

UNIVERSITEIT GENT

FACULTEIT DIERGENEESKUNDE

Academiejaar 2012-2013

INVLOED VAN BERENGEUR OP DE VALORISATIE VAN VARKENSVLEES

Door

Brecht WAERENBURGH

Promotor: Prof. dr. Lynn Vanhaecke
Medepromotor: Dr. Julie Vanden Bussche

Literatuurstudie in het kader
van de Masterproef

UNIVERSITEIT GENT

FACULTEIT DIERGENEESKUNDE

Academiejaar 2012-2013

INVLOED VAN BERENGEUR OP DE VALORISATIE VAN VARKENSVLEES

door

Brecht WAERENBURGH

Promotor: Prof. dr. Lynn Vanhaecke
Medepromotor: Dr. Julie Vanden Bussche

Literatuurstudie in het kader
van de Masterproef

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 werknemers 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.

VOORWOORD

Via deze weg wil ik mijn ouders, mijn 2 broers en, niet in het minst, mijn vriendin bedanken voor de hulp en steun tijdens het maken van deze literatuurstudie. Zonder hen had ik deze taak nooit tot een goed einde gebracht.

Bij deze wil ik ook mijn promotor Prof. Lynn Vanhaecke en medepromotor Dr. Julie Vanden Bussche bedanken om via hun opbouwende kritiek bij te sturen waar nodig.

VOORWOORD

INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING	1
1 INLEIDING	2
1.1 Wat is berengeur	2
1.2 Verschillende componenten van berengeur	2
1.2.1 Androstenon of 5 α -Androst-16-en-3-on	2
1.2.2 Skatol of 3-methylindol	3
1.2.3 Indol of 2,3-benzopyrol en andere componenten	4
2 BERENGEUR PROBLEMATIEK	5
3 ALTERNATIEVEN VOOR ONVERDOOFDE CHIRURGISCHE CASTRATIE	7
3.1 Voorkomen van berengeur	7
3.1.1 Chirurgische castratie met anesthesie (CO ₂ gas-anesthesie) of pijnbestrijding	7
3.1.2 Immunocastratie (Improvac®)	7
3.1.3 Gendersselectie	8
3.2 Reductie van berengeur (afmesten van intacte beren)	9
3.2.1 Genetische selectie	9
3.2.2 Slachten op jongere leeftijd en lager gewicht	9
3.2.3 Wijzigen managementstrategie	10
4 VALORISATIE VAN VLEES MET BERENGEUR	11
4.1 Vlees afkomstig van intacte beren en detectie van berengeur	11
4.2 Kwaliteit van vlees met berengeur	13
4.2.1 Vers vlees	14
4.2.2 Verwerkt vlees	15
5 DISCUSSIE	20
REFERENTIELIJST	23

SAMENVATTING

Berengeur is een onaangename geur en smaak die voorkomt in een bepaald percentage van het vlees afkomstig van intacte beren. Vlees dat berengeur bevat wordt door de consument niet aanvaard. Tot voor kort werden beren op een leeftijd van minder dan 7 dagen gecastreerd om te voorkomen dat androstenon en skatol, de belangrijkste berengeurcomponenten, zich in het vlees zouden opstapelen.

Omwille van het dierenwelzijn kwam deze castratie echter steeds meer onder vuur te liggen. Sinds januari 2012 wordt onverdoofd castreren niet langer toegepast. En met de volledige castratiestop in 2018 in het vooruitzicht wordt intensief onderzoek gevoerd naar allerlei alternatieven om deze castratie te kunnen bannen zonder aan kwaliteit van het eindproduct te hoeven inboeten. Deze alternatieven gaan van chirurgische castratie met verdoving of pijnbestrijding als overgangsmaatregel tot 2018, over immunocastratie tot het afmesten van intacte beren.

Bij het (immuno)castreren wordt voorkomen dat er vlees met berengeur ontstaat. Bij het afmesten van intacte beren is het echter onmogelijk om dit te voorkomen dus is er zeker de noodzaak om berengeur te kunnen detecteren. Enkel als de berengeur detecteerbaar is aan de slachtlijn, en zo de karkassen met berengeur kunnen uitgeselecteerd worden, kan men garanderen dat de consument geen vlees met berengeur op zijn bord krijgt.

Om het afmesten van intacte beren economisch rendabel te maken wordt ook uitgebreid onderzocht hoe het uitgeselecteerde vlees, dat dus berengeur bevat, op de markt terecht kan komen. Men gaat na of het mogelijk is om het vlees op specifieke manieren te verwerken zodat de consument geen kwaliteitsvermindering hoeft te ervaren. Er wordt nagegaan in hoeverre vlees met berengeur nog zou kunnen gebruikt worden op de verse vleesmarkt of anders met welk soort verwerkingsproces de berengeur zoveel mogelijk gereduceerd wordt. Verder wordt ook de invloed van de temperatuur op de waarneming van berengeur geëvalueerd en of het al dan niet mogelijk is om aanwezige berengeur te maskeren door het toevoegen van kruiden in marinades of door verdunning of inmenging met vlees vrij van berengeur.

Sleutelwoorden: Berengeur – Castratie– Intacte beren – Vlees met berengeur – Vleesproducten

1 INLEIDING

1.1 WAT IS BERENGEUR

Volgens het uitvoeringsbesluit van de Europese Commissie 2011/C 243/06 is berengeur een onaangename geur of smaak van varkensvlees afkomstig van niet-gecastreerde mannelijke varkens (beren) die de puberteit hebben bereikt die voornamelijk vrijkomt bij het verhitten van de vetfractie. Berengeur wordt veroorzaakt door substanties zoals androstenon, een stof die wordt geproduceerd in de testikels van mannelijke varkens en skatol en indol, stoffen die worden aangemaakt in de darmen van alle varkens maar die zich in het vet van niet-gecastreerde beren ophopen.

Niet bij alle geslachtsrijpe varkens hopen zich voldoende hoge concentraties androstenon, skatol en indol in het vlees op, berengeur is dus niet bij alle intacte beren aanwezig. De graad van voorkomen is volgens de literatuur sterk variabel (Williams et al., 1963; Bonneau, 1998; Klont et al., 2009) en varieert in België voor karkassen van beren geslacht op een commercieel slachtgewicht tussen 4% (sterk aangetaste karkassen) en 25% (gemiddeld aangetaste karkassen) (Aluwé et al., 2009). Berengeur kan ook, zij het in slechts zeer kleine mate gevonden worden bij gelten en bargaen (Babol en Squires, 1995; Xue en Dial, 1997).

1.2 VERSCHILLENDE COMPONENTEN VAN BERENGEUR

1.2.1 Androstenon of 5 α -Androst-16-en-3-on

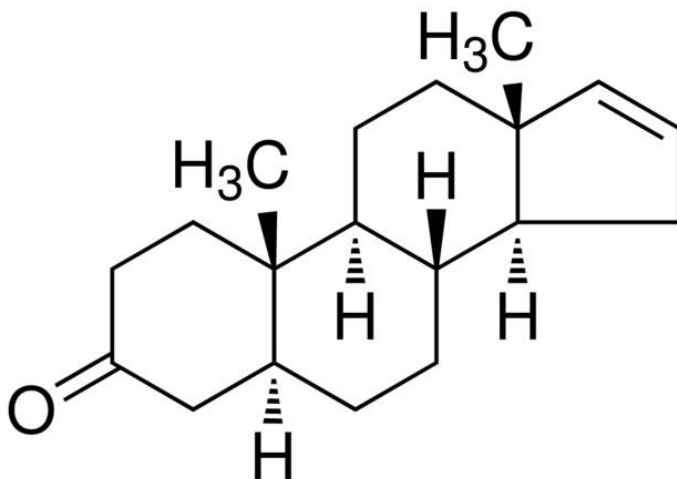


Fig. 1 Androstenon of 5 α -Androst-16-en-3-on

Androstenon (5 α -Androst-16-en-3-on) is een mannelijk geslachts-feromoon dat gesynthetiseerd wordt in de testis (Xue et al., 1996; Xue en Dial, 1997). Via de systemische bloedcirculatie komt androstenon in het vetweefsel en de speekselklieren terecht en wordt daar opgeslagen (Babol en Squires, 1995). De speekselklieren van de beer bevatten hoge concentraties aan androstenon waar het gebonden aan het proteïne pheromaxein fungeert als feromoon (Aluwé, 2012b). Wanneer een

volwassen dier in de aanwezigheid van een bronstig vrouwelijk of onbekend varken wordt gebracht dan produceert hij grote hoeveelheden schuimig speeksel met vrijstelling van hoge concentraties aan androstenon tot gevolg (Xue en Dial, 1997). Androstenon heeft dus geen hormonale activiteit, maar louter een feromonale activiteit. Het lokt paargedrag uit bij bronstige zeugen (Font i Furnols, 2003).

De geur van androstenon wordt geassocieerd met die van urine en zweet. (Patterson, 1968; Bonneau, 1998; Font i Furnols, 2003). Deze gevoeligheid voor androstenon is echter sterk persoonsgebonden. Er zijn ook mensen die de geur als aangenaam bestempelen of die volledig ongevoelig zijn voor de geur (Bonneau en Chevillon, 2012). Deze anosmie is genetisch bepaald (Wysocki en Beauchamp, 1984) en verschilt per land. Bekaert et al. (2011) voerde een veldstudie uit waarbij de androstenongevoeligheid getest werd bij 1569 consumenten in Vlaanderen. Deze tests werden uitgevoerd in 6 winkelcentra in Vlaanderen en de deelnemers werden gevraagd om aan de inhoud van 4 flessen te ruiken (3 waren gevuld met water en 1 was gevuld met een mengsel van water en androstenon). De testpersonen moesten de sterkst geurende fles identificeren en de geur beschrijven. Deze test werd twee maal uitgevoerd. De resultaten leren ons dat in Vlaanderen 45,3% van de mensen gevoelig zijn voor de geur van androstenon (2 maal de juiste fles aangeduid). De gevoeligheid is ook deels geslachtsgebonden, zo zijn 51,1% van de Vlaamse vrouwen gevoelig voor androstenon terwijl slechts 38,3% van de Vlaamse mannen er voor gevoelig zijn. De mate van vrijkomen van de geur uit het varkensvlees is ook afhankelijk van de bereiding, de temperatuur (McCauley et al., 1997) en de tijd tussen bereiden en consumeren van het vlees (Bañón et al., 2003a).

