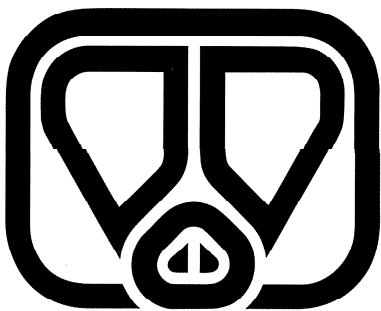


ir. J.G.L. Hendriks
ing. M.G.M. Vrielink

Microbieel aanzuren van vleesvarkensmest

*Acidification of fattening
pig manure by micro-
biological activity*



Praktijkonderzoek Varkenshouderij

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

Proefverslag nummer P 1.150
juni 1996
ISSN 0922 - 8586

INHOUDSOPGAVE

	SAMENVATTING	3
	SUMMARY	4
1	INLEIDING	5
2	MATERIAAL EN METHODE	6
2.1	Aanzuursysteem	6
2.2	Waarnemingen	8
3	RESULTATEN	10
3.1	Technisch functioneren	10
3.2	Mest: pH en samenstelling	10
3.3	Ammoniakemissie	12
3.4	Voeding melkzuurbacteriën	15
4	INVLOED VAN ONTSMETTINGSMIDDELEN OP MELKZUURBACTERIËN	16
5	ECONOMISCHE EVALUATIE	18
5.1	Extra investeringen	18
5.2	Totale extra jaarkosten	19
6	DISCUSSIE	20
7	CONCLUSIES	22
	LITERATUUR	23
	REEDS EERDER VERSCHENEN PROEFVERSLAGEN	24

SAMENVATTING

Een van de mogelijkheden om de ammoniakemissie vanuit de mestkelder te verminderen is aanzuren van mest. Naast het aanzuren met organische en/of anorganische zuren, is ook biologische aanzuring mogelijk. Dit houdt in dat micro-organismen in de mest zuur produceren door middel van omzetting van fermenteerbare koolhydraten bijvoorbeeld omzetting van glucose in melkzuur. Hierbij worden geen extra mineralen aan de mest toegevoegd, waardoor microbiële aanzuren perspectief biedt voor de varkenshouderij.

In een oriënterend onderzoek was eerder gebleken dat het micro-organisme *Lactobacillus plantarum* door melkzuurvorming op basis van glucose en meervoudige suikers als substraat, in staat was om in varkensmest met een aangepaste pH ($\text{pH} < 6,5$) een pH-daling van meer dan één eenheid te bewerkstelligen. Op basis van dit vooronderzoek werd een onderzoek onder praktijkomstandigheden gestart naar de mogelijkheden van microbiële aanzuren van varkensmest op bedrijfsniveau.

Het onderzoek werd uitgevoerd bij vleesvarkens. De gebruikte afdeling had zes hokken en was 12 m lang en 5 m breed. De hokken hadden vanaf de voergang gezien de volgende indeling: smal mestkanaal (0,50 m), bolle niet-onderkelderde vloer (1,85 m) en breed mestkanaal (1,60 m). Alleen de mest in het brede mestkanaal werd aangezuurd. Om de melkzuurbacteriën voldoende te acti-

veren is het nodig voeding toe te dienen in de vorm van fermenteerbare componenten. Achtereenvolgens werd daarvoor gebruik gemaakt van tarwezetmeel, gemalen tarwe en aardappelzetmeel. Er werd een pH van 6,0 à 6,5 nagestreefd. Twee aanzuursystemen zijn getest: aanzuren in de stal en aanzuren buiten de stal.

Voor het toepassen van het microbiële aanzuren van vleesvarkensmest is het wekelijks af- en aanvoeren en het mengen van de mest en de voeding in een centrale mixput te prefereren boven het mengen in de mestput onder de afdeling. De ammoniakemissie was tijdens twee ronden, waarin het systeem goed functioneerde, gemiddeld 1,39 en 1,26 kg ammoniak per dierplaats op jaarbasis. De pH van de mest was gemiddeld respectievelijk 6,03 en 6,21.

De bacteriën blijken bestand te zijn tegen de gehanteerde dosering van diverse in de praktijk gebruikte ontsmettingsmiddelen. Bij het gebruik van gemalen tarwe is per vleesvarkensplaats per week gemiddeld 1,6 kg tarwe nodig om de bacteriën in voldoende mate te activeren. De extra exploitatiekosten voor het microbiële aanzuren van vleesvarkensmest op basis van gemalen tarwe zijn berekend op f 40,- tot f 42,- per vleesvarkensplaats. Hiervan is f 33,- nodig voor de voeding van de bacteriën. Het microbiële aanzuren is momenteel vanwege de hoge exploitatiekosten (en voedingskosten) per dierplaats niet praktijkrijp.

SUMMARY

Acidification of manure is one of the methods by which ammonia emission from pig houses can be reduced. Acidification is possible by using organic and/or inorganic acids, but also by activating micro-organisms. No extra minerals are applied when using the latter acidification system.

Preliminary research proved that the micro-organism *Lactobacillus plantarum* was able to reduce the pH of pig manure by 1 pH-unit. The micro-organisms were fed glucose. Research was initiated to examine the possibilities of acidification of pig manure by microbiological activity on a farm.

The research was done using fattening pigs. The pig room had 6 pens. The pens had a narrow manure channel (0.50 m), a convex floor with no manure storage beneath (1.85 m) and a broad manure channel (1.60 m). Only the manure in the latter channel was acidified. Substrate (feed) was applied to the pig manure to activate the micro-organisms sufficiently. Several types of substrate were used during the research, including wheat starch, milled wheat and potato

starch. During the research attempts were made to lower the pH to 6.0 to 6.5. Two acidification systems were tested, acidification in the pig room and acidification outside the pig room.

The use of a central pit for the mixing of manure and feed each week is better and easier to control than the mixing of manure and feed in the pig room. The average ammonia emission during two fattening periods in which the system worked well was, 1.39 and 1.26 kg ammonia per pig place per year. The average pH was 6.03 and 6.21 respectively.

The micro-organisms can survive the normal use of several disinfectants used in practice. About 1.6 kg of milled wheat is necessary per pig place per week. The extra exploitation costs per pig place per year are between DFL 40,- and DFL 42,-. Of this amount about DFL 33,- is needed for feeding of the micro-organisms. The acidification system by means of microbiological activity is at present not ready for introduction into practice because of the high exploitation costs (feeding costs) per pig place.

1 INLEIDING

Door de Nederlandse overheid is het doel gesteld om in het jaar 2005 en 2010 de totale ammoniakemissie afkomstig van de Nederlandse veehouderij te hebben gereduceerd met respectievelijk 50 en 70%, waarbij het jaar 1980 als referentie geldt (Aartsen, 1995). Naast maatregelen op het terrein van opslag en toediening van mest zijn aanpassingen van stallen noodzakelijk. Voor de gehele veehouderij is per diercategorie aangegeven wat de ammoniakemissie per dierplaats per jaar is bij traditionele huisvestingssystemen en wat in de toekomst de maximale ammoniakemissie per dierplaats per jaar mag zijn (Alders, 1993). Voor vleesvarkens zijn deze normen respectievelijk gelijk aan 2,5 en 1,5 kg NH_3 per dierplaats per jaar.

Een van de mogelijkheden om de ammoniakemissie vanuit de mestkelder te verminderen is aanzuren van mest. Het principe van aanzuren is ruimschoots onderzocht in de rundveehouderij (Verboon en Van Lent, 1992) (Hendriks et al., 1994). Hierbij werd de mest aangezuurd met salpeterzuur, waardoor de mest werd verrijkt met stikstof. Bij het uitrijden van de mest op het land kan hierdoor een besparing op het gebruik van kunstmest worden gerealiseerd. Door de toediening van stikstof aan de mest is aanzuren met salpeterzuur voor de varkenshouderij minder goed toepasbaar, omdat hierdoor het op de meeste varkensbedrijven bestaande mineralenoverschot verder wordt vergroot. Aanzuren met andere zuren geeft verrijking van de mest met niet gewenste mineralen. Bij microbiële aanzuren produceren de bacteriën het zuur. Het betreft hier zodoende organische zuren die goed af-

breekbaar zijn. Bij een dergelijk systeem worden geen extra mineralen aan de mest toegevoegd. Daarom biedt het voor de varkenshouderij ook meer perspectief.

In een oriënterend onderzoek is nagegaan of het mogelijk is om varkensmest via microbiële verzuring aan te zuren en daardoor de ammoniak te fixeren. Het micro-organisme *Lactobacillus plantarum* blijkt via melkzuurgisting in staat om mest aan te zuren op basis van glucose als substraat. Een pH-daling van meer dan één eenheid was mogelijk. Met een dosering van 23 g glucose per liter varkensmest daalde de pH van 6,0 tot 4,9. Een eenmalige aanzuring van de varkensmest met citroenzuur tot een pH van 6,0 is noodzakelijk om de melkzuurproducerende bacteriën optimaal te laten functioneren (= melkzuurproductie en vermenigvuldigen van melkzuurproducerende bacteriën). In een fed-batch-culture (met toevoeging van verse varkensmest) blijkt het mogelijk te zijn om de melkzuurgisting opnieuw te starten. Hierbij is het niet nodig de mest opnieuw te enten. Verzuring van varkensmest kan tevens plaatsvinden met tarwezetmeel als substraat. Bij een dosering van 20 g tarwezetmeel per liter varkensmest werd een pH-daling van 7,0 tot 6,1 bereikt. In een tweede experiment werd een pH-daling van 5,8 naar 5,2 gerealiseerd met een dosering tarwezetmeel van 10 g/l (Eekert en Wijbenga, 1992).

