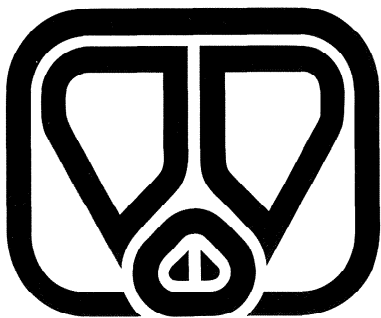


ir. J.G.L. Hendriks
ing. M.G.M. Vrielink

Aanzuren van vleesvarkensmest met organische zuren

*Acidification of
fattening pig manure
with organic acids*



Praktijkonderzoek Varkenshouderij

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

Proefverslag nummer P 1 .148
mei 1996
ISSN 0922 - 8586

INHOUDSOPGAVE

	SAMENVATTING	3
	SUMMARY	4
1	INLEIDING	5
2	MATERIAAL EN METHODE	6
2.1	Aanzuursysteem	6
2.2	Waarnemingen	7
3	RESULTATEN	9
3.1	Technisch functioneren	9
3.2	Mestsamenstelling, pH en zuurverbruik	9
3.3	Ammoniakemissie	12
4	ECONOMISCHE EVALUATIE	14
4.1	Extra investeringen	14
4.2	Totale extra jaarkosten	15
5	DISCUSSIE	16
6	CONCLUSIES	18
	LITERATUUR	19
	REEDS EERDER VERSCHENEN PROEFVERSLAGEN	20

SAMENVATTING

Door het aanzuren van de mest kan de ammoniakemissie vanuit de mestkelder worden verminderd. Een voorbeeld hiervan is het HEPAQ-aanzuursysteem voor vleesvarkens waarvan de emissiefactor vastgesteld is op 1,4 kg ammoniak per dierplaats per jaar. Bij het HEPAQ-systeem wordt de mest opgevangen in een aangezuurde spoelvloeistof, die één à tweemaal per dag uit de stal wordt afgevoerd. Van het mengsel wordt een dunne fractie afgescheiden. Deze wordt opnieuw aangezuurd en gebruikt als spoelvloeistof. Bij het aanzuren wordt gebruik gemaakt van een mengsel van organische zuren, verkrijgbaar onder de merknaam Amguard. Het verbruik ligt bij het HEPAQ-systeem op 54 kg (50 liter) zuur per vleesvarken per jaar.

Op het Varkensproefbedrijf te Raalte is een variant op het HEPAQ-systeem onderzocht. Hierbij werd alle mest wekelijks uit de afdeling afgevoerd, gemixt, aangezuurd en teruggezet in de afdeling. Het onderzoek werd uitgevoerd in een vleesvarkensafdeling met zes hokken voor in totaal 66 dieren. De hokken hadden voorin een smal mestkanaal (0,50 m breed), vervolgens een bolle niet-onderkelderde vloer (1,85 m breed) en achterin een breed mestkanaal (1,60 m breed). Beide mestkanalen waren ondiep en voorzien van metalen driekantroosters. De brijbak was voor in het hok geplaatst boven het smalle mestkanaal. De mest in het smalle

mestkanaal werd niet aangezuurd en werd afgelaten in de mestput onder de centrale gang. De mest in het brede mestkanaal werd wekelijks via een rioleringsysteem afgelaten in een centrale mixput. Hier werd de mest goed gemengd en opnieuw aangezuurd tot een pH van 5,5.

Het aanzuren van vleesvarkensmest met organische zuren kon goed worden uitgevoerd in een centrale mixput. Tijdens twee ronden is gebleken dat de ammoniakemissie werd verlaagd tot 1,44 kg ammoniak per dierplaats op jaarbasis (niet gecorrigeerd voor de achtergrondemissie). De reductie van de ammoniakemissie was minder groot dan op basis van theorie werd verwacht. De oorzaak daarvoor is dat in de mestkelder met aangezuurde mest een top-laag (urinelaag) van niet-aangezuurde mest ontstaat. In de praktijk kan de reductie van de ammoniakemissie worden verhoogd door de mest frequenter (meer dan éénmaal per week) af te laten en opnieuw te mengen.

Per varkensplaats was op jaarbasis ongeveer 70 kg zuur nodig. De extra totale jaar-kosten voor het aanzuren van vleesvarkensmest met organische zuren zijn berekend op f 31,- tot f 33,- per dierplaats. Hiervan is f 19,42 nodig voor het verbruik van zuur. De jaarkosten en de ammoniakemissie van het onderzochte aanzuursysteem zijn vergelijkbaar met die van het HEPAQ-systeem.

SUMMARY

Ammonia emission from pig houses can be reduced by acidification of the pig manure in the slurry pit. The HEPAQ-system is an example of such a system which has led to the ammonia emission being 1.4 kg ammonia per fattening pig place per year. The produced manure is caught in an acidified flushing fluid. This fluid is discharged once or twice a day. A thin fraction is separated from the discharged fluid, acidified again and used as flushing fluid. A mixture of organic acids is used to acidify the fluid. About 54 kg (50 l) of acid is used per pig place per year.

A system similar to the HEPAQ-system was examined during this research. All the produced manure was discharged from the manure pit via a sewage system into a central mixing pit once a week. In this pit all the manure was mixed, acidified and pumped back into the pit in the pig room. The manure was acidified to pH 5.5. The research was carried out in a pig room with six pens for a total of 66 pigs. At the front of the pens was a narrow manure channel, followed by a slightly rounded solid floor with no underlying manure storage and a broad manure channel at the back. Both manure channels were undep and had metal tribar slats. The feeding

place was placed at the front in the pen. The manure in the narrow manure channel was not acidified and discharged to a central manure pit.

The proces of acidification worked well in the central mixing pit. The ammonia emission was reduced to 1.44 kg ammonia (not corrected for background ammonia emission) per pig place per year during two fattening periods. The measured reduction in ammonia emission was lower than the hypothetically expected ammonia emission. The development of a layer of non acidified manure (urine) on the acidified manure was due to a lower reduction in ammonia emission. The reduction can be increased in practice by increasing the mixing frequency of the manure (more than once a week).

