



Tilsviningsgradens betydning for indhold af skatol og indol i spæk (ornelugt) hos slagtesvin

Influence of keeping pigs heavily fouled with faeces on skatole and indole concentration (boar taint) in subcutaneous fat

*Laurits Lydehøj Hansen, Anders Eklundh Larsen, Statens Husdyrbrugsforsøg
Jens Hansen-Møller, Slagteriernes Forskningsinstitut*

STATENS HUSDYRBRUGSFORSØG
Forskningscenter Foulum, Postboks 39, 8830 Tjele
Tlf.: 89 99 19 00. Fax: 89 99 19 19

Statens Husdyrbrugsforsøg, oprettet 1883, er en institution under Landbrugsministeriet.

Institutionen har til formål at gennemføre forskning og forsøg og opbygge viden af betydning for erhvervsmæssigt husdyrbrug i Danmark og bidrage til en hurtig og sikker formidling af resultater til brugerne.

Der skal i forsknings- og forsøgsarbejdet lægges vægt på ressourceudnyttelse, miljø og dyrevelfærd samt husdyrprodukternes kvalitet og konkurrenceevne.

Institutionen er opdelt i fire forskningsafdelinger, et Centrallaboratorium, en Afdeling for Landbrugsdrift og et Sekretariat. Forskningsafdelingerne omfatter Afd. for Dyrefysiologi og Biokemi samt tre dyreartsorienterede afdelinger: Afd. for Forsøg med Kvæg og Får, Afd. for Forsøg med Svin og Heste samt Afd. for Mindre Husdyr.

Abonnement på Statens Husdyrbrugsforsøgs Forskningsrapporter, Beretninger og Informationsblad kan tegnes ved direkte henvendelse til Statens Husdyrbrugsforsøg på ovenstående adresse.

NATIONAL INSTITUTE OF ANIMAL SCIENCE
Research Centre Foulum, P.O. Box 39, DK-8830 Tjele
Tel: +45 89 99 19 00. Fax: +45 89 99 19 19

The National Institute of Animal Science was founded in 1883 and is a governmental research institute under the Ministry of Agriculture.

The aim of the institute is to carry out research and accumulate knowledge of importance to Danish animal husbandry and to contribute to an efficient implementation of the results to the producers.

In the research great importance is attached to the utilization of resources, environment and animal welfare and to the quality and competitiveness of the agricultural products.

The National Institute of Animal Science comprises four research departments, a Central Laboratory, a Department for Farm Management and Services, and a Secretariat. The research departments comprise: Dept. for Animal Physiology and Biochemistry, Dept. for Research in Cattle and Sheep, Dept. for Research in Pigs and Horses, and Dept. for Small Farm Animals.

For subscription to reports and other publications please apply directly to the above address.

Forskningsrapport nr. 20
fra Statens Husdyrbrugsforsøg

Report No. 20

from the National Institute of Animal Science, Denmark

Tilsviningsgradens betydning for indhold af
skatol og indol i spæk (ornelugt) hos slagtesvin

*Influence of keeping pigs heavily fouled with faeces on
skatole and indole concentration (boar taint) in subcutaneous
fat*

With English summary and subtitles

Laurits Lydehøj Hansen, Anders Eklundh Larsen, Statens Husdyrbrugsforsøg

Jens Hansen-Møller, Slakteriernes Forskningsinstitut

Forskningscenter Foulum 1994

Manuskriptet afleveret maj 1994

Trykt i Frederiksberg Bogtrykkeri a-s 1994

Indholdsfortegnelse

Dansk sammendrag	5
Engelsk sammendrag	6
1 Indledning	7
2 Mål	7
3 Materialer og metoder	8
3.1 Statistiske metoder	9
4 Resultater	11
4.1 Sammenhængen mellem forsøgsbehandlinger og skatol og indol i spæk	11
4.2 Sammenhængen mellem køn og forsøgsbehandlinger for skatol og indol i spæk	13
4.3 Skatol og indol i spæk i relation til fædre	13
4.4 Forskel i skatol- og indol i spæk mellem stigentagelser	13
4.5 Forskelle i skatolniveau mellem leveringer (slagtedatoer)	14
4.6 Korrelationer mellem skatol- og indolværdier målt i spæk i sommerforsøget	14
4.7 Grisenes nærklima og hudtemperaturer	15
5 Diskussion	16
5.1 Sammenhængen mellem forsøgsbehandlinger og skatol og indol i spæk i de tre køn	16
5.2 Varmestress og skatol og indol i spæk	16
5.3 Stress og skatol i spæk	16
5.4 Vandoptagelse og skatol i spæk	17
5.5 Optagelse af skatol og indol fra tarmen til spæk	17
5.6 Optagelse af skatol og indol fra gødningen gennem huden	17
5.7 Optagelse af skatol og indol fra gødningen gennem lungerne	17
5.8 Ammoniak og skatolnedbrydning i leveren	18
5.9 Skatol i spæk i relation til fædre	18
6 Konklusion	19
Litteraturliste	20
Bilag	22

Contents

Danish summary	5
English summary	6
1 Introduction	7
2 Aim	7
3 Materials and Methods	8
3.1 Statistical methods	9
4 Results	11
4.1 Relationship between experimental treatments and skatole and indole in fat	11
4.2 Relationship between sex and experimental treatments for skatole and indole in fat	13
4.3 Skatole and indole in fat in relation to sires/genetic	13
4.4 Differences in skatole and indole level between pen replications	13
4.5 Differences in skatole level between deliveries (dates of slaughter)	14
4.6 Correlations between skatole and indole in fat	14
4.7 The climate of the pens and skin temperatures of the pigs	15
5 Discussion	16
5.1 Relationship between experimental treatments and skatole and indole in fat in three sexes	16
5.2 Heat stress and skatole and indole in fat	16
5.3 Stress and skatole in fat	16
5.4 Water intake and skatole in fat	17
5.5 Do skatole and indole pass from intestinal tract to fat?	17
5.6 Do skatole and indole pass from faeces through the skin?	17
5.7 Do skatole and indole pass from faeces through the lungs?	17
5.8 Ammonia and skatole degradation in the liver	18
5.9 Skatole in fat in relation to sires/genetic	18
6 Conclusion	19
Literature	20
Appendix	22

Sammendrag

Effekten af tilsvining med gødning og urin på skatol- og indolniveau i spæk (ornelugt) undersøgte ved at holde grisene rene på fuldspaltegulv eller beskidte på fastgulv i mindst en uge før slagtning. Desuden ønskedes det bekræftet, at ændring af tilsviningsgraden kun en uge før levering til slagteriet var tid nok til at sænke skatol- og indolniveauerne i spæk for de rene grise og tilsvarende øge niveauerne for de beskidte. På begge forsøgsbehandlinger var belægningsgraden ($0,6 \text{ m}^2/\text{gris}$), og stitemperaturen ens høj under forsøget.

Forsøgsmaterialet omfattede 158 han-, galt- og sogrise af krydsningskombinationerne LY og LYD. Forsøget blev udført i sommeren 1992. Staldtemperaturen blev holdt på mindst 22°C (1,8 meter over gulvet) fra 14 dage før første levering. Temperaturen målt 30 cm over lejearealet var $\leq 25^\circ\text{C}$, og gulvtemperaturen var minimum 30°C . Grisene blev ved forsøgets start fordelt efter kuld, køn og vægt på henholdsvis fuldspaltegulv og i stier med fastgulv i lejearealet og spaltegulv i rensegangen.

Fra 14 dage før første levering til slagteriet blev der ikke holdt rent i stierne med fast gulv i lejearealet. I stier med fuldspaltegulv holdtes ekstra rent.

Ugen før første levering flyttedes halvdelen af de leveringsklare grise over på den modsatte gulvtype (6 konstant beskidte, 6 konstant rene, 6 beskidte den sidste uge før slagtning og 6 rene den sidste uge før slagtning). Umiddelbart efter første, anden og tredje levering flyttedes de resterende grise over på den modsatte gulvtype. De største

grise samledes i stier med $0,6 \text{ m}^2/\text{gris}$ den sidste uge før levering således, at der sikredes flere stigentagelser inden for samme forsøgsbehandling pr. levering.

Ved slagtningen blev udtaget en spækprøve, som dels blev analyseret for skatol ved hjælp af den spektrofotometriske metode, og dels blev analyseret for skatol og indol ved hjælp af en HPLC-metode.

Forsøget bekræftede hypotesen, at grise, som holdtes tilsvinede i en uge før slagtning ved høj belægning og høj stitemperatur, havde højere skatol- og indolniveau i spæk end grise, som holdtes rene i en uge på fuldspaltegulv. Forsøget viste desuden, at det var muligt at sænke og hæve skatol- og indolniveauet i spæk afhængig af forsøgsbehandlingen den sidste uge før slagtning.

