



Korttidsvirkning af antibiotika samt tilsvinningsgradens betydning for hangriselugt hos grise med et højt eller lavt grundniveau for skatol i blod

*Short time effect for antibiotic and heavily
fouling with faeces plus urine on boar taint in
male pigs with high and low basic skatole levels in
blood*

Laurits Lydehøj Hansen¹⁾, Anders Eklundh Larsen¹⁾, Bent Borg Jensen²⁾ og Jens Hansen-Møller³⁾

¹⁾ Afd. for Forsøg med Svin

²⁾ Afd. for Dyrefysiologi og Biokemi

³⁾ Slagteriernes Forskningsinstitut

STATENS HUSDYRBRUGSFORSØG

**Forskningscenter Foulum, Postboks 39, 8830 Tjele
Tlf. 89 99 19 00. Fax 89 99 19 19**

**Forskningscenter Bygholm, Postboks 536, 8700 Horsens
Tlf. 75 60 22 11. Fax 75 62 48 80**

Statens Husdyrbrugsforsøg har til formål at gennemføre forskning samt indsamle og opbygge viden af betydning for erhvervsmæssigt husdyrbrug og jordbrugsteknik i Danmark. I forskningen skal der lægges vægt på ressourceudnyttelse, dyrevelfærd, internt og eksternt miljø, produkternes kvalitet og konkurrenceevne samt en hurtig og sikker formidling af resultaterne til brugerne.

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

Husdyrforskningen finder fortrinsvis sted på Forskningscenter Foulum, mens den jordbrugstekniske forskning udføres på Forskningscenter Bygholm. Herudover har institutionen adgang til en række privat-/organisationsejede forsøgsstationer m.m.

Forskningsresultaterne publiceres i internationale videnskabelige tidsskrifter samt i publikationer udgivet af Statens Husdyrbrugsforsøg. Abonnement på Årsrapporter, Forskningsrapporter, Beretninger og Informationsblad kan tegnes ved direkte henvendelse til 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**

**Research Centre Bygholm, P.O. Box 536, DK-8700 Horsens
Tel. +45 75 60 22 11. Fax +45 75 62 48 80**

The aim of the National Institute of Animal Science is to carry out research and accumulate knowledge of importance to animal husbandry and agricultural engineering. In the research great importance is attached to the utilization of resources, environment, animal welfare and to the quality and competitiveness of the agricultural products and a rapid and efficient dissemination of the results to the users.

The institute comprises five research departments: Dept. for Research in Cattle and Sheep, Dept. for Research in Pigs, Dept. for Small Farm Animals, Dept. for Animal Physiology and Biochemistry, and Dept. for Agricultural Engineering. Service departments include a Central Laboratory, a Department for Farm Management and Services, and a Secretariat.

The technical research takes place at Research Centre Bygholm. The research departments for animal sciences together with management and service departments are located at Research Centre Foulum.

Research results are published in international scientific journals and in publications from the National Institute of Animal Science. For subscription to reports and other publications please contact the above address directly.

Forskningsrapport nr. 32
fra Statens Husdyrbrugsforsøg

Report No. 32

from the National Institute of Animal Science, Denmark

Korttidsvirkning af antibiotika samt
tilsvinningsgradens betydning for hangriselugt
hos grise med et højt eller lavt grundniveau for
skatol i blod

*Short time effect of antibiotix and heavily fouling with faeces
plus urine on boar taint in male pigs with high and low basic
skatole levels in blood*

With English summary and subtitles

**Laurits Lydehøj Hansen¹⁾, Anders Eklundh Larsen¹⁾, Bent Borg Jensen²⁾ og Jens
Hansen-Møller³⁾**

¹⁾ *Afd. for Forsøg med Svin*

²⁾ *Afd. for Dyrefysiologi og Biokemi*

³⁾ *Slakteriernes Forskningsinstitut*

Forskningscenter Foulum 1995

Manuskriptet afleveret marts 1995

Trykt i Frederiksberg Bogtrykkeri a.s 1995

Indholdsfortegnelse

Sammendrag	7
Summary	9
1 Indledning	11
2 Mål	12
3 Materialer og metoder	12
3.1 Statistiske metoder	16
4 Resultater	19
4.1 Skatol og indol i fæces	19
4.1.1 Skatol og indol i fæcesprøver lige før forsøgets påbegyndelse	19
4.1.2 Ændringer i skatolindholdet i fæces i forsøgsperioden hos kontrolholdet (rene grise minus zinkbacitracin)	20
4.1.3 Tilsvinningsgradens betydning for skatol og indol i fæces	21
4.1.4 Korttidsvirkning af zinkbacitracin (50 ppm) i foderet på skatol- og indolniveau i fæces	21
4.2 Skatol og indol i blod	21
4.2.1 Skatol og indol i blod én uge før og ved forsøgets påbegyndelse	21
4.2.2 Korrelation mellem skatol og indol i blod før forsøgets begyndelse og skatol og indol i blod og spæk i forsøgsperioden og ved slagtning	21
4.2.3 Svag stigning i skatolindholdet i blod igennem forsøgsperioden hos kontrolholdet (rene grise minus zinkbacitracin)	22
4.3 Tilsvinningsgradens betydning for skatol og indol i blod	22
4.3.1 Tilsvinningsgradens betydning for skatol i blod	22
4.3.2 Tilsvinningsgradens betydning for indol i blod	22
4.4 Zinkbacitracins indflydelse på skatol- og indolniveau i blod	22
4.4.1 Korttidsvirkning af zinkbacitracin (50 ppm) i foderet på skatolniveau i blod	22
4.4.2 Korttidsvirkning af zinkbacitracin (50 ppm) i foderet på indolniveau i blod	22
4.5 Korttidsvirkning af zinkbacitracin (50 ppm) i foderet samt tilsvinningsgradens betydning for skatol, indol og androstenon i spæk ved slagtning	25
4.5.1 Tilsvinningsgradens betydning for skatol i spæk ved slagtning	25
4.5.2 Tilsvinningsgradens betydning for indol i spæk ved slagtning	25
4.5.3 Tilsvinningsgradens betydning for androstenon i spæk ved slagtning	25
4.5.4 Virkningen af en uges tildeling af zinkbacitracin (50 ppm) i foderet på skatol i spæk ved slagtning	25
4.5.5 Virkningen af en uges tildeling af zinkbacitracin (50 ppm) i foderet på indol i spæk ved slagtning	25
4.5.6 Virkningen af en uges tildeling af zinkbacitracin (50 ppm) i foderet på androstenon i spæk ved slagtning	25

4.6	Korrelationer mellem skatol og indol målt i fæces på den ene side og i blod og spæk på den anden side til forskellige tider før og i forsøgsperioden	25
4.7	Skatol og indol i blod og spæk i relation til fædre	27
4.8	Udviklingen i skatol- og indolniveau i blod, spæk og fæces hos grise med højt eller lavt grundskatolniveau i blod (rene grise) før forsøgets begyndelse	28
4.9	Forskel i androstenonniveau i spæk ved slagtning mellem grise med højt og lavt grundskatolniveau i blod	28
4.10	Korrelationer mellem androstenonniveau i spæk ved slagtning og skatol- og indolniveauer i blod før forsøgets begyndelse hos grise med enten højt eller lavt grundskatolniveau i blod	31
4.11	Indhold af skatol og indol i gødning fra beskidte stier med og uden tildeling af zinkbacitracin (50 ppm) i foderet	32
4.12	Produktionsresultater og sundhed	33
4.13	Grisenes nærklima og hudtemperaturer	33
5	Diskussion	35
5.1	Skatol og indol i blodplasma som alternativ til skatol og indol målt i spæk	35
5.2	Skatol og indol i blod før forsøgets påbegyndelse	35
5.3	Korrelationer mellem skatol i blod før forsøgets begyndelse og skatol i blod i forsøgsperioden	35
5.4	Stigning i skatolindholdet i blod igennem forsøgsperioden set i relation til kønsmodenhedens indtræden hos kontrolholdet (rene grise minus zinkbacitracin)	35
5.5	Udviklingen i skatol- og indolniveau i blod, spæk og fæces hos grise med højt eller lavt grundskatolniveau (hos rene grise) ved forsøgets begyndelse	36
5.6	Sammenhæng mellem højt skatol-, indol- og androstenonniveau?	36
5.7	Nedarvning af højt skatolniveau	36
5.8	Sammenhængen mellem forsøgsbehandlinger og skatol og indol i blod og spæk hos hangrise	37
5.8.1	Tilsviningens betydning for skatol- og indolniveau i blod og spæk	37
5.8.2	Betydning af zinkbacitracin (50 ppm) i foderet for skatol- og indolniveauet i fæces, blod og spæk	37
5.9	Korttidsvirkning af zinkbacitracin (50 ppm) i foderet samt tilsviningsgradens betydning for androstenon i spæk ved slagtning	38
5.10	Optagelse af skatol og indol fra gødningen gennem lungerne	38
5.11	Ammoniak og skatolnedbrydning i leveren	38
5.12	Sundhed og produktion	38
5.13	Skatols betydning som lugt- og smagsstof og/eller som smags- og duftforstærker	39
6	Konklusion	40
	Anerkendelser	41
	Litteratur	42
	Bilag	45

Contents

- Sammendrag 7
- Summary 9
- 1 Introduction 11
- 2 Objectives 12
- 3 Materials and Methods 12
 - 3.1 Statistical methods 16
- 4 Results 19
 - 4.1 Skatole and indole in faeces 19
 - 4.1.1 Skatole and indole in faeces samples just before starting experiment 19
 - 4.1.2 Changes in faeces skatole content of control treatment during the experiment 20
 - 4.1.3 Effect of heavily fouling with faeces and urine on skatole and indole in faeces 21
 - 4.1.4 Short term effect of zinc bacitracin (50 ppm) in the feed on skatole and indole levels in faeces 21
 - 4.2 Skatole and indole in blood 21
 - 4.2.1 Skatole and indole in blood one week before and at start of experiment 21
 - 4.2.2 Correlation between skatole and indole in blood before start of experiment and skatole and indole in blood and fat during experiment and at slaughter 21
 - 4.2.3 Low increase in blood skatole content of control treatment through experiment 22
 - 4.3 Effect of heavily fouling with faeces and urine on skatole and indole in blood 22
 - 4.3.1 Effect of heavily fouling with faeces and urine on skatole in blood 22
 - 4.3.2 Effect of heavily fouling with faeces and urine on indole in blood 22
 - 4.4 Effect of zinc bacitracin on skatole and indole levels in blood 22
 - 4.4.1 Short time effect of zinc bacitracin (50 ppm) in the feed on skatole level in blood 22
 - 4.4.2 Short time effect of zinc bacitracin (50 ppm) in the feed on indole level in blood 22
 - 4.5 Short time effect of zinc bacitracin (50 ppm) in the feed and effect of heavily fouling on skatole, indole, and androstenone in fat at slaughter 25
 - 4.5.1 Effect of heavily fouling for skatole in fat at slaughter 25
 - 4.5.2 Effect of heavily fouling for indole in fat at slaughter 25
 - 4.5.3 Effect of heavily fouling for androstenone in fat at slaughter 25
 - 4.5.4 Effect of one-week dietary allocation of zinc bacitracin (50 ppm) on fat skatole level at slaughter 25
 - 4.5.5 Effect of one-week dietary allocation of zinc bacitracin (50 ppm) on fat indole level at slaughter 25
 - 4.5.6 Effect of one-week dietary allocation of zinc bacitracin (50 ppm) on fat androstenone level at slaughter 25
 - 4.6 Correlations between skatole and indole findings in faeces and findings in blood and fat at various points before and during experiment 25

4.7	Skatole and indole in blood and fat in relation to sires	27
4.8	Development of skatole and indole levels in blood, fat and faeces of pigs with high or low basic blood skatole level before start of experiment	28
4.9	Difference in androstenone level in fat at slaughter between pigs with high or low basic blood skatole level	28
4.10	Correlations between androstenone level in fat at slaughter and blood skatole and indole levels before start of experiment with pigs with either high or low basic blood skatole level	31
4.11	Skatole and indole content in excreta from dirty pens with or without dietary allocation of zinc bacitracin (50 ppm)	32
4.12	Performance results and health	33
4.13	Pigs' skin temperature and local environment	33
5	Discussion	35
5.1	Skatole and indole in blood plasma as alternative to skatole and indole found in fat	35
5.2	Skatole and indole in blood before start of experiment	35
5.3	Correlations between skatole in blood before start of experiment and blood skatole levels during experiment	35
5.4	Increase in blood skatole content during experiment related to commencement of sexual maturity of control group	35
5.5	Development in skatole and indole levels in blood, fat and faeces of pigs with high or low basic skatole level at experiment start	36
5.6	Correlation between high skatole, indole and androstenone levels?	36
5.7	Genetics of high skatole level	36
5.8	Effect of experimental treatments on skatole and indole in blood and fat of male pigs	37
5.8.1	Effect of heavily fouling on skatole and indole levels in blood and fat	37
5.8.2	Effect of zinc bacitracin (50 ppm) in the feed on skatole and indole levels in faeces, blood and fat	37
5.9	Short time effect of dietary allocation of zinc bacitracin (50 ppm) and effect of fouling on androstenone in fat at slaughter	38
5.10	Absorption of skatole and indole from faeces through the lungs	38
5.11	Ammonia and decomposition of skatole in the liver	38
5.12	Health and production	38
5.13	Effect of skatole as odour or flavour component in pig meat and/or as flavour or odour enhancer	39
6	Conclusion	40
	Acknowledgements	41
	References	42
	Appendix	45

Sammendrag

Målet med forsøget var, at få belyst om korttidstildeling af et vækstfremmende antibiotikum i form af 50 mg zinkbacitracin pr. kg foder (50 ppm) kunne reducere mængden af skatol i fæces, blod og spæk dels hos rene, dels hos beskidte hangrise, der var stærkt tilsvinet med deres egen gødning og urin ved sommertemperaturer. *(Koncentrationen 50 mg zinkbacitracin pr. kg foder har en annex 2 godkendelse inden for EU (Europæiske Union) fra 1. september 1994 indtil 30. november 1995, men denne koncentration er imidlertid endnu ikke tilladt i Danmark. Det er derimod i Danmark tilladt med max. 20 ppm zinkbacitracin til slagtesvin (annex 1 godkendelse)).*

Desuden var det målet, at undersøge om effekten af forsøgsbehandlingerne (antibiotikum og tilsvining) var forskellig hos grise med henholdsvis et lavt og højt grundskatolniveau i blod ved forsøgets begyndelse 14 dage før slagtning.

Endelig var det målet, at få konstateret hvor konstant skatolniveauet var igennem forforsøgsperioden på 1 uge og forsøgsperioden på 2 uger i vægtintervallet 80-100 kg levende vægt hos grise på kontrolholdet (rene minus zinkbacitracin).

Der anvendtes 6 kuld i hver af 4 forsøgsgentagelser lig med 24 kuld á 4 hangrise til de 4 forsøgsbehandlinger. Kuldene var af krydsningskombinationerne LYL, LYY og LYD. Atten kuld hangrise var tillagt efter Dansk Landrace KS-orne nr. 1212, som i et tidligere forsøg havde givet 50% afkom med højt skatolniveau i spæk (>0,25 ppm).

Fra en måned før slagtning og dermed 14 dage før forsøgets påbegyndelse holdtes alle grise, der indgik i forsøget, omhyggeligt rene.

Hangrisene blev ved forsøgets påbegyndelse 14 dage før slagtning fordelt på 4 forsøgsbehandlinger (i 4 ens stier med 0,6 m² pr. gris). To stier á 6 hangrise pr. gulvtype (fast gulv og fuldspaltegulv). Grisene blev for alle forsøgsbehandlingers vedkommende udsat for høj staldtemperatur ($\geq 22^{\circ}\text{C}$) i forsøgsperioden.

For de 2 rene forsøgsbehandlingers vedkommende holdtes grisene rene i stier med fuldspaltegulv de sidste 14 dage før slagtning.

For de 2 beskidte forsøgsbehandlingers vedkommende holdtes grisene stærkt tilsvinede med gød-

ning og urin på fast betongulv de sidste 14 dage før slagtning.

Inden for hver gulvtype tildeltes grisene i halvdelen af stierne 50 ppm zinkbacitracin i foderet, men kun den sidste forsøgsuge før slagtning.

En "kontrol" blodprøve af de rene grise blev taget i halsvenen (vena jugularis) 3 uger før slagtning, og der blev igen udtaget en "kontrol" blodprøve 14 dage før slagtning, d.v.s. lige inden grisene fordeltes på de 4 forsøgsbehandlinger. Grisene havde indtil da været holdt rene i henholdsvis 7 og 14 dage i storflokket for at opnå, at forsøgsbehandlingernes grise skulle have samme gennemsnitlige grundniveau for skatol og indol i blodplasma ved de 2 blodprøvetagninger inden forsøgets påbegyndelse. Variationen i skatolniveauet ved disse blodprøver skulle fortælle, hvordan grise med forskelligt grundskatolniveau reagerede på forsøgsbehandlingerne, heri inkluderet stigning i skatol koncentrationen hos grisene på kontrolholdet (rene minus zinkbacitracin) i løbet af forsøgsperioden.

Syv døgn før slagtning, d.v.s. én uge inde i forsøgsperioden, lige før tildeling af antibiotikum, blev udtaget en blodprøve til skatol og indolbestemmelse af samtlige grise. Seks og tre døgn før slagtning og ved udvejning til slagtningen 1,5-2,5 timer før slagtetidspunktet blev ligeledes udtaget blodprøver til skatol og indolbestemmelse af grisene på de fire forsøgsbehandlinger.

Inden for hver af de 4 forsøgsgentagelser slagtedes de 24 grise samtidigt. Efter slagtning blev der udtaget 2 nakkespækprøver af samtlige grise. Spækprøverne blev analyseret med en HPLC-metode for skatol, indol og androstenon. Desuden blev skatol i nakkespæk analyseret ved slagteriets automatiske spektrofotometriske metode.

Forsøget viste klart, at grise, der var beskidte i en uge eller mere, havde stærkt øget skatol- og indolniveau i blod og spæk, og at tildeling af 50 ppm zinkbacitracin i foderet klart reducerede skatolniveauet i fæces, blod og spæk både hos rene og beskidte grise, når zinkbacitracin var tildelt i henholdsvis 3 dage og en uge. Derimod var der ikke signifikant effekt af tildeling af zinkbacitracin i kun et døgn på skatol i blod.

Ikke mindre end 12 grise ud af 24 rene grise, som fik tildelt zinkbacitracin, havde et skatolniveau (HPLC-metoden) under analysemetodens kvantifikationsgrænse på 0,03 ppm. Til sammenligning havde kun 2 ud af 24 rene grise uden zinkbacitracin i foderet et skatolniveau under analysemetodens kvantifikationsgrænse. Samtidig kunne det konstateres, at ingen rene, som fik zinkbacitracin, havde skatol over frasorteringsgrænsen på 0,20 ppm skatol i spæk i modsætning til 17 % på kontrolholdet.

Der konstateredes en høj korrelation mellem skatol i blod og skatol i spæk (HPLC) på slagtedagen ($r=0,98$). Den tilsvarende korrelation mellem indol i blod og spæk var også høj ($r=0,95$).

Zinkbacitracin hævede indolniveauet i fæces, men havde ikke indflydelse på indolniveauet i blod og spæk.

Tilsvining med gødning plus urin såvel som tilskud af zinkbacitracin havde ikke signifikant indflydelse på androstenon i spæk. Der var derfor heller ingen signifikante korrelationer mellem skatol i blod og androstenon i spæk på slagtedagen henholdsvis skatol og androstenon i spæk på slagtedagen.

Koncentrationen af skatol i blod steg svagt, men signifikant hos kontrolgrisene (rene minus zinkbacitracin) i løbet af forsøgsperioden.

Tolv grise på tværs af de 4 forsøgsbehandlinger, som blev defineret som havende et højt grundskatolniveau ved hjælp af analyser for skatol i plasma hos rene grise ved første eller anden blodprøve inden forsøgets påbegyndelse ($>0,0059$ ppm skatol

i blodplasma), viste sig ved alle senere blod- og spækprøver vedvarende at have et signifikant højere skatolniveau, når der blev korrigeret for forsøgsbehandlingernes signifikante indflydelse på skatolniveauet hos begge kategorier af grise og højere androstenonindhold i spæk på slagtetidspunktet.

Grise med højt grundniveau for skatol i blod havde også signifikant højere indolniveau ved alle blod- og spækprøver, når der blev korrigeret for forsøgsbehandlingernes signifikante indflydelse på indolniveauet hos begge kategorier af grise. Derimod havde grise med højt grundniveau for skatol og (indol) i blod ikke højere skatol- og indolniveau i fæces.

Der konstateredes signifikant forskel i skatolniveauet i blod og spæk mellem fædre, mens fædre ingen indflydelse havde på skatolniveauet i fæces. Dansk Landrace-orne nr. 1212, som var fader til 18 kuld grise, syntes at nedarve højt skatolniveau til 8 stk. hangrise faldet i kuld efter 6 forskellige søer. Det kunne pege på, at orne nr. 1212 var heterozygot for højt skatolniveau, og at de 8 grise var homozygotisk recessive i deres arveanlæg for højt skatolniveau.