1.2.2 Skatol of 3-methylindol

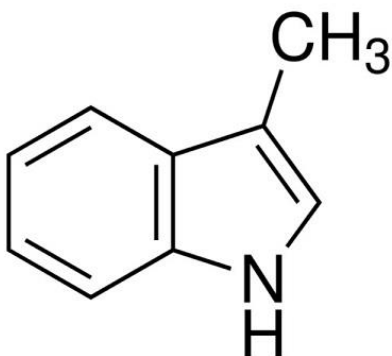


Fig. 2 Skatol of 3-methylindol

Skatol (3-methylindol) wordt geproduceerd door microbiële degradatie van het aminozuur tryptofaan geproduceerd in de blinde en de dikke darm van het varken. Skatol zorgt voor een bittere smaak en wordt geassocieerd met de geur van naftaleen en mest bij het verhitten van vlees en vet (Hansson et al., 1980; Xue en Dial 1997). In tegenstelling tot androstenon, wordt skatol door 99% van de populatie waargenomen. Skatol wordt via de darmwand geabsorbeerd en komt zo in de systemische bloedcirculatie terecht. Een gedeelte wordt door de lever afgebroken en uitgescheiden via de urine en een gedeelte wordt in het vetweefsel opgeslagen.

Het skatolgehalte is afhankelijk van het dieet en de kweekomstandigheden van de varkens, maar ook van het geslacht en de leeftijd. Door middel van managementmaatregelen, met name aanpak van de hokbevuiling en de voedersamenstelling kan het skatolgehalte gereduceerd worden (Font i Furnols et al., 2008). Skatol kan door de huid worden opgenomen, dit betekent dat dieren die in de eigen uitwerpselen liggen een hoger skatolgehalte zullen hebben (Backus et al., 2008; Hansen et al., 1995).

Net zoals bij androstenon wordt de mate van vrijkomen van de geur uit het varkensvlees beïnvloed door de bereiding, de temperatuur (McCauley et al., 1997) en de tijd tussen bereiden en consumeren van het vlees (Bañón et al., 2003a).

1.2.3 Indol of 2,3-benzopyrol en andere componenten

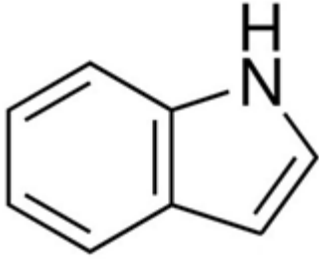


Fig. 3 Indol of 2,3-benzopyrol

Een derde vaak genoemde component van berengeur is Indol (2,3-benzopyrol). Indol is net als skatol een indolische component die ter hoogte van de dikke darm uit het aminozuur tryptofaan wordt gevormd. De geur, die voor 99% van de populatie waarneembaar is, is vergelijkbaar met deze van skatol. De bijdrage van indol tot berengeur is, in vergelijking met androstenon en skatol, lager. Indol wordt daarom vaak als een minder belangrijke component van berengeur beschouwd, terwijl de vetconcentraties van indol occasioneel wel hoger kunnen zijn dan deze van skatol (Xue en Dial, 1997).

Androstenon en skatol en in mindere mate indol worden gezien als de belangrijkste componenten in het ontstaan van berengeur (Garcia-Regueiro en Diaz, 1989, Xue en Dial, 1997). Uit de literatuur blijkt echter dat deze drie componenten niet verantwoordelijk kunnen geacht worden voor alle gevallen van berengeur. Backus et al., 2008 spreken zelfs van slechts twee derde van de variatie in berengeur die door deze drie stoffen wordt verklaard.

Andere componenten genoemd in de literatuur zijn: 3α -androstenol, 3β -androstenol en 5β -androstenol (Xue et al, 1996). Ook aldehyden en korte keten vrije vetzuren worden genoemd (Rius et al., 2005).

2 BERENGEUR PROBLEMATIEK

Om varkensvlees te kunnen exporteren en om berengeur te voorkomen werden tot voor kort in de meeste Europese landen nog 80 tot 100% van de mannelijke varkens gecastreerd. Volgens de Richtlijn 2001/93/EG van de Europese Commissie was castratie van biggen voor de leeftijd van 7 dagen nog toegestaan zonder verdoving. Deze castratie gebeurde door middel van een snel proces dat inclusief het vangen slechts 30 seconden per big bedroeg. De big werd opgenomen en gefixeerd, hetzij met de kop naar beneden tussen de benen van de uitvoerder, hetzij op de rug op een platte tafel of in een V-vormig commercieel apparaat waarbij de poten naar voor gefixeerd werden.

Daarna werd het scrotum ingesneden met afhankelijk van de techniek 1 of 2 incisies van ongeveer 2 cm. Wanneer slechts 1 incisie gemaakt werd, werden beide testes door dezelfde opening naar buiten gehaald. De testes werden geëxtraheerd en manueel vrij geprepareerd waarbij voornamelijk het gubernaculum testes losgemaakt moest worden. Daarna werden de testes verwijderd door afsnijden van de zaadstreng ofwel door middel van een emasculator waarbij tijdens het afsnijden ook gecrushed en afgeklemd werd om zo het bloeden te beperken. Er werd een antiseptisch middel op de open wonde gebracht en de big werd teruggebracht naar het nest. (Prunier et al., 2006)

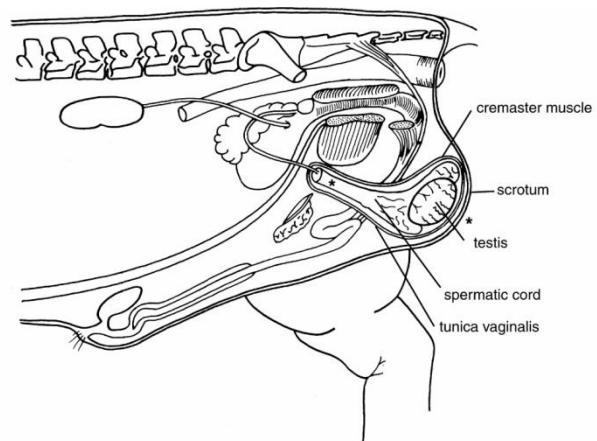


Fig. 4 Anatomie van het voorplantingsstelsel van mannelijke biggen en lokalisatie van de incisies bij chirurgische castratie (* incisieplaatsen).

Uitzonderingen waar de gangbare castratie niet meer als dusdanig toegepast werd zijn het Verenigd Koninkrijk en Ierland, alsook sommige Zuid-Europese landen (Cyprus, Portugal en Spanje) (Xue et al., 1997; Frederikson et al., 2009; EFSA, 2004).

Het Verenigd Koninkrijk en Ierland zijn uit dierenwelzijnsoverwegingen 30 jaar terug reeds overgestapt op het slachten van intacte beren. Hier blijven 98% van alle mannelijke slachtvarkens intact. In deze landen wordt dierenwelzijn belangrijker geacht dan het kleine risico op berengeur en wordt via de retail (detailhandel) reeds 30 jaar berenvlees vermarkt (Xue et al., 1997; Beekman en Schils, 2010). In sommige Zuid-Europese landen zoals Spanje en Portugal wordt een veel kleiner percentage van de mannelijke dieren intact geslacht. Dit komt omdat deze markten ook voor een deel op export gericht zijn en omdat voor de productie van hoog kwalitatieve gezouten producten, zoals bv. Pata Negra, ook enkel vlees dat geen berengeur bevat bruikbaar is (Frederikson et al., 2009).

Recentelijk werd onder invloed van verschillende dierenrechtenorganisaties de praktijk van de biggencastratie sterk onder de aandacht gebracht. Dit leidt tot druk op de varkenssector om de castratie van beerbiggen te stoppen. Als antwoord hierop hebben de belangrijkste actoren uit de

varkenssector zich in december 2010 in de declaratie “Europese Verklaring over alternatieven voor chirurgische castratie van varkens” zonder wettelijke basis vrijwillig geëngageerd om vanaf 1 januari 2012 enkel nog castraties met plaatselijke en/of algemene verdoving of pijnbestrijding uit te voeren en om ten laatste op 1 januari 2018 de routinematige chirurgische castratie van biggen stop te zetten. Het probleem is dat, zoals algemeen aangenomen wordt, iedereen wel wil stoppen met het castreren van beerbiggen, maar door het probleem van de berengeur, en de ontoereikende detectie van de aangetaste karkassen, er onvoldoende marktacceptatie voor vlees afkomstig van intacte beren bestaat (Backus et al., 2008). De stakeholders zijn bang dat, als de consument vlees met berengeur op zijn bord krijgt, dit negatieve gevolgen zal hebben op het koopgedrag van de consument omtrent varkensvlees (Bonneau, 1998). Bonneau (1998) concludeerde reeds uit voorgaande resultaten dat 6,5% meer consumenten afkeurend zouden zijn ten opzichte van de geur van vlees van intacte beren dan ten opzichte van vlees van gelten en 3% wat betreft de smaak. In het eindrapport van ALCASDE (2009) werd geconcludeerd dat 40 tot 56% van de consumenten een tijdje geen varkensvlees meer zouden kopen indien ze geconfronteerd werden met berengeur. Bovendien zouden 22 tot 61% van de consumenten de winkel waar ze het vlees kochten verantwoordelijk achten, en daar dus niet meer terug gaan. Dit impliceert dat het op korte termijn stoppen met castreren, zonder betrouwbare detectie van berengeur en zonder dat berenvlees op een gepaste manier vermarkt kan worden, kan leiden tot negatieve gevolgen op de vraag naar varkensvlees en/of op de perceptie van de consument ten opzichte van de handelaar.

3 ALTERNATIEVEN VOOR ONVERDOOFDE CHIRURGISCHE CASTRATIE

3.1 VOORKOMEN VAN BERENGEUR

3.1.1 Chirurgische castratie met anesthesie (CO₂ gas-anesthesie) of pijnbestrijding

Als alternatief voor het chirurgisch castreren zijn er reeds enkele andere technieken voor handen. Voorbeelden hiervan zijn chirurgische castratie met CO₂ gas-anesthesie of chirurgische castratie met pijnbestrijding door middel van een lokaal anestheticum (lidocaïne) of een langwerkend systemisch analgeticum (meloxicam). Voordelen van deze technieken zijn dat de stress en pijn van de eigenlijke handeling weggenomen, of toch sterk verminderd worden. Het nadeel is dat bij deze technieken nog steeds castratie wordt uitgevoerd en dat deze technieken extra kosten met zich meebrengen (Backus et al., 2008; de Roest, 2009). Bij castratie met gas-anesthesie zoals deze in Nederland wordt uitgevoerd, moet een initiële investering van 1000 € gedaan worden, dit voor aankoop van het materiaal en opleiding van de veehouder. In Nederland is het namelijk door de nationale wetgeving toegestaan voor de veehouders om castraties uit te voeren onder algemene verdoving met CO₂ gas na het volgen van een specifieke opleiding. Hierbij komt nog een kost van 0,34 € per big. Castratie met lokale verdoving brengt een extra kost met zich mee, afhankelijk of deze verdoving uitgevoerd wordt door de veehouder zelf, van 0,29 € of indien deze wordt uitgevoerd door de dierenarts, van 0,67 tot 1,02 € (afhankelijk van de bedrijfsgrootte). Castratie met analgesie zorgt voor een meerkost van 0,19 € per big (de Roest et al., 2009).