Alle tre køn (galte, so- og hangrise) påvirkedes i samme retning.

Høj belægningsgrad i kombination med høj temperatur havde ikke negativ effekt på skatol- og indolniveauet, når grisene kunne holdes rene.

Afkom efter én Dansk Landraceorner havde - som i et tidligere forsøg - signifikant højere skatolniveau end afkom efter de øvrige orner.

I forbindelse med tolkningen af dette forsøgs resultater er fremført den hypotese, at i den gødning plus urin, der ligger i stierne, produceres der ved høje temperaturer yderligere skatol og indol, som overføres i betydelig mængde til grisenes blod og spæklag gennem huden i bugregionen og i gasfasen måske også gennem lungerne.

Nøgleord: Gødning, skatol, indol, slagtesvin og ornelugt

Summary

The aim of this study was to investigate the effect on indole and skatole concentrations in subcutaneous fat (boar taint) in two housing conditions: Keeping pigs heavily fouled with faeces on concrete flooring versus keeping pigs clean on wholly slatted flooring. Both groups of pigs were kept at high stocking rate and high temperature. The study also aimed at showing that changing the treatment a week prior to slaughter would be enough time to change the concentration of indole and skatole in subcutaneous fat.

The experimental material consisted of 158 LY and LYD crossbred entire male, castrated, and female pigs. It was carried out in the summer of 1992 - temperature $\geq 25^{\circ}\text{C}$ in the pens of the pig house and minimum 30°C on the floor in the pens.

With the exception of the first delivery, where half of the pigs were kept constantly clean or constantly dirty from start of the experiment both fouling with faeces and cleanliness were changed to the opposite treatment one week before delivery to the abattoir. All pigs were kept at high stocking rate ($0,6 \text{ m}^2/\text{pig}$).

An HPLC method was used for quantitative determination of indole and skatole in subcutaneous backfat as well as an automatic spectrophotometric method was used to quantitative determination of skatole equivalents in backfat at slaughter.

SAS's GLM-models were used to describe differences in skatole and indole concentrations

in subcutaneous fat between treatments, sexes, penrepetitions on different deliveries within treatment, as well as interaction between treatment and sexes. As the results showed no interaction between deliveries and treatments, the statistical analyses only took the two different treatments of the pigs the last week before delivery to the abattoir into consideration.

The experiment confirmed the hypothesis that pigs at high stocking rate, which lay in copious amounts of warm faeces at temperatures of 30°C or more for at least a week had a much higher indole and skatole level in subcutaneous fat than pigs kept clean on wholly slatted flooring at the same high stocking rate and temperature. It was feasible within one week to increase or lower the indole and skatole level dependent on the treatment of the pigs the last week before slaughter. The experiment showed similar differences in all 3 sexes.

High skatole levels in subcutaneous fat seemed to have a genetic component.

High stocking rate and high temperature in combination do not have negative effects on boar taint (skatole and indole in backfat) when the pigs are kept clean on wholly slatted floor.

It is hypothesized that skatole and indole from faeces plus urine especially at temperatures of 30°C or more may pass through the skin of the pig and/or that skatole and indole in a gaseous form may be absorbed through the lungs.

Keywords: faeces, skatole, indole, slaughter pigs, and pig off-odor/boar taint.

1 Indledning

Et tidligere sommerforsøg viste, at det på en uge var muligt at ændre skatolniveauet hos hangrise med ca. 100%, når der ændredes tilsvinings- og belægningsgrad, og temperaturen i gødningen var mindst 30°C (Hansen et al., 1993). Havde grisene mulighed for at holde sig rene ved lav belægningsgrad, faldt niveauet, og tilsvarende steg det, hvis de var tilsvinede ved høj belægningsgrad (0,6 m²/gris). Indholdet af indol varierede ligeledes kraftigt med tilsvinings- og belægningsgraden, idet de rene

næsten intet indol havde i spækket, mens der var et meget højt indolniveau i de beskidte. Dette forsøg i kombination med andre praktiske undersøgelser pegede på, at det først og fremmest var tilsviningen med gødning og urin samt temperaturen i gødningen i stien, der var afgørende for skatol- og indolniveauerne i spæk, mens belægningsgraden og temperaturen var uden betydning hos rene grise (Hansen et al., 1993; Kjeldsen, 1993; Udesen, 1992).

2 Mål

Målet med dette forsøg er at vise, at hvis grise holdes rene f.eks. på fuldspaltegulv ved høj belægningsgrad samt høje staldtemperaturer, og der er et velfungerende ventilationsanlæg til at fjerne staldens eventuelle dårlige lugt, så har grisene et lavt skatol- og indolniveau svarende til et tidligere forsøgs resultater (Hansen et al., 1993).

Desuden ønskes det atter bekræftet, at ændring

af tilsvining med gødning og urin kun en uge før levering til slagteriet kan sænke skatol- og indolniveauet i spæk for de rene grise på fuldspaltegulv og øge skatol- og indolniveauet for de beskidte, selv om begge forsøgsbehandlinger udsættes for høj belægningsgrad (0,6 m²/gris) og høje staldtemperaturer.

3 Materialer og metoder

Grisene blev ved forsøgets påbegyndelse fordelt efter kuld, (køn) og vægt på de to gulvtyper (fast gulv og fuldspaltegulv). Stier med fast gulv havde kun fast gulv i lejearealet, mens der var spaltegulv i rensegangen. Grisene med fuldspaltegulv havde spaltegulv både i "lejearealet" og i "rensegangen". Udover gulvtypen var stierne ens indrettet, og belægningsgraden ($0,6 \text{ m}^2/\text{gris}$) var ligeledes ens. I alt benyttedes 158 grise (74 hangrise, 24 galte og 58 sogrise) plus et mindre antal "reserver". Disse reserver blev benyttet til at fylde stierne op til ens belægningsgrad i forbindelse med sidste levering. De største grise, der formodedes at blive leveret først, placeredes i labyrintstierne med 48 grise i hver sti, mens de mindre placeredes i 6 normalstier med 16 grise i hver ved forsøgets start.

Fra 14 dage før første levering til slagteriet blev der ikke længere holdt rent i stierne med fast gulv i lejearealet for at sikre, at grisene blev meget beskidte.

Grisene i stier med fuldspaltegulv (10 cm brede betonbjælker med en varierende spaltebredde på 22-23 mm) holdtes omhyggeligt rene den sidste uge før levering. Gødning og urin fra de $0,64 \text{ m}$ dybe gødningskanaler under fuldspaltegulvet blev dagligt fjernet fra stalden for at undgå at eventuelle lugtstoffer afgivet fra gødning og urin skulle påvirke de rene grise.

Ugen før første levering flyttedes halvdelen af de leveringsklare plus supplerende mindre stifæller fra samme flok grise over på den modsatte gulvtipe. Der blev ved første slagting leveret 6 grise som havde været konstant beskidte, 6 som havde været konstant rene, 6 som havde været beskidte den sidste uge før slagting og 6 som havde været rene den sidste uge før slagting) (se tabel 1).

Umiddelbart efter første, anden og tredje levering flyttedes de resterende grise over på den modsatte gulvtipe. De største grise samledes i stier med $0,6 \text{ m}^2/\text{gris}$ den sidste uge før levering for at sikre flest mulige gentagelser inden for samme forsøgsbehandling (se tabel 1).

Grisene leveredes ved en levende vægt omkring 95 - 100 kg, og der blev leveret lige mange grise fra de to gulvtyper ved hver af de fire slagtedatoer (se tabel 1).

Fra tørfoderautomater selvfordredes grisene med en energirig foderblanding (1,14 FEs per kg foder og indeholdende 6% animalsk fedt) for at hæve skatolindholdet i spæk hos grise med arvelige anlæg for højt skatolniveau (Vestergaard, 1989; Mortensen et al., 1989; Mortensen, 1990). Grisene havde, når de befandt sig i labyrint-stierne, én selvfordringsautomat med 2 ædepladser per 6 grise, mens der var én automat med 2 ædepladser per 8 grise, når de befandt sig i normalstier med 16 grise.

For begge forsøgsholds vedkommende havde grisene ens adgang til minimum 2 drikkenipler per flok og én drikkenippel per 8 grise. (Normalstier med 16 grise havde 2 drikkenipler i "rensegangen" over spaltegulvet, mens labyrintstierne med 48 grise havde 6 drikkenipler, der ligeledes var placeret i "rensegangen" over spaltegulvet).

