



# BENZOESYRE REDUCEREDE AMMONIAK- OG LUGTEMISSIONEN FRA SLAGTESVIN

MEDDELELSE NR. 948

Tilsætning af 1 % benzoesyre til foderet reducerede lugtemissionen med 17 pct. og ammoniakemissionen pr. gris med 14 pct. Det gav ikke yderligere effekt på lugtemissionen at kombinere 1 % benzoesyre med et lavt svovlindhold i foderet.

---

INSTITUTION: VIDENCENTER FOR SVINEPRODUKTION, DEN RULLENDE AFPRØVNING

FORFATTER: MICHAEL HOLM

UDGIVET: 18. JULI 2012

Dyregruppe: Slagtesvin

Fagområde: Ernæring

## Sammendrag

Afprøvningen viste, at tilsætning af 1 % benzoesyre til foderet reducerede lugtemissionen statistisk sikkert med 17 pct. Lugtemissionen blev ikke yderligere reduceret, når 1 % benzoesyre blev tilsat i kombination med et lavt svovlindhold i foderet.

Koncentrationen af svovlbrinte blev målt i forbindelse med lugtmålingerne, da en mindre emission af svovlbrinte forventes at være en af årsagerne til benzoesyrens effekt på lugt. Men der blev ikke fundet statistisk sikker forskel på svovlbrinteemissionen, når foderet blev tilsat 1 % benzoesyre.

Svovlbrinteemissionen pr. gris pr. time blev dog statistisk sikkert reduceret med 25 pct., når 1 % benzoesyre blev tilsat i kombination med et lavt svovlindhold i foderet.

Ammoniakemissionen pr. gris pr. time blev statistisk sikkert reduceret med 8 pct., når foderet var tilsat 1 % benzoesyre. Omregnet til ammoniakemission pr. produceret gris fra 32 til 107 kg gav det 14 pct. reduceret ammoniakemission, når der var korrigeret for foderudnyttelse, forskel i kødprocent og forskel i råproteinindhold i foderet. Den større ammoniakreduktion pr. produceret gris i forhold til

ammoniakreduktion pr. gris pr. time skyldes en højere daglig tilvækst, når foderet var tilsat benzoesyre.

Afprøvningen blev foretaget i seks ens staldsektioner med hver 32 stipladser til slagtesvin. Målingerne blev foretaget på i alt seks hold grise (tre produktionsrunder á to hold) og der indgik i alt 576 grise i afprøvningen.

#### TILSKUD

Projektet har fået støtte fra svineafgiftsfonden samt fra EU og Fødevareministeriets Landdistriktsprogram og har projekt ID: VSP 09/10/63, samt journalnr. 3663-D-09-00365.

## Baggrund

Benzoesyre har vist at kunne nedsætte dannelsen af svovlbrinte [1], samt koncentrationen af svovlbrinte i staldluften [2]. Svovlbrinte er et lugtstof, som det er vist korrelerer positivt til olfaktometriske målinger [3], og det forventes derfor, at benzoesyre kan medvirke til en reduceret lugtemission. Samtidig med den reducerede svovlbrintekonzentration fandt man dog i forsøget [1] en svag stigning i koncentrationen af methanthiol, hvilket kan modvirke benzoesyrens effekt på lugt, da lugttærsklen for methanthiol er meget lav.

I en tidligere afprøvning, hvor der blev tilsat 1 % benzoesyre til foder med henholdsvis normalt og lavt indhold af råprotein, blev der fundet en tendens til lugtreduktion på 17 pct. [2]. I den sidste runde i afprøvningen var der problemer med lugtposernes baggrundslugt og der blev registreret meget høje lugtkonzentrationer i netop denne runde. Det blev derfor besluttet at teste benzoesyres effekt på lugt endnu en gang.

Methanthiol dannes ud fra ufordøjet methionin og cystin, som mikrobielt omsættes i tyktarmen og i gyllen. Reduceret indhold i foderet eller en bedre fordøjelighed af methionin og cystin vil derfor kunne medvirke til en reduceret methanthioldannelse. Methanthiol dannes dog også ud fra sulfid i gyllen og det er vist, at methanthioldannelsen øges markant, når fæces tilsættes urin [4]. Det kan derfor være vigtigt, foruden at reducere mængden af ufordøjeligt methionin og cystin i foderet, også at reducere mængden af sulfat og andre svovlkilder i foderet. En afprøvning [5] har således vist en effekt på lugtemissionen, når svovlindholdet i foderet blev reduceret fra et højt niveau (cirka 2,4 gram svovl pr. kg foder) til et lavt niveau (1,6 gram svovl pr. kg foder).

I en tidligere dansk undersøgelse [2] blev der fundet en tendens ( $p=0,06$ ) til en lavere ammoniakemission på 7,5 pct. pr. produceret gris, når foderet var tilsat 1 % benzoesyre. Benzoesyre udskilles fra kroppen som hippursyre via urinen [2], hvorved pH i urinen og derefter i gyllen sænkes.

Når pH i gyllen sænkes, vil en mindre andel af gyllens ammoniumindhold blive frigivet som ammoniak, og dermed vil ammoniakfordampningen blive mindre.

Formålet med denne afprøvning var at klarlægge benzoesyrens effekt på lugtemissionen, samt at undersøge om lugtemissionen yderligere kunne reduceres ved samtidig med tilsætning af 1 % benzoesyre også at reducere foderets svovlindhold. Det var endvidere formålet at eftervise benzoesyrens effekt på ammoniakemissionen.

## Materiale og metode

Afprøvningen blev gennemført i seks identiske staldsektioner på forsøgsstation Grønhøj. Detaljer om staldudformningen fremgår af appendiks 1.

I afprøvningen indgik tre grupper: Én gruppe med kontrolfoder, én med 1 % benzoesyre tilsat foderet og én gruppe med 1 % benzoesyre kombineret med lavt svovlindhold i foderet. Der blev udført seks gentagelser (hold). Der blev sat to hold i forsøg samtidigt og afprøvningen blev således udført over tre produktionsperioder (runder). Afprøvningen blev foretaget i perioden fra marts til november.

Ved opstart blev der i hver staldsektion indsat 32 grise fordelt i to stier, hvor de var opdelt i henholdsvis so- og galtgrise. Der blev således i alt indsat 576 grise i afprøvningen. De seks staldsektioner blev opdelt i to blokke á tre staldsektioner og behandlingerne blev randomiseret imellem de tre sektioner. Grisene blev ved indsættelse fordelt, således at grisene i et hold størrelsesmæssigt var så ens som muligt i de tre staldsektioner. Grisene blev indsat ved en gennemsnitlig vægt på cirka 33 kg og blev udvejet ved en gennemsnitlig vægt på cirka 110 kg. Grisene havde fri adgang til tørfoder og vand.

