

Samenvatting van rapport 1422.N.11 “De mogelijkheden van biologisch aanzuren om de NH₃ emissie te verminderen”

Auteur(s): dr.ir. D.W. Bussink en dr. ing. A.M.D. Van Rotterdam- Los

De Nederlandse overheid wil de uitstoot van ammoniak((NH₃) verder terugdringen. Via de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS) dient onder andere een daling van de NH₃-emissie vanuit landbouwbedrijven in de buurt van Natura 2000 gebieden te worden gerealiseerd. Daarnaast is het de bedoeling om met ingang van 1 januari 2014 de NH₃-emissie in de melkveehouderij met 10% te verminderen via gerichte managementmaatregelen. Het aanzuren van mest in de stal is een mogelijke oplossingsrichting. Het verlaagt niet alleen de emissie uit de stal maar ook bij toedienen. Bijkomend voordeel is dat de emissie van methaan uit de mestopslag sterk afneemt.

Aanzuren van mest met sterke zuren is al langer bekend als methode om de ammoniakemissie uit de stal te reduceren. Sinds kort heeft Infarm een systeem gebaseerd op zwavelzuur operationeel in Denemarken. Voor Nederland is zo'n systeem een tijdelijke oplossing vanwege de kosten en het hoge gebruik van zwavelzuur, hetgeen leidt tot een hoge zwavelaanvoer naar percelen. Aanzuren van mest met behulp van bacteriën is eveneens een oplossingsrichting. Via het toevoegen van een gemakkelijk afbreekbare C-bron (bijvoorbeeld melasse), al dan niet in combinatie met het toevoegen van bacteriën en organische zuren, wordt de mest verzuurd. Begin jaren 90 bleek dit technisch te werken in varkensstallen, maar waren de kosten te hoog. Voor rundveemest is het in Nederland toen niet onderzocht.

In deze studie heeft het Nutriënten Management Instituut NMI in opdracht van het Productschap Zuivel nagegaan wat de mogelijkheden zijn van (microbieel) aanzuren van dunne rundermest om vast te stellen:

- in hoeverre daarmee de NH₃-emissie uit stallen en bij toediening is te verminderen;
- wat de kosteneffectiviteit is; en
- of er andere voordelen zijn te verwachten.

Naast een literatuurstudie wordt gebruik gemaakt van recente Oostenrijkse bevindingen omtrent aanzuren van mest met behulp van microben.

Potentie om bij te dragen aan de reductie van de ammoniakemissie

Bij aanzuren tot pH 5,5 kan een sterke reductie van de NH₃-emissie uit stal (35%), opslag (90%) en bij toedienen (85%) worden bereikt. Uitgedrukt in kg N per dierplaats per jaar, resulteert aanzuren in een NH₃-emissiereductie uit de stal van 2,4 tot 3,8 kg N dier⁻¹ jr⁻¹. Dit is groter of vergelijkbaar met de emissiereductie die kan worden bereikt met de meeste emissiearme stallen. Het aanzuren van mest werkt ook positief door op de NH₃-emissie na toedienen. Voor een systeem van permanent opstallen, uitgesplitst naar grondsoort, daalt de NH₃-emissie uit de

Tabel i. De totale reductie in NH₃-emissie (%) voor dunne rundermest aangezuurd tot pH 5,5 of 6 in vergelijking tot onbehandelde mest van koeien die het hele jaar opgesteld zijn, uitgesplitst naar mesttoediening op zand, klei en veengrond.

Grondsoort	<i>Aanzuren tot pH 5,5</i>	<i>Aanzuren tot pH 6</i>
Zand	54%	35%
Klei	59%	39%
Veen	65%	44%

gehele mestketen (vanaf stal tot en met toedienen) met 54 tot 65% wanneer de mest wordt aangezuurd tot pH 5,5 (Tabel i). Door deze sterke daling van de ammoniakemissie ontstaat er ruimte op de bedrijven om meer vee te houden zonder dat het "ammoniakquotum" van een bedrijf wordt overschreden. Een verdubbeling van het veestapel behoort dan potentieel tot de mogelijkheden. Indien tot pH 6 wordt aangezuurd dan varieert de berekende daling tussen 35 en 44%. Bijkomend voordeel is een hoger N-gehalte en hogere N-werking van de mest bij toedienen. Cumulatief betekent dit een 15 tot 30 kg hogere N-werking per ha uit toegediende mest.

Potentie om bij te dragen aan de reductie van broeikasgasemissies

De methaanvorming uit mest komt tot stilstand bij aanzuren tot beneden de pH 6. Op bedrijfsniveau kan dit ongeveer een 20% reductie van de methaanuitstoot betekenen. Op basis van beperkte en tegenstrijdige resultaten is de verwachting is dat de uitstoot van lachgas nauwelijks wordt beïnvloed.