Typen af ventilationsanlæg i stalden (Fristamat Disko) og stiernes lukkede skillevægge med højden $0,65 \text{ meter}$ betingede samtidig, at lugtgenerne fra de beskidte stier ikke i væsentligt omfang kunne brede sig til de rene stiers grise.

Staldtermostaten sættes 14 dage før første levering til slagteriet (13. juli) på 22°C for at sikre en høj temperatur.

Temperatur og luftfugtighed (vådt/tørt termometer) målt klokken 8 og klokken 15 i grisenes nærmiljø 30 cm over gulvet i samtlige stier fra en uge før første levering. Rumtemperaturen i højden $1,8 \text{ meter}$ over gulvet i staldens midtergang blev også registreret. Desuden målt temperaturen på grisenes hudoverflade på ryg og bug med en termovisionspistol ("Thermopoint 80") i samtlige stier fra en uge før de første leveredes, og til de sidste blev slagtet. Samtidig blev også temperaturen på gulvet i grisenes liggeområde registreret med termovisionspistolen (Rasmussen og Andersen, 1987; Garipey et al., 1989; Hansen et al., 1993).

Ligeledes forsøgt skatol- og indolkkoncentrationer i staldluften målt (Jens Hansen-Møller, 1992b).

På slagtedagen blev der udtaget spækprøver i nakkeregionen af samtlige slagtede grise. Prøverne blev samme dag sendt til henholdsvis Steff-Houberg i Ringsted og til Slagteriernes Forsknings-

institut i Roskilde. På Steff-Houlberg analyseredes for skatol-ækvivalenter med den automatiserede spektrofotometriske metode (Mortensen & Søren-

sen, 1982; 1984). På Slagteriernes Forskningsinstitut analyseredes for skatol og indol i spæk ved hjælp af en HPLC metode (Hansen-Møller, 1992a).

Tabel 1 Forsøgsbehandlinger i mindst den sidste uge før levering til slagteriet: Beskidte på fast gulv (0,6 m²/gris) kontra rene (0,6 m²/gris) på fuldspaltegulv
Experimental treatments at least the last week before delivery to the abattoir: Dirty on concrete floor 0.6 m²/pig versus 0.6 m²/pig and kept clean on wholly slatted floor

		Antal grise leveret		Antal stier
Første levering *	24	Beskidte:	12 (6+6)	2
		Rene:	12 (6+6)	2
Anden levering **	48	Beskidte:	24 (16+4+4)	3
		Rene:	24 (16+4+4)	3
Tredje levering **	40	Beskidte:	20 (10+10)	2
		Rene:	20 (10+10)	2
Fjerde levering **	46	Beskidte:	24 (12+12)	2
		Rene:	22 (12+10)	2

*) (6 grise konstant beskidte, 6 konstant rene, 6 beskidte den sidste uge før slagtning og 6 rene den sidste uge før slagtning).

**) Grise, der bliver leveret ved 2., 3. og 4. levering, var alle kun i en uge op til leveringen udsat for forsøgsbehandlingen. (I parentes er angivet hvor mange grise, der blev leveret fra forskellige stier med samme forsøgsbehandling).

3.1 Statistiske metoder

Der blev benyttet forskellige statistiske analysemetoder til behandling af datamaterialet. Følgende SAS GLM-model blev benyttet til beskrivelse af forskelle i skatol- og indolniveauer i spæk mellem forsøgsbehandlinger (beskidte i mindst en uge kon-

tra rene i mindst en uge), køn og stigentagelser på forskellige slagtedatoer inden for forsøgsbehandling samt vekselvirkningen køn * forsøgsbehandling (se model).

Model (sommerforsøg):

$$Y_{\text{sommerforsøg}} = \mu + a_{\text{behandling}} + b_{\text{køn}} + (ab)_{\text{behandling} \cdot \text{køn}} + \\ st_{i(\text{behandling})} + e_{\text{restvars}}.$$

$Y_{\text{sommerforsøg}} =$
Skatol og indol målt i spæk både som angivne værdier og som logaritmiske værdier. De logaritmiske værdier, som er negative for skatol og indol i spæk, vises ikke i tabellerne. Logaritmiske værdier benyttes for at sikre normalfordeling. Kun hvor der måtte være forskel i de statistiske resultater mellem logaritmiske og ikke logaritmiske statistiske modeller angives, at forskellen kun fandtes, når data var logaritmisk transformerede.

μ = middelværdien

$a_{\text{behandling}} = 2$ forsøgsbehandlinger (beskide på fast gulv i mindst en uge og rene på fuldspaltegulv i mindst en uge; begge behandlinger med 0,6 m²/gris) ($f = 1$)

$b_{\text{køn}} = \text{køn} = (\text{hangrise, sogrise og galte})$ ($f = 2$)

$(ab)_{\text{behandling} \cdot \text{køn}} = \text{vekselvirkningen mellem forsøgsbehandlinger og køn}$ ($f = 2$)

$st_{i(\text{behandling})} = \text{antal stigentagelser inden for de to forsøgsbehandlinger} = 9$ ($f = 16$)

$e_{\text{restvars}} = \text{den tilfældige variation}$ ($f = 134$)

Ud over ovennævnte statistiske model anvendtes en udvidet statistisk model til belysning af fædres (ormers) indflydelse på skatol i spæk:

$$Y_{\text{sommerforsøg}} = \mu + a_{\text{behandling}} + b_{\text{køn}} + (ab)_{\text{behandling} \cdot \text{køn}} + \\ st_{i(\text{behandling})} + c_{\text{far}} + e_{\text{restvars}}.$$

$c_{\text{far}} = 6$ orner inden for racerne Landrace, Yorkshire og Duroc er fædre ($f = 5$)

De beregnede korrelationer mellem de forskellige skatol- og indoltal i spæk er fænotypiske og ukorrigerede og beregnet på logaritmisk transformerede data.

Alle klimaregistreringer i tabeller og bilag er gennemsnitstal for forsøgsbehandlinger og perioder, og der kan ikke udføres statistiske analyser på disse data.

4 Resultater

4.1 Sammenhængen mellem forsøgsbehandlinger og skatol og indol i spæk

Resultaterne fra sommerforsøget viste, at der var signifikant forskel i skatol- og indolniveauer i spæk mellem rene og beskidte grise, når de havde været

udsat for forsøgsbehandlinger i mindst en uge ($P \leq 0,0001$) (se tabel 2). Dette resultat gjorde sig gældende uanset målemetode, og uanset om skatol- og indoldata var logaritmisk transformerede eller ikke.

**Tabel 2 Forsøgsbehandlingernes (rene grise på fuldspaltegulv og beskidte på betongulv) og køn-
 nenes indflydelse på skatol- og indolniveau (ppm) i nakkespæk**
*The significance of the experimental treatments (clean and dirty) and sexes on skatole and
 indole concentration (ppm) in fat*

Forsøgsbehandling	Beskidte	Rene	Gns.	Effekt af:		
				Behandling	Køn	Vekselvirkning ¹
Spektrofotometrisk metode:						
Skatol (gns.):	0,17	0,07	0,12	****	(*) ²⁾	NS
s.e.	0,009	0,008				
Antal grise i alt:	79	77	156			
Hangrise	0,17	0,09	0,13			
s.e.	0,009	0,011				
Sogrise	0,16	0,06	0,11			
s.e.	0,012	0,011				
Galte	0,18	0,07	0,13			
s.e.	0,021	0,018				
HPLC-metode:						
Skatol (gns.):	0,09	0,04	0,065	****	**2)	NS
s.e.	0,009	0,008				
Antal grise i alt:	76	74	150			
Hangrise	0,10	0,06	0,08			
s.e.	0,009	0,010				
Sogrise	0,08	0,02	0,05			
s.e.	0,013	0,012				
Galte	0,10	0,03	0,07			
s.e.	0,021	0,018				
HPLC-metode:						
Indol (gns.):	0,29	0,02	0,15	****	**2)	NS
s.e.	0,016	0,014				
Antal grise i alt:	76	74	150			
Hangrise	0,30	0,03	0,16			
s.e.	0,015	0,017				
Sogrise	0,28	0,01	0,14			
s.e.	0,022	0,021				
Galte	0,28	0,01	0,15			
s.e.	0,034	0,029				

1) Vekselvirkning = (køn * forsøgsbehandling). 2) Forskellen mellem køn gælder kun, når data er logaritmisk transformerede.

NS = (P > 0,10); (*) (P ≤ 0,10); * (P ≤ 0,05); ** (P ≤ 0,01); *** (P ≤ 0,001); ****) (P ≤ 0,0001).

