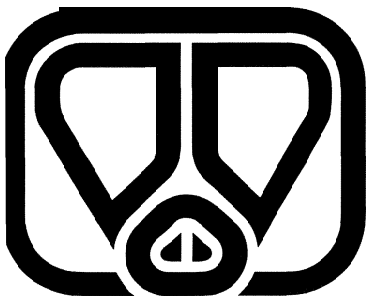


ir. R.H.J. Scholten  
ing. J.H. Huiskes  
drs. P.C. Vesseur

# Literatuurstudie naar de problematiek rondom het mesten van beertjes

*Literature study on the  
issue of fattening entire  
male pigs*



**Praktijkonderzoek Varkenshouderij**

Proefverslag nummer P 1.121  
november 1994

# VOORWOORD

In opdracht van het Produktschap Vee en Vlees (PVV) is het project "Mogelijkheden tot produktie van vleesbeertjes en afzet van vlees en vleesprodukten hiervan" uitgevoerd. Het project is door de (ad hoc) werkgroep MANVAR begeleid. In deze werkgroep hebben zitting:

- Tj. de Boer, (voorzitter), PVV
- P. Spruijt, (secretaris), PVV
- H.J.M. Boelrijk, Landbouwschap
- A. Bruin, NVC Almelo
- J.A. Heemskerk, UVG Nederland
- J.H.J.M. van de Heijning, COV
- J.H. Huiskes, PV
- A.W. Jongbloed, ID-DL0 Lelystad
- A.W. Vermeer / J.G.M. Thelosen, IKC-Va
- L. Vredeveld / A. Baarslag, Hendrix Vlees Druten
- A. de Vries, ID-DL0 Beekbergen
- P. Walstra, ID-DL0 Zeist
- N. Westerink, EnCeBe Grossierderijen

Het project is uitgevoerd door de projectgroep Beertjes, bestaande uit:

- J.H. Huiskes, (projectleider), PV
- R.H.J. Scholten (projectuitvoering), PV
- W.H.M. Baltussen, LEI-DL0
- R. Hoste, LEI-DL0
- A.W. Vermeer, IKC-Va
- J.G.M. Thelosen, IKC-Va

Het project is in een goede samenwerking tussen de werkgroep MANVAR en de projectgroep Beertjes uitgevoerd. De diverse achtergronden van de personen die deel uitmaken van de werk- en projectgroep hebben aan een brede kijk op de problematiek rondom vleesbeertjes bijgedragen. Aan alle personen van de werkgroep MANVAR en de projectgroep Beertjes is veel dank verschuldigd.

dr. ir. L.A. den Hartog  
directeur Praktijkonderzoek Varkenshouderij

# INHOUDSOPGAVE

|       |                                                                             |          |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------|----------|
|       | SAMENVATTING                                                                | 4        |
|       | SUMMARY                                                                     | 6        |
| 1     | INLEIDING<br><i>INTRODUCTION</i>                                            | 8<br>8   |
| 2     | LITERATUURSTUDIE<br><i>LITERATURE STUDY</i>                                 | 10<br>10 |
| 2.1   | Inleiding beregeurproblematiek                                              | 10       |
| 2.2   | Geslachtshormonen bij beertjes                                              | 10       |
| 2.3   | Componenten van de afwijkende geur bij beertjes                             | 12       |
| 2'3.1 | Androstenon                                                                 | 12       |
| 2'3.2 | Skatol                                                                      | 13       |
| 2'3.3 | Overige geurcomponenten                                                     | 15       |
| 2.4   | Consumenten en beertjesvlees                                                | 15       |
| 2.5   | Detectie afwijkende geur op slachterijniveau                                | 19       |
| 2.6   | Factoren van invloed op de afwijkende geur                                  | 23       |
| 2'6.1 | Factoren van invloed op androstenon                                         | 23       |
| 2'6.2 | Factoren van invloed op skatol                                              | 25       |
| 2.7   | Voordelen beertjes                                                          | 26       |
| 2'7.1 | Karkas- en vleeskwaliteit                                                   | 26       |
| 2'7.2 | Milieu                                                                      | 27       |
| 2'7.3 | Gezondheid                                                                  | 27       |
| 2'7.4 | Welzijn                                                                     | 28       |
| 2'7.5 | Arbeid                                                                      | 28       |
| 2.8   | Saldoberekeningen                                                           | 28       |
| 3     | DISCUSSIE EN CONCLUSIES<br><i>DISCUSSION AND CONCLUSIONS</i>                | 30<br>30 |
| 3.1   | Oorzaken afwijkende geur beertjesvlees                                      | 30       |
| 3.2   | Voorkomen afwijkende geur beertjesvlees                                     | 30       |
|       | LITERATUUR<br><i>LITERATURE</i>                                             | 33<br>33 |
|       | REEDS EERDER VERSCHENEN PROEFVERSLAGEN<br><i>PUBLISHED RESEARCH REPORTS</i> | 37<br>37 |

# SAMENVATTING

In het kader van het project “Mogelijkheden tot productie van vleesbeertjes en afzet van vlees en vleesprodukten hiervan” is de literatuurstudie naar de problematiek rondom het mesten van beertjes uitgevoerd.

## Problemen rondom afzet beertjesvlees

Ondanks de voordelen van het mesten van beertjes is het in de meeste Europese landen gebruikelijk om de beerbiggen te castreren. Hiermee wordt tegemoet gekomen aan de eisen van de belangrijkste afnemers van varkensvlees. In de Nederlandse situatie zijn dat Duitsland, Italië en de Nederlandse grootwinkelbedrijven en slagerijen. Deze afnemers zijn bevreesd voor de verhoogde kans op een afwijkende geur van beertjesvlees en weigeren dit vlees in hun vers-vleesassortiment op te nemen. Vanaf 1 januari 1993 is de nieuwe EU-Richtlijn Vers Vlees van toepassing. Deze Richtlijn geeft in principe ruimere afzetmogelijkheden voor vlees afkomstig van beertjes lichter dan 80 kilogram karkasgewicht, in Nederland komt dit overeen met 86 kilogram warm slachtgewicht. Mits deze karkassen géén afwijkende geur hebben, moeten ze van het varkensstempel worden voorzien en zijn als zodanig niet meer als beertje herkenbaar. Deze karkassen mogen in principe in het vers-vleescircuit worden verkocht. Karkassen van beertjes zwaarder dan 86 kilogram moeten van het berenstempel worden voorzien. Echter, de stempeling van lichte beertjeskarkassen biedt geen extra afzetmogelijkheden. De afnemers die vóór de invoering van de EU-Richtlijn pertinent tegen beertjesvlees waren, zijn dat ook na de invoering. De mogelijkheden tot de afzet van beertjesvlees blijven ook na de invoering van de nieuwe EU-Richtlijn zeer beperkt.

## Veroorzakers van de afwijkende geur

Androstenon en skatol zijn de geurstoffen waarvan aangetoond is dat ze de kans op een afwijkende geur van het beertjesvlees verhogen. Androstenon behoort tot een

groep van steroïden, de zogenaamde C19- $\Delta$ 16-steroïden. Deze steroïden worden door de testikels geproduceerd en afgegeven in het bloed en getransporteerd naar en opgeslagen in het vetweefsel en de speekselklier. Tijdens seksuele stimulatie kunnen de C19- $\Delta$ 16-steroïden, waarvan androstenon de belangrijkste is, vanuit het vetweefsel in de bloedbaan worden gebracht en naar de speekselklier worden getransporteerd. De C19- $\Delta$ 16-steroïden vervullen een feromoonwerking. Feromonen zijn geurstoffen die bij het andere geslacht van dezelfde soort een seksuele prikkeling veroorzaken. De feromonen zijn bijvoorbeeld van belang voor het opwekken van de stareflex bij berige zeugen en kunnen het berig worden beïnvloeden. Androstenon komt alleen bij het mannelijke dier voor.

Skatol is een produkt dat in de blinde en dikke darm ontstaat door de microbiële afbraak van het aminozuur tryptofaan. Het skatol kan door de darmwand geabsorbeerd worden. Een gedeelte wordt door de lever afgebroken en een gedeelte wordt in het vetweefsel opgeslagen. Hoge skatolconcentraties geven een onaangename geur en smaak aan het vlees. Echter, skatol kan ook bij borgjes en zeugjes voorkomen en is daarmee niet sexe-specifiek. De skatolconcentratie is, door nog onopgehelderde factoren, bij beertjes hoger dan bij borgjes en zeugjes.

## Geurpanels

Vergelijken van de onderzoeken naar de relatie tussen de concentratie van de geurstoffen (skatol en/of androstenon) en de geurbeleving van het vlees wordt door de diversiteit van proefomstandigheden bemoeilijkt. Enkele veel voorkomende verschillen zijn:

- 1 verschillen in vleesvarkens: ras en/of kruisingstype, aflevergewicht, leeftijd bij afleveren, voeding, enz.;
- 2 verschillen in vlees: spiergroep, vetaandeel, bereidingsmethode, enz.;
- 3 verschillen in panelsamenstelling: sexe, leeftijd, ervaring, enz.

Een voorzichtige interpretatie van de diverse studies is dat het mesten van laatrijpe rassen en/of het licht afleveren van beertjes een geringere kans op een negatieve geurbeleving geeft. Het verwerken van beertjesvlees in vleeswaren die tijdens het productieproces worden verhit en/of koud worden geconsumeerd, geeft geen problemen met de geurbeleving van het produkt.

#### Voorkomen van de afwijkende geur

De hormonale regulering van de androstenonproductie lijkt mogelijkheden te bieden om deze productie te reduceren c.q. te verhinderen. Ten eerste is de castratie van beerbiggen een 100%-garantie dat er geen afwijkende geur optreedt. Ten tweede kunnen de beertjes worden geïmmuniseerd (passief of actief). Hiertoe worden tijdens de mesterijfase twee injecties met immuniserende stoffen toegediend. Uit onderzoeken blijkt dat de androstenonconcentratie wordt gereduceerd. Een andere optie is het aan de slachtlijn detecteren van beertjeskarkassen met een verhoogde kans op een afwijkende geur. In Deense slachterijen is een detectiesysteem op basis van skatol operationeel. Deze methode wordt momenteel door Duitsland en het Permanent Veterinair Comité van de EU nog niet geaccepteerd. Met name Duitsland houdt vast aan androstenon als belangrijkste veroorzaker van de afwijkende geur bij beertjes. Uit enkele kleinschalige onderzoeken blijkt dat bij selectie van de karkassen op androstenon een aanzienlijk percentage beertjeskarkassen wordt uitgeselecteerd. Het uitslecteren houdt in dat karkassen met een androstenonconcentratie boven een bepaalde grenswaarde (bijvoorbeeld  $0,5 \mu\text{g/g}$  vet) niet in het vers-vleescircuit mogen worden afgezet. Een te hoog percentage uitgese-

lecteerde karkassen maakt een eventuele detectiemethode bij voorbaat financieel onaantrekkelijk.

Via het beïnvloeden van bedrijfsfactoren is het wellicht mogelijk om de androstenonconcentratie te verlagen. Mogelijke invloedsfactoren zijn het genotype, leeftijd bij afleveren, aflevergewicht, voeding, sociale omgeving (gemengd of gescheiden opleggen) en het seizoen.

#### Voordelen beertjes mesten

De voordelen van het mesten van beertjes ten opzichte van borgjes zijn: betere voederconversie, hoger mager vleespercentage, betere typebeoordeling, minder slachtbevindingen (bijvoorbeeld long- en borstvliesontstekingen), verminderde mestproductie en mineralenuitstoot, beter welzijn en arbeidsbesparing. De financiële voordelen voor de primaire sector zijn dusdanig groot dat het interessant is om beertjes te mesten. Echter, gegeven de beperkte afzetmogelijkheden zijn slachterijen genoodzaakt het aanbod van beertjes te ontmoedigen. Dit geschiedt via berenkortingen, aangepaste gewichtskortingen en het afsluiten van leveringscontracten. Het aanbod van beertjes blijft daardoor in Nederland zeer beperkt. In Nederland wordt 98% van de beerbiggen gecastreerd.

*Gezien de exportbelangen van Nederland is een ontmoedigingsbeleid voor beertjes noodzakelijk. Het massaal mesten van beertjes is in de toekomst alleen mogelijk indien gegarandeerd kan worden dat beertjesvlees van een afwijkende geur gevrijwaard is. Zolang deze garantie niet kan worden gegeven, moet het mesten van beertjes sterk worden afgeraden.*

# SUMMARY

This literature study is carried out within the scope of the project "Possibilities of the production of entire male pigs and the marketing of their meat and meat products".

## Problems of marketing meat from entire males

Despite the advantages of production of entire males, the castrating of male pigs is common in most European countries. Castration is necessary to compromise the requirements of important customers of pig meat. Germany, Italy and the retail business in the Netherlands are the most important customers. These customers are afraid for the risk of an unpleasant odour of meat from entire males (so-called boar taint). They refuse to buy and sell meat from entire males. January 1<sup>st</sup> 1993, the EU released a new EU-Fresh Meat Guideline. Meat of entire males up to a carcass weight of 80 kilogram can generally be classified as suitable and therefore it is not necessary to identify them as "boar meat". Additionally, entire males of a higher weight must get the boar-mark. The new Guideline gives the possibility to sell meat from entire males up to 80 kilogram as meat from 'regular' meat pigs. Marketing meat from entire males above 80 kilogram is only allowed when the guarantee can be given that this meat is free of an unpleasant odour (EU-Fresh Meat Guideline). At this moment there is no accepted method available. The market did not change: customers who refused meat from entire males before the new Fresh Meat Guideline, still refuse meat from entire males even when this is of entire males with a carcass weight below 80 kilogram. The possibilities to sell meat from entire males remain minimal after acceptance of this new Guideline.

## Compounds responsible for the unpleasant odour

It is generally accepted that androstenone and skatole are responsible for the risk of an unpleasant odour of meat from entire males.

Androstenone belongs to a group of steroids, the so called C19- $\Delta$ 16-steroids. These steroids are produced by the testicles and transported to and stored in the adipose tissue and in the salivary glands. During sexual stimulation C19- $\Delta$ 16-steroids are released into the blood circulation and transported to the salivary glands. The C19- $\Delta$ 16-steroids act like pheromones. Pheromones can facilitate sexual stimulation of the other sex (example: induction of the mating stance). Androstenone is only produced by entire males. Skatole originates from the intestinal degradation of tryptophane. A fraction of this skatole is absorbed from the gut. The absorbed skatole is partly degraded in the liver and partly accumulated in the adipose tissue. High skatole concentrations give an unpleasant odour and taste to the meat. Skatole is not sex-dependent but the skatole concentration in the adipose tissue of entire males is higher than in the adipose tissue of barrows and gilts.

## Consumer tests

Much research is directed to the relation between androstenone or skatole and the sensory judgement of meat from entire males. Caused by the diversity of research conditions used in different studies it is very difficult to compare them. Some general differences are:

- 1 Differences between fattening pigs: genotype, age and weight at slaughter, etc.;
- 2 Differences between meat: muscle group, fat content, method of preparation, etc.;
- 3 Differences between panels: sex, age, experience, number, etc.

A careful interpretation is that pigs slaughtered at a lower weight have a reduced risk of boar taint. When meat from entire males is heated during the production process and/or consumed cold, the processing of meat from entire males in meat products and canned meat gives no problem.

## Prevention of the unpleasant odour

The physiological regulation of the androstenone production seems to offer possibilities to reduce the production. Firstly, the common used castration of males is the most reliable method to prevent the unpleasant smell. A second method is an immunisation of the entire males. For this purpose the entire males receive two injections with immunizing vaccines or are treated with immunoglobulins during the fattening period. Immunisation of young male pigs has been demonstrated to be effective in reducing the androstenone concentration. A third option is reduction of the androstenone production with management measurements like genotype, age and weight at slaughter, social environment, feeding and season in combination with an on-line detection of carcasses from entire males for risk at an unpleasant odour. At this moment Danish slaughterhouses have a detection method based on skatole. This method however is not accepted by Germany. Germany only accepts androstenone as the main cause of the unpleasant odour of entire males. Some small-scaled studies showed that androstenone detection in carcasses of entire males gives a high number of carcasses that exceed the threshold of androstenone (0.5 µg androstenone per gram fat). The carcasses that exceed the threshold can not be sold as fresh meat.

When the number of carcasses exceeding the threshold is too high, the financial feasibility of the production of entire males is minimal.

## Advantages of production of entire males

The advantages of fattening entire males instead of barrows are: a better feed conversion, higher percentage lean meat, better carcass conformation, less slaughter findings (for example: less lung problems), less production of manure and minerals, better animal welfare and less labour. The financial advantages for the primary sector are big, so big that slaughterhouses must have a policy to discourage the production of entire males. Dutch slaughterhouses restrict the quantity of entire males by high price deductions for entire males. In the Netherlands the number of slaughtered entire males is minimal. About 98% of the male piglets is castrated.

*For the Netherlands the export of meat and pigs is so important that, with respect to the risk of an unpleasant odour, the production of entire males must be fully discouraged. The fattening of entire males is only possible and acceptable when the guarantee can be given that meat of entire males is free of an unpleasant odour. As long as this guarantee can not be given, the production of entire males must be fully discouraged.*

# 1 INLEIDING

## INTRODUCTION

In de Nederlandse varkenshouderij is het gebruikelijk dat het merendeel van de beerbiggen wordt gecastreerd. Deze situatie geldt, enkele uitzonderingen daargelaten, voor de meeste Europese landen (tabel 1). Het castreren van de beerbiggen wordt om afzettechnische redenen uitgevoerd. De detailhandel is bevreemd voor de kans dat beertjesvlees een afwijkende geur verspreidt. Hoewel slechts een gering percentage een afwijkende geur verspreidt, is de druk van afnemerszijde dermate groot, dat alleen gecasteerde beerbiggen geaccepteerd worden. Over het algemeen kan worden gesteld dat in de landen die hun vleesvarkens relatief zwaar afmesten (zoals Nederland en Frankrijk) en een groot deel van hun vlees exporteren (zoals Nederland) de beerbiggen worden gecastreerd.

Androstenon en skatol worden als de voornaamste veroorzakers voor de verhoogde kans op een afwijkende geur bij beertjes beschouwd (Bonneau, 1982, 1993; Hannson et al., 1980; Walstra et al., 1986). Zowel androstenon als skatol worden opgeslagen

in het vetweefsel. Bij het verhitten van het beertjesvlees kan de afwijkende geur vrijkomen. Bonneau (1993) omschrijft de afwijkende geur als een diepe indringende urinegeur (androstenon) en/of mestgeur (skatol).

