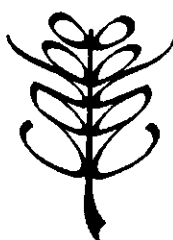


**De invloed van stikstofbemesting op de samenstelling van ruwvoer
en de opname ervan door rundvee**

J.H. Geurink en J.J.M.H. Ketelaars

**CABO-Verslag nr. 121
1989**



ISBN 272103

Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek
Postbus 14, 6700 AA Wageningen

Inhoud

	Blz.
Samenvatting	1
1. Inleiding	3
2. Opzet en uitvoering van het onderzoek	5
3. Resultaten	9
3.1 De samenstelling van de voeders en het effect van stikstofbemesting	9
3.2 Veranderingen in lichaamsgewicht en voederopname van de proefdieren gedurende de proefduur	11
3.3 De invloed van stikstofbemesting op de voederopname	13
3.4 De voederopname in relatie tot het stikstof- en nitraatgehalte van het voer	20
3.5 Veranderingen in ammonium-gehalte en pH van pensvocht	22
3.6 Veranderingen in orootzuurconcentratie van de urine	24
4. Discussie	27
5. Conclusies	29
6. Literatuur	30
7. Bijlagen	31

Samenvatting

In een drietal voederproeven werd onderzocht wat het effect is van een sterk uiteenlopende N-bemesting op de samenstelling van gras en op de opname ervan door droogstaande, niet drachtige melkkoeien.

Hiertoe werd in drie verschillende jaren gras geoogst van percelen grasland met een N-bemesting van 100, 400 en ruim 900 kg kunstmest-N per hectare per jaar. Per jaar werden 2 sneden geconserveerd voor voederproeven. Het eerste jaar gebeurde dit in de vorm van hooi, in de twee andere jaren als kuilgras.

Deze proefvoerders werden chemisch geanalyseerd en in voederproeven werd de opname ervan gemeten en vergeleken met die van referentievoer dat per proef verschilde. Naast het proefvoer werd 0.5 kg krachtvoer verstrekt met extra magnesium ter voorkoming van kopziekte en natriumwolframaat ter voorkoming van nitrietvergiftiging.

De in-vitro verteerbaarheid van de organische stof van de proefvoerders varieerde tussen 74 en 81% zonder consistent effect van N-bemesting. Door N-bemesting werd wel het N-gehalte en in een aantal gevallen ook het nitraatgehalte van het gras sterk verhoogd; het N-gehalte van de proefvoerders varieerde van 21.4 tot 46.6 g per kg ds, het gehalte aan nitraat-N van 0.04 tot 5.89 g per kg ds.

Bij in totaal 4 van de 6 onderzochte sneden werd de opname gedurende de eerste dagen van verstrekking significant negatief beïnvloed door hoge N-bemesting, in 1 snede was er geen effect aantoonbaar en bij 1 snede was er een significant positief effect. In twee gevallen bleef het negatieve effect gedurende de gehele proefperiode (12-14 dagen) significant aantoonbaar, in de twee andere gevallen verdween het. Het positieve effect (10 % verschil tussen laagst en beide hoogst bemeste objecten) bleef eveneens gedurende de gehele periode aanwezig.

In extreme gevallen bedroeg de opname van stikstof- en nitraatrijke proefvoerders tijdens gewenning slechts 50% van de opname na gewenning; de opnamedepressie na gewenning was veel milder i.c. hooguit 10% t.o.v. het laagst bemeste object.

Een hoog N-gehalte van het voer als gevolg van een hoge N-bemesting leidde niet altijd tot een verminderde voederopname. Een beter verband werd gevonden tussen het nitraatgehalte van het voer en de opname. Dit kwam vooral voor tijdens de eerste 3-5 dagen na het verstrekken van het voer. In deze gewenningsperiode was er in 4 van de 6 onderzochte sneden een nagenoeg lineair negatief verband tussen het nitraatgehalte van het gras en de opname; in één snede was er geen verband en in één snede werd er van de objecten met het hoogste nitraatgehalte iets meer gegeten dan van het object met een laag nitraatgehalte.

