



Verklaring van variaties in ammoniakemissie bij mesttoediening en identificatie en kwantificering van de belangrijkste invloedsfactoren

Samenvattende rapportage

J.F.M. Huijsmans, G.D. Vermeulen, J.M.G. Hol, P.W. Goedhart

Notitie



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Verklaring van variaties in ammoniakemissie bij mesttoediening en identificatie en kwantificering van de belangrijkste invloedsfactoren

Samenvattende rapportage

2017

J.F.M. Huijsmans¹, G.D. Vermeulen¹, J.M.G. Hol², P.W. Goedhart¹

¹ Wageningen Plant Research

² Wageningen Livestock Research

Voorwoord

Het voorliggend onderzoek is tot stand gekomen na onderling overleg tussen de opdrachtgevers ministerie van EZ, Mesdagfonds en het (voormalig) Productschap Zuivel. Aanpak, voortgang en tussenresultaten van het onderzoek zijn in een aantal overleggen besproken en bediscussieerd met vertegenwoordigers van de opdrachtgevers. Een deel van het onderzoek is in een internationaal kader uitgevoerd met onderzoekspartijen uit 12 landen. De voorliggende rapportage is een samenvattende weergave van het onderzoek.

© 2017 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Postbus 616, 6700 AP Wageningen; T 0317 48 06 85

KvK: 09098104 te Arnhem
VAT NL no. 8113.83.696.B07

Stichting Wageningen Research. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Stichting Wageningen Research.

Stichting Wageningen Research is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

I Data, analyse en empirische modellering

Inleiding

Emissie van ammoniak bij toediening van dierlijke mest vormt ca. 40% van de totale ammoniakemissies in Nederland. Op nationale schaal worden de emissies bij de toediening berekend uit de hoeveelheden mest, de landelijk gemiddelde concentraties van ammoniakale stikstof (TAN) in de mest (bronsterkte) en emissiefactoren die aangeven hoeveel procent van de bron vervluchtigt voor de diverse toedieningsmethoden. Emissiefactoren zijn gebaseerd op de gemiddeld gemeten ammoniakemissie per toedieningsmethode onder gemiddelde omstandigheden voor de mest, het weer, de bodem en het gewas, zoals die in de vele veldproeven voorkwamen. De variatie in de gemeten emissies is groot. Deels kan deze variatie goed verklaard worden. Van invloed zijn bijvoorbeeld de gebruikte toedienteknik, de temperatuur en de windsnelheid. Een aanzienlijk deel van de variatie in de emissie kan op dit moment echter nog niet verklaard worden.

Vanuit het beleid en de praktijk wordt aangedrongen op verdere onderbouwing van de emissies en aanvullende of alternatieve emissiereducerende maatregelen. Op dit moment is de informatie over het kwantitatief effect van een aantal mogelijke invloedsfactoren op de emissie onvolledig en kan dit nog geen vorm gegeven worden. Betere en gedetailleerdere informatie over welke factoren van invloed zijn op de emissie en welke factoren te beïnvloeden zijn, kan de landbouwpraktijk handvatten geven om de emissies beter te reguleren en te reduceren. In Engeland en Denemarken wordt bij de berekening van de nationale emissie (door middel van emissiefactoren) al rekening gehouden met de periode in het jaar dat de mest wordt uitgereden. Binnen Nederland wordt hier nog geen rekening mee gehouden. Een analyse van het seizoenseffect op de emissie ontbreekt voor Nederland nog.

Binnen dit project wordt op basis van veld data onderzocht welke factoren de ammoniakemissie bij de mesttoediening beïnvloeden. De doelstelling daarbij is het identificeren en mogelijk kwantificeren van factoren die de ammoniakemissie bij de mesttoediening beïnvloeden. Hierbij wordt speciale aandacht besteed aan eventuele seizoenseffecten (al gevolg van het weer) op de ammoniakemissie.

Werkwijze

Voor de aanpak van het onderzoek wordt aangesloten op de aanbevelingen uit de Sintermann internationale workshop van februari 2013, op de aanbevelingen uit de internationale review voor emissiefactoren bij mest uitrijden (2013) en op de oproep in Europees verband om veldemissies en invloedsfactoren gezamenlijk verder te onderbouwen. Gebruik makend van reeds uitgevoerde experimenten wordt een statistische analyse uitgevoerd waarbij de ammoniakemissie gerelateerd wordt aan diverse invloedsfactoren. Aan de hand van deze analyse wordt een empirisch model gebouwd met de geïdentificeerde invloedsfactoren op de emissie.