Het Praktijkonderzoek Varkenshouderij heeft samen met STAPRO Environment en AVEBE de praktische mogelijkheden (reductie van de ammoniakemissie en financiële haalbaarheid) van het microbiële aanzuren van varkensmest op bedrijfsniveau onderzocht.

2 MATERIAAL EN METHODE

2.1 Aanzuursysteem

Het onderzoek werd uitgevoerd op het Varkensproefbedrijf te Raalte in de periode van februari 1994 tot januari 1996. Het systeem werd gedurende vijf ronden onderzocht. Het onderzoek bestond uit een drietal fasen. Afhankelijk van de resultaten van de voorgaande fase werd besloten om in de volgende fase enkele wijzigingen door te voeren. Hierna worden de proefafdeling, het aanzuursysteem, de voeding en eventuele wijzigingen besproken. In tabel 1 staat een overzicht.

Proefafdeling

Het onderzoek werd uitgevoerd in een vleesvarkensafdeling. Deze afdeling had zes hokken en was 12 m lang en 5 m breed. De hokken hadden vanaf de voergang (1,05 m breed) gezien de volgende indeling: smal mestkanaal met betonnen roosters (0,50 m), bolle niet-onderkelderde vloer (1,85 m) en een breed mestkanaal met betonnen roosters (1,60 m inclusief mestspleet van 10 cm). Voor fase 2 en 3 werden de betonnen roosters tegen de achterzijde van het hok (85 cm inclusief 10 cm brede mestspleet) vervangen door kamstaalroosters om de mestdoorlaat te verbeteren. Deze roosters hadden een spijl- en een spleetbreedte van 12 mm en tevens een mestspleet van 10 cm.

De brijbak was voor in het hok geplaatst boven het smalle mestkanaal. Bij de gebruikte hokuitvoering komt circa 90% van de mest in het brede mestkanaal terecht. Het smalle mestkanaal was ondiep (60 cm) en was niet gekoppeld aan het brede mestkanaal. Gedurende het onderzoek werd alleen de mest in het brede mestkanaal aangezuurd. De mest in het smalle mestkanaal werd afgelaten via een centrale afsluiter naar de mestput onder de centrale gang.

Aanzuursysteem

Voor de start van het onderzoek werd de mestput in het brede mestkanaal volledig geleidigd, waarna 7,5 m³ aangezuurde rundermest werd aangeleverd. Deze mest was

met citroenzuur aangezuurd tot een pH van 6,0 en was tevens geënt met melkzuurbacteriën. De mest werd in de mestput geplaatst. Om de melkzuurbacteriën (*Lactobacillus plantarum*) voldoende te activeren moest voeding worden toegediend in de vorm van fermenteerbare componenten. Gebruik werd gemaakt van tarwezetmeel, gemalen tarwe en aardappelzetmeel als voedingsbron. Tijdens het onderzoek werd een pH nagestreefd van 6,0 à 6,5. Uit ander onderzoek is gebleken dat bij een dergelijk pH de ammoniakemissie voldoende kan worden gereduceerd (Hoeksma et al., 1993). Getracht werd om per week een gelijke hoeveelheid voeding toe te dienen, hetgeen de praktische uitvoerbaarheid van het systeem ten goede komt. Voor een gelijkmatige aanzuring van de mest moest de voeding homogeen worden gemengd met de mest. Twee mengsystemen voor het mengen van de voeding met de mest zijn getest: mengen in de stal en mengen buiten de stal.

Aanzuren in de stal (fase 1)

Gedurende fase 1 werd de mest en de voeding gemengd in het brede mestkanaal in de afdeling. In het brede mestkanaal (2 m diep) werd een tussenwand geplaatst van ongeveer 1,60 m hoog, waardoor het mestkanaal in twee smalle mestkanalen werd verdeeld. In deze wand was ter hoogte van hok 1 en hok 6 een opening aanwezig. In de opening bij hok 1 werd een elektrodompelroerder (2,2 kW) geplaatst, die de mest vanuit het voorste kanaal in het achterste kanaal kon pompen. Bij de opening in de tussenwand bij hok 6 kon de mest terugstromen naar het voorste kanaal. De voeding werd via een schrobputje op de centrale gang toegediend. Ter voorkoming van dode hoeken werden de hoeken in de mestkelder afgerond. Als het mestniveau in de mestput hoger werd dan 1,60 m werd een gedeelte van de mest afgevoerd. Hierbij bleef altijd een restant van 7,5 m³ mest in de put achter.

Aanzuren buiten de stal (fase 2 en 3)

Voor fase 2 en 3 werden de tussenwand en de elektrodompelroerder uit de mestput ver-

wijderd, zodat weer een normale mestput ontstond. Een pomp werd in de mestput geplaatst. Buiten de stal werd een centrale mixput gebouwd met een netto-oppervlakte van 13 m², waarin een mixer (4 kW) en een pomp werden geplaatst. De mixput was 6,3 m lang en 2,1 m breed met in het midden een 10 cm brede muur met een lengte van 4,1 m. Door de plaatsing van de middenmuur kon de mest worden rondgestuurd en gemengd. Tijdens fase 2 en 3 werd de mest éénmaal per week uit de proefafdeling in de mixput gepompt via de in het brede mestkanaal geplaatste pomp. Vanuit de mixput werd een gedeelte van de mest afgevoerd naar een centrale mestopslag. Aan het restant mest in de mixput werd voeding toegediend, waarna de mest en de voeding intensief werden gemixt. De mest inclusief voeding werd teruggepompt in het brede mestkanaal onder de afdeling. Om de mest en de voeding in de centrale mixput goed te kunnen mixen was een minimum mestniveau van 60 cm vereist. Wekelijks werd dus 7,7 m³ mest teruggepompt in het brede mestkanaal, ofwel een 37 cm dikke laag aangezuurde mest. Dit niveau werd verhoogd met het restant aangezuurde mest dat in de mestput onder de afdeling achterbleef, doordat de pomp het niet kon afvoeren.

Voeding melkzuurbacteriën

Gedurende fase 1 werden de melkzuurbacteriën wekelijks gevoed met een verzuurde tarwezetmeeloplossing. Het ds-percentage van deze voeding was laag, namelijk ongeveer 20%. Tijdens fase 2 werd gemalen tarwe gebruikt om zodoende de toename van het mestvolume te verminderen. Het gemalen tarwe had een ds-gehalte van 85%. Gedurende fase 3 werd een goedkope voedingsbron onderzocht, namelijk aardappelzetmeel met een ds-gehalte van 36%.

Proefdieren

Het onderzoek is uitgevoerd met vleesvarkens van het kruisingstype GY, x (GY, x NL), GY, x NL of GY, x NL. De dieren werden gemengd opgelegd. De varkens werden opgelegd en afgeleverd met een gewicht van respectievelijk circa 25 en 115 kg.

Rekening houdend met de eisen van de Gezondheids- en Welzijnswet voor dieren (0,7 m² vloeroppervlak per dier waarvan 0,3 m² dichte vloer) konden per hok maximaal elf dieren worden gehuisvest. Gedurende ronde 1, 2 en 3 waren tien varkens per hok geplaatst, gedurende de laatste twee ronden elf dieren per hok.

Klimatisering

De lucht kwam indirect de afdeling binnen via de centrale gang en plafondventilatie. Indien nodig werd de lucht op de centrale gang voorverwarmd tot 5°C. Tijdens fase 3 werd de lucht direct boven de afdeling gebracht en kon eventueel voorverwarmd worden door middel van verwarmingsbuizen bij de inlaatopening aan de zijkanten van de stal.

Tijdens fase 1 werd de lucht afgevoerd via onder- en bovenafzuiging. Hierbij werd eerst de onderafzuiging ingeschakeld. De bovenafzuiging werd ingeschakeld als de onderafzuiging voor meer dan 30% was ingeschakeld. Tijdens fase 2 en 3 werd de onderafzuiging uitgeschakeld en werd er alleen gebruik gemaakt van de bovenafzuiging.

Bij de opleg werd een afdelingstemperatuur nagestreefd van 22°C, dalend naar 21°C vijftien dagen na opleg en naar 19°C dertig dagen na opleg. Vanaf dag 30 na opleg tot het eind van de ronde werd een afdelingstemperatuur nagestreefd van 19°C. De minimum- en de maximumventilatie waren respectievelijk 10 en 100 m³/h per dier. De bandbreedte varieerde afhankelijk van de buitentemperatuur van 4 tot 6°C.

Voeding en drinkwaterverstrekking

De eerste vier weken na opleg werden de varkens gevoerd met startvoer. Het startvoer had een EW van 1,08 en een ruw eiwitgehalte van 175 g re/kg. Na vier weken werd in één week geleidelijk overgeschakeld van start- naar afmestvoer. Het afmestvoer had een EW van 1,07 en een ruw eiwitgehalte van 157 g re/kg. De varkens werden onbeperkt gevoerd via brijbakken. Drinkwater was eveneens onbeperkt beschikbaar via een drinknippel.