Het androstenonniveau in beertjesvlees is sterk afhankelijk van de seksuele ontwikkeling. Factoren die (in)direct van invloed zijn op de seksuele ontwikkeling zijn genotype, leeftijd en gewicht. Lage aflevergewichten in combinatie met een jonge leeftijd lijken de kans op een afwijkende geur te verminderen. Dit is waarschijnlijk de reden dat in de nieuwe EU-Richtlijn Vers Vlees een gewichtsgrens is opgenomen. Sinds 1 januari 1993 mogen beertjes tot en met 80 kilogram karkasgewicht (in Nederland komt dit overeen met 86 kilogram warm slachtgewicht) op de vers-vleesmarkt worden afgezet. Deze karkassen moeten met het normale varkensstempel worden gestempeld. Dit betekent niet dat beertjesvlees met een duidelijke geslachtsgeur vrij mag worden verhandeld. Dergelijk vlees moet volgens de

Tabel 1: Procentuele aandeel van beertjes in diverse Europese landen, de interesse voor het mesten van beertjes en het totale aantal geslachte vleesvarkens

Table 1: Percentage en tire males in some European countries, the interest for fattening entire males and the total number of fattening pigs slaughtered.

| Land            | % beertjes | interesse voor beertjes | # geslachte vleesvarkens 1992 (x miljoen) |
|-----------------|------------|-------------------------|-------------------------------------------|
| Duitsland       | CI         | geen                    | 40,8                                      |
| Frankrijk       | <1         | matig                   | 22,5                                      |
| Nederland       | 2          | matig                   | 18,6                                      |
| Italië          | ?          | geen                    | 12,3                                      |
| Denemarken      | 25         | hoog                    | 18,3                                      |
| Ver. Koninkrijk | 90         | n.v.t.                  | 14,4                                      |
| Spanje          | 90         | n.v.t.                  | 22,3 <sup>1</sup>                         |
| Ierland         | >95        | n.v.t.                  | 3,0                                       |
| Griekenland     | 100        | n.v.t.                  | 2,4                                       |

(Bron: Kempster, 1990; Kempster, 1993; Malmfors et al., 1990; gegevens Produktschap Vee en Vlees)

<sup>1</sup> tot en met november 1992



Richtlijn worden afgekeurd. Beertjes zwaarder dan 80 kilogram karkasgewicht moeten bij de keuring voorzien worden van het berevleesmerk. Deze eis komt te vervallen zodra de beertjes met een afwijkende geur door middel van een door de EU of Nationale Autoriteit, goedgekeurde objectieve methode kunnen worden opgespoord. Een dergelijke algemeen aanvaarde methode is er thans nog niet.

De Duitse "Bundesminister für Gesundheit" heeft als interpretatie van de EU-Richtlijn Vers Vlees voorgeschreven dat ongeacht het gewicht van de beertjes een grenswaarde van 0,5 µg androstenon per gram vet wordt gehanteerd. Beertjesvlees dat deze grenswaarde overschrijdt mag in Duitsland niet worden verhandeld. Als testmethode voor de bepaling van het androstenongehalte wordt alleen de gemodificeerde immuno-enzymtest ontwikkeld door Claus erkend. Deze methode is thans alleen op laboratoriumschaal beschikbaar en moet voor eventueel gebruik in de slachterijsector verder worden ontwikkeld. De Nederlandse interpretatie van de EU-Richtlijn Vers Vlees is beschreven in de "Berevlees kanalisatie" (Rijksdienst voor de keuring van Vee en Vlees: RE-02, 27 januari 1993). Zekerheids-halve wordt sowieso geen beertjesvlees

naar Duitsland geëxporteerd.

De geringe kans op een afwijkende geur daargelaten, biedt het mesten van beertjes vele interessante voordelen ten opzichte van het mesten van borgjes. De voordelen van het achterwege laten van de castratie zijn:

- 1 betere karkaskwaliteit (vleespercentage en type);
- 2 verminderde milieubelasting;
- 3 betere gezondheid;
- 4 verhoogd welzijn;
- 5 lagere arbeidsbehoefte.

In hoofdstuk 2 wordt de literatuurstudie beschreven, Deze literatuurstudie geeft inzicht in:

- de fysiologie van de verhoogde kans op een afwijkende geur bij beertjes;
- de mogelijkheden om de afwijkende geur te detecteren;
- de factoren die van invloed zijn op de hoogte van de androstenon- en skatolconcentratie;
- de voordelen van het mesten van beertjes

In hoofdstuk 3 worden de resultaten van de literatuurstudie bediscussieerd, er worden conclusies getrokken en aanbevelingen voor onderzoek gedaan.

## 2 LITERATUURSTUDIE LITERATURE STUDY

### 2.1 inleiding beregeurproblematiek

Ondanks de technische en economische voordelen van het mesten van beertjes in vergelijking tot het mesten van borgjes wordt in Nederland 98% van de beerbiggen op jonge leeftijd gecastreerd. Vanuit consumentenzijde reageert men terug houdend op beertjesvlees. Dit heeft te maken met het feit dat een (gering) deel van de beertjes een verhoogde kans op een afwijkende geur heeft. De detailhandel is bevreesd voor deze afwijkende geur en wenst absoluut géén beertjesvlees.

De nieuwe EU-Richtlijn Vers Vlees heeft tot gevolg dat beertjes tot en met 80 kilogram karkasgewicht, in Nederland komt dit overeen met 86 kilogram warm slachtgewicht, in principe in het vers-vleescircuit mogen worden afgezet. Duitsland, Italië en de Nederlandse grootwinkelbedrijven en slagerijen blijven tegenstanders van het mesten van beertjes. Ongeacht het gewicht van de beertjes blijft de kans op een afwijkende geur onaanvaardbaar.

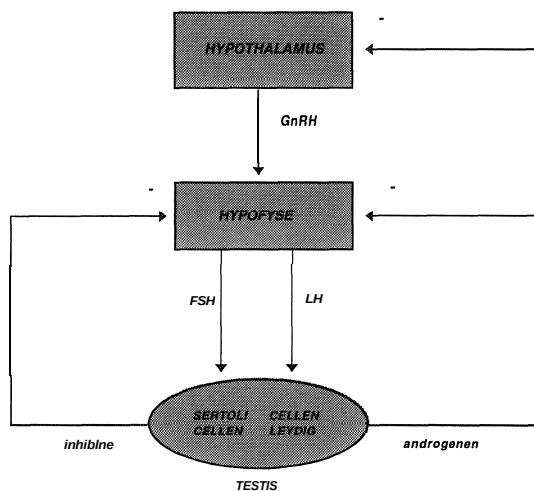
In de hierna volgende paragrafen worden eerst de hormonale regulatie en vervolgens de verschillende aspecten van de afwijkende geur bij het mannelijk varken beschreven. Tenslotte worden de voordelen van het mesten van beertjes beschreven.

### 2.2 Geslachtshormonen bij beertjes

De testikels van het mannelijk varken worden verantwoordelijk geacht voor de synthese van hormonen die van invloed (kunnen) zijn op het ontstaan van een afwijkende geur.

De testikels produceren mannelijke geslachtshormonen (= androgenen). Deze productie vindt plaats in bepaalde cellen van de testikels: de cellen van Leydig. De cellen van Leydig kunnen cholesterol in pregnenolon omzetten. Dit is de sleutelreactie voor de hormoonproductie. Deze sleutelreactie wordt hormonaal gereguleerd door LH (Luteïniserend Hormoon). In de cellen van Leydig ontstaat uiteindelijk onder andere testosteron, een hormoon dat tot de androgenen behoort.

In figuur 1 wordt de hormonale regulatie van de testikel weergegeven. De hypothalamus (= onderdeel van de hersenen) produceert GnRH (= Gonadotropine Releasing Hormoon). Dit hormoon stimuleert de LH-afgifte in de hypofyse (= onderdeel van de hersenen). De binding van LH aan de receptoren van de cellen van Leydig stimuleert de androgeenproductie (Squires et al., 1993). De androgenen koppelen negatief terug op de hypofyse en hypothalamus. De mate van de negatieve terugkoppeling is niet constant, en is mede afhankelijk van de leeftijd van het mannelijk varken. Bij jonge beertjes is de negatieve terugkoppeling zeer sterk, waardoor de afgifte van GnRH en LH sterk wordt onderdrukt. Zodra het beertje de puberteit nadert wordt de negatieve terugkoppeling afgezwakt. Hierdoor stijgt zowel de GnRH- als de LH-concentratie in het bloed. Het gevolg is een groei van de testikels en een geleidelijke toename van de hormoonproductie (beschreven door Mattheij en Helmond, 1990).



Figuur 1: Hormonale regulering van de testikel. (GnRH= Gonadotropine Releasing Hormoon; LH =Luteïniserend Hormoon; FSH = Follikel Stimulerend Hormoon).

Figure 1 Hormonal regulation of the testicle.

Naast de produktie van mannelijke geslachtshormonen produceert de testikel ook vrouwelijke geslachtshormonen, ook wel aangeduid als oestrogenen. Tevens is de testikel in staat om een deel van het testosteron enzymatisch in oestrogenen om te zetten (Mattheij en Helmond, 1990). Volgens Booth (1982) kunnen oestrogenen de werking van de androgenen versterken en daarmee zowel androgene als anabole (spiergroeibevorderend) effecten bewerkstelligen. De androgene effecten hebben betrekking op de secundaire geslachtskenmerken en de ontwikkeling van de bijgeslachtsklieren (Brooks & Pearson, 1986). De anabole effecten worden door drie hormoongroepen gestimuleerd c.q. gereguleerd (figuur 2):

- 1 androgenen (bijvoorbeeld testosteron);
- 2 oestrogenen (bijvoorbeeld oestradiol);
- 3 groeihormoon en Insuline-like Growth Factor.

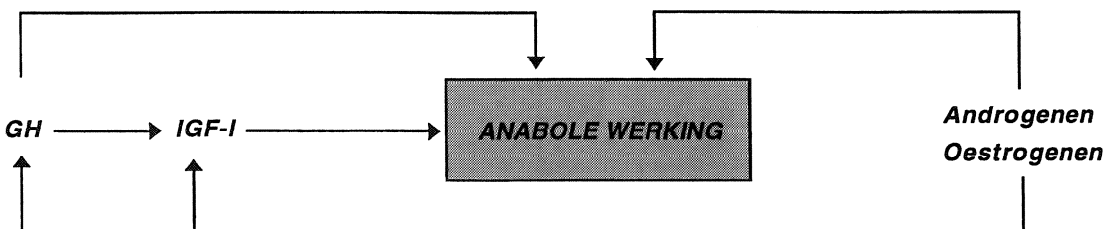
De drie anabole hormoongroepen zorgen ervoor dat de eiwitaanzet (c.q. de vleesaanzet) van beertjes hoger is dan van borgjes en in mindere mate zeugjes. De anabole hormonen stimuleren tevens de stikstof- en fosforretentie en de beengroei (Squires et al., 1993). Castratie van beerbiggen neemt de voornaamste bron van anabole steroïden weg met als gevolg een verminderde groei-efficiëntie.

Naast mannelijke en vrouwelijke geslachtshormonen produceert de testikel ook C19- $\square$ 16-steroïden. Dit zijn steróiden met 19 koolstofatomen (C 19) en één onverzadigde binding. Tot deze groep behoren onder andere de volgende hormonen: androstenon, 5 $\beta$ -androstenon, 3 $\alpha$ -androstenol en 3 $\beta$ -

androstenol. Hoewel ook de C19- $\square$ 16-steroïden uit cholesterol en pregnenolon worden gevormd, verlopen de reacties enigszins anders dan bij de synthese van de geslachtshormonen (Brooks & Pearson, 1986).

De C19- $\square$ 16-steroïden worden beschouwd als de veroorzakers van de verhoogde kans op een afwijkende geur van beertjesvlees, waarbij de meeste aandacht naar androstenon uitgaat. De C19- $\square$ 16-steroïden worden in het bloed afgegeven en naar het vetweefsel en de speekselklier getransporteerd (figuur 3; Bonneau, 1982). In het vetweefsel heeft androstenon de hoogste concentratie en komen de overige C19- $\square$ 16-steroïden in geringere concentraties voor. De opslag van de C19- $\square$ 16-steroïden in het vetweefsel is omkeerbaar. Tijdens seksuele stimulatie worden de C19- $\square$ 16-steroïden vanuit het vetweefsel in de bloedbaan gebracht en naar de speekselklier getransporteerd (Brooks & Pearson, 1986).

De C19- $\square$ 16-steroïden vervullen een belangrijke feromoonwerking. Deze feromoonwerking houdt in dat via de afgifte van feromonen (= geurstoffen) het andere geslacht seksueel wordt geprikkeld. Tijdens de seksuele prikkeling door het mannelijk varken neemt onder andere de androstenonconcentratie in de speekselklier en het speeksel toe (Brooks & Pearson, 1986). Booth (1982) beschrijft een onderzoek waarbij het verwijderen van de speekselklieren bij het mannelijk varken leidt tot het achterwege blijven van de stareflex bij berige zeugen. Ook Bonneau (1982) beschrijft enkele studies waaruit blijkt dat de C19- $\square$ 16-steroïden een feromone werking uitoefenen.



Figuur 2: Endocriene regulatie van de spiergroei (Claus, 1993). (GH = Groeihormoon; IGF-I = Insuline-like Growth Factor-I)

Figure 2. Principles of endocrine regulation of muscle growth (Claus, 1993).

## 2.3 Componenten van de afwijkende geur bij beertjes

Diverse onderzoekers beschouwen androstenon en skatol als de voornaamste veroorzakers voor het ontstaan van de afwijkende geur bij het mannelijk varken (Bonneau, 1982, 1993; Hannson et al., 1980; Walstra et al., 1986). De huidige kennis geeft geen uitsluitend over de mogelijke invloed van  $5\beta$ -androstenon,  $3\alpha$ -androstenol en  $3\beta$ -androstenol op het ontstaan van een afwijkende geur (Bonneau, 1993). Tussen de onderzoekers en/of landen is géén eensgezindheid over de belangrijkste component die de afwijkende geur veroorzaakt. Zo zijn in Denemarken de onderzoeksinspanningen gericht op skatol terwijl in Duitsland veel aandacht naar androstenon uitgaat. In Nederland en Frankrijk overheerst de gedachte dat zowel skatol als androstenon een rol spelen bij het ontstaan van de afwijkende geur bij het mannelijk varken (Walstra et al., 1986; Bonneau et al., 1992a).

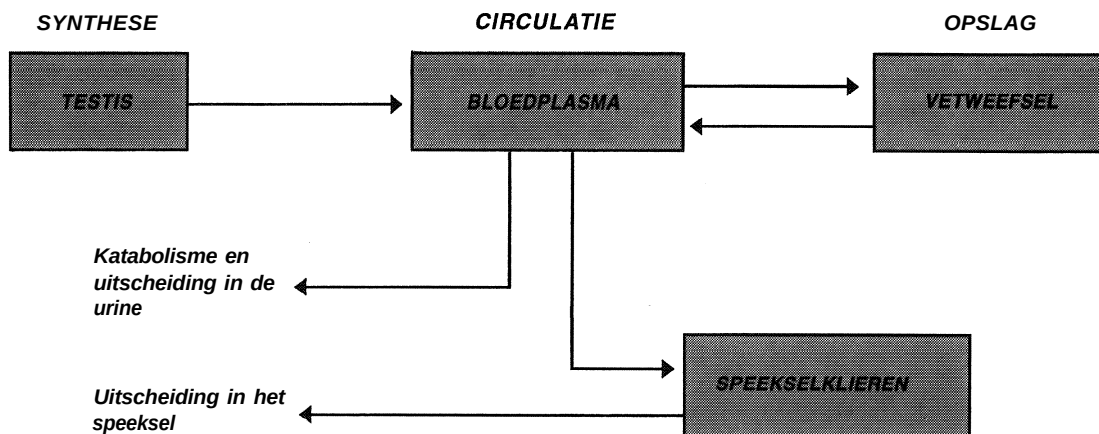
### 2.3.1 Androstenon

Androstenon wordt voornamelijk geproduceerd in de testikel en afgegeven in het bloed, waarna het wordt opgenomen in de speekselklieren en het vetweefsel (figuur 3).

De hormonale regulering van de androstenonproductie door GnRH en LH (§ 2.2) biedt enkele aangrijpingspunten om de androstenonsynthese te reduceren:

- 1 actieve immunisatie tegen GnRH (beertje produceert antistoffen tegen GnRH);
- 2 passieve immunisatie tegen GnRH (beertje krijgt antistoffen tegen GnRH toegediend);
- 3 gebruik van GnRH-antagonisten;
- 4 gebruik van GnRH-agonisten;
- 5 genetische selectie op een laag androstenonniveau.

De eerste methode, ook wel omschreven als immunocastratie, lijkt goede perspectieven te bieden om de androstenonconcentratie in het vet te reduceren. Bij het Centraal Diergeneeskundig Instituut te Lelystad wordt onderzoek verricht naar de mogelijkheden van actieve immunocastratie. De mannelijke varkens krijgen tijdens de mesterijfase tweemaal een injectie met synthetisch geproduceerd GnRH toegediend. De eerste injectie vindt plaats op een leeftijd van 10 weken en de tweede op 18 weken (ongeveer 6 weken voor het slachten). Het synthetisch geproduceerde GnRH heeft een molecuulstructuur die twee keer zo lang is als het natuurlijke GnRH. Het immuunsysteem van het mannelijk varken zal het synthetisch geproduceerde GnRH als lichaamsvreemde stof herkennen waartegen het afweerstoffen gaat maken. Vanwege de gelijkenis met het natuurlijke GnRH breekt het dier zowel het synthetisch geproduceerde als het natuurlijke GnRH af. De testikelgroei blijft hierdoor achterwege met als gevolg een lage androstenonconcentratie in het vet



Figuur 3: Androstenon metabolisme bij beertjes (Bonneau, 1982).

Figure 3: Androstenone metabolism of entire males (Bonneau, 1982).