Data

De analyse wordt uitgevoerd voor Nederlandse gegevens waarbij mest is toegediend op grasland met verschillende toedieningstechnieken. Onderscheiden worden bovengronds breedwerpige toediening, toediening in stroken met een sleepvoetenmachine en toediening in sleuven met een zodenbemester. Het overgrote deel van de experimenten is uitgevoerd met rundermest, zodat de analyse zich daar op heeft gericht. In alle gevallen wordt uitgegaan van onbehandelde mest uit een opslag van het veehouderijbedrijf op de proeflocatie.

In elk experiment is de emissie gemeten vanaf het moment van uitrijden tot max. 96 uur na uitrijden. Kort na het uitrijden (gedurende de eerste dag) wordt frequenter gemeten (periode/shift 1-4), vervolgens wordt over de nacht gemeten (shift 5) en vervolgens steeds per etmaal ca 24 uur (shift 6-8). De weersomstandigheden luchttemperatuur, relatieve luchtvochtigheid, straling en windsnelheid zijn vastgelegd en gemiddeld per shift. Mestmonsters, die direct na de toediening werden genomen, zijn geanalyseerd op N_{total} , $\text{NH}_4\text{-N}$ (TAN), droge stof (DS) en zuurgraad pH. De

mestgiften ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$) werden bepaald door weging en de afmetingen van de proefvelden. De grashoogte werd gemeten in het veld bij aanvang van een meting en de grondsoort (zand, veen, klei) werd verkregen van grondkaarten.

Alleen complete data per proef werden opgenomen in de analyse. Voor bovengronds verspreiden op zandgrond waren te weinig data beschikbaar. In totaal zijn 192 proeven geanalyseerd: 68 met bovengronds breedwerpig verspreiden, 42 met sleepvoet en 82 met zodenbemesting. Tabel 1 geeft een overzicht van het aantal proeven per grondsoort.

Tabel 1. Aantal emissieproeven die gebruikt zijn in de analyses per toedieningstechniek en grondsoort.

Toedieningstechniek	Klei	veen	zand	totaal
Bovengronds breedwerpig	51	17	-	68
Sleepvoet	30	12	-	42
Zodenbemesting	46	9	27	82
Total	127	38	27	192

Modelering

De analyse is uitgevoerd op effecten op de emissiefactor, waarbij de emissiefactor is uitgedrukt als percentage van de met de mest toegediende TAN. De effecten van de verschillende factoren op de emissie zijn per shift geanalyseerd, dus per periode na het tijdstip van toediening. Dit is gedaan omdat bepaalde variabelen juist een effect hebben gedurende de periode kort na uitrijden en daarna niet meer (of minder), en andere factoren juist een effect hebben op een later tijdstip na de mesttoediening. De analyse is per toedieningstechniek uitgevoerd, omdat de effecten af kunnen hangen van de gebruikte techniek. Met de geselecteerde (significante) invloedsfactoren is per shift een model gemaakt. De totale cumulatieve emissie werd gemodelleerd door de acht individuele modellen (8 shifts) aan elkaar te koppelen. De zo verkregen modelmatige emissies werden vergeleken met de waargenomen emissies in de proeven.

Berekeningen

De ontwikkelde modellen werden gebruikt om de emissie te berekenen voor de werkelijke weersomstandigheden voor de periode 1991-2014. Hierbij zijn steeds de werkelijke weersomstandigheden gedurende de vier dagen na uitrijden ingevoerd in de ontwikkelde modellen. In eerste instantie zijn simulaties uitgevoerd, waarbij steeds op de 15^e van de maand 's ochtends de mest werd uitgereden. Vervolgens zijn simulaties uitgevoerd, waarbij op iedere dag mest is uitgereden en de gemiddelde emissie per maand is berekend. Aansluitend op deze berekeningen van de gemiddelde emissie per maand is een verkenning gemaakt van het effect op de emissie wanneer alleen onder weersomstandigheden is uitgereden, waarbij in potentie een lagere emissie te verwachten is.