Proefschema

In tabel 1 staat een overzicht van de doorgevoerde aanpassingen in de stal en het aanzuursysteem.

2.2 Waarnemingen

Technisch functioneren

Van beide aanzuursystemen werden storingen en slijtages (van elke aard) genoteerd in een logboek.

Mestsamenstelling en pH

Bij het aanzuren in de stal (fase 1) werd wekelijks de pH van de mest op twee plaatsen (hok 2 en 5) gemeten en genoteerd met behulp van twee vaste pH-meters (VTVV). Gedurende fase 2 en 3 werd de pH gemeten tijdens het mixen in de centrale mixput met behulp van een losse hand-pH-meter (WTW).

Bij het aanzuren in de stal werd maandelijks een mengmonster genomen door op verschillende plaatsen via de mestspleet een monster te nemen uit de put. Bij het aanzuursysteem buiten de stal werd maandelijks een mengmonster genomen uit de mixput tijdens het mixen van de mest. De mestmonsters werden ingevroren en gekoeld getransporteerd naar het laboratorium van IMAG-DLO. Hier werden het ds-gehalte, het as-gehalte, de pH, het ammoniumstikstofgehalte, het totaal stikstofgehalte en de vluchtige vetzuurconcentraties bepaald.

Vaststellen van de ammoniakemissie

De ammoniakemissie werd continu gemeten met behulp van een Bruël & Kjaer-analyser. Hiervoor werden verschillende malen per

dag de ammoniakconcentratie en de temperatuur gemeten van de afgevoerde lucht in de ventilatiekoker. Ook werd bij elke meting het ventilatie-debiet vastgesteld met behulp van een meetventilator (doorsnede 45 cm). De meetopstelling werd volgens het standaard protocol van de meetploeg van het Praktijkonderzoek Varkenshouderij gecalibreerd en onderhouden (Van 't Klooster et al., 1992). Met formule 1 werd met de per dag uitgevoerde metingen de bijbehorende ammoniakemissie per dag berekend. Tijdens fase 1 werd van zowel de onder- als bovenafzuiging de ammoniakemissie vastgesteld.

De ammoniakemissie werd gemeten van de dag van opleg tot en met de dag waarop 50% of meer van de varkens waren afgeleverd. Met de resultaten van formule 1 werd met formule 2 per ronde de ammoniakemissie per dierplaats per jaar berekend. Hierbij werd een correctiefactor van 0,9 toegepast voor de gemiddelde bezetting van de afdeling op jaarbasis. Gerekend werd met het werkelijke aantal dieren in de stal: 60 dieren in ronde 1, 2 en 3 en 66 dieren in ronde 4 en 5.

De ammoniakemissie werd niet gecorrigeerd voor de achtergrondconcentratie. Een referentie-afdeling was niet beschikbaar. De ammoniakemissie uit de proefafdeling werd vergeleken met de normen voor traditionele huisvesting van vleesvarkens (2,5 kg NH₃/dpl/jaar) en met de Groen Label-norm (1,5 kg NH₃/dpl/jaar).

Voeding melkzuurbacteriën

De wekelijkse gebruikte hoeveelheden voeding voor de melkzuurbacteriën werden geregistreerd.

Tabel 1: Het aanzuursysteem en de voedingsbron per fase en per ronde.

Fase	Ronde	Aanzuursysteem	Voedingsbron
1	1	In de stal	Tarwezetmeel
	2	In de stal	Tarwezetmeel
2	3	Buiten de stal	Gemalen tarwe
	4	Buiten de stal	Gemalen tarwe
3	5	Buiten de stal	Aardappelzetmeel

$$\text{Formule 1: } NH_{3j} = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{C_i * Vent_i}{n_j} * 24 * 0,001$$

NH_{3j}	= Ammoniakemissie op dag j	(g/dag)
C_i	= Ammoniakconcentratie van de stallucht op tijdstip i	(mg/m ³)
$Vent_i$	= Ventilatie-debiet op tijdstip i	(m ³ /uur)
24	= Omrekeningsfactor voor uren naar dag	(uur/dag)
0,001	= Omrekeningsfactor voor mg naar g	(mg/g)
n_j	= Aantal waarnemingen op dag j	(-)

$$\text{Formule 2: } NH_3 = \frac{\sum_{j=1}^{j=m} \frac{NH_{3j}}{m} * 365 * 0,9 * 0,001}{Z}$$

NH_3	= Ammoniakemissie per dierplaats per jaar	(kg/dpl/jaar)
NH_{3j}	= Ammoniakemissie op dag j (formule 1)	(g/dag)
m	= Aantal dagen (afdeling bezet en NH_3 -emissie gemeten) in meetperiode	(-)
365	= Omrekeningsfactor van dagen naar jaar	(dag/jaar)
0,9	= Correctiefactor voor gemiddelde bezetting	(-)
Z	= Aantal opgelegde dieren in de afdeling	(dpl)
0,001	= Omrekeningsfactor voor g naar kg	(g/kg)

3 RESULTATEN

3.1 Technisch functioneren

Roostewloer

Tijdens het onderzoek werd een deel van de betonnen roosters vervangen door kamstaalroosters om de mestdoorlaat te verbeteren. De kamstaalroosters functioneerden echter slecht. Door de ronde vorm van de spijlen werd de mest vastgetrapt in plaats van tussen de spijlen doorgetrapt. Regelmatig werd geconstateerd dat over een groot gedeelte van de kamstaal roostervloer de ruimtes tussen de spijlen gevuld waren met een dichte mestkoek. Hierdoor werd de mestdoorlaat van de roostervloer eerder verslechterd dan verbeterd.

Aanzuursysteem

Tijdens fase 1 werden de voeding en de mest in het brede mestkanaal in de afdeling gemengd. Bij een te hoog mestniveau in de mestkelder ontstond een ingedroogde toplaag. Tijdens het mixen werd deze toplaag niet gemengd met de onderliggende mestlaag omdat de dompelroerder op een vaste hoogte was gemonteerd. Alleen de onderliggende mestlaag werd gemengd en aange-

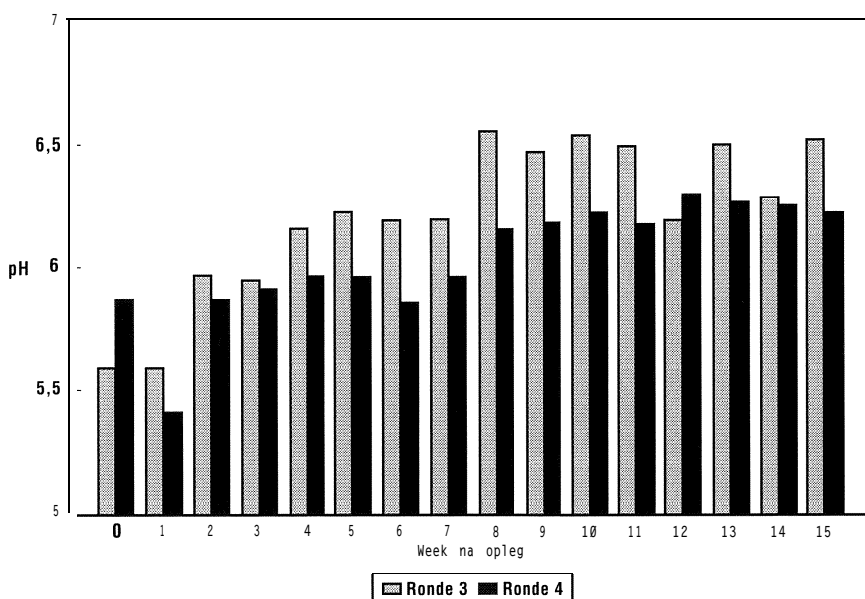
zuurd, doordat de voeding alleen in deze laag werd toegediend. Nadat het brede mestkanaal geledigd was voor de noodzakelijke aanpassingen voor het mixen in de centrale mixput, bleek dat grote hoeveelheden voeding op de bodem van de put lagen. Hieruit bleek dat de mixcapaciteit niet toereikend was voor een goede menging van de mest en het tarwezetmeel.

Het wekelijkse mengen (fase 2 en 3) van de mest en voeding in de centrale mixput buiten de afdeling leverde geen problemen op. De mest kon goed gemixt worden, waardoor een homogene verdeling van de voeding door de mest kon worden bereikt. Zowel het gemalen tarwe als het aardappelzetmeel werd bij een gelijkmatige dosering van de voeding in de mixput goed gemengd met de mest.

3.2 Mest: pH en samenstelling

PH

In tabel 2 staat per ronde de gemiddelde pH. Ook is per ronde het aantal pH-metingen en de standaardfout (S.E.M.) vermeld.



Figuur 1: Wekelijks geregistreerde pH van de gemengde mest in de centrale mixput (ronde 3 en 4).

Uit onderzoek is gebleken dat de pH van niet-aangezuurde vleesvarkensmest gemiddeld gelijk is aan 8,0 (Hoeksma, 1988). De pH van de microbiel aangezuurde vleesvarkensmest ligt duidelijk lager. Tijdens ronde 3 en 4 functioneerde het microbiel aanzuursysteem goed en was de pH respectievelijk 6,21 en 6,03. In figuur 1 staat de tijdens ronde 3 en 4 wekelijks geregistreerde pH van de gemengde mest in de centrale mixput. Uit het pH-verloop blijkt dat de pH varieert van 5,4 tot 6,5.