About 70 kg of acid was used per pig place per year. The extra total annual costs per pig place per year for the acidification system were calculated at between Dfl. 31.- and Dfl. 33.-. The cost of organic acids was Dfl. 19.42 per year. The annual costs and the ammonia emission of the studied acidification system are comparable with those of the HEPAQ-system.

1 INLEIDING

Door de Nederlandse overheid is het doel gesteld om in de jaren 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 gehuisvest op gedeeltelijk rooster-vloer zijn deze normen respectievelijk 2,5 en 1,5 kg NH₃ per dierplaats per jaar.

Door het aanzuren van de mest kan de ammoniakemissie vanuit de mestkelder worden verminderd. Inmiddels is het HEPAQ-aanzuursysteem ontwikkeld, waarvan de emissiefactor vastgesteld is op 1,4 kg ammoniak per dierplaats per jaar. Hierbij worden de verse faeces en urine opgevangen in een aangezuurde (spoel)vloeistof in de mestput. Het verkregen mengsel wordt één à tweemaal per dag uit de stal afgevoerd. Van het mengsel wordt via een bezinkinstallatie een dunne fractie afgescheiden, die aangezuurd wordt gebruikt als spoelvloeistof. De pH wordt teruggebracht tot 6,0. Bij

het aanzuren wordt gebruik gemaakt van een mengsel van organische zuren, verkrijgbaar onder de naam Amguard. Het verbruik hiervan ligt op 54 kg (50 liter) zuur per vleesvarken per jaar (Hoeksma et al., 1993).

Het Praktijkonderzoek Varkenshouderij heeft samen met BP Chemicals te Hull (Engeland) een project opgestart op het Varkensproefbedrijf "Noord- en Oost-Nederland" te Raalte. Hierbij werd alle mest tijdens een wekelijkse aanzuursessie afgevoerd uit de afdeling, gemixt, aangezuurd en teruggezet in de afdeling. Niet aangezuurde vleesvarkensmest heeft een pH van 8,0 (Hoeksma, 1988). In tegenstelling tot het HEPAQ-systeem is in dit project alle mest aangezuurd in plaats van alleen de dunne fractie. Bovendien werd aangezuurd tot een pH van 5,5, terwijl bij het HEPAQ-systeem wordt aangezuurd tot een pH van 5,5 à 6,0. Vanwege de lagere aanzuurfrequentie (eenmaal per week in plaats van eenmaal per dag) zal de gemiddelde pH ongeveer 6,0 zijn. Doordat alle mest in plaats van alleen de dunne fractie wordt aangezuurd, zal het zuurverbruik hoger zijn. De bereiding van de aangezuurde mest is daarentegen eenvoudiger, minder frequent en goedkoper dan bij het HEPAQ-systeem. Tijdens het onderzoek lag de nadruk op het vaststellen van de ammoniakemissie en de financiële haalbaarheid van het systeem.

2 MATERIAAL EN METHODE

2.1 Aanzuursysteem

Het onderzoek werd uitgevoerd op het Varkensproefbedrijf "Noord- en Oost-Nederland" te Raalte in de periode van december 1994 tot januari 1996. Het aanzuursysteem werd gedurende drie ronden onderzocht.

Proefafdeling

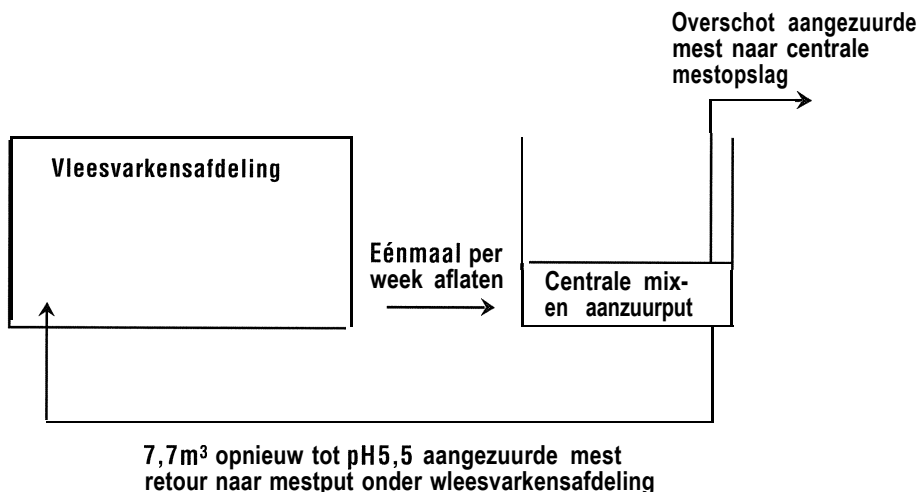
De gebruikte vleesvarkensafdeling bestond uit zes hokken en was 12 m lang en 5 m breed. De hokken waren 2 m breed en 3,95 m diep en hadden vanaf de voergang (1,05 m breed) gezien de volgende indeling: een smal mestkanaal met metalen driekantroosters (0,50 m), een bolle niet-onderkelderde vloer (1,85 m) en een breed mestkanaal met metalen driekantroosters (1,60 m inclusief mestspleet van 10 cm). Het brede mestkanaal was 1,75 m breed, doordat 15 cm van de bolle vloer wel onderkelderd was.

Rekening houdend met de eisen van de Welzijnswet (0,7 m² vloeroppervlak per dier waarvan 0,3 m² dichte vloer) konden per hok maximaal elf dieren worden gehuisvest. Tijdens het onderzoek waren gedurende de eerste ronde tien varkens per hok gehuisvest en gedurende de laatste twee ronden elf dieren per hok.

De brijbak was voor in het hok geplaatst boven het smalle mestkanaal. Bij de gebruikte hokuitvoering kwam 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. De mest in het smalle mestkanaal werd enigszins verdund door reinigingswater. De mest in dit kanaal werd niet aangezuurd en via een afsluiter afgelaten in de mestput onder de centrale gang.

