

1

1

1990
w 11

Meetploegverslag 34506-1100

AMMONIAKEMISSIE-ONDERZOEK
BIJ MENGRESTAANWENDING

- de invloed van F.I.R.-toevoeging

M.J.C de Bode

De uitkomsten van dit onderzoek gelden alleen voor de omstandigheden, waaronder de experimenten plaats vonden. Onderlinge vergelijking tussen de cijfers van verschillende meetrapporten is niet zonder meer mogelijk.

april 1990

INHOUD

1 INLEIDING	2
2 METHODE	3
2.1 Opzet	3
2.2 Uitvoering	3
3 RESULTATEN EN DISCUSSIE	5
3.1 Weersomstandigheden	5
3.2 Mestsamenstelling	5
3.3 Ammoniakvervluchting	6
4 CONCLUSIE	7
Bijlage I de emissiesnelheid per meetperiode	8
Bijlage II de micrometeorologische methode	10
Bijlage III weersomstandigheden tijdens het experiment	13

1 INLEIDING

In opdracht van de begeleidingscommissie voor het intensivering-onderzoek is door de meetploeg, die door het ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij is ingesteld, een indicatief onderzoek uitgevoerd naar het effect van toevoeging van F.I.R. (carbomix) aan rundveemengmest op de ammoniakemissie bij aanwending.

Een groep veehouders is al enkele jaren bezig door middel van toevoeging van een koolstofhoudende stof (F.I.R.) de ammoniakuitstoot te verlagen. Bij gebruik van F.I.R. werd een verlaging van het nitraatgehalte in het gewas geconstateerd. Bij voeding met kuilgras met een laag nitraatgehalte bleek het stikstofgehalte in de mest ook lager te zijn en minder stikstof in de mest zal waarschijnlijk minder ammoniakemissie tot gevolg hebben. Naast deze indirecte werking op de ammoniakemissie denkt men dat F.I.R. de emissie direct zou kunnen beïnvloeden door absorptie van NH_4^+ -ionen. Een hypothese luidt dat de F.I.R. op de ureumhydrolyse inwerkt, door absorptie van NH_4^+ -ionen. In dit onderzoek is de directe werking van F.I.R. op de ammoniakemissie gemeten.

2 METHODE

2.1 Opzet

Voor het experiment is mest gebruikt van het bedrijf van H. Sander te Akersloot. Dit is een melkveehouderij, waar de mest in mestputten wordt opgeslagen. Het bedrijf beschikt over twee putten. Aan èèn put is F.I.R. toegevoegd, de andere put kende geen toevoeging. Na ruim twee maanden opslag is een representatief gedeelte van deze mest naar de IMAG-proefboerderij te Duiven vervoerd. Hier vond het onderzoek naar de invloed van F.I.R. op de ammoniakemissie bij aanwending plaats.

Voor het onderzoek is op vier proefveldjes mest verspreid, twee veldjes met mest waaraan F.I.R. was toegevoegd en twee veldjes met mest zonder toevoeging.

Factoren die de emissie kunnen beïnvloeden zijn voor de vier velden zoveel mogelijk gelijk gehouden. Getracht is de velden een gelijke stikstofgift van $15 \text{ m}^3/\text{ha}$ te geven. Bovendien zijn de experimenten zoveel mogelijk gelijktijdig gestart om verschillen in weersinvloeden op de individuele metingen uit te sluiten.

Uit voorgaand onderzoek (Pain and Klarenbeek, 1988) is gebleken dat de emissie direkt na het verspreiden van de mest snel verloopt. Om het verloop van de emissie te meten, moeten de monsternamperiodes direkt na het verspreiden van de mest kort zijn. Gekozen is voor de volgende monsternamperiodes: $0-\frac{1}{2}$ uur, $\frac{1}{2}-1$ uur, $1-1\frac{1}{2}$ uur, $1\frac{1}{2}-3$ uur, 3-6 uur, 6 uur-schemering, schemering-zonsopkomst, zonsopkomst-48 uur, 48-72 uur en 72-96 uur na uitrijden.