(Oonk et al., 1993; Wesselink, 1993). De immunisatie tegen GnRH is onder andere onderzocht door Dufour et al. (1993). Het toedienen van een actieve immunisator tegen GnRH op 29 en op 89 kilogram levend gewicht blijkt goede resultaten te geven. De technische resultaten en de karkaskenmerken (tabel 2) van de geïmmuniseerde beertjes (n=20) wijken niet significant af van de controle beertjes (n=20). De immunisatie tegen GnRH remt de ontwikkeling van het geslachtsapparaat en verlaagt vanaf 89 kilogram het testosteronniveau. Tot 89 kilogram levend gewicht is het testosteronniveau tussen de geïmmuniseerde en de controle beertjes niet significant verschillend. Dit is waarschijnlijk de reden voor het feit dat de technische resultaten en de karkaskenmerken tussen de twee groepen niet significant verschillen. Het effect van de eerste injectie op 29 kilogram is minimaal om daarmee de voordelen van beertjes ten opzichte van borgjes te behouden. De tweede injectie op 89 kilogram heeft een maximaal effect (boostereffect), wat tot een duidelijke verlaging van de androstenonconcentratie leidt. De beertjes zijn op een levend gewicht van ongeveer 105 kilogram geslacht. De androstenonconcentratie in het vet van de geïmmuniseerde beertjes is significant lager dan die van de controle beertjes (0,21 versus 0,66 µg per gram vet;  $P < 0,05$ ). Bij de controle beertjes heeft 63% een androstenonconcentratie groter dan 0,50 µg per gram vet, terwijl dit bij de geïmmuniseerde beertjes 0% is (Dufour et al., 1993).

Het nadeel van de immunisatietechnieken

ligt op het gebied van de acceptatie door de consument. Het feit dat er eiwithormonen via een injectie worden toegediend, zal hoogstwaarschijnlijk een aversie bij de consument oproepen. De hedendaagse consument heeft immers weinig positieve gedachten bij hormoongebruik in de vleessector. De maatschappelijke acceptatie van die technieken is beslissend voor een eventuele toepassing in de toekomst. De gebruikte hormonen zijn noch soort- noch sexespecifiek, hetgeen risico's bij applicatie geeft.

De erfelijkheidsgraad ( $h^2$ ) van de androstenonconcentratie in het vet ligt tussen de 0,25 en 0,81 (Willeke, 1993). Een studie van Willeke et al. (1987) toont aan dat het via selectie mogelijk is om een hoge en lage lijn voor androstenon te krijgen. De lage lijn heeft een androstenonconcentratie van  $0,12 \pm 0,10 \mu\text{g}$  per gram vet. Dit is lager dan de waarde van  $0,50 \mu\text{g}$  androstenon per gram vet, waarboven de kans op een afwijkende geur lijkt toe te nemen (Claus, 1993). Genetische selectie op androstenon kan nadelige consequenties voor de reproductie hebben. De lage androstenonconcentratie verhoogt de kans op een verlate seksuele volwassenheid en een verminderde reproductie-efficiëntie (Squires et al., 1993).

2.3.2 Skatol

Skatol is een produkt dat in de blinde en dikke darm ontstaat door de microbiële afbraak van het aminozuur tryptofaan (Jensen & Jensen, 1993). Een deel van het gevormde skatol wordt door de darmwand geabsorbeerd. Het geabsorbeerde skatol

Tabel 2: Groeicijfers en karkaskenmerken.  
*Table 2: Growth performance and carcass traits.*

|                    | Borgen | Immunisatie<br>beertjes | Controle<br>beertjes | Significantie<br>beer - borg |
|--------------------|--------|-------------------------|----------------------|------------------------------|
| Groei (g/d)        | 920    | 950                     | 910                  | ns                           |
| Voeropname (kg/d)  | 2,633  | 2,39                    | 2,32                 | ***                          |
| Voerefficiëntie    | 0,35   | 0,40                    | 0,39                 | ***                          |
| Karkasgewicht (kg) | 87,5   | 85,3                    | 85,8                 | **                           |
| Spiermassa (%)     | 54,9   | 56,8                    | 57,7                 | ***                          |
| Vetmassa (%)       | 23,6   | 19,7                    | 18,8                 | ***                          |

(Bron: Dufour et al., 1993)  
\*\*  $P < 0,01$  \*\*\*  $P < 0,001$  ns  $P > 0,10$

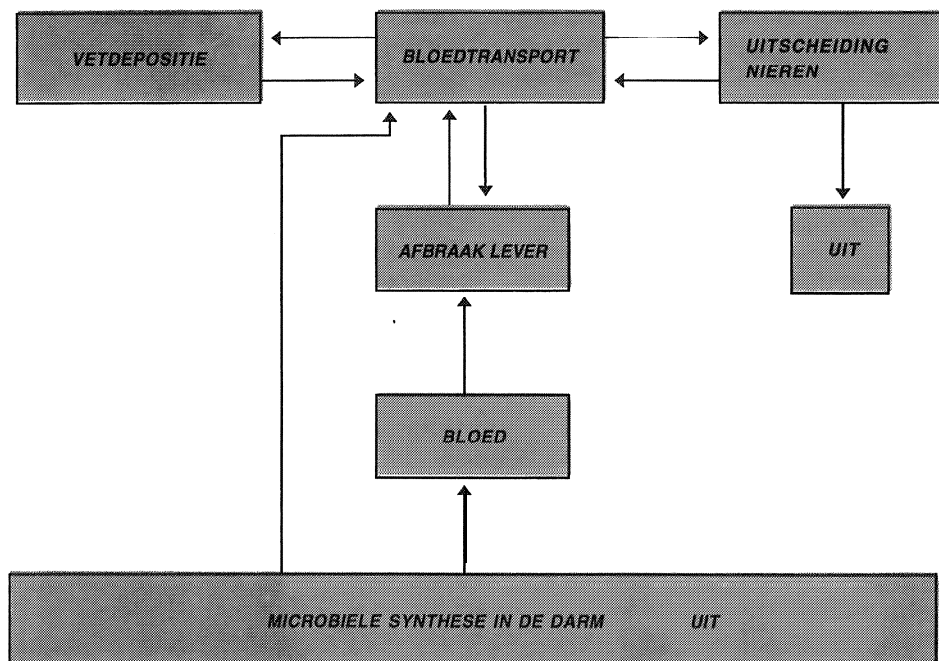
wordt deels door de lever afgebroken en met de urine uitgescheiden (figuur 4). Het niet-afgebroken skatol wordt in het vet en spierweefsel opgeslagen en kan in hoge concentraties aanleiding geven tot een onaangename geur en smaak van het vlees. Dit kan bij beertjes, borgjes en zeugjes optreden.

Skatol is in tegenstelling tot androstenon niet sterk afhankelijk van de seksuele volwassenheid van het mannelijk dier. Desondanks is, door onbekende factoren, de skatolconcentratie bij beertjes hoger dan bij borgjes en zeugjes. Mogelijke oorzaken zijn:

- 1 Sexe-verschillen in het transport van skatol vanuit de dikke darm naar de lever en het vetweefsel.
- 2 Sexe-verschillen in de 'clearance rate' (afbraak en uitscheiding) van skatol (Friis, 1993; tabel 3).

De sexe-verschillen zijn wellicht op de oestradiolconcentratie in de dikke darm terug te voeren. Deze is bij beertjes hoger dan bij borgjes en zeugjes (Malmfors et al., 1990;

Squires et al., 1993). De mogelijkheid van een relatie tussen skatol en oestrogenen wordt door een studie van Claus et al. (1991) versterkt. Zeugen in de folliculaire fase (hoog oestrogeenniveau) hebben een skatolconcentratie die hoger is dan de skatolconcentratie van beertjes. De invloed van oestrogeen is wellicht geassocieerd met de voeropname. Exogene toediening van oestrogeen aan borgjes verlaagt de voeropname van deze dieren. Cyclische zeugen hebben bij een hoge oestrogeenconcentratie een lagere voeropname (Claus et al., 1991). De oestrogenen beïnvloeden de contractiliteit van de gladde spier in de dunne darm. Een snellere passage van de darminhoud heeft een verminderde absorptie van tryptofaan in de dunne darm tot gevolg. Hierdoor wordt meer tryptofaan in de dikke darm afgebroken, gepaard gaande met een toename van de skatolconcentratie. Wetenschappelijk onderzoek naar de relatie tussen de oestrogeenconcentratie - voeropname - skatolconcentratie kan inzicht geven in de fysiologische achtergronden van de hogere skatolconcentratie bij beertjes.



Figuur 4: Skatol metabolisme bij varkens (overgenomen uit: Agergaard & Laue, 1993).  
 Figure 4: Skatole metabolism in pigs (adapted from: Agergaard & Laue, 1993).

Het geabsorbeerde skatol wordt grotendeels via de lever afgebroken of met de urine uitgescheiden. Bij de seksuele prikkeling van het vrouwelijk varken door het mannelijk varken vervult skatol wellicht een belangrijke functie (Lundström et al., 1988). Het urineren van het mannelijk varken als onderdeel van het paringsgedrag kan een indicatie zijn voor de functie van skatol als feromoon. Een andere mogelijkheid is dat skatol een synergetisch effect uitoefent op de feromoonproductie (met name androstenon) van het mannelijk varken (Bonneau, 1982). Uit een experiment van Lundström et al. (1988) blijkt dat zes van de zeven mannelijke varkens met een hoge (groter dan 0,20 ppm per gram vet) skatolconcentratie tevens een hoge (groter dan 1,0 ppm per gram vet) androstenonconcentratie hebben.

23.3 Overige geurcomponenten

Uit een review van Brooks & Pearson (1986) blijkt in de periode 1971 tot en met 1981 geen hoge correlaties tussen de androstenonconcentratie en de geurbeoordeling zijn gevonden. De correlatie varieert tussen 0,4 en 0,75. Behalve androstenon zijn er blijkbaar ook andere stoffen die de kans op een afwijkende geur verhogen. Le Denmat et al. (1993) vermelden dat de correlatie tussen androstenon en geurintensiteit bij beertjes van 105 kilogram hoger is dan bij beertjes van 95 kilogram (bij een gelijke androstenonconcentratie). Als mogelijke verklaring geven zij dat ook andere CI 9- $\square$ 16-steroiden bijdragen aan de afwijkende geur. De hogere produktie van deze steroiden bij oudere beertjes ondersteunt deze hypothese. Ook het feit dat vleesmonsters van beertjes met zowel een laag

androstenon- als een laag skatolniveau een ongunstigere geurbeoordeling krijgen dan vleesmonsters van borgjes ondersteunt deze hypothese (Bonneau et al., 1992a). Bonneau (1993) beschrijft 3 $\alpha$ -androstenol, 3 $\beta$ -androstenol en 5 $\beta$ -androstenon als stoffen die ook de potentie hebben om een afwijkende geur bij het mannelijk varken te veroorzaken en/of te versterken.

2.4 Consumenten en beertjesvlees

Geurpanels worden ingezet om de reactie van de consument op beertjesvlees te onderzoeken. Geur- en smaakwaliteit van beertjesvlees wordt vergeleken met vlees van borgjes en zeugjes. Malmfors & Lundström (1983) beschrijven diverse onderzoeken naar de mate van de afwijkende geur bij beertjes. Ze vermelden dat uit Britse en Ierse studies blijkt dat bacon van beertjes over het algemeen geen aanleiding geeft tot een afwijkende geur- en/of smaakbeoordeling. “Baconvarkens” worden over het algemeen relatief licht geslacht. Uit Frans onderzoek (beschreven in Malmfors & Lundström, 1983) blijkt dat het verwerken van beertjesvlees in gekookte ham en droge worst niet tot een significant verschil in de smaak- en/of geurbeoordeling leidt. Ook Bonneau et al. (1992b) en Diestre et al. (1990) vermelden dat er geen significante verschillen in de geur- en/of smaakbeoordeling van gekookte hammen van beertjes en niet-beertjes worden waargenomen. De gekookte hammen zijn tijdens het productieproces dusdanig verhit dat de interne temperatuur ongeveer 65 à 67 graden Celsius bedraagt. Blijkbaar vervluchtigt

Tabel 3: Clearance rate van skatol na intraveneuze toediening van 5 mg skatol per kilogram levend gewicht.

Table 3: Clearance rate of skatole after intravenous administration of 5 mg skatole/kilogram body weight t.

| Sexe | Aantal | Clearance Rate<br>(l/uur/kg) | Halfwaardetijd<br>(uren) |
|------|--------|------------------------------|--------------------------|
| Beer | 4      | 1,09 $\pm$ 0,24              | 1,00 $\pm$ 0,30          |
| Zeug | 4      | 1,37 $\pm$ 0,14              | 0,89 $\pm$ 0,24          |

(Bron: Friis, 1993)

bij deze temperatuur een (groot) deel van het aanwezige androstenon. Het gebruik van beertjeshammen in rauwe vleeswaren kan wel problemen geven. Diestre et al. (1990) vermelden dat het gebruik van hammen van beertjes met een androstenonconcentratie groter dan 1,0 ppm een significant ongunstigere geurbeoordeling geeft (gedroogde Spaanse ham). Hammen afkomstig van beertjes met een androstenonconcentratie tussen 0,5 en 1,0 ppm verhogen weliswaar de kans op een negatieve geurbeoordeling, maar dit is niet significant ( $P > 0,05$ ).

Tegenover het gebruik van beertjesvlees in het vers-vleescircuit bestaat terughoudendheid. Diestre et al. (1990) vergelijken de geurbeoordeling van karbonades afkomstig van beertjes ( $n = 41$ ) en borgjes ( $n = 40$ ). Het blijkt dat de geurbeoordeling van karbonades afkomstig van beertjes met een androstenonconcentratie kleiner dan 1,0 ppm per gram vet niet significant afwijkt van de karbonades van borgjes. Een androstenonconcentratie groter dan 1,0 ppm per gram vet geeft een slechtere geurbeoordeling (tabel 4).

In tegenstelling tot Diestre et al. (1990) vermelden Bonneau et al. (1992a) dat beertjesvlees (karbonade) met een androstenonconcentratie lager dan 0,50 ppm per gram vet een slechtere geurbeoordeling heeft

dan vlees van borgjes. Echter in dat onderzoek wisten de panelleden dat ze beertjesvlees testten. Malmfors & Lundström (1983) beschrijven een onderzoek waarbij 20% van de consumenten wist dat ze beertjesvlees testten. Uit de resultaten blijkt dat de desbetreffende consumenten zowel beertjesvlees als vlees van borgjes zeer slecht beoordeelden. Het psychologische aspect van het testen van (beertjes)vlees speelt een rol bij de beoordeling.

Andresen et al. (1993) en Bejerholm & Barton Gade (1993) vergelijken in hun experimenten een hoog versus laag skatolniveau in combinatie met een hoog versus laag androstenonniveau (tabel 5). De onderzoeken van Andresen et al. (1993) en Bejerholm & Barton Gade (1993) zijn onderling niet volledig vergelijkbaar. Zo is de omschrijving van een laag en hoog skatol- en androstenonniveau verschillend. Bij Bejerholm & Barton Gade ligt de grenswaarde voor skatol bij 0,25 ppm en voor androstenon bij 0,50 ppm. Bij Andresen et al. (1993) is de lage androstenonconcentratie boven de grenswaarde van 0,50 ppm (0,61 en 0,75; zie tabel 5). Beide onderzoeken geven overigens aan dat skatol de belangrijkste geurcomponent is. De onderzoeken hebben betrekking op beertjes die licht, met een behoorlijke variatie in karkasgewicht, zijn geslacht (tussen 50 en 90 kilogram slachtgewicht).

Tabel 4: Geurbeoordeling door de kok bij de bereiding van karbonades.

*Table 4: Cooks' assessments of odour from chops.*

| Geurbeoordeling | Borgjes | Androstenonconcentratie beertjes |             |          |
|-----------------|---------|----------------------------------|-------------|----------|
|                 |         | <0,5 ppm                         | 0,5-1,0 ppm | >1,0 ppm |
| Uitstekend      | .04     | .16                              | .10         | .04      |
| Zeer goed       | .36     | .34                              | .38         | .32      |
| Goed            | .08     | .13                              | .07         | .09      |
| Neutraal        | .43     | .30                              | .43         | .30      |
| Matig           | .01     | .06                              | .03         | .17      |
| Zeer matig      | .00     | .00                              | .00         | .08      |
| Ongewenst       | .00     | .00                              | .00         | .00      |

(Bron: Diestre et al., 1990)



In een Nederlands onderzoek zijn 60 beertjes op basis van de combinatie skatol en androstenon geselecteerd (Walstra et al., 1986). Elke combinatie tussen skatol en androstenon (hoog en laag) is in het onderzoek met 15 beertjes vertegenwoordigd. Het beertjesvlees wordt met zeugjesvlees vergeleken. Het panel bestaat uit 395 families bestaande uit 1055 individuen. Uit tabel

6 blijkt dat de speklappen tijdens de bereiding een slechtere geurbeoordeling krijgen dan tijdens de consumptie. De geurbeoordeling door de koks is voor beertjesvlees altijd ongunstiger ( $P < 0,05$ ). Echter, in dit onderzoek zijn de verschillen gemaximaliseerd. Er is gebruik gemaakt van vlees van zeugjes in plaats van borgjes. Daarnaast is de androstenonconcentratie in het vlees

Tabel 5: Geurbeoordeling lende-vlees met een verschillende skatol- en androstenonconcentratie. (LL = laag skatol/laag androstenon; LH = laag skatol/hoog androstenon; HL = hoog skatol/laag androstenon; HH = hoog skatol/hoog androstenon).

Table 5: Sensoric evaluation of loin muscle with different levels of skatole and androstenone.

| Kenmerken                                | LL                | LH                | HL                | HH                |
|------------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Andresen et al. 1993                     |                   |                   |                   |                   |
| 62 beertjes; Noors landras; 8 panelleden |                   |                   |                   |                   |
| Gemiddeld skatol (µg/g)                  | 0,10              | 0,10              | 0,563             | 0,87              |
| Gemiddeld androstenon (µg/g)             | 0,61              | 1,72              | 0,75              | 3,24              |
| Geurscore (O=geen; 9=sterke beregeur)    | 2,97 <sup>a</sup> | 3,56 <sup>a</sup> | 5,50 <sup>b</sup> | 5,35 <sup>b</sup> |
| Bejerholm & Barton Gade 1993             |                   |                   |                   |                   |
| 72 beertjes; ras onbekend; 9 panelleden  |                   |                   |                   |                   |
| Gemiddeld skatol (µg/g)                  | ≤0,25             | ≤0,25             | >0,25             | >0,25             |
| Gemiddeld androstenon (µg/g)             | ≤0,50             | >0,50             | ≤0,50             | >0,50             |
| Geurscore (O=geen; 10=zeer sterke geur)  | 3,1 <sup>a</sup>  | 5,4 <sup>b</sup>  | 8,3 <sup>c</sup>  | 8,2 <sup>c</sup>  |

(Bron: Andresen et al., 1993; Bejerholm & Barton Gade, 1993)

a,b,c verschillende letters geeft significantie  $P < 0,05$

Tabel 6: De geurbeoordeling van speklappen door de kok en de familieleden (in percentages). LL = laag androstenon (0,76 µg/g) en laag skatol (0,15 µg/g); LH = laag androstenon (0,74) en hoog skatol (0,74); HL = hoog androstenon (1,28) en laag skatol (0,15); HH = hoog androstenon (1,31) en hoog skatol (0,34).