### Foder

Kontrolfoderet indeholdt 7 pct. rapskage, da rapstilsætning i dag er meget anvendt i slagtesvinefoder og også forventes at være det fremover. Foderet med 1 pct. benzoesyre blev optimeret tæt op af kontrolfoderet, således at der alene kunne ses på effekten af benzoesyre. I den tredje gruppe, hvor foderet havde et lavt svovlindhold, blev der anvendt fasefodring og foder uden rapstilsætning. Fase 1 foderet blev anvendt i perioden fra indsættelse til cirka 70 kg og fase 2 foderet i den resterende vækstperiode frem til slagtning. Foderet til de tre grupper var optimeret efter den gældende danske norm for slagtesvin [6].

Foderet blev varmebehandlet (minimum 81 °C) samt pelleteret. Foderet blev produceret på Danish Agros fabrik i Janderup og der blev udtaget prøver af foderet til analyse på Eurofins Steins Laboratorium A/S i forbindelse med foderproduktionen. Foderets råvaresammensætning fremgår af appendiks 2. Der blev produceret foder tre gange i løbet af afprøvningsperioden.

I staldsektionerne blev foderet tildelt via et foderanlæg, der udvejer en portion foder i en beholder på vejeceller og derefter blæser foderet ud til den enkelte foderautomat. Foderrøret blæses tom imellem hver foderportion.

### pH i gylleoverfladen

Hver anden uge gennem vækstperioden blev der målt pH i gylleoverfladen og den første måling blev foretaget 14 dage efter indsættelse. Målingerne blev foretaget i gylleprøver, der blev udtaget cirka 5 cm under gylleoverfladen. Prøverne blev udtaget ved at pumpe en prøve op i et glas gennem et rør med en diameter på 1,5 cm. Der blev målt pH i tre prøver pr. sti og hver prøve blev suget op fra to punkter i stien (appendiks 4). pH blev målt i de tre prøver, det vil sige fra lejeområdet, fra midt i stien og fra gødeområdet, og pH-metret blev kalibreret før hver måledag.

### Gyllesammensætning

Gyllen blev udsluset to gange i vækstperioden: første gang cirka seks uger efter indsættelse og anden gang ved udvejning af grisene fra afprøvningen. Udslusningen blev foretaget samme dag i alle kamre. Gyllehøjden i kummerne blev registreret umiddelbart inden udslusning og gyllen fra hver staldsektion blev udsluset til en tom forbeholder og omrørt. Under omrøringen blev der udtaget to gylleprøver fra hver staldsektion. Der blev målt pH i gylleprøverne inden de blev frosset ned og ved afslutning af to hold grise blev gylleprøverne sendt til analyse på Eurofins Steins Laboratorium A/S, hvor de blev analyseret for total-kvælstof, ammoniumkvælstof, tørstof, svovl og benzoesyre.

### Ammoniak og kuldioxid

Ammoniak- og kuldioxidkoncentrationen i luftindtaget og udsugningsluften blev målt med en VE 18 multisensor fra VengSystem. Dette udstyr bestod af pumper, der via teflonslanger pumpede cirka to liter luft pr. minut fra luftindtaget og fra udsugningen i staldsektionerne til apparatet, der analyserede luftens indhold af ammoniak og kuldioxid. Til ammoniakmålingen blev anvendt en Polytron 1 fra Dräger med måleområdet 0-50 ppm, og til kuldioxidmåling blev benyttet en Vaisala med måleområdet 0-5.000 ppm. En manifold placeret umiddelbart inden måleinstrumenterne sørgede for, at der på skift blev sendt luft fra de seks staldsektioner ind til analyse. Der blev skiftet kanal hvert 10. minut, og det var den sidst registrerede værdi, der blev lagret. Efter hver måleperiode blev måleapparaterne rensed ved at lede luft udefra gennem måleinstrumenterne i 10 minutter. Luften blev forvarmet til 34 °C, inden den blev pumpet ind i måleapparaterne. Kontrollerende målinger af ammoniakkoncentrationen med detektionsrør af mærket Kitagawa blev foretaget én gang hver 14. dag om formiddagen.

### Lugt

Der blev fra hvert hold foretaget fem lugtmålinger. På hver måledag blev der opsamlet to luftprøver fra hvert klimakammer i tidsrummet mellem kl. 11:00 og kl. 13:30. Lugtmålingerne blev jævnt fordelt over vækstperioden, således at to lugtmålinger blev foretaget i perioden fra indsættelse og frem til første

gylleudslusning og de sidste tre blev foretaget i den sidste del af vækstperioden. Lugtmålingerne blev foretaget minimum 14 dage efter indsættelse eller minimum 14 dage efter gylleudslusning.

Lugtprøverne blev udtaget i ventilationsafkastet, hvor der blev indsat en Teflon™-slange, der var monteret til en 30 liter Nalophanpose. Posen var placeret i en tæt lukket kasse, hvortil der var monteret en SKC-pumpe. Der blev i kassen dannet et vakuum ved hjælp af pumpen, hvorved posen blev fyldt med luft fra ventilationsafkastet via lungeprincippet. Alt udstyret var placeret udenfor staldrummet, således at grisene ikke blev forstyrret under udtagning af lugtprøverne. Prøverne blev udtaget efter den europæiske CEN-standard, som er effektueret til Dansk Standard [7]. Poserne blev fyldt med 0,9 liter pr. minut, hvilket vil sige, at poserne blev fyldt over cirka 30 minutter. Prøverne blev efterfølgende transporteret til Teknologisk Institut i Roskilde, hvor de blev analyseret den efterfølgende dag med hensyn til lugtkoncentration. Analysen blev foretaget i henhold til Dansk Standard [7].

### Svovlbrinte

Efter udtagning af lugtprøver blev koncentrationen af svovlbrinte målt under luftudtaget i staldsektionerne. Der blev yderligere målt svovlbrintekoncentration på andre ugedage, således at der gennem afprøvningsperioden blev foretaget cirka tre målinger pr. uge pr. staldsektion. De supplerende målinger blev anvendt til at vurdere, hvor konstant svovlbrintekoncentrationen var i sektionerne.

### Temperaturer og luftmængder

Ude- og staldtemperatur blev målt med en VE 10 temperaturføler fra VengSystem. I hver sektion blev ventilationsydelsen målt med en Fancom målevinge. Ude- og staldtemperatur samt ventilationsydelse blev opsamlet elektronisk. Desuden blev temperatur og relativ luftfugtighed registreret med multimeter TSI VelociCalc 8347 i forbindelse med de kontrollerende målinger af ammoniakkoncentrationen i staldsektionerne.

