Relief in Organic Farming: Qualitative Results from Germany. *Journal of Agricultural & Environmental Ethics* 25, 687-706.
- Heinritz K., Ritzmann M., Otten W. (2006). Alternatives of castration of suckling piglets, determination of catecholamines and woundhealing after castration of suckling piglets at different points of time. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift* 113, 94-97.
- Hilbe M., Jaros P., Ehrensperger F., Zlinszky K., Janett F., Haessig M., Thun R. (2006). Histomorphological and immunohistochemical findings in testes, bulbourethral glands and brain of immunologically castrated male piglets. *Schweizer Archiv Für Tierheilkunde* 148, 599-608.
- Huber-Eicher B., Spring P. (2008). Attitudes of Swiss consumers towards meat from entire or immunocastrated boars: A representative survey. *Research in Veterinary Science* 85, 625-627.
- Jaros P., Burgi E., Stark K.D.C., Claus R., Hennessy D., Thun R. (2005). Effect of active immunization against GnRH on androstenone concentration, growth performance and carcass quality in intact male pigs. *Livestock Production Science* 92, 31-38.
- Klont R.E., Kurt E., Heres L., Urlings B. (2010). Production of entire males - Challenges and opportunities. *Fleischwirtschaft* 90, 107-109.
- Lunde K., Skuterud E., Egelanddal B., Font-i-Furnols M., Nute G.R., Bejerholm C., Nilsen A., Stenstrom Y.H., Hersleth M. (2010). The importance of the recruitment method for androstenone sensitivity with respect to accurate sensory evaluation of androstenone tainted meat. *Food Quality and Preference* 21, 648-654.
- Millet S., Gielkens K., De Brabander D., Janssens G.P.J. (2011). Considerations on the performance of immunocastrated male pigs. *Animal* 5, 1119-1123.
- Morales J., Gispart M., Hortos M., Perez J., Suarez P., Pineiro C. (2010). Evaluation of production performance and carcass quality characteristics of boars immunised against gonadotropin-releasing hormone (GnRH) compared with physically castrated male, entire male and female pigs. *Spanish Journal of Agricultural Research* 8, 599-606.
- Morlein D. (2012). Boar taint: The sensory perspective - Olfactory perception, consumer acceptance and trained sensory panel evaluation of boar taint. *Züchtungskunde* 84, 427-438.
- Ontjes D.A. (2011). *Médecine interne de Netter*. 2nd edition. 47 - Hypogonadisme chez l'homme. Elsevier Masson, Paris, p. 377-384.
- Pauly C., Spring-Staehli P., O'Doherty J.V., Kragten S.A., Dubois S., Messadene J., Bee G. (2010). The effects of method of castration, rearing condition and diet on sensory quality of pork assessed by a trained panel. *Meat Science* 86, 498-504.
- Reiner G., Schollasch F., Hillen S., Willems H., Piechotta M., Failing K. (2012). Effects of Meloxicam and Flunixin on pain, stress and discomfort in male piglets during and after surgical castration. *Berliner Und Münchener Tierärztliche Wochenschrift* 125, 305-314.
- Rydmer L., Lundström K., Andersson K. (2010). Immunocastration reduces aggressive and sexual behaviour in male pigs. *Animal* 4, 965-972.
- Sattler T., Schmol F. (2012a). An animal-friendly alternative to surgical castration Haptoglobin in boars vaccinated with Improvac (R) and surgical castrated boars as well as carcass and meat quality in comparison to entire boars. *Fleischwirtschaft* 92, 109-113.
- Sattler T., Schmol F. (2012b). Vaccination or Castration to Prevent Boar Taint - Results of a representative Consumer Survey in Germany. *Journal Für Verbraucherschutz Und Lebensmittelsicherheit-Journal of Consumer Protection and Food Safety* 7, 117-123.
- Skrlep M., Segula B., Zajec M., Kastelic M., Kosorok S., Fazarinc G., Candek-Potokar M. (2010). Effect of Immunocastration (Improvac®) in fattening pigs I: Growth performance, reproductive organs and malodorous compounds. *Slovenian Veterinary Research* 47, 57-64.

Spring P., Kupper T. en Pauly C. (2009). ProSchwein: Alternatives to the conventional castration of piglets. *Agrarforschung* 16(1), 16-21.

Thun R., Gajewski Z., Janett, F. (2006). Castration in male pigs: techniques and animal welfare issues. *Journal of Physiology and Pharmacology* 57, 189-194.

Turkstra, J. A., et al. (2011). "Pharmacological and toxicological assessment of a potential GnRH vaccine in young-adult male pigs." *Vaccine* 29(21): 3791-3801.

Turkstra, J. A., et al. (2002). "Performance of male pigs immunized against GnRH is related to the time of onset of biological response." *Journal of Animal Science* 80(11): 2953-2959.

Tuytens F.A.M., Vanhonacker F., Langendries K., Aluwé M., Millet S., Bekaert K., Verbeke W. (2011). Effect of information provisioning on attitude toward surgical castration of male piglets and alternative strategies for avoiding boar taint. *Research in Veterinary Science* 91, 327-332.

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

Van Beirendonck S., Driessen B., Verbeke G., Geers R. (2011). Behavior of piglets after castration with or without carbon dioxide anesthesia. *Journal of Animal Science* 89, 3310-3317.

Vanhonacker F., Verbeke W. (2011). Consumer response to the possible use of a vaccine method to control boar taint v. physical piglet castration with anaesthesia: a quantitative study in four European countries. *Animal* 5, 1107-1118.

Vanhonacker F., Verbeke W., Tuytens F.A.M. (2009). Belgian consumers' attitude towards surgical castration and immunocastration of piglets. *Animal Welfare* 18, 371-380.

von Borell E., Baumgartner J., Giersing M., Jaggin N., Prunier A., Tuytens F.A.M., Edwards S.A. (2009). Animal welfare implications of surgical castration and its alternatives in pigs. *Animal* 3, 1488-1496.

Zamaratskaia G., Andersson H.K., Chen G., Andersson K., Madej A., Lundström K. (2008a). Effect of a gonadotropin-releasing hormone vaccine (ImprovacTM) on steroid hormones, boar taint compounds and performance in entire male pigs. *Reproduction in Domestic Animals* 43, 514-514.

Zamaratskaia G., Babol J., Madej A., Squires E.J., Lundström K. (2004). Age-related variation of plasma concentrations of skatole, androstenedione, testosterone, oestradiol-17 beta, oestrone sulphate, dehydroepiandrosterone sulphate, triiodothyronine and IGF-1 in six entire male pigs. *Reproduction in Domestic Animals* 39, 168-172.

Zamaratskaia G., Rydhmer L., Andersson H.K., Chen G., Lowagie S., Andersson K., Lundström K. (2008b). Long-term effect of vaccination against gonadotropin-releasing hormone, using ImprovacTM, on hormonal profile and behaviour of male pigs. *Animal Reproduction Science* 108, 37-48.

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

Zimmermann S., Zoels S., Otten W., Palzer A., Ritzmann M., Heinritzi K. (2011). Evaluation of carbon dioxide anaesthesia for the castration of male suckling piglets by stress hormone concentrations, behaviour and clinical factors. *Berliner Und Münchener Tierärztliche Wochenschrift* 124, 368-375.

Wetteksten:

Council Directive 2008/120/EC van 18 December 2008. Laying Down Minimum Standards for the Protection of Pigs. OJL 47, 18/02/2009, p.5