Table 6: The judgement for odour of belly cuts given by the cook and all family members (in percentages).

|                | Beoordeling door koks |          |          | Beoordeling door familieleden |          |          |
|----------------|-----------------------|----------|----------|-------------------------------|----------|----------|
|                | goed                  | neutraal | negatief | goed                          | neutraal | negatief |
| Zeugjes (n=15) | 49,4                  | 48,1     | 2 5      | 66,2                          | 32,4     | 15,      |
| LL (n=15)      | 30,8                  | 55,1     | 14'1     | 63,9                          | 27,4     | 8 7      |
| LH (n=15)      | 40,0                  | 41,3     | 18'7     | 54,8                          | 34,7     | 10;6     |
| HL (n=15)      | 43,8                  | 42,5     | 13'8     | 65,2                          | 25,6     | 9 3      |
| HH (n=15)      | 29,9                  | 42,9     | 27'3,    | 47,9                          | 35,0     | 17'1     |

(Bron: Walstra et al., 1986)

relatief hoog. De groep met een lage androstenonconcentratie heeft gemiddeld 0,75 µg androstenon per gram vet, waarbij de minimale waarde 0,48 en de maximale waarde 0,96 µg per gram vet bedraagt. Het geteste produkt (speklappen) heeft een hoog vetpercentage en daarmee een verhoogde kans op een afwijkende geur. Desondanks is het correct dat deze produkten worden getest omdat deze produkten ook moeten worden verkocht.

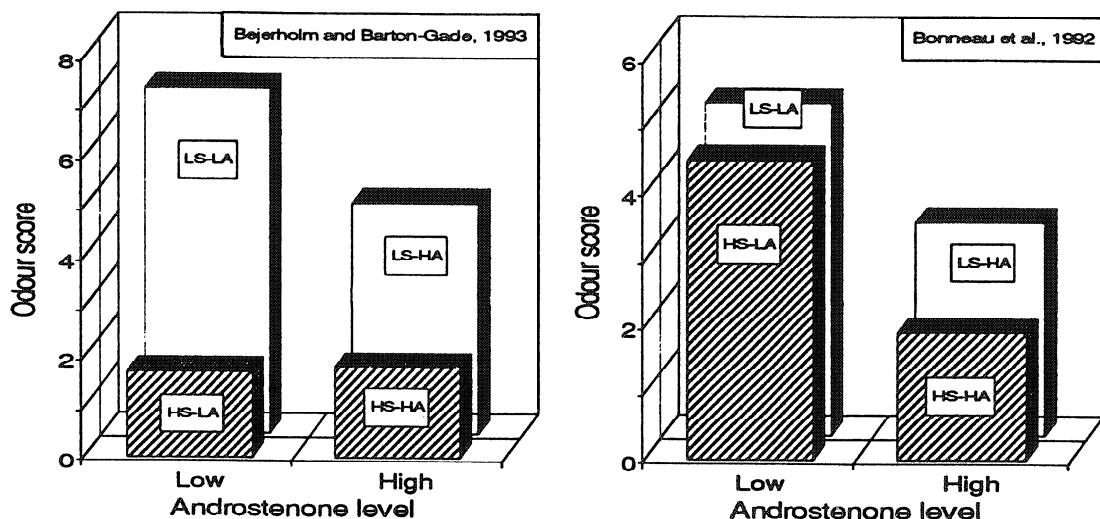
In tegenstelling tot de studies van Bejerholm & Barton Gade (1993) en Andresen et al. (1993) vinden Bonneau et al. (1992a) dat androstenon de belangrijkste geurcomponent is bij het ontstaan van de afwijkende geur (figuur 5). In het onderzoek van Bonneau et al. (1992a) zijn de gewichten (82 à 85 kilogram geslacht) en het ras van de varkens (zeug: Large White en Frans Landras; beer: Large White en Pietrain; Pietrain; synthetische kruising van Pietrain Large White, Duroc en Hampshire) duidelijk afwijkend van die in het onderzoek (tabel 5) van Bejerholm & Barton Gade (1993) en Andresen et

al. (1993). Figuur 5 laat zien dat de combinatie hoog skatol en hoog androstenon een versterkend effect op de uiteindelijke geurbeoordeling heeft

Tussen de onderzoeksresultaten komen verschillen voor. De opzet van de onderzoeken is vaak dusdanig verschillend, dat onderlinge vergelijking niet of nauwelijks mogelijk is. De correlatiecoëfficiënt tussen androstenon of skatol en de intensiteit van de afwijkende geur ligt tussen 0,4 en 0,8 (Bonneau, 1993). Deze correlatie varieert tussen de verschillende studies. Dit is te wijten aan:

### 1 Geurpanels

Het waarnemingsvermogen van de mens voor androstenon lijkt genetisch bepaald te zijn (Wysochi & Beauchamp, 1984). Hierdoor ontstaat grote variatie in het waarnemingsvermogen voor androstenon. Daarnaast schijnen vrouwen androstenon beter waar te nemen dan mannen (vermeld in Claus, 1991 en Malmfors & Lundström, 1983). Skatol wordt door de meeste mensen wel goed waargenomen (Claus, 1991).



Figuur 5: Gemiddelde geurscore in relatie tot skatol en androstenon bij beertjes (Bonneau, 1993). (LA = androstenon  $\leq 0,50$  µg; HA = androstenon  $> 0,50$  µg; LS = skatol  $\leq 0,25$  ppm; HS = skatol  $> 0,25$  ppm).

Figure 5: Mean odour score according to faecal skatole and androstenone groupings (from: Bonneau, 1993).

## 2 Invloedsfactoren

De invloedsfactoren inherent aan de proefopzet zijn tussen de verschillende studies niet vergelijkbaar. Een belangrijke factor is het slachtgewicht van de beertjes. Een beertje met een hoog slachtgewicht c.q. hoge leeftijd heeft een hogere kans op een verhoogde androstenonconcentratie. Ook de genetische achtergrond van de beertjes speelt een belangrijke rol. De kans op een afwijkende geur is bij een vroegrijp ras (Piëtrain) hoger dan bij een laatrijp ras (Yorkshire). Ook de vetheid en de bereiding van het beertjesvlees zijn van belang.

De gezondheid van de beertjes, de voersamenstelling en de voermethode zijn milieufactoren die van invloed zijn op de skatolconcentratie van beertjes.

## 3 Steekproef

De kenmerken van de steekproef zijn niet vergelijkbaar met die van de populatie. Om een verband tussen androstenon en/of skatol en de geurintensiteit te verkrijgen worden relatief veel beertjes met een verhoogde androstenon- en/of skatolconcentratie in de proef opgenomen. Het percentage beertjes met een verhoogde skatol- en/of androstenonconcentratie verschilt tussen de diverse studies.

In enkele studies worden de pannelleden op het reukvermogen voor androstenon geselecteerd. Ook de uitvoering van de panelonderzoeken is niet altijd vergelijkbaar (individueel versus groepsverband beoordelen van geurmonsters). Al deze factoren hebben invloed op de uiteindelijke correlaties.

Standaardisatie van de proefomstandigheden is zeer aanbevelingswaardig.

De kans op een negatieve beoordeling van beertjesvlees neemt toe indien de consument het beertjesvlees tijdens de bereiding verhit. Beertjesvlees dat reeds in het productieproces is verhit (gekookte ham), vermengd met ander vlees (worstsoorten) en/of koud wordt geconsumeerd (vleesconserveren) zal geen afwijkende geurbeoordeling geven.

In de literatuur is weinig te vinden over eventuele verschillen in de vleeskwaliiteit van beertjes en borgjes. Bonneau et al. (1992a) vergelijken de vleeskwaliiteit van

karbonades afkomstig van 74 borgjes en 74 beertjes. De beertjes zijn in twee categorieën opgesplitst: tot en met 0,50 ppm androstenon ( $n = 43$ ) en groter dan 0,50 ppm androstenon ( $n = 31$ ). De vleeskwaliiteit (malsheid, sappigheid, aroma) van de borgjes en de beertjes tot en met 0,50 ppm androstenon is niet significant verschillend. Beertjes met een androstenonniveau groter dan 0,50 ppm wijken alleen op het kenmerk aroma significant af.

## 2.5 Detectie afwijkende geur op slachterij-niveau

Volgens de nieuwe EU-Richtlijn Vers Vlees mogen beertjeskarkassen tot en met 80 kilogram karkasgewicht (ofwel 86 kilogram warm slachtgewicht in Nederland) in het vers-vleescircuit worden afgezet. Beertjeskarkassen zwaarder dan 86 kilogram warm slachtgewicht mogen op voorwaarde dat het via een door de EU of Nationale Autoriteit goedgekeurde detectiemethode gegarandeerd vrij is van een afwijkende geur, ook in het vers-vleescircuit worden afgezet. Tot op heden is er géén door het Permanent Veterinair Comité van de EU goedgekeurde detectiemethode voorhanden. De voordelen van het mesten van beertjes maken het interessant een detectiemethode te ontwikkelen die beertjeskarkassen met een verhoogde kans op een afwijkende geur uitsellecteert. Gezien de huidige kennis omtrent de geurstoffen die de afwijkende geur veroorzaken zal een detectiemethode de beertjeskarkassen op androstenon of skatol moeten analyseren.

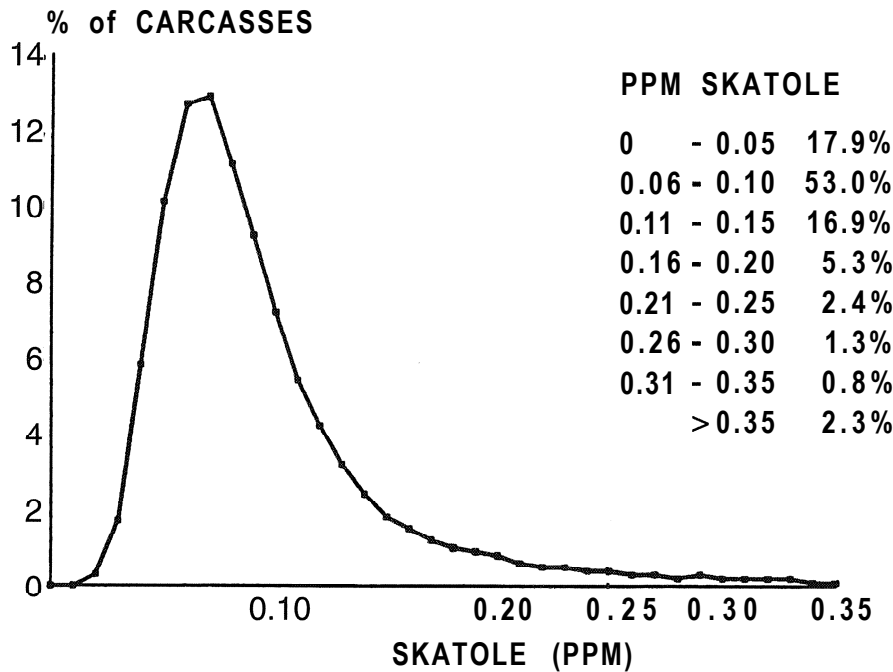
In Denemarken is skatol de voornaamste parameter voor de screening van de afwijkende geur bij beertjes. Onder de Deense omstandigheden bedraagt de correlatie tussen skatol en de afwijkende geur  $r = 0,70$  en de correlatie tussen androstenon en de afwijkende geur  $r = 0,60$  (Vahlun, 1993). Het Deense detectiesysteem kan ongeveer 150 vetmonsters per uur analyseren. De uitgesellecteerde beertjeskarkassen worden verwerkt in vleesprodukten die door de consument niet worden verhit (Armstrong, 1993; Vahlun, 1993). Tot 28 maart 1994 hanteerden in Denemarken als grenswaarde voor de skatolconcentratie 0,25 ppm per gram vet, waarbij ongeveer 5% van de karkassen

werd uitgeselecteerd (figuur 6). De Denen testen alle beertjeskarkassen (ook lichter dan 80 kilogram karkasgewicht). Vanaf 28 maart 1994 is de grenswaarde tot 0,20 ppm skatol per gram vet verlaagd. Ongeveer 6% à 7% van de beertjeskarkassen wordt uitgeselecteerd.

De Deense skatolmethode wordt door Duitsland en het Permanent Veterinair Comité van de EU nog niet geaccepteerd. De Duitse autoriteiten zijn ervan overtuigd dat androstenon de belangrijkste veroorzaker van de afwijkende geur bij beertjes is. Ook Frankrijk prefereert een detectiemethode op basis van androstenon. Het Duitse en Franse standpunt wordt ingegeven door de wijze van varkens mesten in die landen. In tegenstelling tot de Denen leveren de Duitsers en Fransen hun vleesvarkens op een zwaarder gewicht af. Daarnaast gebruiken de Duitsers en Fransen andere varkensrassen dan de Denen. Deze twee factoren heb-

ben tot gevolg dat onder de Duitse en Franse omstandigheden de beertjes een hogere mate van seksuele ontwikkeling hebben dan de beertjes in Denemarken. Androstenon lijkt onder die omstandigheden belangrijker dan skatol.

Hoewel er op slachterijniveau geen detectiemethode voor androstenon bestaat zijn er enkele kleinschalige onderzoeken waarbij gekeken is naar het percentage uitgeselecteerde beertjes. In een overzichtsartikel van Malmfors et al. (1990) wordt een Engels experiment met 314 beertjes, 230 zeugjes en 201 borgjes beschreven. Bij een grenswaarde van 1,0 µg androstenon per gram vet wordt 21% van de beertjes uitgeselecteerd (ofwel androstenon groter dan 1,0 µg per gram vet). Bij analyse op skatol heeft 10% van de beertjes een skatolconcentratie groter dan 0,20 ppm per gram vet. Onderzoek van Walstra, beschreven door Lundström et al. (1985), toont dat bij een karkasgewicht van 95 kilogram ongeveer



Figuur 6: Verdeling van de skatolconcentratie bij beertjes (ongeveer 100.000 karkassen). De tabel toont de percentages behorende bij de verschillende skatolgroepen. (Larsen et al., 1993; Vahlun, 1993).

Figure 6: Distribution of skatole concentration in approximately 100,000 carcasses from entire male pigs. The table shows the percentages of different skatole groups. (Larsen et al., 1993; Vahlun, 1993).

20% van de beertjes een androstenonconcentratie groter dan 1,0 µg per gram vet heeft. Dobrowolski et al. (1993) vermelden dat bij een levendgewicht van 95 kilogram (n = 44 beertjes) ruim 21% van de beertjes een androstenonconcentratie groter dan 0,50 mg per gram vet heeft. Bij een levendgewicht van 115 kilogram (n = 45 beertjes) is dit 49%. Dobrowolski et al. (1993) hebben ook de skatolconcentratie bepaald: bij 95 kilogram heeft 2% van de beertjes een skatolconcentratie groter dan 0,25 µg per gram vet, en bij 115 kilogram is dit 11%. Opvallend is dat maar liefst 81% van de beertjeskarkassen met een hoog androstenonniveau niet door de skatolmethode wordt uitgeselecteerd.

Le Denmat et al. (1993) vermelden dat 5% van de beertjes (n = 250) een skatolconcentratie groter dan 0,25 µg per gram vet heeft en 22% van de beertjes (n = 250) een androstenonconcentratie groter dan 0,50 mg per gram vet.

Een grenswaarde van 1,0 µg androstenon is gunstiger voor het percentage uit te selecteren karkassen. Duitsland neemt waarschijnlijk geen genoegen met een maximale waarde van 1,0 µg androstenon. De maximale waarde is door de Duitse Autoriteiten op 0,50 µg androstenon per gram vet vastgesteld. Dit is mede ingegeven door panelonderzoek (tabel 7).

Ender (1993) vermeldt dat het moeilijk is om een waterdichte grenswaarde voor androstenon aan te geven. Het is moeilijk om een grenswaarde in te stellen waarboven het

beertjesvlees altijd een afwijkende geur heeft. Dit heeft gevolgen voor de detectiemethode. Richting afnemer moet de garantie worden afgegeven dat beertjesvlees vrij is van een afwijkende geur. De detectiemethode moet beertjeskarkassen met een afwijkende geur detecteren. Dit betekent dat een detectiemethode een hoge sensitiviteit moet hebben, De *sensitiviteit* van een test is: “het vermogen van de test om alle karkassen met een afwijkende geur te detecteren”. De specificiteit van een test zegt iets over “het vermogen van de test om alle karkassen zonder afwijkende geur te detecteren” (tabel 8). Uitgangspunt is dat de afnemer de garantie wil dat het beertjesvlees absoluut vrij is van een afwijkende geur. De sensitiviteit van de detectiemethode is belangrijk. In tabel 8 is een fictief voorbeeld gegeven van de berekening van de sensitiviteit en specificiteit van een testmethode.

In het fictieve voorbeeld is de sensitiviteit 99,02%. Dat wil zeggen van de 510 karkassen die door de neus als ‘stinkend’ worden ervaren, zijn er 5 die door de detectiemethode als ‘negatief’ worden getest (zijnde niet-stinkend). De 5 ‘vals-negatieve’ beertjeskarkassen kunnen voor problemen richting de afnemer zorgen.

In het fictieve voorbeeld is de specificiteit 87,5%. Dat wil zeggen van de 800 karkassen die door de neus als ‘niet-stinkend’ worden ervaren, zijn er 100 die door de detectiemethode als ‘positief’ worden getest (zijnde stinkend). De 100 ‘vals-positieve’ beertjeskarkassen hebben financiële gevolgen

Tabel 7: De geurbeoordeling door de consument bij een toenemende androstenonconcentratie.