Tijdens ronde 1 en 2 functioneerde het mix-

systeem in de stal niet goed, waardoor een toplaag ontstond van niet aangezuurde mest in het brede mestkanaal. De pH van de aangezuurde mest was gemiddeld 6,4. De pH van de niet aangezuurde toplaag (handmatig uitgevoerde pH-metingen) kon oplopen tot 7,3.

Tijdens ronde 5 werden de bacteriën gevoed met aardappelzetmeel. Deze voeding bleek niet geschikt te zijn voor het microbiel aanzuren. Binnen enkele weken steeg de pH tot 6,9. Vervolgens werd glucose genomen als voedingsbron (zie paragraaf 3.4),

Tabel 2: De gemiddelde pH van de mest per ronde.

Ronde	PH ¹	n ²	S.E.M. ³
1	6,37	73	0,022
2	6,38	40	0,013
3	6,21	16	0,077
4	6,03	16	0,058
5	6,31	16	0,087

¹ de pH werd tijdens ronde 1 en 2 (fase 1) gemeten in het brede mestkanaal, tijdens ronde 3, 4 en 5 (fase 2 en 3) in de centrale mixput.

² n = aantal pH-metingen

³ S.E.M.: Standaard fout van het gemiddelde.

Tabel 3: Mestsamenstelling per ronde.

Gehalte	Ronde 1	Ronde 2	Ronde 3	Ronde 4
Aantal mestmonsters [*]	17	5	11	12
Ammonium (NH ₄ -N) (g/kg)	3,63	4,63	4,88	5,62
S.E.M.	0,23	0,15	0,27	0,09
Totaal stikstof (N _{kj}) (g/kg)	6,48	8,50	8,45	10,49
S.E.M.	0,30	0,38	0,39	0,19
PH	6,45	6,34	6,19	6,05
S.E.M.	0,073	0,075	0,092	0,058
Droge-stofgehalte (g/kg)	113	115	106	142
S.E.M.	1,67	11,21	6,40	4,65
As-gehalte (% van ds)	25,8	25,7	25,6	21,9
S.E.M.	0,29	0,32	0,42	0,38
Vluchtige vetzurengehalte (g/kg)	18,67	33,49	32,31	33,01
S.E.M.	1,23	1,51	1,90	0,75

^{*} Tijdens ronde 1 en 2 (fase 1) werden de mestmonsters genomen uit de mestput. Tijdens ronde 3 en 4 (fase 2) werden deze genomen uit de centrale mixput, nadat de mest intensief was gemengd.

waarna de pH weer daalde. De S.E.M. van de pH was tijdens ronde 5 het hoogst. Dit betekent dat de pH tijdens deze ronde het meeste varieerde.

Mestsamenstelling

In tabel 3 staan per ronde de analyseresultaten van de mestmonsters. Per analyse is ook de standaardfout (S.E.M.) vermeld. Tijdens ronde 5 zijn geen mestmonsters geanalyseerd. Het droge-stofgehalte van de microbieel aangezuurde vleesvarkensmest varieerde van 106 tot 142 g/kg.

Het ammoniumstikstofgehalte van de microbieel aangezuurde vleesvarkensmest steeg van 3,63 g/kg in ronde 1 tot 5,62 g/kg in ronde 4. Deze stijging werd onder andere veroorzaakt doordat begonnen werd met aangezuurde rundermest. Het ammoniumstikstofgehalte van rundermest is lager in vergelijking met vleesvarkensmest (Hendriks et al., 1994).

Het totale stikstofgehalte van de microbieel aangezuurde vleesvarkensmest steeg van 6,48 g/kg in ronde 1 tot 10,49 g/kg in ronde 4. Deze stijging werd voornamelijk veroorzaakt door het toenemende ammoniumstikstofgehalte.

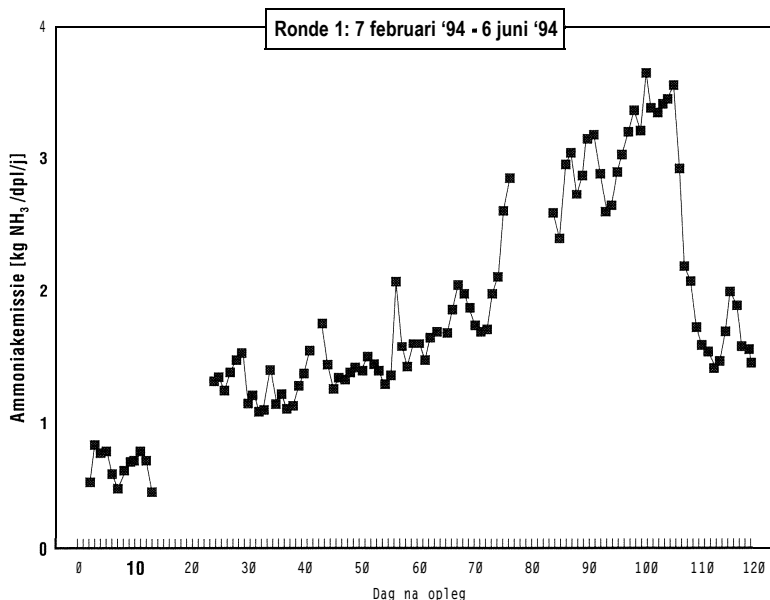
De gemiddelde pH-waarden van de analyses komen goed overeen met de tijdens het onderzoek genoteerde pH-waarden.

Uit onderzoek blijkt dat het totale vluchtige vetzurengehalte (VVZ) van niet-aangezuurde vleesvarkensmest varieert van 8,0 tot 21,3 g/kg (Hoeksma et al., 1995b). Het VVZ-gehalte van de microbieel aangezuurde vleesvarkensmest steeg van 18 tot 33 g/kg en was hoger dan bij niet-aangezuurde mest. De stijging van het VVZ-gehalte werd veroorzaakt doordat meer vluchtige vetzuren geproduceerd werden doordat meer voedingsstoffen aanwezig waren.

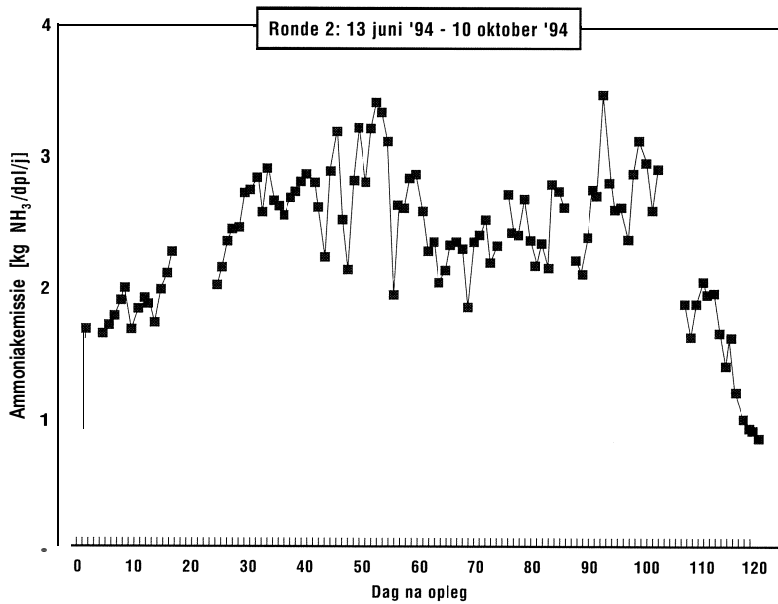
3.3 Ammoniakemissie

In figuur 2 tot en met 6 is per ronde het verloop van de ammoniakemissie gegeven. In tabel 4 staan de gemiddelde resultaten per ronde.

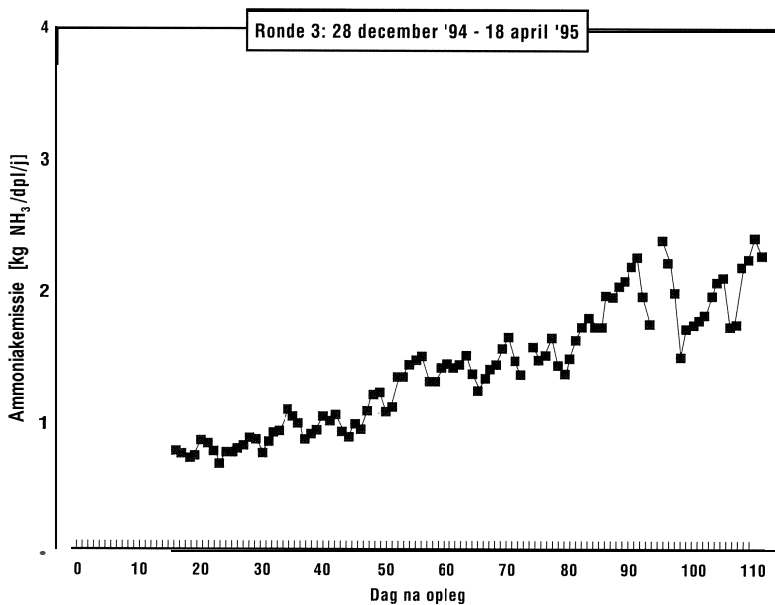
Tijdens ronde 3 en 4 functioneerde het systeem van microbieel aanzuren goed. De ammoniakemissie (niet gecorrigeerd voor achtergrond) was gemiddeld respectievelijk 1,39 en 1,26 kg ammoniak per dierplaats per jaar.