3.1.2 Immunocastratie (Improvac®)

Een alternatief ter preventie van berengeur, waarbij de castratie effectief achterwege blijft is immunocastratie. Hierbij wordt het varken door middel van een dubbele vaccinatie chemisch gecastreerd. (Backus et al., 2008; Valeeva et al., 2009; Beekman, 2010).

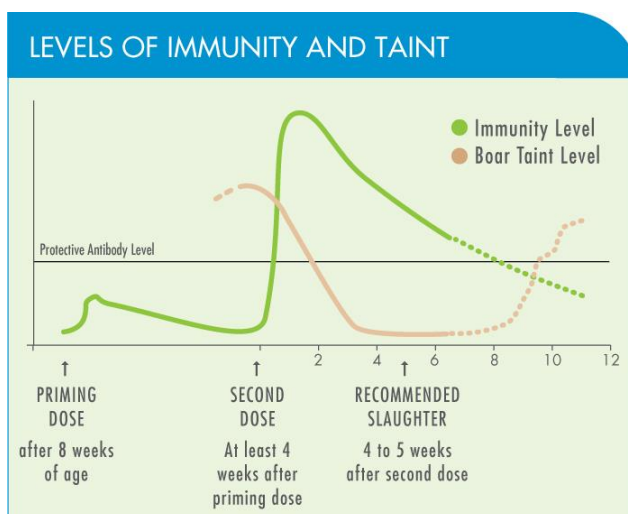


Fig. 5 Tijdstip van vaccinatie

Het vaccin zorgt er voor dat de accumulatie van de berengeurcomponenten gereduceerd wordt tot een niveau zoals waargenomen bij gelten of baren. Het vaccin bestaat uit een synthetisch analoog van natuurlijk gonadotropine releasing factor (GnRF). Immunisatie met het vaccin zorgt ervoor dat het immuunsysteem van het varken gestimuleerd wordt om het eigen GnRF te neutraliseren. Hierdoor wordt de functie van de gonaden geblokkeerd en de accumulatie van berengeurcomponenten voorkomen. Net zoals vele andere vaccins bestaat IMPROVAC® uit een eerste primer vaccinatie

gevolgd door een tweede vaccinatie ten minste 4 weken later. De eerste dosis zorgt voor het primen van het immuunstelsel van het dier waarbij anti-GnRF antilichamen nog geen effectief niveau bereiken. Op dit moment is er dus nog geen suppressie van de testiculaire functie en het varken blijft groeien en gedraagt zich nog steeds als een volledig functionele beer. De tweede dosis, die dicht bij het tijdstip van slachten toegediend wordt, zorgt voor de productie van grote aantallen specifieke anti-GnRF antilichamen. Dit stopt tijdelijk de stimulatie door de hypothalamus en inhibeert dus de testiculaire functie. Als gevolg daarvan wordt de accumulatie van de berengeurcomponenten onderdrukt. In het levend varken is het meest zichtbaar teken van effectieve immunisatie het feit dat de testikels kleiner zijn dan bij niet-geïmmuniseerde beren. Dit wordt veroorzaakt door het dalen van de eigen hormonen van het varken en is geen rechtstreeks effect van IMPROVAC dat geen rechtstreekse hormonale activiteit heeft. (Hennessy 2008)

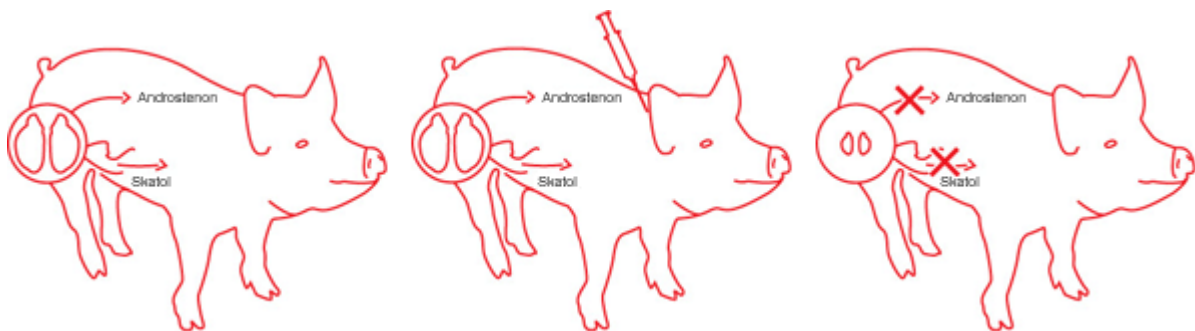


Fig. 6 Testesevolutie en gevolgen IMPROVAC®

Immunocastratie kent dezelfde voordelen als chirurgische castratie zonder dat het dier een operatie dient te ondergaan. Er zijn echter heel wat nadelen aan deze techniek. Deze kent een extra kost van 3 tot 3,3 € per big (inclusief het vaccin en de werkduur voor dubbele vaccinatie). De mens is zelf ook gevoelig voor het vaccin en bij accidentele zelf-injectie kan dit problemen geven met de eigen vruchtbaarheid (Backus et al., 2008). Er is ook heel wat argwaan tegenover vaccinatie vanwege de consumenten door associatie van het vaccin met hormonen (Backus et al., 2008; Beekman 2010) en chemische modificatietechnieken (Valeeva et al., 2009). Deze mogelijks negatieve consumentenreacties zorgen ervoor dat Europese vleesveebedrijven weigerachtig zijn ten opzichte van vlees afkomstig van immunocastraten. Hierdoor is het pas mogelijk om deze techniek toe te passen als er op voorhand afspraken gemaakt worden met het slachthuis omtrent de afzet van de karkassen (Beekman en Schils, 2010).

3.1.3 Genderselectie

Nog een alternatief ter preventie van berengeur is genderselectie. Hierbij worden door gebruik van gesekst sperma enkel nog zeugen afgemest. Praktische problemen zorgen er echter voor dat deze techniek op dit ogenblik nog niet toepasbaar is. Zo is varkenszaad slechts zeer kort houdbaar en is per inseminatie een zeer groot aantal zaadcellen nodig (Backus et al., 2008; Klont et al., 2009; Valeeva et al., 2009).

3.2 REDUCTIE VAN BERENGEUR (AFMESTEN VAN INTACTE BEREN)

Aangezien de bovengenoemde alternatieven voor onverdoofde castratie van beren heel wat geld kosten en enkel de praktisch niet haalbare gendersselectie castratie uitsluit, kunnen deze maatregelen slechts dienen als overgangsmaatregel tot er een volwaardig alternatief gevonden is.

Vanaf 2018 wil men alleen nog intacte of chemisch gecasteerde beren afmesten. Het afmesten van intacte beren houdt in dat berengeur onvermijdelijk aangetroffen zal worden in de karkassen. Om deze reden wordt volop onderzoek uitgevoerd naar de mogelijkheid om berengeur te reduceren.

3.2.1 Genetische selectie

Reductie van berengeur zou eventueel kunnen teweeg gebracht worden door middel van genetische selectie. Aangezien het geweten is dat de gehalten aan skatol en vnl. androstenon overerfbaar zijn, zou men bijvoorbeeld de hoeveelheid androstenon en zo de daar bijhorende geurintensiteit kunnen reduceren. Het probleem is echter dat de genen die hiervoor verantwoordelijk zijn ook instaan voor de reproductie en de groei (Xue et al., 1996, Xue en Dial, 1997; Backus et al., 2008; Valeeva et al., 2009).

3.2.2 Slachten op jongere leeftijd en lager gewicht

Het slachten van beren op een jongere leeftijd en dus op een lager gewicht is eveneens een manier om de berengeur te reduceren (Backus et al., 2008). Nu worden mestvarkens doorgaans geslacht op een leeftijd van 25-26 weken, wat overeenkomt met een gewicht van 110 kg. Wanneer de mannelijke varkens echter geslacht worden vooraleer ze een slachtgewicht van maximaal 86 kg bereiken, zijn deze varkens nog niet in de puberteit en produceren ze bijgevolg nog geen androstenon. Deze aanpak is reeds lang als mogelijkheid opgenomen in de Europese wetgeving aangezien door de Richtlijn Vers Vlees 2004 bepaald wordt dat vlees afkomstig van intacte beren van minder dan 80 kg niet als berenvlees dient bestempeld te worden en zodoende vrij verhandelbaar blijft (Xue et al., 1997; Bañón et al., 2004). Hoewel deze methode reeds op grote schaal toegepast wordt in landen zoals Groot-Brittannië en Ierland waar al langere tijd slechts in zeer kleine mate nog castraties worden uitgevoerd. Of in mindere mate in Spanje, Portugal en Cyprus waar ook reeds een aantal beren intact geslacht worden (Babol en Squires, 1995; Xue et al., 1996, 1997; Bonneau, 1998; Beekman en Schils, 2010), blijkt dit economisch gezien geen gunstig alternatief te zijn (Baltussen et al., 2008). Bovendien bestaat hierbij geen garantie op volledige eliminatie van berengeur omdat er uitzonderlijk toch beren zijn die bij een lager gewicht reeds androstenon zullen produceren (Valeeva et al., 2009).

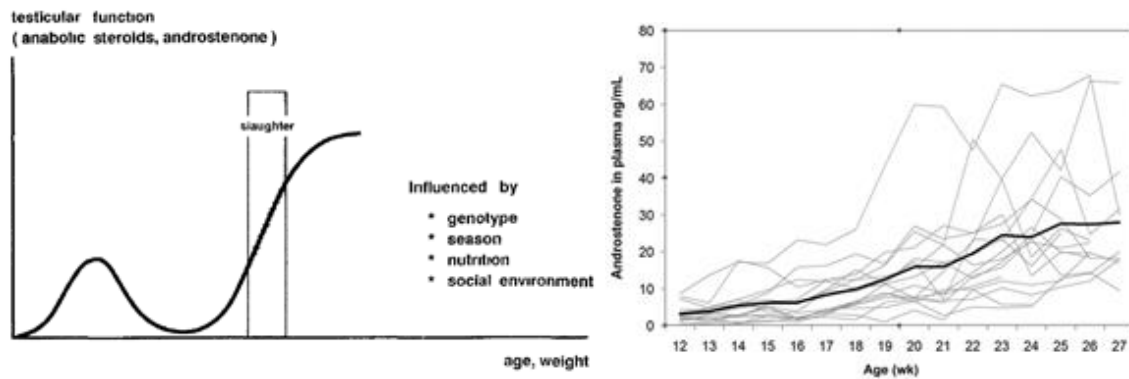


Fig. 7 Androstenon productie in functie van leeftijd. Een concentratie van > 15 mg/ml geeft een hoge androstenon opstapeling in het vet

3.2.3 Wijzigen managementstrategie

Een betere methode die het mogelijk maakt om intacte beren af te mesten en zelfs het voorkomen van berengeur te verminderen, is het aanpassen van de managementstrategieën die hedendaags toegepast worden in de varkensmesterij. Er zijn verschillende maatregelen mogelijk. Zo kan door gescheiden huisvesting en het apart afmesten van beren en zeugen bekomen worden dat bepaalde aanpassingen, die enkel gunstig zijn voor beren, kunnen doorgevoerd worden. Ook zorgt gescheiden afmesting en een lage hokbezetting ervoor dat het androstenongehalte daalt. Teveel dieren op een beperkte oppervlakte zorgt voor stress en agressie waardoor het androstenongehalte toeneemt. (Frederiksen et al., 2003). De aanwezigheid van seksueel ontvankelijke zeugen stimuleert ook een snelle stijging van het plasma testosteron en dus ook androstenon (Xue en Dial, 1997).