### Elektronisk dataopsamlingsudstyr

Der var monteret et BUS-system, hvortil der var monteret VE18 multisensor, temperaturføler, ventilationsstyring fra Fancom samt en computer. På computeren var indlagt et softwareprogram fra VengSystem, der bl.a. styrede, at nye data blev lagret fra hvert kammer hver anden time.

### Emissionsberegninger

Der er i tidligere undersøgelser fundet en lineær sammenhæng mellem de håndholdte ammoniakmålinger med detektionsrør af typen Kitagawa og de elektronisk opsamlede ammoniakkoncentrationer med Vengudstyr. Korrektionslinien mellem de ugentlige Kitagawa og Vengregistreringer blev bestemt og de elektronisk opsamlede ammoniakkoncentrationer målt med Vengudstyret blev korrigeret efter korrektionslinien. Efterfølgende blev ammoniakemissionen beregnet ud fra de korrigerede ammoniakkoncentrationer, ventilationsydelsen og antallet af grise i staldsektionen ved følgende formel:

$$\text{g NH}_3\text{-N/time/dyr} = (M \times V \times Q \times P) / (R \times T \times N \times 1.000)$$

Hvor,

M: Molvægt af N, 14,007 g/mol

V: Koncentration, ppm = ml/m<sup>3</sup>

Q: Ventilationsydelse, m<sup>3</sup>/time

P: Tryk, 1 atm.

R: Gaskonstanten, 0,0821 (l × atm)/(mol × K)

T: Temperatur i Kelvin (K)

N: Antal dyr i sektionerne, stk.

Svovlbrinteemissionen pr. dyr blev beregnet ud fra de målte svovlbrintekonzentrationen udtaget efter lugtmålingerne, ved følgende formel:

$$\text{mg H}_2\text{S-S/time/dyr} = (M \times V \times Q \times P) / (R \times T \times N)$$

Hvor,

M: Molvægt af S, 32,08 g/mol

V: Koncentration, ppm = ml/m<sup>3</sup>

Q: Ventilationsydelse, m<sup>3</sup>/time

P: Tryk, 1 atm.

R: Gaskonstanten, 0,0821 (l × atm)/(mol × K)

T: Temperatur i Kelvin (K)

N: Antal dyr i sektionerne, stk.

Lugtemissionen pr. 1.000 kg dyr blev beregnet ud fra den målte lugtkonzentration, ventilationsydelse samt gennemsnitlig vægt og antallet af grise i staldsektionen ved følgende formel:

$$\text{OU}_E/\text{s pr. 1.000 kg gris} = (L \times Q \times 1.000) / (W \times N \times 3.600)$$

Hvor,

L: Lugtkonzentrationen, OU<sub>E</sub>/m<sup>3</sup>

Q: Ventilationsydelsen, m<sup>3</sup>/time

W: Gennemsnitsvægt pr. gris på måledagen, kg

N: Antal grise i sektionen, stk.

## Statistik

pH og gyllesammensætningen blev analyseret i en variansanalyse med proceduren MIXED i SAS. I den statistiske model indgik gruppe og hold, samt grisenes alder som klassevariabel. I den statistiske analyse blev resultatet korrigeret for tre parvise sammenligninger.

Ammoniakemissionen blev analyseret i en variansanalyse med proceduren MIXED i SAS. I den statistiske model indgik gruppe og hold, samt grisenes alder som klassevariabel, mens dato indgik som tilfældig variabel. I forbindelse med ammoniakemissionen blev der i den statistiske analyse kun sammenlignet gruppe 1 og gruppe 2.

Svovlkoncentrationen i staldluften og svovlbrinteemissionen blev analyseret i en variansanalyse med proceduren MIXED i SAS. I den statistiske model indgik gruppe og hold, samt grisenes alder som klassevariabel, mens dato indgik som tilfældig variabel.

Målte lugtkoncentrationer er logaritmisk fordelt og derfor blev lugtdata logaritmetransformeret inden de indgik i den statistiske analyse. De logaritmetransformerede lugtkoncentrationer og lugtemissioner i de seks klimakamre blev analyseret i en variansanalyse med proceduren MIXED i SAS under hensyn til gentagne målinger pr. dag. I den statistiske model indgik gruppe og hold som klassevariabel, mens dato for udtagning af prøver indgik som tilfældig variabel. I den statistiske analyse blev resultatet korrigeret for tre parvise sammenligninger.

## Resultater og diskussion

Der blev ikke regnet statistik på produktionsresultaterne, da afprøvningen var dimensioneret efter den forventede effekt på lugtemissionen og der derfor kun indgik 12 stier pr. gruppe i afprøvningen (seks stier med sogrise og seks stier med galtgrise), hvilket er for få til at teste en eventuel effekt på produktivitet. I en samtidig produktivetsafprøvning på Grønhøj med benzoesyre [8], blev der dokumenteret 10 pct. højere produktivitet ved tilsætning af 1 % benzoesyre til foderet. Der blev anvendt samme fodersammensætning til kontrolgruppen og gruppen med 1 % benzoesyre i [8], som i denne afprøvning.

De gennemsnitlige produktionsresultater for de tre grupper fremgår af tabel 1 og mere detaljeret i appendiks 5. Det ses, at der er numerisk stor forskel på den gennemsnitlige daglige tilvækst imellem de tre grupper. I afprøvningen [8] gav tilsætning af 1 % benzoesyre ligeledes en forbedret daglig tilvækst på 43 gram. Dette er væsentligt i forbindelse med beregningen af ammoniakemissionen, da den målte emission af NH<sub>3</sub>-N pr. gris pr. time omregnes til emission pr. produceret gris fra 32 til 107 kg og når tilvæksten er høj, vil der gå færre timer med at producere én gris.

**Tabel 1.** Produktionsresultater.

<b>Gruppe</b>	<b>1 - Kontrol</b>	<b>2 – Kontrol + 1 % benzoesyre</b>	<b>3 – Lavt svovlindhold + 1 % benzoesyre</b>
Daglig tilvækst, gram	912	947	977
Foder pr. svin dagligt, FEsv	2,59	2,65	2,74
Foder pr. kg tilvækst, FEsv	2,84	2,80	2,80
Gennemsnitlig kødprocent	59,9	59,5	59,3

## Foderanalyse

Foderblandingerne analyserede indhold af næringsstoffer fremgår af appendiks 3. Foderets analyserede indhold af benzoesyre og svovl stemte godt overens med det deklarerede indhold i alle blandingerne. Det analyserede indhold af calcium i foderet lå cirka 10 pct. under det deklarerede indhold. Det forventes dog ikke at have påvirket afprøvningens resultat, da det var ens for alle blandingerne.

