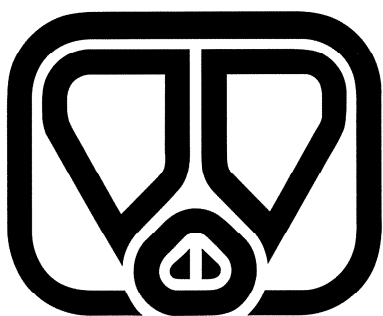


ir. C.M.C. van der Peet-  
Schwering  
ir. N. Verdoes  
ing. J.G. Plagge

# Invloed van benzoëzuur in het voer op de technische resultaten en urine-pH van vleesvarkens

*Influence of benzoic acid in  
the diet on performance  
and urine pH of growing  
and finishing pigs*



**Praktijkonderzoek Varkenshouderij**

Locatie:  
Varkensproefbedrijf  
"Noord- en Oost-Nederland"  
Drosteweg 8  
8101 NB Raalte  
tel. 0572 - 35 21 74

Proefverslag nummer P 1.212  
september 1998  
ISSN 0922 - 8586

# INHOUDSOPGAVE

	SAMENVATTING	3
	SUMMARY	4
1	INLEIDING	5
2	MATERIAAL EN METHODE	6
2.1	Proefdieren en proefomvang	6
2.2	Proefbehandelingen	6
2.3	Proefindeling	6
2.4	Voer en drinkwater	6
2.5	Huisvesting en klimaat	6
2.6	Waarnemingen	
2.6.1	Voermonsters	
2.6.2	Technische resultaten	
2.6.3	Urine en mest	
2.7	Gegevensverwerking	
3	RESULTATEN	9
3.1	Samenstelling van de proefvoerders	9
3.2	Mesterijresultaten en slachtkwaliteit	10
3.3	Uitval en gezondheid	11
3.4	Urine-pH, mest-pH en mestsamenstelling	12
3.5	Economische resultaten	15
4	DISCUSSIE EN CONCLUSIES	16
4.1	Mesterijresultaten en slachtkwaliteit	16
4.2	Urine-pH en pH van de mengmest	16
4.3	Mestproductie en mestsamenstelling	17
4.4	Conclusies	19
4.5	Betekenis voor de praktijk	19
	LITERATUUR	20
	BIJLAGEN	22
	REEDSEERDERVERSCHENENPROEFVERSLAGEN	24

© 1998, Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

## SAMENVATTING

De ammoniakemissie uit varkensstallen kan aanzienlijk beperkt worden door een combinatie van huisvestings- en voedingsmaatregelen. Uit onderzoek is gebleken dat door toevoeging aan het voer van een zuurmengsel dat 70% benzoëzuur bevatte, de ammoniakemissie daalde tot onder de Groen Label-norm van 1,5 kg ammoniak per dierplaats per jaar. Benzoëzuur is momenteel nog niet toegelaten in varkensvoer. In het kader van de registratie van benzoëzuur is op het Varkensproefbedrijf te Raalte een onderzoek uitgevoerd naar het effect van verschillende concentraties benzoëzuur in het voer op de technische resultaten, gezondheid, urine-pH (als indicatie voor de ammoniakemissie) en mestsamenstelling van individueel gehuisveste vleesvarkens. In het onderzoek zijn drie proefbehandelingen met elkaar vergeleken:

1. *0% benzoëzuur*. borgen en zeugen kregen een startvoer en een vleesvarkensvoer waaraan geen benzoëzuur toegevoegd was.
2. *1% benzoëzuur*. borgen en zeugen kregen een startvoer en een vleesvarkensvoer waaraan 1% benzoëzuur toegevoegd was.
3. *2% benzoëzuur* borgen en zeugen kregen een startvoer en een vleesvarkensvoer waaraan 2% benzoëzuur toegevoegd was.

De dieren zijn tweemaal daags gevoerd. Borgen en zeugen werden via verschillende voerschema's gevoerd. De watergift werd

gestuurd via een tijd klok. De dieren konden drinken van 7.30 uur tot 8.15 uur (na voeren), van 12.00 uur tot 12.15 uur, van 15.00 uur tot 15.45 uur (na voeren) en van 21 .00 uur tot 21.30 uur.

De belangrijkste resultaten en conclusies van het onderzoek zijn:

- Vleesvarkens die 1% benzoëzuur in het voer verstrekt krijgen groeien 40 gram per dag sneller, hebben een 0,1 gunstigere voederconversie en nemen iets meer voer op dan dieren die 0% of 2% benzoëzuur in het voer verstrekt krijgen. Vleesvarkens die 0% of 2% benzoëzuur in het voer verstrekt krijgen hebben vergelijkbare technische resultaten.
- Vleesvarkens die 1% of 2% benzoëzuur in het voer verstrekt krijgen hebben minder gezondheidsstoornissen (met name diarree) dan vleesvarkens die 0% benzoëzuur in het voer verstrekt krijgen.
- Het saldo per afgeleverd vleesvarken is bij de dieren die 1% benzoëzuur in het voer verstrekt krijgen respectievelijk f 10,- en f 14,80 hoger dan bij de dieren die 0% of 2% benzoëzuur in het voer verstrekt krijgen.
- De urine-pH en de pH van de mengmest worden duidelijk beïnvloed door het percentage benzoëzuur in het voer. Zowel de urine-pH als de pH van de mengmest dalen met een toenemende hoeveelheid benzoëzuur in het voer.
- Bij een lagere pH van de mest blijft er meer stikstof, in de vorm van ammoniumstikstof, achter in de mest.

## SUMMARY

Ammonia emission from pig houses can considerably be reduced by a combination of housing and feeding measures. Research at the Experiment Farm for Pig Husbandry at Raalte showed that adding an acidic mixture containing 70% of benzoic acid reduced ammonia emission to a level of 1.22 kg ammonia per pig place per year. Up to now benzoic acid has not been allowed yet in pig feed. As part of the registration of benzoic acid, an experiment was conducted to examine the effect of benzoic acid in the diet on the performance and health of growing and finishing pigs and on the pH of urine and slurry.

Three experimental treatments were compared using in total 60 individually housed growing and finishing pigs:

1. *0% of benzoic acid*: sows and barrows were fed a starter diet and a growing/finishing diet with 0% of benzoic acid;
2. *1% of benzoic acid*: sows and barrows were fed a starter diet and a growing/finishing diet with 1% of benzoic acid;
3. *2% of benzoic acid*: sows and barrows were fed a starter diet and a growing/finishing diet with 2% of benzoic acid.

All pigs were fed twice a day. Water was supplied four times a day.

The most important results and conclusions are:

- Pigs fed diets containing 1% of benzoic acid grew faster and had a better feed conversion ratio than pigs fed diets with 0% or 2% of benzoic acid. The growth rate was 40 g/d higher and the feed conversion ratio was 0.1 better. Pigs fed diets containing 0% and 2% of benzoic acid had the same performance.
- Pigs fed diets containing 1% or 2% of benzoic acid had less diarrhoea problems than pigs fed diets with 0% of benzoic acid.
- Gross margin per pig place per year was highest when pigs were fed diets containing 1% of benzoic acid. The difference between pigs fed diets with 0% and 2% of benzoic acid was Dfl 10.- and Dfl 14.80 respectively.
- The pH of the urine and slurry was influenced by the percentage of benzoic acid in the diet: the higher the percentage of benzoic acid in the diet, the lower the pH of the urine (7.52, 6.45 and 5.59 respectively) and slurry (8.18, 7.76 and 7.26 respectively).
- When the pH of the slurry is lower, there is more nitrogen in the form of ammonium-nitrogen in the slurry.

# 1 INLEIDING

De ammoniakemissie uit varkensstallen kan aanzienlijk beperkt worden door huisvestingsmaatregelen, door voedingsmaatregelen of door een combinatie van beiden. De voedingsmaatregelen staan momenteel sterk in de belangstelling, omdat daarmee de emissie bij de bron wordt aangepakt en de kosten van voedingsmaatregelen meestal lager zijn dan die van vrij ingrijpende huisvestingsmaatregelen. Begin 1997 is een onderzoeksproject afgesloten, waarin zowel voedings- (mengsel van zuren) als huisvestingsmaatregelen (bolle vloer, smal mestkanaal voorin, breed mestkanaal achterin, mest spleet, metalen driekantroosters) zijn toegepast om de ammoniakemissie te verminderen (Den Brok et al., 1997). Aan het startvoer werd 1% en aan het vleesvarkensvoer werd 2% van een zuurmengsel toegevoegd, dat 70% benzoëzuur bevatte. De pH van de urine werd door de toevoeging van het zuurmengsel duidelijk verlaagd. Hierdoor daalde de ammoniakemissie met 40%. De ammoniakemissie kwam (samen met de huisvestingsmaatregelen) onder de drempelwaarde (= 1,5 kg ammoniak per dierplaats per jaar) voor Groen Label. De voederconversie verbeterde significant door de toevoeging van het zuurmengsel. Naar ver-

wachting is benzoëzuur de component in het zuurmengsel die verantwoordelijk is voor de reductie van de ammoniakemissie. Dit wordt bevestigd door onderzoek van Canh et al. (1996).

