

Ammoniak- en geuremissie uit een gesloten opslag voor voorgedroogde leghennenmest: een oriënterend onderzoek

*The ammonia and odour emission from
pre-dried layer droppings in a covered
storage system: a preliminary research.*

Ing. M.A. Bruins
Ing. W. Kroodsmā
Ir. R. Scholtens

imag-dlo



CIP-GEGEVENS KONINKLIJKE BIBLIOTHEEK, DEN HAAG

Bruins, M.A.

Ammoniak- en geuremissie uit een gesloten opslag voor voorgedroogde leghennenmest: een oriënterend onderzoek / M.A. Bruins, W. Kroodsma, R. Scholtens. – Wageningen : IMAG-DLO. – Ill. (Rapport / Dienst Landbouwkundig Onderzoek, Instituut voor Milieu- en Agritechniek ; 94-22)

Met lit. opg. – Met samenvatting in het Engels.

ISBN 90-5406-090-5

NUGI 849

Trefw.: ammoniakemissie / mest.

© 1994

IMAG-DLO

Postbus 43 – 6700 AA Wageningen

Telefoon 08370-76300

Telefax 08370-25670

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 enig andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system of any nature, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior written permission of the publisher.

Abstract

Bruins, M.A., W. Kroodsma and R. Scholtens. The ammonia and odour emission from pre-dried layer droppings in a covered storage system: a preliminary research. DLO Institute of Agricultural and Environmental Engineering, Wageningen, September 1994, 31 pp. NL. ISBN 90-5406-090-5.

During seven weeks, each week 2000 - 2500 kg pre-dried layer hen manure (60 - 70% DM) was added to a container which was covered with a roof. The exhaust air of the container passed a chemical air scrubber. The ammonia emission out of the container and out of the air scrubber were measured by continuously monitoring the ventilation rate and the ammonia concentration in the exhaust air. During two weeks, each day the odour emission was measured before and after the chemical air scrubber. Also temperatures of the weekly added poultry manure were measured. After passing the chemical air scrubber, the ammonia emission was reduced by more than 99% and the odour emission on average by 60%. Temperatures in the manure rose to 50 - 70 °C. After storage the manure was crumbly and had an average DM of 68%.

Keywords: ammonia emission, odour emission, composting, poultry manure, storage, air scrubber.

Voorwoord

Binnen de leghennenhouderij wordt in toenemende mate halfdroge mest geproduceerd. Bij de opslag van deze mest treden broeiprocessen op en emitteert een aanzienlijke hoeveelheid ammoniak en geur. Om deze reden is er behoefte aan emissie-arme opslag-systemen. Door de mest na te drogen wordt ook de mestkwaliteit verbeterd. In dat kader is onderzoek uitgevoerd naar het verder drogen van voorgedroogde leghennenmest door middel van gecontroleerde compostering en zuivering van de afgevoerde lucht.

Het onderzoek is mogelijk gemaakt door medefinanciering van het Financieringsoverleg Mest- en Ammoniakonderzoek (FOMA). Een woord van dank is verschuldigd aan de firma Dofra BV te Horst, voor het beschikbaar stellen van de luchtzuiveringsapparatuur en aan de firma's Cordstrap BV te Deurne en Ekon BV te Born (L) voor het beschikbaar stellen van de materialen voor de materialentest.

Ir. A.A. Jongebreur
directeur

Inhoud

Samenvatting	7
1 Inleiding	8
2 Materiaal en methode	9
2.1 Onderzoekopstelling	9
2.2 Metingen en analyses	10
2.2.1 Ventilatie-debiet, ammoniakconcentratie, temperatuur en relatieve luchtvochtigheid	10
2.2.2 Mestsamenstelling	10
2.2.3 Temperatuurmetingen in de mest	11
2.2.4 Samenstelling van was-, spui- en condenswater	11
2.2.5 Geur- en zwavelwaterstofconcentraties	12
2.2.6 Materialentest	13
2.3 Massabalans	13
3 Resultaten	15
3.1 Mestsamenstelling	15
3.2 Ammoniakemissie	15
3.3 Geur- en zwavelwaterstofemissie	17
3.4 Condenswater	18
3.5 Waswater	18
3.6 Spuiwater	19
3.7 Temperatuur en relatieve luchtvochtigheid van buitenlucht en lucht in de container	19
3.8 Mesttemperaturen	20
3.9 Massabalans	21
3.10 Stikstofmassabalans	23
3.11 Vliegen en larven	23
3.12 Materialentest	23
4 Discussie	24
4.1 Mestsamenstelling	24
4.2 Ammoniakemissie	24
4.3 Geuremissie	25
4.4 Temperatuur in de mest en van de buiten- en broeilucht	26
4.5 Condens-, was- en spuiwater	26
4.6 Materialentest	27
4.7 Aanbevelingen voor vervolgonderzoek	27
5 Conclusies	28
Summary	29