4.2 Sammenhængen mellem køn og forsøgsbehandlinger for skatol og indol i spæk

Sogrisenes skatolniveau i spæk var tenderende lavere end hangrisenes ($P = 0,09$) målt ved den spektrofotometriske metode og signifikant lavere for skatolniveau ($P=0,0036$) og indolniveau ($P \leq 0,0083$) målt ved HPLC-metoden, men kun når data var logaritmisk transformerede. Der var ingen signifikant vekselvirkning mellem køn og forsøgsbehandlinger for skatol- og indolniveau i spæk, men de beskidte sogrise og galte havde forbavsen-

de høje skatolniveauer i spæk i forhold til hangrisene (se tabel 2 og bilag 4).

Antallet af grise, som efter første april 1994 burde blive fraserteret (skatol i spæk spektrofotometriske metode $> 0,20$ ppm), var ligeledes højere hos de beskidte grise i sommerforsøget, men det ses samtidig, at over halvdelen af de fraserteringsberettigede beskidte grise var enten so- eller galtgrise, hvor der normalt ikke måles skatol i spæk (se tabel 3).

Tabel 3 Antal fraserterede grise og fraserteringsprocenten ($> 0,20$ ppm skatol i spæk) efter 1/4-1994 for de to forsøgsbehandlinger inden for de 3 køn

Number of pigs sorted out and the per centage of sorted out (>0.20 ppm skatole in fat) from 1st April 1994 for the two treatments within the three sexes

Forsøgsbehandling		Hangrise	Sogrise	Galte	I alt
Beskidte	Antal	6	6*	2*	14
	Procent	15%	21%	20%	18%
Rene	Antal	5	0	0	5
	Procent	15%	0%	0%	6,5%

*) Sogrise og galte med skatoltal $> 0,20$ ppm i spæk bliver ikke fraserterede.

4.3 Skatol og indol i spæk i relation til fædre

Ved hjælp af en udvidelse af den statistiske model med fædre (orner) konstateredes forskel i skatolniveau i spæk mellem orner. En landraceorne (nr. 39) gav afkom, som gennemsnitlig havde højere skatolniveau både ved den spektrofotometriske ($P \leq 0,0032$) såvel som ved HPLC-metoden ($P \leq 0,0007$) på tværs af køn og behandling. Samtidig var der, som i det tidligere forsøg (Hansen et al., 1993), en meget stor spredning på skatolniveauer mellem individer efter denne orne. Fire af de fem rene hangrise med skatolniveau i spæk over $0,20$ ppm havde orne nr. 39 som fader (se tabel 3). Heraf var de 3 stykker afkom kuldsøskende. Blandt de beskidte grise var der derimod flere fædres afkom med skatolniveau i spæk over $0,20$ ppm foruden afkom af begge køn (so- og hangrise) efter orne nr. 39. I alt medvirkede 28 stk. afkom efter orne nr. 39 med 5 forskellige søer, men kun noget af afkommet efter to af søerne havde høje skatoltal (over $0,20$ ppm).

I modsætning til skatolniveau i spæk blev der ikke konstateret forskel i indolniveau mellem fædre. Imidlertid havde de 5 rene fraserterede

hangrise et gennemsnitligt indolniveau på $0,10$ ppm, hvilket er betydeligt over det gennemsnitlige indolniveau for alle rene hangrise ($0,03$ ppm) (se tabel 2).

Det skal for en ordens skyld bemærkes, at forskellen i skatolniveauer i spæk mellem forsøgsbehandlinger ikke påvirkedes af den nævnte udvidede model.

4.4 Forskel i skatol- og indol i spæk mellem stigentagelser

Som det fremgår af bilag 1, var der ingen tegn på forskel for skatol- og indolniveau i spæk, om grisene havde været konstant beskidte eller kun beskidte den sidste uge før slagtning, og tilsvarende om grisene havde været konstant rene eller kun rene den sidste uge før slagtning. For skatol i spæk bestemt ved HPLC-metoden blev der konstateret forskel mellem stigentagelser inden for forsøgsbehandlingerne ($P=0,0416$), og for den spektrofotometriske metode blev der konstateret meget klar forskel mellem stigentagelser inden for forsøgsbehandlingerne ($P \leq 0,0032$).

For indols vedkommende blev der ligeledes

konstateret meget klar forskel mellem stigninger inden for forsøgsbehandlingerne ($P \leq 0,0001$).

4.5 Forskelle i skatolniveau mellem leveringer (slagtedatoer)

Der blev konstateret forskel i skatolniveau mellem leveringer ($P \leq 0,01$) for den spektrofotometriske metode, men ingen forskel ved HPLC-metoden. Samtidig blev der ikke konstateret vekselvirkning mellem leveringer (slagtedatoer) og forsøgsbehandling for skatol uanset forskellige målemetoder (se bilag 2).

4.6 Korrelationer mellem skatol- og indolværdier målt i spæk i sommerforsøget

Der blev fundet en høj korrelation mellem skatol målt ved den spektrofotometriske metode og HPLC-metoden ($r = 0,85$; $P \leq 0,0001$) (se figur 1 og bilag 3). Derudover blev der fundet korrelationer mellem skatol og indol målt ved hjælp af HPLC på ($r = 0,73$; $P \leq 0,0001$), mens der konstateredes en korrelation mellem indol (HPLC) og skatol målt ved den spektrofotometriske metode på ($r = 0,82$).

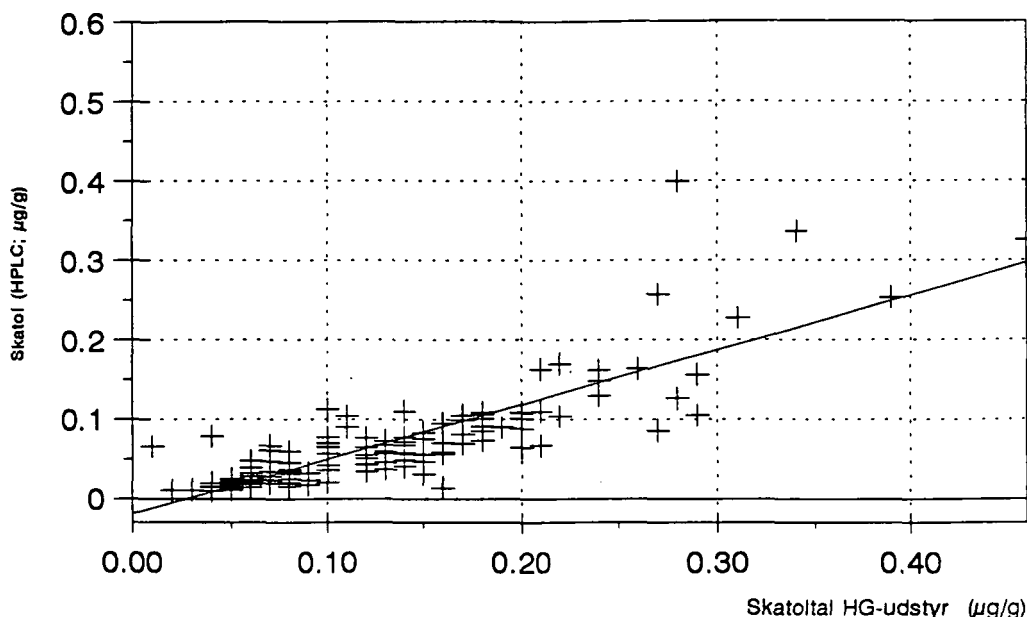


Fig. 1 Korrelation mellem skatol i spæk målt ved den spektrofotometriske metode (HG-udstyr) og skatol målt ved HPLC-metoden ($Y = 0,68x - 0,019$; $n = 149$; $r = 0,85$; $P \leq 0,0001$)

Correlation between skatole in fat measured by the spectrophotometric and the HPLC-method ($Y = 0.68x - 0.019$; $n = 149$; $r = 0.85$; $P \leq 0.0001$)

4.7 Grisenes nærklima og hudtemperaturer

Forsøget blev udført i en sommerperiode med usædvanligt høje udendørs-temperaturer, hvorfor temperaturerne generelt var højere i stalden end de

22°C (se tabel 4 og bilag 5 og 6). Som det ses af tabel 4 og bilag 5 og 6 var de lokale klimaforhold ens for de to forsøgsbehandlinger.