Verder is door bepaalde managementmaatregelen ook een reductie van het skatolgehalte in vet van intacte beren mogelijk. Zo zorgen nat voederen, gerantsoeneerd voederen, in plaats van ad libitum en vrije toegang tot water, ervoor dat minder skatol gevormd wordt (Babol en Squires, 1995; Xue en Dial, 1997; Bonneau, 1998). Aangezien skatol ook door de huid kan opgenomen worden is een goede hokhygiëne, geen te grote bezetting en voldoende ventilatie ook belangrijk (Babol en Squires, 1995; Xue en Dial, 1997; Bonneau, 1998; Beekman, 2010). Doordat het in de huidige varkenshouderij niet mogelijk is om een modderbad te nemen, trachten de varkens bij te hoge temperaturen, door onvoldoende ventilatie of te hoge hokbezetting, een modderbad te nemen in hun eigen mest. Hierdoor is er een sterk verhoogde opname van skatol en indol door de huid (EFSA, 2004).

4 VALORISATIE VAN VLEES MET BERENGEUR

4.1 VLEES AFKOMSTIG VAN INTACTE BEREN EN DETECTIE VAN BERENGEUR

Om het afmesten van intacte beren mogelijk te maken is het noodzakelijk dat snel en goedkoop een onderscheid gemaakt kan worden tussen karkassen aangetast met berengeur en karkassen vrij van berengeur (Babol en Squires, 1995; Klont et al., 2009). Babol en Squires (1995) geven aan dat de karkassen afkomstig van intacte beren die geen berengeur bevatten dezelfde verwerkingskarakteristieken en sensorische eigenschappen, qua smaak en geur, hebben als vlees afkomstig van zeugen of baren. Dit vlees kan dus volgens de nu geldende procedures zowel op de vers vlees- als op de vleesverwerkingsmarkt terechtkomen (Lundström et al., 2009). Het vlees dat berengeur bevat is echter niet geschikt voor de verse vleesmarkt, want zoals eerder aangegeven zou respectievelijk gemiddeld 6,5% en 3% van de consumenten dit vlees qua geur of smaak als onaanvaardbaar bestempelen (Bonneau et al., 2000b; Bañón et al., 2004; EFSA, 2004; Klont et al., 2009; Lundström et al., 2009). Dit vlees moet dus verdere verwerkingsprocessen ondergaan vooraleer het de consument kan bereiken en zou dus sowieso een deel van zijn economische waarde verliezen (EFSA, 2004). Dit leidt er toe dat het enkel haalbaar is om intacte beren af te mesten als het percentage karkassen aangetast met berengeur binnen aanvaardbare normen blijft (Malmfors en Lundström, 1983; Babol en Squires, 1995; Bonneau, 1998; Bañón et al., 2004; EFSA, 2004).

Snel en goedkoop selecteren tussen aangetaste en niet aangetaste karkassen zou mogelijk zijn als er een detectiemethode kan ontwikkeld worden die aan de slachtlijn gebruikt kan worden. Deze test moet een voldoende hoge specificiteit en gevoeligheid hebben (Klont et al., 2009) zodat alle aangetaste karkassen uitgeselecteerd worden. Op deze wijze kan men voorkomen dat deze de markt schaden door averse reacties bij de consument en er anderzijds ook niet teveel karkassen uitgeselecteerd worden wat zou zorgen voor een economisch verlies door de onterecht mindere waarde die deze karkassen krijgen.

Een eerste probleem dat zich stelt bij de detectie van berengeur aan de slachtlijn is dat er nog steeds geen echte grenswaarden gesteld zijn aan de componenten die instaan voor berengeur. Op dit moment wordt aangenomen dat deze grenswaarden variëren tussen 0,5 en 1,0 $\mu\text{g/g}$ vet voor androstenon en tussen 0,1 en 0,22 $\mu\text{g/g}$ vet voor skatol (Judge et al., 1990; Babol en Squires, 1995; McCauley et al., 1997). Het feit dat deze waarden nog steeds niet exact vast liggen wordt veroorzaakt door verschillende factoren. Ten eerste hebben de studies die deze waarden hebben trachten te bepalen verschillende methoden gebruikt om de hoeveelheid van de componenten te bepalen. Binnen deze studies zijn ook de procedures gebruikt om de sensorische kwaliteit van de geur te bepalen verschillend en werden de studies uitgevoerd bij verschillende populaties van consumenten met elk een verschillende perceptie van berengeur. Ten tweede is het ook zo dat er in de verschillende landen waar de studies uitgevoerd zijn verschillende eetgewoontes bestaan wat betreft varkensvlees. Dit alles zorgt er voor dat correlatie tussen de verschillende studies erg moeilijk is (Babol en Squires, 1995).

Het niet aanwezig zijn van een exacte cut-off waarde voor androstenon en skatol maakt het moeilijk om te voorspellen welk deel van de karkassen afgekeurd zou worden omwille van te hoge

hoeveelheden van berengeurcomponenten. Er van uitgegaan dat de nu algemeen gebruikte grenswaarden van 1,0 µg/g vet voor androstenon en 0,25 µg/g vet voor skatol de juiste zijn, dan zou het aandeel karkassen boven deze grenswaarden respectievelijk 30% en 11% bedragen (Babol en Squires, 1995). Desmoulin en Bonneau (1982) suggereren echter dat deze grenswaarden als volgt geïnterpreteerd worden: tussen 0,5 en 1,0 µg/g vet voor androstenon en tussen 0,1 en 0,25 µg/g vet voor skatol wordt als gemiddeld aangetast door berengeur beschouwd. Onder 0,5 µg/g vet voor androstenon en 0,1 µg/g vet voor skatol kan als berengeurvrij bestempeld worden en boven 1,0 µg/g vet voor androstenon en 0,25 µg/g vet voor skatol kan als sterk berengeur aangetast gecatalogeerd worden. Hieruit kunnen we dus concluderen dat het percentage geweigerde karkassen nog een stuk hoger zal uitvallen.

Een tweede probleem is dat er nog steeds geen goede methode bestaat voor detectie van berengeur aan de slachtlijn waarbij de hoeveelheden van de verschillende componenten bepaald kunnen worden (Babol en Squires, 1995; EFSA, 2004; Klont et al., 2009). De nu meest frequent gebruikte testen voor de snelle detectie van berengeur aan de slachtlijn, en hoewel zeer subjectief als meest objectief beschouwd, zijn sensorische testen uitgevoerd door getrainde experts (EFSA, 2004). Hierbij wordt op een bepaalde manier, bv. door koken, braden, soldeerboutmethode, een staal van het karkas (meestal vet of vlees) verhit om zo het vrijkomen van de geur (wanneer aanwezig) te bevorderen. Dit



Fig. 8 Soldeerboutmethode

wordt dan beoordeeld door één of meerdere experts. De nu meest frequent gebruikte on-line verhittingsmethode in België, Duitsland en Nederland is de zogenoemde soldeerboutmethode waarbij een hete ijzeren staaf gebruikt wordt om vet te verhitten rechtstreeks op het karkas aan de slachtlijn (Jarmoluk et al., 1970; Aluwé, 2012b; Bekaert et al., 2013). Het nadeel van dergelijke testen is dat deze onderhevig zijn aan verschillende invloeden (EFSA, 2004). Zo moet de soldeerbout tussen twee stalen telkens gereinigd worden omdat anders contaminatie met berengeur kan optreden tussen twee opeenvolgende stalen. Men moet ook voorkomen om herhaaldelijk het vet te schroeien op dezelfde plaats of met een te hoge temperatuur of te lang te verhitten aangezien dan de berengeur kan gemaskeerd worden door de geur van verbrand vet. De snelheid waarmee de stalen geanalyseerd kunnen worden is ook afhankelijk van de temperatuur van de soldeerbout en van de temperatuur van het staal en de omgeving. Men moet ook rekening houden met de ongewenste invloeden op de testpersoon zelf zoals vermoeidheid, gewenning en de hoeveelheid berengeur in de voorgaande stalen (Bekaert et al., 2013). Al deze kenmerken zorgen ervoor dat de snelheid, met andere woorden hoeveel karkassen er binnen een bepaalde periode getest kunnen worden, beperkt is.

De meest succesvolle on-line detectiemethode die tot nu toe gebruikt werd is de spectrofotometrische methode ontwikkeld en gebruikt in Denemarken (Mortensen en Sorensen, 1984). Hierbij wordt een staal rugvet verwijderd van het karkas en in een labo geanalyseerd. Het nadeel van deze test is dat

enkel skatol gemeten wordt en niet meer dan 180 stalen per uur gedetecteerd kunnen worden. Aangezien enkel skatol gemeten werd en het grootste aandeel karkassen geweigerd wordt door de consument op basis van het androstenon gehalte is men afgestapt van deze detectiemethode (EFSA, 2004).

De recentelijke opkomst van chemische sensoren en sensorsystemen, de zogenoemde elektronische neuzen (e-neus), opent weer nieuwe perspectieven voor snelle on-line detectie in het slachthuis (EFSA, 2004). Eén van de meest belovende chemische, elektronische sensor bestaat uit organische halfgeleiders waarvan de eigenschappen veranderen wanneer een bepaalde stof wordt geabsorbeerd op het oppervlak. Dit type sensor/neus is reeds succesvol gebruikt bij detectie van andere geuren zoals, truffels, varkensmestgeur, en bij het testen van rugvet van varkens (EFSA, 2004). In de studie van Annor-Frempong (1998) wordt in een modelsysteem een elektronische neus met een 12-geleidend polymeer matrix gebruikt om een onderscheid te maken tussen verschillende intensiteiten van berengeur veroorzaakt door verschillende concentraties van beide berengeurcomponenten. Bij vergelijking van de resultaten van de e-neus met deze verkregen na testen door een speciaal opgeleid smaakpanel werd een hoge correlatie gevonden (0,78). In daaropvolgende testen slaagde de e-neus erin om 'abnormale' stalen te differentiëren van normale stalen op basis van geur. Wel werden enkele normale stalen foutief als abnormaal bestempeld (EFSA, 2004).