Aanzuurprocédé

Wekelijks werd de mest uit het brede mestkanaal via een rioleringsstelsel afgelaten in een centrale mixput. In figuur 1 staat een flowschema van de mest. De mixput lag buiten de stal. Er werden een mixer (Eisele electra-dompelroerder 4 kW) en een pomp (Eisele electra-dompelpomp 3,0 kW) in geplaatst. De mixput was 6,3 m lang en 2,1 m breed, met in het midden een 10 cm brede muur van 4,1 m lang. De netto-oppervlakte was 13 m². Door de plaatsing van de middenmuur kon de mest worden rondgestuurd en gemengd. Na het aflaten werd een gedeelte van de mest afgevoerd naar een centrale mestopslag. Aan het restant van de mest in de mixput werd een mengsel van



Figuur 1: Flowschema van de mest tijdens het wekelijkse aanzuurproces.

organische zuren toegediend. Het zuur werd vanuit vaten (25 liter) toegediend in de meststroming van de mixer. Nadat de zuren waren toegediend, werden de mest en het zuur intensief gemixt gedurende ongeveer 15 minuten. De aangezuurde mest werd teruggepompt in het brede mestkanaal onder de afdeling. Om de mest en het zuur 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. Hierdoor was in het brede mestkanaal (1,75 m bij 12 m) minimaal een 37 cm dikke laag aangezuurde mest aanwezig. Het aflaten van de mest, het in- en uitschakelen van de mixer en de pomp en het zuur doseren werden handmatig uitgevoerd.

Organische zuren

Tijdens de eerste ronde is voor het aanzuren een mengsel gebruikt van azijnzuur (30%) MMDBA (42%) en water (28%). MMDBA is een mengsel van organische zuren dat vrijkomt bij de azijnzuurproductie. Tijdens ronde 2 en 3 is een mengsel gebruikt van MMDBA (60%) en water (40%). Dit laatste mengsel is bij BP Chemicals in Hull te Engeland verkrijgbaar onder de handelsnaam "Amguard". De pH hiervan varieert tussen 1,6 en 1,8.

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.

Klimatisering

De lucht kwam indirect de afdeling binnen via de centrale gang en plafondventilatie. Gedurende de eerste twee ronden werd de lucht op de centrale gang, indien nodig, voorverwarmd tot 5°C. Tijdens ronde 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. De lucht werd afgevoerd via een ventilator in het plafond (doorsnede 45 cm).

Bij opleg werd een afdelingstemperatuur nagestreefd van 22°C, dalend naar 21 °C vijftien dagen na opleg en 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 maximum-ventilatie waren respectievelijk 10 en 100 m³/h per dier. De bandbreedte varieerde afhankelijk van de buitentemperatuur van 4 tot 6°C.

Voeding en drinkwaterstrekking

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 onbeperkt beschikbaar.

2.2 Waarnemingen

Technisch functioneren

Storingen en slijtages van het aanzuursysteem werden genoteerd in een logboek.

Mestsamenstelling, pH en zuuwerbruik

Tijdens het mixen in de centrale mixput werd de pH gemeten met een WTW hand-pH-meter, zowel vóór als na het toedienen van zuur aan de mest. Maandelijks werden twee monsters genomen uit de mixput buiten de stal tijdens het mixen van de mest. Het eerste monster werd genomen nadat de uit de afdeling afgevoerde mest intensief was gemengd. Het tweede monster werd genomen nadat zuur was toegediend en gemengd met de mest. De mestmonsters werden ingevroren en gekoeld getransporteerd naar het laboratorium van het IMAG-DLO. De mestmonsters werden geanalyseerd op het ds-gehalte, de NH₃-N en het totale stikstofgehalte. Per aanzuursessie werd de toegevoegde hoeveelheid organische zuren bepaald.

Vaststellen van de ammoniakemissie

De ammoniakemissie werd continu gemeten met behulp van een Brüel & Kjær-analyser. Hiervoor werd verschillende malen per dag

de ammoniakconcentratie en de temperatuur gemeten van de afgevoerde lucht in de ventilatiekamer. Tevens werd bij elke meting het ventilatiedebiet 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). De metingen zijn met behulp van formule 1 omgerekend naar de ammoniakemissie per dag (gr/dag).

De ammoniakemissie werd gemeten vanaf 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. Tijdens ronde 1 werd gerekend met 60 dierplaatsen, tijdens ronde 2 en 3 met 66 dierplaatsen.

De ammoniakemissie werd niet gecorrigeerd voor de achtergrondconcentratie. Een referentieafdeling 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).

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

NH _{3j}	= Ammoniakemissie op dag j	(g/dag)
C _i	= Ammoniakconcentratie van de stallucht op tijdstip i	(mg/m ³)
Vent _i	= Ventilatiedebiet 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

De afsluiter van het rioleringsstelsel functioneerde niet goed bij het opstarten van ronde 1. Hierdoor vloeide een aanzienlijk deel van de aangezuurde mest naar de mestkelder onder de bezoekersgang. Tijdens de volgende wekelijkse aanzuursessie was de afsluiter gerepareerd en werd opnieuw 7 m³ vleesvarkensmest aangezuurd.

In totaal werd driemaal een hoeveelheid van 7 m³ neutrale (pH = 8,0) vleesvarkensmest aangezuurd, namelijk eenmaal tijdens het begin van ronde 1, nog eenmaal tijdens het begin van ronde 1 wegens het slechte functioneren van de afsluiter en éénmaal tijdens het begin van ronde 2 vanwege de wijziging van het mengsel van organische zuren. Het aanzuren van neutrale mest gaat gepaard met enige schuimontwikkeling, die ontstaat door het uitdrijven van CO₂ (Hendriks et al. 1994). Deze koolstofdioxide komt vrij ten gevolge van het verschuiven van het chemisch evenwicht door het toegediende zuur. Het gevormde schuim werd door de mixer stuk geslagen en leverde geen problemen op.

Het wekelijkse mengen van de mest en het zuur in de centrale mixput buiten de stal leverde geen problemen op. De mest kon goed gemixt worden waardoor een homogene verdeling van het zuur over de mest kon worden bereikt.

3.2 Mestsamenstelling, pH en zuurwerbruik

Mestsamenstelling

In tabel 1 staan de gemiddelde analyseresultaten van de mestmonsters die genomen zijn tijdens de verschillende ronden.