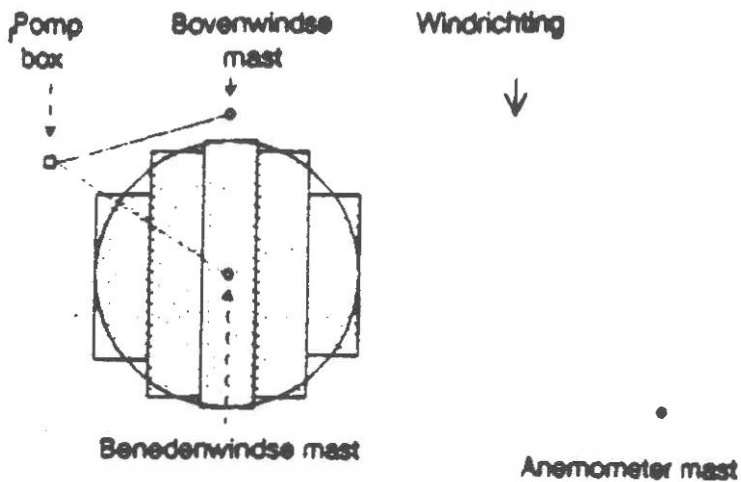
De ammoniakemissie vanaf de proefvelden is bepaald d.m.v. micrometeorologische massabalansmethode. In bijlage II is deze methode nader uiteengezet.

2.2 Uitvoering

De emissie vanaf het veld wordt bepaald met meetmasten van 3,5 m hoogte. Per veld zijn twee masten opgesteld: een mast aan de rand van het veld, in de richting waar de wind vandaan komt (bovenwinds) en een mast in het midden van het veld (Figuur 1). De hoeveelheid ammoniak die vanaf het veld verfluchtigt, wordt met deze twee masten bepaald. Met de mast aan de rand van het veld, wordt de hoeveelheid ammoniak, die door de wind het veld wordt ingevoerd, bepaald. De mast in het midden van het veld bepaalt de hoeveelheid ammoniak in de lucht, nadat de lucht over de helft van het veld is geblazen. Uit het verschil tussen de hoeveelheid ammoniak, die over het midden van het veld waait en die het veld inwaait, wordt de emissie berekend.

Voor de bepaling van de hoeveelheid ammoniak in de lucht wordt ammoniak op verschillende hoogte aan de mast opgevangen. Hiervoor zijn aan de mast flesjes bevestigd, die gevuld zijn met opvangvloeistof. Als opvangvloeistof is salpeterzuur gekozen. Met behulp van een pomp is lucht door de flesjes met opvangvloeistof gezogen, waarbij de ammoniak in het salpeterzuur achterblijft. In het laboratorium van het IMAG is vervolgens de ammoniumconcentratie in het salpeterzuur bepaald. Uit deze concentratie en windsnelheden tijdens de waarnemingen kan de hoeveelheid ammoniak, die uit de mest verfluchtigt is, worden berekend. Een uitvoerige beschrijving van de meetmethode is te vinden in bijlage II.

Van de mest die is verspreid, is voor het uitrijden een monster in drievoud genomen. Dit mestmonster is geanalyseerd op: totaalstikstof (ammonium + organisch), ammonium, zuurtegraad, droge stof, asgehalte en vluchtige vetzuren.



Figuur 1: proefveld lay-out voor de micrometeorologische massabalansmethode

Voor een goede beschrijving van de omstandigheden, waaronder de experimenten zijn uitgevoerd, zijn de zuurtegraad en de vochtigheid van de bodem dagelijks gemeten. Naast de bodemtoestand zijn ook de weersomstandigheden belangrijk voor vervluchtiging van ammoniak. De volgende weergegevens zijn continue geregistreerd:

- windsnelheid op 0.25, 0.50, 0.80, 1.25, 2.00 en 3.25 m hoogte;
- windrichting;
- regenval;
- luchttemperatuur op 1,5 m hoogte;
- bodemtemperatuur op maaiveld;
- luchtvochtigheid.