Table 7: The judgement of odour by the consumer at an increasing androstenone concentration.

| µg androstenon/g vet | geurbeoordeling               |
|----------------------|-------------------------------|
| 0,0 - 0,10           | zelfde als borgjes en zeugjes |
| 0,11 - 0,30          | zelden een afwijkende geur    |
| 0,31 - 0,50          | toenemende afwijkende geur    |
| 0,51- 1,00           | sterke geur                   |
| >1,00                | zeer penetrante geur          |

(Bron: Claus, 1993)

voor de varkenssector. Immers deze karkassen worden onterecht uitgeselecteerd als zijnde karkassen met een verhoogde kans op een afwijkende geur. Gegeven het feit dat de correlatie tussen androstenon of skatol en de sensorische waardering van beertjesvlees 0,6 à 0,75 bedraagt, hoeft een beertjeskarkas met een androstenon- of skatolconcentratie boven een ingestelde grenswaarde niet per definitie te stinken. Uitgeselecteerde beertjeskarkassen hebben een *verhoogde kans* op een afwijkende geur.

De hogere slachtgewichten in Duitsland, Frankrijk, Italië en Nederland pleiten voor een analyse op basis van androstenon. Bovendien speelt mee dat Duitsland als belangrijkste afnemer van Nederlands varkensvlees, en tevens de grootste tegenstander van het mesten van beertjes, beertjeskarkassen op basis van androstenon wil selecteren. Claus (Duitsland) heeft een androstenon-analyse ontwikkeld. Deze methode is op laboratoriumschaal en bepaald de androstenonconcentratie in het vet. De Duitse overheid heeft de nieuwe Europese Richtlijn Vers Vlees (1-1-1993) op een eigen manier geïnterpreteerd. De Richtlijn Vers Vlees schrijft voor dat beertjeskarkassen lichter dan 80 kilogram karkasgewicht (mits vrij van afwijkende geur) met het normale varkensstempel worden gestempeld en vrij verhandelbaar zijn. Echter, Duitsland eist dat beertjeskarkassen (ongeacht het karkasgewicht) met een androstenonconcentratie hoger dan 0,50 mg per gram vet niet in Duitsland

mogen worden verhandeld. Ter bepaling van de androstenonconcentratie is alleen de 'methode Claus' geaccepteerd. Behalve de androstenonanalyse van Claus zijn er wellicht andere methoden denkbaar. Controle van de bijgeslachtsklieren is een mogelijkheid. Hoewel androstenon geen direct effect op de afmetingen van de bijgeslachtsklieren uitoefent, wordt bij het begin van de puberteit een parallelle toename van androstenon, androgenen en oestrogenen waargenomen (Claus, 1979). Omdat androgenen en oestrogenen wél de afmetingen van de bijgeslachtsklieren beïnvloeden, is het wellicht mogelijk om via de afmetingen van de bijgeslachtsklieren een indicatie omtrent het androstenonniveau te krijgen (Bonneau & Russeil, 1985). De lengte van de Cowperse klier blijkt de beste indicator ( $r = 0,46$  tot  $0,59$ ) voor het androstenniveau in het vet. Deze methode dient ter voorselectie: beertjeskarkassen met een bepaalde lengte van de Cowperse klier zijn qua androstenniveau verdacht en worden nader geanalyseerd. Bonneau & Russeil (1985) hebben in hun experiment beertjes (100 kilogram levend;  $n = 111$ ) op basis van de lengte van de Cowperse klier ingedeeld: kleiner dan 107 mm en groter dan 107 mm. De gemiddelde androstenonconcentratie van beide groepen is respectievelijk 0,31 en 0,91 µg per gram vet. In de eerste groep heeft 2% van de beertjes een androstenonconcentratie groter dan 1,0 µg per gram vet, terwijl dit in de tweede groep 32% is. De praktische en economisch haalbaarheid van deze methode is niet bekend. Bovendien is het de vraag of deze methode vol-

Tabel 8: Sensitiviteit en specificiteit (fictief voorbeeld)  
*Table 8: Sensitivity and specificity (fictive example)*

|               | Geurbeoordeling neus |               | Totaal |
|---------------|----------------------|---------------|--------|
|               | Stinkend             | Niet-stinkend |        |
| Test positief | 505 (A)              | 100 (B)       | 605    |
| Test negatief | 5 (C)                | 700 (D)       | 705    |
| Totaal        | 510                  | 800           | 1.310  |

Formules: Sensitiviteit:  $A / (A+C) = 99,02\%$   
Specificiteit:  $D / (B+D) = 87,50\%$

doende zekerheid biedt en/of geaccepteerd wordt door de afnemers.

Claus (Duitsland) bepaalt de androstenonconcentratie in het spek. Een andere optie is de speekselklier (Squires et al., 1991; Squires et al., 1993). De C19- $\Delta$ 16-steroidconcentratie, met androstenon als belangrijkste component, is in de speekselklier hoger dan in het vetweefsel. Dit maakt de speekselklier bruikbaar voor het aantonen van het C19- $\Delta$ 16-steroidniveau. De speekselklier is makkelijk te bemonsteren en de testmethode is relatief goedkoop en eenvoudig. De totale C19- $\Delta$ 16-concentratie in de speekselklier is hoog gecorreleerd ( $r=0,81$ ) met de geur die vrijkomt bij de 'hot-iron' test (soort kook- en braadproef). De C19- $\Delta$ 16-steroidconcentratie in de speekselklier is hoog gecorreleerd ( $r=0,83$ ) met de geurscore van een getraind panel. Booth et al. (1986) vermeldden een relatie tussen de C19- $\Delta$ 16-steroidconcentratie in de speekselklier en de androstenonconcentratie in het vetweefsel.

Een goede detectiemethode voldoet aan de volgende eisen:

- 1 acceptatie door de belangrijkste afnemers van varkensvlees;
- 2 hoge betrouwbaarheid;
- 3 snelle methode (slachtlijnsnelheid);
- 4 economisch haalbaar.

De eerste eis is een 'must'. Een grote investering is alleen door ruimere afzetmogelijkheden voor beertjesvlees terug te verdienen. De eerste en tweede eis zijn min of meer gerelateerd. Het meest ideale detectiesysteem selecteert alleen die beertjeskarkassen die daadwerkelijk stinken. Een meer reële optie is een systeem dat met een hoge mate van betrouwbaarheid zo min mogelijk karkassen uiselecteert. Dit is vereist om het systeem economisch rendabel te maken. De snelheid van de detectiemethode moet overeenkomen met de capaciteit van het aantal te testen monsters (slachtlijnsnelheid).

## 2.6 Factoren van invloed op de afwijkende geur

Om de kans op de afwijkende geur van beertjesvlees te beperken is het interessant om de factoren die van invloed zijn op de

androstenon- en skatolconcentratie in beeld te brengen. In Denemarken is het een en ander bekend over factoren die de skatolconcentratie kunnen beïnvloeden. De Denen hebben hiertoe een databank in het leven geroepen. Deze databank bevat gegevens van ongeveer 1.000 mestbedrijven die beertjes mesten. Met de grote hoeveelheid gegevens worden data-analyses uitgevoerd. Het nadeel van grote datasets is dat vele soorten bedrijven op één hoop worden geveegd. Interactie en verstrengeling van factoren is hierbij niet uitgesloten. Deze datasets kunnen prima als indicatie voor bepaalde verbanden dienen, doch het bewijzen van causale verbanden dient via speciaal daartoe opgezette proeven te geschieden.

Op het gebied van factoren die de androstenonconcentratie beïnvloeden is weinig fundamenteel en praktijkgericht onderzoek verricht. Een databank kan veel informatie opleveren over factoren die van invloed zijn op de androstenonconcentratie. De androstenonconcentratie is afhankelijk van genetische factoren die zowel de seksuele volwassenheid als de potentiële androstenonproductie beïnvloeden. Factoren zoals leeftijd en gewicht bij afleveren, voeding, seizoen, sociale omgeving (gemengd of gescheiden mesten van beertjes en zeugjes) en genotype zijn waarschijnlijk belangrijk door hun (in)directe effect op de seksuele ontwikkeling en daarmee op de androstenonconcentratie.

2.6.1 Factoren van invloed op androstenon  
De C19- $\Delta$ 16-steroidconcentratie neemt toe bij het ouder worden van de beertjes (§ 2.2). Deze toename van de C19- $\Delta$ 16-steroiden verhoogt de kans op een afwijkende geur. Het moment waarop de C19- $\Delta$ 16-steroidconcentratie toeneemt is variabel. Een belangrijke factor is het genotype van het varken, Bonneau (1982) beschrijft enkele studies waaruit blijkt dat Landras beren een hogere androstenonconcentratie hebben dan Large White of Yorkshire beren. Piétrains hebben een hoger androstenonniveau dan het Belgisch Landvarken. Een Duits onderzoek (Haus Düsse, 1993) laat zien dat beertjes ( $n = 58$ ) ontstaan uit de kruising Piétrain beer en Duits Landras zeug meer uitgeselecteerde karkassen hebben.

Ongeveer 55% van de beertjes komt boven de waarde van 0,50 µg androstenon. Van de beertjes uit de kruising Duits Edelschwein en Duits Landras (n = 61) heeft 39% een androstenonconcentratie groter dan 0,50 µg. Van de lichtere beertjes (95 in plaats van 115 kilogram) heeft 28% een androstenonconcentratie groter dan 0,50 µg. Xue & Dial (1994) vermelden in hun artikel een Canadees onderzoek waaruit blijkt dat Duroc beren een hogere androstenonconcentratie hebben dan Landras, Yorkshire en Hampshire beren. Willeke et al. (1993) vermelden dat via selectie een hoge en lage lijn voor androstenon te krijgen is. De genetische diversiteit verklaart niet alle variatie binnen de rassen en/of kruisingen. Milieufactoren zijn waarschijnlijk van invloed op de variatie binnen het ras en/of de kruising. Er is weinig wetenschappelijk en praktijkgericht onderzoek verricht naar factoren die van invloed zijn op de androstenonconcentratie. Duidelijk is dat de androstenonconcentratie en daarmee de kans op een afwijkende geur toeneemt zodra beertjes ouder en/of zwaarder worden. Interessant is of leeftijd, gewicht of de combinatie van beide de oorzaak is voor de toenemende androstenonconcentratie. Studies uit het eind van de jaren '70 en begin jaren '80 (beschreven in Bonneau, 1982) tonen aan dat de androstenonconcentratie vanaf dag 100 tot 170 geleidelijk toeneemt. Tussen dag 170 en 200 neemt zowel de androstenon- als de testosteronconcentratie sterk toe. De fysiologische achtergrond van dit fenomeen zijn niet opgehelderd. Bij zeugjes blijkt dat een bepaald gewicht vereist is om op een bepaalde leef-

tijd (genetisch bepaald) in oestrus te komen. Wellicht dat bij beertjes een soortgelijk mechanisme ten grondslag ligt aan de toename van de androstenon- en testosteronconcentratie en daarmee aan de verhoogde kans op een afwijkende geur. Een eerste mogelijke optie is het gewicht in relatie tot de leeftijd. Het gewicht is daarbij een afspiegeling van de conditie van het dier (bijvoorbeeld vetheid, vet-vleesverhouding, hormoonpatronen). Een tweede optie is de ratio tussen androstenon en testosteron. Uit een review van Bonneau (1982) blijkt dat bij volwassen beren de C19- $\Delta$ 16-steroid hormoon synthese hoger is dan de geslachtshormoon synthese (oestrogenen en androgenen). Bij jonge beertjes komt de androstenonproductie niet boven de testosteronproductie. De ratio androstenon-testosteron lijkt te veranderen met een toenemende leeftijd. Seizoensinvloeden kunnen wellicht ook de androstenonconcentratie beïnvloeden. De seizoensinvloed bestaat uit licht en temperatuur. Deze twee factoren zijn deels met elkaar in samenhang. Uit het hormoonpatroon van een mannelijk everzwijn blijkt dat zodra de dagen korter worden en/of de temperatuur afneemt de androstenonconcentratie toeneemt (Claus, 1993). Het verschijnsel van de verhoogde androstenonconcentratie in de wintermaanden wordt wellicht veroorzaakt door een seizoensgebonden verschuiving van hormoonpatronen. Het gescheiden mesten van beertjes en zeugjes heeft een lagere androstenonconcentratie bij de beertjes tot gevolg (beschreven in Bonneau, 1982 en Brooks & Pearson, 1986). Een mogelijke oorzaak is het achter-

Tabel 9: Het effect van brijvoeding en droogvoeding op de skatolconcentratie van beertjes geslacht op 95 kilogram.

Table 9: Effect of wet feeding and dry feeding at skatole concentration of entire males slaughtered at 95 kilogram.

|                      | Brijvoeding |        | Droogvoeding |        |
|----------------------|-------------|--------|--------------|--------|
|                      | Beperkt     | Ad lib | Beperkt      | Ad lib |
| Aantal beertjes      | 3.699       | 3.938  | 1.267        | 1.237  |
| Skatol µg/g vet      | 0,09        | 0,09   | 0,08         | 0,08   |
| Uitsorteerpercentage | 07,         | 08,    | 22,          | 30,    |

(Bron: Kjeldsen, 1993)



wege blijven van seksuele prikkelingen van het mannelijk varken. Het seksueel prikkelen van het mannelijk varken heeft een toename van de androstenon-,  $3\alpha$ -androstenol- en  $3\beta$ -androstenolconcentratie in de speekselklieren tot gevolg (Brooks & Pearson, 1986).

### 2.6.2 Factoren van invloed op skatol

Uit Deense onderzoeken is het een en ander bekend over factoren die de skatolconcentratie in het vetweefsel beïnvloeden. In deze paragraaf wordt een beknopt overzicht van de verschillende invloedsfactoren gegeven.

De factoren zijn in vier klassen in te delen:

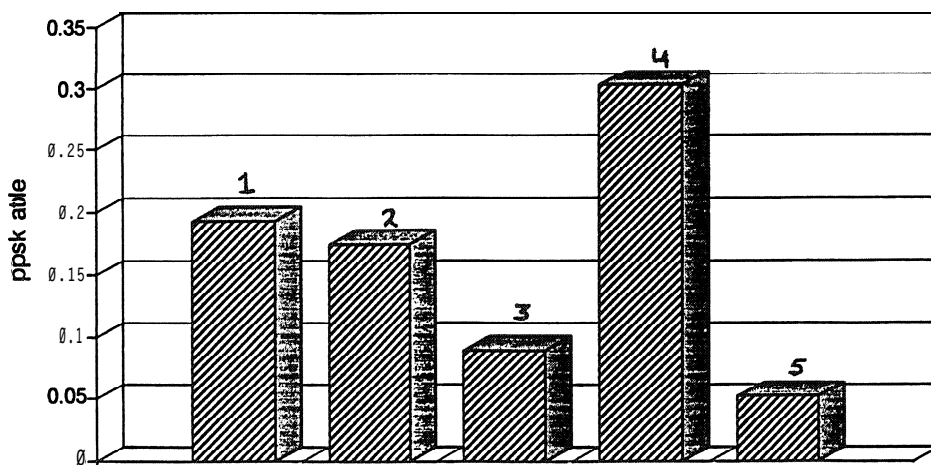
- 1 voeding (voermethode, hoeveelheid, samenstelling);
- 2 staluitvoering (klimaat, vloeruitvoering, hokbezetting);
- 3 gezondheid;
- 4 seizoen (licht, temperatuur).

De voeding is een belangrijke invloedsfactor op de skatolconcentratie. Het voereffect is tweeledig. Enerzijds heeft het invloed op de microbiële activiteit in de dikke darm en anderzijds beïnvloedt het voer de substraatbeschikbaarheid (met name tryptofaan) in de dikke darm.

Een onderzoek beschreven door Kjeldsen (1993) toont geen significante verschillen tus-

sen de skatolconcentratie van beertjes gevoerd met brijvoer of droogvoer (tabel 9). Het percentage uitgesorteerde beertjes (meer dan  $0,25 \mu\text{g}$  skatol) is bij droogvoeding iets hoger dan bij brijvoeding. Dit betekent niet dat droogvoeding per definitie aanleiding geeft tot een hoger percentage uitsorteringen en/of een hogere skatolconcentratie. Het Deense onderzoek is over het algemeen moeilijk te interpreteren. De voersamenstelling van het brij- en droogvoer wordt niet vermeld in het artikel. Omdat brijvoer vaak uit andere voercomponenten bestaat dan droogvoer is een verstrengeling tussen voermethode en voersamenstelling mogelijk. Veel Deense varkenshouders mengen hun voer zelf en maken gebruik van eigen granen.

Het onderzoek naar het effect van verschillende grondstoffen in het voer op de skatolconcentratie biedt perspectief om de skatolconcentratie te verlagen. Jensen & Jensen (1993) vergelijken vijf voeders (figuur 7). Het verlagende effect van suikerbietenpulp op de skatolconcentratie wordt toegeschreven aan de makkelijk fermenteerbare vezels (pectine) in dit produkt. Indien de bacteriën in de dikke darm de beschikking hebben over een energierijke bron als pectine zullen ze geen energie-armere bronnen als eiwit en aminozuren afbreken. Het uiteindelijke gevolg is een lagere skatolconcentratie.



Figuur 7: Skatolconcentratie gemeten in het rugspek van beertjes (Jensen & Jensen, 1993). (1 = controle; 2 = tarwezemelen; 3 = bietenpulp; 4 = sojaolie; 5 = caseïne).

Figure 7: Concentration of skatole in back fat of male pigs (Jensen & Jensen, 1993). (1 = control; 2 = wheat bran; 3 = beet pulp; 4 = soya oil; 5 = casein).