Tabel 4 Gennemsnitlige temperaturer (°C) på huden, på gulvet, i lejearealet samt den relative luftfugtighed (RF%) i lejearealet for de 2 forsøgsbehandlinger (beskidte og rene)
Average temperatures (°C) of the skin, on the floor, in the laying area of the pen and the relative humidity (RH per cent) in the laying area for the two treatments (faeces and clean)

	Forsøgsbehandling	Temperaturer og RF%
Hudtemperaturer	Beskidte	35,7
	Rene	35,9
Gulvtemperatur	Beskidte	30,7
	Rene	29,2
Temperatur i lejearealet	Beskidte	26,3
	Rene	26,3
Relative luftfugtighed RF%	Beskidte	89
	Rene	87

5 Diskussion

5.1 Sammenhængen mellem forsøgsbehandlinger og skatol og indol i spæk i de tre køn

Forsøget bekræftede hypotesen, at rene grise på fuldspaltegulv ved høj belægningsgrad og høj staldtemperatur havde et lavt skatolniveau i spæk i forhold til tilsvinede grise ved samme belægningsgrad og temperatur i stier med fastgulv og spaltegulv i rensegangen. Desuden viste forsøget, at det var muligt på en uge at hæve og sænke skatolniveauet med ca. 100% afhængig af tilsviningsgraden den sidste uge før slagting. Det samme resultat ses for alle tre køn (hangrise, sogrise og galte) (Pedersen & Mortensen, 1987; Hansen et al., 1991 & 1993). Tilsvarende fandtes indol i meget høj koncentration hos alle beskidte grise af alle tre køn i dette forsøg ligesom Hansen et al. (1993), mens indolindholdet i alle de rene grise af alle tre køn var meget lavt. Det meget lave indolniveau hos de rene grise på fuldspaltegulv med høj belægningsgrad svarede således helt til det tidligere fundne lave indolniveau hos rene grise med lav belægningsgrad og fast gulv (Hansen et al., 1993), hvilket indicerer, at det er tilsviningen med gødning og urin, der er afgørende for et højt indol- såvel som skatolniveau og ikke belægningsgrad eller gultype.

De beskidte galt- og sogrises forhøjede skatol- og indolniveau er i overensstemmelse med tidligere forsøg, hvor det også viste sig, at skatol- og indolniveauet forhøjedes for de to køns vedkommende ligesom hangrisenes, når grisene var svinet til med gødning og urin (Pedersen & Mortensen, 1987; Nonboe, 1991; Hansen et al., 1991 & 1993). I nærværende forsøg kunne det måske endda se ud til, at beskidte galt- og sogrises skatol- og indolniveau var relativt for højt i forhold til de beskidte hangrises eller, at hangrisenes var relativt for lavt. Her må imidlertid tages i betragtning, at der kun medvirkede få beskidte galt- og sogrise og for den sags skyld også hangrise, hvorfor genetiske forhold meget let kan tænkes at spille ind og være udslagsgivende for gennemsnitsniveauet for hvert af de tre køn (se tabel 2 og bilag 4) og se også (Friis, 1993b). Fra tidligere samt nærværende forsøg er der meget, der taler for, at grisenes skatolniveau i spæk er afhængig af genetik og delvist uafhængig

af køn (Hansen et al., 1993; Hansen & Larsen, 1993). De høje skatolværdier målt hos en del beskidte galte og sogrise ved begge målemetoder understreger, at det ikke bare er det høje indolniveau i spækket, som skaber problemerne ved at indgå for ca. en fjerdedels vedkommende i skatolværdi-resultatet ved den spektrofotometriske målemetode.

5.2 Varmestress og skatol og indol i spæk

Forsøget har bekræftet hypotesen om, at høje sommertemperaturer og høj belægningsgrad ($0,6 \text{ m}^2/\text{gris}$) er uden væsentlig betydning for et forhøjet skatolniveau i spæk, når grisene kan holde sig rene på fuldspaltegulv (og gødning og urin under fuldspaltegulvet bliver fjernet fra stalden) (Hansen et al., 1993). Dette understøttedes af Sloth & Pedersen (1993) og indirekte af Danske Slagteriers Landsdækkende Hangrisedatabases resultater med gultyper (Sloth & Udesen, 1993). Hudoverfladetemperaturen, stitemperaturen såvel som den relative luftfugtighed ved målinger i dette forsøg pegede iøvrigt på ens problemer med "varmestress" hos beskidte og rene grise (se tabel 5 og bilag 5 og 6). Hudtemperaturen var i sommerforsøget omkring 35°C for begge behandlinger. Når de beskidte grise ikke havde højere hudtemperaturer, skyldtes det sandsynligvis, at de blev afkølet af den gødning og urin, de lå i.

5.3 Stress og skatol i spæk

Stress i bred forstand har man ment havde en øgende indflydelse på skatolniveauet. Det har tidligere vist sig, at aggressive grises slagsmål (galte og sogrise) ikke havde negativ indflydelse på skatolniveauet, når de var opstaldet på slagteriet i en time før slagting, mens andre kødkvalitetsparametre var påvirket (højere pH_2 , lavere sondetal, mere DFD og flere sværbeskadigelser) for yderligere uddybning af problematikken se Hansen et al., (1993).

Langtids-stress/kronisk stress kan heller ikke have den store betydning, når man både i dette og tidligere forsøg kan ændre på grisenes skatol- og indolniveau fra uge til uge ved at ændre på tilsviningsgraden (Hansen et al., 1993).

5.4 Vandoptagelse og skatol i spæk

Dette forsøg viste klart, at rene grise med høj belægningsgrad på fuldspaltegulv havde et generelt meget lavt skatol- og indolniveau i spæk og meget lavere end beskidte grise med fast gulv i lejet og samme høje belægningsgrad. Begge forsøgsbehandlinger havde 1 drikkenippel pr. 8 grise og minimum 2 drikkenipler pr. sti. Derfor havde vandforsyningen sandsynligvis ingen negativ effekt på skatolniveauet i det tidligere udførte forsøg med beskidte grise, idet stiernes indretning og antallet af drikkenipler til de beskidte grise og klimaet var identisk (Hansen et al., 1993). Dette understøttes på det seneste af Danske Slagteriers Landsdækkende Hangrisedatabases resultater (Sloth & Udesen, 1993), som samtidig sætter spørgsmålstegn ved tidligere resultater, som syntes at vise, at ekstra vandforsyning sænker skatolniveauet (Ambrosen, 1993; Kjeldsen, 1993; Kjeldsen et al., 1993). Den tilsyneladende effekt af den ekstra vandforsyning i nogle af de tidligere undersøgelser kunne imidlertid være den ekstra drikkeforsynings placering over spaltegulvsarealet i stier med delvis spaltegulv (Ambrosen, 1993; Kjeldsen, 1993; Kjeldsen et al., 1993), idet en sådan placering kan bevirke en bedre renholdelse af fastgulvs-arealet for gødning og urin. Grise urinerer og gøder ofte i forbindelse med drikkeaktivitet fra korrekt placerede drikkenipler, og hvor der i forvejen er vådt (Hansen et al., 1979; Olsson, 1982). Når Sloth & Udesen (1993) ikke finder effekt af ekstra drikkeforsyning via Danske Slagteriers Landsdækkende Hangrisedatabase, kunne det skyldes, at materialet er blevet statistisk korigeret for effekten af gulvtype.

5.5 Optagelse af skatol og indol fra tarmen til spæk

Skatol i fæces målt på slagtedagen var uafhængig af forsøgsbehandlinger, køn og årstid i det tidligere forsøg med beskidte og rene grise (Hansen et al., 1993), hvorfor måling af skatol i fæces blev undladt i dette forsøg. Det måtte formodes, at der heller ikke ville have været nogen korrelation mellem skatol i fæces og i spæk i nærværende forsøg, da grisene blev fodret med samme energirige foderblanding som i det tidligere forsøg, og når forsøgsresultatet iøvrigt blev det samme, hvad angår skatol- og indolniveau i spæk. En helt analog konklusion kan sandsynligvis drages med hensyn til den manglende sammenhæng, som også blev fundet mellem indol i spæk og fæces (Hansen et al., 1993).

Der er derfor ingen grund til at tro, at der skulle være blevet produceret mere skatol og indol i tyktarmen hos de beskidte grise med deraf følgende større optagelse til blodet og tilsvarende større aflejring i fedtvæv. Iøvrigt har Friis (1993b) vist, at radioaktivt skatol og skatols nedbrydningsprodukter ikke vender tilbage til gødningen (fæces), men udskiltes efter nedbrydning i leveren via urinen og i mindre omfang i lungerne.

Fækalieædning anses ligeledes for uvæsentlig som årsag til øget skatolniveau i spæk. For yderligere argumenter imod fækalie-ædningens betydning henvises til Hawe & Walker (1991) og Hansen et al. (1993).

5.6 Optagelse af skatol og indol fra gødningen gennem huden

Hidtil har der været megen diskussion omkring muligheden af, at skatol plus indol optages gennem huden (Hansen et al., 1993). Friis (1993b) har med radioaktivt mærket skatol påført bugregionen på en gris kunnet påvise, at skatol trængte ind gennem huden i betydeligt omfang (40 %). Derimod optages skatol stort set ikke igennem den tykke hud på ryggen (6 %), helt svarende til resultater af Hansen et al. (1993). Optagelse af skatol og (indol) gennem bugen kombineret med en øget skatol- og indolproduktion ved blanding af gødning og urin ved høje temperaturer (Jensen, 1993) synes med nuværende viden at være den mest bidragende årsag til forhøjet skatol- og indolniveau i spæk.