Biologisch aanzuren

Biologisch aanzuren is sterk vergelijkbaar met het productieproces van biogas. Tijdens dit proces worden organische zuren gevormd door fermentatie van organische fracties in mest en co-producten. De organische zuren worden onder anaerobe omstandigheden omgezet in methaan, mits de pH voldoende hoog is. Door dit proces zodanig te sturen dat de pH daalt tot onder de 6 stopt de methanogenese en blijven de zuren in de mest aanwezig. Om te bewerkstelligen dat de pH sterk daalt zijn de volgende opties mogelijk: i) de microbiologische populatie wordt gewijzigd door toevoeging van zuurproducerende micro-organismen zoals *Lactobacillus* spp) en ii) het mestmilieu wordt gewijzigd om gunstigere omstandigheden voor zuurproducerende micro-organismen te creëren via:

- toevoegen van gemakkelijk fermenteerbaar organisch substraat;
- toevoegen van mineralen zoals zeoliet om het reactief oppervlakte te vergroten;
- het optimaliseren van de temperatuur;
- het gebruik van verse mest;
- het aanpassen van de voeding van het vee ter beïnvloeding van de mestkwaliteit; en
- het toevoegen van organisch zuur om de pH van de mest te verlagen teneinde de juiste omstandigheden voor een specifieke (groep) micro-organismen te creëren.

De verschillende studies waarin biologisch aanzuren van mest is onderzocht verschillen allemaal in de combinatie en hoeveelheden additieven. De kwaliteit en hoeveelheid van het toegevoegde organische substraat is bijvoorbeeld van invloed op de snelheid van de pH-daling, het pH-niveau dat bereikt wordt en de mate waarin een bepaalde lage pH niveau gehandhaafd wordt. Het lijkt erop dat met het toedienen van zetmeelachtige verbindingen de beste resultaten worden behaald. Door bij de opstart organische zuren te gebruiken kunnen snel gunstige condities voor zuurvormende micro-organismen worden gecreëerd. Niet duidelijk is of dit alleen nodig is bij het opstarten of dat het blijvend nodig is. Dit is belangrijk omdat organische zuren als azijnzuur en citroenzuur relatief duur zijn.

Het toevoegen van zeoliet zorgt voor een groter reactief oppervlak tussen micro-organismen en substraat. Bij toepassing in een biogasinstallatie leidde een toevoeging van zeoliet tot 50% meer gasproductie.

In Oostenrijk lopen momenteel proeven om de procescondities voor biologisch aanzuren beter in beeld te krijgen. Lab-resultaten wijzen uit dat het gebruik van azijnzuur bij het opstarten, in combinatie met enten van micro-organismen en het toevoegen van zeoliet de beste resultaten geeft. De focus ligt daar op het realiseren van een pH van 6. Voor een gerichte processturing lijkt een pH duidelijk beneden de 6 beter te zijn. Het onderzoek daar wordt voortgezet zowel in het lab als op praktijkbedrijven.

Positieve neveneffecten van aanzuren zijn dat schuimvorming in mest (hetgeen ten koste gaat van de opslagcapaciteit) niet langer voorkomt en dat mest beter mengbaar wordt.

De samenstelling, met name de pH en het gehalte fermenteerbaar organisch substraat van de mest, beïnvloedt hoe gemakkelijk (zonder veel toevoeging van substraat) de mest kan worden aangezuurd; het verzuringspotentieel. Onderzoek laat zien dat bij gebruikmaking van verse mest veel minder organisch substraat nodig is om mest aan te zuren. Verse mest heeft een lagere pH en meer organisch substraat dan mest die enkele dagen oud is. Bij aanzuren bij kamertemperatuur is soms zelfs geheel geen organisch substraat en/of toevoeging van micro-organismen nodig om mest te laten verzuren.

Naast de versheid van de mest is het rantsoen ook van invloed op het verzuringspotentieel van mest. Op basis van beperkte resultaten kan het methaanproductiepotentieel van verse dunne mest (en daarmee indirect ook het verzuringspotentieel) 30 tot 50% verschillen bij verschillende rantsoenen. Rantsoenen met veel zetmeel en weinig eiwit lijken het hoogste verzuringspotentieel te hebben. Verder blijkt dat de natuurlijke pH van dunne rundermest sterk kan verschillen (van 6,8 tot boven de 8) als gevolg van het gevoerde rantsoen.

De kosten

De factoren die van belang zijn voor het kosteneffectief biologisch aanzuren lijken te zijn:

- het gebruik van dagverse mest;
- bij het opstarten organisch zuur toevoegen;
- het toevoegen van zeoliet;
- niet te lage temperaturen (bij voorkeur > 10°C); en
- een (geringe hoeveelheid) fermenteerbaar organisch substraat (C).