Tussen de proefvoerders varieerde de gemiddelde pH van pensvocht tussen 6,2-6,8 en het gemiddelde gehalte ammonium-N tussen 93-475 mg per l. Deze laatste parameter was lineair gecorreleerd met het N-gehalte van het voer. De orootzuurconcentratie van urinemonsters varieerde tussen 0,5-4,4 mg per l afhankelijk van het voer; deze was niet gecorreleerd met het N-gehalte van het voer, noch met verschillen in ammonium-gehalte van pensvocht. Als mogelijke oorzaak voor de negatieve effecten van hoge N-bemesting worden genoemd een schadelijk effect van hoge doses nitraat of van andere daarmee geassocieerde componenten in gras of een combinatie van beide. Nitrietvergiftiging als mogelijke oorzaak werd in deze proeven uitgesloten door de dagelijkse toevoeging van wolframaat aan de proefdieren.

1. Inleiding

Het graslandonderzoek richt zich enerzijds op de factoren die de bruto-grasopbrengst bepalen, anderzijds op de benutting van deze opbrengst door het vee. Onder bruto-grasopbrengst wordt verstaan de oogst aan gras die middels maaien verkregen wordt. De benutting hiervan door het vee (d.w.z. de dierlijke produktie die eruit verkregen wordt) is afhankelijk van het deel dat daadwerkelijk door het vee geconsumeerd wordt - de netto-grasopbrengst-, maar ook van de grasopname per dier per dag.

De bruto-grasopbrengst is de afgelopen 25 jaar sterk gestegen vooral door een sterke toename van de N-bemesting. Deze ontwikkeling heeft ook positieve gevolgen gehad voor de netto-opbrengst wat o.a. tot uiting komt in een hogere veebezetting per hectare grasland. De effecten van de toegenomen N-bemesting op de opname van ruwvoer zijn echter niet goed bekend. Meer kennis omtrent deze invloeden is zeker gewenst en wel om de volgende redenen:

1. De gemiddelde melkproduktie per koe in Nederland is gestegen van minder dan 4000 kg per laktatie in 1950 tot bijna 6000 kg nu; bedrijven met 7000-8000 kg per laktatie zijn geen uitzondering meer. Dit houdt in dat in het begin van de lactatieperiode tijdelijk de voederbehoefte gedekt moet worden voor de produktie van 35-40 kg melk per dier per dag. In deze voederbehoefte kunnen gras of grasprodukten maar voor een deel voorzien; een flinke aanvulling met krachtvoer is noodzakelijk. Naar schatting 75% van de grondstoffen voor rundveekrachtvoer wordt in ons land geïmporteerd. Een dergelijke afhankelijkheid van de melkveehouderij van buitenlands geproduceerd voer heeft duidelijk milieukundige bezwaren.

Daarbij komt dat de quotering van melk in combinatie met een stijgende melkproduktie per koe leidt tot een kleinere veestapel en een gemiddeld lagere veebezetting per hectare grasland. Schattingen geven aan dat in het jaar 2000 het aantal melkkoeien ten opzichte van 1986 met ongeveer 40% verminderd zal zijn. Dit betekent dat er per overblijvende melkkoe steeds meer grond beschikbaar is voor voederproduktie. Voor de melkveehouder is het dan ook economisch aantrekkelijk de voederbehoefte van zijn veestapel zoveel mogelijk te dekken door eigen geproduceerd voer; dit voer moet van zo'n kwaliteit zijn dat melkvee er per dag veel van opneemt.