Resultaten

Tabel 2 geeft een overzicht van de geselecteerde factoren per toedieningstechniek en per shift. De meeste geselecteerde factoren gaven in het algemeen een verwacht effect, maar factoren en hun effect verschillen per techniek en per periode na de mesttoediening. Hogere windsnelheden en temperaturen leiden tot hogere emissies. Grashoogte had een effect op de emissie bij sleepvoet en zodenbemesting. Emissies waren het hoogst op kleigrond gevolgd door veengrond voor bovengronds en sleepvoet en bij zodenbemesting afnemend voor klei, veen en zand.

Tabel 2. Geselecteerde significante variabelen per toedieningstechniek voor elke shift met indicatie voor toename (+) of afname (-) effect op het emissiepercentage voor het geval de variabele toeneemt. SS=bovengronds breedwerpig, NB=sleepvoet, SI=zodenbemesting.

Shift	Wind	Temp	Mestgift	Droge stof	TAN	Grashoogte	Grondsoort
SS-1	+	+		-			X
SS-2	+	+	+	+			X
SS-3	+	+	+				X
SS-4	+						
SS-5	+	+	+				X
SS-6	+						
SS-7	+						
SS-8	+						

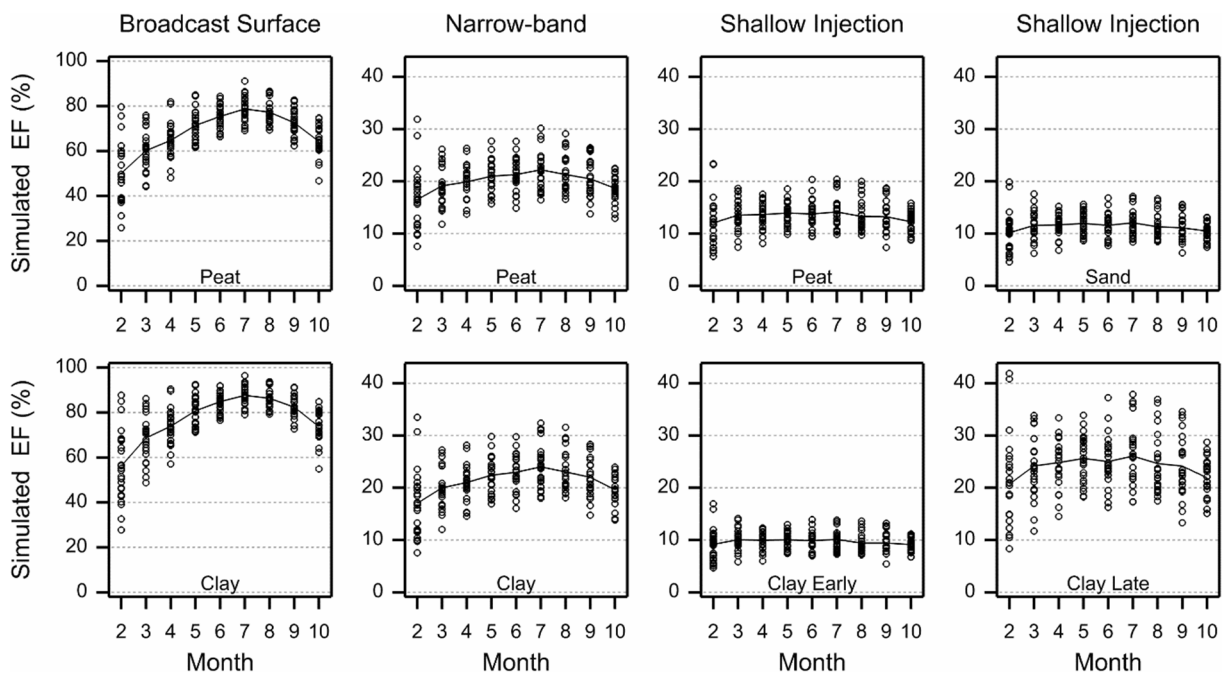
Shift	Wind	Temp	Mestgift	Droge stof	TAN	Grashoogte	Grondsoort
NB-1	+	+	-			-	X
NB-2	+	+				-	
NB-3	+	+	+			-	
NB-4	+		+	+		-	
NB-5	+		+	+			
NB-6	+		+	+	+	-	
NB-7	+						
NB-8				+			

Shift	Wind	Temp	Mestgift	Droge stof	TAN	Gras hoogte	Grondsoort
SI-1	+			-			X
SI-2	+	+					X
SI-3	+	+			-	-	X
SI-4	+	+	+				X
SI-5	+		+		-		X
SI-6	+		+				
SI-7	+					-	X
SI-8			+		-		