Der var ingen væsentlige signifikante korrelationer mellem grisenens skatolindhold i fæces og i blod ved samtidige prøveudtagninger (5 gange i løbet af forsøget). Dette gjaldt for alle forsøgsbehandlinger set under et såvel som for forsøgsbehandlingerne hver for sig. Tilsvarende var der ingen væsentlige korrelationer mellem skatol i fæces og skatol i spæk på slagtedagen.

Nøgleord: Antibiotika, zinkbacitracin, gødning plus urin, hangrise, hangriselugt (skatol, indol, og androstenon).

Summary

The aim of this work was to evaluate the effect of a short term addition of an antibiotic feed additive (50 mg zinc bacitracin per kg of feed) on skatole concentration in faeces, blood (vena jugularis), and backfat of the male pigs in two housing conditions: keeping pigs clean on wholly slatted floor versus keeping pigs heavily fouled with faeces and urine on concrete floor at summer temperature. *(An annex II authorization of maximum 50 mg zinc bacitracin per kg of complete feedingstuff from the 1st September 1994 to the 30th November 1995 exists in the European Union, however permission to use the additive in this concentration has not yet been given in Denmark. However, an annex I authorization of maximum 20 mg zinc bacitracin per kg of complete feedingstuff exists in the European Union).*

Furthermore the aim of the experiment was to investigate the effect of the treatments (antibiotic feed additive and fouling) on male pigs with high and low basic skatole concentrations in the blood (vena jugularis) of clean pigs at beginning of the experiment fourteen days before slaughter.

Finally the aim was to investigate skatole concentration constancy of the control treatment (clean minus zinc bacitracin) during one week of preparation before the experiment and during the fourteen days experimental period in the interval from 80 to 100 kg liveweight of the pigs.

The experimental material consisted of six litters in each of 4 replicates, totally twenty four litters. Each litter consisted of 4 entire male pigs of respectively LYL, LYY, and LYD crossbreeds, i.e. 96 pigs. Eighteen litters (72 male pigs) were the offspring of a Danish Landrace boar no. 1212. This boar had previously given offspring with high skatole concentration in backfat.

From one month before slaughter, i.e. fourteen days before beginning of the experiment, all pigs chosen for one of the four experimental replicates were carefully kept clean.

Fourteen days before slaughter the male pigs were distributed to the four treatments (in 4 equally

large pens) according to litter and start weight. Two pens have wholly slatted floor and two pens have concrete floor, and each pen holds 6 pigs and allows 0.6 m²/pig. All treatments were kept at high pig house temperatures ($\geq 22^{\circ}\text{C}$).

In the two wholly slatted floor pens the pigs were kept very clean, and in the two concrete floor pens pigs were kept heavily fouled with faeces and urine the last fourteen days before slaughter.

Half the pens of both floor types (dirty and clean) were given an antibiotic feed additive (50 mg zinc bacitracin per kg feed), but only the last week before slaughter.

One "control" blood sample from the clean pigs were taken in vena jugularis three weeks before slaughter, and a second "control" sample fourteen days before slaughter, i.e. at beginning of the experiment, just before distributing the pigs to the four experimental treatments. The purpose of taking the two control blood samples was to prove that average basic skatole and indole levels were equal for the four experimental treatments before beginning the experiment. The variation in basic skatole concentrations was supposed to prove how male pigs with different basic skatole levels reacted to the different treatments during the experiment.

Seven days before slaughter, i.e. the experiment has lasted one week, and just before administration of the antibiotic feed additive zinc bacitracin to half the treatments, blood samples were taken for analyses of skatole and indole. Six and three days before slaughter and at weighing 1.5-2.5 hours before slaughter, the blood sampling was repeated.

All the twentyfour pigs in each of the four replicates of the experiment were slaughtered at the same time after one hour of transport and immediately after arrival to the abattoir.

After the pigs were slaughtered one method was used for quantitative determination of indole, skatole, and androsteneone in subcutaneous backfat and another only for skatole. The first being the HPLC method and the second the spectrophotometric method.

SAS's GLM-models were used to describe differences in skatole and indole concentrations in faeces, blood, and subcutaneous fat as well as androstenone in fat between treatments, replicates, as well as interaction between treatments and replicates. Likewise the models were used to describe differences in skatole and indole concentrations in faeces, blood, and subcutaneous fat as well as androstenone in fat between pigs with high and low basic skatole concentrations in blood. They were also used to describe the increase in skatole concentration in blood during the experimental period by contrast analyses.

The experiment confirmed that pigs laying in copious amounts of warm faeces and urine at temperatures of 25°C or more for at least a week had higher indole and skatole levels in blood and subcutaneous fat than pigs kept clean on wholly slatted flooring at the same high stocking rate and temperature, and that it was possible within three days and one week, respectively, to decrease the skatole levels in faeces, blood, and fat when 50 mg zinc bacitracin per kg feed was administered. However, one day of administration of zinc bacitracin was not sufficient time to decrease the skatole level in blood.

No less than twelve out of twentyfour clean male pigs given zinc bacitracin showed a skatole concentration below the quantification limit of the HPLC method (0.03 mg/kg fat) compared to only two out of 24 pigs in the control treatment (clean minus zinc bacitracin). At the same time, none of the clean male pigs given zinc bacitracin surpassed the skatole limit of 0.20 mg/kg fat (boar taint) as opposed to 17 percent of the control treatment.

A highly significant correlation between skatole in blood (vena jugularis) and in fat (HPLC method) was noticed at the day of slaughter ($r=0.98$). The corresponding correlation between indole in blood and in fat was also high ($r=0.95$).

Zinc bacitracin increased the indole concentration in faeces, but showed no influence on indole

in blood and fat.

The androstenone concentration in fat was not significantly influenced by any of the two treatments (antibiotic feed additive and fouling). Therefore, the correlation between skatole in blood and fat and androstenone in fat was not significant at slaughter.

The skatole level in blood increased slightly, but significantly during the experiment in the control treatment (clean minus zinc bacitracin).

Twelve pigs - almost equal in number from the four treatments - defined as having a high basic skatole concentration in blood plasma (>0.0059 mg/kg) by at least one of the two control blood samples of clean pigs prior to the experiment, proved in all later blood samples during the experiment to have continued high skatole levels in blood and fat compared to the rest of the pigs, when the data were adjusted for the significant treatment influence. The pigs with high basic skatole concentration in blood also showed a higher indole concentration in all blood samples and in fat at slaughter and a higher androstenone concentration in fat. However, the group of male pigs with high basic skatole and indole concentration in blood did not show a higher skatole and indole concentration in faeces compared to the other male pigs.

Significant difference in skatole concentrations in blood and fat but not in faeces was observed between sires (fathers). Danish Landrace boar no. 1212 fathered 18 litters, and the boar seemed to transmit high skatole concentration to 8 male pigs coming from 6 litters. The high skatole level seemed to be transmitted recessively and sire no. 1212 therefore must be heterozygote for high skatole level.

There were no significant correlations between skatole levels in blood and faeces at any of the 5 simultaneous collecting times during the experiment. Correspondingly, there was no significant correlation between skatole in fat and faeces at slaughter.

Keywords: Antibiotic feed additive, zinc bacitracin, faeces plus urine, male pigs, pig off-odour, and boar taint (skatole, indole, and androstenone).

1 Indledning

Undersøgelser har vist, at nogle antibiotika givet i foderet i vækstperioden i visse tilfælde reducerede skatol i spæk (Jensen, 1990), mens andre undersøgelser ikke viste nogen virkning (Staun & Mortensen, 1992; Hawe et al., 1992; Hansen & Larsen, 1993).

Grunden til, at antibiotika i nogle tilfælde ikke virkede, kunne være, at der ved dosering med antibiotika over længere tid, vil opformeres resistente skatolproducerende bakteriestammer. Såfremt antibiotika derimod kun gives kort tid før slagtning, kan udvikling af resistens muligvis undgås. Derimod vil der kunne ske en inhibering af bakterieaktiviteten og dermed af skatolproduktionen.

Den samlede virkning af et antibiotikum vil hos beskidte grise ikke kun være afhængig af, hvor mange skatolproducerende bakterier der er i tyktarmen, og dermed hvor megen skatol der produceres i tyktarmen; men også af, hvor megen skatol der yderligere produceres i gødning plus urin i stien (Spoelstra, 1977; Nonboe, 1991; Jensen & Jensen, 1993a), idet der finder en optagelse sted gennem huden i bugregionen og måske også via gasfasen gennem lungerne (Hansen et al., 1993; 1994; Friis, 1993b).

Hvor meget skatol og indol der er i gødning plus urin i stien afhænger bl.a. af mængden af og temperaturen i gødning plus urin, idet produktionen stiger med stigende temperatur (Spoelstra, 1977; Nonboe, 1991). Dannelsen af skatol og indol finder bl.a. sted ud fra tryptofan i gødningen (fæces); og Nonboe (1991) konstaterede, at der ved 38°C dannedes skatol i prøver af tarmindehold (gødning) uanset om tarmindeholdet var anaerobt eller aerobt opbevaret. Jensen & Jensen (1993a) 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.

Jensen (1994) formodede, at skatols og indols nedbrydningsprodukter i urinen kan gendannes til skatol og indol ved hjælp af bakterier i gødningen. Stien med megen gødning plus urin, især ved høje

temperaturer og uden et eventuelt hæmmende antibiotikum i gødningen, kan i den forbindelse opfattes som en trigger-faktor for opnåelse af høje skatol- og indol i spæk (orne-/svinelugt) (Hansen et al., 1993; 1994).

Resultater fra danske og svenske forsøg har vist, at en væsentlig del af variationen i grisepopulationens skatolniveau i spæk og (blod) skyldes, at nogle grise har et arveligt højt grundniveau (Mortensen et al., 1989; Mortensen, 1990; Hansen et al., 1993; Hansen & Larsen, 1993; Lundström & Malmfors, 1993a,b; Lundström et al., 1994; Sørensen & Pedersen, 1994).

Det er samtidig hypotesen, at grise, som har et højt grundniveau af skatol i spæk og blod har en lever, der er dårligere til at nedbryde skatol (Friis, 1993a,b; Laue et al., 1993; Agergaard & Laue, 1994) og sandsynligvis også indol. Derfor vil øget tilførsel af skatol og sandsynligvis også indol enten via den mikrobielle produktion i tarmen eller via gødning plus urin til grise med højt grundniveau sandsynligvis medføre relativt større problemer ved nedbrydningen af disse stoffer, hvorfor disse grise må formodes at opnå relativt højere skatolniveauer i blod og spæk under uheldige miljøforhold (Lundström & Malmfors, 1993a,b; Hansen et al., 1993 & 1994).

Grise med nedsat kapacitet for skatolnedbrydning må også formodes at være længere tid om at reducere skatol i spæk og blod efter, at store skatolaflejringer er ophørt. Det er derfor muligt, at grise med nedsat kapacitet for skatolnedbrydning i leveren reagerer relativt langsommere og måske også mindre på et antibiotikum, der reducerer skatolproduktionen i blind og tyktarmen. Det sidste må imidlertid også være stærkt afhængigt af det pågældende antibiotikums evne til - i en given koncentration i foderet - at reducere skatolproduktionen.

Denne eventuelle forskel i tidsafhængighed og effekt - af både et antibiotikum og tilsvining med gødning og urin - vil kunne undersøges ved hjælp af spækbiopsier taget med relativt korte tidsinter-

valler. Denne metode er dog af forskellige grunde ikke ønskværdig. Helt nye forskningsresultater har imidlertid åbnet for en anden mulighed, som bl.a. er langt mindre arbejdskrævende og samtidig sandsynligvis også mere præcis. Hansen-Møller (1993) har via en skatolbestemmelse i blod fra halsvenen (vena jugularis) fundet en meget høj kor-

relation mellem skatol i spæk og blod på "samtidigt" udtagne prøver ($r = 0,98$). Det betyder, hvis korrelationen er konsistent, at blodprøver i denne sammenhæng helt kan erstatte spækbiopsier, med bl.a. store fordele i forsøgsmæssig sammenhæng til følge.

2 Mål

Målet med nærværende forsøg er at få bekræftet, om korttidstildeling af zinkbacitracin kan reducere mængden af skatol i fæces, blod og spæk dels hos rene grise dels hos grise der ligger stærkt tilsvinet i deres egen gødning og urin ved høje staldtemperaturer.

Desuden er det målet at undersøge om effekten af forsøgsbehandlingerne (antibiotikum og tilsvi-

ning) er forskellig hos grise med henholdsvis et lavt og højt grundniveau af skatol i blod ved forsøgets påbegyndelse.

Endelig er det målet at få konstateret hvordan skatolniveauet udvikler sig i perioden 80-100 kg levende vægt hos hangrise på kontrolholdet (rene minus zinkbacitracin).

3 Materialer og metoder

Der anvendtes 24 kuld à 4 hangrise = 96 hangrise til de 4 forsøgsbehandling, idet forsøget blev gentaget ialt 4 gange (tabel 1). Første gentagelse af forsøget blev udført i august/september og fjerde og sidste i november/december 1993. Kuldene var efter 8 fædre (3 Dansk Landrace, 3 Yorkshire og 2 Duroc orner), og de blev udvalgt dels efter fædre, som havde givet afkom med høje skatolniveauer i spæk ($>0,25$ mg/kg), og dels efter kuldernes vægt for at opnå så ens slagtevægt som muligt for de 24

samtidigt slagtede grise i én forsøgsgentagelse (4 forsøgsbehandling = 4 stier à 6 grise) (se tabel 1).

Atten kuld à 4 hangrise fordelt over de 4 forsøgs-gentagelser var bevidst lagt til efter en KS-landrace orne nr. 1212, som i et tidligere forsøg havde givet 50% afkom med højt skatolniveau i spæk inden for ét kuld bestående af 6 hangrise (Hansen & Larsen, 1993).

Tabel 1 Skematisk oversigt over forsøget med de 2 x 2 = 4 forsøgsbehandlinger
Design of the experiment with 2 x 2 = 4 experimental treatments.

Beskidte de sidste 14 dage før slagtning	Zinkbacitracin (50 ppm) i foderet i 7 døgn før slagtning	
	Nej	Ja
Nej (Fuldspaltegulv)	<u>Rene minus zinkbac.</u> 24 hangrise, 0,6 m ² pr. gris	<u>Rene plus zinkbac.</u> 24 hangrise, 0,6 m ² pr. gris
Ja (Fast gulv i leje og rensegang)	<u>Beskidte minus zinkbac.</u> 24 angrise, 0,6 m ² pr. gris	<u>Beskidte plus zinkbac.</u> 24 hangrise, 0,6 m ² pr. gris

Fra aller senest en måned før slagtning, og dermed 14 dage før forsøgets påbegyndelse, holdtes 32-36 hangrise fra egnede kuld til en forsøgsgentagelse omhyggeligt rene i en storflok i en labyrintstorsti beregnet til 36 grise à 0,8 m² pr. gris. Herved havde grisene etableret en indbyrdes rangorden længe inden forsøgets påbegyndelse (Nielsen & Hansen, 1992), hvorved slagsmål og rangordensdannelse ved forsøgets påbegyndelse kunne undgås, hvilket måske kunne have forsinket tidspunktet for kønsmodenhed på grund af nedsat sundhed, foderoptagelse og tilvækst (Jonsson, 1985; Claus et al., 1994).

Hangrisene blev ved forsøgets påbegyndelse 14 dage før slagtning i hver af 4 gentagelser fordelt efter kuld og vægt på 4 forsøgsbehandlinger¹ (i 4 stier). To stier à 6 hangrise pr. gulvtype (fast gulv og fuldspaltegulv).

På fuldspaltegulv holdtes grisene for de 2 rene forsøgsbehandlingers vedkommende meget rene de sidste 14 dage før slagtning, idet 6 grise pr. gentagelse blev placeret i fuldspaltegulvsstier à 1,5 x 2,3 m = (0,6 m²/gris) i stald Sb36A (tabel 1). Der var en tom sti imellem forsøgsbehandlingerne.

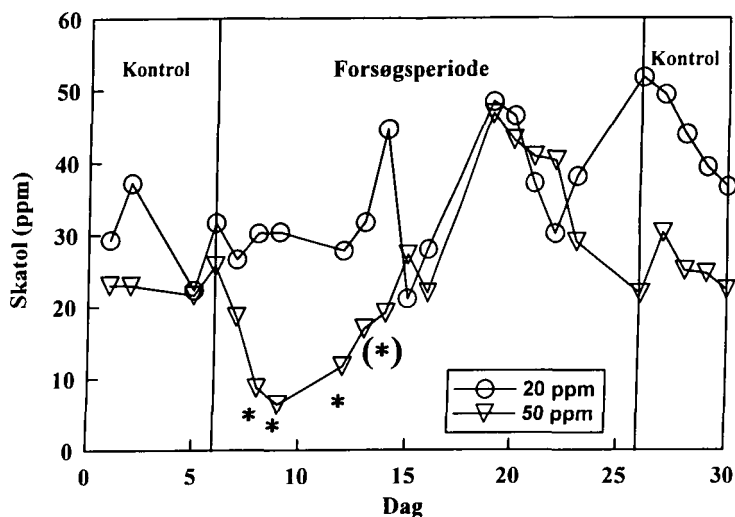
For de 2 beskidte forsøgsbehandlingers vedkommende holdtes grisene stærkt tilsvinede med gødning og urin på fast betongulv de sidste 14 dage

før slagtning ved, at 6 grise pr. gentagelse blev placeret i stier à 1,5 x 2,3 m = (0,6 m²/gris) i nabostalden Sb36B (tabel 1)². Der var, som for de rene forsøgsbehandlingers vedkommende, en tom sti imellem forsøgsbehandlingerne.

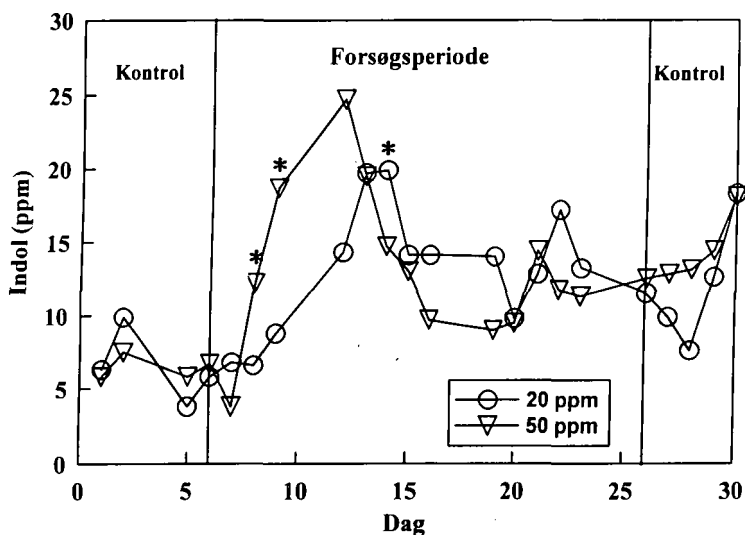
Inden for hver gulvtype tildelte grisene i halvdelen af stierne i hver forsøgsgentagelse 50 ppm zinkbacitracin i foderet, men kun den sidste uge før slagtning. Når zinkbacitracin anvendtes i en koncentration på 50 ppm i foderet skyldtes det et pilotforsøg, som viste, at en 20 ppm dosis ikke havde nogen signifikant indflydelse på skatolkoncentrationen i fæces, og derfor muligvis heller ikke kunne forventes at have det på skatol i spæk, mens 50 ppm zinkbacitracin reducerede koncentrationen af skatol i fæces og samtidig øgede indolkoncentrationen i fæces signifikant i en periode på godt og vel en uge, hvorefter effekten af 50 ppm zinkbacitracin igen forsvandt (se figur 1 og 2). (Pilotforsøget omfattede en forperiode på 4 dage uden anvendelse af zinkbacitracin eller andre antibiotika, en forsøgsperiode, hvor 4 individuelt opstaldede hangrise fik henholdsvis 20 og 50 ppm zinkbacitracin i foderet i 20 dage og en efterperiode på 4 dage uden anvendelse af antibiotika til de 8 grise) (se figur 1 og 2).

¹ I første gentagelse af forsøget blev blodprøven - taget én uge før forsøgets begyndelse - analyseret med det samme for skatol og indol i plasma, og grisene blev efter forsøgsplanen fordelt på de 4 forsøgsbehandlinger efter kuld, grundniveau for skatol i blod og vægt. Dette lod sig desværre ikke gennemføre ved de 3 senere gentagelser af forsøget på grund af mangel på analysekapacitet. Derfor er alle senere blodplasmaanalyser for skatol og indol først blevet udført samlet efter hele forsøgets gennemførelse.

² I første gentagelse af forsøget var spaltegulvet i rensegangen dækket til med en træplade, men denne blev erstattet med støbt beton i de 3 sidste gentagelser, idet grisene i nogen grad evnede at ødelægge træpladen i hjørerne, hvorfor grisene var knapt så beskidte med gødning og urin som ønsket.



Figur 1 Indflydelse af 20 og 50 ppm zinkbacitracin på skatol i fæces.
Stjerner i figuren henviser til følgende signifikanser *: $P \leq 0,05$; (*): $P \leq 0,10$.



Figur 2 Indflydelse af 20 og 50 ppm zinkbacitracin på indol i fæces.
Stjerner i figuren henviser til følgende signifikanser *: $P \leq 0,05$; (*): $P \leq 0,10$.