Benzoëzuur is momenteel (september 1998) door het Productschap Diervoeder nog niet toegelaten in varkensvoer. Dit betekent dat benzoëzuur geen erkenning kan krijgen als emissie-arm systeem bij de Stichting Groen Label. Voordat benzoëzuur geregistreerd kan worden als toevoegmiddel aan vleesvarkensvoer moet eerst een dossier aangeleverd worden bij het Productschap Diervoeder met onder andere gegevens over het effect van benzoëzuur in het voer op de technische resultaten en gezondheid van de dieren. In het kader hiervan is op het Varkensproefbedrijf te Raalte een onderzoek uitgevoerd naar het effect van verschillende concentraties benzoëzuur in het voer op de technische resultaten, slachtkwaliteit, gezondheid, pH in de urine (als indicatie voor de ammoniakemissie) en mestsamenvorming van individueel gehuisveste vleesvarkens. Voor deze proef is bij het Productschap Diervoeder een ontheffing verkregen. Het onderzoek is uitgevoerd in samenwerking met DSM Special Products.

## 2 MATERIAAL EN METHODE

### 2.1 Proefdieren en proefomvang

Het onderzoek is uitgevoerd op het Varkensproefbedrijf "Noord- en Oost-Nederland" te Raalte met borgen en zeugen van het kruisingstype Gy,-beer x (Gy, x NL)-zeug. Op een gewicht van gemiddeld 24,3 kg zijn de biggen ingedeeld in de proef. De dieren zijn gelijktijdig opgelegd in de vleesvarkensstal. Op een levend gewicht van gemiddeld 108,9 kg zijn de dieren afgeleverd. Alle dieren zijn tegelijkertijd afgeleverd. De vleesvarkens waren individueel gehuisvest. Het onderzoek omvatte één ronde van zestig dieren en heeft van februari tot en met mei 1998 gelopen.

### 2.2 Proefbehandelingen

In het onderzoek zijn drie proefbehandelingen met elkaar vergeleken:

- 1 0% *benzoëzuur* borgen en zeugen kregen een startvoer en een vleesvarkensvoer verstrekt waaraan geen benzoëzuur toegevoegd was.
- 2 1% *benzoëzuur*: borgen en zeugen kregen een startvoer en een vleesvarkensvoer verstrekt waaraan 1% benzoëzuur toegevoegd was.
- 3 2% *benzoëzuur* borgen en zeugen kregen een startvoer en een vleesvarkensvoer verstrekt waaraan 2% benzoëzuur toegevoegd was.

De grondstoffensamenstelling en de berekende chemische samenstelling van de voeders zijn weergegeven in bijlage 1. Benzoëzuur is niet nutritioneel ingerekend in het voer. Het startvoer met 1% benzoëzuur is niet apart gemaakt, maar werd verkregen door het startvoer zonder benzoëzuur en het startvoer met 2% benzoëzuur in een verhouding van 1:1 op het proefbedrijf te mengen.

### 2.3 Proefindeling

In het onderzoek is een blokkenindeling toegepast. De dieren in de hokken binnen een blok waren zoveel mogelijk aan elkaar gelijk

wat betreft kruisingstype, gewicht en leeftijd. Elk blok bestond uit drie borgen of uit drie zeugen. Binnen een blok werden de dieren willekeurig toegewezen aan een proefbehandeling. De twintig blokken werden door loting over de afdeling verdeeld.

### 2.4 Voer en drinkwater

De borgen en zeugen zijn gedurende de gehele mestperiode tweemaal daags gevoerd via verschillende voerschema's (bijlage 2). Het voer werd handmatig verstrekt. De eerste vier weken na opleg kregen alle dieren startvoer verstrekt. In week 5 werd geleidelijk overgeschakeld op vleesvarkensvoer. Vanaf week 5 na opleg tot afleveren kregen de dieren vleesvarkensvoer verstrekt. Alle voeders zijn in één keer aangemaakt uit dezelfde batches grondstoffen. De varkens kregen beperkt drinkwater verstrekt via een nippel in de trog. De watergift werd gestuurd door een tijd klok. De dieren konden drinken van 7.30 uur tot 8.15 uur (na voeren), van 12.00 uur tot 12.15 uur, van 15.00 uur tot 15.45 uur (na voeren) en van 21.00 uur tot 21.30 uur.

### 2.5 Huisvesting en klimaat

Het onderzoek is uitgevoerd in een afdeling met zestig hokken voor individueel gehuisveste vleesvarkens. De hokken waren 1 m breed en 2 m lang. De vloer bestond uit een dichte vloer van 1 m lang en vervolgens een metalen driekantrooster van 1 m. Onder elk hok was een aparte mestopvangput (0,91 m breed, 1,35 m lang en 0,40 m diep) aanwezig, voorzien van een afvoerstop. Het rooster achter het hok was opklapbaar, zodat eenvoudig mestmonsters genomen konden worden uit de mestopvangputten. De verse lucht werd direct van buiten aangevoerd via kleppen in de zijmuur. De afvoer van de lucht geschiedde mechanisch via twee ventilatiekokers. Op de dag van inleg werd de afdelingstemperatuur ingesteld op 24°C, dalend naar 22°C vijftien dagen na opleg en naar 20°C dertig dagen na opleg. Vanaf dertig dagen na opleg tot het eind van

de ronde bleef de afdelingstemperatuur op 19°C ingesteld. De instelling van de minimum- en de maximumventilatie was respectievelijk 10 en 100 m<sup>3</sup> per dier per uur. De bandbreedte varieerde, afhankelijk van de buitentemperatuur, van 3 -5°C.

## 2.6 Waarnemingen

### 2.6.1 Voermonsters

Van de startvoerders met 0% en 2% benzoëzuur en van de drie vleesvarkensvoerders zijn voor aanvang van de proef monsters genomen om de concentratie benzoëzuur te bepalen. Gedurende het onderzoek zijn van alle voeders verzamelmonsters genomen. Deze verzamelmonsters zijn gemaakt door wekelijks een kleine hoeveelheid voer (100 gr) in een plastic potje te doen. De zes voermonsters (één van elke voersoort en één van het mengsel van startvoer zonder benzoëzuur en startvoer met 2% benzoëzuur) zijn geanalyseerd op de gehalten aan droge stof, ruw eiwit, ruw vet, ruwe celstof, anorganische stof en calcium. Daarnaast zijn de pH en de buffercapaciteit bepaald. De pH van het voer is bepaald door 20 gram voer op te lossen in 100 ml water en dit een half uur te laten staan. Vervolgens is de pH gemeten. De buffercapaciteit is bepaald door 5 gram voermonster 1 uur bij 37°C te incuberen met 50 ml 0,1 molair HCl. Een gedeelte van het zuur wordt door het voer gebonden. De overmaat aan zuur wordt bepaald door een terugtitratie met 0,1 molair NaOH naar een pH van 4. Vervolgens wordt hieruit de hoeveelheid gebonden zuur berekend.

### 2.6.2 Technische resultaten

Alle dieren zijn bij opleg, 26 dagen na opleg en bij afleveren gewogen. De hoeveelheid verstrekt voer is bij tussenweging, bij uitval en bij afleveren per dier geregistreerd. Aan de hand van deze gegevens zijn de volgende productiekennmerken berekend: groei per dag, voer- en EW-opname per dag en voeder- en EW-conversie. Van de geslachte varkens zijn de volgende gegevens verzameld: geslacht gewicht, aanhoudingspercentage, vleespercentage HGP, spekdikte, type-beoordeling en long- en leveronderzoek. Het optreden van ziekten en/of gebreken en de behandeling ervan zijn per dier geregistreerd.

Bij uitval van een dier zijn de datum, het gewicht en de oorzaak van uitval genoteerd.

### 2.6.3 Urine en mest

Elke drie weken (éénmaal tijdens de startvoerperiode) is gedurende een dag (tussen 8.00 uur en 12.00 uur en tussen 13.00 uur en 14.00 uur) van zoveel mogelijk dieren (circa 13 dieren per proefgroep) de urine opgevangen met behulp van conservenblikjes aan een lange stok. In de urinemonsters is ter plekke de pH bepaald. Indien van één dier meerdere monsters opgevangen konden worden, zijn de pH-waarden van deze monsters op die betreffende dag gemiddeld. Elke week is bij vijf dieren per proefbehandeling de pH van de bovenlaag van de mengmest gemeten. Steeds werd bij dezelfde dieren de pH van de mengmest gemeten. De mest in de mestputjes bleek niet homogeen gemengd. De dikke mest (vooral faeces) lag vooral voor in de mestput, terwijl de dunne mest (vooral urine) verspreid was over de hele mestput. Daarom is de pH op twee plaatsen in de mestput gemeten. Bij de analyse zijn deze waarden gemiddeld. Na afloop van de mestronde is in alle hokken de mest gehomogeniseerd. Hierna is het mestniveau gemeten en is in alle hokken een monster genomen van de mengmest. Tevens werd van de homogene mest ter plekke de pH bepaald. De mestmonsters zijn op het Milieulaboratorium van IMAG-DLO te Wageningen geanalyseerd op pH, as, stikstof totaal, ammoniumstikstof, totaal fosfor en droge stof.