2. Reeds jaren bestaan er echter aanwijzingen dat vers en geconserveerd gras van zwaar met stikstof bemest grasland juist minder goed wordt opgenomen door rundvee. Zo kwam het in het onderzoek naar nitriet-

vergiftiging bij herkauwers regelmatig voor dat hooi en kuil met hoge tot zeer hoge nitraatgehalten slecht gegeten werd (Geurink *et al.*, 1982). Met dergelijke negatieve effecten van hoge N-bemesting wordt in de beoordeling van de voederkwaliteit van gras momenteel onvoldoende rekening gehouden.

Deze situatie vormde de aanleiding om in een reeks opnameproeven de effecten van een variabele N-bemesting op de opname van gras door rundvee nader te onderzoeken.

2. Opzet en uitvoering van het onderzoek

De hier gerapporteerde voederproeven werden uitgevoerd in de winter van 1981-1982 en in 1983 en 1985. Hiervoor werd in het groeiseizoen van 1981 hooi en in het groeiseizoen van 1982 en 1984 kuilgras gewonnen. In Tabel 1 wordt een overzicht gegeven van de gebruikte ruwvoerders met vermelding van proefnummer, objectcode, soort voer, oogstdatum, N-bemesting en duur van de veldperiode.

Tabel 1. Gegevens met betrekking tot bemesting en winning van proefvoerders en referentievoer voor voederproeven 1, 2 en 3.

Proef	Object 1)	Soort voer	Oogst- datum	N-bemesting ²⁾ (kg ha ⁻¹)	Veldperiode (dagen)
<u>Proefvoer</u>					
1	N1S1	Hooi	11-05-1981	33	7
	N2S1	Hooi	11-05-1981	180	7
	N3S1	Hooi	11-05-1981	400	7
	N2S3	Hooi	13-07-1981	400	3 ³⁾
	N3S3	Hooi	13-07-1981	800	3
2	N1S2	Kuil	01-07-1982	33	3
	N2S2	Kuil	01-07-1982	300	3
	N3S2	Kuil	01-07-1982	650	3
	N1S4	Kuil	13-09-1982	66	2
	N2S4	Kuil	13-09-1982	450	2
	N3S4	Kuil	13-09-1982	900	2
3	N1S2	Kuil	12-06-1984	60	4
	N2S2	Kuil	12-06-1984	220	4
	N3S2	Kuil	12-06-1984	440	4
	N1S3	Kuil	20-07-1984	80	4
	N2S3	Kuil	20-07-1984	300	4
	N3S3	Kuil	20-07-1984	600	4
<u>Referentievoer</u>					
1		Hooi	06-07-1981	66	3
2		Kuil	04-08-1982	66	3
3		Kuil	15-06-1984	240	4

- 1) N1, N2, N3 - olopende N-bemesting
 S1, S2, S3, S4 = 1^e, 2^e, 3^e en 4^e snede
 2) N-bemesting inclusief voorgaande sneden.
 3) In de schuur met buitenlucht nagedroogd.

Voor de winning van voer werd in elk voorjaar een ander perceel blijvend grasland in drieën verdeeld en bemest met oplopende hoeveelheden kunstmeststikstof. In 1981 en in 1984 lagen alle objecten op zandgrond, in 1982 op veengrond. Als N-bemesting werd op jaarbasis ongeveer 100, 400 en ruim 900 kg kunstmest-N per hectare gegeven; de objecten met deze niveaus worden hierna aangeduid met N1, N2 en N3. De bemesting met kali en fosfaat werd aangepast aan het niveau van N-bemesting om groeivertraging tengevolge van gebrek aan een van beide elementen te voorkomen.