Der søgtes dispensation i Plantedirektoratet for at få tilladelse til brug af 50 ppm zinkbacitracin i nærværende forsøg. Dispensationen blev givet.

Koncentrationen 50 mg zinkbacitracin pr. kg foder har en annex 2 godkendelse inden for EU (Europæiske Union) fra 1. september 1994 indtil 30. november 1995, men denne koncentration er

imidlertid endnu ikke tilladt i Danmark. Det er derimod i Danmark tilladt med max. 20 ppm zinkbacitracin til slagtesvin (annex 1 godkendelse).

Handelsnavnet på det anvendte zinkbacitracin er Albac Granulated 15 % Feed Supplement lot nummer 111831, og det er produceret af Apothekernes Laboratorium A/S, Oslo.

For fortsat tilladelse til brug af koncentrationen 50 ppm zinkbacitracin i foderet efter 30. november 1995 kræves udført forsøg, der dokumenterer bedre virkning(er) af 50 ppm koncentrationen end 20 ppm.

Fra tørfoderautomater selvfordredes grisene fra 45 kg levende vægt på de fire forsøgsbehandlinger indtil slagtning med en energirig foderblanding (1,15 FE's per kg foder og indeholdende 6% animalsk fedt og 140 ford. protein pr. kg foder) for at sikre højt skatolindhold i spæk hos 100 kg's grise med (arvelige) anlæg for højt grundskatolniveau (Mortensen et al., 1989; Mortensen, 1990). Grundfoderet til samtlige grise i perioden 45 til 100 kg bestod af 52,5 pct. byg, 20,4 pct. hvede, 18,0 pct. sojaskrå, 6,0% animalsk fedt, 1,0 pct. dicalciumfosfat, 0,7 pct. kridt, 0,4 pct. salt, 0,2 pct. vitamin- og mikromineralblanding, 0,6 pct. lysinblanding og 0,2 pct. methioninblanding.

De 6 grise pr. sti havde adgang til en drikkenip-pel i rensegangsarealet. Desuden havde grisene adgang til halm fra en halmautomat.

Alle blodprøver til bestemmelse af skatol og indol i plasma blev udtaget i vena jugularis mellem klokken 10³⁰ og 12⁰⁰. Undtaget fra denne regel var på slagtedagen, hvor blodprøverne blev udtaget om morgenen mellem klokken 7³⁰ og 8³⁰.

En "kontrol" blodprøve blev taget 1 uge før forsøgets begyndelse, og der blev igen udtaget en "kontrol" blodprøve lige inden grisene fordeltes på de 4 forsøgsbehandlinger ved forsøgets påbegyndelse. Grisene havde indtil da været holdt omhyggeligt rene i henholdsvis mindst 7 og 14 dage i storflokke for at opnå, at forsøgsbehandlingernes grise skulle have samme gennemsnitlige grundniveau for skatol og indol i blodplasma ved de 2 blodprøvetagninger inden forsøgets påbegyndelse.

Formålet med disse "kontrol" analyser for skatol og indol i blod var at undersøge spredningen i "grundskatolniveauet" i blod før forsøgets påbegyndelse, bl.a. for at klarlægge hvordan grise med forskelligt "grundniveau" for skatol i blod reagerer på forsøgsbehandlingerne, men naturligvis også for at måle udviklingen i skatolniveau over tid (3 uger) for grisene på kontrolholdet (rene minus zinkbacitracin) i vægtintervallet 80-100 kg levende vægt. Kontrolblodprøverne før forsøgets begyndelse benyttedes desuden som kovarianter i de statistiske modeller til optimering af behandlingseffekterne.

7 døgn før slagtning blev udtaget en blodprøve til skatol og indolbestemmelse af samtlige grise på de 4 forsøgsbehandlinger. Halvdelen af grisene

havde i ugen forud været tilsvinede med gødning og urin. Derefter fodredes halvdelen af grisene på henholdsvis de rene og beskidte forsøgsbehandlinger de sidste 7 døgn før slagtning med 50 ppm zinkbacitracin i foderet (tabel 1).

Indholdet af det vækstfremmende antibiotikum zinkbacitracin blev bestemt i 10 forskellige foderprøver med zinkbacitracin i hver af de 4 forsøgs-gentagelser, idet der fremstilledes en foderportion med og uden zinkbacitracin pr. forsøgs-gentagelse. Desuden testedes kontrolfoderet uden antibiotikum for indhold af vækstfremmeren i hver af de 4 gentagelser. Analyserne blev foretaget på Apothekernes Laboratorium A.S., Oslo, Norge. Gennemsnitsresultaterne af 10 prøver fra hver af de 4 gentagelser var 45,1 ppm, 42,9 ppm, 52,9 ppm og 53,6 ppm zinkbacitracin. Gennemsnit for hele forsøget 48,6 ppm. De analyserede mængder må betragtes som særdeles tilfredsstillende. Desuden indeholdt kontrolfoderet ikke i nogen af gentagelserne zinkbacitracin, og der var iøvrigt heller ikke tilsat andre vækstfremmende stoffer i foderblandingerne på noget tidspunkt i grisenes liv.

Seks og tre døgn før slagtning og ved udvejning til slagtningen ca. 1,5-2,5 timer før slagtetidspunktet (klokken 10⁰⁰) blev udtaget blodprøver til skatol og indolbestemmelse.

Alle grise fra de 4 forsøgsbehandlinger i en gentagelse slagtedes samtidig, d.v.s. 24 grise på én gang. Grisene blev bevidst ikke fastet før slagtning, idet faste i 12 timer har en svagt reducerende indflydelse på skatolindholdet i spæk hos tørfodrede grise (Sloth & Udesen, 1993). Grisene blev transporteret i 1 time til slagteriet i to adskilte flokke, beskidte og rene, og blev ved ankomst til slagteriet blandet og umiddelbart derefter slagtet.

45 minutter efter slagtning blev udtaget 2 spækprøver i nakkeregionen af samtlige grise. Spækprøverne blev analyseret med en HPLC-metode for skatol, indol og androstenon, mens blodprøverne analyseredes for skatol og indol (Hansen-Møller, 1994; 1993). Desuden blev skatol i spæk analyseret ved slagteriets automatiske spektrofotometriske metode (Mortensen & Sørensen, 1982; 1984). Grise som ved HPLC-metoden fik analyseret et skatol- og indolniveau i spæk under 0,03 ppm, som er analysemetodens kvantifikationsgrænse, blev tildelt skatol- og indolniveauet 0,015 ppm.

Samtidig med, at alle blodprøverne blev udtaget indsamledes fæcesprøver (gødningsprøver) fra samtlige grise til analyse for skatol og indol (Jensen & Jensen, 1993b). Fæcesprøverne blev taget,

når de fleste grise frivilligt afgav en prøve som følge af aktiviteten, der opstod i forbindelse med blodprøvetagningen. For et mindretals vedkommende blev grisen hjulpet hertil ved, at man med en finger i endetarmen stimulerede afgang af fæces. Dog blev undladt indsamling af fæcesprøver ved aller første blodprøvetagning ugen før forsøget påbegyndtes.

Der blev i de to sidste gentagelser af forsøget udtaget 4 stk. gødningsprøver pr. gang (fæces plus urin og halm) på stigulvet i hver af de beskidte stier på følgende tidspunkter: Efter en uge med tilsvining og 0 dage med zinkbacitracin, efter 10 dage med tilsvining og plus/minus 3 dage med zinkbacitracin og efter 14 dage med tilsvining og plus/minus 7 dage med zinkbacitracin. Antallet af registreringer og usikkerheden i måden prøverne kunne udtages på gør materialet uegnet til statistisk behandling.

Grisene blev udover vejning ved forsøgets påbegyndelse vejret på 7. dagen lige før halvdelen af grisene fik 50 ppm zinkbacitracin i foderet, og endelig på slagtedagen 14 dage efter forsøgets påbegyndelse.

Ved forsøgets start blev termostaterne i de to ens naboforsøgsstalde Sb36A (2 rene stier) og Sb36B (2 beskidte stier) sat på 22°C for at sikre en høj staldtemperatur (sommerklima). Temperaturen målt dagligt klokken 8⁰⁰ og klokken 15⁰⁰ i grise-

nes nærmiljø 30 cm over gulvet i samtlige stier. Desuden målt temperaturen på grises hudoverflade på ryg og bug med en termovisionspistol ("Thermopoint 80") i samtlige stier. Samtidig blev også temperaturen på gulvet/gødningen i grisenes liggeområde registreret med termovisionspistolen (Rasmussen & Andersen, 1987; Garipey et al., 1989; Hansen et al., 1993).

Ved hjælp af et Dräger-måleudstyr (gassporepumpe) og Dräger-prøverør CH 20501 (Drägerwerk Aktiengesellschaft Lübeck, 1992) blev ammoniakkoncentrationen ligeledes registreret regelmæssigt i alle forsøgsbehandlinger efter samme metode som i tidligere undersøgelser (Madsen et al., 1970).

3.1 Statistiske metoder

Der blev benyttet flere forskellige statistiske analysemetoder til behandling af datamaterialet.

Følgende SAS GLM-model blev benyttet til beskrivelse af evt. forskelle i skatol- og indolniveauer i fæces og blod mellem beskidte og rene grise, plus/minus 50 ppm zinkbacitracin i foderet, forskelle mellem gentagelser af forsøget samt til beskrivelse af evt. vekselvirkninger både før forsøgets påbegyndelse og igennem forsøgsperioden. Desuden blev modellen benyttet til beskrivelse af forskelle i skatol, indol og androstenon i spæk ved slagtning mellem diverse forsøgsbehandlinger (se model 1).

Model 1:

$$Y = \mu + a_{\text{beskidte}} + b_{\text{zinkbac.}} + c_{\text{gentagelse}} + (ab)_{\text{beskidte} \cdot \text{zinkbac.}} +$$

$$ac_{\text{beskidte} \cdot \text{gentagelse}} + bc_{\text{zinkbac.} \cdot \text{gentagelse}} + e_{\text{restvarians}}$$

Y = Skatol og indol målt i fæces, blod og spæk og androstenon målt i spæk både som angivne værdier og som logaritmiske værdier. De logaritmiske værdier, som er negative for skatol og indol i blod og spæk og for androstenon 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 transformeret.

μ = middelværdien

a_{beskidte} = Forsøgsbehandlingerne (beskidte på fast gulv i mindst en uge og rene på fuldspaltgulv i mindst en uge; begge behandlinger med 0,6 m²/gris) (f = 1)

$b_{\text{zinkbac.}}$ = plus/minus 50 ppm zinkbacitracin i foderet (f = 1)

$c_{\text{(gentagelse)}}$ = antal gentagelser af forsøget = 4 (f = 3)

$(ab)_{\text{beskidte} \cdot \text{zinkbac. cin}} = \text{vekselvirkningen mellem plus/minus beskidte og plus/minus zinkbacitra}$
 cin (f = 1)

$a_{\text{beskidte} \cdot \text{gentagelse}} = \text{vekselvirkningen mellem plus/minus beskidte og gentagelser (f = 3)}$

$b_{\text{zinkbac.} \cdot \text{gentagelse}} = \text{vekselvirkningen mellem plus/minus zinkbacitracin og gentagelser (f = 3)}$

$e_{\text{restvarians}} = \text{den tilfældige variation (f = 83)}$

Ud over ovennævnte statistiske model anvendtes en udvidet GLM-kovariansanalyse model (model 2) med skatolniveau i blod ved de 2 "kontrol" målinger før forsøgets begyndelse som kovarianter, idet der fandtes signifikante korrelationer mellem skatol i blod ved de indledende skatolmålinger og

skatol i blod i forsøgsperioden samt skatol og androstenon i spæk ved slagtning. En helt analog model for indol i blod og spæk i forsøgsperioden blev også udført med indol i blod inden forsøgets påbegyndelse som kovarianter.

Model 2:

$$Y = \mu + a_{\text{beskidte}} + b_{\text{zinkbac.}} + c_{\text{gentagelse}} + (ab)_{\text{beskidte} \cdot \text{zinkbac.}} + \\ a_{\text{beskidte} \cdot \text{gentagelse}} + b_{\text{zinkbac.} \cdot \text{gentagelse}} + b_{y0/x0}(X_{\text{skatol0}} - X_{\text{mean}}) + \\ b_{y1/x1}(X_{\text{skatol1}} - X_{\text{mean}}) + e_{\text{restvarians}}$$

$Y =$ Skatol og indol målt i blod: Efter 7 dage med +/- beskidte, efter 8 dage med +/- beskidte og 1 dag med +/- zinkbac, efter 10 dage med +/- beskidte og 3 dage med +/- zinkbac., efter 14 dage med +/- beskidte og 7 dage med +/- zinkbac. Desuden skatol og androstenon i spæk målt både som angivne værdier og som logaritmiske værdier. De logaritmiske værdier, som er negative for skatol og indol i blod og 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.

$b_{y0/x0} = \text{regression koefficient for skatol i blod én uge før forsøgets begyndelse (f=1)}$

$X_{\text{skatol0}} = \text{skatol i blod én uge før forsøgets begyndelse} = \text{kovariant nr. 1}$

$b_{y1/x1} = \text{regression koefficient for skatol i blod ved forsøgets påbegyndelse (f=1)}$

$X_{\text{skatol1}} = \text{skatol i blod ved forsøgets påbegyndelse} = \text{kovariant nr. 2}$

Til yderligere beskrivelse af specifikt zinkbacitracins effekt på skatol- og indolniveau i blod og spæk inden for den sidste uge før slagtning anvendtes en udvidelse af kovariansanalysen i model

2. Udvidelsen bestod i tilføjelse af kovarianten skatol eller indol i blod efter 7 dage med +/- tilsvining til model 2:

$b_{y2/x2} = \text{regression koefficient for skatol i blod efter 7 dage med +/- tilsvining (f=1)}$

$X_{\text{skatol1}} = \text{skatol i blod efter 7 dage med +/- tilsvining} = \text{kovariant nr. 3}$

Kovariansanalyse modeller - udbygget fra model 1 med henholdsvis kovarianterne begyndelsesvægt (vægt hos ensbehandlede rene grise ved forsøgets påbegyndelse 14 dage før slagtning) og varm slagtevægt - blev benyttet til beskrivelse af forsøgsbehandlingernes indflydelse på beregnet daglig tilvækst og foderenheder pr. kg tilvækst (den sidste uge før slagtning) og kødprocent ved slagtning.

Den beregnede daglige tilvæksts resultater er kalkuleret ud fra den beregnede slagtevægt = varmvægt af slagtekrøppen x 1,33.

Foruden ovennævnte GLM-kovariansanalyse modeller (model 2 m.fl.), udførtes kontrast-analysemodeller med enten skatol eller indol i blod én uge

før forsøgets begyndelse eller skatol eller indol i blod ved forsøgets påbegyndelse som kontrast i GLM-analysen (model 1), til belysning af behandlingseffekter på skatol og indol i blod og spæk i forsøgsperioden.

Derudover udførtes en kontrast-analyse inden for hver forsøgsbehandling for sig for test af om der skete signifikante ændring af skatol og indolindholdet i blodplasma og fæces i løbet af forsøgsperioden og om en sådan ændring var afhængig af gentagelse af forsøget eller ikke.

Til belysning af fædres (orners) indflydelse på skatol i fæces, blod og spæk anvendtes en udvidet statistisk model (model 3):

Model 3:

$$Y = \mu + a_{\text{beskidte}} + b_{\text{zinkbac.}} + c_{\text{gentagelse}} + (ab)_{\text{beskidte} \cdot \text{zinkbac.}} +$$

$$ac_{\text{beskidte} \cdot \text{gentagelse}} + bc_{\text{zinkbac.} \cdot \text{gentagelse}} + d_{\text{far}} + e_{\text{restvarians}}$$

$d_{\text{far}} = 8$ orner inden for racerne Dansk Landrace (3 stk.), Yorkshire (3 stk.) og Duroc (2 stk.) er fædre ($f = 7$)

En statistisk model til at belyse udviklingen i skatol- og indolniveau i blod, spæk og fæces hos grise med højt eller lavt grundskatolniveau i blod

hos rene grise før forsøgets begyndelse er blevet benyttet (model 4).

Model 4:

$$Y = \mu + a_{\text{beskidte}} + b_{\text{zinkbac.}} + c_{\text{gentagelse}} + d_{\text{høj/lav}} + (ab)_{\text{beskidte} \cdot \text{zinkbac.}} +$$

$$ac_{\text{beskidte} \cdot \text{gentagelse}} + bc_{\text{zinkbac.} \cdot \text{gentagelse}}$$

$$+ e_{\text{restvarians}}$$

$d_{\text{høj/lav}} =$ grise med højt grundskatolniveau blev defineret hos rene grise ved at have $>0,0059$ ppm skatol i blodplasma ved første eller anden blodprøve inden forsøgets påbegyndelse. Lavt grundskatolniveau havde de resterende grise pr. definition ($f = 1$).

De beregnede korrelationer mellem de forskellige skatol-, indol- og androstenontal i fæces blod og spæk er på individniveau, fænotypiske og ukorrigerede.

Gennemsnitsresultaterne fra målinger af skatol og indol i gødningsprøver fra stигulvet er vist i

tabeller og der kan ikke udføres statistiske analyser på disse data.

Alle klimaregistreringer er gennemsnitstal for forsøgsbehandling og perioder, og der kan ikke udføres statistiske analyser på disse data.

4 Resultater

4.1 Skatol og indol i fæces.

4.1.1 Skatol og indol i fæcesprøver lige før forsøgets påbegyndelse

I forbindelse med blodprøveudtagning lige før for-

søgets påbegyndelse indsamledes en fæcesprøve pr. gris til skatol- og indolbestemmelse. Analyse-
sultaterne viste, at skatol- og indolindholdet i fæces

Tabel 2 Korttidsvirkning af zinkbacitracin (50 ppm) i foderet samt tilsvinningsgradens betydning for skatol (ppm) i fæces

Short time effect of zinc bacitracin (50 ppm) in the feed and heavily fouling with faeces plus urine on skatole concentration (ppm) in faeces

<u>Forsøgsbehandling:</u>					Effekt af forsøgsbe- handling	
Zinkbacitracin	Rene		Beskidte		Beskidt	Zinkbaci.
	plus	minus	plus	minus		
Antal grise:	24	24	23	23		
<u>Skatol i fæces:</u>						
Ved forsøgets påbegyndelse	35,3	31,2	36,1	34,0	NS	NS
s.e.	2,6	2,6	2,8	2,6		
Efter 7 dage med +/- beskidte	32,3	40,5	24,9	23,5	*** ¹⁾	NS
s.e.	2,3	2,1	2,4	2,2		
Efter 8 dage med +/- beskidte og 1 dag med +/- zinkbac.	30,1	43,9	22,6	26,3	*** ¹⁾	***
s.e.	2,1	2,1	2,4	2,1		
Efter 10 dage med +/- beskidte og 3 dage med +/- zinkbac.	19,2	40,6	17,3	29,2	*** ¹⁾	***
s.e.	2,0	2,0	2,2	2,0		
Efter 14 dage med +/- beskidte og 7 dage med +/- zinkbac.	21,2	37,3	21,5	31,8	NS	***
s.e.	2,7	2,6	3,1	2,6		

*):(P≤ 0,05); **):(P≤ 0,01); ***):(P≤ 0,001); ****):(P≤ 0,0001).

1) Vekselvirkning beskidte x gentagelse (P≤ 0,001), og vekselvirkning beskidte x zinkbacitracin (P≤ 0,05).

var ens for alle 4 forsøgsbehandlinger (tabel 2 og 3). Samtidig konstateredes ingen signifikante forskelle mellem forsøgsgentagelser, hverken for skatols eller indols vedkommende.

4.1.2 Ændringer i skatolindholdet i fæces i forsøgsperioden hos kontrolholdet (rene grise minus zinkbacitracin)

I modsætning til uændret indolindhold i fæces

Tabel 3 Korttidsvirkning af zinkbacitracin (50 ppm) i foderet samt tilsvinningsgradens betydning for indol (ppm) i fæces

Short time effect of zinc bacitracin (50 ppm) in the feed and heavily fouling with faeces plus urine on indole concentration (ppm) in faeces

<u>Forsøgsbehandling:</u>					Effekt af forsøgsbehandling ¹⁾	
Zinkbacitracin	Rene		Beskidte		Beskidt	Zinkbaci.
	plus	minus	plus	minus		
Antal grise:	24	24	23	23		
<u>Indol i fæces:</u>						
Ved forsøgets påbegyndelse	11,1	8,6	7,9	8,9	NS	NS
s.e.	1,0	1,0	1,1	1,0		
Efter 7 dage med +/- beskidte	8,3	8,8	6,6	8,0	NS	NS
s.e.	1,0	0,9	1,0	0,9		
Efter 8 dage med +/- beskidte og 1 dag med +/- zinkbac.	8,2	8,7	8,1	9,9	NS	NS
s.e.	1,0	1,0	1,0	1,0		
Efter 10 dage med +/- beskidte og 3 dage med +/- zinkbac.	16,8	9,7	16,4	9,3	NS	***
s.e.	1,4	1,4	1,4	1,4		
Efter 14 dage med +/- beskidte og 7 dage med +/- zinkbac.	13,1	7,6	13,5	9,3	NS	***
s.e.	1,2	1,2	1,2	1,2		

*):($P \leq 0,05$); **):($P \leq 0,01$); ***):($P \leq 0,001$); ****):($P \leq 0,0001$).