Literatuur

30

Bijlage

31

Samenvatting

In de zomer van 1992 werd een oriënterend onderzoek uitgevoerd naar de beperking van de ammoniak- en geuremissie uit een opslag van voorgedroogde kippemest. Gedurende zeven weken werd wekelijks laagsgewijs 2.000-2.500 kg mest met een gemiddeld drogestofgehalte van 66% in een container geladen, die door een dak werd afgesloten. Van iedere lading mest werden twee monsters genomen. Het ene monster werd direct geanalyseerd; het andere werd in de betreffende laag mest in de container teruggeplaatst en na afloop van het onderzoek geanalyseerd. Gedurende het onderzoek werd de mesttemperatuur van iedere laag gemeten. Tijdens de opslag werd lucht uit de container afgezogen en door een chemische luchtwasser met zwavelzuur geleid. Van de afgezogen lucht uit de container en de door de chemische luchtwasser gereinigde lucht werden de ammoniakconcentratie, het ventilatie-debiet, de relatieve luchtvochtigheid en de temperatuur gemeten. Van de buitenlucht werden de ammoniakconcentratie, de relatieve luchtvochtigheid en de temperatuur gemeten. Ook werden de hoeveelheid en de samenstelling van het condenswater en het spuiwater bepaald.

De temperatuur in de mest liep na het inbrengen van de verschillende lagen snel op tot 50 à 70 °C en nam vervolgens geleidelijk weer af. Na afloop van het experiment was het gewicht van de mest door verdamping van vocht, afbraak van organische stof en emissie van ammoniak met 2.500 kg verminderd. De hoeveelheid ammoniumstikstof in de mest was met 80% toegenomen met name als gevolg van afbraak van organisch gebonden stikstof. De ammoniakemissie uit de broeiende mest werd berekend op 0,6 kg per 1.000 kg mest. Op jaarbasis is dit ongeveer 14 g NH₃ per kip. Door de luchtwasser werd de ammoniakemissie van de mest in de container met vrijwel 100% en de geuremissie gemiddeld met 64% gereduceerd. De hoeveelheden condens- en spuiwater waren gering. Door het hoge sulfaatgehalte kan de afzet van het spuiwater problemen opleveren.

Over het algemeen was de verwerkbaarheid van de mest aan het einde van de opslagperiode goed. De vorming van een natte en moeilijk te bewerken laag mest tegen de wanden door condensvorming zou, in een volgend onderzoek, kunnen worden voorkomen door de mest op te slaan in een opslag met dubbele wanden.

Het lijkt van belang de mest enige weken na het inbrengen van de laatste laag in de afgesloten opslag uit te laten broeien om de ammoniak- en geuremissie tijdens het leeghalen en verspreiden te beperken.

1 Inleiding

Ammoniak is één van de belangrijkste verzurende componenten. Aanzienlijke emissiebeperking kan ondermeer worden bereikt door de emissie-arme toediening van mest op het land (Bussink en Bruins, 1992; Pain en Klarenbeek, 1988; Bruins en Huijsmans, 1989) en het afdekken van mestsilo's voor dunne mest (De Bode, 1988).