3 RESULTATEN EN DISCUSSIE

Het experiment is in duplo uitgevoerd. Op 13 maart 1990 is om 09:20 uur gelijktijdig op twee velden mest verspreid, op èèn veld mest waaraan F.I.R. was toegevoegd en op het andere veld mest zonder toevoeging. Een half uur later is de proef herhaald. De ammoniakemissie is vervolgens vier dagen lang gemeten.

3.1 Weersomstandigheden

De meetperiode kenmerkte zich door droog en zonnig weer met hoge temperaturen overdag (15°C tot 20°C !) en koude nachten (bijlage III). In de nachten was er weinig of geen wind, overdag was de windsnelheid op 10 m 3 m/s tot 5 m/s. De luchtvochtigheid was in de nacht en ochtend erg hoog. De eerste twee dagen van het experiment bleef de vochtigheid ook in de middag boven de 60%. De bodem was juist droog genoeg op machines op het land toe te kunnen laten. Het vochtpercentage van de bodem was op gewichtsbasis 37%.

In de ochtend voor het uitrijden mistte het en was de temperatuur iets onder nul. Tijdens het uitrijden zelf was de mist net opgetrokken en de temperatuur liep snel op naar ongeveer 10°C. Deze temperatuur handhaafde zich tot de volgende ochtend.

3.2 Mestsamenstelling

De mest was afkomstig van een bedrijf waar beide mestsoorten gedurende een periode van twee maanden waren opgeslagen. Tijdens de opslag waren beide mestsoorten strikt gescheiden. In tabel 1 is de samenstelling van de mestsoorten weergegeven.

De mest met F.I.R. bevatte minder ammonium en kalium dan de controlemest. Mogelijk is een gedeelte van de ammonium en kalium aan het toevoegmiddel gebonden en konden de gebonden ionen met de gebruikte analysemethode niet worden gedecteerd. Bij de N-totaal analyse zijn de monsters voor analyse volledig afgebroken. Het N-totaalgehalte van beide mestsoorten was gelijk, dit is een aanwijzing dat F.I.R. positieve ionen bindt.

Tabel 1 Mestsamenstelling van de mest met en zonder F.I.R. bij aanvang van het experiment

		+ F.I.R.	- F.I.R.
NH ₄ -N	(mg/l)	2970	3280
N-totaal	(mg/l)	5690	5640
P	(mg/l)	680	660
K	(mg/l)	5690	6400
pH		7.5	7.6
droge stof	(g/kg)	88.7	85.4
as	(%)	33.1	30.5
VVZ	(mg/l)	8710	8770

3.3 Ammoniakvervluchtiging

Uit de gemeten ammoniakemissie (tabel 2) kon geen onderscheid tussen de mestsoorten worden gemaakt. Van zowel de mest met als de mest zonder F.I.R. was na vier dagen ongeveer 45% van de opgebrachte ammonium vervluchtigd.

Tabel 2 Stikstofverlies bij aanwending van mest met en zonder toevoeging van F.I.R.

	uitrijtijd	giften (kg/ha)			stikstofverlies		
		mest($\times 10^3$)	N-tot	NH ₄ -N	totaal NH ₄ -N (kg/ha)	t.o.v. NH ₄ -N (%)	N-totaal (%)
- F.I.R.	09:20	16,3	92,0	53,4	23,06	43,2	25,1
+ F.I.R.	09:20	17,2	97,9	51,1	24,08	47,1	24,6
- F.I.R.	09:50	12,5	70,5	41,0	19,64	47,9	27,9
+ F.I.R.	09:50	16,3	92,7	48,5	23,13	47,7	25,0

4 CONCLUSIE

Het toevoegen van F.I.R. aan mest had in dit experiment geen direct effect op de ammoniakemissie bij aanwending. De mogelijke indirecte werking op de ammoniakemissie van het toevoegen van F.I.R. kon met deze proefopzet niet worden vastgesteld.