## pH i gyllen

pH-værdierne i gylleprøverne, der blev udtaget cirka 5 cm under gylleoverfladen, samt i gylleprøverne der blev udtaget i forbindelse med udslusning og omrøring af gyllen, fremgår af tabel 2. Begge målinger er foretaget på Grønhøj.

**Tabel 2.** pH i gylle.

<b>Gruppe</b>	<b>1 - Kontrol</b>	<b>2 – Kontrol + 1 % benzoesyre</b>	<b>3 – Lavt svovlindhold + 1 % benzoesyre</b>
pH i gylleoverfladen	7,14	7,11	7,19
pH i gylleprøver fra forbeholder	7,07	6,97	7,07

Der blev ikke fundet forskel på pH i gylleoverfladen eller på pH i de udtagne gylleprøver i forbindelse med udslusning af gyllen imellem gruppe 1 og gruppe 2. Det store fald i urinens pH målt i tidligere undersøgelser [2], [9], når foderet var tilsat 1 % benzoesyre, kunne altså ikke genfindes i gyllen. Ligeledes blev der heller ikke i en tidligere undersøgelse [2] fundet et statistisk sikkert fald i gyllens pH, mens der i en anden undersøgelse [9] blev fundet et statistisk sikkert fald i gyllens pH.

Det var forventet, at gyllens pH ville være lavere i gruppe 3, da grisene blev fasefodret og dermed tildelt en mindre mængde råprotein gennem vækstperioden for at reducere foderets indhold af svovl. Gyllemængden pr. kg tilvækst var dog også mindre i gruppe 3 og derfor var indholdet af kvælstof og ammonium på niveau med indholdet i de andre grupper (tabel 3), hvilket stemmer overens med de relativt høje pH-værdier i forhold til kontrolgruppen.



## Gyllens sammensætning

I tabel 3 er gyllens analyserede indhold af total-N, ammonium-N, svovl og benzoesyre opgjort. De analyserede indhold er af stald.

**Tabel 3.** Gyllens indhold.

Gruppe	1 – Kontrol	2 – Kontrol + 1 % benzoesyre	3 – Lavt svovlindhold + 1 % benzoesyre
Antal prøver	24	24	24
Total kvælstof, gram/kg gylle	5,86	5,99	6,09
Ammonium-N, gram/kg gylle	4,46	4,52	4,62
Svovl, gram/kg gylle	0,36	0,38	0,38
Benzoesyre, gram/kg gylle	0,67 <sup>a</sup>	3,50 <sup>b</sup>	3,79 <sup>b</sup>
Tørstof, pct.	4,93	4,80	4,90
Målt gyllemængde, liter pr. kg tilvækst	5,90	5,88	5,41

Værdier mærket (a,b) i samme række er statistisk forskellige  $p < 0,001$ .

Der blev ikke fundet statistisk sikker forskel på gyllens indhold af totalkvælstof, ammonium-N og svovl imellem de tre grupper.

I appendiks 6 er opstillet et balanceregnskab for kvælstof, hvor den teoretisk indlejrede mængde kvælstof i grisene og den målte ammoniakfordampning er fratrukket den tildelte mængde kvælstof via foderet. Den beregnede mængde kvælstof i gyllen fra balanceregnskabet stemmer godt overens med de analyserede niveauer af kvælstof i gyllen i tabel 3.

Der er ligeledes opstillet et balanceregnskab for svovl i appendiks 6. I dette regnskab er anvendt en indlejring af svovl i grisen, svarende til det fundne niveau i et fordøjelighedsforsøg [10] på 1,3 gram svovl pr. kg tilvækst. De analyserede niveauer i tabel 3 lå i gennemsnit cirka 30 pct. under den forventede koncentration ud fra balanceregnskabet. Det lykkedes altså ikke at genfinde den forventede mængde svovl i gyllen. Ud fra balanceregnskabet var det endvidere forventet, at koncentrationen i gruppe 3's gylle skulle ligge under gruppe 1 og gruppe 2's gylle. En årsag, til at der jf. balanceregnskabet forventes mere svovl i gyllen, kan være, at den metode, hvormed vi bestemmer svovlemissionen, ikke er tilstrækkelig repræsentativ. Svovlemissionen fra stalden er estimeret ud fra svovlbrintekoncentrationerne målt de dage, der udtages lugtprøver. Dog viste de supplerende målinger af svovlkoncentrationen i staldluften på andre dage nogenlunde samme koncentration, som de anvendte koncentrationer i emissionsberegningen. Årsagen, til at der blev analyseret en mindre mængde svovl i gyllen end forventet ud fra balanceregnskabet, er således ikke klarlagt.

Som forventet blev der fundet et højere niveau af benzoesyre i gruppe 2 og 3. I appendiks 6 er der opstillet et balanceregnskab for benzoesyre, og det ses, at 94 pct. af den tildelte benzoesyre blev

genfundet i gyllen, og at benzoesyre derfor fortsat kan have en antimikrobiel virkning i gyllen. De genfundne mængder benzoesyre i gruppe 2 og 3 var dog mindre end den tildelte mængde, mens der derimod blev fundet benzoesyre i gyllen fra kontrolgruppen. Årsagen er sandsynligvis, at udtagningen af gylleprøverne ikke er perfekt. Der anvendes samme forbeholder til alle kamre og i forbeholderen er der en sump, hvorfra gyllen pumpes op, men pumpen kan ikke tømme sumpen fuldstændigt og derfor vil der være en lille sammenblanding af gylle fra den ene gylleudslusning til den næste.

## Ammoniakemission

Foderet til gruppe 2 svarede indholdsmæssigt til foderet til gruppe 1 blot med 1 % benzoesyre tilsat. Foderet til gruppe 3 havde derimod en anden råvaresammensætning end foderet til gruppe 1 og der blev anvendt fasefodring for at reducere svovlindholdet i foderet til et minimum. Derfor er det kun relevant at lave et estimat for benzoesyrens effekt på ammoniakemissionen ved at sammenligne ammoniakemissionen fra gruppe 2 med gruppe 1.

I appendiks 7 er opstillet den gennemsnitlige staldtemperatur, luftydelse, koncentration af kuldioxid og ammoniak, samt den beregnede ammoniakemission pr. gris pr. time for de enkelte hold. I tabel 4 ses den gennemsnitlige ammoniakemission i vækstperioden for gruppe 1 og gruppe 2.