In tegenstelling tot de meeste voordien gebruikte laboratoriumanalyses slaagden Bekaert et al. (2012) er in om een methode te ontwikkelen die tegelijkertijd de 3 gekende berengeurcomponenten kon bepalen. Voordien slaagden de meeste laboratoriumanalyses er slechts in om ofwel de indolische componenten te bepalen, zoals skatol en indol ofwel de steröïdale component, androstenon. Combinatie van de verschillende detectietechnieken om tot een analyse te komen van alle gekende berengeurcomponenten leidde tot arbeidsintensieve en tijdrovende technieken. Deze waren bovendien meestal gekarakteriseerd door een minder hoge accuraatheid en specificiteit en gevoeligheid als de verschillende testen op zichzelf. De ultra-hoge prestatie vloeistofchromatografie gekoppeld aan hoge resolute massaspectrometrie analyse methode (U-HPLC–HR-MS analysis method) onderzocht door Bekaert et al. (2012) slaagde er wel in om gelijktijdig de drie gekende berengeurcomponenten te bepalen. Met minimale staalvoorbereiding slaagde men er in om accurate en representatieve resultaten te bekomen. Deze methode zal het in de toekomst mogelijk maken om relatief snel een screening van het voorkomen van berengeur in vetstalen uit te voeren. En het zou kunnen gebruikt worden als objectieve parameter bij het testen van de consumentenperceptie van berengeur.

4.2 KWALITEIT VAN VLEES MET BERENGEUR

Babol en Squires (1995) geven aan dat vlees van intacte beren los van het feit dat het aangetast kan zijn met berengeur niet wezenlijk verschilt van varkensvlees van andere geslachten. Het is wel zo dat intacte beren een iets lager slachtrendement (2-2,5%) hebben dan bargeen en gelten, maar dit wordt gecompenseerd door een hoger gehalte aan mager vlees (5%). Hierdoor zou vlees van intacte beren

zelfs meer geschikt zijn voor consumenten die mager vlees prefereren (Bañón et al, 2004). Karkassen van intacte beren hebben ook minder vet en het aanwezige vetweefsel is zachter doordat er meer onverzadigde vetzuren inzitten. Wat betreft de verwerkingskarakteristieken is er echter geen essentieel verschil tussen de verschillende geslachten waardoor varkensvlees afkomstig van intacte beren geschikt blijft voor de vleesverwerking (Babol en Squires, 1995) en er op die manier misschien mogelijkheden zijn om het enige mogelijke negatieve aspect, zijnde de berengeur, te elimineren.

In de volgende punten worden verschillende wijzen besproken waarop varkensvlees met berengeur mogelijks op de markt kan komen en wat het effect van berengeur op dit specifieke product nu eigenlijk is. Met andere woorden of er manieren zijn om varkensvlees met berengeur tot bij de consument te brengen zonder dat dit een negatieve reactie bij de consument teweeg brengt.

4.2.1 Vers vlees

Zoals eerder aangegeven is vlees dat berengeur bevat niet geschikt voor de verse vleesmarkt aangezien een aanzienlijk deel van de consumenten, gemiddeld 6,5% qua geur en 3% qua smaak, dit vlees als onaanvaardbaar bestempelen (Bonneau et al., 2000b; Bañón et al., 2003, 2004; EFSA, 2004). Dit werd bijvoorbeeld nagegaan door McCauley et al. (1997) voor verschillende bereidingswijzen van vers varkensvlees en telkens kwam men tot dezelfde conclusie dat vlees afkomstig van beren met een hoog gehalte aan berengeur significant meer afgekeurd werd dan vlees afkomstig van beren met een laag gehalte aan berengeur. Een hoog gehalte aan berengeur wil zeggen waarden van $1,1 \pm 0,6 \mu\text{g/g}$ vet voor androstenon en $0,17 \pm 0,06 \mu\text{g/g}$ vet voor skatol. Als men de eerder gevolgde redenering van Desmoulin en Bonneau (1982) blijft volgen behoort dit dus tot de groep middelmatig en sterk aangetast door berengeur. Een laag gehalte aan berengeur komt overeen met $0,25 \pm 0,28 \mu\text{g/g}$ vet voor androstenon en $0,06 \pm 0,04 \mu\text{g/g}$ vet voor skatol. Dit behoort volgens de redenering van Desmoulin en Bonneau (1982) tot de groep berengeur vrij. In de studie van McCauley et al. (1997) werd het varkensvlees geroosterd ofwel gestoofd ofwel gemarineerd en gegaard in de oven. Telkens werd waargenomen dat bij het bereide vlees een significant hogere berengeur en smaak gedetecteerd werd als het vers varkensvlees afkomstig was van karkassen met berengeur dan als het afkomstig was van vrouwelijke of berengeurvrije karkassen. Dit verschil wordt niet beïnvloed en dus verminderd door de manier van bereiden van het verse varkensvlees.

Tabel 1 Gemiddelde waarden¹ voor geur en smaak van droog, oven-geroosterd varkensvlees

Eigenschap	Vrouw.	Laag	Hoog	Eigenschap	Vrouw.	Laag	Hoog
Algemene geur	6,1a	6,2a	7,9b	Berengeur	2,5a	3,0a	5,6b
Algemene smaak	6,4a	6,3a	7,9b	Berensmaak	2,4a	2,7a	5,0b

Tabel 2 Gemiddelde waarden¹ voor geur en smaak van gestoofd, oven-gekookt varkensvlees

Eigenschap	Vrouw.	Laag	Hoog	Eigenschap	Vrouw.	Laag	Hoog
Algemene geur	7,8a	8,1a	9,7b	Berengeur	4,9a	5,4a	8,6b
Algemene smaak	6,5a	6,8a	8,0b	Berensmaak	2,7a	3,6b	5,9c

Tabel 3 Gemiddelde waarden¹ voor geur en smaak van gemarineerd, oven-gekookt varkensvlees

Eigenschap	Vrouw.	Laag	Hoog	Eigenschap	Vrouw.	Laag	Hoog
Algemene geur	8,0a	7,7a	9,0b	Berengeur	1,0a	1,1a	3,6b
Algemene smaak	7,2a	7,1a	7,7b	Berensmaak	0,9a	1,0a	3,2b

¹ waarden op dezelfde rij gevolgd door een verschillende letter zijn significant verschillend

Een samenvatting van 27 consumentenstudies uit het Verenigd Koninkrijk, Canada en de Verenigde Staten door Font-i-Furnols (2012) concludeerde eveneens dat vers vlees (lendenen, karbonades, koteletten, schouder, gebrad en buiken) afkomstig van intacte beren minder aanvaard wordt dan het vlees afkomstig van andere sexes. Of de acceptatie was afhankelijk van de gehaltes aan androstenon en skatol. Dit indiceert dat er een echt probleem is met berengeur wanneer vlees van intacte beren geconsumeerd wordt.

4.2.2 Verwerkt vlees

Ongeacht de gehaltes van de verschillende componenten in het vet wordt de perceptie van berengeur ook door andere factoren beïnvloed. Zo spelen ook de manier van verwerken, de temperatuur van verwerken en van consumeren en de tijd die verstrijkt tussen verwerking en consumptie van het vlees een belangrijke rol. Al deze factoren beïnvloeden het vrijkomen van de vluchtige berengeurcomponenten (Bañón et al., 2003a). Verschillende studies hebben aangetoond dat de verwerking van vlees met berengeur de consumentenacceptatie verhoogt. Dit kan zowel veroorzaakt zijn door reductie van de gehaltes van de verschillende berengeurcomponenten, het verminderen van de vrijstelling van geur als door het maskeren van de berengeur (Desmoulin en Bonneau, 1982; Babol en Squires, 1995; Bañón et al., 2003a).

4.2.2.1 Verwerkingsproces

4.2.2.1.1 *Fermentatie (salami)*

Verschillende bronnen (Desmoulin en Bonneau, 1982; Malmfors en Lundström, 1983; Klont et al, 2009; Lundström et al., 2009; Stolzenbach. et al., 2009) vermelden dat fermentatie van worsten, al dan niet in combinatie met roken zorgt voor een reductie van berengeur. Stolzenbach et al. (2009) voerde een onderzoek uit waarbij 3 verschillende fermentatieprocessen getest worden op basis van smaak en zuurtegraad. Fermentatieproces 1 werd gekenmerkt door een aromatische smaak, fermentatieproces 2 zorgde voor een snelle acidificatie en fermentatieproces 3 zorgde voor een specifieke smaak. Het individuele effect van de fermentatieprocessen op de waargenomen berengeur was gelijkaardig in model als bij commerciële worsten. Over het algemeen was de aroma-ontwikkeling van de fermentatieprocessen onvoldoende om de perceptie van berengeur te maskeren. Fermentatieproces 2 was de meest efficiënte, in het verlagen van berengeur gevolgd door 1 en 3. In de commerciële worst zorgde fermentatieproces 2 voor een iets betere graad van reductie van de perceptie van berengeur dan fermentatieproces 1 aangezien fermentatieproces 2 dichter gerelateerd was aan salami dan fermentatieproces 2.

4.2.2.1.2 *Drogen (gedroogde ham: Serranoham, Parmaham, Gandaham, Ibericoham)*

Gedroogde ham is een erg populair vleesproduct in verschillende Europese landen zoals Spanje (Pata Negra, Serranoham) en Italië (Parmaham) (Bañón et al., 2003b). Ook in België bestaat dergelijk streekproduct die volgens het zelfde productieproces geproduceerd wordt zijnde de Gandaham. Dergelijke hammen worden in verschillende fasen geproduceerd. De eerste fase is het zouten van de ham, hierbij wordt de ham bedekt met zeezout en voor een drietal weken in de koeling geplaatst. In de tweede fase moet de ham rijpen. Het overtollige zeezout wordt verwijderd en de hammen worden voor 8 weken in de koeling geplaatst. Gedurende deze fase krijgt het zout dat zich na de eerste 3 weken voornamelijk in de rand van de ham geconcentreerd had de kans om door te dringen in de volledige ham. In de derde fase wordt de ham gedroogd. Dit duurt verschillende maanden en gebeurt bij een temperatuur van ongeveer 18°C en bij een verlaagde relatieve vochtigheid.