## 2.7 Gegevensverwerking

De kengetallen groei, voer- en EW-opname, voeder- en EW-conversie, vleespercentage, spekdikte, aanhoudingspercentage (= geslacht gewicht/gewogen eindgewicht x 100%) en saldo per afgeleverd vleesvarken zijn geanalyseerd met behulp van variantieanalyse (SAS, 1990) om vast te stellen of verschillen al dan niet op toeval berusten. Uitgevallen dieren zijn niet meegenomen in de berekeningen. Het model, waarin het individuele dier de kleinste eenheid is, zag er als volgt uit:

$$y = \mu + \text{blok} + \text{behandeling} + \text{rest.}$$

Met behulp van de chi-kwadraattoets is nagegaan of er tussen de proefbehandelingen verschillen waren in het aantal uitgevalen dieren, het aantal veterinair behandelde varkens en het aantal dieren met long- en/of leverafwijkingen. Het aantal varkens per type-klasse (AA, A, B/C) is geanalyseerd met het drempelmodel van McCullagh (Oude Voshaar, 1994).

De gegevens aangaande de urine-pH, de pH van de mengmest en de mest samenstelling zijn ook geanalyseerd met behulp van variantie-analyse (SAS, 1990) met het volgende model:

$$y = \mu + \text{dagen na opleg} + \text{sexe} + \text{behandeling} + \text{sexe} * \text{behandeling} + \text{rest.}$$



Vleesvarkensstal met individuele plaatsen op het Varkensproefbedrijf in Raalte



### 3 RESULTATEN

#### 3.1 Samenstelling van de proefvoerders

De resultaten van de chemische analyses van de proefvoerders zijn weergegeven in tabel 1.

Uit tabel 1 blijkt dat de geplande en de werkelijke hoeveelheid benzoëzuur in de verschillende voeders goed met elkaar overeen komen. De geanalyseerde ruw-eiwitgehalten zijn in alle voeders iets hoger dan de vooraf berekende gehalten (bijlage 1). Het geanalyseerde

en het vooraf berekende ruw-vetgehalte in het startvoer en vleesvarkensvoer zonder benzoëzuur komen goed met elkaar overeen. In de voeders met benzoëzuur zijn de geanalyseerde ruw-vetgehalten hoger dan de vooraf berekende waarden. Dit is het gevolg van de gehanteerde analysemethode voor de bepaling van het ruw-vetgehalte, waarbij benzoëzuur geheel of gedeeltelijk geanalyseerd wordt als ruw vet (Den Brok et al., 1997). In de startvoerders zijn de geanalyseerde calcium-

Tabel 1: Geanalyseerde chemische samenstelling van de proefvoerders (g/kg)

	startvoer			vleesvarkensvoer		
	0‰	1‰	2‰	0%	1%	2%
benzoëzuur	< 1	n.b. <sup>1</sup>	19	<1	10	20
droge stof	879	883	881	886	888	891
ruw eiwit	184	180	179	163	165	161
ruw vet	40	46	50	52	60	63
ruwe celstof	46	42	40	67	67	68
anorganische stof	63	63	60	59	57	58
calcium	93,	90,	8,8	5,0	5,2	4,8
PH	555' 56	5 2	5 0	5 8	5 3	5 0
buff ercapaciteit (mEq/kg)		535'	469'	415'	398'	359'

<sup>1</sup> n.b. = niet bepaald

Tabel 2: Mesterijresultaten van opleg tot afleveren van vleesvarkens die 0%, 1% of 2% benzoëzuur in het voer verstrekt kregen

	0% benzoëzuur	1% benzoëzuur	2% benzoëzuur	SEMI	Significantie <sup>2</sup>
aantal dieren	20	19	20		
begingewicht (kg)	24,2	24,3	24,3		
eindgewicht (kg)	107,3	111,6	107,7		
dagen	97	97	97		
groei (g/d)	857 <sup>a</sup>	898 <sup>b</sup>	858 <sup>a</sup>	10,4	*
voeropname (kg/dag)	2,23 <sup>a</sup>	2,26 <sup>b</sup>	2,24 <sup>ab</sup>	0,010	*
voederconversie	2,61 <sup>a</sup>	2,52 <sup>b</sup>	2,62 <sup>a</sup>	0,029	*
EW-opname per dag	2,39 <sup>a</sup>	2,43 <sup>b</sup>	2,41 <sup>ab</sup>	0,010	*
EW-conversie	2,79 <sup>a</sup>	2,70 <sup>b</sup>	2,81 <sup>a</sup>	0,031	*

<sup>1</sup> SEM = gepoolde standaard error van het gemiddelde (een maat voor de nauwkeurigheid van de schatting van de gemeten variabele)

<sup>2</sup> Significantie: \* = (p ≤ 0,05)

<sup>a,b</sup> Gemiddelden met een verschillende letter binnen een rij zijn verschillend

gehalten 1,8 tot 2,3 g/kg hoger dan de vooraf berekende gehalten. In de vleesvarkensvoerders komen de geanalyseerde en vooraf berekende calciumgehalten goed met elkaar overeen. In het startvoer is de buffercapaciteit hoger dan in het vleesvarkensvoer. De buffercapaciteit daalt met een toenemende hoeveelheid benzoëzuur in het voer.

### 3.2 Mesterijresultaten en slachtkwaliteit

In tabel 2 zijn de mesterijresultaten van opleg tot afleveren per proefbehandeling weergegeven. Het eindgewicht is het levend gewogen eindgewicht.

Uit tabel 2 blijkt dat de vleesvarkens die 1% benzoëzuur in het voer verstrekt kregen duidelijker sneller groeiden, een gunstigere voeder- en EW-conversie hadden en meer voer opnamen dan de vleesvarkens die geen of 2% benzoëzuur in het voer verstrekt kregen. Tussen de dieren die geen of 2% benzoëzuur in het voer verstrekt kregen zijn er geen verschillen in technische resultaten.

In tabel 3 zijn de mesterijresultaten van opleg tot de tussenweging op een gewicht van circa 43 kg weergegeven.

Tabel 3: Mesterijresultaten van opleg tot circa 43 kg van vleesvarkens die 0%, 1% of 2% benzoëzuur in het voer verstrekt kregen

	0% benzoëzuur	1% benzoëzuur	2% benzoëzuur	SEMI	Significantie <sup>2</sup>
aantal dieren	20	19	20		
begingewicht (kg)	24,2	24,3	24,3		
tussengewicht (kg)	42,7	43,1	42,5		
groei (g/d)	712	724	699	10,8	n.s.
voeropname (kg/dag)	1,42	1,43	1,42	0,003	n.s.
voederconversie	2,01	1,98	2,05	0,030	n.s.
EW-opname per dag	1,54	1,54	1,54	0,003	n.s.
EW-conversie	2,17	2,14	2,22	0,033	n.s.

<sup>1</sup> SEM = gepoolde standaard error van het gemiddelde (een maat voor de nauwkeurigheid van de schatting van de gemeten variabele)

<sup>2</sup> Significantie: n.s. = niet significant

Tabel 4: Mesterijresultaten van circa 43 kg tot afleveren van vleesvarkens die 0%, 1% of 2% benzoëzuur in het voer verstrekt kregen

	0% benzoëzuur	1% benzoëzuur	2% benzoëzuur	SEMI	Significantie <sup>2</sup>
aantal dieren	20	19	20		
tussengewicht (kg)	42,7	43,1	42,5		
eindgewicht (kg)	107,3	111,6	107,7		
groei (g/d)	910 <sup>a</sup>	962 <sup>b</sup>	917 <sup>a</sup>	12,7	*
voeropname (kg/dag)	2,52 <sup>a</sup>	2,57 <sup>b</sup>	2,55 <sup>ab</sup>	0,013	*
voederconversie	2,78 <sup>a</sup>	2,67 <sup>b</sup>	2,78 <sup>a</sup>	0,035	*
EW-opname per dag	2,70 <sup>a</sup>	2,75 <sup>b</sup>	2,73 <sup>ab</sup>	0,014	*
EW-conversie	2,98 <sup>a</sup>	2,86 <sup>b</sup>	2,98 <sup>a</sup>	0,037	*

<sup>1</sup> SEM = gepoolde standaard error van het gemiddelde (een maat voor de nauwkeurigheid van de schatting van de gemeten variabele)

<sup>2</sup> Significantie: \* = ( $p \leq 0,05$ )

<sup>a,b</sup> Gemiddelden met een verschillende letter binnen een rij zijn verschillend

Uit tabel 3 blijkt dat er in het traject van opleg tot eerste tussenweging geen significante verschillen zijn in mesterijresultaten tussen de dieren die verschillende hoeveelheden benzoëzuur in het voer verstrekt kregen.

In tabel 4 zijn mesterijresultaten van de tussenweging op een gewicht van circa 43 kg tot afleveren weergegeven.

Uit tabel 4 blijkt dat de vleesvarkens die 1% benzoëzuur in het voer verstrekt kregen duidelijk sneller groeiden, een gunstigere voeder- en EW-conversie hadden en iets meer voer opnamen dan de vleesvarkens die geen of 2% benzoëzuur in het voer verstrekt kregen. Tussen de dieren die geen of 2%

benzoëzuur in het voer verstrekt kregen zijn er geen verschillen in technische resultaten.