Het toevoegen van organisch substraat en organisch zuur is duur en bovendien is de prijsstelling sterk variabel. Ook is nog niet precies bekend welke toevoegmiddelen en in welke hoeveelheid nodig zijn. Afhankelijk van de prijsstelling kan het accent meer op de één of de ander worden gelegd. Denkbaar is ook een mix van biologisch aanzuren en aanzuren met zwavelzuur. Verder worden de kosten voor een deel bepaald door de technische installatie.

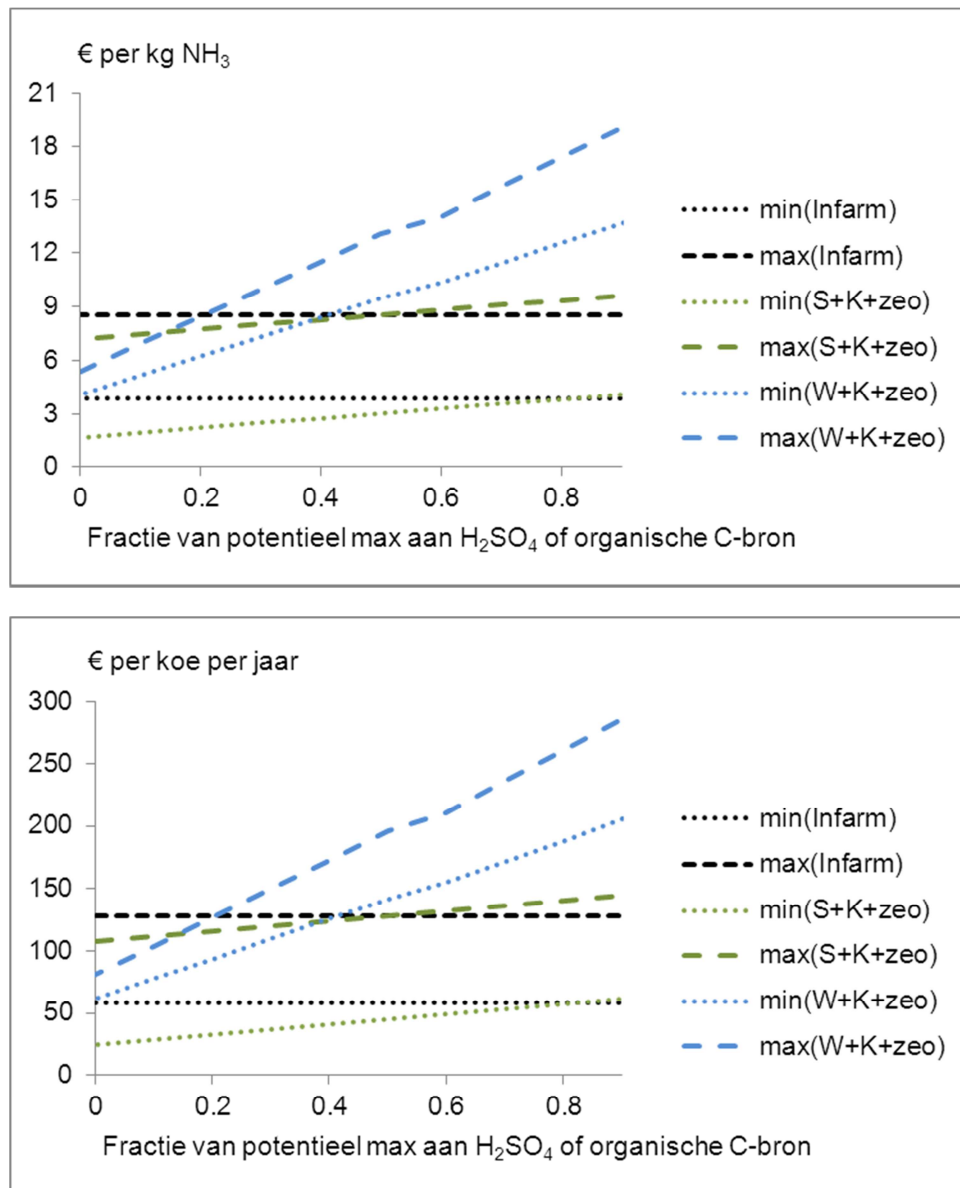
In Figuur i zijn de kosten per koe en per kg bespaarde NH₃ weergegeven voor zowel biologisch aanzuren als aanzuren met alleen zwavelzuur (Infarm systeem). Aanzuren met zwavelzuur kost 60 tot 130 € per koe per jaar ofwel zo'n 4 tot 8,5 € per kg bespaarde NH₃. Het wordt verondersteld dat het systeem interessant is voor ondernemers als de kosten beneden de 150 € per koe ofwel beneden 10 € per kg bespaarde NH₃ blijven. Wil organisch aanzuren perspectiefvol zijn, dan moet meer dan 60% van de benodigde verzuring uit de mest zelf komen en hooguit 40% via het toevoegen van organisch substraat en of organisch zuur. Indien tijdelijk zwavelzuur gebruikt wordt dan hoeft minder dan 60% van de benodigde verzuring uit de mest zelf te komen. Indien alleen bij het opstarten toevoegmiddelen nodig zijn, dan kan biologisch aanzuren een zeer kosteneffectieve techniek zijn.