Het verlagende effect van caseïne komt door de hoge verteerbaarheid van dit voer in de dunne darm. De hoeveelheid eiwit dat de dikke darm bereikt is daardoor minimaal, resulterend in een lagere skatolconcentratie. Voeronthouding minimaal 12 uur voor het afleveren van de slachtvarkens naar het slachthuis heeft een verlagend effect op de skatolconcentratie (Kjeldsen, 1993). Toevoeging van groeibevorderaars en koper kan een positief effect hebben op de skatolconcentratie. Deze stoffen beïnvloeden waarschijnlijk de samenstelling en/of de hoeveelheid microflora in de dikke darm. De invloed van groei bevorderaars en/of koper op de skatolconcentratie is sterk afhankelijk van de gezondheidsstatus van de varkens. De toevoeging van koper is in Nederland aan een maximum gebonden en zal daarmee weinig perspectief bieden om de skatolconcentratie te verlagen. Wat de staluitvoering betreft kan worden vermeld dat goede ventilatie en schone hokken een verlagend effect op de skatolconcentratie hebben. Het seizoen heeft ook een duidelijke invloed op de skatolconcentratie. In de zomermaanden wordt een hogere skatolconcentratie waargenomen. De curve van de skatolconcentratie loopt simultaan met de temperatuur- en lichtcurve. De correlatie tussen skatol en temperatuur is 0,32 (Mortensen & Verwohlt, 1991). De oorzaak voor de seizoensgebonden fluctuaties van de skatolconcentratie is niet bekend. Wellicht dat verschuivingen in bepaalde hormoonpatronen hiermee te maken hebben. Opvallend is dat skatol in de zomermaanden hoog is en androstenon juist in de wintermaanden. Ook het genotype van het varken heeft invloed op de skatolconcentratie. Uit een onderzoek beschreven door Udesen & Sloth (1992) blijkt dat het Deens landras in vergelijking tot de Yorkshire een significant hogere skatolconcentratie heeft (0,15 µg versus 0,10 µg;  $P < 0,05$ ). Dit kan een indicatie zijn voor het feit dat er, in tegenstelling tot de algemene opvatting, toch een genetische component aanwezig is die skatol beïnvloedt. In § 2.3.2 is beschreven dat de skatolconcentratie beïnvloedt kan worden door enerzijds de opname van skatol vanuit de dikke darm en anderzijds de 'clearance rate' van skatol. Deze twee factoren zijn wel-

licht verschillend tussen de diverse rassen en/of kruisingen.

## 2.7 Voordelen beertjes

Het mesten van beertjes levert in vergelijking tot het mesten van borgjes enkele belangrijke voordelen op. In deze paragraaf worden de belangrijkste voordelen beschreven.

### 2.7.1 Karkas- en vleeskwiteit

In Nederland wordt de karkaskwaliteit op basis van mager vleespercentage en type uitbetaald. Het gemiddelde mager vleespercentage van beertjes is beduidend hoger dan van borgjes.

Door de verschillende proefomstandigheden wordt het vergelijken van de diverse studies bemoeilijkt. Met name het voersysteem (ad lib, beperkt) heeft een grote invloed op het mager vleespercentage. Het verschil in mager vleespercentage tussen beertjes en borgjes neemt bijvoorbeeld toe indien de borgen onbeperkt worden gevoerd. Over het algemeen is het verschil in mager vleespercentage tussen beertjes en borgjes in ieder geval 2,5 à 3%. Dit verschil is op basis van de HGP-apparatuur (slachterij). Het volledig uitsnijden van karkassen geeft een sexe-verschil van zo'n 5 à 6% mager vlees (IVO uitsnijproef 1986; mondelinge mededeling P. Walstra). Ook uit een onderzoek van Dobrowolski et al. (1993) blijkt dat beertjes gemiddeld 5 à 6 procent meer mager vlees hebben dan borgjes. De HGP-apparatuur in de slachterijen onderschat het mager vleespercentage van beertjes met 2 à 3%. Dit heeft te maken met het feit dat de HGP-classificatieformule op borgjes en zeugjes is gebaseerd. Ook de verdeling van het mager vlees over het karkas kan van invloed zijn. Beertjes hebben meer mager vlees in het schouder- en hamgedeelte en minder in het karbonadegedeelte (Dobrowolski et al., 1993).

In Nederland worden vleesvarkens ook uitbetaald op basis van het type (bespiering). Uit Nederlandse slachterijgegevens blijkt dat beertjes meer type AA en minder type B klassificeren dan borgjes. Omdat slachterijen de sexe aan de slachtlijn niet intoetsen is het verschil in typebeoordeling tussen de sexes moeilijk te achterhalen. Volgens Bens

(1993) scoren beertjes 6% meer type AA en 16% minder type B dan de borgjes. Studies naar de eventuele verschillen in vleeskwaliteitskenmerken als pH, de kleur en het dripverlies van het karkas en/of de onderdelen van beertjes en borgjes zijn nauwelijks voorhanden. Hoppenbrock (1994) vermeldt dat de pH-waarde (pH 1) tussen beertjes en borgjes niet verschilt (ondanks dat beertjes 2,5% à 3,5% meer mager vlees classificeren).

2.7.2 Milieu

De Nederlandse aanpak van het mest- dan- wel mineralenoverschot noodzaakt de var- kenshouderij tot een efficiënte aanwending van mineralen om hiermee de uitstoot naar het milieu te minimaliseren. In de nabije toe- komst zal het belang van het milieu en daar- mee de druk van de overheid op een effi- ciënte varkenshouderij verder toenemen.

Diverse onderzoeken (tabel 10) tonen aan dat beertjes een betere voederconversie hebben dan borgjes. De voederconversie van beertjes is gemiddeld 0,2 tot 0,4 eenhe- den gunstiger dan die van borgjes. Omdat borgjes naar verhouding meer vet dan vlees aanzetten neemt het sexe-verschil toe indien de voederconversie als 'het aantal benodigde kilogrammen voer per kilogram vlees' wordt uitgedrukt.

Het voordeel van beertjes ten aanzien van de mineralenuitstoot naar het milieu is twee- ledig. Ten eerste benutten beertjes per kilo- gram voer meer stikstof en fosfaat dan borgjes. Ten tweede nemen beertjes minder voer op dan borgjes. Kempster (1993) geeft voor de voeropname van de beertjes een index van 91 ± 5 (borgje = 100). De bespa- ring op de mineralenuitstoot is: stikstof 7 à 8% en fosfaat meer dan 5% (Vermeer et al., 1992). Daarnaast produceren beertjes min- der mestvolume (10%), wat een besparing op de afzetkosten van overtollige mest bete- kent Het belang van de mest- en minera- lenuitstoot zal in de toekomst toenemen.

2.7.3 Gezondheid

De gezondheid van vleesvarkens gaat een steeds belangrijkere rol spelen. Een vermin- derde gezondheid gaat vaak gepaard met een toename van het medicijngebruik, een verminderde groei en een hogere voeder- conversie. Naast de financiële consequen- ties voor de varkenshouder kan de vermin- derde gezondheid ook een negatieve invloed- hebben op het imago van varkens- vlees. De hedendaagse consument wenst een 'natuurlijk' stukje vlees: het vlees moet veilig zijn en dus geen toevoegingen (medi- cijnresten) bevatten. Een reducering van het medicijngebruik komt het imago van var- kensvlees ten goede.

Tabel 10: Voederconversie van ad lib gevoerde beertjes en borgjes. Resultaten afkomstig van diverse studies (VC = voederconversie).  
*Table 10: Feed conversion of entire males and castrates. Ad lib feeding. Results from dif- ferent experiments (VC = feed conversion).*

| Auteur                                 | Sexe | v c  | Aflever- gewicht | Aantal dieren |
|----------------------------------------|------|------|------------------|---------------|
| Walstra et al. 1977                    | beer | 3,06 | 100              | 80            |
|                                        | borg | 3,55 | 100              | 80            |
| Van der Peet-Schwering & Swinkels 1987 | beer | 2,51 | 108              | 128           |
|                                        | borg | 2,75 | 108              | 127           |
| Plagge 1988                            | beer | 2,65 | 105              | 205           |
|                                        | borg | 2,90 | 105              | 207           |
| Dobrowolski et al. 1993                | beer | 2,39 | 95               | 44            |
|                                        | borg | 2,77 | 95               | 45            |
|                                        | beer | 2,55 | 115              | 45            |
|                                        | borg | 2,94 | 115              | 40            |

Hoewel niet veel onderzoek naar het effect van de sexe op de gezondheid voorhanden is, hebben borgjes meer gezondheidsproblemen dan beertjes en zeugjes, Tielen (1974) toont aan dat borgjes bij het long- leveronderzoek significant meer longaandoeningen scoren dan beertjes. De Kruijf & Welling (1988) vermelden dat borgjes meer slachtafwijkingen scoren dan zeugjes en beertjes (tabel 11). Uit het onderzoek van De Kruijf & Welling blijkt tevens dat het percentage borgjes met poot- en staatafwijkingen significant hoger is dan bij zeugjes. Qua slachtbevindingen stellen De Kruijf & Welling beertjes op een vergelijkbaar niveau als zeugjes. Van der Peet-Schwering & Swinkels (1987) vermelden dat borgjes significant meer pleuritis hebben dan beertjes (8,0% versus 1,8%;  $n = 112$  borgjes en  $n = 112$  beertjes;  $P < 0,05$ ). De diverse onderzoeksresultaten geven aan dat het castreren een negatieve invloed op de gezondheidsstatus uitoefent.

De financiële gevolgen van slachtbevindingen zijn aanzienlijk. In het kader van het IKB-project (Proefproject IKB Vleesvarkens, 1990) is berekend dat slachtbevindingen een schadepost van f 4,- per geslacht varken geven, op te splitsen in f 2,50 voor de mester en f 1,50 voor het slachthuis. Pleuritis, longontsteking en staart-, oor- en pootontstekingen zijn de belangrijkste schadeposten. Op basis van de hierboven beschreven onderzoeksresultaten mag verondersteld worden dat het mesten van borgjes in vergelijking tot het mesten van beertjes hogere gezondheidskosten geeft.

#### 2.7.4 Welzijn

De Nederlandse consument raakt steeds meer betrokken bij het welzijn van landbouwhuisdieren, en in het bijzonder het welzijn van varkens. Een marktanalyse (1990-1991) uitgevoerd door het Voorlichtingsbureau Vlees en het Produktschap Vee en Vlees geeft aan dat de consument de productie van varkensvlees als dierenvriendelijk ervaart. Het achterwege laten van de castratie levert een positieve bijdrage aan het welzijn van het mannelijk varken. In Nederland kan dit bijdragen aan een verbetering van het imago van varkensvlees. Het imago van varkensvlees is afhankelijk van sensorische kwaliteit (malseheid, smaak, geur), gezondheid, natuurlijke productie en gebruiksgemak. Minder sterke punten (volgens de consument) van varkensvlees zijn: vet en ongezond, bevat hormonen en een niet-diervriendelijke productie. Het mesten van beertjes in plaats van borgjes kan een positieve bijdrage leveren aan de hierboven vermelde punten.

#### 2.7.5 Arbeid

Het achterwege laten van het castreren betekent voor de varkenshouder tijdsbesparing. Per toom is de besparing 5 à 10 minuten Walstra & Vermeer (1993) vermelden een besparing op de arbeidskosten van f 5,- tot f 10,- per toom.

### 2.8 Saldoberekeningen

In de literatuur worden enkele saldoberekeningen voor het mesten van beertjes en borgjes beschreven. De uitgangspunten

Tabel 11: Het voorkomen van pneumonie, chronische pleuritis en chronische pericarditis bij zeugjes ( $n = 395$ ), borgjes ( $n = 425$ ) en beertjes ( $n = 348$ ).

Table 11: The incidence of pneumonia, chronic pleuritis and chronic pericarditis by gilts ( $n = 395$ ), castrates ( $n = 425$ ) and entire males ( $n = 348$ ).

|                                   | aantal | % borgje     | % beertje    | % zeugje     |
|-----------------------------------|--------|--------------|--------------|--------------|
| pneumonie en chronische pleurites | 389    | 46%<br>(178) | 26%<br>(100) | 28%<br>(111) |
| chronische pericarditis           | 59     | 54%<br>(32)  | 25%<br>(12)  | 25%<br>(15)  |

(Bron: De Kruijf & Welling, 1988)

voor de saldoberekeningen zijn verschillend waardoor vergelijking van de resultaten wordt bemoeilijkt. De technische resultaten en het uitbetalingssysteem hebben een grote invloed op het uiteindelijke saldo. Van der Peet-Schwering & Swinkels (1987) berekenen een extra saldo voordeel van f 57,81 per plaats per jaar. Per afgeleverd beertje is dit een extra saldo voordeel van f 18. Het extra saldo voordeel is exclusief de COV-berenkorting en specifieke COV-gewichtskortingentabel voor beertjes. Plagge (1988) berekent een extra saldo voordeel van f 52,54 per plaats per jaar. Per afgeleverd beertje is dit een extra saldo voordeel van f 17. Het extra saldo voordeel is exclusief de COV-berenkorting en specifieke COV-gewichtskortingentabel voor beertjes. Nederlandse slachterijen beperken het aanbod van beertjes door het instellen van berenkorting, specifieke gewichtskortingentabel voor beertjes en/of het afsluiten van contracten voor een zeer beperkt aantal dieren. Vermeer et al. (1992) houden rekening met de berenkorting (f 17,50) en de COV-gewichtskorting voor beertjes. De specifieke gewichtskorting voor beertjes leidt tot een gemiddeld slachtgewicht dat 4 kilogram lager is dan het gemiddeld slachtgewicht van de borgjes en zeugjes. Uiteindelijk is het saldo van het mesten van beertjes en zeugjes -f 12 per dierplaats ten opzichte van het mesten van borgjes en zeugjes.

Op basis van de resultaten van een uitgebreide Duitse studie maken Dobrowolski et al. (1993) een saldoberekening. In het onderzoek zijn lichte (95 kilogram levend) en zware (115 kilogram levend) beertjes vergeleken met lichte en zware borgjes. De uitgangspunten voor deze saldoberekening zijn:

- technische resultaten uit proef;
- Duitse uitbetalingssysteem, basisprijs 3,14 DM/kg slachtgewicht;
- kosten androstenonanalyse 15 DM per beertje;
- kosten uitselcteren beertjes 5 DM per beertje;
- afwaarderen karkassen met  $>0,50 \mu\text{g}$  androstenon 60 pf/kg slachtgewicht;
- lichte beertjes (76,9 kg geslacht): 21%  $>0,50 \mu\text{g}$  androstenon;

- zware beertjes (91,3 kg geslacht): 49%  $>0,50 \mu\text{g}$  androstenon.

Gegeven de uitgangspunten in de saldoberekening is het saldo per afgeleverd licht en zwaar beertje respectievelijk -10,70 DM en -17,20 DM. Echter, in deze berekening is een kostenpost van 20 DM per beertje opgenomen (analyse androstenon, uitsorteren karkassen). Daarnaast is de waardevermindering van uitgeselecteerde karkassen ook in de berekening opgenomen. Worden deze twee kostenposten weggelaten dan bedraagt het extra saldo voordeel voor de lichte en zware beertjes respectievelijk +19 DM en +30 DM per beertje. Deze bedragen geven aan wat de kostprijsverlaging bij het mesten van beertjes is. Indien Duitsland massaal beertjes zou gaan mesten dan is per jaar een kostprijsverlaging van 600 miljoen DM mogelijk (40 miljoen vleesvarkens waarvan 50% beertje à 30 DM). Het massaal mesten van beertjes zal met een detectiemethode gepaard gaan. Deze methode kost veel geld. Indien de detectiemethode massaal wordt gebruikt, gaan we uit van de volgende aannames:

- analysekosten androstenon: 6 DM per beertje;
- afwaardering uitgeselecteerde karkassen: 60 pf per kilogram slachtgewicht;
- mesten van zware beertjes (115 kg levend, 90 kilogram geslacht);
- door beïnvloeden van bedrijfsfactoren (raskeuze, voeding enz.) wordt het percentage beertjes met  $>0,50 \mu\text{g}$  androstenon verlaagd tot 35%.

Gegeven de bovenstaande (reële) aannames bedragen de kosten 25 DM per afgeleverd beertje. De kostprijsverlaging is 30 DM per afgeleverd beertje, zodat voor de producent een positief verschil van 5 DM per afgeleverd beertje overblijft.

De berekeningen laten weliswaar een aanzienlijk extra saldo voordeel zien, maar het mesten van beertjes dient vooralsnog krachtig te worden ontmoedigd. Vooralsnog is er géén afzetmarkt voor beertjesvlees en de primaire sector dient zich dit terdege te beseffen.

### 3 DISCUSSIE EN CONCLUSIES

#### DISCUSSION AND CONCLUSIONS

##### 3.1 Oorzaken afwijkende geur beertjesvlees

Androstenon en skatol worden als de belangrijkste veroorzakers voor de verhoogde kans op een afwijkende geur van beertjesvlees beschouwd. Androstenon wordt door de testikel geproduceerd en is daarmee sexe-specifiek. Skatol is een afbraakprodukt van het aminozuur tryptofaan en ontstaat in de dikke darm. Skatol is niet sexe-specifiek, maar door onbekende factoren is de skatolconcentratie bij beertjes hoger dan bij borgjes en zeugjes.

Uit Deens onderzoek blijkt dat de correlatie tussen de skatolconcentratie en de geurbeoordeling van beertjesvlees  $r = 0,70$  bedraagt. De correlatie tussen de androstenonconcentratie en de geurbeoordeling van beertjesvlees bedraagt  $r = 0,60$ . Bij de Deense slachtgewichten (75 kilogram) is skatol de belangrijkste veroorzaker van de verhoogde kans op een afwijkende geur van beertjesvlees. De slachtgewichten in Denemarken zijn vrij laag en daarmee bestaat de kans dat een groot deel van de beertjes nog niet in puberteit is. Bij hogere slachtgewichten (85 tot 95 kilogram) speelt androstenon een belangrijkere rol dan skatol (Le Denmat et al., 1993). Bij hogere slachtgewichten is de puberteit al ingetreden en daarmee een bepaalde mate van seksuele volwassenheid bereikt. De testikel produceert geslachtshormonen en de kans op een afwijkende geur van het beertjesvlees neemt toe. Concluderend kan worden gesteld dat bij lichte (tot 80 kilogram) slachtgewichten skatol de belangrijkste geurcomponent is en bij hogere (vanaf 80 kilogram) slachtgewichten het belang van androstenon sterk toeneemt. Gegeven de Nederlandse omstandigheden (85 kilogram slachtgewicht) en het belang van exportmarkten als Duitsland, Italië en Frankrijk (met hoge slachtgewichten) heeft selectie op basis van androstenon de voorkeur.

##### 3.2 Voorkomen afwijkende geur beertjesvlees

Er zijn ruwweg drie methoden om de verhoogde kans op een afwijkende geur bij beertjesvlees te voorkomen: 1) castratie, 2) immunisatie en 3) detectie.

###### Castratie

Castratie van beerbiggen is vooralsnog de meest toegepaste en zekere methode. Met het castreren van de beerbiggen gaan nogal wat voordelen verloren:

- 1 betere voederconversie (0,2 à 0,4 eenheden);
- 2 hoger mager vleespercentage:
  - \* HGP-prikpistool: 2,5 à 3%
  - \* Uitsnijproeven : 5 à 6%;
- 3 betere typebeoordeling (+6% AA en -16% B);
- 4 minder slachtbevindingen;
- 5 verminderde mestproductie (10%);
- 6 verminderde mineralenuitstoot ( $\geq 5\%$  P en 7 à 8% N);
- 7 beter welzijn;
- 8 arbeidsbesparing.