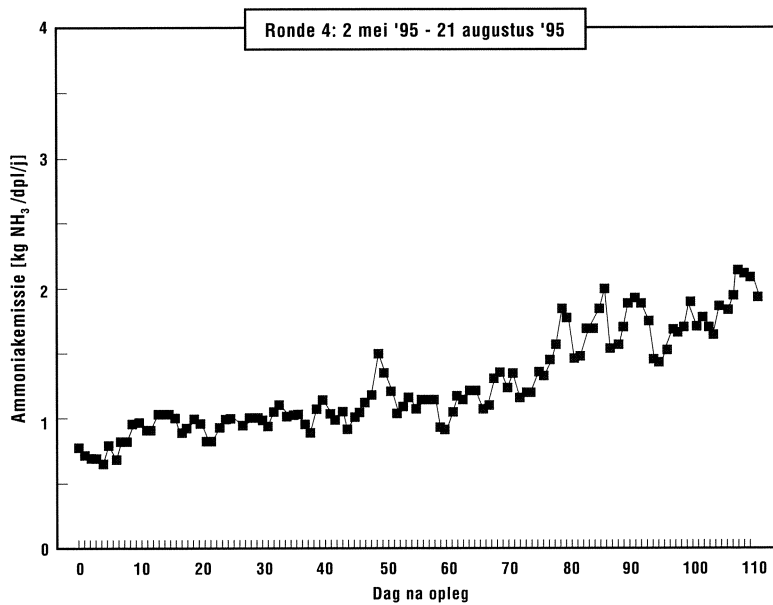
Figuur 2: Verloop ammoniakemissie in ronde 1.



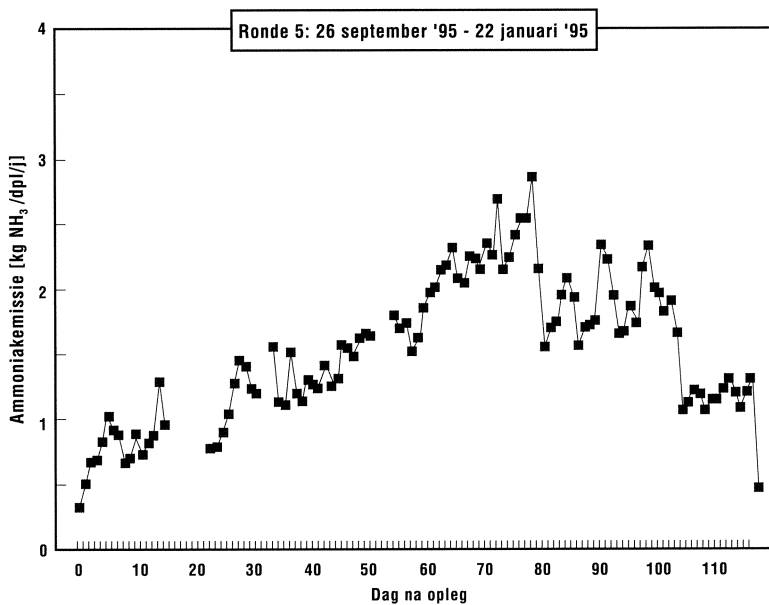
Figuur 3: Verloop ammoniakemissie in ronde 2.



Figuur 4: Verloop ammoniakemissie in ronde 3.



Figuur 5: Verloop ammoniakemissie in ronde 4.



Figuur 6: Verloop ammoniakemissie in ronde 5.

Tijdens ronde 1 en 2 was de reductie van de ammoniakemissie minder dan verwacht doordat in het brede mestkanaal een top-laag ontstond van verse niet-aangezuurde mest. Tijdens ronde 5 was de ammoniak-emissie hoger door de hogere pH van de mest.

3.4 Voeding melkzuurbacteriën

Tijdens ronde 3 (laatste 12 weken) en ronde 4 werden de bacteriën gevoed met gemalen tarwe. In tabel 5 staat per ronde de gebruikte hoeveelheid gemalen tarwe die gemiddeld nodig was per week. Tijdens ronde 3 en 4 waren respectievelijk 60 en 66 vleesvarkens in de afdeling aanwezig. Gemiddeld was per

vleesvarkensplaats 1,6 kg gemalen tarwe per week nodig.

Tijdens ronde 1 en 2 bleven grote hoeveelheden voeding op de putbodem liggen door de te lage mixcapaciteit. Hierdoor is het verbruik van tarwezetmeel tijdens ronde 1 en 2 niet representatief voor het verbruik bij microbieelaanzuren van vleesvarkensmest.

Tijdens ronde 5 werden de bacteriën gevoed met aardappelzetmeel. Na enkele weken steeg de pH tot 6,9 ondanks de grotere hoeveelheden toegediend aardappelzetmeel. Vanaf vijf weken na opleg werd overgeschakeld op glucose als voeding, waarna de pH weer geleidelijk daalde.

Tabel 4: Gemiddelde resultaten van de ammoniakmetingen per ronde.

Kenmerk	Ronde 1	Ronde 2	Ronde 3	Ronde 4	Ronde 5
Ammoniakemissie (kg/dpl/j)*	1,80	2,33	1,39	1,26	1,55
Oplegdatum	07-02-94	13-06-94	28-12-94	02-05-95	26-09-95
Afleverdatum	06-06-94	10-10-94	18-04-95	21-08-95	22-01-96
Temperatuur afdeling (°C)	18,4	21,6	17,9	24,3	22,7
Temperatuur buitenlucht (°C)	6,9	15,8	4,6	17,9	9,6
Ventilatie-debiet (m³/h)	2577	3.192	2.117	3.358	1.776
Ammoniakconcentratie (mg/m³)	5,26	5,75	4,99	3,25	7,56
Percentage van de dagen gemeten	83%	88%	84%	99%	90%

* Ammoniakemissie niet gecorrigeerd voor ammoniak in de aangevoerde buitenlucht.

Tabel 5: De wekelijks toegevoegde hoeveelheid gemalen tarwe in ronde 3 en 4.

Ronde	Voeding (kg)*	Aantal weken	S.E.M.
1	197	10	7,90
2	240	16	20,00
3	97	12	19,27
4	105	16	8,27
5	266	4	21,54

* Tarwezetmeel tijdens ronde 1 en 2, gemalen tarwe tijdens ronde 3 en 4 en aardappelzetmeel tijdens ronde 5.

4 INVLOED VAN ONTSMETTINGSMIDDELEN OP MELKZUURBACTERIËN

In de praktijk wordt een vleesvarkensafdeling in de periode tussen het afleveren en de opleg van een nieuwe ronde ontsmet. De hierbij gebruikte inweek-, reinigings- en ontsmettingsmiddelen komen in de mestkelder terecht. Met een pottenproef werd onderzocht of de melkzuurbacteriën bestand zijn tegen de ontsmettingsmiddelen.

Opzet

Tijdens de pottenproef werden 17 potten gevuld met microbiel aangezuurde mest. Aan 15 potten werden in totaal vijf verschillende desinfectantia in drie verschillende concentraties toegevoegd. Twee potten fungeerden als referentie.

De potten werden onafgesloten bewaard in een donkere ruimte met een omgevingstemperatuur van 15°C. Gedurende 15 dagen werd per dag de pH gemeten en de mest geschud. Op dag 9 werd aan 16 potten (referentiepots 2 uitgezonderd) voeding toegevoegd à 20 ml verzuurd tarwezetmeel per pot. Uit de vergelijking van het pH-verloop van de 17 potten werd geconcludeerd of de melkzuurbacteriën na 15 dagen nog geactiveerd konden worden.

Ontsmettingsmiddelen

In de veehouderij is het aantal desinfectantia zeer uitgebreid. In totaal zijn 110 merken geregistreerd. Het aantal actieve stoffen waaruit deze middelen zijn opgebouwd is 42, het aantal toxicologische groepen is nog kleiner, namelijk 7 (Bureau bestrijdingsmiddelen, 1992). Uit een enquête onder Nederlandse varkenshouders (1392 deelnemers) bleek dat in de praktijk één of een combinatie van de volgende drie actieve stoffen het vaakst werd gebruikt: chloorverbindingen, quarternaire ammoniumverbindingen en aldehydeverbinding. Op basis van deze gegevens werden vijf desinfectantia geselecteerd, namelijk IC 222 (Quarternair), IC 22XA, Incidin 03, Tegodor (allen Quarternair/Aldehyde) en Halamid-D (Chloorverbinding).