Weersinvloeden

De ontwikkelde modellen werden gebruikt om de emissie te berekenen voor de werkelijke weersomstandigheden voor de periode 1991-2014 om een beeld te krijgen van de spreiding in de hoogte van de emissie gedurende het seizoen. Figuur 1 geeft een weergave van de emissie wanneer steeds op de 15^e van de maand de mest werd uitgereden. De getoonde spreiding per maand is het gevolg van de verschillende omstandigheden in de jaren 1991-2014. Emissies zijn hoger gedurende de zomeromstandigheden en duidelijk lager in het vroege voorjaar en het late najaar; dit effect is het meest duidelijk bij bovengrondse toediening en wat minder bij sleepvoet. De spreiding per maand laat echter ook zien dat emissies in het vroege en late najaar hoger kunnen zijn dan in de zomer.

Figuur 1. Seizoensinvloed op de emissie voor de verschillende technieken per grondsoort bij mest uitrijden op de 15^e van de maand in februari-oktober (x-as) voor de jaren 1991-2014; let op: broadcast surface spreading heeft een andere schaalindeling dan narrow band en shallow injection.



Eerste additionele berekeningen laten zien dat wanneer binnen een maand alleen tijdens de 5 meest emissie-reducerende dagen wordt uitgereden dat het emissieniveau bij bovengrondse toediening met relatief circa 20% wordt verlaagd en bij sleepvoet en zodenbemester met relatief circa 25-30%.

Conclusies

Modellering per periode na het moment van uitrijden geeft een gedetailleerd beeld van de invloedsfactoren op de ammoniakemissie, met name wind en temperatuur, in de verschillende perioden na toediening van de mest.

De berekeningen laten duidelijk een invloed zien van het seizoen op de ammoniakemissie en het effect van grondsoort en toedieningstechniek. Bij berekening van de emissie op nationale schaal kan een weging gemaakt worden naar het aandeel van de mest dat per periode in het seizoen per grondsoort wordt uitgereden, indien hierover voldoende informatie beschikbaar is.

Eerste verkennende berekeningen laten de potentie zien van uitrijden onder emissie-reducerende weersomstandigheden. Voor het inspelen op deze omstandigheden moet echter rekening gehouden worden met de onzekerheid in voorspelde weersomstandigheden, onzekerheden over voldoende beschikbare capaciteit voor het mest uitrijden en of de omstandigheden ook overeenkomen met de gewenste bodem- en gewasomstandigheden om daadwerkelijk uit te rijden.

II Data, analyse en empirische modellering Internationaal

Naast de analyse van de NL gegevens is tevens aangesloten op de oproep in Europees verband om veldemissies en invloedsfactoren gezamenlijk verder te analyseren. Dit is een vervolg op het EU project "ALFAM" van eind jaren '90. Sinds eind jaren '90 zijn namelijk in veel landen nog veel metingen gedaan. Doelstelling was het uitvoeren van een analyse van factoren die van invloed zijn op de emissie met behulp van internationaal beschikbare emissiedata. Naast data uit Europa zijn ook data vanuit Canada en VS opgenomen. Een hernieuwde database en analyse kan mogelijk bijdragen aan een beter inzicht en voorspelling van de ammoniakemissie.

In verschillende workshops en overleg tussen de EU partners, Canada en VS is met name aandacht besteed aan een uniforme opbouw van een database met zo veel mogelijk beschikbare data over gemeten ammoniakemissie, maar ook de data over de omstandigheden (weer, bodem, gewas, mest etc.). De internationale data opbouw en analyse verliep parallel met de analyse binnen Nederland. In totaal hebben 28 onderzoekers van 19 onderzoeksinstituten uit 12 landen bijgedragen. Er werden 30.000 waarnemingen verzameld uit meer dan 1800 proefvelden.

In de internationale data en analyse trad een zeer grote spreiding op rondom omstandigheden en data. Er traden grote verschillen op tussen landen mogelijk ten gevolge van verschillen in meetmethodieken en grondsoorten in de verschillende landen. Eerste analyses gaven voor rundermest toediening op grasland een gemiddelde emissiereductie van 63% voor sleepvoet en 79% voor zodenbemesting. Temperatuur en wind gaven een positief effect op de emissie en grashoogte een negatief effect bij sleepvoet. Het effect van drogestofgehalte van de mest werd niet eenduidig aangetoond; wel een trend naar verhoging van de emissie bij een hoger drogestofgehalte.