5.7 Optagelse af skatol og indol fra gødningen gennem lungerne

Til trods for at Travis & Elliot (1977) ikke konstaterede skatol i luften i en svinestald, vides det nu, at der ved sommertemperaturer findes skatol i luften over gødning. Hvor meget af stofferne der findes i blandingen af gødning plus urin, der går over i dampfasen og indåndes af grisene ved forskellige temperaturer, vides imidlertid ikke.

Til afklaring af dette spørgsmål er der udviklet en foreløbig målemetode til staldluft, der har vist, at der er skatol og indol i luften over gødningen (Hansen-Møller, 1992b).

Skatolindholdet i luften lige over 2-3 dage gammel gødning og urin har foreløbigt vist sig at være på 0,06 mg/m³ luft, mens indolindholdet var helt oppe på 0,31 mg/m³ luft¹.

¹ Koncentrationerne for skatol og indol skal dog tages med forbehold, idet metoden endnu ikke er færdigudviklet.

Temperaturen i det lag gødning og urin, der lå på gulvet i selve forsøgsperioden, var sandsynligvis ofte betydeligt højere end de målte 30°C. Dette må ikke mindst have været tilfældet, mens grisene lå oven på gødningen, og må i disse perioder have skabt lokale temperaturer på mindst 34°C i gødningen. (Gulv-/gødningsstemperaturen må antages at være en minimumstemperatur, idet den altid blev målt, hvor der ingen grise lå i grisenes aktivitetsperioder klokken 8⁰⁰ og klokken 15⁰⁰).

Dannelsen af skatol og indol ud fra bl.a. tryptofan i den rigelige mængde gødning og urin havde derfor meget gode betingelser ved de høje temperaturer (Spoelstra, 1977; Nonboe, 1991; Jensen, 1993). Nonboe (1991) konstaterede, at der ved 38°C dannedes mere skatol i prøver af tarmindehold (gødning), end der var, og det uanset om tarmindeholdet var anaerobt eller aerobt opbevaret. Jensen (1993) har i et in vitro-forsøg vist, at tilsætning af urin i stigende mængde (max. 20% urin tilsat) til en fæces-suspension medførte en stigende produktion af både skatol og indol ved 38°C.

Optagelse af skatol og måske især indol via lungerne synes derfor at være en muligt medvirkende forklaring til de høje indolniveauer i spæk ikke mindst ved høje temperaturer på grund af luftens indhold af skatol og indol.

5.8 Ammoniak og skatolnedbrydning i leveren

En hidtil upåagtet faktor omkring skatol- og indolniveauet i spæk er ammoniaks mulige giftvirkning på leveren, således at leverens evne til nedbrydning af skatol og indol kan tænkes reduceret i stier, som er beskidte med gødning og urin. Hos rotter er påvist, at enzymaktiviteter i P450 systemet i leveren forringes, hvis rotterne holdes beskidte med deres egen gødning og urin i en uge (Vesell et al., 1973).

5.9 Skatol i spæk i relation til fædre

En Dansk Landrace ornes (nr. 39) afkom med LY-søer havde, som i et tidligere forsøg, gennemsnitlig højere skatolværdier end afkom efter andre orner (Hansen et al., 1993). Samtidig ser det ud til, at en del af afkommet efter denne Landrace-orne og tildels uafhængigt af køn har et generelt højt skatolniveau i spæk, idet spredningen på ukorrigerede data er meget stor.

Afkom efter enkelte andre Dansk Landrace-ørner har udvist samme mønster og tildels uafhængigt af køn (Hansen et al., 1993; Hansen & Larsen, 1993). Den store spredning mellem kuldsøskende for skatol i spæk, både når de er rene og beskidte efter disse Dansk Landraceørner, kunne pege på, at der findes et majorgen - ud over flere andre gener - for et højt skatolniveau (Hansen et al., 1993; Hansen & Larsen, 1993; Lundström & Malmfors, 1993a). Resultater fra bl.a. dette forsøg kunne pege på, at der er tale om recessiv nedarvning delvis uafhængig af køn, men som næsten udelukkende manifesterer sig ved skatoltal større end 0,20 ppm blandt handyr, når grisene holdes rene.

Resultater af Friis (1993a+b) og Laue et al. (1993) peger på, at enkelte grise - med et højt skatolniveau - i modsætning til de "normale" grise - med et lavt skatolniveau - er længere tid om at nedbryde skatol i leveren, og at dette må skyldes genetik. Årsagen til den dårlige nedbrydning i leveren ser ud til at skyldes en brist i enzymsystemet P₄₅₀ (Friis, 1993b).

Samtidig vides det, at Dansk Landrace har et racegennemsnit på 0,14 ppm, mens Yorkshire-racen har et gennemsnit på 0,08 (og Duroc-racen et gennemsnit på ca. 0,10) (Maribo og Sandersen, 1992). Resultater viser, at der er en arvbarehed på ($H^2=0,34$) for skatol i spæk. Desuden er konstateret en ikke-additiv-genetisk variation på 8,9% (Sørensen & Pedersen, 1994).

6 Konklusion

Forsøget bekræftede hypotesen, at grise, som er stærkt tilsvinede i mindst en uge før slagtning med varm gødning og urin ved høj belægningsgrad (0,6 m²/gris) og høje staldtemperaturer, har et højere skatol- og indolniveau i spæk - d.v.s. højere frekvens med ornelugt - end grise, som er holdt rene i mindst en uge på fuldspaltegulv ved høj belægningsgrad og høje staldtemperaturer.

Forsøget viste desuden, at det var muligt at sænke eller hæve skatol- og indolniveauet i spæk afhængig af forsøgsbehandlingen den sidste uge før slagtning.

Forsøgsbehandlingerne påvirkede alle tre køns skatol- og indolkoncentration i spæk ens. Sogrisenes og galtenes skatol- og indolindhold i spæk var lidt lavere end hangrisenes.

Kombinationen af høj belægningsgrad og høje staldtemperaturer har i dette forsøg vist sig ikke at have negativ indflydelse på ornelugt (skatol og indol i spæk), når grisene er i stand til at holde sig rene på fuldspaltegulv, og stalden er udstyret med et velfungerende ventilationsanlæg.

Højt skatolniveau synes at have en væsentlig arvelig komponent.

I forbindelse med tolkningen af dette forsøgs resultater er fremført den hypotese, at i den gødning plus urin, der ligger i stierne, produceres der ved høje temperaturer yderligere skatol og indol, som overføres i betydelig mængde til grisenes blod og spæklag gennem huden i bugregionen og i gasfasen måske også gennem lungerne.