Ook de vleesverwerkende sector heeft, uitgezonderd de minimale afzetmogelijkheden, voordelen bij vlees van beertjes. Het uitsnijden van beertjeskarkassen geeft meer courante onderdelen (ham, schouder, middel) die bovendien van een betere kwaliteit zijn. In totaliteit (primaire sector + vleesverwerkende sector) is in Nederland een jaarlijks voordeel van minimaal 300 miljoen gulden te behalen (Scholten et al., 1994). Dit bedrag is exclusief de kosten voor detectie en afwaardering van beertjeskarkassen met een verhoogde kans op een afwijkende geur.

Omdat er momenteel absoluut géén afzetmarkt voor beertjesvlees is, moet het voordeel van beertjes mesten door bepaalde maatregelen in een nadeel worden omgezet. In Nederland wordt door de COV-bereenkorting en de specifieke COV-gewichtskortingentabel het voordeel van het mesten van beertjes in een negatief saldo

omgezet. Het aantal afgemeste beertjes wordt zodoende geminimaliseerd. Vanuit economisch oogpunt is het castreren van beerbiggen weliswaar ongewenst, maar vanuit afzettechnisch oogpunt is het castreren van beerbiggen vooralsnog noodzakelijk.

Immunisatie

Het gebruik van immunisatietechnieken om de productie van mannelijke geslachtshormonen te reduceren lijkt goede resultaten te geven. Het aantal beertjes met een geurstofconcentratie boven een verantwoorde grenswaarde (bijvoorbeeld 0,50 µg androstenon) wordt met immunisatie geminimaliseerd. De technische resultaten van geïmmuniseerde en niet-geïmmuniseerde beertjes zijn over het algemeen niet significant verschillend. Het belangrijkste nadeel van de immunisatie-hnieken is het toedienen van eiwithormonen enkele weken voor het slachten. Het gebruik van hormonen in de vleesproductie is vanuit de consumentgedachte niet aan te bevelen. De uitvoerige (media)discussies over het gebruik van hormonen (bijvoorbeeld PST en BST) en de angst en/of onwetenschap over hormonen bij de consument lijken bijvoorbeeld het gebruik van immunisatie-hnieken uit te sluiten.

Detectie

Detectie van beertjeskarkassen met een verhoogde kans op een afwijkende geur is een optie om de voordelen van beertjes te benutten. Twee vragen zijn daarbij belangrijk: 1) welke geurstof wordt getest en 2) welke grenswaarde wordt gehanteerd? Gegeven de sexe-specificiteit van androstenon én het belang van androstenon bij hoge-

re slachtgewichten is een detectiemethode op basis van androstenon te prefereren. De hoogte van de grenswaarde is erg belangrijk. Immers deze grenswaarde bepaald welk percentage beertjeskarkassen wordt uitgeselecteerd en niet in het vers-vleescircuit mag worden afgezet. Bij een grenswaarde van 0,50 µg androstenon per gram vet varieert het percentage uit te selecteren beertjeskarkassen van 21% tot 52% (tabel 12). Indien een grenswaarde van 1,00 µg androstenon per gram wordt gehanteerd, dan wordt het percentage uit te selecteren beertjeskarkassen met 40 à 50% gereduceerd (relatief).

Uit het project “Mogelijkheden tot productie van vleesbeertjes en afzet van vlees en vleesprodukten hiervan” (Scholten et al., 1994) blijkt dat bij een saldo van f 20,- per beertje zo'n 30% van de beertjeskarkassen mag worden uitgeselecteerd om een detectiemethode economisch aantrekkelijk te houden. De uitgangspunten zijn: waardevermindering uitgeselecteerde karkassen met 60 cent per kilogram, analysekosten f 5,- per beertje en 85 kg slachtgewicht. Een percentage van zo'n 30% beertjes met een androstenonconcentratie groter dan 0,50 µg per gram vet lijkt haalbaar (zie tabel 12). De androstenonconcentratie tussen beertjes varieert enorm, zodat geconcludeerd mag worden dat er factoren zijn die de androstenonconcentratie beïnvloeden. Daarbij is te denken aan leeftijd en gewicht bij slachten, seizoen, voeding en genotype.

Eindconclusie

Het achterwege laten van het castreren geeft alleen al in Nederland een extra saldo-

Tabel 12: Percentage karkassen boven 0,50 µg androstenon per gram vet.  
Table 12: Percentage carcasses with more than 0.50 µg androstenone per gram fat.

| Auteur en jaartal       | % beertjes met androstenon >0,5µg |
|-------------------------|-----------------------------------|
| Le Denmat et al. 1993   | 22% <sup>1</sup>                  |
| Dobrowolski et al. 1993 | 21% <sup>2</sup>                  |
| Haus Düsse 1993         | 28% <sup>2</sup>                  |
| Dobrowolski et al. 1993 | 49% <sup>3</sup>                  |
| Haus Düsse 1993         | 52% <sup>3</sup>                  |

<sup>1</sup> Levend gewicht: groepen van 90 kg en 105 kg. Geen significant verschil tussen beide groepen.  
<sup>2</sup> Levend gewicht: 95 kg  
<sup>3</sup> Levend gewicht: 115 kg

voordeel van minimaal 300 miljoen gulden op jaarbasis (exclusief de kosten voor detectie en afwaardering van beertjeskassen met een verhoogde kans op een afwijkende geur). Dit saldovoordeel dient een stimulans te zijn om het probleem beregeur uit de wereld te helpen. Steeds meer landen zijn druk doende de mogelijkheden van het mesten van beertjes te onderzoeken

De sexe-specificiteit van androstenon, de hoogte van het gemiddeld slachtgewicht bij enkele belangrijke afnemers van Nederlands varkensvlees (Duitsland, Italië en Frankrijk) en de huidige eis van Duitsland om beertjesvlees op androstenon te testen maken een detectiemethode op basis van androstenon wenselijk. Uit kleinschalige onderzoeken blijkt dat het percentage beertjes met meer dan  $0,50\text{ }\mu\text{g}$  androstenon in enkele gevallen varieert van 20% tot 52%.

De grote variatie in de androstenonconcentratie van beertjes maakt onderzoek naar invloedsfactoren interessant. De androstenonconcentratie is wellicht te verlagen en daarmee wordt de economische haalbaarheid van een detectiemethode vergroot. Wetenschappelijk en praktijkgericht onderzoek naar mogelijke invloedsfactoren op de androstenonconcentratie is noodzakelijk om in de toekomst massaal beertjes te kunnen mesten.

*Vooralsnog moet de Nederlandse slachterijsector het mesten van beertjes krachtig blijven ontmoedigen. De Nederlandse exportbelangen en de heftige concurrentie op de interne EU-markt maken het noodzakelijk om varkensvlees te produceren dat voldoet aan de eisen van de afnemers. Beertjesvlees past niet in het eisenpakket van de belangrijkste afnemers en het mesten van beertjes moet sterk worden afgeraden.*



# LITERATUUR LITERATURE

Agergaard, N. and A. Laue. *Absorption from the gastrointestinal tract and liver turnover of skatole*. In: Measurement and Prevention of Boar Taint in Entire Male Pigs, Edited by M. Bonneau, p. 107-112, 1993.

Andresen, O., T. Froystein, M. Rodbotten, H.P. Mortensen, O. Eik-Nes and P. Lea. *Sensoric evaluation of boar meat with different levels of androstenone and skatole*. In: Measurement and Prevention of Boar Taint in Entire Male Pigs, Edited by M. Bonneau, p. 69-74, 1993.

Bejerholm, C. and P. Barton Gade. The relationship between skatole/androstenone and odour/flavour of meat from entire male pigs. In: Measurement and Prevention of Boar Taint in Entire Male Pigs, Edited by M. Bonneau, p. 75-80, 1993.

Armstrong, H. *Test to track boar taint - End of castration in sight in Denmark*. Pigs May/June, p. 14-16, 1993.

Bens, P. *Basismateriaal voor vergelijken beren mesten met borgen mesten*. Interne notitie Informatie en Kennis Centrum - afdeling Varkenshouderij, 18 mei 1993.

Bonneau, M. *Compounds responsible for boar taint, with special emphasis on androstenone: a review*. Livestock Production Science, Vol. 9, p. 687-705, 1982.

Bonneau, M. *Effects of different compounds on boar taint*, 44<sup>th</sup> Annual Meeting of the E.A.A.P., 16-19 August, Aarhus, Denmark, 1993.

Bonneau, M. and P. Russeil. *The size of cowper's (bulbo-urethral) glands as an estimate of boar taint on the slaughter line*. Livestock Production Science, Vol. 13, p. 169-178, 1985.

Bonneau, M., M. Le Denmat, J.C. Vaudelet, JR. Veloso Nunes, A.B. Mortensen and H.P. Mortensen. *Contributions of fat androstenone and skatole to boar taint: I. Sensory attributes of fat and pork meat*. Livestock Production Science, Vol. 32, p. 63-80, 1992a.

Bonneau, M., M. Le Denmat, J.C. Vaudelet, JR. Veloso Nunes, A.B. Mortensen and H.P. Mortensen. *Contributions of fat androstenone and skatole to boar taint: II. Eating quality of cooked hams*. Livestock Production Science, Vol. 32, p. 81-88, 1992b.

Bonneau, M., W.J. Meadus and E.J. Squires. *Effects of exogenous porcine somatotropin on performance, testicular steroid production and fat levels of boar-taint-related compounds in young boars*. Canadian Journal of Animal Science, Vol. 72, p. 537-545, 1992c.

Booth, W.D. *Testicular steroids and boar taint*. Control of Pig Reproduction, Editors: D.J.A. Cole & G.R. Foxcroft, p. 25-48, 1982.

Booth, W.D., E.D. Williamson and R.L.S. Patterson. *16-androstenone steroids in the sub-maxillary salivary gland of the boar in relation to measures of boar taint in carcasses*. Animal Production, Vol. 42, p. 145-152, 1986.

Brooks, R.I. and A.M. Pearson. *Steroid hormone pathways in the pig, with special emphasis on boar odor: a review*. Journal of Animal Science, Vol. 62, p. 632-645, 1986.

Claus, R. *Messung des Ebergeruchsstoffes im Fett von Schweinen mittels eines Radioimmuntests. 2. Mitteilung: Zeitlicher Verlauf des Geruchsdepotabbaues nach der Kastration*. Zeitschrift für Tierzüchtliche Züchtungsbiologie, Vol. 93, p. 38-47, 1976.

Claus, R. *Pheromone bei Säugetieren unter besonderer Berücksichtigung des Ebergeruchsstoffes und seiner Beziehung zu anderen Hodensteroiden*. Bijlage Zeitschrift Tierphysiol. Tierernährg. Futtermittelkde., Vol. 10, p. 1-136, Paul Parey, Hamburg-Berlin, 1979.

Claus, R. Ebermast - Eine Wertung aus physiologischer Sicht. VET 10-91, p. 6-14, 1991.

Claus, R., H. Bernal-Barragan and M. Dehnhard. *Effect of gonadal hormones in mature cyclic sows on food intake and skatole concentrations in faeces*. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, Vol. 66, p. 61-68, 1991.

Claus, R. *Die unendliche Geschichte der Ebermast*. Fleischwirtschaft, Vol. 73, No. 4, p. 449-453, 1993.

Denmat, M. Le, N. Hervu, J.C. Vaudelet and M. Bonneau. *The effect of slaughter weight on fat androstenone and skatole levels and on the assessment on boar taint in entire male pigs*. In: Measurement and Prevention of Boar Taint in Entire Male Pigs, Edited by M. Bonneau, p. 167-172, 1993.

Diestre, A., M.A. Oliver, M. Gispert, I. Arpa and J. Arnau, *Consumer responses to fresh meat and meat products from barrows and boars with different levels of boar taint*. Animal Production, Vol. 50, p. 519-530, 1990.

Dobrowolski, A., R. Horeth, W. Branscheid, A. Herzog, M. Denhard, R. Claus, M. Henning, K. Fisher, U. Baulein, E. Kallweit, I. Fiedler, K. Ender, U. Weiler, P.G. Klettner, D. Kuhne, K.H. Hoppenbrock. *Wenn nicht so viele Ebern stinken würde....* . . . . Landwirtschaftliches Wochenblatt Westfalen Lippe, s. 26-30, 6 mai 1993.

Dufour, R., M. Bonneau, C. Chouvet, C. Roulet and E.J. Squires. *Androstenone and skatole levels in fat and in vitro testicular steroid production in L HRH-immunized pigs*. In: Measurement and Prevention of Boar Taint in Entire Male Pigs, Edited by M. Bonneau, p. 197-200, 1993.

Ender, K. *Boar odour, limit value for androstenone and possibilities to reduce androstenone and skatole by different treatments*. In: Measurement and Prevention of Boar Taint in Entire Male Pigs, Edited by M. Bonneau, p. 179-184, 1993.

Fischer, K. Ebergeruch - die Kehrseite der Medaille. Deutsche Geflügelwirtschaft und Schweinproduktion, Vol. 1, p. 13-14, 1994.

Friis, C. *Distribution, metabolism and elimination of skatole in pigs*. In: Measurement and Prevention of Boar Taint in Entire Male Pigs, Edited by M. Bonneau, p. 113-116, 1993.

Hannson, K.E., K. Lundström, S. Fjelkner-Modig, J. Persson. *The importance of androstenone and skatole for boar taint*. Swedish Journal of Agricultural Research, Vol. 10, p. 167-173, 1980.

Hansen, L.L., A.E. Larsen, B.B. Jensen, J. Hansen-Moller, P. Barton Gade. *Influence of stocking rate and temperature on faeces deposition in the pen and its consequences on skatole concentration in subcutaneous fat*. In: Measurement and Prevention of Boar Taint in Entire Male Pigs, Edited by M. Bonneau, p. 151-158, 1993.

Haus Düsse. Ebermast - Eine Alternative für Schweinemäster?. In: Berichte und Versuchsergebnisse 1993, p. 52-56, 1993.

Hoppenbrock, K-H. Ebermast - eine Alternative für Schweinemäster?. Deutsche Geflügelwirtschaft und Schweineproduktion, Vol. 11, p. 15-17, 1994.

Jensen, M.T. and B.B. Jensen. *Effect of some feed components on microbial skatole production in the hind gut of pigs*. 44<sup>th</sup> Annual Meeting of the E.A.A.P., 16-19 August, Aarhus, Denmark, 1993.

Kempster, A.J. *Marketing procedures to change carcass composition*. in: Reducing fat in meat animals, Edt.: J.D. Wood & A.V. Fisher, p. 437-458, 1990.

Kempster, A.J. and D.B. Lowe. *Meat production with entire males*. 44<sup>th</sup> Annual Meeting of the E.A.A.P., 16-19 August, Aarhus, Denmark, 1993.

Kjeldsen, N. *Practical experience with production and slaughter of entire male pigs*. In: *Measurement and Prevention of Boar Taint in Entire Male Pigs*, Edited by M. Bonneau, p. 137-144, 1993.

Kruijf, J.M de, A.A.W.M. Welling. *Het voorkomen van chronische ontstekingen bij gelten en borgen*. Tijdschrift Diergeneeskunde, Deel 113, Afl. 8, p. 415-417, 1988.

Larsen, E., H. Mejbørn, H. Maribo, C. Bejerholm and J. Hansen-Møller. *The production of entire males in Denmark - The causes of boar taint and sensory assessment*. 44<sup>th</sup> Annual Meeting of the E.A.A.P., 16-19 August, Aarhus, Denmark, 1993.

Lundström, K., B. Malmfors, S. Vahlun, A.J. Kempster, O. Andresen, A.M. Hagelso. *Recent research on the use of boars for meat production - report from the EAA P working group meeting in Denmark 1984*. Livestock Production Science, Vol. 13, p. 303-309, 1985.

Lundström, K., B. Malmfors, G. Malmfors, S. Stern, H. Petersson, A.B. Mortensen and SE. Sørensen. *Skatole, androstenedione and taint in boars fed two different diets*. Livestock Production Science, Vol. 18, p. 55-67, 1988.

Malmfors, B. and K. Lundström. *Consumer reactions to boar meat - a review*. Livestock Production Science, Vol. 10, p. 187-196, 1983.

Malmfors, B., K. Lundström, O. Andresen, M. Bonneau, A.J. Kempster and R.L.S. Patterson. *Boars for meat production*. 41<sup>st</sup> Annual Meeting of the E.A.A.P., 9-12 July, Toulouse, France, 1990.

Mattheij, J.A.M. en F.A. Helmond. *Dictaat Endocrinologie*. Vakgroep Fysiologie Mens en Dier, Landbouwniversiteit Wageningen, nr. 0610 3513, 1990.

MLC (Meat and Livestock Commission). *Stotfold Pig Development Unit - first trial results*. MLC, Milton Keynes, Bucks, 1989.

Mortensen, H.P. & Verwohlt, *Interne Publicatie PV. Bezoek PV aan Slakteriernes Forskningsinstitut Roskilde*, 6 maart 1991.

Mortensen, H.P., C. Bejerholm, P. Barton og O.K. Pedersen. *Indflydelsen af race, køn og foderets protein- og energihold på kød- og spaekkkvaliteten*. In: Status over praktiske forsøg, Edited by: F.K. Udesen og N.M. Sloth, 1993.

Oonk, R.B., J.A. Turkstra, H. Lankhof, W.M.M. Schaaper, W.C. Puijk, G. Dijkstra, C.J.G. Wensing and R.H. Meloen. *Experience with an anti-GnRH vaccine in male piglets*. In: *Measurement and Prevention of Boar Taint in Entire Male Pigs*, Edited by M. Bonneau, p. 207-212, 1993.

Peet-Schwering, C. van der, P. Swinkels. *Het mesten van beren*. Proefverslag P1.16, Varkensproefbedrijf "Zuid- en West-Nederland", 1987.

Plagge, J.G. *Opfok- en mesteringresultaten van beren en borgen*. Proefverslag P1.24, Varkensproefbedrijf "Noord- en Oost-Nederland", 1988.

Produktschap Vee en Vlees en Produktschap voor Pluimvee en Eieren. *Vee, Vlees en Eieren in Beeld*. 44p., Uitgave 1993.

Produktschap Vee en Vlees en Produktschap voor Pluimvee en Eieren. *Vee, Vlees en Eieren in Beeld*. 44p., Uitgave 1994.