Aanvankelijk lag het in de bedoeling drie keer per jaar, d.w.z. in voorjaar, zomer en herfst gras te oogsten en te conserveren voor een opnameproef. Door verschillende oorzaken (regen na maaien of te geringe opbrengst door droogte) is dit in geen van de drie proefjaren gelukt. In 1981 werd alleen de eerste en derde snede geconserveerd en van deze laatste alleen N2 en N3, in 1982 alleen de tweede en vierde snede en in 1984 alleen de tweede en derde. De sneden worden hierna aangeduid met S1, S2, S3 en S4. Ook wanneer geen proefvoer gewonnen werd, werd het gras van de proefpercelen gemaaid en afgevoerd. Binnen een snede werden alle N-objecten gelijktijdig gemaaid zodat de groeiduur van deze objecten identiek was. Uitgangspunt voor het vaststellen van de oogstdatum was een opbrengst van ongeveer 3000 kg drogestof per ha op het snelstgroeiende object. Zoals blijkt uit Tabel 1 was de veldperiode over het algemeen kort, met uitzondering van de eerste snede in 1981. In alle gevallen werd het gras voor het inkuilen gehakseld.

Naast de verschillende bemestingsobjecten werd elk jaar ook gras geoogst en geconserveerd van een perceel buiten het proefveld. Deze partij voer diende als refentievoer in de voederproeven.

Van alle voeders werd kort voor de voeding het gehalte bepaald aan droge stof (ds), N, NO_3^- -N, ruwe celstof (rc), ruw as (ras) en de in-vitro verteerbaarheid van organische stof. In de kuilvoeders werd bovendien gemeten de pH en het gehalte NH_3 -N (in g N per kg N), en de gehalten aan K en Mg.

De voederproeven werden uitgevoerd op de proefboerderij Droevendaal te Wageningen. De proeven startten tussen begin december en half januari en duurden afhankelijk van de proef 106-125 dagen. Voor het gemak worden in onderstaande de drie opeenvolgende voederproeven aangeduid met proef 1, 2

en 3. Het voer hiervoor werd gewonnen in resp. 1981, 1982 en 1984 (zie Tabel 1).

Als proefdieren werden in het eerste experiment 5, en in de twee volgende 4 niet-drachtige droogstaande koeien gebruikt. Hiervan waren er in de tweede en derde proef telkens 2 voorzien van een pensfistel.

De proeven werden uitgevoerd in de vorm van een blokkenproef met als proeffactoren de N-niveaus (N1, N2, N3) en de sneden (S1, S2, S3) en de proefdieren als parallellen. Door loting werd per dier de volgorde van de te testen voeders vastgesteld. In Tabel 2 wordt als voorbeeld het proefschema weergegeven van de tweede voederproef.

Tabel 2. Schema voor voederproef 2; Ref: referentievoer; N1, N2, N3: hoeveelheden kunstmest-N; S2, S4: snede-nummer.

Periode nr.	Lengte (dagen)	Proefdier			
		1	2	3	4
1	6	Ref	Ref	Ref	Ref
2	14	N3S2	N1S2	N1S4	N2S4
3	6	Ref	Ref	Ref	Ref
4	14	N2S4	N3S2	N2S4	N3S2
5	6	Ref	Ref	Ref	Ref
6	14	N3S4	N2S2	N2S2	N3S4
7	6	Ref	Ref	Ref	Ref
8	14	N1S4	N2S4	N3S2	N1S4
9	6	Ref	Ref	Ref	Ref
10	14	N1S2	N3S4	N3S4	N1S2
11	6	Ref	Ref	Ref	Ref
12	14	N2S2	N1S4	N1S2	N2S2

Per periode werd het benodigde voer afgewogen in porties van 3 kg voor hooi en 4 kg voor kuil. De porties kuil werden bij 3 °C bewaard om broei te voorkomen.

De proefdieren werden twee keer per dag gevoerd. De dagelijks verstrekte hoeveelheid voer per dier werd zodanig gekozen dat de voerrest minimaal 15% van de verstrekte hoeveelheid bedroeg.