Uit tabel 1 blijkt dat het gemiddelde drogestofgehalte van de mest stijgt van 82 gr/kg tijdens ronde 1 tot 156 gr/kg tijdens ronde 3. Deze toename wordt veroorzaakt doordat tijdens het begin van ronde 1 en 2 is begonnen met neutrale mest, afkomstig uit de centrale mestopslag. In deze opslag wordt zowel vleesvarkensmest als zeugenmest opgeslagen. Het drogestofgehalte van zeugenmest is lager dan dat van vleesvarkensmest. Tijdens het begin van ronde 1 en 2 werd begonnen met mest met een relatief laag drogestofgehalte. Hieraan werden vleesvarkensmest met een hoger drogestofgehalte en de organische zuren toegevoegd, waardoor het drogestofgehalte steeg. Tijdens ronde 3 was het drogestofgehalte constant. Dit blijkt uit de lagere S.E.M. van ronde 3 ten opzichte van die in ronde 1 en 2.

Het ammoniumstikstofgehalte van niet aangezuurde vleesvarkensmest is 3,6 g/kg (Hoeksma, 1988). Het ammoniumstikstofgehalte van met organische zuren aangezuurde vleesvarkensmest steeg van 3,82 tot 5,25 g/kg in ronde 3. De stijging ten opzichte van niet aangezuurde vleesvarkensmest wordt veroorzaakt door

Tabel 1: Gemiddelde analyseresultaten van de mestmonsters.

Analyse	Ronde 1	Ronde 2	Ronde 3
Aantal monsters	14	14	10
Ammonium-stikstof (g/kg)	3,82	4,46	5,25
S.E.M.*	0,31	0,19	0,10
Totaal Stikstof (g/kg)	6,83	7,88	10,14
S.E.M."	0,70	0,54	0,13
Droge-stofgehalte (g/kg)	82,4	113	156
S.E.M.*	10,2	10,3	1,76

* S.E.M.: Standaard afwijking van het gemiddelde.

de verschuiving van het chemisch evenwicht, waardoor in verhouding met niet aangezuurde mest meer ammonium in de mest blijft. Het gevolg is een lagere ammoniakemissie.

Het totale stikstofgehalte van niet aangezuurde vleesvarkensmest is 8,93 g/kg (Hoeksma, 1995). Het totale stikstofgehalte van de met organische zuren aangezuurde vleesvarkensmest steeg van 6,83 tot 10,14 g/kg in ronde 3. Deze stijging wordt veroorzaakt door het toenemende ammoniumstikstofgehalte, maar ook door het toenemende droge-stofgehalte.

PH

In tabel 2 staat per ronde de gemiddelde pH van de mest. In figuur 2 tot en met 4 staat per ronde het verloop van de pH, gemeten in de mixput voordat de mest opnieuw werd aangezuurd.

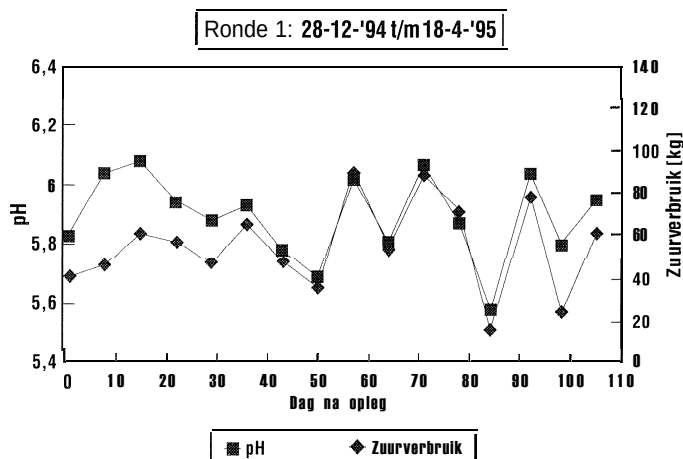
De pH van niet aangezuurde vleesvarkensmest is 8,0 (Hoeksma, 1988). De pH van de mest in de mixput na aanzuren was tijdens alle ronden gemiddeld 5,49. De pH van de gemengde mest voor aanzuren was hoger, doordat de mestproductie van één week aan

Tabel 2: Gemiddelde pH-waarden van de mest.

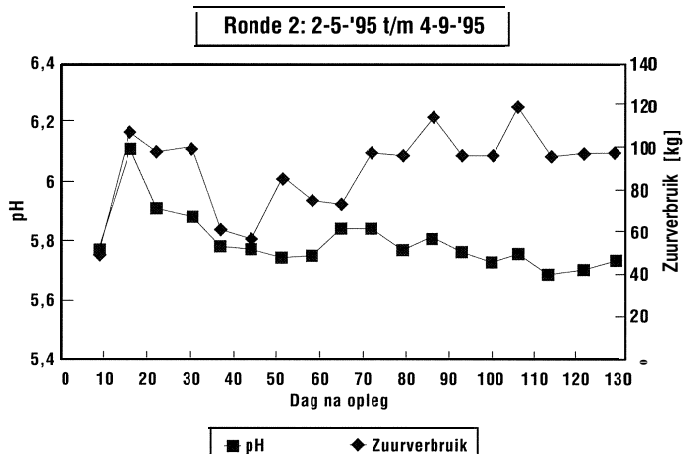
Analyse	Ronde 1	Ronde 2	Ronde 3
Aantal metingen in mixput	16	19	17
pH voor aanzuren	5,89	5,78	5,73
S.E.M.*	0,04	0,03	0,03
pH na aanzuren	5,49	5,49	5,49
S.E.M.*	0,01	0,01	0,02
Aantal metingen in de mestput**	16	15	16
pH bovenste mestlaag	6,53	5,78	6,27
S.E.M.*	0,08	0,04	0,06
pH bufferlaag	5,75	5,61	5,78
S.E.M.*	0,04	0,02	0,05