**Tabel 4.** Ammoniakemissionen fra staldsektionerne.

Gruppe	1 – Kontrol	2 – Kontrol + 1 % benzoesyre
Gram NH <sub>3</sub> -N pr. gris pr. time	0,250	0,230*
Gram NH <sub>3</sub> -N pr. produceret gris (32-107 kg)	494	439

Værdier mærket (a,b) er statistisk forskellige  $p < 0,05$ .

Ammoniakemissionen pr. gris pr. time var statistisk sikker 8 pct. lavere for forsøgsgruppe 2 i forhold til kontrolgruppen. Men da tilvæksten i de to grupper som nævnt ikke var ens (tabel 1), var vækstperioden pr. produceret gris fra 32 til 107 kg kortere i gruppe 2. Som det fremgår af tabel 4 vil ammoniakemissionen pr. produceret gris fra 32 til 107 kg derfor være 11 pct. lavere fra gruppe 2 i forhold til kontrolgruppen.

Når N af dyr fra 32 til 107 kg korrigeres for de målte forskelle i foderudnyttelse og kødprocent, samt de analyserede forskelle i foderets råproteinindhold, ses det fra appendiks 5, at grisene fra gruppe 2 teoretisk skulle udskille 3.133 gram N pr. gris, mens de i gruppe 1 teoretisk skulle udskille 3.070 gram N pr. gris i perioden fra 32 til 107 kg. Grisene i gruppe 2 skulle derfor have udskilt 2 pct. mere N pr. gris fra 32 til 107 kg, hvilket hovedsagligt skyldes et højere analyseret råproteinindhold i foderet til gruppe 2 (appendiks 3). Ifølge miljøgodkendelsesordningen vil det svare til 3 pct. højere ammoniakemission fra gruppe 2 i forhold til gruppe 1. Men da der blev målt 11 pct. lavere ammoniakemission fra gruppe 2, reducerede benzoesyren derfor ammoniakemissionen med 14 pct. i

denne afprøvning. Denne effekt er større end den tidligere fundne effekt i en dansk afprøvning [2], hvor effekten blev estimeret til 7,5 pct. i vægtintervallet 30–102 kg. I Holland blev der i en større undersøgelse i fire forskellige besætninger fundet en gennemsnitlig reduktion af ammoniakemissionen pr. stiplads på 16 pct. [11]. I de tidligere undersøgelser [2], [11] er ammoniakemissionen dog ikke korrigeret for forskelle i foderudnyttelse, kødprocent og råproteinindhold i foderet imellem grupperne.

I miljøgodkendelsesordningen ville tilsætningen af den analyserede mængde benzoesyre på 9,3 gram pr. kg (appendiks 3) svare til 8,7 gram pr. FEsv i gruppe 2, hvilket ville medføre en teoretisk reduktion af ammoniakemissionen på 8,7 pct.. Den udregnede reduktion i miljøgodkendelsesordningen er altså væsentlig mindre end det fundne resultat i denne afprøvning.

## Svovlemission

I tabel 5 er svovlbrintekonzentrationen og svovlemissionen fra svovlbrinte opgjort. Der er ikke målt svovlemission fra de øvrige svovlholdige lugtstoffer. En tidligere afprøvning [5] viste, at 92–96 pct. af svovlemissionen stammer fra svovlbrintefordampning.

**Tabel 5.** Svovlemissionen fra svovlbrinte fra staldsektionerne.

Gruppe	1 – Kontrol	2 – Kontrol + 1 % benzoesyre	3 – Lavt svovlindhold + 1 % benzoesyre
Svovlbrintekonzentration, ppm	0,33 <sup>a</sup>	0,31 <sup>a</sup>	0,25 <sup>b</sup>
Svovlbrinteemission, mg svovl pr. gris pr. time	25 <sup>a</sup>	22 <sup>a,b</sup>	19 <sup>b</sup>
Svovlbrinteemission, gram svovl pr. produceret gris (32-107 kg)	49	43	34

Værdier mærket (a,b) i samme række er statistisk forskellige  $p < 0,01$ .

De målte svovlbrintekonzentrationer i tabel 5 er fra lugtprøvedagene. De løbende målinger af svovlbrintekonzentrationen, som blev målt cirka tre gange pr. uge, viste samme niveau, nemlig henholdsvis 0,30; 0,26 og 0,22 ppm svovlbrinte i gennemsnit. De målte svovlbrintekonzentrationer på lugtprøvedagene antages derfor for at være repræsentative for vækstperioden.

Der blev ikke fundet statistisk sikker forskel på hverken koncentration af svovlbrinte i staldluften eller den beregnede svovlbrinteemission pr. gris pr. time imellem gruppe 2 og gruppe 1. Der var dog statistisk sikkert 25 pct. mindre svovlbrinteemission pr. gris pr. time fra gruppe 3 i forhold til kontrolgruppen. Den mindre mængde svovl, der blev tildelt med foderet til gruppe 3, gav altså en mindre svovlbrinteemission fra gyllen. Dog var der kun tendens ( $p=0,05$ ) til lavere svovlbrinteemission fra gruppe 3 i forhold til gruppe 2. Men hypotesen om, at benzoesyrens antimikrobielle effekt i gyllen nedsætter svovlbrinteemissionen, kunne altså ikke entydigt bekræftes af denne afprøvning.

## Lugtemission

I appendiks 8 er opstillet de målte lugtkoncentrationer for de tre produktionsperioder (runder) og i tabel 6 er lugtkoncentrationerne omregnet til lugtemission pr. 1.000 kg dyr, via ventilationsydelsen og kg dyr i staldsektionen.

**Tabel 6.** Resultat af lugtmålingerne.

Gruppe	1 – Kontrol	2 – Kontrol + 1 % benzoesyre	3 – Lavt svovlindhold + 1 % benzoesyre
OUE/sek. pr. 1.000 kg dyr	150 <sup>a</sup>	120 <sup>b</sup>	130 <sup>a,b</sup>

Værdier mærket (a,b) er statistisk forskellige  $p < 0,01$ .

Der var statistisk sikker forskel på lugtemissionen imellem gruppe 1 og gruppe 2 og forskellen var på 17 pct. Dette stemmer overens med den tidligere danske afprøvning med benzoesyre [2], hvor der blev fundet en tendens til mindre lugtemission på 17 pct. ( $p=0,07$ ), når foderet blev tilsat 1 % benzoesyre.