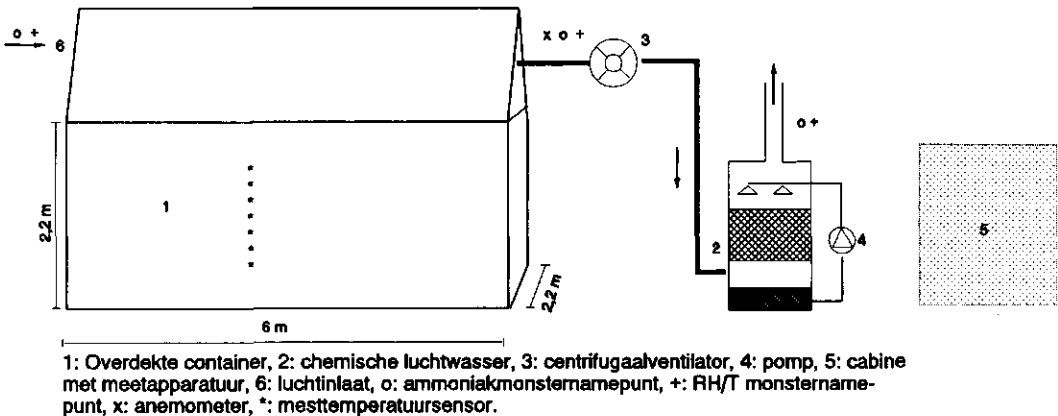
Door Kroodsmā *et al.* (1988) werd de ammoniakemissie van verschillende mestbehandlingssystemen voor leghennenstallen gemeten: een opslag van natte mest onder de batterijen, een batterij met mestband met droging – waarbij de mest tweemaal per week werd afgevoerd – en een batterij met mestband zonder droging – waarbij de mest tweemaal per week werd afgevoerd. Uit dit onderzoek bleek dat de emissie uit stallen met bandbatterijen, zowel met dunne- als drogemestafvoer, gering was. Het systeem voor droging van mest met stallucht op batterijen met mestbanden is beschreven door Kroodsmā *et al.* (1985). Het is een veel toegepast systeem in de praktijk. De mest uit deze stallen wordt eenmaal per week uit de stal verwijderd en veelal opgeslagen op een grote hoop in de open lucht of onder een afdak. Bij deze vorm van opslag treedt broei op, waardoor waterdamp, ammoniak en geur emitteren. Door de mest van de buitenlucht af te schermen, kunnen deze problemen worden beperkt of voorkomen. Bij volledige afdekking met bijvoorbeeld een plastic folie condenseert het vocht uit de mest tegen het folie en treden anaërobe processen op, waardoor natte, stinkende mest ontstaat. Daarom is gezocht naar mogelijkheden voor emissie-arme opslag van voorgedroogde leghennenmest buiten de stal. Voorwaarde was dat de bewerkbaarheid van de mest gehandhaafd bleef.

Door onderzoek is getracht inzicht te krijgen in de reductie van de ammoniak- en geuremissie van voorgedroogde leghennenmest, door het laagsgewijs op te slaan in een gesloten opslag in combinatie met zure wassing van de afgezogen lucht. Via een massabalans kan een indruk worden verkregen van de mestsamenstelling en de -kwaliteit aan het begin en het einde van het onderzoek. Van de chemische luchtwasser kan via een mineralenbalans duidelijkheid worden verkregen in de werking. Aan de hand van de mesttemperaturen kan meer inzicht worden verkregen in het verloop van het broei-proces. Hieruit zou kunnen worden afgeleid na hoeveel tijd de mest voldoende is uitgebreid, zodat deze met een beperkte emissie kan worden overgeladen en verspreid. Oriënterend onderzoek is gedaan naar de duurzaamheid van materiaal dat mogelijk geschikt is voor de constructie van de emissie-arme opslag bij opschaling.

2 Materiaal en methode

2.1 Onderzoekopstelling

De onderzoekopstelling was opgebouwd uit een container van 6 m * 2,2 m * 2,2 m (l * b * h), waarop een verschuifbaar puntframe was geplaatst. Het frame werd met een zeil afgedekt en aan de container vastgezet. Tegen het zeil kon zich condens vormen. Dit condenswater werd opgevangen in goten die op de randen van de container waren gemonteerd. De goten stonden in verbinding met vier jerrycans buiten de container, op elke hoek van de container één. Op de kopgevel van het dak werd via een ventilator lucht over de mest afgezogen. Het ventilatiedebiet was ingesteld op 80 m³/h. De luchtinlaat was een spleet in de andere kopgevel van het dak. In figuur 1 is de opstelling schematisch gegeven.



Figuur 1 Onderzoekopstelling voor opslag van voorgedroogde kippemest.
Figure 1 Experimental unit for storage of pre-dried poultry droppings.

De afgezogen lucht werd door een chemische luchtwasser geleid. De wasser werkte volgens het kruisstroomprincipe en was berekend op een ventilatiecapaciteit van 1500 m³/h. De inhoud van de ruimte voor het pakkingmateriaal was 1,6 m³. Het pakkingmateriaal bestond uit cilindervormige plastic contactlichamen met een diameter van 4-5 cm. De zuurgraad (pH) van het waswater werd met behulp van een automatische zuurdoseerinstallatie op 4 gehouden. Het gebruikte zuur was geconcentreerd zwavelzuur (96%). Om condensvorming in de wasser te beperken, was deze in een geïsoleerde ruimte naast de container geplaatst. De meetapparatuur was in een aparte ruimte naast de container opgesteld.