In een aantal proefvoeders was door de zware N-bemesting het nitraatgehalte verhoogd, soms tot ver boven de voor rundvee gestelde norm (Geurink *et al.*, 1982). Daarnaast was in een aantal gevallen het voer 'kopziekte-gevaarlijk' (Kemp, 1960). Besloten werd het risico van zowel nitrietvergiftiging als van het optreden van magnesiumgebrek tegen te gaan door dagelijks 0.5 kg krachtvoer met 0.86% Na₂WO₄ en 4% Mg te verstrekken. Uit eerder onderzoek naar nitrietvergiftiging is gebleken dat een dergelijke hoeveelheid wolframaat de omzetting van nitraat in nitriet in de voormagen sterk remt (Geurink *et al.*, 1982; Korzeniowski *et al.*, 1980, 1981). Dit speciale krachtvoer werd gedurende de gehele proefduur gegeven, ook wanneer de samenstelling van het proefvoer of referentievoer er geen aanleiding toe gaf.

Van de proefvoeders werd gedurende 12-14 opeenvolgende dagen de dagelijkse voederopname gemeten. Voorafgaand en volgend op deze proefperiode kregen de dieren gedurende 5-7 dagen het referentievoer aangeboden; ook hiervan werd de opname gemeten. Elke proef bestond dus uit een opeenvolging van proefperioden en referentieperioden.

De proefdieren werden gedurende de proef regelmatig gewogen; in het eerste experiment gebeurde dit in totaal 4 keer, in het tweede 6 keer en in het derde experiment 15 keer, i.c. wekelijks.

Daarnaast werden in de tweede en derde voederproef een aantal bepalingen in het pensvocht verricht (pH en NH₄⁺-concentratie). Hiervoor werden tussen 8 en 22 uur per uur van 2 dieren een pensvochtmonster genomen. In de laatste proef werden bovendien op dezelfde dagen een aantal urinemonsters verzameld. Hierin werd de orootzuur-concentratie m.b.v. HPLC gemeten.

De resultaten van de opnameproeven werden geanalyseerd met Genstat; verschillen werden getoetst volgens de methode Tukey.

3. Resultaten

3.1 De samenstelling van de voeders en het effect van stikstof-bemesting

In Tabel 3 wordt de samenstelling van de proefvoeders en de referentievoeders gegeven.

Alle proefvoeders waren, gemeten naar de in-vitro verteerbaarheid van de organische stof, van goede tot zeer goede kwaliteit. Ook de conservering van de kuilvoeders was in alle gevallen goed geslaagd zoals blijkt uit de lage ammoniak-fractie.

Stikstofbemesting had een duidelijke invloed op de chemische samenstelling van de proefvoeders. Zo steeg het N-gehalte in de eerste snede van de eerste proef o.i.v. bemesting van 24.3 (N1) naar 45.4 (N3) g per kg ds, in de eerste snede van de tweede proef van 32.1 naar 40.6 en in de tweede snede van de tweede proef van 37.4 naar 46.6 g per kg ds, in de eerste snede van de derde proef van 25.5 naar 46.5 en in de tweede snede van de derde proef van 21.4 naar 38.4 g per kg ds. De geringere verschillen in de tweede proef zijn waarschijnlijk toe te schrijven aan de grondsoort waarop de proefpercelen lagen (veen); het is bekend dat op deze grondsoort ook bij een geringe N-bemesting een grote hoeveelheid stikstof beschikbaar kan komen t.g.v. mineralisatie.

Ook het nitraatgehalte werd sterk beïnvloed door het niveau van N-bemesting. Deze gehalten varieerden van 0.04 g nitraat-N per kg ds (N1S3 in proef 3) tot 5.89 g nitraat-N per kg ds (N3S3 in proef 1). De hoogste waarden hier gemeten worden ook in de praktijk gevonden op bedrijven met een hoge N-bemesting.

De in-vitro verteerbaarheid van de organische stof varieerde vooral tussen sneden, binnen sneden was de variatie klein zonder consistent effect van N-bemesting. Ook het ruwe-celstofgehalte hing niet eenduidig samen met het niveau van N-bemesting.