Derimod blev der ikke fundet en mindre lugtemission, når foderet blev tilsat 1 % benzoesyre samtidig med et lavt svovlindhold i foderet. Der blev ligeledes ikke fundet forskel på lugtemissionen imellem gruppe 2 og gruppe 3. Afprøvningen kunne altså ikke vise additiv effekt af at tilsætte benzoesyre og reducere svovlindholdet, selv om en tidligere afprøvning [5], hvor foderets svovlindhold blev markant reduceret, viste effekt på lugtemissionen. Effekten af den lavere svovlbrinteemission, der blev målt fra gruppe 3 i forhold til gruppe 1, kunne således ikke registreres på den målte lugtemission i afprøvningen. Der er ikke umiddelbart nogen forklaring på dette, men den skal eventuelt søges i, at når man sænker svovlindholdet i foderet, ændrer man samtidig på foderets råvaresammensætning, hvilket kan bevirke en ændring i den mikrobielle omsætning i tyktarmen og i gyllen.

## Konklusion

Tilsætning af 1 % benzoesyre gav en statistisk sikker lavere lugtemission på 17 pct.. En tidligere afprøvning med 1 % benzoesyre har ligeledes vist en tendens ( $p=0,07$ ) til lavere lugtemission på 17 pct. Der blev ikke fundet en yderligere effekt på lugtemissionen ved at kombinere benzoesyre med et lavt svovlindhold i foderet.

Det var kun for forsøgsgruppen med 1 % benzoesyre kombineret med et lavt svovlindhold i foderet, der blev fundet en statistisk sikker lavere svovlbrinteemission pr. gris pr. time på 25 pct. i forhold til kontrolgruppen.

I afprøvningen blev der fundet en statistisk sikker reduceret ammoniakemission pr. gris pr. time på 8 pct., når foderet blev tilsat 1 % benzoesyre. Når emissionen blev omregnet til ammoniakemission pr.

produceret gris og korrigeret for foderudnyttelse, kødprocent og råproteinindhold i foderet, svarede det i denne afprøvning til 14 pct. lavere ammoniakemission.

## Referencer

- [1] Eriksen, J. A.P.S. Adamsen, J.V. Nørgaard, H.D. Poulsen, B.B. Jensen, S.O. Petersen (2010): Emissions of sulphur-containing odorants, ammonia and methane from pig slurry: Effects of dietary methionine and benzoic acid. *Journal of Environmental Quality*, vol. 39, p. 1097 – 1107.
- [2] Holm, M., M.Lyngbye og D.K.Rasmussen, (2010): Effekt af benzoesyre og protein på lugt- og ammoniakfordampning. [Meddelelse nr. 861. Videncenter for Svineproduktion.](#)
- [3] Petersen, S.O. (2009): Hvad betyder lagringsbetingelserne for lugt, ammoniak og drivhusgasser? Temamøde vedr. svin. Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet (DJF) Aarhus Universitet.
- [4] Poulsen, H.V., B.B. Jensen (2009): Dannelsen af svovlforbindelser i gyllen og betydning for lugtudvikling. Temamøde vedr. svin. Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet (DJF) Aarhus Universitet.
- [5] Holm, M., B.B. Jensen og A. Feilberg (2011): Foderets svovlindhold og inulins effekt på lugt fra slagtesvinestalde. [Meddelelse nr. 907. Videncenter for Svineproduktion.](#)
- [6] Jørgensen, L. og P. Tybirk, (2010): [Normer for næringsstoffer, 16. udgave. Videncenter for Svineproduktion.](#)
- [7] Dansk Standard (2003) Luftundersøgelse - Bestemmelse af lugtkoncentration ved brug af dynamisk olfaktometri. Udtagning af prøver til lugtanalyse. DS/EN 13725:2003. analyseforskrift 66009-ANF-016-udgave 06. Dansk Standard.
- [8] Holm, M. og M.L. Andersson (2012): Benzoesyre gav højere produktivitet hos slagtesvin. [Meddelelse nr. 947. Videncenter for Svineproduktion.](#)
- [9] Van der Peet-Schwering, C. M. C.; Verdoes, N.; Plagge, J. G. (1999): Influence of benzoic acid in the diet on performance and urine pH of growing/finishing pigs. Research Institute for Pig Husbandry, Rosmalen, Holland. Report P1.212. 24 pp.
- [10] Holm, M., M. Lyngbye, H.D. Poulsen og C.F. Hansen (2009): Sammenligning af tre proteinniveauer i foder til slagtesvin med hensyn til ammoniak og lugt. [Meddelelse nr. 843. Videncenter for Svineproduktion.](#)
- [11] Aarnink, A.J.A, A.Hol og G.M.Nijeboer (2008). Ammonia emission factor for using benzoic acid (1 % VevoVital®) in the diet of growing-finishing pigs. Animal Sciences Group of Wageningen UR. Report 133. 21 pp.

## Deltagere

Gruppeleder Thomas Lund Sørensen, Videncenter for Svineproduktion  
Staldmedarbejder Tommi Højmark Pedersen, Videncenter for Svineproduktion  
Stationsleder Peter Juhl Rasmussen, Videncenter for Svineproduktion  
Statistiker Mai Britt Friis Nielsen, Videncenter for Svineproduktion

**Afprøvning nr.:** 1078

# Appendiks 1

## Staldudformning

Antal sektioner	6
Areal pr. sektion	4,84 meter × 6,00 meter
Loftshøjde	2,50 meter
Antal stier pr. sektion	2
Antal grise	16 grise pr. sti, 32 grise pr. sektion
Stidimensioner	2,40 meter × 4,80 meter
Hvileareal	1/3 drænet gulv af betonelementer, bjælkebredde 15 cm og spaltebredde 1,8 cm
Gødeareal	2/3 betonspaltegulv, bjælkebredde 6,5 cm og spaltebredde 2,0 cm
Gyllekumme	Én samlet gyllekumme under hver sti. Dybde til underkant af spalte: 60 cm. Spalterne er cirka 10 cm tykke
Inventar	Lukkede stiadskillelser, men åbne i gødeareal
Overbrusning	Én dyse pr. sti over gødeareal (i vinterperioden overbruses ikke)
Ventilation	Diffus ventilation (luftindtag via mineraluld og træbeton)
Fodring	Én simpel tørfoderautomat pr. sti. Tørfoder ad libitum
Vandtildeling	Én drikkekop pr. sti
Rode/beskæftigelse	Træklods / i perioder reb

## Appendiks 2

### Foderets råvaresammensætning

	1 - Kontrol	2 – Kontrol + 1 % benzoesyre	3 – Lavt svovlindhold + 1 % benzoesyre	
			Fase 1	Fase 2
<b>Råvarer, pct.</b>			Fase 1	Fase 2
Byg	20,9	19,7	22,5	26,6
Hvede	50,0	50,0	50,0	50,0
Sojaskrå, afskallet	17,1	17,3	21,0	17,5
Rapskage, Scanola	7,0	7,0	0	0
Vegetabilsk olie	1,25	1,25	1,35	1,16
Melasse, roe	1,30	1,30	1,30	1,30
Benzoesyre	0	1,00	1,00	1,00
Foderkridt	1,16	1,16	1,32	1,13
Monocalciumfosfat	0,50	0,50	0,68	0,52
Fodersalt	0,37	0,37	0,35	0,36
L-lysinhydrochlorid, 98,5 %	0,14	0,13	0,15	0,12
DL-methionin, 100 %	0,02	0,02	0,05	0,03
L-treonin, 98,5 %	0,02	0,02	0,03	0,02
Vitamin- og mineralpremix <sup>1</sup>	0,22	0,22	0,22	0,22
Microgrits (farveflager)	0,05	0,05	0,05	0,05

<sup>1</sup>) Inkl. Phyzyme XP.