In tabel 5 zijn de resultaten van de classificatie van de geslachte dieren weergegeven.

Uit tabel 5 blijkt dat er tussen de dieren die verschillende hoeveelheden benzoëzuur in het voer verstrekt kregen geen verschillen zijn in aanhoudingspercentage, vleespercentage, spekdikte en type-beoordeling.

### 3.3 Uitval en gezondheid

In tabel 6 zijn het aantal uitgevallen dieren en het aantal individueel wegens gezondheidsstoornissen behandelde dieren weer-

Tabel 5: Slachtkwaliteit van vleesvarkens die 0%, 1% of 2% benzoëzuur in het voer verstrekt kregen

	0% benzoëzuur	1% benzoëzuur	2% benzoëzuur	SEM <sup>1</sup>	Significantie*
aantal dieren	20	19	20		
geslacht gewicht (kg)	84,0	88,2	85,1		
aanhoudings%	78,6	78,6	79,1	0,44	n.s.
vleespercentage	54,1	54,7	54,4	0,48	n.s.
spekdikte (mm)	18,4	17,4	17,7	0,63	n.s.
% dieren met type AA	15,0	15,8	5,0		
% dieren met type A	75,0	73,7	85,0		n.s.
% dieren met type B	10,0	10,5	10,0		

<sup>1</sup>SEM = gepoolde standaard error van het gemiddelde (een maat voor de nauwkeurigheid van de schatting van de gemeten variabele)

<sup>2</sup> Significantie: n.s.= niet significant

Tabel 6: Uitval en veterinaire behandelingen van vleesvarkens die 0%, 1% of 2% benzoëzuur in het voer verstrekt kregen

	0% benzoëzuur	1% benzoëzuur	2% benzoëzuur	Significantie <sup>1</sup>
aantal dieren opgelegd	20	20	20	
aantal dieren uitgevallen	0	1	0	n.s.
aantal dieren behandeld	10 <sup>a</sup>	1 <sup>b</sup>	3 <sup>b</sup>	**
reden van behandelen:				
- diarree	7 <sup>a</sup>	1 <sup>b</sup>	2 <sup>ab</sup>	*
- longaanandoening	3	0	0	
- diversen	0	0	1	

<sup>1</sup> Significantie: n.s.= niet significant; \* = ( $p \leq 0,05$ ); \*\* = ( $p \leq 0,01$ )

<sup>a,b</sup> Gemiddelden met een verschillende letter binnen een rij zijn verschillend

gegeven. Daarnaast is de reden van behandeling vermeld.

Uit tabel 6 blijkt dat er geen verschil is in het aantal uitgevallen dieren tussen de drie proefgroepen. Wel is er een verschil in het aantal dieren dat behandeld is wegens gezondheidsstoornissen. In de groep die geen benzoëzuur in het voer verstrekt kreeg zijn meer dieren behandeld tegen diarree dan in de twee andere groepen. Er zijn tussen de dieren die verschillende hoeveelheden benzoëzuur in het voer verstrekt kregen geen verschillen in de resultaten van het long- en leveronderzoek. Van de in totaal 59 dieren die beoordeeld zijn hadden er 56 geen aangetaste longen of een aangetaste lever.

### 3.4 Urine-pH, mest-pH en mestsamenstelling

In tabel 7 is de gemiddelde urine-pH weergegeven van de drie proefgroepen.

Uit tabel 7 blijkt dat de urine-pH significant beïnvloed wordt door het percentage benzoëzuur in het voer. Daarnaast blijkt ook het aantal dagen na opleg een duidelijke invloed te hebben op de urine-pH. De urine-pH is in het begin van de mestronde (in de startvoerperiode) hoger dan gedurende de rest van de mestperiode. In de afmestperiode stabiliseert de urine-pH zich bij alle drie de behandelingen. Het verloop van de urine-pH gedurende de mestperiode is voor de verschillende behandelingen weergegeven in figuur 1.

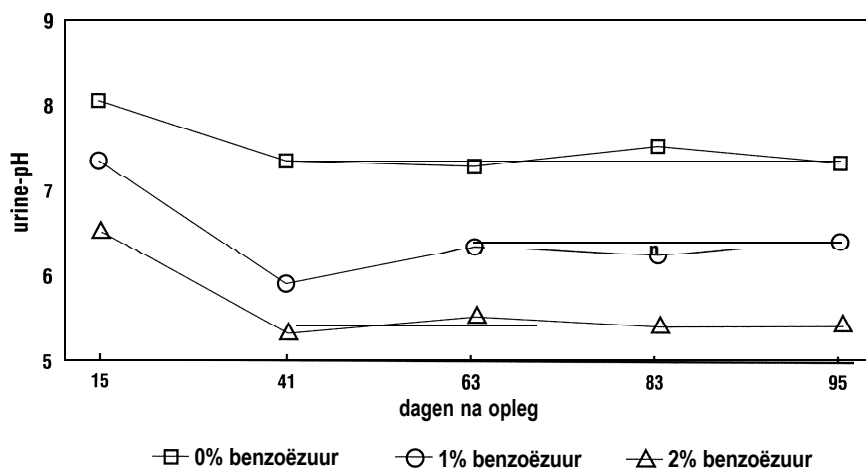
Tabel 7: Urine-pH van vleesvarkens die 0%, 1% of 2% benzoëzuur in het voer verstrekt kregen

	0% benzoëzuur	1% benzoëzuur	2% benzoëzuur	SEMI	Significantie*
aantal monsters	63	66	69		
urine-pH	7,52 <sup>a</sup>	6,45 <sup>b</sup>	5,59 <sup>c</sup>	0,071	***

1 SEM = gepoolde standaard error van het gemiddelde (een maat voor de nauwkeurigheid van de schatting van de gemeten variabele)

2 Significantie: \*\*\* = ( $p \leq 0,001$ )

a,b,c Gemiddelden met een verschillende letter binnen een rij zijn verschillend



Figuur 1: Verloop van de urine-pH van vleesvarkens die 0%, 1% of 2% benzoëzuur in het voer verstrekt kregen gedurende de mestperiode

In tabel 8 is de gemiddelde pH van de mengmest, die gedurende de mestronde iedere week is bepaald, weergegeven. De eerste pH-meting in de mengmest heeft plaatsgevonden op dag 26 na opleg. Vanwege het lage mestniveau in de putjes bleek het niet goed mogelijk om de pH in een eerder stadium betrouwbaar vast te stellen.

Uit tabel 8 blijkt dat er een significant effect is van de hoeveelheid benzoëzuur in het voer op de pH van de mengmest. Vanwege de bufferende werking van de organische stof in de faeces zijn de pH-waarden hier hoger dan de pH-waarden van de urine (tabel 7). Ook blijken de verschillen in pH

van de mengmest tussen de behandelingen kleiner te zijn dan de verschillen in pH van de urine. Daarnaast wordt de pH van de mengmest beïnvloed door het aantal dagen na opleg ( $p < 0,01$ ). Het verloop van de pH in de mengmest gedurende de mestperiode is voor de verschillende proefbehandelingen weergegeven in figuur 2.

Uit figuur 2 blijkt dat bij de dieren die 1% of 2% benzoëzuur in het voer verstrekt kregen, de pH van de mengmest in het begin van het mesterijtraject daalt en daarna vrij stabiel blijft. In de groep met 0% benzoëzuur is er gedurende het gehele mesterijtraject een dalende tendens van de pH in de mengmest aanwezig. Aan het eind van de mest-

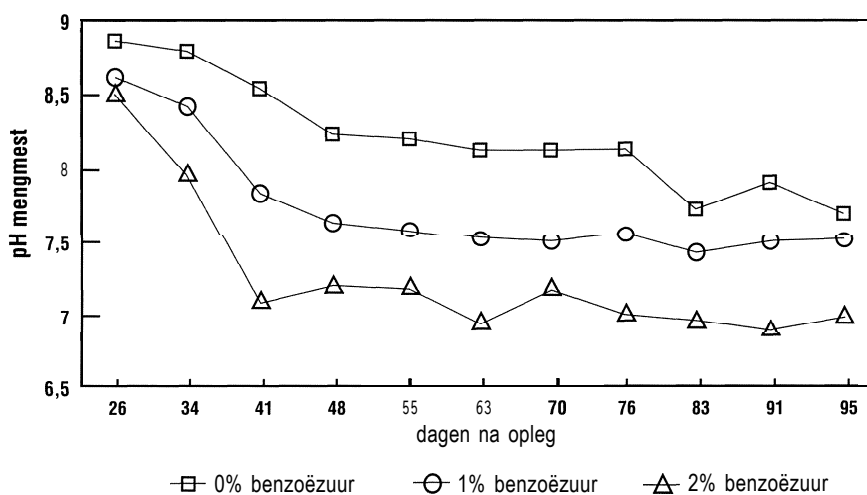
Tabel 8: pH van de mengmest van vleesvarkens die 0%, 1% of 2% benzoëzuur in het voer verstrekt kregen

	0% benzoëzuur	1% benzoëzuur	2% benzoëzuur	SEMI	Significantie*
aantal waarnemingen	55	55	55		
pH mengmest	8,18 <sup>a</sup>	7,76 <sup>b</sup>	7,26 <sup>c</sup>	0,060	***

1 SEM = gepoolde standaard error van het gemiddelde (een maat voor de nauwkeurigheid van de schatting van de gemeten variabele)

2 Significantie: \*\*\* = ( $p \leq 0,001$ )

a,b,c Gemiddelden met een verschillende letter binnen een rij zijn verschillend



Figuur 2: Verloop van de pH van de mengmest van vleesvarkens die 0%, 1% of 2% benzoëzuur in het voer verstrekt kregen gedurende de mestperiode

periode benadert de pH van de mengmest van de dieren die 0% benzoëzuur in het voer verstrekt kregen de pH van de dieren met 1% benzoëzuur in het voer.