1) Ingen vekselvirkninger mellem beskidte x zinkbacitracin.

(tabel 3) ændrede skatolindholdet i fæces sig signifikant i løbet af forsøgsperioden for kontrolholdet, idet indholdet steg signifikant efter, at grisene havde været 7 dage ($P \leq 0,01$), 8 dage ($P \leq 0,001$) og 10 dage i forsøg ($P \leq 0,0001$), hvorpå skatolindholdet igen faldt på slagtedagen (14 dage i forsøg) til et ikke signifikant afvigende skatolniveau fra forsøgets begyndelse (se tabel 2). Imidlertid konstateredes ved 7. dagen i forsøg en vekselvirkning for skatolniveau mellem gentagelser i forhold til skatolniveauet i gentagelserne ved forsøgets påbegyndelse. Ved kontrastanalysen, hvor skatolniveau ved forsøgets start analyseredes mod de øvrige skatolmålingstidspunkter under et, viste sig samlet, dels et øget skatolniveau i forsøgsperioden ($P \leq 0,01$), og dels en vekselvirkning mellem gentagelser over tid for skatolniveau ($P \leq 0,01$), hvilket ikke pegede på systematisk stigning i skatolniveauet midt i forsøgsperioden.

4.1.3 Tilsvinningsgradens betydning for skatol og indol i fæces

Forsøget kunne se ud til at vise at tilsvining af grise i henholdsvis 7 og 8 dage med gødning plus urin reducerede skatolniveauet i fæces ($P \leq 0,001$). Imidlertid konstateredes samtidig vekselvirkning mellem beskidte x gentagelse ($P \leq 0,001$) og vekselvirkning mellem beskidte x zinkbacitracin ($P \leq 0,05$) (se tabel 2).

Ved endnu længere tids tilsvining i henholdsvis 10 og 14 dage forsvandt den tilsyneladende effekt af tilsvining gradvist, idet fæceskoncentrationen igen steg til niveauet fra før forsøgets påbegyndelse (se tabel 2). Samtidig forsvandt de uforklarlige vekselvirkninger.

Ved sidste skatolmåling i fæces lige før slagting konstateredes signifikant forskel mellem gentagelser.

Tilsvining af grisene havde på intet tidspunkt indflydelse på indolniveauet i fæces (se tabel 3). Kun ved en enkelt af fæcesindsamlingerne målttes en signifikant forskel mellem gentagelser nemlig efter 8 dage i forsøg.

4.1.4 Korttidsvirkning af zinkbacitracin (50 ppm) i foderet på skatol- og indolniveau i fæces.

Der syntes at være signifikant effekt af tildeling af 50 ppm zinkbacitracin i kun et døgn på skatol i fæces ($P \leq 0,001$) (tabel 2), men samtidig konstateredes vekselvirkning mellem de to forsøgsbehandlinger ($P \leq 0,05$). Ved nærlæsning af tabel 2 er der meget, der kunne pege på, at resultatet var tilfæl-

digt, beroende på en uforklarlig stigning af skatolindholdet i fæces hos rene grise uden tildeling af zinkbacitracin (se afsnit 4.1.2).

Derimod reducerede tildeling af 50 ppm zinkbacitracin i foderet klart skatolniveauet i fæces både hos rene og beskidte grise når zinkbacitracin var blevet tildelt i henholdsvis 3 dage ($P \leq 0,001$) og en uge ($P \leq 0,001$) (se tabel 2).

Anvendelse af 50 ppm zinkbacitracin i foderet i 3 og 7 dage øgede signifikant indolindholdet i fæces ($P \leq 0,001$), mens et døgn ikke var nok til en stigning i indolniveauet (se tabel 3).

4.2 Skatol og indol i blod

4.2.1 Skatol og indol i blod én uge før og ved forsøgets påbegyndelse

En uge før og lige før forsøgets påbegyndelse konstateredes, at skatol- og indolindholdet i blod var gennemsnitlig ens for alle 4 forsøgsbehandlingers grise ($P = \text{NS}$) (se tabel 4 og 5).

Grisene havde været holdt rene i henholdsvis én og to uger inden blodprøverne blev taget, hvorfor disse 2 skatol- og indolniveauer opfattedes, som den individuelle gris' grundskatolniveau i det givne fodringsregi. Skatol- og indolniveauerne var derfor forventeligt først og fremmest betinget af grisenes arvelige anlæg og sandsynligvis (lidt) påvirket af grisenes forskellige grad af kønsmodenhed ved en levende vægt omkring 80 og 85 kg.

Ved kontrastanalyse konstateredes da heller ikke forskel i hverken skatol- eller indolniveau i blodplasma mellem én uge før og lige før forsøgets påbegyndelse (se tabel 4 og 5).

Grundniveauer for skatol og indol i blod blev benyttet som kovarianter og "kontraster" i statistiske modeller til mere præcis beskrivelse af effekten af forsøgsbehandlingernes indflydelse på skatol og indol i blod og spæk, idet der var signifikante korrelationer mellem de to indledende skatol- og indolniveauer og skatol og indolniveauerne i blod i løbet af forsøgsperioden og i blod og spæk ved slagting.

Derudover blev "grundskatolniveauet" brugt til sortering af grise i 2 kategorier, nemlig grise med henholdsvis "højt" og "lavt" grundniveau for skatol i blod og spæk (se afsnit 4.8).

4.2.2 Korrelation mellem skatol og indol i blod før forsøgets begyndelse og skatol og indol i blod og spæk i forsøgsperioden og ved slagting

For hele forsøgsmaterialet - på tværs af forsøgsbe-

handlinger - konstateredes meget signifikante korrelationer mellem skatol i blod ved de to målinger før og ved forsøgets påbegyndelse og de 4 målinger i forsøgsperioden såvel som korrelationer til skatol i spæk ved slagtning (se bilag 1). Tilsvarende konstateredes svagere korrelationer for indols vedkommende, hvilket kunne pege på, at indol i blod og spæk lader sig mere influere af forsøgets behandling(er) (se bilag 1).

4.2.3 Svag stigning i skatolindholdet i blod igenem forsøgsperioden hos kontrolholdet (rene grise minus zinkbacitracin)

I modsætning til stort set uændret gennemsnitligt indolindhold i blod på kontrolholdet i løbet af forsøgsperioden (se tabel 5) steg skatolindholdet i blod svagt, men signifikant, idet indholdet steg gradvist fra forsøgets begyndelse, og det var signifikant højere efter 10 dage i forsøg ($P \leq 0,05$), hvorpå skatolniveauet i blod stabiliserede sig på dette niveau (ved 14 dage i forsøg/slagtning) (se tabel 4). Korrelationen mellem skatol i blod ved de 2 sidste målinger før slagtning var da også meget høj ($r=0,98$; $n=23$; $P \leq 0,0001$), mens korrelationen mellem skatol i blod én uge før forsøgets påbegyndelse og ved slagtning var den lavest ($r=0,50$; $n=23$; $P \leq 0,05$). Allerede korrelationen mellem skatol i blod ved forsøgets påbegyndelse og ved slagtning var noget højere ($r=0,68$; $n=23$; $P \leq 0,001$).

En enkelt hangris med meget højt skatolniveau i blod og spæk ved slagtning havde meget højt skatolniveau ved samtlige 6 blodprøver før og i forsøgsperioden. En anden hangris med højt skatolniveau i blod og spæk ved slagtning havde endnu kun middelhøjt grundniveau ved de 2 indledende skatolmålinger før forsøgets påbegyndelse, og derefter kraftigt stigende skatolniveau indtil de 2 sidste skatolmålinger før slagtning, hvor niveauet var ens. To andre hangrise, med højt skatolniveau i spæk ved slagtning, havde endnu ikke højt skatolniveau ved første skatolmåling før forsøgets begyndelse, men derefter kraftigt stigende skatolniveau indtil de 2 sidste skatolmålinger før slagtning. Endelig havde en gris, med skatolniveau lige under fraseringsgrænsen på slagtetidspunktet, et middelhøjt skatolniveau ved første måling, og det var derefter stigende til et konstant niveau i blod lige omkring fraseringsgrænsen.

4.3 Tilsvinningsgradens betydning for skatol og indol i blod

4.3.1 Tilsvinningsgradens betydning for skatol i blod

Forsøget viste, at grise beskidte i 7 dage eller mere havde stærkt øget skatolniveau i blod ($P \leq 0,001$), og det gjorde sig gældende uanset om grisene fik tildelt zinkbacitracin eller ikke (se tabel 4). Der konstateredes til enkelte tidspunkter en vekselvirkning mellem beskidte x forsøgsgentagelse ($P \leq 0,05$), idet grisene ved første gentagelse af forsøget var knapt så beskidte som ved senere gentagelser (se tabel 4 og fodnote nr. 2 i materialer og metoder).

4.3.2 Tilsvinningsgradens betydning for indol i blod

Grise beskidte i en uge eller mere havde meget stærkt øget indolniveau i blod i forhold til de rene ($P \leq 0,001$), og det var tilfældet uanset om grisene fik tildelt zinkbacitracin eller ikke (se tabel 5). Forsøget viste også yderligere øget indolniveau i blod ved fortsat tilsvining efter den første uge (se tabel 5). Samtidig kunne det konstateres, at beskidte grise i forskellige stier kunne opnå ret forskellige indolniveauer i blod, hvilket kom til udtryk i form af vekselvirkningerne beskidte x forsøgsgentagelse ($P \leq 0,001$) og beskidte x zinkbacitracin ($P \leq 0,05-0,01$) (se tabel 5). Grisene i første gentagelse af forsøget var knapt så beskidte som i senere gentagelser (se tabel 5 og fodnote nr. 2 i materialer og metoder).

4.4 Zinkbacitracins indflydelse på skatol- og indolniveau i blod

4.4.1 Korttidsvirkning af zinkbacitracin (50 ppm) i foderet på skatolniveau i blod

Tildeling af 50 ppm zinkbacitracin i foderet reducerede klart skatolniveauet i blod både hos rene og beskidte grise når zinkbacitracin var tildelt i henholdsvis 3 dage ($P \leq 0,001$) og en uge ($P \leq 0,01$). Derimod var der ikke signifikant effekt af tildeling af zinkbacitracin i kun et døgn (se tabel 4).

4.4.2 Korttidsvirkning af zinkbacitracin (50 ppm) i foderet på indolniveau i blod

Tildeling af zinkbacitracin i foderet havde ingen (sikker) indflydelse på indolniveauet i blod til trods for øget indolkoncentration i fæces. Med indol i blod efter 7 dage med +/- tilsvining som 3. kovariant (korrektionsfaktor) i den statistiske model konstateredes ingen effekt af tildeling af zinkbacitracin på indolniveauet i blod (se tabel 5 og fodnote 5 i tabellen).

Tabel 4 Korttidsvirkning af zinkbacitracin (50 ppm) i foderet samt tilsvinningsgradens betydning for skatol (ppm) i blod

Short time effect of zinc bacitracin (50 ppm) in the feed and heavily fouling with faeces plus urine on skatole concentration (ppm) in blood

Forsøgsbehandling:					Effekt af forsøgsbehandling	
Zinkbacitracin	Rene		Beskidte			
	plus	minus	plus	minus	Beskidt	Zinkbaci.
Antal grise:	24	24	23	23		
<u>Skatol i blod:</u>						
1 uge før forsøgets begyndelse	0,0034	0,0035	0,0039	0,0039	NS	NS
s.e.	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010		
Ved forsøgets påbegyndelse	0,0029	0,0035	0,0031	0,0043	NS	NS
s.e.	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010		
Efter 7 dage med +/- tilsvining	0,0041	0,0050	0,0083	0,0089	**** ¹⁾	NS
s.e.	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006		
Efter 8 dage med +/- tilsvining og 1 dag med +/- zinkbac.	0,0038	0,0052	0,0076	0,0086	**** ²⁾	NS
s.e.	0,0005	0,0005	0,0005	0,0006		
Efter 10 dage med +/- tilsvining og 3 dage med +/- zinkbac.	0,0027	0,0069	0,0070	0,0092	** ⁴⁾	** ³⁾
s.e.	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010		
Efter 14 dage med +/- tilsvining og 7 dage med +/- zinkbac.	0,0035	0,0067	0,0078	0,0100	*** ⁴⁾	** ³⁾
s.e.	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010		

(*):(P ≤ 0,1); *):(P ≤ 0,05); **):(P ≤ 0,01); ***):(P ≤ 0,001); ****):(P ≤ 0,0001).

1) Vekselvirkning beskidte x gentagelse (P ≤ 0,01).

2) Vekselvirkning beskidte x gentagelse (P ≤ 0,05).

3) Med skatol i blod efter 7 dage med +/- beskidte som 3. kovariant konstateredes samme signifikante effekt af tildeling af zinkbacitracin på skatolniveauet i blod.

4) Med skatol i blod efter 7 dage med +/- beskidte som 3. kovariant øgedes koncentrationen af skatol i blod kun meget lidt yderligere hos det tilsvinede forsøgsbehandling uden tildeling af zinkbacitracin (P = NS).

Tabel 5 Korttidsvirkning af zinkbacitracin (50 ppm) i foderet samt tilsvinningsgradens betydning for indol (ppm) i blod

Short time effect of zinc bacitracin (50 ppm) in the feed and heavily fouling with faeces plus urine on indole concentration (ppm) in blood

<u>Forsøgsbehandling:</u>					Effekt af forsøgsbehandling	
Zinkbacitracin	Rene		Beskidte		Beskidt	Zinkbaci.
	plus	minus	plus	minus		
Antal grise:	24	24	23	23		
<u>Indol i blod:</u>						
1 uge før forsøgets begyndelse	0,0019	0,0012	0,0015	0,0013	NS	NS
s.e.	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003		
Ved forsøgets påbegyndelse	0,0011	0,0011	0,0012	0,0013	NS	NS
s.e.	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002		
Efter 7 dage med +/- beskidte	0,0005	0,0015	0,0115	0,0173	**** ¹⁾	** ²⁾
s.e.	0,0012	0,0010	0,0010	0,0010		
Efter 8 dage med +/- beskidte og 1 dag med +/- zinkbac.	0,0007	0,0016	0,0102	0,0191	**** ¹⁾	**** ²⁾
s.e.	0,0012	0,0010	0,0010	0,0011		
Efter 10 dage med +/- beskidte og 3 dage med +/- zinkbac.	0,0001	0,0019	0,0130	0,0208	*** ¹⁺⁴⁾	*** ³⁺⁵⁾
s.e.	0,0016	0,0013	0,0013	0,0014		
Efter 14 dage med +/- beskidte og 7 dage med +/- zinkbac.	0,0018	0,0016	0,0130	0,0204	**** ¹⁺⁴⁾	** ³⁺⁵⁾
s.e.	0,0013	0,0011	0,0011	0,0011		

*):($P \leq 0,05$); **):($P \leq 0,01$); ***):($P \leq 0,001$); ****):($P \leq 0,0001$).

- 1) Vekselvirkning beskidte x gentagelse ($P \leq 0,0001$) og vekselvirkning beskidte x zinkbacitracin ($P \leq 0,05-0,01$).
- 2) Vekselvirkning zinkbacitracin x gentagelse ($P \leq 0,05$).
- 3) Vekselvirkning zinkbacitracin x gentagelse ($P \leq 0,0001$).
- 4) Med indol i blod efter 7 dage med +/- beskidte som 3. kovariant øgedes koncentrationen af indol i blod yderligere hos de tilsvinnede forsøgsbehandlinger uanset tildeling af zinkbacitracin ($P \leq 0,01$).
- 5) Med indol i blod efter 7 dage med +/- beskidte som 3. kovariant konstateredes ingen effekt af tildeling af zinkbacitracin på indolniveauet i blod.

4.5 Korttidsvirkning af zinkbacitracin (50 ppm) i foderet samt tilsvinningsgradens betydning for skatol, indol og androstenon i spæk ved slagtning

4.5.1 Tilsvinningsgradens betydning for skatol i spæk ved slagtning

Forsøget har klart vist, at grise beskidte i 14 dage havde stærkt øget skatolniveau i spæk ($P \leq 0,0001$), og det gjorde sig gældende, uanset om grisene fik tildelt zinkbacitracin eller ikke (se tabel 6). Samtidig ses i tabel 6, at skatolniveauet målt relativt for højt ved den spektrofotometriske metode (skatol-ækvivalenter = 75% skatol plus 44% indol) hos de beskidte i forhold til HPLC-metoden. Dette har afgørende indflydelse på antallet af frasorterede, idet frasorteringen på slagterierne foretages ved hjælp af den automatiske spektrofotometriske metode. Var HPLC-metoden, der specifikt måler skatolet i spæk, blevet benyttet som frasorteringsmetode, ville antallet af frasorterede beskidte grise ikke have været nær så højt, og antallet af frasorterede hos forsøgsholdet beskidte plus zinkbacitracin ikke langt fra antallet, som blev frasorteret hos forsøgsholdet rene grise uden anvendelse af zinkbacitracin (se tabel 6).

4.5.2 Tilsvinningsgradens betydning for indol i spæk ved slagtning

Grise beskidte i 14 dage havde stærkt øget indolniveau i spæk ($P \leq 0,0001$), uanset om grisene fik tildelt zinkbacitracin eller ikke (se tabel 6). Samtidig konstateredes vekselvirkninger af forskellig karakter, som kunne pege på, at bl.a. tilsvinningsgraden var afgørende for indolniveauets koncentration.

Der konstateredes en høj korrelation mellem indol i blod og indol i spæk (HPLC) på slagtedagen ($r=0,95$; $P \leq 0,0001$). Derimod fandtes ingen signifikante korrelationer mellem indol i fæces og indol i blod og spæk.

4.5.3 Tilsvinningsgradens betydning for androstenon i spæk ved slagtning

Tilsvining med gødning plus urin havde ikke signifikant indflydelse på androstenon i spæk ved slagtning (se tabel 7).

4.5.4 Virkningen af en uges tildeling af zinkbacitracin (50 ppm) i foderet på skatol i spæk ved slagtning

Tildeling af 50 ppm zinkbacitracin i foderet i en uge reducerede klart skatolniveauet i spæk både hos rene og beskidte grise og det uanset målemetode ($P \leq 0,001-0,0001$) (se tabel 6).

Ikke mindre end 12 grise ud af 24 rene grise, som fik tildelt zinkbacitracin havde et skatolniveau i spæk (HPLC-metoden) under analysemetodens kvantifikationsgrænse på 0,03 ppm. Til sammenligning havde kun 2 ud af 24 rene grise uden zinkbacitracin i foderet et skatolniveau under 0,03 ppm. Samtidig kunne det konstateres, at ingen rene som fik zinkbacitracin havde skatol over frasorteringsgrænsen på 0,20 ppm skatol i spæk, hvilket der burde have været efter de indledende kontrol blodanalyser, idet minimum 2 stk. hangrises havde højt grundniveau af skatol i blod.

4.5.5 Virkningen af en uges tildeling af zinkbacitracin (50 ppm) i foderet på indol i spæk ved slagtning

Zinkbacitracin havde uanset grisenes renhed ingen tydelig indflydelse på indolkoncentrationen i spæk - analogt til indolniveauet i blod - trods en øget indolkoncentration i fæces (se tabel 6).

4.5.6 Virkningen af en uges tildeling af zinkbacitracin (50 ppm) i foderet på androstenon i spæk ved slagtning

Zinkbacitracin havde ingen indflydelse på androstenon i spæk (se tabel 7).

4.6 Korrelationer mellem skatol og indol målt i fæces på den ene side og i blod og spæk på den anden side til forskellige tider før og i forsøgsperioden

Der var ingen væsentlige eller systematiske signifikante positive eller negative korrelationer mellem skatolindhold i fæces og i blod ved samtidige prøveudtagninger (5 gange i løbet af forsøget). Dette gjaldt for alle forsøgsbehandlinger set under et (se bilag 1). En frasortering af grise med højt grundniveau for skatol i blod skabte heller ikke signifikante korrelationer mellem skatol i fæces og i blod (se iøvrigt afsnit 4.8). Tilsvarende var der ingen væsentlige signifikante korrelationer mellem skatol i fæces og skatol i spæk på slagtedagen (se bilag 1). Helt analoge resultater sås for indols vedkommende (se bilag 1).

Tabel 6 Korttidsvirkning af zinkbacitracin (50 ppm) i foderet samt tilsvinningsgradens betydning for skatol (ppm) og indol (ppm) i fæces, blod og spæk på slagtedagen

Short time effect of zinc bacitracin (50 ppm) in the feed and heavily fouling with faeces plus urine on skatole (ppm) and indole (ppm) concentration in faeces, blood, and fat

Forsøgsbehandling:					Effekt af forsøgsbehandling	
Zinkbacitracin	Rene		Beskidte		Beskidt	Zink-baci.
	plus	minus	plus	minus		
Antal grise:	24	24	23	23		
Efter 14 dage med +/- beskidte og 7 dage med +/- zinkbac.						
Skatol i fæces	21,2	37,3	21,5	31,8	NS	***
s.e.	2,7	2,6	3,1	2,6		
Indol i fæces	12,0	8,0	14,2	9,5	NS	***
s.e.	1,1	1,1	1,2	1,1		
Skatol i blod	0,0035	0,0067	0,0078	0,0100	***	**
s.e.	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010		
Indol i blod	0,0018	0,0016	0,0130	0,0204	**** ¹⁾	** ²⁺³⁾
s.e.	0,0013	0,0011	0,0011	0,0011		
Skatol i spæk spektro.	0,08	0,15	0,24	0,38	****	****
s.e.	0,02	0,02	0,03	0,03		
Skatol i spæk HPLC	0,06	0,13	0,14	0,21	****	****
s.e.	0,02	0,02	0,02	0,02		
Indol i spæk HPLC	0,023	0,021	0,178	0,360	**** ¹⁾	*** ²⁾
s.e.	0,028	0,023	0,023	0,025		
Antal frasorterede ⁴⁾	0	4	13	17		
	0%	17%	57%	74%		

*):(P ≤ 0,05); **):(P ≤ 0,01); ***):(P ≤ 0,001); ****):(P ≤ 0,0001).