Scholten, R.H.J., J.H. Huisjes, W.H.M. Baltussen, R. Hoste, J.G.M. Thelosen, A.W. Vermeer. *Mogelijkheden tot productie van vleesbeertjes en afzet van vlees en vleesprodukten hiervan*. Proefverslag Pl. 122, Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Landbouw Economisch Instituut, Informatie en Kennis Centrum - afdeling Varkenshouderij, 1994.

Squires, E.J. *Why castrate? Is boar taint a problem?*. Advances in pork production, Editor: G. Foxcroft, Vol. 4, p. 151-161, 1993.

- Squires, E.J., E.A. Gullett, K.R.S. Fisher and G.D. Partlow. *Comparison of androst-16-ene steroid levels determined by a colorimetric assay with boar taint estimated by a trained sensory panel*. Journal of Animal Science, Vol. 69, p. 1092-1100, 1991.
- Squires, E.J., O. Adeola, L.G. Young and R.R. Hacker. *The role of growth hormones,  $\beta$ -adrenergic agents and intact males in pork production: a review*. Canadian Journal of Animal Science, Vol. 73, p. 1-23, 1993.
- Tielen, M.J.M. *De frekwentie en de zoötechnische preventie van long- en leveraandoeningen bij varkens*. Proefschrift 1974.
- Udesen, F.K. en N.M. Sloth. *Status over praktiske forsog vedrorende arsag til hanri-selugt*. Publicatie Danske Slagterier, 1992.
- Vahlun, S. *Erzeugung männlicher Schweine in Dänemark*. Fleischwirtschaft Vol. 73, No. 4, p. 445-448, 1993.
- Vermeer, A.W., J. Huiskes en W. Baltussen. *Beertjes mesten economisch niet interessant*. Info-bulletin Varkenshouderij 2-92, p. 23-28, 1992.
- Voorlichtingsbureau Vlees, Produktschap Vee en Vlees. *Marktanalyse vlees en vleeswaren*. 1990-1991.
- Walstra, P. *Fattening of young boars: Quantification of negative and positive aspects*. Livestock Production Science, Vol. 1, p. 187-196, 1974.
- Walstra, P. and A.W. Vermeer. *Aspects of micro and macro economics in the production of young boars*. 44<sup>th</sup> Annual Meeting of the E.A.A.P., 16-19 August, Aarhus, Denmark, 1993.
- Walstra, P., G.A.J. Buiting en G. Mateman. *Het mesten van beren: 1. Invloed van castatie en voedermethode op groei, voederconversie en slachtkwaliteit*. IVO-Rapport B-128, 1977.
- Walstra, P., B. Engel, G. Mateman. *The androstenone-skatole dilemma as applied in a consumer test*. Proceedings 32<sup>nd</sup> European Meeting of Meat Research Workers, Ghent, p. 27-30, 1986.
- Wesselink, W. *Nederland wil lucht zuiveren van beregeur*. Top Techniek Varkens, No. 6, p. 44-46, 1993.
- Willeke, H. *Possibilities of breeding for low 5 $\alpha$ -androstenone content in pigs*. Pig News and Information, Vol. 14, No. 1, p. 31 N-33N, 1993.
- Willeke, H., R. Claus, E. Müller, F. Pirchner, H. Karg. *Selection for high and low level of 5 $\alpha$ -androst-16-en-3-one in boars. Direct and correlated response of endocrinological traits*. Journal of Animal Breeding and Genetics, Vol. 104, p. 64-73, 1987.
- Willeke, H. und G. Böhner. *Lohnt sich die Ebermast?*. Schweine-Zucht und Schweine-Mast, Vol. 39, No. 11, p. 366-369, 1991.
- Wysochi, C.J. and G.K. Beauchamp. *Ability to smell androstenone is genetically determined*. Proc. Nat. Acad. Sci., Vol. 81, p. 4899-4902, 1984.
- Xue, J. and G. Dial. *Boars for slaughter - Alternative to chemicals for meatiness*. International Pigletter, Vol. 13, No. 11, p. 41-42, 1994.

# REEDS EERDER VERSCHENEN PROEFVERSLAGEN

## PUBLISHED RESEARCH REPORTS

### Proefverslag P 1.53

"Lysine- en eiwitgehalte in vleesvarkensvoer bij driefasenvoeding", C.M.C. van der Peet-Schwering, mei 1990.

### Proefverslag P 1.54

"Praktijkonderzoek naar groepshuisvesting van drachtige zeugen anno 1990". Sj. Bokma, september 1990.

### Proefverslag P 1.55

"Buitenopslag van varkensmest". J.A.M. Voermans; Zon, P.J.J.Q. van, oktober 1990.

### Proefverslag P 1.56

"Vergelijking brijbak/droogvoerbak bij gespeende biggen". G. Plagge, september 1990.

### Proefverslag P 1.57

"Hokvorm en hokuitvoering voor groeiende varkens; een synthese". Sj. Bokma; Kleijn, J.P.L. de; Peet-Schwering, C.M.C. van der.

### Proefverslag P 1.58

"Ervaringen met de K2-stal op twee praktijk-bedrijven". C.E. van 't Klooster, oktober 1990.

### Proefverslag P 1.59

"De invloed van een zoogperiode van 3,5 en 4,5 weken op vermeerdering, opfok en mesterij van varkens". H.M. Vermeer; Hoofs, A., september 1990.

### Proefverslag P 1.60

"Bedrijfscontrôle ten aanzien van het voorkomen van de ziekte van Aujeszky". C.N. Huysman; Roelofs, P.F.M.M.; Scholten, R., december 1990.

### Proefverslag P 1.61

"Bedrijfsystemen met voerligboxen, aanbindboxen en groepshuisvesting". G.B.C. Backus, februari 1991.

### Proefverslag P 1.62

"Scheiden van zeugenmest door bezinking". J.P.L. de Kleijn; Voermans, J.A.M., juli 1991.

### Proefverslag P 1.63

"Huisvestingstrajecten voor biggen en vleesvarkens". G.B.C. Backus; Benschop, E.A.; Dessauvagie-Bekius, J.C.; Timmer, G.Th., januari 1991.

### Proefverslag P 1.64

"De invloed van beperking van de drinktijd op het waterverbruik en technische resultaten bij vleesvarkens". J.G. Plagge, januari 1991.

### Proefverslag P 1.65

"Porcine parvovirus". C.N. Huysman, januari 1991.

### Proefverslag P 1.66

"Informatiemodel Technisch Model Varkensvoeding". Werkgroep TMV, april 1991.

### Proefverslag P 1.67

"Het effect van het lysine/eiwit gehalte in het voer voor lacterende zeugen op de prestaties van de zeugen en hun biggen". H. Everts; Plagge, J.G.; Sebek, L.B.J., april 1991.

### Proefverslag P 1.68

"Meten van klimaat in varkensstallen". Werkgroep Meten van klimaat in varkensstallen, oktober 1991.

### Proefverslag P 1.69

"De koude vergisting van varkensmest". J.A.M. Voermans; Asseldonk, M.M.L. van, januari 1992.

### Proefverslag P 1.70

"Verlagen van het stofgehalte van de lucht in varkensstallen; resultaten anno 1991". C.E. van 't Klooster; Roelofs, P.F.M.M.; Binendijk, G.P.; Duijf, M.J.M., november 1991.

### Proefverslag P 1.71

"On beperkte voeding van vleesvarkens via een brijbak of via een droogvoerbak met drinkbakjes". J.H.M. van Cuyck, december 1991.

Proefverslag P 1.72

"Invloed van voerstrategie van biggen tijdens de opfok op mesterijresultaten en slachtkwaliteit". A.A.M. Kloosterman; Huiskes, J.H., december 1992.

Proefverslag P 1.73

"Metalen driekantroosters in vleesvarkenshokken met bolle vloeruitvoering". A. Hoofs, september 1991.

Proefverslag P 1.74

"Zeven interviews: Investeringsbeslissingen door varkenshouders". L. van der Linde; Huirne, R.B.M.; Dijkhuizen, A.A.; Backus, G.B.C., februari 1992.

Proefverslag P 1.75

"Het effect van twee-fasen-voeding op de technische resultaten van zeugen in vergelijking met één-fase-voeding". H. Everts; Sebek, L.B.J.; Hoofs, A., december 1991.

Proefverslag P 1.76

"Kwaliteit van vleesvarkens met een hoog aflevergewicht". P.J. van den Elzen; Huiskes, J.H., april 1992.

Proefverslag P 1.77

"Mechanische mestscheiders als mogelijke schakel in de mestbewerking op bedrijfsniveau". N. Verdoes; Brok, G.M. den; Cuyck, J.H.M. van, maart 1992.

Proefverslag P 1.78

"Klauwgezondheid bij varkens". A. Krone-man; Vellenga, L.; Vermeer, H.M.; Wilt, F.J. van der, juli 1992.

Proefverslag P 1.79

"De invloed van een graanrijk voer op de mesterijresultaten, slachtkwaliteit en vleeskwaliteit bij vleesvarkens". E.R. Wahle; Huiskes, J.H., mei 1992.

Proefverslag P 1.80

"De invloed van gezondheidsstoornissen bij gespeende biggen op de mesterijresultaten en slachtkwaliteit". A.A.M. Kloosterman; Baeten, P.P.E.; Huiskes, J.H., mei 1992.

Proefverslag P 1.81

"Het effect van de uitvoering van de zeugenbox in het kraamopfokhok op de produktieresultaten van zeugen". G.P. Binnendijk; Hoofs, A.I.J.; Vermeer, H.M., november 1992.

Proefverslag P 1.82

"Het effect van vloertype in het kraamopfokhok op de produktieresultaten van zeugen". E.R. ter Elst-Wahle; Hoofs, A.; Vermeer, H.M.; Rooy, A.M.A. van, november 1992.

Proefverslag P 1.83

"Vergelijking van 1,0, 1,3 en 1,4 m lengte dichte vloer in kraamopfokhokken". E.R. Wahle; Vermeer, H.M.; Plagge, J.H.; Rooy, A.M.A. van, november 1992.

Proefverslag P 1.84

"Een vergelijking tussen zes typen kraamopfokhokken aan de hand van technische resultaten van zeugen en de uitval van biggen". E.R. ter Elst-Wahle; Vermeer, H.M.; Plagge, J.G., november 1992.

Proefverslag P 1.85

"Waterdamp in varkensstallen met diepstrooisel". CE. van 't Klooster; Greutink, G.J., november 1992.

Proefverslag P 1.86

"Bruikbaarheid van een sensor voor meting van de hoeveelheid ventilatie in natuurlijk geventileerde stallen". D. Berckmans; Klooster, CE. van 't; Vranken, E., november 1992.

Proefverslag P 1.87

"Verkleinen van de spreiding in aflevergewicht van vleesvarkens". R. Hoste; Baltussen, W.H.M., november 1992.

Proefverslag P 1.88

"Analyse van het interval spenen - eerste inseminatie". R.H.J. Scholten; Vesseur, P.C.; Kemp, B., februari 1993.

Proefverslag P 1.89

"KASVA Knelpunten analyse systeem varkenshouderij". W.H.M. Baltussen; Breembroek, J.A.; Elst-Wahle, E.R. ter; Ven, E.P.H.E. van de, januari 1993.

Proefverslag P 1.90

"Het effect van microbieel fytase in het voer op de opfokresultaten van gespeende biggen". C.M.C. van der Peet-Schwering, april 1993.

Proefverslag P 1.91

"Onderzoek aan een diepstrooiselsysteem op praktijkbedrijven". C.N. Huysman; Greutink, G.J.; Schellekens, J.J.M.; Pompe, J.C.A.M.; Vos, H.W., juli 1993.

Bijlage proefverslag P 1.91 a

"Onderzoek aan een diepstrooisysteem op praktijkbedrijven". C.N. Huysman; Greutink, G.J.; Schellekens, J.J.M.; Pompe, J.C.A.M.; Vos, H.W., juli 1993.

Proefverslag P 1.92

"Rioleringsysteem voor de afvoer van mest". J.G.M. Thelosen; Cuyck, J.H.M. van; Voermans, J.A.M., juli 1993.

Proefverslag P 1.93

"Ervaringen met biowassers op vleesvarkensbedrijven in PROPRO". A.L.P. van de Sande-Schellekens; Backus, G.B.C., juni 1993.

Proefverslag P 1.94

"Mestpannen in kraamstallen". N.Verdoes; Cuyck, J.H.M. van; Brok, G.M. den; Heitlager, B.P., augustus 1993.

Proefverslag P 1.95

"Reductie van ammoniakemissie uit varkensstallen door mestspoelen met beluchte spoelvloeistof". P.Hoeksma; Oosthoek, J.; Verdoes, N.; Voermans, J.A.M., september 1993.

Proefverslag P 1.96

"Arbeid en arbeidsomstandigheden in diepstrooiselsystemen voor vleesvarkens". P.F.M.M. Roelofs; Binnendijk, G.P.; Romein, H.J.; Sande-Schellekens, A.L.P. van de, augustus 1993.

Proefverslag P 1.97

"Wel of niet bedrijfsmatig bijvoeren van zogende biggen met vast voer". A. Hoofs, juli 1993.

Proefverslag P 1.98

"Extra waterverstrekking aan lacterende zeugen". J.H.M. van Cuyck; Baeten, P., oktober 1993.

Proefverslag P 1.99

"Ervaringen met biobedden op vleesvarkensbedrijven in PROPRO". A.L.P. van de Sande-Schellekens; Backus, G.B.C., augustus 1993.

Proefverslag P 1.100

"Poliklinische kraamafdelingen in combinatie met zoogafdelingen voor zeugen". A.I.J. Hoofs, februari 1994.

Proefverslag P 1.101

"Bedrijfsinpasbaarheid van vrijdragende afdekkingen op mestsilos; een enquête onder veehouders". A.L.P. van de Sande-Schellekens; Backus, G.B.C., september 1993.

Proefverslag P 1.102

"Ervaringen met diepstrooisel op een varkensbedrijf in PROPRO". A.L.P. van de Sande-Schellekens; Backus, G.B.C.; Bokma, S., september 1993.

Proefverslag P 1.103

"De invloed van inweekmethode, waterdruk, waterdebiet en nozzle op het waterverbruik en de werktijd voor het reinigen van varkensstallen". P.F.M.M. Roelofs; Hoofs, A.I.J.; Binnendijk, G.P., december 1993.

Proefverslag P 1.104

"Ultrasone meting van spekdikte bij groeiende vleesvarkens en latere classificatieresultaten". W.Zhang; Huiskes, J.H.; Ramaekers, P.J.L., oktober 1993.

Proefverslag P 1.105

"Temperatuurbehoefte van lacterende zeugen in relatie tot voeropname, produktie en energieverbruik". C.A. Makkink; Peet-Schwering, C.M.C. van der; Klooster, CE. van 't; Verstegen, M.W.A.; Schrama, J.W., februari 1994.

Proefverslag P 1.106

"Vergelijking diepstrooiselsystemen met een traditioneel huisvestingssysteem; praktische ervaringen". J.G.M. Thelosen; Cuyck, J.H.M. van; Voermans, J.A.M., maart 1994.

Proefverslag P 1.107

"Gescheiden mesten van borgen en zeugen". C.M.C. van der Peet-Schwering; Binnendijk, G.P., april 1994.

Proefverslag P 1.108

"Het effect van biggenblazers op de uitval van zuigende biggen". G.M. den Brok; Hoofs, A.I.J., april 1994

Proefverslag P 1.109

"Het aantal nakomelingen van de eerste en van de tweede inseminatie, 24 uur na de eerste, bij zeugen die vier, vijf of zes dagen na spenen berig worden". P.C. Vesseur; Binnendijk, G.P., 1994.

Proefverslag P 1.110

"Basis Registratie Gezondheid". E.R. ter Elst-Wahle; Vesseur, P.C.; Fuchs, J.J.M.; Vernooy, J.C.M.; Haas-Klink, K.H. de; Huysman, C.N., juli 1994.

Proefverslag P 1.111

"MILIV: Milieu-investeringen op vleesvarkensbedrijven; een rekenmodel". A.L.P. van de Sande-Schellekens; Backus, G.B.C., 1994.

Proefverslag P 1.112

"Economische effecten van structuurbeïnvloedende maatregelen op de varkenshouderij in Nederland". G.B.C. Backus; Baltussen, W.H.M.; Bens, P.A.M., juni 1994.

Proefverslag P 1.113

"Moederloze opfok of verlenging van de zoogperiode van biggen met "Emma". C.N. Huysman; Roelofs, P.F.M.M.; Plagge, J.G.; Hoofs, A.I.J., 1994.

Proefverslag P 1.114

"Het beperkt voeren van borgen aan een brijbak". C.M.C. van der Peet-Schwering, Hoofs, A.I.J., 1994.

Proefverslag P 1.115

"De Turbomat voerautomaat voor gespeende biggen in vergelijking met een droogvoerbak". A.I.J. Hoofs en J.G. Plagge, 1994.

Proefverslag P1.116

"Gezondheidsproblemen van zeugen in groepshuisvesting". F.J. van der Wilt, L. Vellenga en H.M. Vermeer, 1994.

Proefverslag Pl. 117

"Technisch Model Varkensvoeding." Informatiemodel. C.M.C. van der Peet-Schwering e.a., 1994.

Proefverslag Pl. 118

"Het effect van de groepsgrootte bij gespeende biggen op technische en economische resultaten". H.M. Vermeer en A.I.J. Hoofs, 1994.

Proefverslag P1. 119

"Onderzoek naar mogelijkheden tot bepaling van de vleeskwiteit van koppels vleesvarkens door benutting van lichtreflectiemeting". M.J.H.M. Klein Breteler, W.M. Wes, J.H. Huiskes, E. Kanis en P. Walstra, 1994.

Proefverslag P1. 120

"Vergelijking van het één-, twee- en drie-weekse produktiesysteem voor vermeerderingsbedrijven". P.F.M.M. Roelofs en P.M.H.K. Verbaarschot.

Exemplaren van proefverslagen kunnen worden verkregen door f 18,50 per verslag (m.u.v. P1.117, deze kost f 50,-) over te maken op Postbanknummer 51.73.462 ten name van het Proefstation voor de Varkenshouderij, Lunerkampweg 7, 5245 NB ROSMALEN, onder vermelding van het gewenste verslagnummer. Buitenlandse abonnees betalen f 20,- per P 1-verslag (dit is inclusief verzendkosten) én f 15,- administratiekosten per bestelling (m.u.v. P1.117, deze kost f 75,-).

Ook bestaat de mogelijkheid een abonnement te nemen op de proefverslagen voor f 250,- per jaar.