In tabel 9 is de mestsamenstelling weergegeven, zoals die is gemeten na afleveren van de dieren. Het betreft gemiddelden van monsters die zijn genomen uit de gehomogeniseerde mest. De pH van de mengmest is bepaald direct na homogeniseren en op het laboratorium. In de groep met 1% benzoëzuur zijn twee hokken buiten beschouwing gelaten, één hok omdat de betreffende mestput niet waterdicht bleek te zijn en één hok omdat het dier tussentijds uitgevallen was.

Uit tabel 9 blijkt dat er tussen de dieren die 0% of 1% benzoëzuur in het voer verstrekt kregen geen verschillen zijn in pH van de mengmest. Bij de dieren die 2% benzoëzuur in het voer verstrekt kregen is de pH in de mengmest duidelijk lager. Dit effect was ook

al zichtbaar in figuur 2 aan het eind van de mestperiode, waar de pH van de mengmest in de groep met 2% benzoëzuur duidelijk lager was dan in beide andere groepen. De verschillen in de pH van de mest tussen de drie proefbehandelingen, zoals ze gemeten zijn na afleveren van de dieren, komen overeen met de verschillen in pH van de mengmest op dag 95 (figuur 2). De pH die op het laboratorium is bepaald, is steeds iets lager dan de pH die in de stal is bepaald.

Er zijn geen significante verschillen in de mestproductie per dier (in volume en kg droge stof) en het drogestofpercentage van de mest tussen de dieren uit de drie proefgroepen. De mestproductie per dier vertoont wel een grote spreiding. Deze spreiding komt tot uiting in het drogestofgehalte van de mest (van 5 tot 23%).

De dieren die 2% benzoëzuur in het voer verstrekt kregen hebben hogere gehalten aan totaal stikstof en ammoniumstikstof in de droge stof van de mest dan de dieren uit de twee andere proefgroepen. Ook de totale

Tabel 9: Mestproductie (exclusief reinigingswater) per dier en mestsamenstelling van vleesvarkens die 0%, 1% of 2% benzoëzuur in het voer verstrekt kregen

	0% benzoëzuur	1% benzoëzuur	2% benzoëzuur	SEMI	Significantie <sup>2</sup>
aantal monsters	20	18	20		
pH op bedrijf	7,46 <sup>a</sup>	7,56 <sup>a</sup>	7,00 <sup>b</sup>	0,08	***
pH op laboratorium	6,89 <sup>a</sup>	6,95 <sup>a</sup>	6,71 <sup>b</sup>	0,06	
mestproductie (l/dier)	212	189	234	16,9	n.s.
ds (%)	15,2	15,8	13,2	0,97	n.s.
ds (kg/dier)	29,0	27,7	28,5	1,04	n.s.
totaal-N (g/kg)	9,47	9,84	9,22	0,50	n.s.
totaal-N (g/kg ds)	64,5 <sup>a</sup>	63,2 <sup>a</sup>	71,4 <sup>b</sup>	1,74	**
totaal-N (kg/dier)	1,86 <sup>ab</sup>	1,76 <sup>a</sup>	2,03 <sup>b</sup>	0,08	
NH <sub>3</sub> -N (g/kg)	5,22	5,60	5,44	0,24	n.s.
NH <sub>4</sub> -N (g/kg ds)	36,5 <sup>a</sup>	36,3 <sup>a</sup>	42,8 <sup>b</sup>	1,60	**
NH <sub>4</sub> -N (kg/dier)	1,05 <sup>a</sup>	1,01 <sup>a</sup>	1,22 <sup>b</sup>	0,05	
% NH <sub>4</sub> -N	56,0 <sup>a</sup>	57,3 <sup>ab</sup>	59,6 <sup>b</sup>	0,85	
totaal-P (g/kg)	2,44 <sup>a</sup>	2,57 <sup>a</sup>	1,93 <sup>b</sup>	0,16	*
totaal-P (g/kg ds)	16,0 <sup>a</sup>	16,2 <sup>a</sup>	14,6 <sup>b</sup>	0,23	***
totaal-P (kg/dier)	0,46	0,45	0,42	0,02	n.s.
as (% van de ds)	28,0 <sup>a</sup>	27,2 <sup>ab</sup>	26,6 <sup>b</sup>	0,30	**

<sup>1</sup> SEM = gepoolde standaard error van het gemiddelde (een maat voor de nauwkeurigheid van de schatting van de gemeten variabele)

<sup>2</sup> Significantie: n.s. = niet significant; \* = ( $p \leq 0,05$ ); \*\* = ( $p \leq 0,01$ ); \*\*\* = ( $p \leq 0,001$ )

a,b,c Gemiddelden met een verschillende letter binnen een rij zijn verschillend

stikstofuitscheiding en de ammoniumstikstof-uitscheiding per dier zijn hoger bij de dieren die 2% benzoëzuur in het voer verstrekt kregen. Het aandeel ammoniumstikstof in de mest (uitgedrukt als percentage van totaal stikstof) is bij de dieren die 2% benzoëzuur in het voer verstrekt kregen significant hoger dan bij de dieren die 0% benzoëzuur in het voer verstrekt kregen.

De dieren die 2% benzoëzuur in het voer verstrekt kregen hebben een lager fosforgehalte in de mest. De totale P-uitscheiding per dier is echter niet significant verschillend tussen de dieren uit de drie proefgroepen. Voorts hebben de dieren die 2% benzoëzuur in het voer verstrekt kregen een lager asgehalte in de droge stof van de mest.

### 3.5 Economische resultaten

In tabel 10 zijn de resultaten van de economische berekening weergegeven. Voor de economische berekening zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- opbrengstprijis per kg (exclusief kwaliteits-toeslag):  
f 3,01
- biggenprijis bij 25 kg (inclusief vervoerskosten):  
f 99,00

- voerkosten:
  - startvoer met 0% benzoëzuur:  
f 44,60 per 100 kg
  - startvoer met 1% benzoëzuur:  
f 46,35 per 100 kg
  - startvoer met 2% benzoëzuur:  
f 48,10 per 100 kg
  - vleesvarkensvoer met 0% benzoëzuur:  
f 38,00 per 100 kg
  - vleesvarkensvoer met 1% benzoëzuur:  
f 39,75 per 100 kg
  - vleesvarkensvoer met 2% benzoëzuur:  
f 41,50 per 100 kg

- rente omlopend vermogen:

f 3,31

- kosten gezondheidszorg:

f 1,59 per % behandelde dieren +

f 4,00 per afgeleverd vleesvarken

(Huiskes et al., 1997)

- kosten voor uitval:

f 3,73

- overige kosten:

f 5,30

De prijzen (exclusief de prijzen van de voeders) zijn gebaseerd op KWIN-V (1997). De prijs van benzoëzuur is f 1,75 per kg.

Uit tabel 10 blijkt dat de dieren die 1% benzoëzuur in het voer verstrekt kregen een duidelijk hoger saldo per afgeleverd vleesvarken hebben dan de dieren die geen of 2% benzoëzuur in het voer verstrekt kregen.

Tabel 10: Saldo per afgeleverd vleesvarken van vleesvarkens die 0%, 1% of 2% benzoëzuur in het voer verstrekt kregen

	0% benzoëzuur	1% benzoëzuur	2% benzoëzuur	SEM <sup>1</sup>	Significantie <sup>2</sup>
opbrengst	f 247,57 <sup>a</sup>	f 262,14 <sup>b</sup>	f 250,46 <sup>a</sup>	3,51	*
big kosten	f 97,32	f 97,32	f 97,32		
voerkosten	f 85,06 <sup>a</sup>	f 90,21 <sup>b</sup>	f 93,35 <sup>c</sup>	0,38	***
diverse kosten <sup>3</sup>	f 17,13	f 16,51	f 16,50		
saldo per afgeleverd vleesvarken	f 48,06 <sup>a</sup>	f 58,10 <sup>b</sup>	f 43,29 <sup>a</sup>	3,48	*

<sup>1</sup> SEM = gepoolde standaard error van het gemiddelde (een maat voor de nauwkeurigheid van de schatting van de gemeten variabele)

<sup>2</sup> Significantie: \* = (p ≤ 0,05); \*\*\* = (p ≤ 0,001)

<sup>3</sup> Diverse kosten = rente omlopend vermogen + kosten gezondheidszorg + kosten voor uitval + overige kosten

a,b,c Gemiddelden met een verschillende letter binnen een rij zijn verschillend

## 4 DISCUSSIE EN CONCLUSIES

### 4.1 Mesterijresultaten en slachtkwaliteit

In dit onderzoek is nagegaan of er een effect is van 1% of 2% benzoëzuur in het voer op de technische resultaten en gezondheid van individueel gehuisveste vleesvarkens. Uit de resultaten bleek dat de vleesvarkens die 1% benzoëzuur in het voer verstrekt kregen 40 gram per dag sneller groeiden en een 0,09 gunstigere voederconversie hadden dan de dieren die geen benzoëzuur in het voer verstrekt kregen. Daarnaast hadden de dieren die 1% benzoëzuur in het voer verstrekt kregen minder gezondheidsproblemen (met name diarree). Het verstrekken van voer met 2% benzoëzuur leidde niet tot een verdere verbetering van de technische resultaten maar tot een verslechtering ten opzichte van de dieren die 1% benzoëzuur in het voer verstrekt kregen. De dieren die 2% benzoëzuur in het voer verstrekt kregen behaalden vergelijkbare technische resultaten als de dieren die geen benzoëzuur in het voer verstrekt kregen.