1) Vekselvirkning beskidte x gentagelse (P ≤ 0,0001) og vekselvirkning beskidte x zinkbacitracin (P ≤ 0,05).

2) Vekselvirkning zinkbacitracin x gentagelse (P ≤ 0,0001).

3) Med indol i blod efter 7 dage med +/- beskidte som kovariant konstateredes ingen effekt af tildeling af zinkbacitracin.

4) Skatol >0,20 ppm spektrofotometriske metode

Tabel 7 Korttidsvirkning af zinkbacitracin i foderet samt tilsvinningsgradens betydning for daglig tilvækst (7-dagesperiode), kødprocent og skatol (ppm) i spæk, androstenon i spæk og frasorteringsprocenten (hangriselugt).

Short time effect of zinc bacitracin in the feed and heavily fouling with faeces plus urine on daily gain (1 week), percent meat (KSA), skatole (ppm) in fat, androstenone (ppm) in fat, plus number and proportion of pigs with high skatole values (>0,20 ppm) in fat (boar taint).

Forsøgsbehandling:	Rene		Beskidte		Effekt af forsøgsbehandling ¹⁾	
	plus	minus	plus	minus	Beskidt	Zinkbaci.
Zinkbacitracin (50 ppm)						
Antal grise:	24	24	23	23		
Daglig tilvækst (g)	1354	1156	1122	978	**	**
s.e.	70	69	73	71		
FEs pr. kg tilvækst	2,99	3,04	3,13	3,11	NS	NS
s.e.	0,52	0,23	0,43	0,60		
Kød pct. (KSA)	59,4	60,0	58,9	60,6	NS	**
s.e.	0,4	0,4	0,4	0,4		
Skatol i spæk HPLC	0,06	0,13	0,14	0,21	****	***
s.e.	0,02	0,02	0,02	0,02		
Skatol i spæk spektro.	0,08	0,15	0,24	0,38	****	****
s.e.	0,02	0,02	0,02	0,03		
Androstenon ppm i spæk	0,75	0,58	0,56	0,47	NS	NS
s.e.	0,11	0,11	0,11	0,12		
Antal frasorterede Skatol >0,20 ppm spektrofotometriske metode	0	4	13	17		
	0%	17%	57%	74%		

*):($P \leq 0,05$); **):($P \leq 0,01$); ***):($P \leq 0,001$); ****):($P \leq 0,0001$).

1) Ingen vekselvirkninger mellem beskidte x zinkbacitracin.

4.7 Skatol og indol i blod og spæk i relation til fædre

Ved en udvidelse af den statistiske model med fædre (8 stykker) konstateredes forskel i skatol- og indolniveau i blod ved samtlige målinger mellem afkom efter forskellige fædre ($P \leq 0,001$). Tilsvarende forskel konstateredes for indol og skatol i spæk ved slagting ($P \leq 0,0001$), mens fædre ingen indflydelse havde på skatol- og indolniveauet i fæces.

Ikke mindre end 18 kuld à 4 hangrise fordelt over de 4 forsøgsgentagelser var bevidst lagt til

efter en KS-landrace orne nr. 1212, som i et tidligere forsøg havde givet 50% afkom med højt skatolniveau i spæk inden for ét kuld bestående af 6 hangrise. KS-landrace orne nr. 1212 viste sig senere at have et lavt skatolniveau i blod.

Orne nr. 1212's mulige heterozygotiske status for højt skatolniveau indebar, at frekvensen af afkom med højt skatolniveau måtte forventes at være begrænset, hvilket viste sig at holde stik. Orne nr. 1212 gav kun 8 stk. afkom med højt skatolniveau ud af 24 stk. afkom med 6 søer.

Samtidig gav ornen med ingen af de 6 søer 100% af afkommet med højt skatolniveau. Afkommet efter nr. 1212 med de resterende 12 søer (48 stk. afkom) havde alle lavt skatolniveau ved forsøgets start, hvilket kunne indicere at de fleste af disse søer ikke var bærere af arveanlægget for højt skatolniveau.

Udover Dansk Landraceorne nr. 1212 viste 2 orner (1 Dansk Landrace og 1 Duroc orne) sig at få til sammen 4 stykker afkom med højt skatolniveau. Begge orner havde givet afkom med højt skatolniveau i andre undersøgelser.

4.8 Udviklingen i skatol- og indolniveau i blod, spæk og fæces hos grise med højt eller lavt grundskatolniveau i blod (rene grise) før forsøgets begyndelse

Tolv grise, på tværs af de 4 forsøgsbehandlinger, som blev defineret som havende et højt grundskatolniveau ved hjælp af analyser for skatol i plasma hos rene grise ved første eller anden blodprøve inden forsøgets påbegyndelse ($>0,0059$ ppm skatol i blodplasma), viste sig ved alle senere blodprøver vedvarende at have et meget signifikant højere skatolniveau i blod, når der blev korrigeret for forsøgsbehandlingernes signifikante indflydelse på

skatolniveauet hos begge kategorier af grise ($P \leq 0,0001$) (se tabel 8).

Hangrisene med det høje grundskatolniveau i blod havde naturligvis også et signifikant højere skatolniveau i spæk ved slagtning ($P \leq 0,0001$) (se tabel 8).

Indolindholdet i blod var også signifikant højere hos grise med højt skatolniveau, men det influeredes kraftigt af tilsvining (se tabel 9).

I modsætning til ovenstående havde grise med højt grundniveau for skatol i blod ikke højere skatol- og indolniveau i fæces (se tabel 10 og 11).

De 8 af 12 grise med højt grundskatolniveau var efter Dansk Landrace orne nr. 1212 (se afsnit 4.7).

4.9 Forskel i androstenonniveau i spæk ved slagtning mellem grise med højt og lavt grundskatolniveau i blod

Hangrisene med det høje grundskatolniveau i blod havde også et signifikant højere androstenonniveau i spæk ved slagtning ($P \leq 0,0001$) (se tabel 8). Dette resultat indebar dog ikke, at enkelte grise med lavt skatolniveau ikke havde højere androstenonniveau.

Tabel 8 Udviklingen i skatolniveau (ppm) i blod og skatol- samt androstenonniveau (ppm) i spæk ved slagtning hos grise med højt eller lavt grundskatolniveau i blod hos rene hangrise før forsøgets begyndelse

Development in skatole concentration (ppm) in blood and skatole and androstenone concentration (ppm) in backfat at slaughter in male pigs with high and low basic skatole levels in blood of clean male pigs at beginning of the experiment

	Højt skatolniveau >0,0059 ppm	Lavt skatolniveau ≤0,0059 ppm	Forskellen mellem skatolniveauer
Antal grise	11-12	80-84	
<u>Skatol i blod:</u>			
7 dage før forsøgets påbegyndelse	0,0114	0,0026	****
s.e.	0,0012	0,0004	
Ved forsøgets påbegyndelse	0,0113	0,0023	****
s.e.	0,0011	0,0004	
Efter 7 dage med +/- tilsvining	0,0169	0,0051	****
s.e.	0,0016	0,0006	
Efter 8 dage med +/- tilsvining og 1 dag med +/- zinkbac.	0,0169	0,0048	****
s.e.	0,0016	0,0006	
Efter 10 dage med +/- tilsvining og 3 dage med +/- zinkbac.	0,0159	0,0051	****
s.e.	0,0020	0,0007	
Efter 14 dage med +/- tilsvining og 7 dage med +/- zinkbac.	0,0182	0,0054	****
s.e.	0,0020	0,0008	
Skatol i spæk HPLC	0,34	0,10	****
s.e.	0,03	0,01	
Androstenon i spæk	1,50	0,45	****
s.e.	0,21	0,08	

****):($P \leq 0,0001$).

Tabel 9 Udviklingen i indolniveau (ppm) i blod og indolniveau i spæk ved slagtning hos grise med højt eller lavt grundskatolniveau hos rene grise før forsøgets begyndelse

Development in indole concentration (ppm) in blod and indole concentration in backfat at slaughter in male pigs with high and low basic skatole levels in blood of clean male pigs at beginning of the experiment

	Højt skatolniveau >0,0059 ppm	Lavt skatolniveau ≤0,0059 ppm	Forskellen mellem indolniveauer
Antal grise	11-12	80-84	
<u>Indol i blod:</u>			
7 dage før forsøgets påbegyndelse	0,0032	0,0012	****
s.e.	0,0004	0,0002	
Ved forsøgets påbegyndelse	0,0027	0,0010	****
s.e.	0,0003	0,0001	
Efter 7 dage med +/- tilsvining	0,0132	0,0069	****
s.e.	0,0013	0,0005	
Efter 8 dage med tilsvining +/- tilsvining og 1 dag med +/- zinkbac.	0,0131	0,0072	***
s.e.	0,0015	0,0005	
Efter 10 dage med +/- tilsvining og 3 dage med +/- zinkbac.	0,0141	0,0085	**
s.e.	0,0019	0,0007	
Efter 14 dage med +/- tilsvining og 7 dage med +/- zinkbac.	0,0158	0,0082	****
s.e.	0,0015	0,0006	
Indol i spæk HPLC	0,25	0,10	***
s.e.	0,03	0,01	

*):(P≤ 0,05); **):(P≤ 0,01); ***):(P≤ 0,001); ****):(P≤ 0,0001).

Tabel 10 Udviklingen i skatolniveau (ppm) i fæces hos grise med højt eller lavt grundskatolniveau hos rene grise før forsøgets begyndelse

Development in skatole concentration (ppm) in faeces in male pigs with high and low basic skatole levels in blood of clean male pigs at beginning of the experiment

	Højt skatolniveau >0,0059 ppm	Lavt skatolniveau ≤0,0059 ppm	Forskellen mellem skatolniveauer
Antal grise	11-12	80-84	
<u>Skatol i fæces:</u>			
Ved forsøgets påbegyndelse	35,6	33,9	NS
s.e.	3,9	1,4	
Efter 7 dage med +/- tilsvining	30,4	30,1	NS
s.e.	3,5	1,2	
Efter 8 dage med tilsvining +/- tilsvining og 1 dag med +/- zinkbac.	30,4	30,7	NS
s.e.	3,1	1,1	
Efter 10 dage med +/- tilsvining og 3 dage med +/- zinkbac.	20,2	27,4	*
s.e.	3,1	1,1	
Efter 14 dage med +/- tilsvining og 7 dage med +/- zinkbac.	22,9	28,8	NS
s.e.	3,9	1,5	

*):(P≤0,05)

4.10 Korrelationer mellem androstenonniveau i spæk ved slagtning og skatol- og indolniveauer i blod før forsøgets begyndelse hos grise med enten højt eller lavt grundskatolniveau i blod

Betragtes hele forsøgsmaterialet under et fandtes signifikante korrelationer mellem skatol i blodplasma før forsøgets begyndelse og androstenon i spæk ved slagtning ($r=0,68-0,54$, $n=93$; $P\leq0,0001$). Tilsvarende fandtes signifikante korrelationer mellem indol i blodplasma før forsøgets begyndelse og androstenon i spæk ved slagtning ($r=0,85-0,72$, $n=91$; $P\leq0,0001$). Som forsøget skred fremad og 3/4 af grisene blev påvirket af forsøgsbehandlingerne faldt korrelationerne til ikke signifikante størrelser.

Deles forsøgsmaterialet op i de 12 grise med højt grundskatolniveau og de resterende med lavt

grundskatolniveau kan det konstateres, at der stadig var signifikante korrelationer mellem skatol i blodplasma før forsøgets begyndelse og androstenon i spæk ved slagtning for de 12 grise med højt grundskatolniveau ($r=0,68-0,45$, $n=12$; $P\leq0,05$), mens der ingen sammenhæng var mellem skatol- og androstenonniveau for gruppen af grise (81 stk.) med lavt grundskatolniveau ($r=0,06 - -0,09$, $n=81$; $P=NS$).

Tilsvarende fandtes meget signifikante korrelationer mellem indol i blodplasma før forsøgets begyndelse og androstenon i spæk ved slagtning for de 12 grise med højt grundskatolniveau ($r=0,96-0,78$, $n=12$; $P\leq0,001$), mens der ingen sammenhæng var mellem indol- og androstenonniveau for gruppen af grise med lavt grundskatolniveau ($r=0,16 - -0,03$, $n=79$; $P=NS$).

Som forsøget skred fremad og 3/4 af grisene med højt grundskatolniveau blev påvirket af forsøgsbehandlingerne faldt korrelationerne mellem

skatol- og indolniveauer i plasma på den ene side og androstenon i spæk på den anden til ikke signifikante størrelser.

Tabel 11 Udviklingen i indolniveau (ppm) i fæces hos grise med højt eller lavt grundskatolniveau i blod hos rene grise før forsøgets begyndelse

Development in indole concentration (ppm) in faeces in male pigs with high and low basic skatole levels in blood of clean male pigs at beginning of the experiment

	Højt skatolniveau >0,0059 ppm	Lavt skatolniveau ≤0,0059 ppm	Forskellen mellem indolniveauer
Antal grise	11-12	80-84	
<u>Indol i fæces:</u>			
Ved forsøgets påbegyndelse	9,5	9,1	NS
s.e.	1,5	0,6	
Efter 7 dage med +/- tilsvining	7,7	8,0	NS
s.e.	1,4	0,5	
Efter 8 dage med tilsvining +/- tilsvining og 1 dag med +/- zinkbac.	9,1	8,7	NS
s.e.	1,5	0,5	
Efter 10 dage med +/- tilsvining og 3 dage med +/- zinkbac.	17,3	12,4	*
s.e.	2,0	0,7	
Efter 14 dage med +/- tilsvining og 7 dage med +/- zinkbac.	11,5	10,8	NS
s.e.	1,7	0,6	

*):($P \leq 0,05$)

4.11 Indhold af skatol og indol i gødning fra beskidte stier med og uden tildeling af zinkbacitracin (50 ppm) i foderet

Variationen i gødningsprøvernes indhold af skatol og indol var ofte meget stor selv inden for samme sti udtaget på samme tidspunkt. Imidlertid syntes skatolindholdet i gødningsprøver udtaget i de beskidte stier i de to sidste gentagelser af forsøget at vise, at skatolindholdet i gødningen faldt når grisene fik tildelt zinkbacitracin (se tabel 12).

I modsætning til skatolindholdet i gødningsprøver fra stierne, der på ingen måde var højere end i fæces, syntes indolindholdet i gødningen fra stierne at være stigende jo mere beskidte grisene blev, og det syntes at være betydeligt højere end i grisenes fæces (se tabel 13). Samtidig så zinkbacitracin ikke umiddelbart ud til at have stigende indflydelse på indolindholdet i gødningsprøverne fra stierne, hvilket man kunne have troet efter som indolindholdet var højere i fæces.

Tabel 12 Indhold af skatol (ppm) i gødning fra beskidte stier med og uden tildeling af zinkbacitracin (50 ppm) i foderet

Skatole koncentration (ppm) in excreta of the pens of heavily fouled male pigs given plus/minus 50 ppm zinc bacitracin in the feed

	Kontrolperiode: Beskidte i 7 dage uden zinkbacitracin	Beskidte i 10 dage	Beskidte i 14 dage
Skatol i stiens gødning uden tildeling af zinkbacitracin	14,1	15,6	25,6
Skatol i stiens gødning plus tildeling af zinkbacitracin i 0, 3 og 7 dage	14,8	11,8	9,7

Tabel 13 Indhold af indol (ppm) i gødning fra beskidte stier med og uden tildeling af zinkbacitracin (50 ppm) i foderet.

Indole koncentration (ppm) in excreta of the pens of heavily fouled male pigs given plus/minus 50 ppm zinc bacitracin in the feed

	Kontrolperiode: Beskidte i 7 dage uden zinkbacitracin	Beskidte i 10 dage	Beskidte i 14 dage
Indol i stiens gødning uden tildeling af zinkbacitracin	21,8	24,8	32,1
Indol i stiens gødning plus tildeling af zinkbacitracin i 0, 3 og 7 dage	12,5	19,0	19,6

4.12 Produktionsresultater og sundhed

Den daglige tilvækst i den sidste uge var signifikant påvirket både af tilsvining ($P \leq 0,01$) og af tildeling af zinkbacitracin ($P \leq 0,01$) (se tabel 7). De tilsvinede opnåede mindre daglig tilvækst, hvad de iøvrigt også opnåede i forsøgets første uge, mens anvendelse af zinkbacitracin øgede den daglige tilvækst, uanset om grisene var tilsvinede eller ikke. Derimod var antallet af foderenheder pr. kg tilvækst ikke signifikant påvirket af forsøgsbehandlingerne på den ene uge (se tabel 7).

Zinkbacitracin medførte, at grisenes kødprocent mindskedes på én uge ($P \leq 0,01$), mens tilsviningen ikke viste sig at påvirke slagte kvaliteten signifikant (se tabel 7).

Der blev udsat 2 grise på det beskidte hold uden anvendelse af zinkbacitracin, mens der ikke blev udsat grise af forsøget på de 3 andre hold. Den ene blev udsat på grund af benproblemer,

mens den anden blev udsat på grund af feber og behandling med antibiotika.

Kun én gris på de beskidte forsøgshold fik bemærkning om lungehindear, og ingen grise blev kasseret på grund af sygdom herunder lunge sygdomme på slagteriet.

4.13 Grisenes nærklime og hudtemperaturer

De to ens nabostalder Sb36A og Sb36B blev i forsøgsperioden opvarmet via et velfungerende klima anlæg til minimum 22°C. Forsøget blev bevidst udført som et "sommerforsøg" i de 2 ens og sammenbyggede stalde. I stald 36A for de renes vedkommende og i stald 36B for de beskidtes vedkommende i perioden august til december 1993. Temperaturerne var generelt højere i stierne end de 22°C (se tabel 14).

Som det ses af tabel 14 var de lokale klimafor-

hold ens for de fire forsøgsbehandlinger både i første og anden forsøgsuge. Desuden var der ikke store ændringer i klimaet igennem de 4 gentagelser af forsøget.

Temperaturen målt 30 cm over lejearealet var omkring 23°C og gulvtemperaturen var omkring 25°C (se tabel 14).

Ammoniakkoncentrationen blev målt regelmæssigt på alle forsøgsbehandlinger, og som for-

ventet var koncentrationen højere i luften lige over gødning plus urin i de beskidte stier i forhold til ammoniakkoncentrationen i gulvhøjde i de rene stier, uanset om grisene fik tildelt zinkbacitracin eller ikke. De rene grise på fuldspaltegulv havde en ammoniakkoncentration på i gennemsnit 20 ppm varierende fra 10-30 ppm, mens de beskidte havde en gennemsnitskoncentration på 40 ppm varierende fra 20-65 ppm.

Tabel 14 Gennemsnitlige temperaturer (°C) i huden, på gulvet samt i lejearealet 30 cm over gulvet for de 4 forsøgsbehandlinger i henholdsvis 1. og 2. uge og for hele forsøgsperioden
Average skin, air, and floor temperatures (°C) for the four treatments (dirty and clean plus/minus zinc bacitracin the 2nd week) in a summer experiment

Forsøgsbehandling	1. uge	2. uge	I alt
<u>Temperaturer og RF %:</u>			
Beskidte minus zinkbacitracin	31,5	30,9	31,2
Beskidte plus zinkbacitracin	31,2	31,0	31,1
Hudtemperatur			
Rene minus zinkbacitracin	33,1	33,2	33,2
Rene plus zinkbacitracin	33,3	33,3	33,3
Beskidte minus zinkbacitracin	26,2	25,3	25,8
Beskidte plus zinkbacitracin	26,1	26,3	26,2
Gulvtemperatur			
Rene minus zinkbacitracin	25,0	25,1	25,1
Rene plus zinkbacitracin	25,7	25,2	25,5
Beskidte minus zinkbacitracin	22,6	22,9	22,8
Beskidte plus zinkbacitracin	23,1	23,8	23,5
Temperatur i lejearealet			
Rene minus zinkbacitracin	23,5	24,1	23,8
Rene plus zinkbacitracin	22,5	23,5	23,0

Rene minus zinkbacitracin

Rene plus zinkbacitracin i 2. uge

Beskidte minus zinkbacitracin

Beskidte plus zinkbacitracin i 2. uge

5 Diskussion

5.1 Skatol og indol i blodplasma som alternativ til skatol og indol målt i spæk

Der konstateredes for hele forsøgsmaterialet en meget høj korrelation mellem skatol i blodplasma og skatol i spæk (HPLC-metoden) på slagtedagen ($r = 0,98$; $n=92$; $P \leq 0,0001$). Desuden konstateredes samme sikkerhed i de statistiske modeller. Dette peger på, at skatol målt i blodplasma er særdeles anvendeligt, som alternativ til skatol i spæk målt ved HPLC-metoden. Derimod var korrelationen mellem skatol i blodplasma og skatol i spæk målt ved den spektrofotometriske metode naturligvis betydeligt lavere, idet indol fra halvdelen - de beskudte grise - indgik i det spektrofotometriske skatolækvivalentmål ($r=0,82$; $n=93$; $P \leq 0,0001$). Holdtes grisene derimod rene, som det var tilfældet for halvdelen af forsøgets grise, var korrelationen betydeligt højere mellem skatol i blod og i spæk målt ved den spektrofotometriske metode ($r=0,96$, $n=47$; $P \leq 0,0001$). Konklusionen af ovenstående resultater må derfor være, at skatol i blodplasma er en lige så god måleparameter som skatol i spæk til karakterisering af en væsentlig del af hangriselugtsproblematikken, hvilket er i overensstemmelse med tidligere resultater (Hansen-Møller, 1993).