Dosering ontsmettingsmiddel

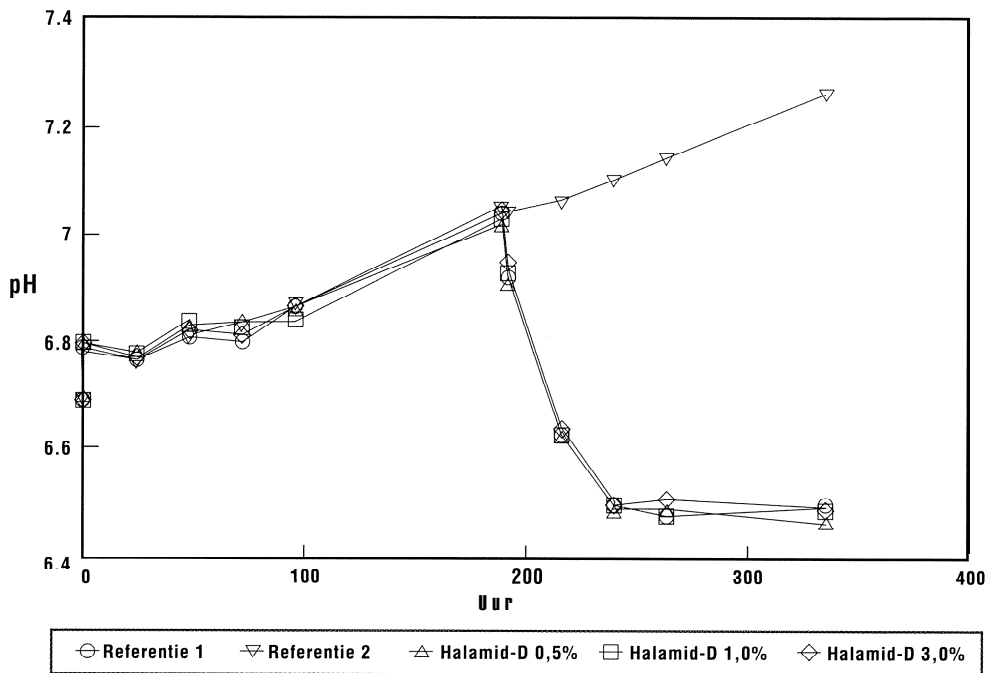
In de praktijk wordt gemiddeld één liter ontsmettingsmiddel (gebruikersconcentratie) per 10 m² staloppervlak gebruikt. Het oppervlak van de te behandelen afdeling was 60 m² (12 m breed x 5 m, inclusief voergang). In totaal komt dus ongeveer zes liter ontsmettingsmiddel in de mestkelder. Het mestvolume waaraan het water en het desinfectiemiddel in een praktijksituatie wordt toegevoegd, komt overeen met het minimale mestvolume ("worst case-scenario") dat in de mestkelder achterblijft, namelijk 7,5 m³. Omdat in een praktijksituatie zes liter wordt toegevoegd aan 7,5 m³, werd in de pottenproef 0,6 ml toegevoegd aan 750 g mest.

De voorgeschreven gebruikersconcentratie voor praktijkomstandigheden was voor de vijf ontsmettingsmiddelen gelijk, namelijk 1%. In de pottenproef werd per middel aan drie verschillende potten 0,6 ml van respectievelijk 0,5, 1,0 en 3,0 maal de gebruikersconcentratie toegevoegd aan 750 g mest.

Resultaten

Het pH-verloop van de mest was in alle potten vergelijkbaar en onafhankelijk van het ontsmettingsmiddel. In figuur 7 staat het pH-verloop van de mest waaraan Halamid-D werd toegevoegd. Ongeveer 190 uur na het toedienen van de diverse ontsmettingsmiddelen werd verzuurd tarwezetmeel toegevoegd. Dit gebeurde niet bij referentiepots 2. Uit figuur 7 blijkt dat de mest kort na het toedienen (0 - 1 uur) van het ontsmettingsmiddel een kleine pH-stijging (0,1 pH-punt) onderging. Deze pH-stijging werd waarschijnlijk veroorzaakt doordat het pH-evenwicht verschoof omdat de mest de temperatuur aannam van de omgeving.

Door de verlaagde activiteit van de melkzuurbacteriën (geen voeding en geen verse mest) in het traject 0 tot 190 uur werd geen nieuw melkzuur geproduceerd. Hierdoor onderging de mest in dit traject in alle potten



Figuur 7: pH-verloop van de mest na toediening van Halamid-D.

een lichte pH-stijging (0,2 pH-punt), hetgeen in overeenstemming is met het pH-verloop van onbehandelde mest.

De pH van de mest van referentiepote 2 (geen voeding op tijdstip 190 uur) bleef na 190 uur doorstijgen door de afnemende concentratie melkzuur. Na het toedienen van voeding (190 uur) daalde de pH in de andere potten. In deze potten werden de melk-

zuurbacteriën weer actief, waardoor de melkzuurconcentratie toenam en de pH daalde. De pH-daling en zodoende ook de activiteit van de melkzuurbacteriën waren onafhankelijk van het gebruikte ontsmettingsmiddel en onafhankelijk van de gebruikte ontsmettingsmiddel-concentratie. Blijkbaar waren de melkzuurbacteriën bij de gehanteerde doseringen bestand tegen de ontsmettingsmiddelen.

5 ECONOMISCHE EVALUATIE

5.1 Extra investeringen

Van de extra investeringen en extra jaarkosten die noodzakelijk zijn voor het microbieel aanzuren van vleesvarkensmest is een economische analyse gemaakt. Hierbij is een vergelijking gemaakt met de referentiestal, zoals deze beschreven is door Bens et al. (1994). Ook werd gebruik gemaakt van gegevens afkomstig uit KWIN 1995/1996.

De referentiestal voor vleesvarkens bevat 23 afdelingen voor 80 dieren, in totaal 1.840 dieren. De stal heeft een centrale gang met daaronder een 1,75 m diepe put met aan de ene zijde twaalf afdelingen en aan de andere zijde elf afdelingen en een kantoorruimte. De stal is 103 m lang. Elke afdeling heeft aan beide kanten van de voergang vier hokken voor elk tien dieren. Een hok heeft voorin een smal mestkanaal, vervolgens een bolle, niet onderkelderde dichte vloer en daarna een breed mestkanaal. Beide mestkanalen zijn voorzien van betonnen roosters en zijn 1,5 m diep.

Aanzuren in een stal met diepe kelders

De vleesvarkensstal voor het aanzuren van vleesvarkensmest bevat de volgende wijzigingen. De stal wordt voorzien van een rioleringsstelsel dat buiten de stal om wordt aangelegd. Hierdoor blijft de mestopslagcapaciteit onder de centrale gang behouden. Alle mestkanalen zijn voorzien van betonnen roosters en een rioleringsstelsel. De mest uit het smalle

mestkanaal voor in de hokken wordt afgelaten naar de mestkelder onder de centrale gang. De investering voor het rioleringsstelsel is f 32,- per dierplaats inclusief mestopvangput (totaal f 58.880,-) (Persoonlijke mededeling Van Brakel, 1996). De mestopvangput wordt tevens gebruikt als mixput.

Wekelijks wordt per breed mestkanaal (23 afdelingen met twee brede mestkanalen) alle mest naar de centrale mixput gepompt, goed gemengd, van voeding voorzien en teruggepompt via het rioleringsstelsel naar de afdeling. Als buffervolume is het noodzakelijk om minimaal 0,5 m aangezuurde mest in de mestkanalen achter te houden. Hierdoor gaat 370 m³ mestopslagcapaciteit verloren (1.840 dierplaatsen x 0,4 m² put per dierplaats x 0,5 m). In de stal blijft echter in de afdelingen 735 m³ (1.840 dierplaatsen x 0,4 m² put per dierplaats x 1,0 m) en onder de centrale gang 325 m³ (103 m x 1,8 m x 1,75 m) beschikbaar, in totaal 1.060 m³. Dit is voldoende voor 5,5 maanden. Tijdens deze maanden neemt het mestniveau in de mestkanalen toe en wordt wekelijks een groter volume mest gemengd en teruggepompt. In tabel 6 staan de extra investeringen die nodig zijn voor het aanzuren in vleesvarkenstallen met diepe kelders,

Aanzuren in een stal met ondiepe kelders

Bij nieuwbouw kan de varkenshouder overwegen om een stal te bouwen met ondiepe mestkelders in plaats van diepe mestkelders.

Tabel 6: Extra investeringsbedragen en jaarkosten voor het microbieel aanzuren van vleesvarkensmest in een stal met diepe kelders.

	Investering	Afschrijving o/o	Rente o/o	Onderhoud o/o	Jaarkosten
Mixer	f 6.250,-	10	7	25,	f 1.000,-
Rioleringsstelsel	f 58.880,-	5	7	1	f 5.595,-
Mestpomp*	f 10.000,-	10	7	2,5	f 1.600,-
pH-meter	f 2.500,-	20	7	5	f 715,-
Totaal	f 77.630,-				f 8.910,-

* In de prijs van het rioleringsstelsel is een mestpomp opgenomen. Het aanzuren vereist een mestpomp met een hogere capaciteit. Aangenomen is dat de mestpomp dan f 10.000,- duurder is.

Volgens Van Brakel (Persoonlijke mededeling 1996) is in een stal voor 1.840 dierplaatsen een besparing op de investering mogelijk van f 144.205,- als gekozen wordt voor ondiepe kelders (60 cm). Deze besparing is mogelijk doordat het grondwerk, de bronbemaling, de fundering en de putmuren goedkoper kunnen worden gebouwd. De jaarkosten dalen ten gevolge van de lagere investering met f 10.820,-.