LITERATUUR

Pain, B.F. and J.V. Klarenbeek (1988)

Anglo-Dutch experiments on odour and ammonia emissions from landspreading livestock wastes. IMAG-research report 88-2, Wageningen.

Bijlage I

de emissiesnelheid per meetperiode

Zonder F.I.R. toevoeging 1

periode	emissie snelheid (kg/ha.dag)	cumulatief verlies (kg/ha)
0 - $\frac{1}{2}$ uur	127,50	2,83
$\frac{1}{2}$ - 1 uur	102,77	5,40
1 - 3 uur	123,42	13,12
3 - 5 uur	62,74	18,91
5 - 9 uur	14,99	20,82
9 - 24 uur	-	20,82
24 - 48 uur	1,63	22,47
48 - 72 uur	0,32	22,79
72 - 96 uur	0,26	23,06

Met F.I.R. toevoeging 1

periode	emissie snelheid (kg/ha.dag)	cumulatief verlies (kg/ha)
0 - $\frac{1}{2}$ uur	101,82	2,40
$\frac{1}{2}$ - 1 uur	124,40	6,55
1 - 3 uur	108,34	13,85
3 - 5 uur	60,22	20,00
5 - 9 uur	18,16	22,38
9 - 24 uur	-	22,38
24 - 48 uur	1,06	23,43
48 - 72 uur	0,08	23,51
72 - 96 uur	0,55	24,08

Met F.I.R. toevoeging 2

periode	emissie snelheid (kg/ha.dag)	cumulatief verlies (kg/ha)
0 - $\frac{1}{2}$ uur	105,76	2,20
$\frac{1}{2}$ - 1 uur	141,46	6,13
1 - 2 uur	237,45	15,37
2 - 6 uur	35,11	20,44
6 - 9 uur	11,06	21,74
9 - 24 uur	-	21,74
24 - 47 uur	0,97	22,68
47 - 72 uur	0,43	23,12
72 - 96 uur	0,01	23,13

Zonder F.I.R. toevoeging 2

periode	emissie snelheid (kg/ha.dag)	cumulatief verlies (kg/ha)
0 - $\frac{1}{2}$ uur	123.92	2.32
$\frac{1}{2}$ - 1 uur	154.19	7.14
1 - 3 uur	95.83	14.26
3 - 6 uur	33.39	17.79
6 - 8 uur	7.43	18.66
8 - 24 uur	-	18.66
24 - 47 uur	0.28	18.93
47 - 72 uur	0.49	19.44
72 - 96 uur	0.20	19.64

De metingen naar de emissie van ammoniak zijn ondermeer uitgevoerd met de micrometeorologische balansmethode. Een uitgebreide beschrijving van deze methode is te vinden in Denmead (1983). Hier wordt volstaan met een beknopte beschrijving.

De micrometeorologische massabalansmethode is gebaseerd op het verschil in aan- en afvoer van ammoniak over een proefveld (figuur 1a). Bij afwezigheid van ammoniak bovenwinds van het proefveld wordt de ammoniakflux vanaf het veld gegeven door:

$$F = 1/x \int_{z_0}^{z^p} u.c \, dz \quad (1)$$

waarin:

F = flux ($\text{g.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)

x = fetch, de afstand tussen de plaats waar de wind het veld binnenkomt en de centrale mast (m)

z^p = de hoogte boven de centrale mast waar de ammoniakconcentratie gelijk wordt aan de achtergrondconcentratie (figuur 1b) (m)

z_0 = de ruwheidshoogte (hier wordt de windsnelheid 0) (m)

uc = de over de tijd gemiddelde horizontale flux op een willekeurige hoogte van de centrale mast ($\text{g.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)