* S.E.M.: Standaard afwijking van het gemiddelde

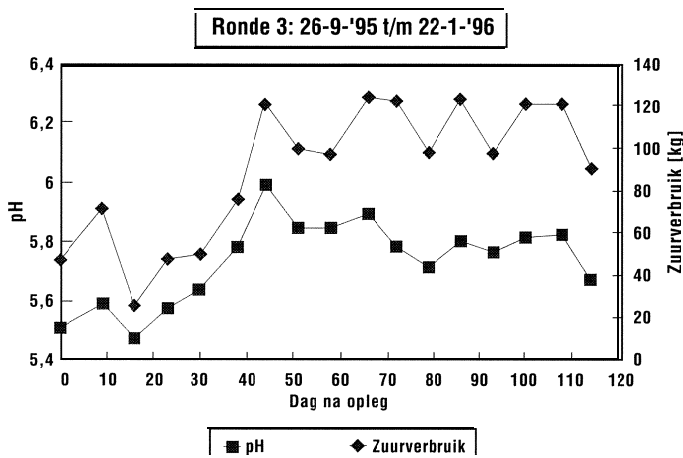
** Gemeten voordat de mest werd afgelaten.



Figuur 2: pH-verloop en gebruikte hoeveelheid zuur tijdens ronde 1



Figuur 3: pH-verloop en gebruikte hoeveelheid zuur tijdens ronde 2



Figuur 4: pH-verloop en gebruikte hoeveelheid zuur tijdens ronde 3

de aangezuurde mest werd toegevoegd

In de mestput was de pH van de toplaag (1 à 2 cm) van de mest hoger dan die van de onderliggende laag (30 à 40 cm). Het gemiddelde pH-verschil tussen beide lagen varieerde tussen de verschillende ronden van 0,17 tot 0,78. Het ontstaan van de toplaag wordt veroorzaakt door de aanvoer van verse niet-aangezuurde mest. Deze mest wordt in de mestput slecht gemengd met de onderliggende aangezuurde mest.

Zuurverbruik

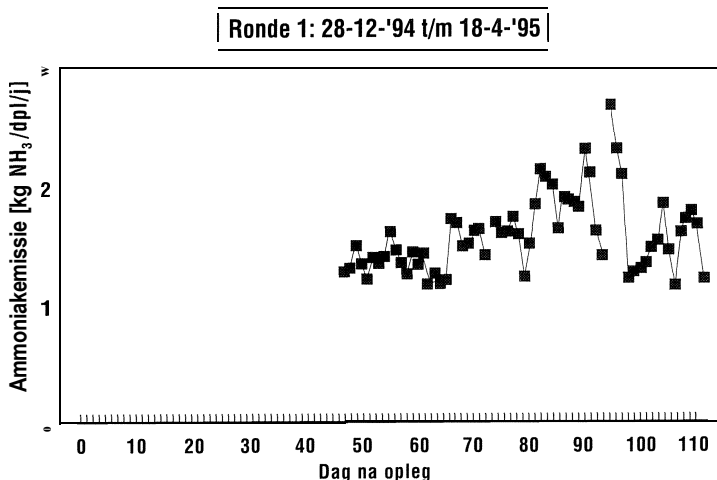
Tijdens ronde 1 werd per week gemiddeld 56 kg zuur toegediend, ofwel 50 kg per dierplaats per jaar. Tijdens ronde 2 en 3 werd overgeschakeld op Amguard en werd per week gemiddeld respectievelijk 85 en 90 kg zuur toegediend. Dit komt overeen met 70 kg zuur per dierplaats per jaar. Voor het de eerste maal aanzuren van 7 m³ vleesvarkensmest (ronde 2) was 370 kg zuur nodig. In figuur 2 tot en met 4 is per ronde het verloop van het zuurverbruik gegeven.

3.3 Ammoniakemissie

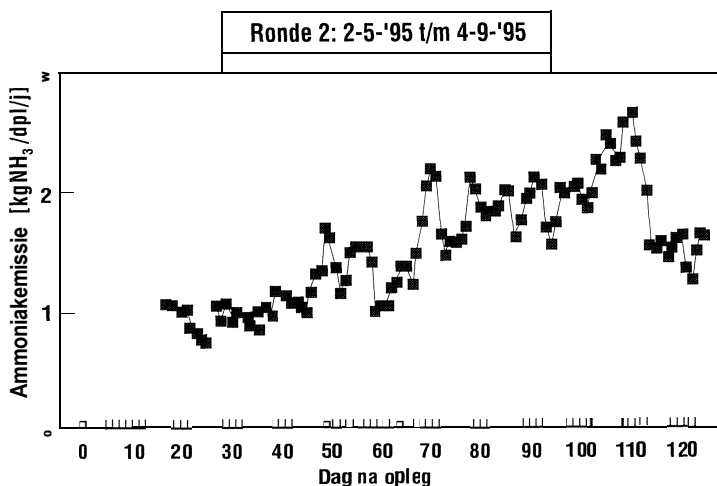
In figuur 5 tot en met 7 is per ronde het verloop van de ammoniakemissie gegeven. In tabel 3 staan de gemiddelde resultaten per ronde.

Het plafondventilatiesysteem kon de oppervlakte van de luchtinlaatopeningen variëren. Tijdens het begin van een ronde waren de ventilatiehoeveelheden laag. Het plafondventilatiesysteem verkleinde automatisch de

luchtinlaatopeningen om te zorgen dat de aangevoerde lucht gelijk verdeeld werd over het volledige plafond en te voorkomen dat zogenaamde koude luchtval optrad. Tijdens het begin van ronde 1 en 2 werd geconstateerd dat de luchtinlaatopeningen te veel werden verkleind. Hierdoor ontstond onderdruk in de afdeling waardoor lucht via allerlei openingen werd aangezogen, met name uit de mestkelder onder de centrale gang en de bezoekersgang. Dit werd aangetoond via rookproeven. Deze aangevoerde lucht had een (veel) ho-

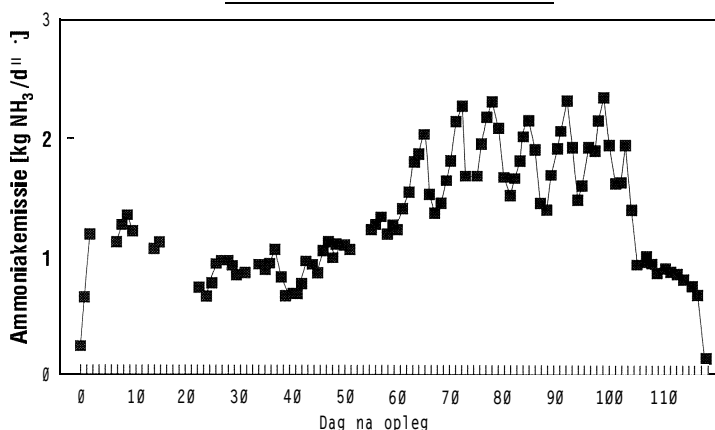


Figuur 5: Ammoniakemissie in ronde 1.