De toevoeging van benzoëzuur aan het voer heeft dus in eerste instantie een positief effect op de technische resultaten en gezondheid van vleesvarkens. Als echter een bepaald optimum overschreden wordt gaan de technische resultaten dalen. Vergelijkbare effecten zijn ook met andere zuren gevonden. Eckel et al. (1992) hebben een onderzoek uitgevoerd waarin biggen voeders verstrekt kregen, die 0, 0,6%, 1,2%, 1,8% of 2,4% mierenzuur bevatten. De biggen die 0,6% en 1,2% mierenzuur in het voer verstrekt kregen namen meer voer op, groeiden sneller en hadden een gunstigere voederconversie dan de biggen die geen mierenzuur in het voer verstrekt kregen. De biggen die 1,8% mierenzuur in het voer verstrekt kregen behaalden vergelijkbare technische resultaten als de controlegroep. De biggen die 2,4% in het mierenzuur in het voer verstrekt kregen behaalden aanmerkelijk slechtere technische resultaten dan de dieren uit de controlegroep. Eckel et al. (1992) veronderstelden dat de daling in technische resultaten bij hoge

toevoegingen van mierenzuur mogelijk het gevolg is van een verstoring van de zuurbalans van het dier als gevolg van te veel zuur. Mogelijk geldt dit ook bij hoge doseringen van benzoëzuur.

Er is relatief weinig onderzoek gedaan naar het effect van benzoëzuur in het voer op de technische resultaten van vleesvarkens. Den Brok et al. (1997) hebben een proef uitgevoerd waarin vleesvarkens een startvoer en vleesvarkensvoer verstrekt kregen waaraan respectievelijk 1% en 2% van een zuurmengsel toegevoegd was. Het zuurmengsel bevatte 70% benzoëzuur. De dieren die het zuurmengsel verstrekt kregen hadden een 0,08 gunstigere voederconversie dan de dieren die dit zuurmengsel niet verstrekt kregen. De resultaten van Den Brok et al. (1997) komen dus overeen met de resultaten van dit onderzoek. De betere technische resultaten die behaald worden met benzoëzuur in het voer kunnen mogelijk verklaard worden door een betere verteerbaarheid van de aminozuren. Uit onderzoek van Mroz et al. (1997) blijkt namelijk dat de vervanging van krijt door 2,4% calciumbenzoaat, de darmverteerbaarheid van de verschillende essentiële aminozuren met 1,6 tot 3,0 percentage-eenheden verhoogt en die van de verschillende niet-essentiële aminozuren met 2,0 tot 11,2 percentage-eenheden. De betere gezondheid van de dieren die benzoëzuur in het voer verstrekt kregen is mogelijk het gevolg van de bacteriostatische werking van zuren. Door diverse onderzoekers wordt aangegeven dat zuren de pH in het maag-darmkanaal verlagen waardoor proliferatie (= snelle vermenigvuldiging) van schadelijke bacteriën wordt tegengegaan (Kirchgesner en Roth, 1988; Gabert en Sauer, 1994).

### 4.2 Urine-pH en pH van de mengmest

De urine-pH en de pH van de mengmest worden beide beïnvloed door de hoeveelheid benzoëzuur in het voer. Bij de dieren die 2% benzoëzuur in het voer verstrekt kregen is de pH het laagst. Bij de dieren die geen benzoëzuur in het voer verstrekt kregen is de pH het hoogst. Soortgelijke resul-



taten zijn gevonden door Canh et al. (1996) en Den Brok et al. (1997). De pH van de mengmest is hoger dan de pH van de urine. Dit kan worden verklaard door de bufferende werking van de organische stof in de faeces.

In alle proefgroepen zijn de urine-pH en de pH van de mengmest het hoogst in het begin van het mesterijtraject. In deze periode krijgen de dieren startvoer verstrekt. In startvoer is het eiwitgehalte circa 20 g/kg hoger dan in vleesvarkensvoer. Uit onderzoek van Canh et al. (1998) is gebleken dat de pH van urine en mengmest beïnvloed worden door het eiwitgehalte in het voer. Zij vonden een hogere pH in de urine en mengmest bij hogere eiwitgehalten in het voer en een lagere pH bij lagere eiwitgehalten in het voer. De lagere ammoniumconcentratie in de mest bij lagere eiwitgehalten in het voer is waarschijnlijk de reden van de lagere pH (Sommer en Husted, 1995<sup>a</sup> en <sup>b</sup>; Canh et al., 1998). De hogere urine-pH en pH van de mengmest gedurende de startvoerperiode in dit onderzoek worden dus waarschijnlijk veroorzaakt door de hogere eiwitgehalten in de startvoerders ten opzichte van de vleesvarkensvoerders.

Bij de dieren die 1 of 2% benzoëzuur in het voer verstrekt kregen heeft de pH van de mengmest een vlak verloop gedurende de periode dat vleesvarkensvoer verstrekt wordt. De pH van de mengmest in de controlegroep (0% benzoëzuur) heeft een licht dalend verloop. Deze lichte daling is ook waargenomen door Muck en Steenhuis (1982) tijdens de opslag van mest in een mestsilo. Het dalende verloop wordt mogelijk veroorzaakt door de omzettingsprocessen in de mest, met name het ontwijken van CO<sub>2</sub> (Anderson et al., 1987) en de vorming van vluchtige vetzuren. Deze processen zullen in beide andere proefgroepen ook opgetreden zijn, maar het effect hiervan kan wellicht beter tot uiting komen bij mest met een hogere pH bij aanvang.

In figuur 2 is in de groep met 0% benzoëzuur een dip te zien in de pH tijdens de meting op dag 83. Bestudering van de waarnemingen wees uit dat op deze dag in drie mestputten een duidelijke dip en in twee mestputten een lichte daling gemeten is. De oorzaak hiervan is niet duidelijk aan te

geven. Omdat deze daling niet waargenomen is in de beide andere proefgroepen, is het niet waarschijnlijk dat het gelegen heeft aan de instelling of ijking van de apparatuur. De pH van de mengmest in de groep 0% benzoëzuur benadert aan het einde van de mestperiode de pH van de groep met 1% benzoëzuur. In de gehomogeniseerde mestput blijken er geen verschillen in pH van de mengmest te zijn tussen de dieren die 0% en 1% benzoëzuur in het voer verstrekt kregen. Dit ligt meer aan de daling van de pH van de mengmest in de controlegroep, dan dat de pH van de mengmest van de dieren die 1% benzoëzuur in het voer verstrekt kregen niet op een voldoende laag niveau zou blijven.

Gedurende het mesterijtraject is de pH in de bovenlaag van de mest (handmatig) gemeten. Na het afsluiten van de mestperiode is de pH nogmaals gemeten (ook handmatig) in de goed gehomogeniseerde mest. De pH-waarden na afloop van de proef liggen lager dan tijdens de mestperiode. De pH-waarden op het laboratorium (ongeveer één tot twee weken na afloop van de proef bepaald) blijken nog weer lager te liggen dan de waarden, die direct na afloop van de mestronde gemeten zijn. Dit laatste kan mogelijk voor een deel veroorzaakt zijn door een andere meetmethode op het laboratorium, maar de meest logische verklaring voor deze dalende tendens in de tijd zijn omzettingsprocessen in de mest, waarbij vluchtige vetzuren gevormd worden en CO<sub>2</sub> ontwijkt uit de mest.