Tijdens het droogproces ondergaat het vet een hoge graad van oxidatie doordat het is blootgesteld aan de lucht en de droogtemperatuur. De oxidatie wordt ook bevorderd door het pro-oxidatief effect van het zout. Het is mogelijk dat androstenon en skatol, net zoals de andere componenten van het vlees, een zekere graad van oxidatie ondergaan tijdens dit proces. Alhoewel noch de sensorische rol van deze geoxideerde producten, noch hun mogelijke interacties met andere componenten gekend zijn tonen de resultaten van verschillende studies toch aan dat de eetkwaliteit van gedroogde ham negatief beïnvloedt wordt door berengeur (Bañón et al., 2003a, 2003b, 2004). Bij gedroogde ham is het trouwens niet enkel berengeur die het vlees van intacte beren minder geschikt maakt voor dit product. Vlees afkomstig van intacte beren is minder vet en bevat meer onverzadigde vetten waardoor het vlees na drogen ook minder sappig en mals is (Bañón et al., 2003a). Ook is het zo dat grote hammen nodig zijn voor de productie van deze commercieel waardevolle producten (Bañón et al., 2003a, 2003b). De beren moeten met andere woorden lang aangehouden worden zodat ze een aanzienlijk gewicht bereiken en de gehalten van de berengeurcomponenten nemen toe in het vet naarmate de leeftijd stijgt (Backus et al., 2008).

4.2.2.1.3 *Gekookt (gekookte ham)*

Verschiedende studies hebben aangetoond dat er geen verschillen in geur en smaak tussen vlees met berengeur en vlees zonder berengeur aan het licht kwamen bij gekookte ham. (Malmfors en Lundström, 1983; Bañón et al., 2003a; Lundström et al., 2009; Kristensen et al., 2011; Tørngren et al., 2011). Bañón et al. (2003a) en Lundström et al. (2009) vonden dat de drempelwaarden voor zowel androstenon als skatol drie maal hoger waren in gekookte hammen die koud geconsumeerd werden. Hammen met androstenon gehalten < 1,5 µg/g vet en skatol gehalten < 0,75 µg/g vet in de rauwe ham werden als even aanvaardbaar beschouwd als hammen afkomstig van castraten (Lundström et al., 2009). De enige factoren die een invloed uitoefenden op de acceptatie van gekookte ham waren het androstenongehalte en de serveertemperatuur. Als de ham warm wordt geserveerd moet het androstenongehalte lager zijn dan 0,2 µg/g vet. Indien de ham op kamertemperatuur geserveerd wordt moet het androstenon gehalte lager zijn dan 0,4 µg/g vet en wanneer de ham koud geserveerd wordt treedt er geen afkeuring op voor berengeur (Kristensen et al., 2011). Verder werd er geen effect

gevonden van het skatol of indolgehalte, noch van de procestemperatuur (Tørngren et al., 2011). Als de ham opnieuw opgewarmd wordt (65°C) voor het serveren zal de berengeur meer uitgesproken zijn dan wanneer deze koud geserveerd wordt. Zowel berengeur als berensmaak kunnen dan waargenomen worden

4.2.2.1.4 Roken (gerookt spek)

Een Zweedse studie uit 2009 (Klont et al., 2009) toonde aan dat er een mogelijkheid bestaat om berengeur te maskeren in gerookte worsten. Ook Lundström et al. (2009) en Stolzenbach et al. (2009) toonden aan dat roken effectief was om berengeur te reduceren. Dit effect van roken kan mogelijk verklaard worden doordat er een reactie optreedt tussen skatol en sommige componenten in de rook zoals formaldehyde zoals gesuggereerd door Delinhard et al. (1995). Roken veranderde systematisch het karakter van zowel het controle vetstaal als het beren vetstaal. Bij Stolzenbach et al. (2009) zorgde roken voor maskering van de perceptie van berengeur alhoewel er hoge concentraties van de berengeurcomponenten aanwezig waren in het berenvet. Op gebied van commerciële worsten werden door Stolzenbach et al. (2009) geen verschil gemerkt tussen de verschillende rookniveau 's (licht gerookt en gewoon gerookt). Ze waren beiden onvoldoende om de berengeur volledig te maskeren. Het niet effectief zijn van roken werd bevestigd aangezien de rookniveau 's niet significant waren voor alle sensorische kenmerken. Aangezien de gehalten aan skatol en androstenon 3x hoger waren in de commerciële worsten dan in de modelworsten zou dit kunnen verklaren waarom het maskerend effect in die eerste onvoldoende was. Stolzenbach et al. (2009) gaan er echter wel vanuit dat roken geschikt zou kunnen zijn om de perceptie van berengeur te verminderen in de commerciële worsten als de rookprocedure geoptimaliseerd zou worden aangezien de rookprocedure van de modelworst aantoonde dat ze in staat was om de berengeur te maskeren. Optimalisatie van de rookprocedure zou kunnen inhouden een ander type rook gebruiken of de rookcyclussen verlengen zodat een betere rookpenetratie bekomen wordt. Natuurlijk moeten de rookconcentraties in het finaal product wel binnen de perken blijven van de door de consument aanvaarde rookniveaus.

Ook verschillende andere studies hebben het positief effect van roken op de perceptie van berengeur aangetoond. Zo concludeerde Pearson et al. (1971) dat berenvlees met sterke berengeur gebruikt kan worden in vleesproducten zoals gerookte ham wanneer deze koud geconsumeerd werd. Ook Malmfors en Lundström (1983) vonden dat regulier roken een positieve invloed had op de evolutie van het vlees aangezien de producten positiever beoordeeld werden dan vers berenvlees. Volgens Stolzenbach et al. (2009) toonden Egelanddal et al. (2004) een significant negatieve correlatie aan tussen roksmaak en mestsmaak, die gecorreleerd is aan skatol, in varkensvlees van intacte beren.

4.2.2.2 Temperatuur

Het effect van hittebewerking op de waarneming van berengeur werd reeds in verschillende studies aangetoond. Producten, geproduceerd uit vlees met berengeur, die niet verhit worden gedurende het productieproces zoals bv. gedroogde rauwe ham worden normaal gezien geëvalueerd als hebbende

een sterkere berengeur dan controle stukken (Desmoulin et al., 1982, Lundström et al., 1983, Diestre et al., 1990). Gekookte producten daarentegen zoals gekookte ham, lunchworst en frankfurterworsten brachten geen negatieve reacties teweeg (Bonneau et al., 1993).

Volgens Babol en Squires (1995) is de manier van consumptie en daaraan gerelateerd de temperatuur van consumptie een belangrijke factor met invloed op de aanvaardbaarheid van vlees van intacte beren. Als het vlees onmiddellijk voor consumptie verhit wordt en warm geserveerd wordt is de perceptie van de geur versterkt en wordt de berengeur makkelijker gedetecteerd (Pearson et al., 1971). Ook Lundström et al. (2009) geven aan dat als vlees en vleesproducten koud geconsumeerd worden, de geurvrijstelling lager is en berengeur daardoor niet in dezelfde mate waargenomen wordt als wanneer ze warm geserveerd worden. Doordat zowel androstenon als skatol vluchtige componenten zijn worden hun concentraties gereduceerd door het verhitten (Lundström et al., 2009). Bij de gekookte ham beweerden Tørngren et al. (2011) dat de procestemperatuur geen rol speelde in de perceptie van berengeur. Lundström et al. (2009) vond echter dat de finale interne temperatuur van het vlees wel invloed had op de perceptie van afwijkende smaken. Bij ham was de afwijkende smaak lager bij 80°C dan bij 68°C. Doordat koken tot een hoge finale temperatuur zorgt voor een daling van de sappigheid en de malsheid zal dit echter niet optimaal zijn om een hoge eetkwaliteit te verkrijgen van het varkensvlees.

Ook Diestre et al. (1990), McCauley et al. (1997), Bañón et al. (2003a) en Lunde et al. (2008) geven aan dat het de temperatuur van het varkensvlees op het moment van consumptie belangrijk is. Lunde et al. (2008) vonden dat de mestsmaak daalde wanneer het vlees koud geserveerd werd in vergelijking met stalen die eenmaal verhit werden en dan geserveerd. Hier werd wel gevonden dat de perceptie van mest in de koude producten overeen kwam met de perceptie van mest in vleesstalen die twee maal verhit en warm geserveerd werden. Dit zou inhouden dat de vrees die Lundström et al. (2009) uitte, dat wanneer producten zoals salami en gekookte ham, die normaal koud geconsumeerd worden, gebruikt worden in gerechten die warm geserveerd worden zoals pizza op die manier toch nog negatieve reacties zouden kunnen uitlokken, ongegrond is.

4.2.2.3 Toevoegen ingrediënten (marinades)

In Babol en Squires (1995) worden 2 studies besproken waarbij het effect van venkelkruid als een smaakmaskerende stof onderzocht wordt. Het toevoegen van 0,15% venkelkruid zorgde voor een significante stijging van de acceptatie van bologna (een worst van fijn gemalen varkensvlees met blokjes reuzel). In het geval van frankfurterworsten echter had toevoegen van venkelkruid slechts een minimaal effect. Babol en Squires (1995) rapporteerden een erg sterk maskerend effect van lever wanneer vlees van intacte beren verwerkt werd in Braunschweiger (een soort leverworst).

Lunde et al. (2008) onderzochten het maskerend effect van look. Look heeft een uitgesproken, makkelijk herkenbare smaak. Het probleem bij look echter is dat er zodanig veel van moet toegevoegd worden aan het vlees om een maskerend effect op de berengeur te verkrijgen dat het finaal product niet meer smaakvol is.

Oregano is ook een kruid met een uitgesproken smaak die gemakkelijk gedetecteerd wordt. Wanneer gemarineerd in oregano kon vlees zonder berengeur geëvalueerd worden als hebbende een sterkere mestsmak dan stalen die 0,3 µg/g vet skatol bevatten en dus erg aangetast zijn met berengeur. De onderzoekers gaven wel aan dat dit occasioneel kan zijn omdat in deze studie slechts 1 oregano-extract getest werd. De smaak van oregano hangt immers af van verschillende componenten die kunnen variëren tussen verschillende extracten. Het is echter wel een indicatie dat de testpersonen niet in staat waren om te differentiëren tussen vlees van gecasteerde dieren gemarineerd in oregano en vlees van intacte beren met berengeur.

4.2.2.4 Inmenging (gehakt, droge worst, salami, lunchworst etc.)

Babol en Squires, (1995) geven aan dat het verdunnen van vlees met berengeur met vlees zonder berengeur een andere mogelijkheid is om vlees met berengeur te verwerken. Voor de productie van gerookte worsten die koud geconsumeerd worden kon tot 25% vlees dat sterk aangetast is door berengeur gebruikt worden. Indien ze warm geconsumeerd worden zakt dit aandeel naar 6 tot 12%. In frankfurters en bologna worst kon respectievelijk 75% en 50% vlees met berengeur gebruikt worden zonder dat de kwaliteit van het finale product afnam. Ook Chevillon et al. (2010) geeft aan dat een verdunning of inmenging van stukken vlees met zeer sterke berengeur in een mengeling er voor zorgt dat het risico op afkeuring door de consument afneemt.