Figuur 6: Ammoniakemissie in ronde 2.

Ronde 3: 26-9-'95 t/m 22-1-'96



Figuur 7: Ammoniakemissie in ronde 3.

gere ammoniakconcentratie dan de buitenlucht, waardoor onbetrouwbare metingen werden verricht. De verkregen gegevens in deze periode werden dan ook niet meegenomen in de verdere analyse. Vervolgens zijn de diverse openingen gedicht, waarna de aanvoer van lucht uit de mestput onder de centrale gang en de bezoekersgang niet meer mogelijk was.

Normaliter stijgt de ammoniakemissie gedurende een ronde. Een dergelijk emissiepatroon was tijdens alle ronden waarneembaar, zie ook figuur 5, 6 en 7. Tijdens ronde 1 werd maar gedurende 56 % van de meetdagen gemeten. Door het ontbreken van gegevens tijdens het begin van de ronde was de uiteindelijke gemiddelde ammoniakemissie relatief hoog, namelijk 1,60 kg ammoniak per dierplaats per jaar.

Ronde 2 werd gemeten in de warme zomer van 1995. De afdelings- en buitentemperatuur was tijdens ronde 2 hoger dan in ronde 1 en 3. Hierdoor was het ventilatiedebiet tijdens ronde 2 ook het hoogst. De ammoniakconcentratie van de afgevoerde ventilatielucht was tijdens ronde 2 het laagst, hetgeen veroorzaakt werd door het relatief hoge ventilatiedebiet. Door de hoge temperaturen en het hoge ventilatiedebiet was de ammoniakemissie tijdens ronde 2 hoger dan tijdens ronde 3. Tijdens ronde 2 en 3 werden respectievelijk gedurende 86 en 84% van de meetdagen ammoniakmetingen verricht, waardoor een betrouwbaar beeld van de ammoniakemissie werd verkregen. Gemiddeld genomen was de ammoniakemissie (niet gecorrigeerd voor achtergrond) tijdens deze ronden 1,44 kg ammoniak per dierplaats per jaar.

Tabel 3: Gemiddelde resultaten van de ammoniakmetingen per ronde.

Waarneming	Ronde 1	Ronde 2	Ronde 3
Oplegdatum	28-12-1994	02-05- 1995	26-09- 1995
Afleverdatum	18-04- 1995	04-09- 1995	22-01-1996
Ammoniakemissie (kg/dpl/j)	1,60	1,53	1,34
Temperatuur afdeling (°C)	20,0	24,3	22,5
Temperatuur buitenlucht (°C)	5,0	18,5	8,8
Ventilatiedebiet (m ³ /h)	2.807	3.926	1.765
Ammoniakconcentratie (mg/m ³)	4,49	3,34	6,69
Percentage van de dagen gemeten	56%	86%	84%

4 ECONOMISCHE EVALUATIE

4.1 Extra investeringen

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

De referentiestal voor vleesvarkens bevat 23 afdelingen voor 80 dieren. In totaal zijn dat 1.840 dieren. De stal heeft een centrale gang met daaronder een 1,75 m diepe put met aan de ene zijde 12 afdelingen en aan de andere zijde 11 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 van vleesvarkensmest in een stal met diepe kelders

De vleesvarkensstal voor het aanzuren van vleesvarkensmest is als volgt gewijzigd. De stal is voorzien van een rioleringssysteem dat buiten de stal om werd aangelegd. Hierdoor

blijft de mestopslagcapaciteit onder de centrale gang behouden. Alle mestkanalen zijn voorzien van metalen driekantroosters en een rioleringssysteem. De mest uit het smalle mestkanaal voor in de hokken wordt afgelaten naar de mestkelder onder de centrale gang. De investering voor het rioleringssysteem bedraagt f 32,- per dierplaats inclusief mestopvangput (totaal f 58.880,-). Deze put wordt tevens gebruikt als mixput.

Wekelijks wordt per breed mestkanaal (23 afdelingen x 2 brede mestkanalen) alle mest naar de centrale mixput gepompt en goed gemengd. Er wordt zuur toegediend en de mest wordt via het rioleringssysteem naar de afdeling teruggepompt. Als buffervolume is het noodzakelijk om minimaal 0,5 m aangezuurd mest in de mestkanalen achter te houden. Hierdoor gaat 370 m³ mest opslagcapaciteit 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 4 staan de extra investeringen die nodig zijn voor het aanzuren in vleesvarkensstallen met diepe kelders.

Tabel 4: Extra investeringsbedragen en jaarkosten voor het aanzuren van vleesvarkensmest met organische zuren in een stal met diepe kelders

	Investering	Afschrijving %	Rente %	Onderhoud %	Jaarkosten
Mixer	f 6.250,-	10	7	25	f 1.000,-
Rioleringssysteem	f 58.880,-	5	7	1'	f 5.594,-
Mestpomp *	f 10.000,-	10	7	25,	f 1.600,-
Betonnen roosters **	- f 47.840,-	5	7	0	- f 4.065,-
Metalen roosters ***	f 88.320,-	10	7	2	f 13.690,-
pH-meter	f 2.500,-	20	7	5	f 750,-
Totaal	f 118.110,-	-	-	-	f 18.534,-

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

** Betonnen roosters: 1.840 dierplaatsen à 0,4 m² à f 65,- per m², inclusief arbeid voor het leggen.

*** Metalen roosters: 1.840 dierplaatsen à 0,4 m² à f 120,- per m², inclusief arbeid voor het leggen.

Aanzuren van vleesvarkensmest 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. Volgens Van Brakel (Persoonlijke mededelingen, 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 1,15m³ mest wordt geproduceerd. In totaal zijn er 1.725 productieve dierplaatsen op het bedrijf en mestopslag is gedurende zeven maanden noodzakelijk. Minimaal is dus 1.060m³ opslagcapaciteit nodig. Volgens Van Brakel (Persoonlijke mededelingen, 1996) bedragen de extra investeringen voor een mestopslag van 1.200 m³ 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.