#### 4.3 Mestproductie en mestsamenstelling

De vleesvarkens uit de drie proefgroepen produceerden gemiddeld 0,22 m<sup>3</sup> mest per vleesvarken. De omzetsnelheid bedroeg in dit onderzoek 3,65. Dit betekent dat de gemiddelde mestproductie per gemiddeld aanwezig vleesvarken per jaar 0,80 m<sup>3</sup> was, exclusief reinigingswater. Deze mestproductie is vrij laag. In het kader van het onderzoek "Praktijkcijfers Mestproductie Varkenshouderij" (LAMI, 1994) zijn op 25 vleesvarkensbedrijven, die via een trognippel water verstrekten aan de vleesvarkens, de mestproductie (inclusief reinigingswater) en het waterverbruik gemeten. De gemiddelde

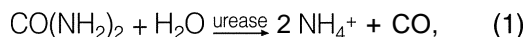
mestproductie op deze bedrijven bedroeg 1,11 m<sup>3</sup> per gemiddeld aanwezig vleesvarken per jaar. De mestproductie van de 25% bedrijven met de laagste mestproductie bedroeg echter 0,88 m<sup>3</sup> per gemiddeld aanwezig vleesvarken per jaar. Van het totale waterverbruik op deze bedrijven was circa 4% afkomstig van reinigingswater. Het reinigingswater komt volledig in de mest terecht. Als deze 4% opgeteld wordt bij de 0,80 m<sup>3</sup> die in dit onderzoek gevonden is, dan zou de mestproductie per gemiddeld aanwezig vleesvarken per jaar (inclusief reinigingswater) 0,83 m<sup>3</sup> zijn. Daarnaast was het oppervlak van de mestputten in dit onderzoek circa drie keer zo groot dan normaal gebruikelijk is in de praktijk. Dit betekent dat er meer vocht kan verdampen uit de mest. Volgens Wagenberg (1998) bedraagt de extra vochtverdamping circa 0,1 m<sup>3</sup> per vleesvarken per jaar. Als hiermee rekening gehouden wordt, dan is de mestproductie die in dit onderzoek gevonden is vergelijkbaar met de mestproductie van de 25% bedrijven met de laagste mestproductie in het LAMI onderzoek (1994).

Hoewel er significante verschillen in totaal-P per kg mest zijn gevonden (vanwege het verschil in drogestofpercentage), is de totale P-uitscheiding per dier niet wezenlijk verschillend tussen de drie proefgroepen. De fosfaatuitscheiding (= P x 2,29) voor de drie proefbehandelingen bedraagt respectievelijk: 1,05, 1,03 en 0,96 kg per afgeleverd vleesvarken. Van Wagenberg en Backus (1997) hebben een rekenprogramma ontwikkeld waarmee de fosfaatuitscheiding per dier berekend kan worden, onder meer afhankelijk van de technische resultaten. Indien de volgende uitgangspunten in dit programma worden ingebracht:

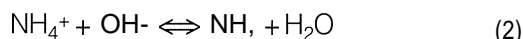
- groei van 900 gram per dag,
- voeropname van 2,25 kg per dag,
- verhouding start- en afmestvoer 20/80,
- P-gehalte in start- en afmestvoer respectievelijk 4,8 en 4,2 g/kg,

zou de berekende fosfaatuitscheiding 1,14 kg per afgeleverd vleesvarken zijn. De berekende en werkelijk gemeten waarde komen redelijk met elkaar overeen.

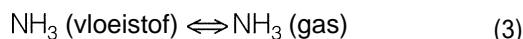
Ammoniak ontstaat hoofdzakelijk uit ureum in de urine, gekatalyseerd door het enzym urease uit de vaste mest, volgens de formule:



Vervolgens ontstaat in waterig milieu een evenwicht tussen het niet vluchtige ammonium en het vluchtige ammoniak. In formule:



Deze ammoniak in de mest vormt vervolgens een evenwicht met ammoniak in de lucht, volgens



In de mest van de dieren die 2% benzoëzuur in het voer verstrekt kregen is meer totaal-N per kg ds en meer kg totaal-N per dier aangetroffen. Ditzelfde verschijnsel doet zich voor bij het kenmerk NH<sub>3</sub>-N. Het aandeel ammoniumstikstof (uitgedrukt als percentage van totaal stikstof) in de mest is bij de dieren die 2% benzoëzuur in het voer verstrekt kregen significant hoger dan bij de dieren die 0% benzoëzuur in het voer verstrekt kregen. Indien meer zuur toegevoegd wordt aan het voer (en dus de pH van de mest lager wordt), mag worden verwacht dat er meer stikstof en met name meer NH<sub>3</sub>-N in de mest achterblijft. Dit wijst erop dat de vorming van ammonium uit ureum in alle behandelingen wel gewoon doorgaat (formule 1), maar dat bij een hogere benzoëzuurgift de omzetting van ammonium tot ammoniak (formule 2) en dus de vervluchtiging van ammoniak (formule 3) geremd wordt.

De weergegeven reactievergelijkingen zijn met behulp van fysisch-chemische wetmatigheden nader te kwantificeren (Verdoes, 1992; Elzing et al., 1992; Aarnink, 1997). Als de waarden van de pH van de mengmest (tabel 8) ingevoerd worden in de berekeningen van Verdoes (1992), is het niveau van de ammoniakemissie in de drie proefgroepen respectievelijk 100%, 39% en 12%. Hierbij is uitgegaan van een mesttemperatuur van 20°C, een gemiddeld ventilatiedebiet van 80 m<sup>3</sup>/uur/varken, een emitterend oppervlak in de mestkelder van 0,4 m<sup>2</sup> en een ammonium-N-concentratie van 5 gram per liter mest. Dit betreft dus alleen de emissie vanuit de mestkelder, waarbij is aangenomen dat de pH-waarden van de boven-

laag van de mengmest (ongeveer de bovenste 5 cm) bepalend zijn voor de emissie. Het is aannemelijk dat de bovenste millimeters van de mestlaag nog sterker de emissie bepalen. Voorts wordt de ammoniakemissie vanuit de stal sterk bepaald door de bevulling van de hokken en de dieren, wat niet meegenomen is in deze berekeningen. Hoewel er dus vele onzekerheden bij deze berekeningen bestaan, mag wel aangenomen worden dat de ammoniakemissie substantieel vermindert bij de gemeten reducties in urine-pH en mest-pH.

#### 4.4 Conclusies

- Vleesvarkens die 1% benzoëzuur in het voer verstrekt krijgen groeien sneller, hebben een gunstigere voederconversie en nemen meer voer op dan dieren die geen of 2% benzoëzuur in het voer verstrekt krijgen. Vleesvarkens die geen of 2% benzoëzuur in het voer verstrekt krijgen hebben vergelijkbare technische resultaten.
- Het saldo per afgeleverd vleesvarken is bij de dieren die 1% benzoëzuur in het voer verstrekt krijgen respectievelijk f 10,- en f 14,80 hoger dan bij de dieren die geen

of 2% benzoëzuur in het voer verstrekt krijgen

- De urine-pH en de pH van de mengmest worden duidelijk beïnvloed door het percentage benzoëzuur in het voer. Zowel de urine-pH als de pH van de mengmest dalen met een toenemende hoeveelheid benzoëzuur in het voer.
- Bij een lagere pH van de mest blijft er meer stikstof, in de vorm van ammoniumstikstof, achter in de mest.

#### 4.5 Betekenis voor de praktijk

Om de ammoniakemissie voldoende te kunnen reduceren moet de pH van de bovenlaag van de mest tijdens de mestperiode voldoende laag zijn. Deze bovenlaag bestaat met name uit urine. Gezien de resultaten van deze proef is de verwachting dat benzoëzuur in het voer een duidelijk effect zal hebben op de ammoniakemissie. Dit betekent dat als benzoëzuur geregistreerd wordt als toevoegmiddel aan vleesvarkensvoer, op een relatief simpele en goedkope manier een grote bijdrage geleverd kan worden aan de verlaging van de ammoniakemissie.

## LITERATUUR

- Aarnink, A.J.A. 1997. *Ammonia emission from houses for growing pigs as affected by pen design, indoor climate and behaviour*. Proefschrift LUW, 21 maart 1997.
- Anderson, G.A., R.J. Smith, D.S. Bundy and E.G. Hammonds 1987. *Model to Predict Gaseous Contaminants in Swine Confinement Buildings*. Journal of Agricultural Engineering Research 37: 235253.
- Brok, G.M. den, J.G.L. Hendriks, M.G.M. Vrieling en C.M.C. van der Peet-Schwing 1997. *Urine-pH, ammoniakemissie en technische resultaten na toevoeging aan het voer van organische zuren, met name benzoëzuur*. Proefverslag Pl. 194, Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen.
- Canh, T.T., A.J.A. Aarnink, Z. Mroz, and A.W. Jongbloed 1996. *Influence of dietary calcium salts and electrolyte balance on the urinary pH, slurry pH and ammonia volatilization from slurry of growing-finishing pigs*. IMAG-DLO report P 96-51, Wageningen.
- Canh, T.T., J.B. Schutte, A.J.A. Aarnink, D.J. Langhout and M.W.A. Verstegen 1998. *Reduction of ammonia emission by lowering protein content in diets of growing-finishing pigs*. IMAG-DLO/ILOB TNO Report no. I98-31085.
- Eckel, B., M. Kirchgessner und EX. Roth 1992. *Zum Einfluß von Ameisensäure auf tägliche Zunahmen, Futteraufnahme, Futterverwertung und Verdaulichkeit. 1. Mitteilung. Untersuchungen zur nutritiven Wirksamkeit von organischen Säuren in der Ferkelaufzucht*. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 67, 93-100.
- Elzing, A., W. Kroodsma, R. Scholtens en G.H. Uenk 1992. *Ammoniakemissiemetingen in een modelstelsel van een rundveestal: theoretische beschouwingen*. IMAG-DLO Wageningen. Rapport 92-3.
- Gabert, V.M. and W.C. Sauer 1994. *The effects of supplementing diets for weaning pigs with organic acids. A review*. Journal of Animal Feed Science, 3, 73-87.
- Huiskes, J.H., G.P. Binnendijk, A.I.J. Hoofs en M. Theissen 1997. *Groei-, slacht- en vleeskwaliteitsresultaten ten bij nakomelingen van twee verschillende eindberden*. Proefverslag P 1.189, Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen.
- Kirchgessner, M. und F.X. Roth 1988. *Ergotrope Effekte durch organische Säuren in der Ferkelaufzucht und Schweinemast*. Übersichten Tierernährung, 16, 93-108.
- LAM I 1994. *Onderzoek praktijkcijfers mestproductie varkenshouderij 1992 - 1994*. Stuurgroep Landbouw en Milieu Noord-Brabant.
- Muck, R.E. and TS. Steenhuis 1982. *Nitrogen losses from manure storages*. Agricultural Wastes 4: 41-54.
- Mroz, Z., A.W. Jongbloed, K. Partanen, K. Vreman, J.Th.M. van Diepen, P.A. Kemme and J. Kogut 1997. *The effect of dietary buffering capacity and organic acid supplementation (formic, fumaric or n-butyric acid) on digestibility of nutrients (protein, amino acids, energy and minerals), water intake and excreta production in growing pigs*. Report ID-DLO no. 97.014, Lelystad.
- Oude Voshaar, J.H. 1995 *Statistiek voor onderzoekers*. Wageningen Pers, Wageningen.
- SAS 1990. *SAS/STAT User's guide: Statistics (Release 6.04 Ed)*. SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA.
- Sommer, S.G. and S. Husted 1995a. *The chemical buffer system in raw and digested animal slurry* Journal of Agricultural Science, 124, 45-53.
- Sommer, S.G. and S. Husted 1995b. *A simple model of pH in slurry* Journal of Agricultural Science, 124, 447-453.