5 DISCUSSIE

Berengeur is een onaangename geur of smaak van varkensvlees afkomstig van niet-gecastreerde mannelijk varkens. De afwijkende geur of smaak wordt hoofdzakelijk veroorzaakt door androstenon, skatol en indol. Deze drie componenten kunnen echter niet verantwoordelijk geacht worden voor alle gevallen van berengeur. Androstenon is een mannelijk geslachtsferomoon dat geproduceerd wordt bij intacte beren die de pubertijd bereikt hebben. Skatol en indol worden geproduceerd in het spijsverteringsstelsel van het varken uit het aminozuur tryptofaan.

Om berengeur te voorkomen werd tot voor kort onverdoofde castratie uitgevoerd. Volgens Europese Richtlijnen was dit tot januari 2012 ook nog toegestaan wanneer dit uitgevoerd werd vóór een leeftijd van 7 dagen. Onder druk van verschillende dierenrechtenorganisaties hebben de belangrijkste actoren uit de varkenssector zich in december 2010 in de “Europese Verklaring voor alternatieven voor chirurgische castratie van varkens” zonder wettelijke basis vrijwillig geëngageerd om vanaf 1 januari 2012 enkel nog castraties met verdoving of pijnbestrijding uit te voeren en om ten laatste begin 2018 volledig te stoppen met de routinematige chirurgische castratie.

Het probleem bij die castratiestop is dat een belangrijk aandeel van de consumenten afkeurend reageert op berengeur. In studies werd aangetoond dat dit negatieve gevolgen zou hebben op de varkenssector aangezien de helft van deze consumenten een tijdje geen varkensvlees meer zouden eten.

Als alternatieven voor de onverdoofde chirurgische castratie wordt nu gebruik gemaakt van de chirurgische castratie met anesthesie of pijnbestrijding of van immunocastratie. De chirurgische castratie met anesthesie of pijnbestrijding is slechts een overgangsmaatregel aangezien men in 2018 volledig wil stoppen met chirurgische castratie. Bij immunocastratie blijft de chirurgische castratie effectief achterwege aangezien het varken chemisch gecastreerd wordt door middel van een dubbele vaccinatie. Nadelig aan deze techniek is dat het vaccin gepatenteerd is waardoor het een relatief hoge extra kost met zich meebrengt van ongeveer 3€ per big. Ook zorgt zo'n vaccin voor argwaan bij de consument door associatie met hormonen en chemische modificatietechnieken. De techniek om gesekst sperma te gebruiken en zo enkel zeugen af te mesten is tot op heden niet bruikbaar wegens teveel praktische problemen. Het varkenszaad is niet geschikt voor deze techniek.

Technieken om berengeur te reduceren wanneer intacte beren afgemest worden kunnen bestaan uit genetische selectie, slachten op jongere leeftijd en dus lager gewicht en wijzigen van de managementstrategie. Hierbij lijkt minst heil te worden gehaald uit het slachten op jongere leeftijd. Dit geeft immers geen garantie op volledige eliminatie van berengeur en brengt daarbij een economisch verlies met zich mee. Genetische selectie, mits verder onderzoek, en het wijzigen van managementstrategieën kunnen op termijn wel gunstige resultaten opleveren. Deze technieken zullen er ook niet voor zorgen dat berengeur volledig verdwijnt, maar zorgen ervoor dat het gehalte aan berengeurcomponenten in de intacte beren verlaagd wordt wat uiteindelijk zal leiden tot minder karkassen met berengeur aan de slachtlijn.

Het probleem is echter dat het tot op de dag van vandaag erg moeilijk lijkt om te bepalen welke karkassen aan de slachtlijn aangetast zijn met berengeur en welke niet. Men slaagt er niet in om op een consequente, snelle en praktisch haalbare manier karkassen met berengeur aan de slachtlijn uit te selecteren. Enerzijds is dit het gevolg van het feit dat er geen echte grenswaarden gesteld zijn aan de componenten die instaan voor berengeur, anderzijds is het zo dat er nog steeds geen goede on-line detectiemethode bestaat waarbij de hoeveelheden van de verschillende componenten bepaald kunnen worden. Alhoewel er recentelijk enkele chemische sensoren en sensorsystemen getest zijn en er in andere landen zoals Denemarken reeds een succesvolle on-line detectiemethode voor skatol door middel van spectrofotometrie gebruikt zijn, wordt in België, Nederland en Duitsland voor de on-line detectie van berengeur hoofdzakelijk gebruik gemaakt van de sensorische soldeerboutmethode. Aangezien deze test afhankelijk is van de sensorische capaciteit van een persoon is deze dus vrij subjectief.

In verschillende studies werd aangetoond dat vlees van intacte beren kwalitatief gezien niet verschilt van varkensvlees van zeugen of baren wat betreft de verwerkingskarakteristieken. Dit betekent dat als men het negatieve aspect van berengeur kan wegwerken dit vlees vermarkt kan worden.

Studies hebben aangetoond dat het vlees met berengeur niet geschikt is om als vers vlees aan de consument aan te bieden. De manier van bereiden van het varkensvlees had hierop geen invloed. Verwerking van varkensvlees daarentegen zorgde bij bepaalde producten wel voor een reductie van berengeur. Zo werd aangetoond dat fermentatie, zoals gebeurt bij salami, zorgt voor een reductie van berengeur. Ook voor roken, gerookt spek of gerookte worst, werd aangetoond dat het een gunstige invloed heeft op de perceptie van berengeur. Voor koken, zoals bij gekookte ham, vond men dat hammen met gehalten aan berengeurcomponenten die drie maal hoger waren dan de drempelwaarden aanvaardbare resultaten gaven wanneer deze koud geconsumeerd werden. Het drogen van varkensvlees, parmaham, gandraam,... had dan weer een negatief effect op de aanvaardbaarheid van vlees met berengeur. Maar voor gedroogde ham is het niet enkel berengeur die het vlees van intacte beren ongeschikt maakt voor dit product. Ook het lagere vetgehalte van vlees van intacte beren zorgt ervoor dat het vlees minder geschikt is om te drogen. Het toevoegen van ingrediënten, zoals bij marinades, en inmenging van vlees met berengeur in vlees zonder berengeur, is dan weer wel een goede manier om een groot aandeel varkensvlees met sterke berengeur te verwerken in producten die aanvaardbaar zijn voor de consument.

Aangezien aangetoond is dat vlees dat afkomstig is van intacte beren en geen berengeur bevat kwalitatief volledig overeenkomt met het vlees afkomstig van zeugen of baren en er manieren zijn om vlees met berengeur te verwerken kan het haalbaar zijn om intacte beren af te mesten als het percentage karkassen aangetast met berengeur binnen aanvaardbare normen blijft. Hiervoor blijft verder onderzoek naar een goede on-line detectiemethode voor het uitsorteren van aangetaste karkassen aan de slachtlijn erg belangrijk. Het zal ook noodzakelijk zijn om voor ieder product na te gaan in welke mate het productieproces in staat is om berengeur te reduceren of te maskeren. Zo kan in combinatie met goed afgelijnde cut-off waarden voor de berengeurcomponenten, daarbij gebruik

makend van verschillende categorieën, op een zo efficiënt mogelijke en economisch gunstige manier het vlees met berengeur verwerkt en vermarkt worden.

REFERENTIELIJST

- Alcasde final report 9th December 2009 SANCO/2008/d5/018 project coordinator: Dr. M.A. Oliver (IRTA)
- Aluwé M., Millet S., Nijs G., Tuytens F. A. M., Verheyden K., De Brabander H. F., De Brabander D. L. & Van Oeckel M. J. (2009). Absence of an effect of dietary fibre or clinoptilolite on boar taint in entire male pigs fed practical diets. *Meat Science*, 82(3), 346-352.
- Aluwé M., Meirlaen S., Van Meensel J., Millet S, Tuytens F. (2012). Vergelijkende studie op praktijkbedrijven van alternatieven voor onverdoofde castratie van beerbiggen. ILVO Mededeling 112, 120 pp.
- Aluwé M. (2012b). Influence of feed and management strategies on boar taint prevalence. PhD thesis, Ghent University, Belgium, 166p
- Annor-Frempong I. E., Nute G. R., Wood J. D., Whittington F. W., West A. (1998). The measurement of the responses to different odour intensities of boar taint using a sensor panel and an electronic nose. *Meat Science* 50, 139-151.
- Babol J., Squires J. (1995). Quality of meat from entire male pigs. *Food Research International* 28, 201-212.
- Backus G.B.C., Baltussen W.H.M., Hennen W.H.G.J., van de Wiel D.F.M., Spoolder H.A.M., Margry R., Dahlmans H., Vaessen J. (2008). Beren op de weg. LEI-rapport 2008-018, 7-18.
- Baltussen W., Backus GBC and Hennen (2008). Economische effecten van het per direct stoppen met castratie van beerbiggen in Nederland.
- Bañón S., Costa E., Gil M.D., Garrido M.D. (2003a). A comparative study of boar taint in cooked and dry-cured meat. *Meat Science* 63, 381-88.
- Bañón S., Gil M.D., Garrido M.D. (2003b) The effects of castration on the eating quality of dry-cured ham. *Meat Science* 65, 1031-1037
- Bañón S., Andreu C., Laencina J., Garrido M.D. (2004). Fresh and eating pork quality from entire versus castrate heavy males. *Food Quality and Preference* 15, 293-300.
- Beekman J., Schils J. (2010). Retail volgt Britten in verkoop berenvlees. *Pig Business* 6, 21-23
- Beekman J. (2009). Afzet berenvlees vraagt om aanpak berengeur. *Varkensbedrijf* 9, 19-21.
- Beekman J. (2010). Ook markt bepaalt fokkerijsucces op geur. *Boerderij* 95, 12-13.
- Bekaert K.M., Tuytens F.A.M., Duchateau L., De Brabander H.F., Aluwé M., Millet S., Vandendriessche F. & Vanhaecke L. (2011b). The sensitivity of Flemish citizens to androstenone: Influence of gender, age, location and smoking habits. *Meat Science* 88, 548-552.