3.4 Condenswater

De gemiddelde hoeveelheden en de samenstelling van het condenswater zijn gegeven in tabel 4. Er werden per periode grote verschillen in hoeveelheden condenswater gemeten namelijk van 11,5 l tot 47 l. Uit de pH-metingen blijkt dat de pH van het condenswater daalde van 9,1 tot 7,5. Eveneens blijkt dat de in het water aanwezige stikstof voornamelijk als ammonium aanwezig was.

Tabel 4 Gemiddelde hoeveelheid en samenstelling van het condenswater uit de container per periode.

Table 4 Average amount and composition of condensation water from the container per period.

Periode	Condens- water (l)	Samenstelling				
		ds (g/kg)	as (% ds)	N _{Kj} (g/l)	NH ₄ -N (g/l)	pH (-)
1	22,5	0	0	0,7	0,6	9,1
2	41,0	2,5	35	-*	1,8	8,5
3	31,5	0,3	±100	0,8	0,8	8,7
4	47,0	3,1	18	1,9	1,6	7,6
5	11,5	1,8	56	1,0	0,9	7,7
6	21,5	5,0	21	2,4	1,9	7,5
7	27,0	0,3	40	1,7	1,4	7,6

-* = niet bepaald

Van het condenswater is het CZV niet gemeten. Op basis van het gemiddelde drogestofgehalte en het gemiddelde asgehalte kan het CZV worden geschat op 1,43 g/l. Dit zou inhouden dat bij wekelijkse lozing van condenswater (gemiddeld 4,1 l/d) het aantal v.e. 0,18 zou bedragen (formule 1).

3.5 Waswater

In tabel 5 zijn de resultaten gegeven van de hoeveelheden verdampt water en de samenstelling van het waswater. Het chemisch zuurstofverbruik (CZV) bedroeg gemiddeld 300 mg/l. Het drogestofgehalte en het ammoniumstikstof- en sulfaatgehalte namen gedurende het experiment toe. De pH liep gedurende het experiment op van 2,9 tot 6,2. Dit werd waarschijnlijk veroorzaakt door vervuiling van de pH-meter van de zuurdoseerinstallatie, die tussentijds niet werd geijkt. De lage pH aan het begin werd veroorzaakt door de grove dosering van de hoeveelheid zuur. De aspercentages zijn zeer laag in vergelijking met de sulfaatgehaltes. Het blijkt dat bij indampen neerslag optreedt van ammoniumsulfaat dat vervluchtigt bij 235 °C (Weast, 1975).

In tabel 5 is ook het verhoudingsgetal gegeven van equivalenten ammonium- en sulfaat-ionen in het waswater. De optimale verhouding is 1. Uit de metingen blijkt dat de zuurdosering in relatie tot de afgevangen hoeveelheid ammoniumstikstof in de meeste gevallen redelijk in evenwicht was.

Tabel 5 De samenstelling van het waswater, de hoeveelheden verdampt water uit de luchtwasser en de verhouding van NH_4^+ - en SO_4^{2-} -equivalenten.

Table 5 Composition of scrubwater, amounts of evaporized water from the container and the $\text{NH}_4^+/\text{SO}_4^{2-}$ equivalent ratio.

Periode	Verdamping uit water (l)	Samenstelling						Verhouding eq NH_4^+ /eq SO_4^{2-}
		ds (g/kg)	as (% ds)	CZV (mg/l)	$\text{NH}_4\text{-N}$ (g/l)	SO_4^{2-} (g/l)	pH (-)	
1	72,5	29	5,1	350	5,1	24	2,9	1,2
2	42,3	72	3,0	300	14,7	54	3,1	1
3	42,3	142	0,9	240	22,0	81	3,5	1,1
4	44,7	161	1,2	250	26,2	117	4,3	1,3
5	66,5	189	0,6	210	37,8	133	4,2	1
6	48,4	226	0,7	340	36,0	138	5,1	1,1
7	67,7	264	2,7	350	53,4	146	6,2	0,8

3.6 Spuiwater

Aan het einde van periode 6 werd 50 l van het waswater gespuid (spuiwater) en geanalyseerd. Bij het beëindigen van het experiment werd de hoeveelheid waswater in de luchtwasser bepaald en werd een monster genomen. In tabel 6 zijn de analyses gegeven.

Tabel 6 Hoeveelheid en samenstelling van het waswater.