Verdoes, N. 1992. *Wanneer treedt ammoniak uit de mestvloeistof?* Interne notitie Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen.

Wagenberg, C.P.A. van en G.B.C. Backus 1997. *Effecten van maatregelen ter reductie van de mineralenuitscheiding door varkens*

*in het NUBL-gebied.* Proefverslag P1. 191, Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen.

Wagenberg, A.V. van 1998. *Persoonlijke mededeling.* Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen.

## BIJLAGEN

Bijlage 1: Grondstoffensamenstelling en berekende chemische samenstelling van de proefvoeders (g/kg)

	startvoer		vleesvarkensvoer		
	0‰	2‰	0‰	1‰	2‰
gerst	200	200	---	---	---
tarwe	100	100	100	100	100
triticale	100	100	25	25	25
erwten	50	50	75	75	75
tapioca	196,6	196,6	385,0	374,8	379,2
raapzaadschroot 00	---	---	100	99,1	80,4
sojaschroot	132,5	134,4	92,7	87,2	101,2
zonnebloemzaadschroot	40	33,6	75	75	70
tarwegries	25	25	39,6	49,2	41,7
rietmelasse	60	40	48,4	40	40
diermeel	56,2	60	12,7	16,1	18,7
veevoedervet	19,3	20,6	35,3	37,5	37,8
dl-methionine	0,76	0,76	0,17	0,16	0,28
1-threonine	0,43	0,39	---	---	---
vloeibaar lysine	2,37	2,17	1,41	1,44	1,25
calprona p	7,47	7,47	---	---	---
benzoëzuur	---	20	---	10	20
krijt	---	---	2	2	2
monocalciumfosfaat	2,23	2,22	---	---	---
zout	1,97	1,50	2,55	2,27	2,25
premix	50	50	50	50	50
fyase	0,22	0,20	0,23	0,20	0,20
EW	1,08	1,08	1,07	1,07	1,07
vocht	128	122	123	121	119
ruw eiwit	175	175	157	157	156
ruw vet	41	42	49	51	51
ruwe celstof	44	43	63	63	60
as	55	52	59	57	57
zetmeel	387	387	377	372	373
darmvert. lysine	8,4	8,4	7,0	7,0	7,0
darmvert. meth. + cyst.	5,0	5,0	4,3	4,3	4,3
calcium	7,0	7,0	5,0	5,0	5,0
fosfor	4,8	4,8	4,2	4,3	4,1
vert. fosfor	2,8	2,8	1,8	1,8	1,8
natrium	14	1,2	14	13	13
kalium	9,9	9,3	10,5	10,2	10,2
tylosine (mg/kg)	40	40	20	20	20

Bijlage 2: Voerschema's voor de borgen en de zeugen

week	borgen		zeugen	
	startvoer (kg/dag)	vleesvarkensvoer (kg/dag)	startvoer (kg/dag)	vleesvarkensvoer (kg/dag)
1	1,10		1,05	
2	1,20		1,15	
3	1,40		1,30	
4	1,65		1,55	
5	1,00	0,90	1,00	0,80
6		2,10		2,00
7		2,30		2,20
8		2,40		2,30
9		2,60		2,50
10		2,70		2,60
11		2,80		2,70
12		2,90		2,75
13		3,10		2,95
14		3,10		2,95
15		3,10		2,95
16		3,10		2,95

## REEDS EERDER VERSCHENEN PROEFVERSLAGEN

### Proefverslag P 1.198

*Technische en economische resultaten van bedrijven met vleesvarkens in 1996.* C.E.P. van Brakel, Lubben, J. en Bens, P.A.M., maart 1998.

### Proefverslag P 1.199

*Kraamhoktype en uitmestfrequentie bij scharrelvarkens: technische resultaten, arbeid en ammoniakemissie.* J. H. Huiskes, Plagge, J.G., Roelofs, P.F.M.M., Vermeer, H.M., Vonk, M.C., Binnendijk, G.P. en Brakel, C.E.P. van, maart 1998.

### Proefverslag P 1.200

*Gezondheidsmanagement op zeugenbedrijven.* E.R. ter Elst-Wahle, Vaessen, M.A., Binnendijk, G.P., Vos, H.J.P.M., Huirne, R.B.M. en Backus, G.B.C., april 1998.

### Proefverslag P 1.201

*Ammoniakemissie in kraamafdelingen met mestpannen.* A.J.A.M. van Zeeland en Verdoes, N., april 1998.

### Proefverslag P 1.202

*Energiegebruik en technische resultaten van zeugen en biggen bij verlagen van de instelling van de ruimtetemperatuur in kraamafdelingen.* P.J.W.M. Geurts, Binnendijk, G.P., Huijben, J.J.H. en Swinkels, J.W.G.M., april 1998.

### Proefverslag P 1.203

*Hoktype en welzijn van K.I.-beren.* E.M.A.M. Bruininx, Vermeer, H.M., Vereijken, P.F.G., Wassenaar, T. en Swinkels, J.W.G.M., mei 1998.

### Proefverslag P 1.204

*Situatie en aanpassingsmogelijkheden op varkensbedrijven in Deurne en Ysselsteyn op het gebied van gezondheid, welzijn en milieu.* M.A. van der Gaag, Aa, H.J.M. van der en Backus, G.B.C., mei 1998.

### Proefverslag P 1.205

*Reinigingsplaatsen voor veewagens op varkensbedrijven.* P.F.M.M. Roelofs en Nijskens, J.J.W., mei 1998.

### Proefverslag P 1.206

*Brijvoer via Vario-Mix of lange trog bij vleesvarkens.* A.I.J. Hoofs en Scholten, R.H.J., juni 1998.

### Proefverslag P 1.207

*Emissie-arme huisvesting bij grote groepen gespeende biggen.* A.J.A.M. van Zeeland en Verdoes, N., juni 1998.

### Proefverslag P 1.208

*Vliegenbestrijding in varkensstallen.* P.F. M. M. Roelofs, Nijskens, J.J.W., Vesseur, P.C. en Plagge, J.G., juli 1998.

### Proefverslag P 1.209

*Technisch functioneren van de Air Pathogen Free (APF)-stal: luchtbehandeling en hygiënemaatregelen.* J.J.H. Huijben, Loo, D.J.P.H. van de, Wagenberg, A.V. van, Swinkels, J.W.G.M. en Vesseur, P.C., augustus 1998.

### Proefverslag P 1.210

*Het gebruik van vochtrijke bijproducten. Een literatuuroverzicht.* R.H.J. Scholten en Rijnen, M.M.J.A., augustus 1998.

### Proefverslag P 1.211

*Fermentatie van brijvoerders en bijproducten tijdens opslag.* M.M.J.A. Rijnen en Scholten, R.H.J., augustus 1999.

Exemplaren van proefverslagen kunnen worden verkregen door *f* 25,- per verslag (m.u.v. P 1.117, deze kost *f* 50,-) over te maken op Postbanknummer 51.73.462 ten name van het Proefstation voor de Varkenshouderij, Lunerkampweg 7, 5245 NB ROSMALEN, onder vermelding van het gewenste verslagnummer. Buitenlandse abonnees betalen *f* 30,- per P 1-verslag (dit is inclusief verzendkosten) én *f* 15,- administratiekosten per bestelling (m.u.v. P 1.117, deze kost *f* 75,-).

Ook bestaat de mogelijkheid een abonnement te nemen op de proefverslagen voor *f* 300,- per jaar. Buitenlandse abonnees betalen *f* 375,- per jaar.