Litteratur

- Ambrosen, K., 1993. Erfaringer fra den rullende afprøvning. Vandforsynings indflydelse på skatolniveau og frasortering af hangrise. Landsudvalget for Svin. Danske Slagterier, Axelborg, 1-6.
- Friis, C., 1993a. Distribution, metabolic fate and elimination of skatole in the pig. Measurement and Prevention of Boar Taint in Entire Male Pigs. Roskilde, Denmark, 12-14 October, 1992, Ed. M. Bonneau, INRA, Paris 1993, pp. 113-115.
- Friis, C., 1993b. Skatols omsætning hos so- og hangrise. DS nyt nr. 7, juli 1993, 11-13.
- Garipey, C., J. Amiot & S. Nadai, 1989. Ante-Mortem Detection of PSE and DFD by Infra-red Thermography of Pigs Before Stunning. Meat Science 25, 37-41.
- Hansen, L.L., A.M. Hagelsø & A. Madsen, 1979. Undersøgelse af adfærds- og produktionsresultater hos slagtesvin, der er fodret efter ædelyst fra henholdsvis en eller flere automater. 483. Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg, 51 p.
- Hansen, L.L., P. Barton-Gade & P. Vorup, 1991. Effect of mixing "peaceful" or "aggressive" pigs at abattoirs on their behaviour and meat quality. Proc. of the Int. Congress Edingburgh 1991 of the The Society for Veterinary Ethology. Applied Animal Behaviour. Edited by M.C. Appleby, R.I. Horrell, J.C. Petherick & S.M. Rutter. Universities Federation for Animal Welfare. p. 88.
- Hansen, L.L., A.E. Larsen, B.B. Jensen, J. Hansen-Møller, & P. Barton-Gade, 1993. Belægningsgradens og temperaturens indflydelse på tilsvining med gødning og konsekvensen heraf for ornelugt. Statens Husdyrbrugsforsøg. Forskningsrapport nr. 2, 39 p.
- Hansen L.L. & A.E. Larsen, 1993. Vækstfremmende antibiotikas indflydelse på ornelugt hos hangrise. Statens Husdyrbrugsforsøg (NIAS). Forskningsrapport nr. 13, 14 pp.
- Hansen-Møller, J., 1992a. Determination of indolic compounds in pig backfat by means of solid phase extraction and gradient HPLC with special emphasis on the boar taint compound skatole. J. Chromatogr. 624, 479-490.
- Hansen-Møller, J., 1992a. HPLC methods for determination of indole, skatole and related indoles in pig backfat. Meeting of the EAAP Working Group "Production and Utilization of Meat from Entire Male Pigs", Roskilde 12 - 14 October, 1992, 5 p.
- Hansen-Møller, J., 1992b. Måling af skatol og indol i luft. Upublicerede resultater.
- Hawe, S.M. & N. Walker, 1991. The effects of involuntary coprophagy on the production of skatole in growing pigs. Anim. Prod. 53, 105-109.
- Jensen, B.B., 1993. Skatol i mave-og tarmkanalen. DS Nyt nr. 7 juli 1993, 16-18.
- Jensen, B.B., 1994. Personlig meddelelse.
- Kjeldsen, N., 1993. Practical experience with production and slaughter of entire male pigs. Measurement and Prevention of Boar Taint in Entire Male Pigs. Roskilde, Denmark, 12-14 October, 1992, Ed. M. Bonneau, INRA, Paris 1993, pp. 137-144.
- Kjeldsen, N., A.F. Smed & F. Udesen, 1993. Practical testings concerning skatole level in entire male pigs. 44th Annual Meeting of the EAAP, 16 - 19 august, Aarhus, Denmark. Commission on Pig Production. Session: II. Meat production with entire males. P 2.12, Vol. II, pp. 344-345.
- Laue, A., N. Agergaard & E. Kalm, 1993. Plasma profiles of skatole in male slaughter pigs related to the absorption patterns and liver metabolism of microbial produced as well as administered synthetic 3-methyl-indole. 44th Annual Meeting of the European Association for Animal Production Aarhus, Denmark 16-19 August 1993 - P.2.14.
- Lundström, K. & B. Malmfors, 1993. Genetic influence on skatole deposition in entire male pigs. Measurement and Prevention of Boar Taint in Entire Male Pigs. Roskilde, Denmark, 12-14 October, 1992, Ed. M. Bonneau, INRA, Paris 1993, pp. 159-165.
- Maribo, H. & B. Sandersen, 1992. Hvorfor lugter visse hangrise? DS Nyt nr. 4. April 1992, s. 4-6.
- Mortensen, A.B. & S.E. Sørensen, 1982. Metode til

- påvisning af ornelugt i slagtekroppe. SF-rapport nr. 17.170-Rapport.
- Mortensen, A.B. and Sørensen, S.E., 1984. Relationship between boar taint and skatole determined with a new analysis method. Proc. 30th European Meeting of Meat Research Workers, Bristol, pp. 394-396.
- Mortensen, A.B. & H.P. Mortensen, 1990. EAAP. Proc. EAAP-working group, Spain 1989. Livestock Prod. Sci. **26**, 319-326.
- Mortensen, H.P., C. Bejerholm, P. Barton & O.K. Pedersen, 1989. Indflydelsen af foderets protein- og energiindhold på kød- og spækkvaliteten, hos han-, galt- og sogrise. Arbejde nr. 38.124 - Rapport (22. februar 1989, svin - kødkvalitet). Slagteriernes forskningsinstitut, Roskilde.
- Mortensen, H.P., 1990. The influence of breed, energy and protein in the feed on skatole content in female pigs, castrates and entire male pigs. Proc. EAAP-working group, Spain 1989. Livestock Prod. Sci. **26**, 319-326.
- Mortensen, H.P. & A. Madsen, 1990. Skatolindhold i hangrise fodret med malt eller flydende gær af forskellig oprindelse. Arbejde nr. 01.708 - Rapport (28. december, Hangrise-produktion). Slagteriernes forskningsinstitut, Roskilde.
- Nonboe, U., 1991. Afklaring af biologiske mekanismer bag forekomsten af skatol (3-methylindol) i spæk hos svin. DJVB/KVL nr. 1991-497.
- Olsson, O., 1983. Valve drinking systems for growing-finishing pigs. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen for husdjurenes utfodring och vård. Rapport 111. Uppsala.
- Pedersen, J.K. & A.B. Mortensen, 1987. Relationship between skatole concentration in backfat of gilts and entire male pigs from the same herds. Proc. European Meeting of Meat Research Workers, Helsinki.
- Rasmussen, A.A. & J.R. Andersen, 1987. Indledende undersøgelse af varmeudstråling fra svin før slagting ved hjælp af infrarød termografi. Arbejde nr. 02.508 - Rapport. Slagteriernes Forskningsinstitut.
- Sloth, N.M. & P. Pedersen, 1993. Erfaringer fra den rullende afprøvning. Staldklimaets indflydelse på skatoltallet hos hangrise. Landsudvalget for Svin. Danske Slagterier, Axelborg, 1-6.
- Sloth, N.M. & F.K. Udesen, 1993. Erfaringer fra den rullende afprøvning. Foreløbige resultater fra den landsdækkende hangrisedatabase. Landsudvalget for Svin. Danske Slagterier, Axelborg, 14 pp.
- Sørensen, D. & B. Pedersen, 1994. Skatoltallets arvelighed. Landsudvalget for svin. Danske Slagterier, Axelborg. Rapport, 5 pp.
- Spoelstra S.F., 1977. Simple Phenols and Indoles in Anaerobically Stored Piggery Wastes. J. Sci. Fd. Agric. **28**, 415-423.
- Travis, T.A. & L.F. Elliott, 1977. Quantitation of indole and skatole in a housed swine unit. J. Environ. Qual. **6**, 4, 407-410.
- Udesen, F.K., 1992. Hangriseproduktion med lav frasorteringsprocent. Kongres for svineproducenter 20.-21. oktober, Herning, 3₁₋₁-3₁₋₄.
- Vesell, E.S., C.M. Lang, W.J. White, G.T. Passa nanti & S.L. Tripp, 1973. Hepatic Drug Metabolism in rats: Impairment in a Dirty Environment. Science **179**, 896-897.
- Vestergaard, T., 1989. The influence of breed, energi and protein in the feed on skatole content in female pigs, castrates and entire male pigs. Personlig meddelelse.

Bilag 1 Skatol i spæk (spektrofotometriske og HPLC metode) samt indol i spæk (HPLC metode) for grise som er konstant beskidte eller rene samt for grise som er rene eller beskidte i en uge
Skatole in subcutaneous fat (spectrophotometric and HPLC methods) and indole in subcutaneous fat (HPLC method) from pigs in a pens constant kept dirty or clean and for pigs in pens kept dirty for a week or clean for a week

Forsøgsbehandling	Antal grise	Skatol Spectr. (ppm)	Antal grise	Skatol P HPLC (ppm)	6 Indol HPLC (ppm)
Konstant beskidte	6	0,17	(3)*	0,122	0,40
Konstant rene	6	0,05	(3)*	0,012	0,01
Beskidte i en uge	73**	0,16	73***	0,084	0,27
Rene i en uge	71**	0,08	71***	0,046	0,02

Data er ukorrigerede for køn.

*) 3 spækprøver ikke analyseret ved HPLC-metode.