Table 6 Amount and composition of the scrubwater.

Tijdstip*	Spuiwater (l)	ds (g/kg)	as (% ds)	CZV (mg/l)	$\text{NH}_4\text{-N}$ (g/l)	SO_4^{2-} (g/l)	pH (-)
6-7	50	198	0,7	210	37,6	154	6,2
7-7	133	264	2,7	350	53,4	146	6,2

* = periode en dag

In totaal werd 0,183 m³ spuiwater uit de luchtwasser afgevoerd (totaal 302 v.e.). Deze hoeveelheid met de in tabel 6 gegeven samenstelling kwam overeen met een lozing van 6 v.e. op etmaalbasis.

3.7 Temperatuur en relatieve luchtvochtigheid van buitenlucht en lucht in de container

De temperatuur van de lucht uit de container lag voornamelijk tussen de 20 en 30 °C, met enkele uitschieters naar 40 °C overdag en 15 °C 's nachts. Overdag was de buitenluchttemperatuur ongeveer 25-30 °C en 's nachts ongeveer 10 °C.

Aan het begin van het onderzoek werd gedurende twee dagen de luchtvochtigheid van de lucht uit de container en van de buitenlucht niet geregistreerd.

De relatieve vochtigheid van de lucht uit de container varieerde tussen 80 en 100%.

5 Conclusies

Gedurende het onderzoek trad in voldoende mate compostering op om een stabiel eindproduct te verkrijgen. Ca. 1,5% van de in de container ingebrachte N_{Kj} vervluchtigde in de vorm van ammoniak. In de mest werd een toename van de ammoniumstikstof met 80% gevonden. De mest was rul en droog na afloop van het experiment en kon zonder problemen uit de container worden verwijderd. Gedurende het onderzoek trad een gewichtsverlies van de mest op van 2.500 kg door de afbraak van organische stof, de verdamping van water en de emissie van ammoniak.

Uit metingen gedurende vijf periodes van één week, waarin de emissie volledig werd geregistreerd, bleek dat 600 g NH_3 /ton mest of 14 g NH_3 per kip per jaar was vervluchtigd.

De ammoniak in de lucht uit de container werd door de chemische luchtwasser vrijwel volledig afgevangen. De reductie van ammoniakemissie was gedurende het hele experiment gemiddeld meer dan 99%. De geuremissie uit de container werd door de chemische luchtwasser met gemiddeld 64% verminderd.

De opstelling die in dit onderzoek naar de opslag van kippemest werd gebruikt, is nog niet praktijkrijp. De mest zou niet direct met de buitenwand in aanraking mogen komen in verband met de vorming van condens, waardoor een plakkende mestlaag tegen de wand ontstaat. De afvoer van spui- en waswater van de chemische luchtwasser zou moeten worden geautomatiseerd. Nader onderzoek naar de afvoer van het spuiwater is noodzakelijk, gezien de hoge concentratie van ammonium en sulfaat. Ook de afvoer van condenswater verdient nog aandacht.

Over de duurzaamheid van de geteste materialen op langere termijn is, gezien de korte expositieduur, geen definitieve uitspraak te doen.

Summary

In the summer of 1992 preliminary research was carried out on a low-emission storage system of pre-dried layer manure. During seven weeks, each week an amount of 2000 - 2500 kg manure was added to a container which was covered with a roof. In the weekly added manure the temperature was continuously measured. During storage, air was blown over the manure. This air was led through a chemical air scrubber. Ammonia concentration, relative humidity and temperature were continuously measured in the air from the container, the cleaned air after chemical scrubbing and the ambient air.

The manure was pre-dried and had a dry matter content of 60-70%. From the container, 7.8 kg NH₃ emitted, which is 0.6 kg NH₃ per 1000 kg of manure. Immediately after loading manure into the container, the temperature in the added manure rose to 50 - 70 °C due to spontaneous composting. After the experiment, the weight of the manure was 2500 kg less than in the beginning of the experiment, due to evaporation of water decrease, of organic matter and emission of ammonia. The amount of ammonium nitrogen in the manure increased by with 80% during the experiment.

The average C/N ratio decreased from about 11 at the beginning of the experiment to about 9 at the end.

The temperature after loading quickly increased, followed by a slow decrease afterwards. To avoid ammonia and odour emissions during unloading the container, it is of great importance that the manure is left in the closed container for several weeks till the composting process has been finished.

With the air scrubber, the ammonia emission from the manure in the container was reduced by more than 99% and the odour emission on average by 60%.