Als gekozen wordt voor ondiepe kelders moet voldoende mestopslagcapaciteit elders op het bedrijf worden gerealiseerd. Aangenomen wordt dat per vleesvarken 1,15 m³ mest wordt geproduceerd. In totaal zijn er 1.725 productieve dierplaatsen op het bedrijf en mestopslag is gedurende zeven maanden noodzakelijk. Minimaal is dus 1.060 m³ opslagcapaciteit nodig. Volgens Van Brakel (Persoonlijke mededeling 1996) zijn de extra investeringen voor een mestopslag van 1.200 m³ gelijk aan f 90.000,-. De jaarkosten stijgen hierdoor met f 9.900,-.

In totaliteit is een besparing op de jaarkosten mogelijk van f 920,- als gekozen wordt voor ondiepe kelders met mestopslagcapaciteit buiten de stal ten opzichte van diepe kelders.

5.2 Totale extra jaarkosten

In tabel 7 staan de totale extra jaarkosten inclusief exploitatiekosten van het microbieel aanzuren van vleesvarkensmest met gemalen tarwe, zowel bij diepe als ondiepe kelders, ten opzichte van de referentiestal.

In de diepe mestkelders varieert het niveau van de aangezuurde mest van 0,5 m tot 1,5 m. Gemiddeld is het dus 1,0 m. Dit betekent dat

wekelijks gemiddeld 736 m³ uit de afdeling wordt gepompt en naderhand wordt teruggezet (1.840 dierplaatsen x 0,4 m² put per dierplaats x 1,0 m). Op jaarbasis wordt 76.554 m³ mest verpompt (52 x 2 x 736 m³). De pomp heeft een capaciteit van 36 m³/h en een vermogen van 7,5 kW en verbruikt op jaarbasis 15.950 kWh. De elektriciteitskosten (f 0,22 per kWh hoogtarief exclusief ECO-tax) zijn f 3.509,-. In de ondiepe kelders is gemiddeld 0,5 m mest aanwezig. De elektriciteitskosten voor het verpompen van de mest in de ondiepe kelders bedragen dus f 1.754,-.

Per mestkanaal wordt de mest per week circa 15 minuten gemixt, zowel bij diepe als ondiepe mestkelders. De mixer (4 kW) verbruikt jaarlijks 2.392 kWh (0,25 uur x 46 mestkanalen x 52 weken x 4 kW). De bijbehorende elektriciteitskosten zijn f 526,-.

De voedingskosten zijn gebaseerd op een verbruik van 1,6 kg gemalen tarwe per dierplaats per week. Gemalen tarwe kost f 40,- per 100 kg.

De extra mestafzetkosten zijn gebaseerd op een toename van het mestvolume. Per varkensplaats wordt per week 1,6 kg toegevoegd aan de mest. De mestafzetkosten bedragen f 15,- per ton mest.

Bij de berekening van de exploitatiekosten is geen rekening gehouden met kosten voor extra arbeid of kosten voor automatisering van het aanzuurproces en dosering van de voeding.

De totale extra jaarkosten inclusief exploitatiekosten bedragen afhankelijk van het staltype zo'n f 40,- tot f 42,- per vleesvarkensplaats.

Tabel 7: Totale extra jaarkosten inclusief exploitatiekosten voor het microbieel aanzuren van varkensmest met gemalen tarwe.

	Diepe kelders	Ondiepe kelders
Extra investeringen	f 77.630,-	f 23.425,-
Extra investeringen per vleesvarkenplaats	f 42,-	f 13,-
Jaarkosten van de investering (afschrijving, rente, onderhoud)	f 8.910,-	f 7.990,-
Extra elektriciteitskosten (mixer en mestpomp)	f 4.035,-	f 2.280,-
Voedingskosten (1.840 x 1,6 x 52 x f 40,- / 100)	f 61.235,-	f 61.235,-
Extra mestafzetkosten (1.840 x 1,6 x 52 x f 15,- / 1.000)	f 2.300,-	f 2.300,-
Totale extra jaarkosten inclusief exploitatiekosten	f 76.480,-	f 73.805,-
Totale extra jaarkosten per vleesvarkensplaats	f 41,57	f 40,11

6 DISCUSSIE

Aanzuursysteem

Onder praktijkomstandigheden is het wekelijkse af- en aanvoeren en het mengen van de mest en de voeding in een centrale mixput te prefereren boven het mengen in de mestput in de afdeling. In een centrale mixput is het mixproces overzichtelijker en er kan gewerkt worden met een intensiever mixproces.

In hoofdstuk 2 (Materiaal en methode) is beschreven dat voor de start van het onderzoek 7,5 m³ microbieel aangezuurde rundermest werd aangeleverd. Deze mest was met citroenzuur aangezuurd tot een pH van 6,0 en was tevens geënt met melkzuurbacteriën. Dit gebeurde om de start van het onderzoek te vereenvoudigen. In de praktijk kan het microbieel aanzuren van vleesvarkensmest op het bedrijf worden gestart met onbehandelde varkensmest. Tijdens de start wordt de pH van de onbehandelde mest verlaagd tot 6,0 door het stapsgewijs toedienen van citroenzuur. Hierbij wordt de mest continu intensief gemengd. Na het bereiken van de gewenste pH wordt een mengsel van melkzuurproducerende bacteriën en fermenteerbare koolhydraten toegevoegd.

Mestsamenstelling

Het droge-stofgehalte van de microbieel aangezuurde vleesvarkensmest varieerde tussen 106 en 142 g/kg. Volgens Ten Have en Schellekens (1994) is het droge-stofgehalte van onbehandelde vleesvarkensmest 94 g/kg. Dit gehalte varieert in de praktijk sterk ten gevolge van de diversiteit in voersoort, voersysteem, het wel of niet hanteren van een beperkte watergift et cetera. Het droge-stofgehalte van de microbieel aangezuurde mest lijkt hoger te zijn dan dat van onbehandelde vleesvarkensmest. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt doordat voedingscomponenten werden toegevoegd aan de mest.

Het ammoniumstikstofgehalte van de microbieel aangezuurde vleesvarkensmest steeg

van 3,63 g/kg in ronde 1 tot 5,62 g/kg in ronde 4. Deze stijging werd veroorzaakt doordat begonnen werd met aangezuurde rundermest met een lager ammoniumstikstofgehalte dan in vleesvarkensmest (Hendriks et al., 1993). De toename van het ammoniumgehalte van de microbieel aangezuurde vleesvarkensmest in ronde 4 (5,62 g/kg) ten opzichte van onbehandelde vleesvarkensmest (3,6 g/kg, Hoeksma, 1988) wordt veroorzaakt doordat meer ammonium in de mest achterblijft door de lagere ammoniakemissie.

Het totale stikstofgehalte van de microbieel aangezuurde vleesvarkensmest steeg van 6,48 g/kg in ronde 1 tot 10,49 g/kg in ronde 4. De toename van het totale stikstofgehalte van de microbieel aangezuurde vleesvarkensmest in ronde 4 (10,49 g/kg) ten opzichte van onbehandelde vleesvarkensmest (9,8 g/kg Ten Have en Schellekens, 1994) wordt veroorzaakt door het hogere ammoniumstikstofgehalte.

Ammoniakemissie

Het proces van microbieel aanzuren van vleesvarkensmest heeft tijdens het onderzoek goed gefunctioneerd tijdens ronde 3 en 4. Tijdens deze ronden was de ammoniakemissie gemiddeld respectievelijk 1,39 en 1,26 kg ammoniak per dierplaats op jaarbasis. De pH was tijdens ronde 3 en 4 gemiddeld respectievelijk 6,03 en 6,21.

Voeding van de bacteriën

Tijdens ronde 3 en 4 was het noodzakelijk om per vleesvarkensplaats per week 1,6 kg gemalen tarwe toe te dienen aan de mest om de bacteriën in voldoende mate te activeren. De bacteriën werden ook gevoed met tarwezetmeel. Vanwege de problemen met het mengsysteem tijdens ronde 1 en 2 was het niet mogelijk om betrouwbare uitspraken te doen ten aanzien van het te verwachten gebruik hiervan.

Tijdens ronde 1 en 2 is tarwezetmeel en tijdens ronde 5 aardappelzetmeel gebruikt als

endogene voeding. Het tarwezetmeel bleek wel geschikt te zijn, het aardappelzetmeel niet. Hierdoor ontstaat het vermoeden dat de grotere korrelstructuur en/of andere kristalliniteit van aardappelzetmeel ten opzichte van tarwezetmeel de oorzaken zijn van de lagere activiteit van de melkzuurbacteriën tijdens ronde 5 (Persoonlijke mededelingen Wijbenga, 1996). Op basis van deze veronderstelling is door AVEBE laboratoriumonderzoek gestart om aardappelzetmeel als fermenteerbare koolstofbron te toetsen nadat het is blootgesteld aan een warmtebehandeling met als doel het aardappelzetmeel te ontsluiten. Op deze manier ontstaat koud oplosbaar aardappelzetmeel. De eerste voorlopige resultaten van dit laboratorium onderzoek zijn positief. Verwacht wordt dat koud oplosbaar aardappelzetmeel als fermenteerbare koolstofbron kan worden aangemerkt. Ook mag verwacht worden dat de voedingskosten bij toepassing van koud

oplosbaar aardappelzetmeel aanzienlijk lager zullen zijn dan bij toepassing van gemalen tarwe.