**) 1 spækprøver ikke analyseret ved den spektrofotometriske metode.

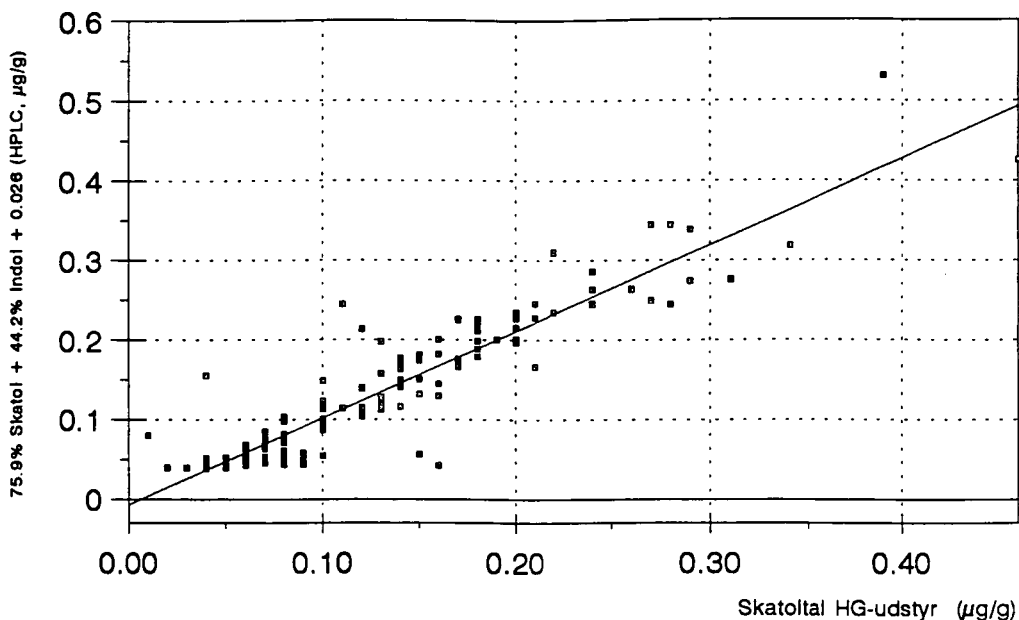
***) 1 spækprøver ikke analyseret ved HPLC-metode.

Bilag 2 Skatol i spæk (spektrofotometriske og HPLC metode) samt indol i spæk (HPLC metode) på de 4 slagtedage for de 2 forsøgsbehandlinger (beskidte og rene)

Skatole in subcutaneous fat (spectrophotometric and HPLC methods) and indole in subcutaneous fat (HPLC method) at the four slaughter days for the two treatments (dirty and clean)

Forsøgsbehandling		Antal grise	Skatol Spectr. (ppm)	Antal grise ¹	Skatol HPLC (ppm)	Indol HPLC (ppm)
<u>Slagtedag/ leveringsdag:</u>						
1. levering*	Beskidte	12	0,14	8	0,07	0,28
	Rene	12	0,08	8	0,06	0,01
2. levering**	Beskidte	24	0,17	24	0,08	0,34
	Rene	24	0,06	24	0,03	0,03
3. levering**	Beskidte	20	0,20	20	0,11	0,32
	Rene	20	0,10	20	0,05	0,02
4. levering**	Beskidte	23	0,14	24	0,08	0,17
	Rene	21	0,07	22	0,03	0,02
Alle grise	Beskidte	79	0,17	76	0,09	0,29
	Rene	77	0,07	74	0,04	0,02

- 1) Antal grise der blev analyseret skatol og indol i spæk ved hjælp af HPLC-metoden.
Data er blevet korrigeret for køn.
- *) En uge før første levering ændredes forsøgsbehandlingerne til det modsatte for halvdelen af de ved 1. levering leverede grise.
- **) Umiddelbart efter 1., 2. og 3. levering, dvs. en uge før de følgende leveringer til slagteriet, ændredes forsøgsbehandlingerne til det modsatte. Derved var grisene ved de tre sidste leveringer kun udsat for den afsluttende forsøgsbehandling den sidste uge før slagtning.
1. levering d. 27. juli, 2. levering d. 3. august, 3. levering d. 10. august og 4. levering d. 17. august 1992.



Bilag 3 Den bedste korrelation mellem skatol i spæk målt ved den spektrofotometriske metode (HG-udstyr) og skatol målt ved HPLC-metoden opnås ved at korrelere 75,9% skatol (HPLC) + 44,2% indol (HPLC) + 0,076 med skatoltotal (ækvivalenter) målt ved HG-udstyret
 $(Y = 1,0867 - 0,00697; r = 0,9287; P \leq 0,0001)$

The best correlation between skatole in fat measured by the spectrophotometric method (HG-udstyr) and skatole measured by the HPLC-method has been reached by a correlation of 75.9% skatole (HPLC) + 44.2% indole (HPLC) + 0.076 to skatole measured by the spectrophotometric method. $(Y = 1.0867 - 0.00697; r = 0.9287; P \leq 0.0001)$

Bilag 4 Forsøgsbehandlingernes (rene grise på fuldspaltegulv og beskidte på betongulv) og kønnenes indflydelse på skatol- og indolniveau (ppm) i nakkespæk

The significance of the experimental treatments (clean and dirty) and sexes on skatole and indole concentration (ppm) in fat

Forsøgsbehandling	Beskidte	Rene	Gns.	Effekt af:		
				Behand- ling	Køn	Veksel- virkning ¹
Spektrofotometrisk metode:						
Skatol (gns.):	0,17	0,07	0,12	***	(*)	NS
s.e.	0,009	0,008				
Antal grise, i alt:	79	77	156			
Hangrise:	0,17	0,09	0,13			
s.e.	0,009	0,011				
Antal grise:	41	33	74			
Sogrise:	0,16	0,06	0,11			
s.e.	0,012	0,011				
Antal grise:	28	30	58			
Galte:	0,18	0,07	0,13			
s.e.	0,021	0,018				
Antal grise:	10	14	24			
HPLC-metode:						
Skatol (gns.):	0,09	0,04	0,065	***	**	NS
s.e.	0,009	0,008				
Antal grise, i alt:	76	74	150			
Hangrise:	0,10	0,06	0,08			
s.e.	0,009	0,010				
Antal grise:	40	34	74			
Sogrise:	0,08	0,02	0,05			
s.e.	0,013	0,012				
Antal grise:	26	26	52			
Galte:	0,10	0,03	0,07			
s.e.	0,021	0,018				
Antal grise:	10	14	24			
HPLC-metode:						
Indol (gns.):	0,29	0,02	0,15	***	**	NS
s.e.	0,016	0,014				
Antal grise, i alt:	76	74	150			
Hangrise:	0,30	0,03	0,16			
s.e.	0,015	0,017				
Antal grise:	40	34	74			
Sogrise:	0,28	0,01	0,14			
s.e.	0,022	0,021				
Antal grise:	26	26	52			
Galte:	0,28	0,01	0,15			
s.e.	0,034	0,029				
Antal grise:	10	14	24			

1) Vekselvirkning = (køn * behandling).

NS = (P > 0,10); (*) (P≤0,10); *) (P≤0,05); **) (P≤0,01); *** (P≤0,001)

Bilag 5 Gennemsnitlige hud- og gulvtemperaturer (°C) i ugen før hver slagtedato for de 2 forsøgsbehandlinger (beskidte og rene) i et sommerforsøg

Average skin and floor temperatures (°C) in the week before each slaughter day for the two treatments (dirty and clean) in a summer experiment

	Forsøgsbehandling	Hudtemperatur	Gulvtemperatur
<u>Slagtedag/leveringsdag:</u>			
1. levering	Beskidte med 0,6 m ² /gris	35,8	31,3
	Rene med 0,6 m ² /gris	36,9	31,0
2. levering**	Beskidte med 0,6 m ² /gris	35,7	31,3
	Rene med 0,6 m ² /gris	35,9	29,1
3. levering*	Beskidte med 0,6 m ² /gris	36,0	30,8
	Rene med 0,6 m ² /gris	35,8	28,6
4. levering*	Beskidte med 0,6 m ² /gris	35,2	29,4
	Rene med 0,6 m ² /gris	35,1	28,0
Hele forsøget	Beskidte med 0,6 m ² /gris	35,7	30,7
	Rene med 0,6 m ² /gris	35,9	29,2

Bilag 6 Gennemsnitlige lokale stitemperaturer (°C) og relative luftfugtighed målt 30 cm over gulvet i liggeområdet i ugen før hver slagtedato for de 2 forsøgsbehandlinger (beskidte og rene) i et sommerforsøg samt staldens gennemsnitlige rumtemperatur

Average local pen temperatures (°C) and relative humidity measured 30 cm over the laying area the week before each slaughter day for the two treatments (dirty and clean) in a summer experiment and the average temperature of the pig house

	Forsøgsbehandling	Stitemperatur	RF%	Rumtemperatur
<u>Slagtedag/leveringsdag:</u>				
1. levering	Beskidte med 0,6 m²/gris	27,2	87,7	26,0
	Rene med 0,6 m²/gris	27,4	86,5	
2. levering**	Beskidte med 0,6 m²/gris	25,8	89,1	25,2
	Rene med 0,6 m²/gris	25,9	84,7	
3. levering*	Beskidte med 0,6 m²/gris	26,3	89,5	24,8
	Rene med 0,6 m²/gris	26,0	88,4	
4. levering*	Beskidte med 0,6 m²/gris	26,1	90,0	23,7
	Rene med 0,6 m²/gris	26,2	88,5	
Hele forsøget	Beskidte med 0,6 m²/gris	26,3	89,1	24,9
	Rene med 0,6 m²/gris	26,3	87,0	