### Foderets beregnede indhold af mineraler og aminosyrer

	1 - Kontrol	2 – Kontrol + 1 % benzoesyre	3 – Lavt svovlindhold + 1 % benzoesyre	
			Fase 1	Fase 2
			Fase 1	Fase 2
Svovl, gram pr. FEsv	1,90	1,90	1,67	1,58
Calcium, gram pr. FEsv	6,5	6,5	7,0	6,0
Fosfor, gram ford. pr. FEsv	2,4	2,4	2,5	2,2
Råprotein, gram ford. pr. FEsv	130	130	132	121
Lysin, gram ford. pr. FEsv	7,4	7,4	7,7	6,7
Methionin, gram ford. pr. FEsv	2,3	2,3	2,4	2,1
Cystin, gram ford. pr. FEsv	2,5	2,5	2,4	2,3
Treonin, gram ford. pr. FEsv	4,9	4,9	5,0	4,5

## Appendiks 3

Blandingernes beregnede og analyserede indhold af næringsstoffer

Foder	1 – Kontrol		2 – Kontrol + 1 % benzoesyre	
	Beregnet	Analyseret <sup>1</sup>	Beregnet	Analyseret <sup>1</sup>
FEsv pr. 100 kg	108	107,6	108	106,2
Vand, pct.	13,7	13,6	13,6	13,5
Råprotein, pct.	16,8	16,7	16,7	17,0
Svovl, gram/kg	2,06	1,98	2,05	1,98
Calcium, gram/kg	7,1	6,2	7,0	6,1
Fosfor, gram/kg	4,8	4,7	4,8	4,7
Lysin, gram/kg	9,4	9,4	9,4	9,4
Methionin, gram/kg	2,8	2,8	2,8	2,8
Cystin, gram/kg	3,2	3,3	3,2	3,3
Treonin, gram/kg	6,3	6,5	6,3	6,5
Benzoesyre, mg/kg	0	50	10000	9240

<sup>1)</sup> Ni analyser af råprotein, seks analyser af FEsv, mineraler og aminosyrer og tre analyser af benzoesyre pr. blanding.

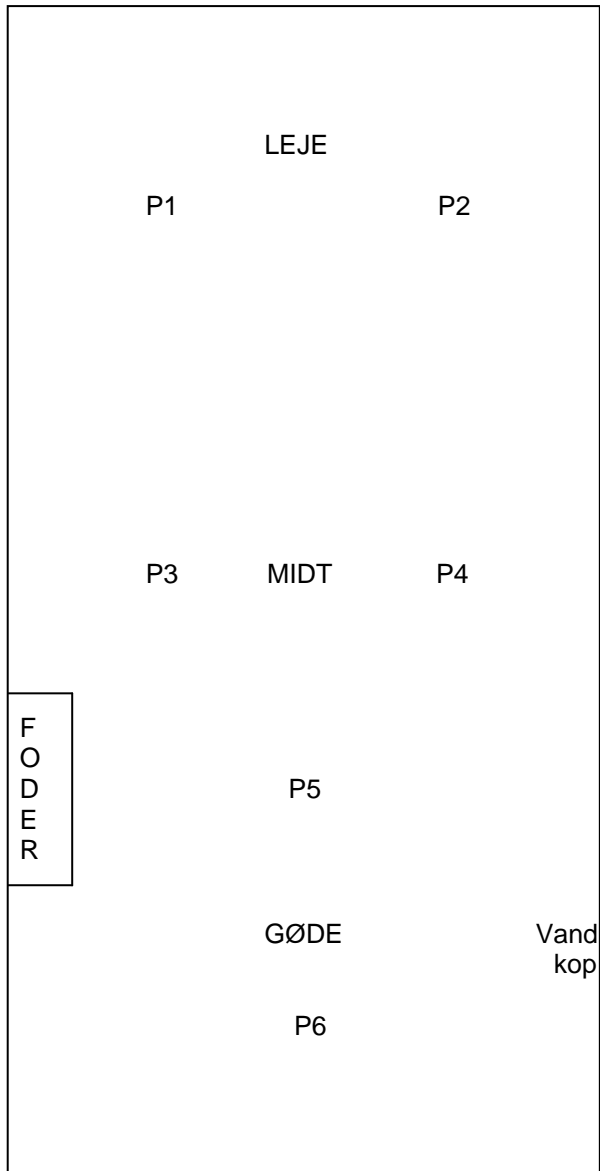
Foder	3 – Lavt svovlindhold + 1 % benzoesyre			
	Fase 1		Fase 2	
	Beregnet	Analyseret <sup>1</sup>	Beregnet	Analyseret <sup>1</sup>
FEsv pr. 100 kg	108	107,2	108	107,4
Vand, pct.	13,7	13,8	13,9	13,7
Råprotein, pct.	16,8	16,9	15,5	15,7
Svovl, gram/kg	1,82	1,83	1,72	1,70
Calcium, gram/kg	7,6	6,8	6,5	5,9
Fosfor, gram/kg	4,8	4,8	4,3	4,4
Lysin, gram/kg	9,5	9,6	8,4	8,5
Methionin, gram/kg	2,9	2,8	2,5	2,5
Cystin, gram/kg	3,0	3,1	2,9	2,9
Treonin, gram/kg	6,2	6,4	5,7	5,9
Benzoesyre, mg/kg	10000	9350	10000	9330

<sup>1)</sup> Ni analyser af råprotein, seks analyser af FEsv, mineraler og aminosyrer og tre analyser af benzoesyre pr. blanding.