- Bekaert K.M., Vanden Bussche J., François S., Tuytens F.A.M., De Brabander H.F., Vandendriessche F., Vanhaecke L. (2012). A validated ultra-high performance liquid chromatography coupled to high resolution mass spectrometry analysis for the simultaneous quantification of the three known boar taint compounds. *Journal of Chromatography A* 1239, 49-55
- Bekaert K.M., Aluwé M., Vanhaecke L., Heres L., Duchateau L., Vandendriessche F., Tuytens F.A.M. (2013). Evaluation of different heating methods for the detection of boar taint by means of the human nose. *Meat Science* 94, 125-132
- Bonckaert C. (2011). Detectiemethoden en verwerking van vlees met berengeur. Literatuurstudie Faculteit Dierengeneeskunde, Gent, 1-23.
- Bonneau, M. *Effects of different compounds on boar taint*, 44th Annual Meeting of the E.A.A.P., 16-19 August, Aarhus, Denmark, 1993.
- Bonneau M. (1998). Use of Entire Males for Pig Meat in the European Union. *Meat Science* 49, 257-272.
- Bonneau M., Kempster A.J., Claus R., Claudi-Magnussen C., Diestre A., Tornberg E., Walstra P., Chevillon P., Weiler U., Cook G.L. (2000a). An international study on the importance of androstenone and skatole for boar taint: I. Presentation of the programme and measurement of boar taint compounds with different analytical procedures. *Meat Science* 54, 251-259.
- Bonneau M., Walstra P., Claudi-Magnussen C., Kempster A. J., Tornberg E., Fischer K., Diestre A., Siret F., Chevillon P., Claus R., Dijksterhuis G., Punter P., Matthews K. R., Agerhem H., Béague M. P., Oliver M. A., Gispert M., Weiler U., von Seth G., Leask H., Font I Furnols M., Homer D. B., Cook G. L., (2000b). An international study on the importance of androstenone and skatole for boar taint: IV. Simulations studies on consumer dissatisfaction with entire male pork and the effect of sorting carcasses on the slaughter line, main conclusions and recommendations. *Meat Science* 54, 285-295.
- Bonneau M & Chevillon P. (2012). Acceptability of entire male pork with various levels of androstenone and skatole by consumers according to their sensitivity to androstenone. *Meat Science* 90, 330-337.
- Chevillon P., Bonneau M., Le Strat P., Guingand N., Courboulay V., Quiniou N., Gault E., Lhommeau T. (2010). Acceptabilité par les consommateurs des vandes de porc male entire transformées en saucisse, lardon, saucisson sec et jambon qui. *Journées Recherche Porcine*, pp. 227-228
- Diestre A., Oliver M.A., Gispert M., Arpa I., Arnjau J. (1990). Consumer responses to fresh meat and meat products from barrows and boars with different levels of boar taint. *Animal production* 50, 519-530.
- De Vos J. (2010). Analytiek van de gekende beregeurcomponenten. Masterproefthesis Faculteit Farmaceutische Wetenschappen, Gent, p. 1-49.

- de Roest K., Montanari C., Fowler T. and Baltussen W. (2009). Resource efficiency and economic implications of alternatives to surgical castration without anaesthesia. *Animal*, 3, pp. 1522-1531.
- Desmoulin B., Bonneau M., (1982). Consumer testing of pork and processed meat from boars: the influence of fat androstenone level. *Livestock Production Science* 9, 707-715.
- Dijksterhuis G.B., Engel B., Walstra P., Font i Furnols M., Agerhem H., Fischer K., Oliver M.A., Claudi-Magnussen C., Siret F., Béague M.P., Homer D.B., Bonneau M. (2000). An international study on the importance of androstenone and skatole for boar taint: II. Sensory evaluation by trained panels in seven European countries. *Meat Science* 54, 261-269.
- EFSA (2004). Welfare aspects of the castration of piglets: Scientific report of the scientific panel for animal health and welfare on a request from commission related to welfare aspects of the castration of piglets. *The EFSA Journal* 91 1-18.
- Font i Furnols M., Gispert M., Diestre A., Oliver M.A. (2003). Acceptability of boar meat by consumers depending on their age, gender, culinary habits, and sensitivity and appreciation of androstenone odour. *Meat Science* 64, 433-440.
- Font i Furnols M., Gispert M., Guerrero L., Velarde A., Tibau J., Soler J., Hortós M., García-Regueiro J.A., Pérez J., Suárez P., Oliver M.A. (2008). Consumers' sensory acceptability of pork from immunocastrated male pigs. *Meat Science* 80, 1013-1018.
- Font-i-Furnols M. (2012). Consumer studies on sensory acceptability of boar taint: A review. *Meat Science*
- Frederiksen B., Nafstad O., Lium B., Marka C., Heier B., Almaas C. (2003). The effect of group composition on the levels of androstenone and skatole in entire male pigs. *eAA, Working Group on Production and Utilisation of Meat from Entire Male Pigs*, 13-14
- Frederiksen B., Font i Furnols M., Lundström K., Prunier A., Tuytens F., Migdal W. Bonneau M. (2009). Practice on castration of piglets in Europe. *Animal* 3, 1480-1487.
- García-Regueiro JA, Diaz I: Evaluation of the Contribution of Skatole, Indole, Androstenone and Androstenols to Boartaint in Back Fat of Pigs by HPLC and Capillary Gas Chromatography (CGC). *Meat Science* 1989, 25:307-316.
- Griffiths, N.M., Patterson, R.L., (1970). Human olfactory responses to 5- α -androst-16-en-3-one – principal component of boar taint. *Sci. Food Agric.* 21, 4-6
- Hansen, L.L., Larsen, A.E., and Hansen-Møller, J. (1995) Influence of keeping pigs heavily fouled with faeces plus urine on skatole and indole concentration (boar taint) in subcutaneous fat. *Acta Agriculturae Scandinavica* 45: 178-185.
- Hansson, K. E., Lundström, K., Fjelkner-Modig, S. & Persson, J. (1980). The importance of androstenone and skatole for boar taint. *Swed. J. Agric. Res.*, 10, 167-73.
- Hennessy, D. (2008). Technical Bulletin: Improvac® Mode of Action. Pfizer Animal Health
- http://ec.europa.eu/food/animal/welfare/farm/initiatives_en.htm

- Jarmoluk L., Martin A. H., Fredeen H. T. (1970). Detection of boar taint (sex odour) in pork. *Canadian Journal of Animal Science* 50, 750-752.
- Judge M. D., Mills E. W., Orcutt M. W., Forrest J. C., Diekman M. A., Harmon B. G., Lin R. S., Nicholls L. (1990) Utilization of boar meat: composition, quality and odor incidence in relation to androstenone and skatole. *Journal of Animal Science* 68, 1030-1033
- Klont R.E., Kurt E., Heres L., Urlings B. (2009). Case Study: "Castration or Production of Entire Males - Threats and Possibilities", Copenhagen, 16-21 augustus 2009.
- Kristensen L., Tørngren M., Claudi-Magnussen C. (2011). Use of tainted boar meat for processed meat products. Danish Meat Research Institute (DMRI), Meat quality
- Lunde K., Egelanddal B., Choinski J., Mielnik M., Flåtten A., Kubberød E. (2008). Marinating as a technology shift sensory thresholds in ready-to-eat entire male pork meat. *Meat Science* 80, 1264-1272
- Lunde K., Skuterud E., Hersleth M., Egelanddal B. (2010). Norwegian consumers' acceptability of boar tainted meat with different levels of androstenone of skatole as related to their androstenone sensitivity. *Meat Science* 86, 706,711.
- Lundström K., Matthews K. R., Haugen J.-E. (2009). Pig meat quality from entire males. *Animal* 3, 1497-1507.
- Malmfors B., Lundström K. (1983). Consumer reactions to boar meat - A review. *Livestock Production Science* 10, 187-196.
- Matthews K.R., Homer D.B., Punter P., Béague M.-P, Gispert M., Kempster A.J., Agerhem H., Claudi-Magnussen C., Fischer K., Siret F., Leask H., Font i Furnols M., Bonneau M. (2000). An international study on the importance of androstenone and skatole for boar taint: III. Consumer survey in seven European countries. *Meat Science* 54, 271-283.
- McCauley I., Hennessy D.P., Boghossian V., Sali L., Salvatore L., Reynolds J., Mawson R. (1997). Effect of methods of cooking and processing pork on the perception of boar taint. In proceedings of the EAAP Working Group: Production and Utilisation of Meat from Entire Male Pigs.
- Mottram D.S. (1998). Chemical tainting of foods. *International Journal of Food Science and Technology* 33, 19-29.
- Patterson, R.L. (1968). 5Alpha-androst-19-ene-3-1 compound responsible for taint in boar fat. *Sci. Food Agric.* 19, 434
- Pearson A.M., Ngoddy S., Price J.F., Larzelere H.E. (1971). Panel acceptability of products containing boar meat. *Journal of Animal Science* 33, 26-29.
- Rius M.A., Hortós M., García-Regueiro J.A. (2005). Influence of volatile compounds on the development of off-flavours in pig back fat samples classified with boar taint by a test panel. *Meat Science* 71, 595-602.

- Spoolder H. (2004). Wageningen UR aanpak van berengeur. Animal Sciences Group Wageningen UR, 12 pp.
- Stolzenbach S., Lindahl G., Lundström K., Chen G., Byrne D.V., (2009). Perceptual masking of boar taint in swedish fermented sausages. *Meat Science* 81, 580-588
- Studie (2012). Alternatieven voor onverdoofde chirurgische castratie bij biggen. Departement Landbouw en Visserij. Afdeling Organisatie en Strategisch Beleid, 13 pp.
- Tørngren, M.A., Claudi-Magnussen C., Støyer S., Kristensen L. (2011). Boar taint reduction in smoked, cooked ham. 57th International Congress of Meat Science and Technology, 7-12 augustus, Ghent-Belgium
- Valeeva N.I., Backus G.B.C., Baltussen W.H.M. (2009). Case Study: "Moving towards boar taint-free meat: an overview of alternatives to surgical castration from a chain perspective", Illinois, 19 - 24 juli 2009.
- Williams L.D., Pearson A.M., Webb N.B (1963). Incidence of sex odor in boars, sows, barrows and gilts. *Journal of Animal Science*, 22, 166-168
- Wysocki CJ & Beauchamp GK 1984. Ability to smell androstenone is genetically determined. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 81, 4899-4902.
- Xue J., Dial G.D. (1997). Raising intact male pigs for meat: Detecting and preventing boar taint. *Swine Health and Productions* 5, 151-158.
- Xue J., Dial G.D., Morrison R.B. (1996). Comparison of the accuracies of chemical and sensory tests for detecting taint in pork. *Livestock Production Science* 46, 203-211.
- Xue J, Dial GD, Holton EE, Vickers Z, Squires EJ, Lou Y, Godbout D, Morel N: Breed differences in boar taint: relationship between tissue levels boar taint compounds and sensory analysis of taint. *Anim Sci* 1996, 74 2170-2177.
- Xue J., Dial G.D., Pettigrew James E. (1997). Performance, carcass, and meat quality advantages of boars over barrows: A literature review. *Swine Health and Production* 5, 21-28.