Gebruikelijk is (1) in de volgende vorm te schrijven:

$$F = 1/x \int_{z_0}^{z^p} (uc + u' . c') . dz \quad (2)$$

De term $u.c$ is de flux veroorzaakt door horizontale convectie, $u' . c'$ is de horizontale diffusieflux loodrecht op de windrichting. In het algemeen wordt aangenomen (Denmead, 1983; Denmead et al., 1977; Beauchamp et al., 1982; Beauchamp et al., 1978) dat de laatste term verwaarloosbaar is ten opzichte van de convectieve stroom. Vergelijking (2) wordt daarom vaak vereenvoudigd tot:

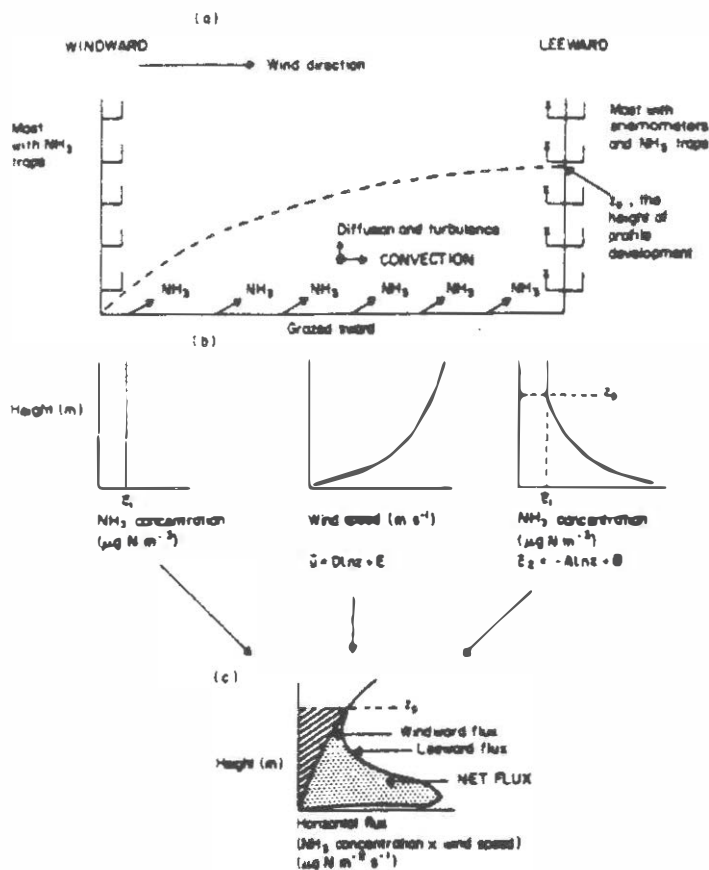
$$F = 1/x \int_{z_0}^{z^p} (u.c) . dz \quad (3)$$

Voor oplossing van (3) moeten, zowel boven- als benedenwinds van het veld, de profielen van windsnelheid en ammoniakconcentratie worden vastgesteld (figuur 1b). Uit deze profielen kan vervolgens het profiel van de horizontale flux worden berekend (figuur 1c). De horizontale flux over de hoogte geïntegreerd levert voor beide meetposities de flux door een vertikaal vlak van eenheidsbreedte. De netto flux van het proefveld is het verschil tussen de fluxen door beide verticale vlakken. De flux kan worden uitgedrukt per eenheid landoppervlakte d.m.v. deling door de fetch

$$F = 1/x \int_{z_0}^z P_u(z) c_2(z) \cdot dz - \int_{z_0}^z P_u(z) \cdot c_1(z) \cdot dz \quad (4)$$

waarin :

- F = nettoflux ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)
- $c_1(z)$ = gemiddelde bovenwindse ammoniakconcentratie op hoogte (z) ($\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$)
- $c_2(z)$ = gemiddelde benedenwindse ammoniakconcentratie op hoogte (z) ($\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$)



figuur 2: schematisch overzicht van de stappen in de bepaling van de ammoniakemissie gebruikmakend van de micrometeorologische massabalansmethode; (a) veldopstelling in relatie tot windsnelheid, (b) typische vormen van de profielen van ammoniakconcentratie en windsnelheid en (c) de profielen van de horizontale flux boven- en benedenwinds van het veld.