Som for skatols vedkommende konstateredes for hele forsøgsmaterialet en høj korrelation mellem indol i blodplasma og indol i spæk (HPLC) på slagtedagen ($r = 0,95$, $n=93$; $P \leq 0,0001$), hvilket klart peger på at indol i blod er anvendeligt, som alternativ til indol i spæk målt ved HPLC-metoden. Konklusionen af ovenstående resultat er derfor, som for skatols vedkommende, at indol i blodplasma er en lige så sigende måleparameter som indol i spæk.

5.2 Skatol og indol i blod før forsøgets påbegyndelse

Som forventet viste en kontrastanalyse, at der ikke var forskel i skatol- og indolniveauet ved blod-

prøverne foretaget 7 dage før forsøgets påbegyndelse i forhold til ved forsøgets begyndelse (se tabel 4 og 5). Samtidig konstateredes en høj korrelation især for skatols vedkommende ($r = 0,91$, $n=96$; $P \leq 0,0001$), og en pænt høj for indols vedkommende ($r = 0,77$, $n=90$; $P \leq 0,0001$) mellem de to tidspunkter.

5.3 Korrelationer mellem skatol i blod før forsøgets begyndelse og skatol i blod i forsøgsperioden

De signifikante korrelationer mellem skatol i blod før forsøgets påbegyndelse og i forsøgsperioden for hele materialet set under et kunne pege på et forholdsvis konstant skatolniveau for hvert enkelt individ, forudsat grisene ikke blev udsat for alvorlige miljøpåvirkninger, som f.eks. forsøgsbehandlingernes indflydelse i dette forsøg, og hangrisene med (arveligt) højt skatolniveau ellers var nået at blive kønsmodne (se afsnit 5.4 og 5.5).

5.4 Stigning i skatolindholdet i blod igennem forsøgsperioden set i relation til kønsmodenhedens indtræden hos kontrolholdet (rene grise minus zinkbacitracin)

I løbet af forsøgsperioden (ialt 14 dage) fra 85-100 kg levende vægt steg skatolindholdet i blod svagt, men signifikant på kontrolholdet (rene minus zinkbacitracin). Måske kunne "tidspunktet" for hangrisenes "kønsmodenhed" og intensiteten i deres kønsmodenhed (koncentrationen af hankønshormoner) være afgørende for, hvornår grise med anlæg for (arveligt) højt skatolniveau begyndte at udvise et sådant højt til meget højt skatolniveau, idet 4 ud af 5 hangrise på kontrolholdet (rene minus zinkbacitracin) - med højt skatolniveau i blod og spæk ved slagtning - endnu havde (lavere) eller middelhøjt grundskatolniveau ved den første indledende skatolmåling 7 dage før forsøgets begyndelse (3

stk.), og én enkelt af disse hangrise havde middelhøjt ved de to indledende målinger, mens alle 4 havde højt og for de 3's vedkommende stadig stigende skatolniveau indtil de 2 sidste skatolmålinger i blod før slagtning og tilsvarende højt skatolniveau i spæk ved slagtning. Kun én hangris på kontrolholdet havde meget højt skatolniveau ved alle 6 blodprøver.

En forsøgsmæssig bekræftelse af, om der sker en stigning i skatolniveauet, hos grise med arvelige anlæg for højt skatolniveau ved kønsmodenhedens indtræden mangler. Imidlertid har Hennessy et al. (1994) fået resultater, der kunne pege i samme retning, idet koncentrationen af hankønshormoner kunne se ud til at influere på skatolniveauet, idet Hennessy et al. (1994) fandt, at vaccination med LHRH ikke bare hæmmede hangrisenes kønsudvikling med en drastisk nedgang i produktionen af testosteron og androstenon til følge, men også samtidig sænkede skatolniveauet drastisk hos grise med forventet højt skatolniveau, hvilket peger på en sammenhæng mellem kønsmodenhed og højt skatolniveau hos grise med arvelige anlæg herfor.

5.5 Udviklingen i skatol- og indolniveau i blod, spæk og fæces hos grise med højt eller lavt grundskatolniveau (hos rene grise) ved forsøgets begyndelse

Tolv grise ligeligt fordelt på tværs af de 4 forsøgsbehandlinger, som blev defineret som havende et højt grundskatolniveau ($>0,0059$ ppm skatol i blodplasma), viste sig ved alle senere blodprøver vedvarende at have et meget signifikant højere skatolniveau i blod, når der blev korrigeret for forsøgsbehandlingernes signifikante indflydelse på skatolniveauet hos begge kategorier af grise. Desuden havde grisene med det høje grundskatolniveau i blod også et meget signifikant højere skatol- og androstenonniveau i spæk ved slagtning.

Disse resultater taler for at en kønsmoden hangris' skatolniveau i blod og spæk vil være relativt konstant i et "konstant" miljø samt, at der er en sammenhæng mellem højt skatol og højt androstenonniveau.

Indol i blod var også signifikant højere hos grise med højt skatolniveau, men som det tydeligt ses influeredes indolniveauet som i tidligere forsøg kraftigt af tilsvining hos begge kategorier af grise (Hansen et al., 1993; 1994). Derimod havde grise med højt grundniveau for skatol i blod ikke højere skatol- og indolniveau i fæces, hvilket iøvrigt er i

overensstemmelse med tidligere iagttagelser (Hansen et al., 1993).

5.6 Sammenhæng mellem højt skatol-, indol- og androstenonniveau?

Der konstateredes i dette forsøg positive signifikante korrelationer mellem de indledende skatol og indolmålinger før forsøgets begyndelse og androstenon i spæk ved slagtning. Hansson et al. (1980) og Hansen-Møller (1994) fandt ligeledes signifikante positive korrelationer mellem skatol og androstenon i spæk. Men reelt fandtes der i dette forsøg (måske) kun en positiv korrelation hos de tolv grise registreret og defineret som havende højt grundskatolniveau ved mindst én af to målinger hos renholdte grise inden forsøgets begyndelse. En mulig årsag er, at både skatol, indol og androstenon hos de fleste hangrise med arveligt højt skatolniveau ophobes i større mængder, fordi disse stoffer tvinges til, at nedbrydes via et defekt enzymssystem med begrænset kapacitet. Resultater af Friis (1993a+b), Laue et al. (1993) og Agergaard & Laue (1994) peger på, at grise - med et højt skatolniveau - i modsætning til de "normale" grise - med et lavt skatolniveau - er længere tid om at nedbryde skatol i leveren. Årsagen til den dårlige nedbrydning i leveren ser ud til at skyldes en gendefekt i P450-enzymsystemet (Friis, 1993b).

Hos mennesket er der beskrevet flere recessivt nedarvede defekter (poor metabolizers) i P450-enzymsystemet (Cholerton et al., 1992; Forrester et al., 1992).

5.7 Nedarvning af højt skatolniveau

Der var bevidst lagt ikke mindre end 18 ud af 24 kuld à 4 hangrise fordelt over de 4 forsøgsgen- tagelser til efter en KS-landrace orne nr. 1212, som i et tidligere forsøg havde givet 50% afkom med højt skatolniveau i spæk inden for ét kuld bestående af 6 hangrise (Hansen & Larsen, 1993). På insemineringstidspunktet var det endnu ikke muligt at tage en blodprøve fra KS-orne nr. 1212 og få den analyseret for skatolniveau, efter den senere udviklede og i dette forsøg benyttede metode (Hansen-Møller, 1993).

KS-landrace orne nr. 1212 viste sig "desværre" ved senere kemisk analyse af blodplasmaprøver at have et lavt skatolniveau (Agergaard & Laue, 1993). Det måtte derfor formodes, at hvis denne orne nedarvede højt skatolniveau til noget af sit

afkom, så skyldtes det sandsynligvis, at ornen var heterozygot for højt skatolniveau og, at søerne den fik afkom med højt skatolniveau sammen med var enten heterozygoter, hvor forventeligt 1/4 af afkommet ville få højt skatolniveau eller homozygoter for højt skatolniveau, hvor 1/2 af afkommet ville få højt skatolniveau. Højt skatolniveau ansås i forvejen for sandsynligvis at være recessivt nedarvet (Hansen et al., 1993 & 1994; Hansen & Larsen, 1994; Lundström & Malmfors, 1993a,b; Lundström et al., 1994).

Dansk Landrace orne nr. 1212's mulige heterozygotiske status for højt skatolniveau indebar desværre, at frekvensen af afkom med højt skatolniveau måtte forventes at være relativt begrænset, hvilket viste sig at holde stik. Af tolv grise med højt grundskatolniveau i blod var forventeligt de fleste efter Dansk Landrace orner nr. 1212 (8 stk.), men et meget begrænset antal i forhold til det ønskede.

5.8 Sammenhængen mellem forsøgsbehandlinger og skatol og indol i blod og spæk hos hangrise

5.8.1 Tilsviningens betydning for skatol- og indolniveau i blod og spæk

Forsøget bekræftede en tidligere undersøgelses resultater, at rene grise på fuldspaltegulv ved høj belægningsgrad og høj staldtemperatur havde et meget lavt skatol- og indolniveau i blod og spæk i forhold til tilsvinede grise ved samme belægningsgrad og temperatur i stier med fastgulv både i lejeareal og rensegang (Hansen et al., 1994).

Optagelse af skatol og indol gennem grisens bug (Friis, 1993b) fra ekstraordinært kraftigt tilsvinede stier, kombineret med en øget skatol- og indolproduktion ved højere temperaturer i gødning (Spoelstra, 1977; Nonbo, 1991) og især ved tilblending af urin til gødningen (Jensen & Jensen, 1993a), synes med nuværende viden at være den mest bidragende årsag til stærkt forhøjet skatol- og indolniveau i blod og spæk hos beskidte grise i dette som i tidligere forsøg (Hansen et al., 1993; 1994). Specielt det meget høje og stadig stigende indolniveau i blod hos beskidte grise igennem forsøgsperioden forklares mest overbevisende med det høje og stadig stigende indolniveau i stiernes gødning.

I første gentagelse af forsøget var de beskidte

grise relativt mindre tilsvinede med gødning og ikke mindst urin end i de tre sidste gentagelser, hvor spaltegulvet var blevet overdækket af et lag støbt beton. Dette førte til relativt lavere koncentrationer af skatol og indol i blod og spæk sammenlignet med de tre sidste gentagelser. Derved opstod nogle af de signifikante vekselvirkninger mellem tilsvining og gentagelser for skatol- og indolniveauer i blod. Koncentrationen af skatol og indol i blod og spæk hos første gentagelses beskidte grise var dog langt over niveauet hos de rene grise.

Det meget høje indolniveau i spæk hos de beskidte grise efter 14 dages tilsvining var med til at øge antallet af frasorterede grise, hvilket skyldtes, at den automatiske spektrofotometriske metodes skatoltal inkalkulerer 1/4 indol i målet i forhold til HPLC-metoden (Mortensen & Sørensen, 1982; 1984; Hansen-Møller, 1994). Derfor er den spektrofotometriske metode ikke retfærdig i forhold til især meget beskidte grise, hvis indol er uden væsentlig betydning for smagsindtrykket, hvad der imidlertid ikke er enighed om (Claus et al., 1994).

Hypotesen om, at grise med (arveligt) højt grundskatolniveau ville få forholdsmæssigt endnu højere skatolniveau i blod og spæk som tilsvinede, sammenlignet med grise med lavt grundskatolniveau, kan ikke bekræftes statistisk i dette forsøg på grund af det lille antal hangrise, som både havde højt grundskatolniveau og senere blev tilsvinede; men iagttages de få tilfælde på forsøgsholdet beskidte minus zinkbacitracin (3 stk.), så var det åbenlyst, at deres skatolniveau steg numerisk langt mere, end tilsvinede som havde lavt grundniveau for skatol i blod.

5.8.2 Betydning af zinkbacitracin (50 ppm) i foderet for skatol- og indolniveauet i fæces, blod og spæk

Tildeling af 50 ppm zinkbacitracin i foderet reducerede klart skatolniveauet i fæces, blod og spæk både hos rene og beskidte grise, når zinkbacitracin var tildelt i henholdsvis 3 dage og en uge.

Zinkbacitracin viste sig ikke at have indflydelse på indolniveauet i blod og spæk, hverken hos rene eller beskidte grise til trods for, at indolniveauet steg signifikant i fæces. Årsagen kunne være, at leveren lettere kunne klare nedbrydningen af den ekstra mængde indol, når der blev optaget mindre skatol fra tarmen.

5.9 Korttidsvirkning af zinkbacitracin (50 ppm) i foderet samt tilsvinningsgradens betydning for androstenon i spæk ved slagtning

Zinkbacitracin havde ingen indflydelse på androstenon i spæk i modsætning til skatol i spæk. Dette bevirkede set fra svineproducentens afregnings-synspunkt et passende lavt skatolniveau i spæk (<0,21 ppm) hos rene grise med anlæg for højt skatol- og androstenonniveau, når de fik zinkbacitracin; men for enkelte grises vedkommende stadigvæk for højt skatol- og androstenonniveau, idet 10% især yngre forbrugere er i stand til at registrere dårlig lugt/smag fra kød med højere skatoltal end 0,15 ppm i kombination med androstenontal højere end 0,50 ppm (Sandersen & Godt, 1994). Derfor er hangriselugtsproblemet ikke blevet løst (i forhold til de mest kritiske forbrugere) med 50 ppm zinkbacitracin i foderet, idet 2 rene hangrise der fik zinkbacitracin havde henholdsvis 0,19 og 0,20 ppm skatol i spæk.

Det skal bemærkes, at der også blandt grise med lavt grundskatolniveau fandtes enkelte grise med højere androstenonniveau, men i følge Sandersen & Godt (1994) skulle et højere androstenonniveau være (næsten) uden betydning for smagsindtrykket, hvis skatolniveauet er under 0,16 ppm i spæk, hvilket peger på skatols væsentlige aromaforstærkende indflydelse.

5.10 Optagelse af skatol og indol fra gødningen gennem lungerne

Koncentrationerne af skatol og indol i luften anses ikke for at være høje nok til at have afgørende indflydelse på skatol- og indolkoncentrationerne i spæk, men helt eksakte målinger mangler. For yderligere diskussion af emnet henvises til Hansen et al. (1994).

5.11 Ammoniak og skatolnedbrydning i leveren.

En tildels 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 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).

Ammoniakkoncentrationen var ganske rigtigt højere i de meget stærkt tilsvinede stier i dette

forsøg i forhold til de rene, men koncentrationen var i gennemsnit kun 20 ppm højere i beskidte stier og helt uafhængig af anvendelsen af zinkbacitracin. Forklaringen på den relativt lille forskel i ammoniakkoncentration, til trods for betongulv både i lejeareal og rensegang og dermed tilbageholdelse af ikke mindst megen urin, må være staldens vel-fungerende ventilationsanlæg, dens lave belægningsgrad og det store luftrumfang.

Med den forskel i ammoniakkoncentration mellem behandlinger er det svært at tro på, at ammoniak for leveren skulle være hovedansvarlig for de meget højere skatol- og indolkoncentrationer i blod og spæk hos stærkt tilsvinede grise. Tankevækkende er det da også i denne forbindelse, at konstatere et langt lavere skatolniveau målt ved den spektrofotometriske metode hos beskidte grise i et vinterforsøg i forhold til i et sommerforsøg, til trods for, at vintergrisene var betydeligt mere våde som følge af urin end i sommerforsøget, hvilket skyldtes overdækning af spaltegulvsarealet i vinterforsøget, men ikke i sommerforsøget (Hansen et al., 1993).

Det meget høje indolindhold i blod og spæk hos de beskidte grise passer meget bedre sammen med, at der tilsyneladende dannes mere indol i gødning plus urin i beskidte stier end hvad angår skatol ved den pågældende gødningstemperatur på 25°C, og at indolen såvel som skatolen fra gødningen optages især via bugen til det perifere blodkredsløb og spækaget. Hvor meget der optages fra gødningen gennem huden i forhold til fra tarmregionen vides ikke med sikkerhed. Ligeledes vides ikke noget om eventuelt andre giftige gasarters f.eks. svovlbrintes indflydelse på leverens funktion og dermed på skatolindholdet i blod og spæk.

5.12 Sundhed og produktion

Kun én gris på de beskidte forsøghold fik bemærkning om lungehindear, som igrønt sandsynligvis skyldtes besætningens MS-status; og ingen grise på de beskidte forsøghold blev kasseret på grund af sygdom herunder lungesygdomme på slagteriet.

Længere tids tilsvining kunne derimod tænkes at få negativ indflydelse ikke mindst på lungesygdomme, idet skatol og måske også andre giftstoffer i miljøet sandsynligvis kan ødelægge lungevævet, som hos andre dyrearter og mennesket (Bray et al., 1994).

Det er vanskeligt at tage stilling til de over-

raskende store og signifikante forskelle hvad angår daglig tilvækst mellem beskidte og rene grise, og mellem grise med plus/minus zinkbacitracin, når forsøgsperioden kun er på én uge. Tilsvarende gælder for forskellen i kødprocent mellem grisene, der fik plus/minus zinkbacitracin. Almindeligvis anses det ikke for muligt at påvirke disse produktionsegenskaber så meget på kun én uge. Kun gentagelse af forsøget vil kunne be- eller afkræfte disse resultater.

5.13 Skatols betydning som lugt- og smagsstof og/eller som smags- og duftforstærker

Et spørgsmål, der umiddelbart melder sig, er hvordan grise uden eller næsten uden skatol i spæk smager. Skatol, som mange oplever som griselugt når det præsenteres i væskeform, indgår sandsynligvis som et vigtigt karakteristisk lugt- og smagsstof og/eller som duft- og smagsforstærker i grisekød, der i kombination med andre aromatiske stoffer - især i fedtfraktionen - er karakteristisk for grisekød uden, at det på nogen måde opleves som ubehageligt, bare koncentrationen ikke bliver for høj (Sandersen & Godt, 1994). Det er nu påvist, at skatol i en koncentration over 0,15 ppm fungerer som duft- og smagsforstærker for androstenon i koncentrationer over 0,50 ppm, foruden som selvstændigt ildelugtende/smagende stof ved skatol-koncentrationer over ca. 0,20 ppm (Sandersen & Godt, 1994).

Spørgsmålet er derfor, om en flæskesteg under stegning ikke lugter som en sådan, hvis der ikke er skatol eller andre "artskaraktéristiske" aromastoffer i fedtfraktionen, og vil smagsindtrykket tilsvarende blive ukarakteristisk og/eller vagt for grisekød (papgris)? De aromatiske stoffer, som produceres mikrobielt i grisens blind- og tyktarm, f.eks. skatol

(griselugt), indol, p-cresol m.m., og som aflejres i spæk, er højest sandsynligt væsentlige bestanddele i vores opfattelse af begrebet god lugt- og smagskvalitet i svinekød, ligesom det er påvist, at tarmfloraens sammensætning hos kyllinger er væsentlig for en god lugt- og smagskvalitet (Harris et al., 1968; Sheldon & Essary, 1982; Mead, 1983). Ændringer i tarmfloraen hos kyllinger - bl.a. ved hjælp af høje koncentrationer af forskellige antibiotika (bl.a. bacitracin givet sammen med 2 andre antibiotika i en cocktail), kimfri opdrætning af kyllinger og fodring med visse korsblomstrede planter - har en væsentlig indflydelse på kyllingekødets smag og smagsintensitet (Harris et al., 1968; Sheldon & Essary, 1982; Mead, 1983). Forøgelse af tarmfloraen hvad angår *Streptococcus faecium* og *Escherichia coli* med en faktor 10-100, som følge af fodring med 13 % rosenkål af den samlede fodermængde, medførte ved smagsbedømmelse af kyllingekød højere karakterer for smagen, som blev beskrevet som kraftigere, mere kødfuld og sødligere (Mead, 1983). Shrimpton & Grey (1965) har da også ud af 23 flygtige aromakomponenter identificeret i kyllingernes blindtarme genfundet 16 i kyllingers brystkød.

En præcis viden om hvilke duft- og smagsstoffer, og i hvilke koncentrationer de behøves i spæk og kød, for at give svinekød en god og karakteristisk smag er meget ønskeligt at få fastslået. Dernæst er det vigtigt at få afklaret hvor og hvordan disse smags- og duftstoffer eller deres forstadier produceres. Med nuværende viden synes de fleste smags- og duftstoffer, at produceres i blind- og tyktarm af forskellige mikroorganismer, og der synes flere muligheder for at fodringmæssig vej at manipulere med mikrofloraens sammensætning (Harris et al., 1968; Sheldon & Essary, 1982; Mead, 1983; Jensen et al., 1994a+b).