4.2 Totale extra jaarkosten

In tabel 5 staan de totale extra jaarkosten inclusief exploitatiekosten van het aanzuren van vleesvarkensmest met organische zuren zowel bij diepe als ondiepe kelders, ten op-

zichte 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 735 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 76.440 m³ mest verpompt (52 x 2 x 735 m³). De pomp heeft een capaciteit van 36 m³/h en een vermogen van 7,5 kW, en verbruikt op jaarbasis 15.925 kW. De electriciteitskosten (f 0,22 per kW hoogtarief exclusief ECO-tax) zijn f 3.500,-. In de ondiepe kelders is gemiddeld 0,5 m mest aanwezig. De electriciteitskosten voor het verpompen van de mest in de ondiepe kelders bedragen dus f 1.750,-.

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 kW (0,25 uur x 46 mestkanalen x 52 weken x 4 kW). De bijbehorende electriciteitskosten zijn f 526,-.

De zuurkosten zijn gebaseerd op een verbruik van 70 kg zuur per dierplaats per jaar. Het zuur kost f 28,- per 100 kg.

De extra mestafzetkosten zijn gebaseerd op een toename van het mestvolume. Per varkensplaats moet 70 kg zuur met een soortelijk gewicht van 1,07kg/l worden afgezet tegen f 15,- per m³ 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 het zuur. De totale extra jaarkosten inclusief exploitatiekosten bedragen afhankelijk van het staltype zo'n f 31,- tot f 33,- per vleesvarkensplaats

Tabel 5: Totale extra jaarkosten inclusief exploitatiekosten voor het aanzuren van varkensmest met organische zuren

	Diepe kelders	Ondiepe kelders
Extra investeringen	f 118.110,-	f 63.905,-
Extra investeringen per vleesvarkenplaats	f 64,-	f 35,-
Jaark. van de invest. (afschr., rente, onderh.)	f 18.534,-	f 17.614,-
Extra electriciteitskosten (mixer en mestpomp)	f 4.026,-	f 2.276,-
Zuurkosten (70 x 1840 x f 28,-/100 kg)	f 36.064,-	f 36.064,-
Extra mestafzetk. (70 x 1.840 x f 15,-/ 1.000 /1,07)	f 1.806,-	f 1.806,-
Totale extra jaarkosten inclusief exploitatiekosten	f 60.430,-	f 57.760,-
Totale extra jaarkosten per vleesvarkensplaats	f 32,84	f 31,39

5 DISCUSSIE

Geur

Tijdens het onderzoek naar het aanzuren van vleesvarkensmest met Amguard werd door de diervverzorgers een afwijkende geur waargenomen ten opzichte van de stallen waarin niet werd aangezuurd. In varkensstallen waarin het HEPAQ-spoelsysteem wordt toegepast, worden ook afwijkende geuren waargenomen (Persoonlijke mededelingen Bokma, 1996). Blijkbaar zijn er in het mengsel van organische zuren één of enkele componenten die of zeer vluchtig zijn en/of bij zeer lage concentraties al waarneembaar zijn. Het is aan de individuele varkenshouder om te beslissen of deze geur acceptabel is of niet. In de toekomst zal waarschijnlijk ook de geur-emissie van een huisvestingssysteem worden bepaald.

Ammoniakemissie

Onder praktijkomstandigheden is het wekelijkse af- en aanvoeren van de mest en opnieuw aanzuren goed uit te voeren. Tijdens twee ronden is gebleken dat de ammoniakemissie wordt verlaagd tot 1,44 kg ammoniak per dierplaats op jaarbasis. Uit eerder onderzoek is gebleken dat de ammoniakemissie in een vergelijkbare afdeling (hok met een niet onderkelderde dichte bolle vloer en mestkanalen met metalen driekantroosters) waarbij niet aangezuurd werd, varieerde van 1,8 tot 2,0 kg ammoniak per dierplaats per jaar (Persoonlijke mededelingen Verdoes, 1996). De reductie van de ammoniakemissie is dus ongeveer 0,5 kg per dierplaats per jaar.

Tijdens het onderzoek aan het HEPAQ-systeem werd een ammoniakemissie van ongeveer 1,0 kg per dierplaats per jaar vastgesteld (Hoeksma et al., 1998). Hierbij werd aangezuurd in volledig onderkelderde hokken, waarvoor de ammoniakemissie 3,0 kg per dierplaats per jaar is als niet wordt aangezuurd. De reductie in de ammoniakemissie was daarmee zo'n 2,0 kg per dierplaats per jaar.

De reductie van de ammoniakemissie tijdens dit onderzoek was dan ook minder groot dan op basis van theorie en eerder onderzoek werd verwacht. De lagere reductie wordt waarschijnlijk veroorzaakt doordat in de mestkelder met aangezuurde mest in de periode tussen twee aanzuursessies een toplaag (urinelaag) van niet-aangezuurde mest ontstaat. De pH van deze toplaag is uiteindelijk bepalend voor de ammoniakemissie. Tijdens de laatste vijftig dagen van ronde 3 was dit duidelijk waarneembaar. In deze periode is een patroon van pieken en dalen waarneembaar in het verloop van de ammoniakemissie (zie ook figuur 7). In de praktijk kan de reductie van de ammoniakemissie worden verhoogd door de mest frequenter (meer dan éénmaal per week) af te laten en opnieuw te mengen. Hierdoor zal het energieverbruik echter toenemen.