Uit voorgaand onderzoek (Ryden and McNeill, 1984) bleek een lineair verband te bestaan tussen de logaritme van de hoogte en de windsnelheid (5) en de tussen de logaritme van de hoogte en de ammoniakconcentratie (6).

$$u = D \ln z + E \quad (5)$$

$$c_2 = A \ln z + B \quad (6)$$

De ammoniakconcentratie bovenwinds van het veld is homogeen over de hoogte verdeeld.

Uitvoering

Bij het uitrijden is de mest verspreid zoals in figuur 1 is weergegeven. De diameter van een veld was ongeveer 45 m. Een circelvormig veld vergemakkelijkt de berekening van de emissie. De benedenwindse flux kan dan in het midden van het veld worden gemeten, zodat de fetch voor alle windrichtingen gelijk is.

De ammoniakconcentratie in het midden van het veld is gemeten door zo snel mogelijk na het uitrijden (in ieder geval binnen 15 min.) een 3,5 m hoge mast (centrale mast) in het midden van het veld te plaatsen. De centrale mast bevat 7 monsternamepunten, die in hoogte logaritmisch over de mast verdeeld zijn. Een monsternamepunt bestaat uit een wasflesje gevuld met 0.02 M HNO_3 als absorptievloeistof en een impinger. Een impinger maakt het mogelijk d.m.v. een pomp en aanzuigslangen lucht door de absorptievloeistof te leiden. Het ammoniumgehalte in de absorptievloeistof is m.b.v. een ionchromatograaf bepaald. De luchtsnelheid door de absorptievloeistof wordt ingesteld op 2,5 l/min. De flow wordt per meetperiode 2x gemeten.

De achtergrondconcentratie is gemeten door bovenwinds van het veld een mast te plaatsen van 3,5 m hoogte (achtergrondmast). Vanwege het ontbreken van een profiel is deze mast van slechts 4 monsternamepunten voorzien. Bij draaiing van de wind wordt de achtergrondmast zo verplaatst dat deze bovenwinds van het veld blijft staan.

Naast het proefveld is een mast opgesteld voorzien van 6 anemometers om het windprofiel te meten. Ook de anemometers zijn in hoogte logaritmisch over de mast verdeeld.

Literatuur

- Beauchamp, E.G. , G.E. Kidd and G. Thurtell (1978)
Ammonia volatilization from sewage sludge in the field. J. Environ. Qual. 7 : 141-146
- Beauchamp, E.G. , G.E. Kidd and G. Thurtell (1982)
Ammonia volatilization from liquid dairy cattle manure in the field. Can. J. Soil Sci. 62:11-19
- Denmead, O.T., J.R. Simpson and J.R. Freney (1977)
A direct field measurement of ammonia emission after injection of anhydrous ammonia. Soil Sci. Soc. Am. J. 41:1001-1004
- Denmead, O.T. (1983)
Micrometeorological methods for measuring gaseous losses of nitrogen in the field p. 133-157. In Freney J.R. and J.R. Simpson (ed) Gaseous Loss of Nitrogen from Plant-Soil Systems, Martinus Nijhoff/W Junk Pub. The Hague
- Ryden, J.C. and J.E. McNeill (1984)
Application of the micrometeorological mass balance method to the determination of ammonia loss from a grazed sward. J. Sci. Food Agric. 35:1297-1310

Bijlage III

weersomstandigheden tijdens het experiment