6 Konklusion

Forsøget viste klart, at grise, der var beskidte i en uge eller mere, havde stærkt øget skatol- og indolniveau i blod og spæk; mens tildeling af 50 ppm zinkbacitracin i foderet klart reducerede skatolniveauet i fæces, blod og spæk både hos rene og beskidte grise, når zinkbacitracin var tildelt i henholdsvis 3 dage og en uge. Derimod var der ikke signifikant effekt af tildeling af zinkbacitracin i kun et døgn på skatol i blod.

Ikke mindre end 12 grise ud af 24 rene grise, som fik tildelt zinkbacitracin havde et skatolniveau (HPLC-metoden) under analysemetodens kvantifikationsgrænse på 0,03 ppm. Til sammenligning havde kun 2 ud af 24 rene grise uden zinkbacitracin i foderet et skatolniveau under analysemetodens kvantifikationsgrænse. Samtidig kunne det konstateres, at ingen rene, som fik zinkbacitracin, havde skatol over frasorteringsgrænsen på 0,20 ppm skatol i spæk, hvilket der burde have været efter kontrol blodanalyser før forsøgets påbegyndelse at dømme, og ved sammenligning med 17 procent frasorterede på kontrolholdet.

Der konstateredes en høj korrelation mellem skatol i blod og skatol i spæk (HPLC) på slagtedagen ($r=0,98$). Den tilsvarende korrelation mellem indol i blod og spæk var også høj ($r=0,95$). Skatol og indol målt i blodplasma fra vena jugularis kan derfor fuldt ud erstatte skatol og indol målt i spæk.

Zinkbacitracin hævede indolniveauet i fæces, men havde ikke indflydelse på indolniveauet i blod og spæk.

Tilsvining med gødning plus urin såvel som tilskud af zinkbacitracin havde ikke signifikant indflydelse på androstenon i spæk. Der var derfor heller ingen signifikant korrelation mellem skatol i blod og spæk på slagtedagen på den ene side og androstenon i spæk på slagtedagen.

Koncentrationen af skatol i blod steg svagt, men signifikant hos kontrolgrisene (rene minus zink-

bacitracin) i løbet af forsøgsperioden.

Tolv grise på tværs af de 4 forsøgsbehandlinger, som blev defineret som havende et højt grundskatolniveau ved hjælp af analyser for skatol i plasma hos rene grise ved første eller anden blodprøve inden forsøgets påbegyndelse ($>0,0059$ ppm skatol i blodplasma), viste sig ved alle senere blod- og spækprøver vedvarende at have et signifikant højere skatolniveau, når der blev korrigeret for forsøgsbehandlingernes signifikante indflydelse på skatolniveauet hos begge kategorier af grise og højere androstenonindhold i spæk på slagtetidspunktet.

Grise med højt grundniveau for skatol i blod havde også signifikant højere indolniveau ved alle blod- og spækprøver, når der blev korrigeret for forsøgsbehandlingernes signifikante indflydelse på indolniveauet hos begge kategorier af grise. Derimod havde grise med højt grundniveau for skatol og (indol) i blod ikke højere skatol- og indolniveau i fæces.

Der konstateredes signifikant forskel i skatolniveau i blod og spæk mellem fædre, mens fædre ingen indflydelse havde på skatolniveauet i fæces. Dansk Landrace-orne nr. 1212, som var fader til 18 kuld grise, syntes at nedarve højt skatolniveau til 8 stk. hangrise faldet i kuld efter 6 forskellige søer. Det kunne pege på, at orne nr. 1212 var heterozygot for højt skatolniveau, og at de 8 grise var homozygotisk recessive i deres arveanlæg for højt skatolniveau.

Der var ingen væsentlige signifikante korrelationer mellem grisenes skatolindhold i fæces og i blod ved samtidige prøveudtagninger (5 gange i løbet af forsøget). Dette gjaldt for alle forsøgsbehandlinger set under et såvel som for forsøgsbehandlingerne hver for sig. Tilsvarende var der ingen væsentlige korrelationer mellem skatol i fæces og skatol i spæk på slagtedagen.

Anerkendelser

Forsker, Ph.D. studerende Flemming Skjøth Afd. for Biometri og Informatik takkes for værdifuld statistisk vejledning både ved forsøgets planlægning og ved den statistiske opgørelse af data.

Slagtemester Mogens Rasmussen og overdyrlæge Svend Otte, Danish Crown, Bjerringbro Slakteri takkes for megen hjælpsomhed i forbindelse med korrekt håndtering af forsøgsbetingelserne og indsamling af diverse prøver og data. Desuden takkes alle øvrige medarbejdere ved Danish Crown, Bjerringbro Slakteri, der har været involveret i forsøget, for stor hjælpsomhed i forbindelse med forsøgets udførelse.

EDB-medarbejder Ole H. Olsen takkes for udførelse af et stort arbejde i forbindelse med indsamling og samkøring af data samt kørsel af de mange statistiske modeller.

Forsøgsteknikkerne Svend Møller Pedersen og Hugo Christensen takkes for deres store og omhyggelige arbejdsindsats i forbindelse med indsamling de mange blod- og fæcesprøver. Desuden takkes alle øvrige medarbejdere, der har medvirket i forsøget, for stor hjælpsomhed i forbindelse med forsøgets udførelse.

For opsætning af manuskript til trykning takkes assistent Tove Børsting.

Litteratur

- Agergaard, N. & Laue, A., 1993. Personlig meddelelse.
- Agergaard, N. & Laue, A., 1994. A physiological study of skatole, a major component of boar taint in male pigs. Proceedings of the 13th IPVS Congress, Bangkok, Thailand, 26-30 June 1994, pp. 495.
- Bray, T.M. & Emmerson, K.S., 1994. Putative mechanisms of toxicity of 3-methylindole: From free radical to pneumotoxicosis. *Ann. Rev. Pharmacol. Toxicol.* 34, 91-115.
- Cholerton, S., Daly, A.K. & Idle, J.R., 1992. The role of individual human cytochromes P450 in drug metabolism and clinical response. *Trends in pharmacol. Sci.* 13, 434-439.
- Claus, R., Dehnhard, M., Herzog, A., Bernal-Barragan, H. & Giménez, T., 1993. Parallel measurements of indole and skatole (3-methylindole) in feces and blood plasma of pigs by HPLC. *Livest. Prod. Sci.*, 34, 115-126.
- Claus, R., Weiler, U. & Herzog, A., 1994. Physiological aspects of androstenone and skatole formation in the boar - A review with experimental data. *Meat Science* 38, 289-305.
- Drägerwerk Aktiengesellschaft Lübeck, 1992. Dräger Prøveørshåndbog. Jord-, vand- og luftundersøgelser. 8. udgave, 321 pp.
- Forrester, L.M., Henderson, C.J., Glancey, M.J., Back, D.J., Park, B.K., Ball, S.E., Kitteringham, N.R., McLaren, A.W., Miles, J.S., Skett, P. & Wolf, C.R., 1992. Relative expression of cytochrome P450 isoenzymes in human liver and association with the metabolism of drugs and xenobiotics. *Biochem. J.* 281, 359-368.
- 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, pp. 11-13.
- Gariépy, C., Amiot, J., & Nadai, S., 1989. Ante-Mortem Detection of PSE and DFD by Infrared Thermography of Pigs Before Stunning. *Meat Science* 25, 37-41.
- Hansen, L.L., Barton-Gade, P. & Vorup, P., 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. & Larsen, A.E., 1993. Vækstfremmende antibiotikas indflydelse på ornelugt hos hangrise. Statens Husdyrbrugsforsøg (NIAS). Forskningsrapport nr. 13, 14 pp.
- Hansen, L.L., Larsen, A.E., Jensen, B.B., Hansen-Møller, J. & Barton-Gade, P., 1993. Belægningsgradens og temperaturens indflydelse på tilsvining med gødning og konsekvensen heraf for ornelugt. Statens Husdyrbrugsforsøg. Forskningsrapport No. 2, 39 pp.
- Hansen, L.L. & Larsen, A.E., 1994. Effect of antibiotic feed additives on the level of skatole in fat of male pigs. *Livest. Prod. Sci.*, 39, 269-274.
- Hansen, L.L., Larsen, A.E., Jensen, B.B., Hansen-Møller, J. & Barton-Gade, P., 1994. Influence of stocking rate and faeces deposition in the pen at different temperatures on skatole concentration (boar taint) in subcutaneous fat. *Anim. Prod.* 59, 1, 99-110.
- Hansen, L.L., Larsen, A.E. & Hansen-Møller, J., 1994. Tilsviningens gradens betydning for indhold af skatol og indol i spæk (ornelugt) hos slagtesvin. Statens Husdyrbrugsforsøg (NIAS). Forskningsrapport nr. 20, 22 pp.
- Hansen-Møller, J. 1993. Måling af skatol og indol i blod. Upublicerede resultater.
- Hansen-Møller, J. 1994. Rapid high-performance liquid chromatographic method for simultaneous determination of androstenone, skatole, and

- indole in backfat from pigs. *Journal of Chromatography B* 661, 219-230.
- Hansson, K.-E., Lundström, K., Fjelkner-Modig, S. & Persson, J. 1980. The Importance of Androstenedione and Skatole for Boar Taint. *Swedish Journal Agricultural Research* 10, 167-173.
- Harris, N.D., Strong, D.H. & Sunde, M.L. 1968. Intestinal flora and chicken flavor. *J. Food Sci.* 33, 543.
- Hawe, S.M. & Walker, N., 1991. The effects of involuntary coprophagy on the production of skatole in growing pigs. *Anim. Prod.* 53, 105-109.
- Hawe, S.M., Walker, N. & Moss, B.W., 1992. The effects of dietary fibre, lactose and antibiotic on the levels of skatole and indole in faeces and subcutaneous fat in growing pigs. *Anim. Prod.* 54, 413-419.
- Hennessy, D.P., McColl, M., McNamara, M., Mosbey, J., Wan, S.S., Salvatore, L., Sali, L. & Waldron, D.L., 1994. Simple and effective control of boar taint by vaccination against LHRH. *Proceedings of the 13th IPVS Congress, Bangkok, Thailand, 26-30 June 1994*, pp. 487.
- Jensen, B.B. 1990. Skatol (ornelugt), mikrobiel produktion af skatol i mave-tarmkanalen hos grise. *Statens Husdyrbrugsforsøg. Meddelelse nr. 772*, 4 pp.
- Jensen, B.B. & Jensen, M.T., 1993a. Skatol i mave-/tarmkanalen. *DS nyt nr. 7 juli 1993*, pp. 16-18.
- Jensen, B.B. & Jensen, M.T., 1993b. In vitro measurement of microbial production of skatole in the digestive tract of pigs. *Measurement and Prevention of Boar Taint in Entire Male Pigs. Roskilde, Denmark, 12-14 October, 1992*, Ed. M. Bonneau, INRA, Paris 1993, pp. 99-105.
- Jensen, B.B., 1994. Personlig meddelelse.
- Jensen, M.T., Cox, R.P. & Jensen, B.B., 1994a. Microbial production of skatole in the hindgut of pigs fed different diets and its relation to skatole deposition in backfat. *Anim. Prod.* (accepted for publication).
- Jensen, M.T., Cox, R.P. & Jensen, B.B., 1994b. 3-methylindole (skatole) and indole production by mixed populations of pig fecal bacteria. *Applied and Environmental Microbiology* (submitted).
- Jonsson, P., 1985. Gene action and maternal effects on social ranking and its relationship with production traits in pigs. *Zeitschrift für Tierzüchtung und Züchtungsbiologie* 102, 3, 208-220.
- Laue, A., Agergaard, N. & Kalm, E., 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. Commission on Pig Production. Session: II. Meat production with entire males. P.2.14., Vol. II, pp. 348-349.*
- Lundström, K. & Malmfors, B., 1993a. 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.
- Lundström, K. & Malmfors, B., 1993b. Skatole levels as affected by inheritance and season. *39th International Congress of Meat Science and Technology, Calgary, 7 pp.*
- Lundström, K., Malmfors, B., Stern, S., Rydhmer, L., Eliasson-Selling, L., Mortensen, A.B. & Mortensen, H.P., 1994. Skatole levels in pigs selected for high lean tissue growth rate on different dietary protein levels. *Livest. Prod. Sci.*, 38, 125-132.
- Madsen, A., Nielsen, E.K., Christiansen, P. & Jensen, P.H., 1970. Forskellige staldtyper til slagtesvin. 378. *Beretning fra Forsøgslaboratoriet*, 92 pp.
- Maribo, H. & Sandersen, B., 1992. Hvorfor lugter visse hangrise? *DS-Nyt nr. 4. April 1992*, pp. 4-6.
- Mead, G.C., 1983. Significance of the intestinal microflora in relation to meat quality in poultry. In: *Quality of Poultry Meat, WPSA, Federation of European Branches, Working Group no. 5, Ploufragan, France, Ed. Lahellec, C. Ricard, F.H. and Colin, P. pp. 107-122.*
- Mortensen, A.B. & Sørensen, S.E., 1982. Metode til påvisning af ornelugt i slagtekroppe. *SF-rapport nr. 17.170-Rapport.*
- Mortensen, A.B. & 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, H.P., Bejerholm, C., Barton, P. & Pedersen, O.K., 1989. Indflydelsen af foderets protein- og energiindhold på kød- og spæk-kvaliteten 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. & Madsen, A., 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.
- Nielsen E.K. & Hansen, L.L., 1992. Stityper (labyrintstorsti) og gulvtyper til slagtesvin. Medd. nr. 827, 6 pp.
- Nonboe, U., 1991. Afklaring af biologiske mekanismer bag forekomsten af skatol (3-methylindol) i spæk hos svin. DJVB/KVL nr. 1991-497.
- Rasmussen, A.A. & Andersen, J.R., 1987. Indledende undersøgelse af varmeudstråling fra svin før slagtning ved hjælp af infrarød termografi. Arbejde nr. 02.508 - Rapport. Slagteriernes Forskningsinstitut.
- Sandersen, B. & Godt, J., 1994. Hangrise - forbrugerundersøgelse. Sammenfattende rapport. Projekt nr. 28.352/06 - Rapport. Slagteriernes Forskningsinstitut.
- SAS, 1985. SAS User' Guide, Version 5 Ed., Statistical Analysis Institute Inc., Cary, NC.
- Sheldon, B.W. & Essary, E.O., 1982. Effect of antibiotics on intestinal microflora and flavor of broiler meat. *Poultry Sci.* 61, 280-287.
- Shrimpton, D.H. & Grey, T.C., 1965. Speculation on the origin and nature of flavour precursors in chicken meat. *World's Poultry Sci. J.* 21, 180.
- Sloth, N.M. & Pedersen, P., 1993. Erfaringer fra den rullende afprøvning. Staldklimaets indflydelse på skatoltallet hos hangrise. Landsudvalget for svin. Danske Slagterier, Axelborg, pp. 1-6.
- Sloth, N.M. & Udesen, F.K., 1993. Erfaringer fra Den Rullende Afprøvning. Foreløbige resultater fra den landsdækkende hangrisedatabase. Landssudvalget for Svin. Danske Slagterier, Axelborg, 14 pp.
- Sorensen, D. & Pedersen, B., 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.
- Staun, H. & Mortensen, H.P., 1992. Tilsætningsstoffer til hangrise. Statens Husdyrbrugsforsøg 838. Meddelelse, 4 pp.
- Vesell, E.S., Lang, C.M., White, W.J., Passananti, G.T. & Tripp, S.L., 1973. Hepatic Drug Metabolism in rats: Impairment in a Dirty Environment. *Science* 179, 896-897.

Bilag 1. Korrelationer mellem de forskellige variabler i fæces, blodplasma og spæk for hele forsøgsmaterialet før og i forsøgsperioden

Correlation Analysis									
Pearson Correlation Coefficients / Prob > R under Ho: Rho=0 / Number of Observations									
	BINDOLO	BINDOL1	BINDOL2	BINDOL3	BINDOL4	BINDOL5	BSKATOL0	BSKATOL1	BSKATOL2
BINDOLO Indol i plasma, -7 dg	1.00000 0.0 92	0.76924 0.0001 90	0.24157 0.0218 90	0.23502 0.0241 92	0.19156 0.0689 91	0.18923 0.0724 91	0.76612 0.0001 92	0.57253 0.0001 92	0.56060 0.0001 90
BINDOL1 Indol i plasma, 0 dg	0.76924 0.0001 90	1.00000 0.0 94	0.22711 0.0295 92	0.21428 0.0381 94	0.17472 0.0939 93	0.20833 0.0451 93	0.71598 0.0001 94	0.64934 0.0001 94	0.59318 0.0001 92
BINDOL2 Indol i plasma, +7 dg	0.24157 0.0218 90	0.22711 0.0295 92	1.00000 0.0 94	0.95941 0.0001 94	0.83001 0.0001 93	0.82296 0.0001 93	0.33618 0.0009 94	0.30873 0.0025 94	0.59072 0.0001 94
BINDOL3 Indol i plasma, +8 dg	0.23502 0.0241 92	0.21428 0.0381 94	0.95941 0.0001 94	1.00000 0.0 96	0.86418 0.0001 95	0.85741 0.0001 95	0.31507 0.0018 96	0.29596 0.0034 96	0.54735 0.0001 94
BINDOL4 Indol i plasma, +10 dg	0.19156 0.0689 91	0.17472 0.0939 93	0.83001 0.0001 93	0.86418 0.0001 95	1.00000 0.0 95	0.90835 0.0001 94	0.30293 0.0028 95	0.30439 0.0027 95	0.57186 0.0001 93
BINDOL5 Indol i plasma, +14 dg	0.18923 0.0724 91	0.20833 0.0451 93	0.82296 0.0001 93	0.85741 0.0001 95	0.90835 0.0001 94	1.00000 0.0 95	0.29900 0.0032 95	0.28827 0.0046 95	0.54455 0.0001 93
BSKATOL0 Skatol plasma, -7 dg	0.76612 0.0001 92	0.71598 0.0001 94	0.33618 0.0009 94	0.31507 0.0018 96	0.30293 0.0028 95	0.29900 0.0032 95	1.00000 0.0 96	0.90859 0.0001 96	0.82971 0.0001 94
BSKATOL1 Skatol plasma, 0 dg	0.57253 0.0001 92	0.64934 0.0001 94	0.30873 0.0025 94	0.29596 0.0034 96	0.30439 0.0027 95	0.28827 0.0046 95	0.90859 0.0001 96	1.00000 0.0 96	0.85743 0.0001 94
BSKATOL2 Skatol plasma, +7 dg	0.56060 0.0001 90	0.59318 0.0001 92	0.59072 0.0001 94	0.54735 0.0001 94	0.57186 0.0001 93	0.54455 0.0001 93	0.82971 0.0001 94	0.85743 0.0001 94	1.00000 0.0 94
BSKATOL3 Skatol plasma, +8 dg	0.56256 0.0001 92	0.60675 0.0001 94	0.51129 0.0001 94	0.51524 0.0001 96	0.56433 0.0001 95	0.52662 0.0001 95	0.83809 0.0001 96	0.87018 0.0001 96	0.97463 0.0001 94
BSKATOL4 Skatol plasma, +10 dg	0.24387 0.0205 90	0.38056 0.0002 92	0.41665 0.0001 93	0.41975 0.0001 94	0.53851 0.0001 94	0.45425 0.0001 93	0.66084 0.0001 94	0.78685 0.0001 94	0.87211 0.0001 93
BSKATOL5 Skatol plasma, +14 dg	0.26546 0.0114 90	0.48064 0.0001 92	0.45407 0.0001 92	0.43306 0.0001 94	0.48756 0.0001 93	0.47389 0.0001 94	0.68002 0.0001 94	0.79649 0.0001 94	0.87343 0.0001 92

Correlation Analysis

Pearson Correlation Coefficients / Prob > |R| under Ho: Rho=0 / Number of Observations