Uitrijden van aangezuurde mest

Door de verschuiving van het chemisch evenwicht neemt bij aangezuurde mest het stikstofgehalte toe ten opzichte van het stikstofgehalte bij niet aangezuurde vleesvarkensmest. Hiermee dient bij bemesting van het land rekening te worden gehouden. Volgens Verboon en Van Lent (1992) heeft het uitrijden van met salpeterzuur aangezuurde rundermest geen tot een geringe invloed op de mobiliteit van fosfaat en zware metalen in de bodem en op de microbiologische activiteit in het bodemvocht. De verzurende werking van de aangezuurde mest dient gecompenseerd te worden door een extra kalkgift. Bij het aanzuren van rundermest met salpeterzuur werd een pH van 4 à 4,5 nagestreefd. Bij het aanzuren met Amguard tijdens dit onderzoek en bij het HEPAQ-systeem is een pH van 6,0 voldoende. De verzurende werking van met Amguard aangezuurde vleesvarkensmest zal daarom minder zijn dan die van met salpeterzuur aangezuurde rundermest.

In opdracht van BP Chemicals zijn door de Universiteit van Gent enkele potproeven ge-

daan om het effect van het toedienen van Amguard op de stikstof-immobilisatie te onderzoeken (Verstraete, 1992). Volgens dit onderzoek vertraagt Amguard het vrijkomen van minerale stikstof, waardoor dit beter en geleidelijker beschikbaar komt voor het gewas en de kans op uit- en/of afspoeling wordt verminderd. In hetzelfde onderzoek is ook aangetoond dat het toedienen van Amguard geen invloed heeft op het ontkiemen van zaden in de bodem. Ook is aangetoond dat het toedienen van Amguard geen invloed heeft op de groeieresultaten van maisplanten.

Economische en technische vergelijking met HEPAQ

De ammoniakemissie van het onderzochte aanzuursysteem is vergelijkbaar met die van het HEPAQ-systeem. Hiervan is de ammoniakemissie vastgesteld op 1,4 kg ammoniak per dierplaats per jaar. Volgens Van Brakel (Persoonlijke mededelingen, 1996) zijn de extra investeringskosten en de extra jaarkosten van het HEPAQ-systeem ten opzichte van de referentiestal respectievelijk f 133,- en f 37,- per dierplaats. De genoemde

bedragen gelden voor een volledig geautomatiseerd systeem. Het in dit onderzoek onderzochte aanzuursysteem is goedkoper, namelijk f 35,- tot f 64,- extra investeringskosten en f 31,- tot f 33,- extra jaarkosten. De jaarkosten zullen echter niets tot weinig van HEPAQ verschillen als het in dit onderzoek onderzochte systeem geautomatiseerd moet worden. Dit zal waarschijnlijk vereist zijn op grotere bedrijven. Bij de diverse economische vergelijkingen werd dezelfde referentiestal gehanteerd.

Betekenis voor de praktijk

Momenteel is het koeldekstelsysteem het goedkoopste ammoniakemissie-arme systeem voor vleesvarkens. De extra jaarkosten van dit systeem bedragen f 22,- per dierplaats (Persoonlijke mededelingen Van Brakel, 1996). De extra totale jaarkosten voor het aanzuren met organische zuren zijn bepaald op f 31,- tot f 33,- per dierplaats. Hiervan is f 19,42 nodig voor het zuur. De kostenpost voor het zuur moet met minimaal 50% worden vermindert wil het aanzuursysteem interessant zijn voor de praktijk.

6 CONCLUSIES

Aanzuren van vleesvarkensmest met organische zuren kan goed worden uitgevoerd met behulp van een centrale mixput, waarin wekelijks alle mest wordt afgelaten en opnieuw aangezuurd tot de gewenste pH.

Tijdens twee ronden is gebleken dat de ammoniakemissie wordt verlaagd tot 1,44 kg ammoniak per dierplaats op jaarbasis. Hierbij is de mest wekelijks gemengd en aangezuurd tot een pH van 5,5. Het zuurver-

bruik per dier per jaar was 70 kg Amguard

De extra totale jaarkosten voor het aanzuren van vleesvarkensmest met organische zuren zijn berekend op *f* 31,- tot *f* 33,- per dierplaats. Hiervan is *f* 19,42 nodig voor zuurverbruik.

Het onderzochte aanzuursysteem is qua kosten en ammoniakemissie vergelijkbaar met het HEPAQ aanzuur- en spoelsysteem

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, Den Haag.

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, Den Haag.

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.

Bokma, S. 1996. *Persoonlijke mededelingen*. Hendrix' Voeders, Boxmeer.

Brakel, C.E.P. van. 1996. *Persoonlijke mededelingen*. Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen.

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.

Hoeksma, P., R. Scholtens en A.J. van den Berg 1993. *Een milieuvriendelijk bedrijfssys-*

tem voor de varkenshouderij. IMAG-DLO, Wageningen. Rapport 93-7.

Hoeksma, P., N.W.M. Ogink, P.J.L. Derikx en G.W.M. Willems 1995. *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 1995-1996. Informatie en Kennis Centrum Veehouderij, Ede.

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.

Verdoes, N. 1995. *Persoonlijke mededelingen*. Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen.

Verstraete, W. 1992. *Mineral nitrogen immobilisation in microbial biomass*. Laboratory for Microbial Ecology. Universiteit van Gent, Gent, Belgium.

REEDS EERDER VERSCHENEN PROEFVERSLAGEN

Proefverslag Pl. 134

Ammoniakemissie-arme kraamstallen. J.G.L. Hendriks, Brok, G.M. den en Voermans, M.P., augustus 1995.

Proefverslag P1. 135

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

Proefverslag Pl. 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 P1. 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 P1. 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 P1. 141

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

Proefverslag Pl. 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 P1. 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 P1.146

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.

Exemplaren van proefverslagen kunnen worden verkregen door f 18,50 per verslag (m.u.v. P1.117, 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 20,- per P1-verslag (dit is inclusief verzendkosten) én f 15,- administratiekosten per bestelling (m.u.v. P1.117, deze kost f 75,-).

Ook bestaat de mogelijkheid een abonnement te nemen op de proefverslagen voor f 250,- per jaar.