Gezien de mogelijk bandbreedte in kosten is aanvullend experimenteel lab onderzoek naar de optimale procescondities nodig voordat opschaling naar praktijkschaal plaatsvindt.

Biologisch aanzuren in relatie tot biogasproductie

Na biologisch aanzuren zou de mest gescheiden kunnen worden in een dunne en dikke fractie. Door een verlaging van de viscositeit van de biologisch aangezuurde mest gaat de mestscheiding gemakkelijker dan bij onbehandelde drijfmest. De dikke fractie kan ingezet worden voor biogasproductie zonder toevoeging van cosubstraat. Deze dikke fractie zal naar verwachting meer methaan produceren (na verhoging van de pH in de biogasinstallatie) dan de dikke fractie van onbehandelde mest. Daarbij is het denkbaar dat de restwarmte bij de biogasproductie gebruikt wordt om biologisch aanzuren beter en sneller te laten verlopen, waardoor mogelijk minder substraat en of organisch zuur nodig is om een bepaalde mest-pH te realiseren en te behouden. Hierdoor

wordt het biologisch aanzuren kostenefficiënter. Nog een stap verder is om het rantsoen niet alleen af te stemmen op de melkproductie maar ook op een bepaalde mestkwaliteit voor een betere verzuringspotentie.



Figuur i. De kosten van het Infarm systeem (H_2SO_4 prijs varieert tussen 100 (min) en 300 (max) € per ton) en van biologisch aanzuren bij gebruikmaking van wisselende hoeveelheden H_2SO_4 (S+K+zeo) of organisch C (W+K+zeo). De bovenste figuur geeft de jaarlijkse kosten per koe weer. De onderste figuur geeft de kosten weer in € per kg bespaarde NH_3 . S is H_2SO_4 , K is Lactobacillus toevoeging via Kombioflor, zeo is zeoliet en W is gemalen tarwe als C-bron.

Conclusies:

- Verlaging van de pH van mest tot 5,5 door aanzuren geeft op bedrijfsniveau een reductie in ammoniakemissie van 54-66%.
- Biologisch aanzuren van mest in rundveestallen kan een kosten effectieve techniek worden om de NH_3 -emissie op boerderijschaal te verlagen. De geschatte kosten voor biologische aanzuren variëren tussen de 4 en 20 € per kg bespaarde NH_3 (of 50 tot 310 € per koe). De hoeveelheid organisch substraat die nodig is bepaalt grotendeels de variatie in kostprijs. Verwacht wordt dat de kosten beneden de 10 € per kg bespaarde NH_3 kunnen blijven. Extra lab-testen zijn nodig om meer kwantitatieve informatie te verkrijgen over de optimale procescondities voor biologisch aanzuren en om een meer precieze kostprijsberekening maken.
- Positieve bijwerkingen van aanzuren zijn dat het de methaanuitstoot vermindert met 20% en dat het resulteert in meer homogene drijfmest zonder risico van schuimvorming. Dit laatste maakt een efficiënt gebruik van de mestopslagcapaciteit in ligboxenstallen mogelijk.
- Voor de korte termijn (met het oog op een snelle start) lijkt een verzuringssysteem gebaseerd op een mix van biologische en anorganische verzuring aantrekkelijk vanuit het oogpunt van risicospreiding tussen de kosten van additieven (azijnzuur, organisch substraat en H_2SO_4).
- Voor de lange termijn wordt de hoogste kostenefficiëntie verwacht voor biologische aanzuren in een fed-batch systeem. In dit systeem wordt verse mest toegevoegd aan mest die al is aangezuurd waarbij:
 - bij de start verse dunne mest direct aangezuurd wordt tot pH 5,5;
 - zeoliet en *Lactobacillus* spp. regelmatig worden toegevoegd;
 - een beperkte hoeveelheid fermenteerbaar organisch substraat of organisch zuur wordt toegevoegd in het geval dat de kwaliteit van het organische substraat dat aanwezig is in de vers toegevoegde mest onvoldoende is om de pH te handhaven; en
 - de temperatuur boven de 10 °C blijft.
- Indien biologisch aanzuren succesvol is dan is er een goede mogelijkheid om na scheiding de dikke fractie meer profijtelijk in te zetten als mono-substraat in een biogasinstallatie dan conventionele dikke fractie.