	BINDOL0	BINDOL1	BINDOL2	BINDOL3	BINDOL4	BINDOL5	BSKATOL0	BSKATOL1	BSKATOL2
FSKATOL1	-0.12244	-0.06430	-0.01111	-0.01163	-0.06427	-0.04595	-0.04525	0.02534	-0.10785
Skatol i fæces, 0 dg	0.2530	0.5449	0.9168	0.9119	0.5427	0.6636	0.6667	0.8095	0.3089
	89	91	91	93	92	92	93	93	91
FSKATOL2	-0.00545	-0.04931	-0.39978	-0.36078	-0.39316	-0.35075	0.00424	-0.03968	-0.24407
Skatol i fæces, +7 dg	0.9602	0.6482	0.0001	0.0005	0.0001	0.0008	0.9684	0.7104	0.0219
	86	88	88	90	89	89	90	90	88
FSKATOL3	-0.13331	-0.15908	-0.31870	-0.30589	-0.30434	-0.35466	-0.02741	-0.03947	-0.17892
Skatol i fæces, +8 dg	0.2052	0.1256	0.0017	0.0024	0.0027	0.0004	0.7909	0.7026	0.0845
	92	94	94	96	95	95	96	96	94
FSKATOL4	-0.05954	0.07930	-0.03406	-0.00881	-0.10747	-0.16565	0.07684	0.09760	0.00815
Skatol i fæces, +10 dg	0.5729	0.4474	0.7445	0.9321	0.2999	0.1086	0.4568	0.3442	0.9378
	92	94	94	96	95	95	96	96	94
FSKATOL5	-0.15361	-0.10124	0.16036	0.17240	0.02621	0.02186	0.02299	0.08827	0.03599
Skatol i fæces, +14 dg	0.1579	0.3479	0.1356	0.1042	0.8074	0.8380	0.8297	0.4081	0.7392
	86	88	88	90	89	90	90	90	88
FINDOL1	-0.04231	-0.08361	-0.01452	-0.04616	-0.07971	-0.09414	-0.10260	-0.11078	-0.07246
Indol i fæces, 0 dg	0.6938	0.4307	0.8913	0.6604	0.4501	0.3721	0.3277	0.2905	0.4949
	89	91	91	93	92	92	93	93	91
FINDOL2	-0.00461	0.13756	-0.10938	-0.07946	-0.09186	-0.13041	-0.12915	-0.11688	-0.15532
Indol i fæces, +7 dg	0.9664	0.2012	0.3104	0.4566	0.3919	0.2232	0.2251	0.2726	0.1485
	86	88	88	90	89	89	90	90	88
FINDOL3	-0.02750	0.02018	0.22262	0.19600	0.03219	-0.00575	-0.04725	-0.06166	-0.03440
Indol i fæces, +8 dg	0.7947	0.8469	0.0310	0.0556	0.7568	0.9559	0.6476	0.5506	0.7420
	92	94	94	96	95	95	96	96	94
FINDOL4	0.08705	0.05591	-0.02283	-0.08780	-0.08633	-0.06518	0.04452	-0.00156	0.01100
Indol i fæces, +10 dg	0.4093	0.5925	0.8271	0.3950	0.4055	0.5303	0.6667	0.9880	0.9162
	92	94	94	96	95	95	96	96	94
FINDOL5	0.15311	0.09631	0.10362	0.08517	0.00583	0.04958	0.02862	-0.04024	-0.01227
Indol i fæces, +14 dg	0.1568	0.3693	0.3339	0.4222	0.9565	0.6407	0.7877	0.7049	0.9092
	87	89	89	91	90	91	91	91	89
SKATOL	0.21581	0.34222	0.67449	0.71775	0.77622	0.76695	0.50593	0.59226	0.74503
Skatol i spæk, spektro, +14 dg	0.0411	0.0008	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
	90	92	92	94	93	94	94	94	92
SKATOLHP	0.23354	0.43237	0.48971	0.49030	0.54656	0.52874	0.63642	0.77334	0.84986
Skatol i spæk (HPLC), +14 dg	0.0276	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
	89	91	91	93	92	93	93	93	91

Correlation Analysis

Pearson Correlation Coefficients / Prob > |R| under Ho: Rho=0 / Number of Observations

	BINDOL0	BINDOL1	BINDOL2	BINDOL3	BINDOL4	BINDOL5	BSKATOL0	BSKATOL1	BSKATOL2
INDOLHP	0.14184	0.16909	0.75661	0.81438	0.85588	0.94786	0.21875	0.22937	0.46145
Indol i spæk (HPLC), +14 dg	0.1849	0.1091	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0352	0.0270	0.0001
	89	91	91	93	92	93	93	93	91
ANDROSHP	0.84668	0.72291	0.13161	0.12608	0.12038	0.12080	0.68184	0.53826	0.53983
Androstenon i spæk (HPLC), +14 dg	0.0001	0.0001	0.2137	0.2285	0.2530	0.2487	0.0001	0.0001	0.0001
	89	91	91	93	92	93	93	93	91

Correlation Analysis

Pearson Correlation Coefficients / Prob > |R| under Ho: Rho=0 / Number of Observations

	BSKATOL3	BSKATOL4	BSKATOL5	FSKATOL1	FSKATOL2	FSKATOL3	FSKATOL4	FSKATOL5	FINDOL1
BINDOL0	0.56256	0.24387	0.26546	-0.12244	-0.00545	-0.13331	-0.05954	-0.15361	-0.04231
Indol i plasma, -7 dg	0.0001 92	0.0205 90	0.0114 90	0.2530 89	0.9602 86	0.2052 92	0.5729 92	0.1579 86	0.6938 89
BINDOL1	0.60675	0.38056	0.48064	-0.06430	-0.04931	-0.15908	0.07930	-0.10124	-0.08361
Indol i plasma, 0 dg	0.0001 94	0.0002 92	0.0001 92	0.5449 91	0.6482 88	0.1256 94	0.4474 94	0.3479 88	0.4307 91
BINDOL2	0.51129	0.41665	0.45407	-0.01111	-0.39978	-0.31870	-0.03406	0.16036	-0.01452
Indol i plasma, +7 dg	0.0001 94	0.0001 93	0.0001 92	0.9168 91	0.0001 88	0.0017 94	0.7445 94	0.1356 88	0.8913 91
BINDOL3	0.51524	0.41975	0.43306	-0.01163	-0.36078	-0.30589	-0.00881	0.17240	-0.04616
Indol i plasma, +8 dg	0.0001 96	0.0001 94	0.0001 94	0.9119 93	0.0005 90	0.0024 96	0.9321 96	0.1042 90	0.6604 93
BINDOL4	0.56433	0.53851	0.48756	-0.06427	-0.39316	-0.30434	-0.10747	0.02621	-0.07971
Indol i plasma, +10 dg	0.0001 95	0.0001 94	0.0001 93	0.5427 92	0.0001 89	0.0027 95	0.2999 95	0.8074 89	0.4501 92
BINDOL5	0.52662	0.45425	0.47389	-0.04595	-0.35075	-0.35466	-0.16565	0.02186	-0.09414
Indol i plasma, +14 dg	0.0001 95	0.0001 93	0.0001 94	0.6636 92	0.0008 89	0.0004 95	0.1086 95	0.8380 90	0.3721 92
BSKATOL0	0.83809	0.66084	0.68002	-0.04525	0.00424	-0.02741	0.07684	0.02299	-0.10260
Skatol plasma, -7 dg	0.0001 96	0.0001 94	0.0001 94	0.6667 93	0.9684 90	0.7909 96	0.4568 96	0.8297 90	0.3277 93
BSKATOL1	0.87018	0.78685	0.79649	0.02534	-0.03968	-0.03947	0.09760	0.08827	-0.11078
Skatol plasma, 0 dg	0.0001 96	0.0001 94	0.0001 94	0.8095 93	0.7104 90	0.7026 96	0.3442 96	0.4081 90	0.2905 93
BSKATOL2	0.97463	0.87211	0.87343	-0.10785	-0.24407	-0.17892	0.00815	0.03599	-0.07246
Skatol plasma, +7 dg	0.0001 94	0.0001 93	0.0001 92	0.3089 91	0.0219 88	0.0845 94	0.9378 94	0.7392 88	0.4949 91
BSKATOL3	1.00000	0.89349	0.86708	-0.07880	-0.20049	-0.14320	0.04669	0.02494	-0.13308
Skatol plasma, +8 dg	0.0 96	0.0001 94	0.0001 94	0.4528 93	0.0581 90	0.1640 96	0.6515 96	0.8155 90	0.2035 93
BSKATOL4	0.89349	1.00000	0.94531	-0.08376	-0.21804	-0.08873	0.11309	0.14652	-0.09455
Skatol plasma, +10 dg	0.0001 94	0.0 94	0.0001 92	0.4299 91	0.0413 88	0.3951 94	0.2778 94	0.1731 88	0.3727 91
BSKATOL5	0.86708	0.94531	1.00000	0.01683	-0.19190	-0.10588	0.08870	0.25289	-0.13793
Skatol plasma, +14 dg	0.0001 94	0.0001 92	0.0 94	0.8742 91	0.0733 88	0.3098 94	0.3952 94	0.0168 89	0.1923 91

Correlation Analysis

Pearson Correlation Coefficients / Prob > |R| under Ho: Rho=0 / Number of Observations

	BSKATOL3	BSKATOL4	BSKATOL5	FSKATOL1	FSKATOL2	FSKATOL3	FSKATOL4	FSKATOL5	FINDOL1
FSKATOL1	-0.07880	-0.08376	0.01683	1.00000	0.26341	0.19337	0.21929	0.21156	-0.11970
Skatol i fæces, 0 dg	0.4528 93	0.4299 91	0.8742 91	0.0 93	0.0137 87	0.0633 93	0.0347 93	0.0492 87	0.2531 93
FSKATOL2	-0.20049	-0.21804	-0.19190	0.26341	1.00000	0.72916	0.52757	0.21740	-0.20056
Skatol i fæces, +7 dg	0.0581 90	0.0413 88	0.0733 88	0.0137 87	0.0 90	0.0001 90	0.0001 90	0.0431 87	0.0625 87
FSKATOL3	-0.14320	-0.08873	-0.10588	0.19337	0.72916	1.00000	0.52391	0.28044	-0.16680
Skatol i fæces, +8 dg	0.1640 96	0.3951 94	0.3098 94	0.0633 93	0.0001 90	0.0 96	0.0001 96	0.0074 90	0.1100 93
FSKATOL4	0.04669	0.11309	0.08870	0.21929	0.52757	0.52391	1.00000	0.50067	-0.24381
Skatol i fæces, +10 dg	0.6515 96	0.2778 94	0.3952 94	0.0347 93	0.0001 90	0.0001 96	0.0 96	0.0001 90	0.0185 93
FSKATOL5	0.02494	0.14652	0.25289	0.21156	0.21740	0.28044	0.50067	1.00000	-0.15327
Skatol i fæces, +14 dg	0.8155 90	0.1731 88	0.0168 89	0.0492 87	0.0431 87	0.0074 90	0.0001 90	0.0 90	0.1564 87
FINDOL1	-0.13308	-0.09455	-0.13793	-0.11970	-0.20056	-0.16680	-0.24381	-0.15327	1.00000
Indol i fæces, 0 dg	0.2035 93	0.3727 91	0.1923 91	0.2531 93	0.0625 87	0.1100 93	0.0185 93	0.1564 87	0.0 93
FINDOL2	-0.16431	-0.12475	-0.20786	-0.16449	0.06070	-0.02760	0.12945	0.00497	0.45682
Indol i fæces, +7 dg	0.1217 90	0.2468 88	0.0520 88	0.1279 87	0.5698 90	0.7963 90	0.2240 90	0.9636 87	0.0001 87
FINDOL3	-0.07215	-0.10650	-0.08778	0.11581	0.05311	0.15042	0.18415	0.23313	0.19460
Indol i fæces, +8 dg	0.4848 96	0.3070 94	0.4002 94	0.2690 93	0.6191 90	0.1435 96	0.0725 96	0.0270 90	0.0616 93
FINDOL4	-0.03378	-0.15502	-0.13699	0.13703	0.10130	-0.02986	-0.22171	-0.10905	0.36131
Indol i fæces, +10 dg	0.7438 96	0.1357 94	0.1880 94	0.1903 93	0.3421 90	0.7728 96	0.0299 96	0.3063 90	0.0004 93
FINDOL5	-0.03591	-0.15478	-0.20128	0.00980	-0.06739	-0.17407	-0.28297	-0.13729	0.43263
Indol i fæces, +14 dg	0.7354 91	0.1475 89	0.0571 90	0.9278 88	0.5352 87	0.0989 91	0.0066 91	0.1969 90	0.0001 88
SKATOL	0.75573	0.79974	0.81775	0.01894	0.30623	-0.20304	0.02996	0.22451	-0.20504
Skatol i spæk, spektrof, + 14 dg	0.0001 94	0.0001 92	0.0001 93	0.8586 91	0.0037 88	0.0497 94	0.7744 94	0.0344 89	0.0512 91
SKATOLHP	0.84930	0.93624	0.97849	0.02627	-0.22961	-0.10576	0.09413	0.28200	-0.15611
Skatol i spæk (HPLC), +14 dg	0.0001 93	0.0001 91	0.0001 92	0.8059 90	0.0324 87	0.3130 93	0.3695 93	0.0078 88	0.1417 90

Correlation Analysis

Pearson Correlation Coefficients / Prob > |R| under Ho: Rho=0 / Number of Observations

	BSKATOL3	BSKATOL4	BSKATOL5	FSKATOL1	FSKATOL2	FSKATOL3	FSKATOL4	FSKATOL5	FINDOL1
INDOLHP	0.44012	0.36632	0.39351	-0.06730	-0.35495	-0.30888	-0.14396	0.02414	-0.03649
Indol i spæk (HPLC), +14 dg	0.0001	0.0004	0.0001	0.5285	0.0007	0.0026	0.1686	0.8233	0.7327
	93	91	92	90	87	93	93	88	90
ANDROSHP	0.55795	0.28398	0.28932	-0.17622	0.00713	-0.11227	-0.08296	-0.12074	-0.13354
Androstenon i spæk (HPLC), +14 dg	0.0001	0.0064	0.0052	0.0966	0.9477	0.2839	0.4292	0.2625	0.2096
	93	91	92	90	87	93	93	88	90

Correlation Analysis

Pearson Correlation Coefficients / Prob > |R| under Ho: Rho=0 / Number of Observations

	FINDOL2	FINDOL3	FINDOL4	FINDOL5	SKATOL	SKATOLHP	INDOLHP	ANDROSHP
BINDOL0	-0.00461	-0.02750	0.08705	0.15311	0.21581	0.23354	0.14184	0.84668
Indol i plasma, -7 dg	0.9664 86	0.7947 92	0.4093 92	0.1568 87	0.0411 90	0.0276 89	0.1849 89	0.0001 89
BINDOL1	0.13756	0.02018	0.05591	0.09631	0.34222	0.43237	0.16909	0.72291
Indol i plasma, 0 dg	0.2012 88	0.8469 94	0.5925 94	0.3693 89	0.0008 92	0.0001 91	0.1091 91	0.0001 91
BINDOL2	-0.10938	0.22262	-0.02283	0.10362	0.67449	0.48971	0.75661	0.13161
Indol i plasma, +7 dg	0.3104 88	0.0310 94	0.8271 94	0.3339 89	0.0001 92	0.0001 91	0.0001 91	0.2137 91
BINDOL3	-0.07946	0.19600	-0.08780	0.08517	0.71775	0.49030	0.81438	0.12608
Indol i plasma, +8 dg	0.4566 90	0.0556 96	0.3950 96	0.4222 91	0.0001 94	0.0001 93	0.0001 93	0.2285 93
BINDOL4	-0.09186	0.03219	-0.08633	0.00583	0.77622	0.54656	0.85588	0.12038
Indol i plasma, +10 dg	0.3919 89	0.7568 95	0.4055 95	0.9565 90	0.0001 93	0.0001 92	0.0001 92	0.2530 92
BINDOL5	-0.13041	-0.00575	-0.06518	0.04958	0.76695	0.52874	0.94786	0.12080
Indol i plasma, +14 dg	0.2232 89	0.9559 95	0.5303 95	0.6407 91	0.0001 94	0.0001 93	0.0001 93	0.2487 93
BSKATOL0	-0.12915	-0.04725	0.04452	0.02862	0.50593	0.63642	0.21875	0.68184
Skatol plasma, -7 dg	0.2251 90	0.6476 96	0.6667 96	0.7877 91	0.0001 94	0.0001 93	0.0352 93	0.0001 93
BSKATOL1	-0.11688	-0.06166	-0.00156	-0.04024	0.59226	0.77334	0.22937	0.53826
Skatol plasma, 0 dg	0.2726 90	0.5506 96	0.9880 96	0.7049 91	0.0001 94	0.0001 93	0.0270 93	0.0001 93
BSKATOL2	-0.15532	-0.03440	0.01100	-0.01227	0.74503	0.84986	0.46145	0.53983
Skatol plasma, +7 dg	0.1485 88	0.7420 94	0.9162 94	0.9092 89	0.0001 92	0.0001 91	0.0001 91	0.0001 91
BSKATOL3	-0.16431	-0.07215	-0.03378	-0.03591	0.75573	0.84930	0.44012	0.55795
Skatol plasma, +8 dg	0.1217 90	0.4848 96	0.7438 96	0.7354 91	0.0001 94	0.0001 93	0.0001 93	0.0001 93
BSKATOL4	-0.12475	-0.10650	-0.15502	-0.15478	0.79974	0.93624	0.36632	0.28398
Skatol plasma, +10 dg	0.2468 88	0.3070 94	0.1357 94	0.1475 89	0.0001 92	0.0001 91	0.0004 91	0.0064 91
BSKATOL5	-0.20786	-0.08778	-0.13699	-0.20128	0.81775	0.97849	0.39351	0.28932
Skatol plasma, +14 dg	0.0520 88	0.4002 94	0.1880 94	0.0571 90	0.0001 93	0.0001 92	0.0001 92	0.0052 92

Correlation Analysis

Pearson Correlation Coefficients / Prob > |R| under Ho: Rho=0 / Number of Observations

	FINDOL2	FINDOL3	FINDOL4	FINDOL5	SKATOL	SKATOLHP	INDOLHP	ANDROSHP
FSKATOL1 Skatol i fæces, 0 dg	-0.16449 0.1279 87	0.11581 0.2690 93	0.13703 0.1903 93	0.00980 0.9278 88	0.01894 0.8586 91	0.02627 0.8059 90	-0.06730 0.5285 90	-0.17622 0.0966 90
FSKATOL2 Skatol i fæces, +7 dg	0.06070 0.5698 90	0.05311 0.6191 90	0.10130 0.3421 90	-0.06739 0.5352 87	-0.30623 0.0037 88	-0.22961 0.0324 87	-0.35495 0.0007 87	0.00713 0.9477 87
FSKATOL3 Skatol i fæces, +8 dg	-0.02760 0.7963 90	0.15042 0.1435 96	-0.02986 0.7728 96	-0.17407 0.0989 91	-0.20304 0.0497 94	-0.10576 0.3130 93	-0.30888 0.0026 93	-0.11227 0.2839 93
FSKATOL4 Skatol i fæces, +10 dg	0.12945 0.2240 90	0.18415 0.0725 96	-0.22171 0.0299 96	-0.28297 0.0066 91	0.02996 0.7744 94	0.09413 0.3695 93	-0.14396 0.1686 93	-0.08296 0.4292 93
FSKATOL5 Skatol i fæces, +14 dg	0.00497 0.9636 87	0.23313 0.0270 90	-0.10905 0.3063 90	-0.13729 0.1969 90	0.22451 0.0344 89	0.28200 0.0078 88	0.02414 0.8233 88	-0.12074 0.2625 88
FINDOL1 Indol i fæces, 0 dg	0.45682 0.0001 87	0.19460 0.0616 93	0.36131 0.0004 93	0.43263 0.0001 88	-0.20504 0.0512 91	-0.15611 0.1417 90	-0.03649 0.7327 90	-0.13354 0.2096 90
FINDOL2 Indol i fæces, +7 dg	1.00000 0.0 90	0.44286 0.0001 90	0.22465 0.0333 90	0.23432 0.0289 87	-0.15515 0.1489 88	-0.20703 0.0544 87	-0.08188 0.4509 87	-0.02798 0.7970 87
FINDOL3 Indol i fæces, +8 dg	0.44286 0.0001 90	1.00000 0.0 96	0.28413 0.0050 96	0.17726 0.0928 91	-0.00363 0.9723 94	-0.06536 0.5337 93	0.03566 0.7343 93	-0.06312 0.5478 93
FINDOL4 Indol i fæces, +10 dg	0.22465 0.0333 90	0.28413 0.0050 96	1.00000 0.0 96	0.50301 0.0001 91	-0.21063 0.0416 94	-0.18341 0.0785 93	-0.07453 0.4777 93	0.02149 0.8380 93
FINDOL5 Indol i fæces, +14 dg	0.23432 0.0289 87	0.17726 0.0928 91	0.50301 0.0001 91	1.00000 0.0 91	-0.12679 0.2337 90	-0.20313 0.0562 89	0.03034 0.7777 89	0.07277 0.4980 89
SKATOL Skatol i fæces, +14 dg	-0.15515 0.1489 88	-0.00363 0.9723 94	-0.21063 0.0416 94	-0.12679 0.2337 90	1.00000 0.0 94	0.91554 0.0001 93	0.71513 0.0001 93	0.22831 0.0277 93
SKATOLHP Skatol i spæk (HPLC), +14 dg	-0.20703 0.0544 87	-0.06536 0.5337 93	-0.18341 0.0785 93	-0.20313 0.0562 89	0.91554 0.0001 93	1.00000 0.0 93	0.47920 0.0001 93	0.26955 0.0090 93

Correlation Analysis

Pearson Correlation Coefficients / Prob > |R| under Ho: Rho=0 / Number of Observations

	FINDOL2	FINDOL3	FINDOL4	FINDOL5	SKATOL	SKATOLHP	INDOLHP	ANDROSHP
INDOLHP	-0.08188	0.03566	-0.07453	0.03034	0.71513	0.47920	1.00000	0.07386
Indol i spæk (HPLC), +14 dg	0.4509	0.7343	0.4777	0.7777	0.0001	0.0001	0.0	0.4817
	87	93	93	89	93	93	93	93
ANDROSHP	-0.02798	-0.06312	0.02149	0.07277	0.22831	0.26955	0.07386	1.00000
Androstenon i spæk (HPLC), +14 dg	0.7970	0.5478	0.8380	0.4980	0.0277	0.0090	0.4817	0.0
	87	93	93	89	93	93	93	93