Economische evaluatie

Momenteel behoort het koeldekstelsysteem tot de goedkoopste emissie-arme systemen voor vleesvarkens. Het emissieniveau van het koeldekstelsysteem is vergelijkbaar met dat van microbiële aanzuren, namelijk 1,4 kg ammoniak per vleesvarkenplaats op jaarbasis. De extra exploitatiekosten van dit systeem bedragen f 22,- (Maes, 1996). De extra totale exploitatiekosten voor het microbiële aanzuren variëren van f 40,- tot f 42,-. Ongeveer f 33,- is nodig voor de voeding van de bacteriën. Een reductie van de kostenpost voor de voeding is mogelijk realiseerbaar als afvalproducten met fermenteerbare componenten uit de voedingsindustrie betrokken kunnen worden.

7 CONCLUSIES

Het proces van het microbieel aanzuren van vleesvarkensmest heeft gedurende twee van de vijf ronden goed gefunctioneerd. Tijdens deze ronden was de ammoniakemissie gemiddeld 1,39 en 1,26 kg ammoniak per dierplaats op jaarbasis. De pH was gemiddeld respectievelijk 6,03 en 6,21. Tijdens twee ronden functioneerde het aanzuursysteem niet in verband met problemen rondom het mengen van de mest en de voeding. Tijdens één ronde functioneerde het aanzuursysteem niet doordat in de voeding te weinig zetmeel beschikbaar was.

De bacteriën kunnen gevoed worden met fermenteerbare componenten, zoals onder andere tarwezetmeel en gemalen tarwe. Bij het gebruik van gemalen tarwe is per vleesvarkensplaats per week gemiddeld 1,6 kg

nodig om de bacteriën in voldoende mate te activeren.

De bacteriën blijken bestand te zijn tegen de gehanteerde dosering van diverse in de praktijk gebruikte ontsmettingsmiddelen.

Voor het toepassen van het microbieel aanzuren van vleesvarkensmest is het wekelijks af- en aanvoeren en het mengen van de mest en de voeding in een centrale mixput te prefereren boven het mengen in de mestput in de afdeling.

De extra exploitatiekosten voor het microbieel aanzuren van vleesvarkensmest zijn berekend op f 40,- tot f 42,-, afhankelijk van het staltype. Hiervan is ongeveer f 33,- nodig voor de voeding van de bacteriën.

LITERATUUR

Aartsen, J.J. van 1995. De Minister van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij. *De Integrale Notitie mest- en ammoniakbeleid*. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, 's-Gravenhage.

Alders, J.G.M 1993. De Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke ordening en Milieubeheer. *Beoordelingsrichtlijn voor emissie-arme stallen, Stichting Groen Label*. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 's-Gravenhage.

Bureau bestrijdingsmiddelen 1994. *Lijst met desinfectants*. Wageningen.

Bens, P.A.M, A.G. Altena, G.B.C. Backus, B.H.P. Frederix, A.W. de Vos en G.J.M. van der Zanden 1994. *Afschrijving van varkensstallen*. Informatie en Kennis Centrum Veehouderij, Ede.

Eekert, M.H.A. en D.J. Wijnbenga 1992. *Microbiële verzuring van varkensdrijfmest*. Nederlands Instituut voor Koolhydraat Onderzoek. NIKO-TNO, Groningen.

Have, P.J.W. ten en J.J.M. Schellekens 1994. *Een verkenning van de mogelijke gevolgen van de introductie van nieuwe stalsystemen en van mestbewerking op bedrijfsniveau voor de fabrieksmatige verwerking van varkensmest*. Informatie Centrum Mestverwerking, Wageningen.

Hendriks, J.G.L., E.M. Mulder en J.F.M. Huijsmans 1994. *Aanzuren van rundermest*. IMAG-DLO, Wageningen, Rapport 93-30.

Hoeksma, P. 1988. *De samenstelling van drijfmest die naar akkerbouwbedrijven wordt*

afgezet. IMAG-DLO, Wageningen, Interne notitie.

Hoeksma, P., R. Scholtens en A.J. van den Berg 1993. *Een milieuvriendelijk bedrijfssysteem voor de varkenshouderij*. IMAG-DLO, Wageningen. Rapport 93-7.

Hoeksma, P., T.K. Vijn, P.J.L. Derikx en H.C. Willers 1995a. *Invloed van aanzuren op het gehalte aan vluchtige vetzuren in verse vleesvarkensmengmest*. IMAG-DLO, Wageningen. Rapport 95-16.

Hoeksma, P., N.W.M. Ogink, P.J.L. Derikx en G.W.M. Willems 1995b. *Bemonstering van drijfmest in transportwagens*. IMAG-DLO, Wageningen. Rapport 95-12.

Klooster, C.E. van 't, B.P. Heitlager en J.P.B.F. van Gastel 1992. *Measurement systems for emissions of ammonia and other gasses at the Research Institute for Pig Husbandry*. Research Institute for Pig Husbandry, Rosmalen. Report P3.92. Kwantitatieve Informatie Veehouderij 1994-1995. Informatie en Kennis Centrum Veehouderij, Ede.

Maes, V. 1996. *Extra kosten van milieu-investeringen in varkensstallen*. Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen. Intern rapport.

Verboon, M.C. en A.J.H. van Lent 1992. *Aanzuren van dunne rundermest*. Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij, Lelystad. Intern rapport 235.

Wijnbenga 1995. *Persoonlijke mededelingen*. NIKO-TNO, Groningen.

REEDS EERDER VERSCHENEN PROEFVERSLAGEN

Proefverslag P1. 135

Invloed van de tijdsduur tussen inseminatie en ovulatie op de productie van zeugen. P.C. Vesseur, Binnendijk G.P. en Soede, N.M. september 1995

Proefverslag P1. 136

Bronststimulering van scharrelzeugen tijdens de lactatieperiode door gebruikmaking van natuurlijke hulpmiddelen. P.C. Vesseur, Plagge, J.G. en Scholten, R.H.J., september 1995.

Proefverslag Pl. 137

Het effect van bloedplasma in speenvoeders met verschillende eiwitbronnen op de opfokresultaten van biggen. C.M.C. van der Peet-Schwering en Binnendijk, G.P., oktober 1995.

Proefverslag Pl. 138

Vloeruitvoering en hokbevuiling bij gespeende biggen. H.M. Vermeer, Altena, H. en Vrielink, M.G.M., oktober 1995.

Proefverslag Pl. 139

Gescheiden afvoer van urine en faeces in combinatie met spoelen bij vleesvarkens. E.R. ter Elst-Wahle en Brok, G.M. den, november 1995.

Proefverslag Pl. 140

Effect van multifasenvoeding op de technische resultaten en het waterverbruik van borgen en zeugen. C.M.C. van der Peet-Schwering en Plagge, J.G., december 1995.

Proefverslag Pl. 141

Ammoniakarm huisvestingssysteem voor gespeende biggen. M.P. Voermans en Hendriks, J.G.L., februari 1996.

Proefverslag P1. 142

Signaleren van afwijkingen in het eet- en drinkgedrag bij vleesvarkens. P.J. L. Ramaekers, Huiskes, J.H., Vesseur, P.C., Binnendijk, G.P. en Vermeer, H.M., februari 1996.

Proefverslag Pl. 143

Bedrijfsvoering en bedrijfsuitrusting op hoogproductieve zeugenbedrijven. P.F. M.M.

Roelofs en Backus, G.B.C., maart 1996.

Proefverslag Pl. 144

Mia R of mineralenboekhouding? C. E. P. van Brakel, Geurts, J. en Backus, G.B.C., maart 1996.

Proefverslag P1. 145

Effect van voeding en huisvesting op de ammoniakemissie uit vleesvarkensstallen. C.M.C. van der Peet-Schwering, Verdoes, N., Voermans, M.P. en Beelen, G.M., maart 1996.

Proefverslag Pl. 146

Ammoniakemissie in een vleesvarkensstal bij gebruik van een vloeibare afdeklaag in de mestkelder E.R. ter Elst-Wahle en Brok, G.M. den, mei 1996.

Proefverslag P1. 147

Economische evaluatie van het voeren van natte bijproducten aan vleesvarkens. C. E. P. van Brakel, Scholten, R.H.J. en Backus, G.B.C., april 1996.

Proefverslag Pl. 148

Aanzuren van vleesvarkensmest met organische zuren. J.G.L. Hendriks en Vrielink, M.G.M., mei 1996.

Proefverslag Pl. 149

Zware vleesvarkens en luchtgedroogde ham. J.H. Huiskes, Binnendijk G.P. en Trig, P.H. van, juni 1996.

Exemplaren van proefverslagen kunnen worden verkregen door f18,50 per verslag (m.u.v. Pl. 117, deze kost f50,-) 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 f20,- per P1-verslag (dit is inclusief verzendkosten) én f15,- administratiekosten per bestelling (m.u.v. Pl. 117, deze kost f75,-).

Ook bestaat de mogelijkheid een abonnement te nemen op de proefverslagen voor f250,- per jaar.