# Appendiks 4

## Udtagningspunkter til pH-målinger



P1: 0,8 meter fra bagvæg; 0,6 meter fra skillerum

P2: 0,8 meter fra bagvæg; 0,6 meter fra væg

P3: 2,4 meter fra bagvæg; 0,6 meter fra skillerum

P4: 2,4 meter fra bagvæg; 0,6 meter fra væg

P5: 1,6 meter fra forværk; 1,2 meter fra skillerum

P6: 0,7 meter fra forværk; 1,2 meter fra skillerum

P1 + P2; P3 + P4; samt P5 + P6 blev udtaget parvist i samme prøveglas inden pH-målingen.

# Appendiks 5

## Produktionsresultater og beregnet kvælstofudskillelse

Gruppe	1 - Kontrol	2 – Kontrol + 1 % benzoesyre	3 – Lavt svovlindhold + 1 % benzoesyre
Antal grise indsat, stk.	192	192	192
Antal grise leveret, stk.	165	170	171
Vægt ved indsættelse, kg	32,5	32,7	32,6
Slagtevægt, kg	82,1	83,9	85,6
Daglig tilvækst, gram	912	947	977
Foder pr. svin dagligt, FEsv	2,59	2,65	2,74
Foder pr. kg tilvækst, FEsv	2,84	2,80	2,80
Gennemsnitlig kødprocent	59,9	59,5	59,3
Døde og kasserede, pct.	1,7	1,1	0,6
N ab dyr, gram pr. svin <sup>1</sup>	3076	3268	3051
N ab dyr, gram pr. svin <sup>1</sup> (32-107 kg)	3070	3133	2798

<sup>1</sup>) Beregnet med foderforbrug, kødprocent og råprotein som i afprøvningen.

# Appendiks 6

## Balanceregnskab, kvælstof

Gruppe	1 – Kontrol	2 – Kontrol + 1 % benzoesyre	3 – Lavt svovlindhold + 1 % benzoesyre
Antal foderdage	14.233	14.319	14.413
Kg tilvækst	12.981	13.560	14.081
Tildelt N med foder, kg	913,4	970,2	951,6
- Indlejret N i grise, kg (teoretisk tal <sup>1</sup> )	384,2	401,4	416,8
= N ab dyr, kg	529,1	568,8	534,8
- målt N fordampet, kg	85,5	79,4	79,6
= N i gylle ab stald, kg	443,6	489,4	455,2
/ målt gylle ab stald, kg (1,025 kg/l)	78.458	81.700	78.133
= N pr. kg gylle, g (balanceregnskab)	5,65	5,99	5,83
<b>Analyseret N pr. kg gylle, gram (tabel 3)</b>	<b>5,86</b>	<b>5,99</b>	<b>6,09</b>
Fordampet N i pct. af N ab dyr	16	14	15

1) 29,6 gram N pr. kg tilvækst.

## Balanceregnskab, svovl

Gruppe	1 – Kontrol	2 – Kontrol + 1 % benzoesyre	3 – Lavt svovlindhold + 1 % benzoesyre
Antal foderdage	14.233	14.319	14.413
Kg tilvækst	12.981	13.560	14.081
Tildelt S med foder, kg	67,68	70,62	64,40
- Indlejret S i grise, kg (teoretisk tal <sup>1</sup> )	16,88	17,63	18,31
= S ab dyr, kg	50,80	52,99	46,09
- målt S fordampet <sup>2</sup> , kg	8,95	8,23	6,80
= S i gylle ab stald, kg	41,85	44,76	39,29
/ målt gylle ab stald, kg (1,025 kg/l)	78.458	81.700	78.133
= S pr. kg gylle, gram (balanceregnskab)	0,53	0,55	0,50
<b>Analyseret S pr. kg gylle, gram (tabel 3)</b>	<b>0,36</b>	<b>0,38</b>	<b>0,38</b>
Fordampet S i pct. af S ab dyr	18	16	15

1) 1,3 gram S pr. kg tilvækst [10].

2) Målt S fra svovlbrinte tillagt 5 pct. på grund af fordampning af andre svovlholdige stoffer, bl.a. methanthiol og dimethylsulfid.

## Balanceregnskab, benzoesyre

Gruppe	1 – Kontrol	2 – Kontrol + 1 % benzoesyre	3 – Lavt svovlindhold + 1 % benzoesyre
Antal foderdage	14.233	14.319	14.413
Kg tilvækst	12.981	13.560	14.081
Tildelt benzoesyre med foder, kg	1,71	329,6	342,4
/ målt gylle ab stald, kg (1,025 kg/l)	78.458	81.700	78.133
= benzoesyre pr. kg gylle, gram (balance)	0,02	4,03	4,38
<b>Analyseret benzoesyre pr. kg gylle, gram (tabel 3)</b>	<b>0,67</b>	<b>3,50</b>	<b>3,79</b>

# Appendiks 7

Klima- og ventilationsforhold, samt gennemsnit af målte CO<sub>2</sub>- og NH<sub>3</sub>-koncentrationer

Runde	Antal måledage	Udetemperatur	Gruppe	Staldtemperatur	Ventilationsydelse	CO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	Ammoniakemission <sup>1</sup>
		°C		°C	m <sup>3</sup> /time/gris	ppm	ppm	Gram NH <sub>3</sub> -N pr. gris pr. time
1	83	6,9	1	16,3	44	1460	9,7	0,250
			2	17,6	43	1530	9,6	0,230
2	74	15,2	1	22,1	66	1050	7,5	0,280
			2	21,8	63	1050	7,0	0,240
3	74	5,7	1	18,7	29	1850	13,5	0,230
			2	18,2	33	1730	11,3	0,210

1) Gennemsnit for hele produktionsperioden, det vil sige fra cirka 33–110 kg.

# Appendiks 8

## Målte lugtkoncentrationer

Runde	Antal måledage <sup>1</sup>	Måleperiode	Gruppe	Ventilationsydelse	Lugtkoncentration, (OU <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> )	
				m <sup>3</sup> /time/gris <sup>2</sup>	Gns. <sup>3</sup>	Min. – Max.
1	5	apr. - maj	1	58	1460	410 - 3250
			2	57	1410	260 - 3440
			3	56	1390	340 - 3440
2	5	juli – aug.	1	83	590	180 - 2050
			2	83	450	190 – 720
			3	81	540	300 – 1370
3	5	okt. – nov.	1	37	770	290 – 1630
			2	37	610	200 – 1150
			3	37	700	290 - 1290

- 1) Der blev udtaget to lugtprøver pr. staldsektion pr. måledag x to staldsektioner pr. gruppe = fire lugtprøver pr. gruppe pr. måledag.
- 2) Den aktuelle ventilationsydelse under prøveudtagningen.
- 3) Gennemsnit af i alt 20 lugtprøver pr. gruppe pr. runde.