Het referentievoer had in de eerste proef een aanzienlijk lagere verteerbaarheid dan de proefvoeders: 68% vergeleken met 75 tot 80%. In de andere twee proeven waren de verschillen veel kleiner: in de tweede proef bedroeg de verteerbaarheid 74% tegen gemiddeld 76% voor de proefvoeders, in de derde proef was dit 78% tegen gemiddeld 76%.

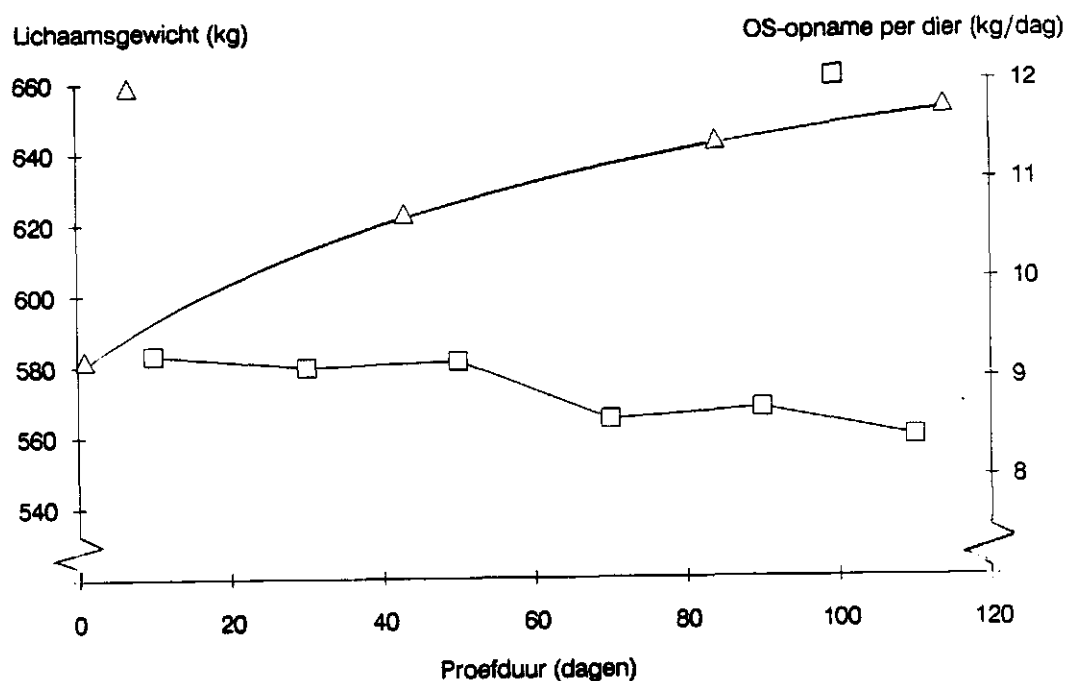
Tabel 3. De chemische samenstelling van proefvoerders en referentievoer.

Proef	Object	Soort voer	In vers		In drogestof (g/kg)					Verteerbaarheid org. stof (%)		
			ds g/kg	pH	NH ₃ -N g/kg N	N-t	NO ₃ ⁻ -N	rc	ras		K	Mg
<u>Proefvoer</u>												
1	N1S1	Hooi	828	-	-	24,3	0,18	213	75,5	-	-	80,9
	N2S1	Hooi	828	-	-	33,6	0,82	235	87,7	-	-	79,0
	N3S1	Hooi	813	-	-	45,4	3,82	245	93,5	-	-	80,5
	N2S3	Hooi	820	-	-	39,1	3,74	250	116	-	-	77,8
	N3S3	Hooi	818	-	-	43,9	5,89	247	111	-	-	77,6
2	N1S2	Kuil	440	6,11	76	32,1	0,26	286	105	25,5	2,17	74,9
	N2S2	Kuil	441	5,99	89	39,1	2,39	232	114	23,2	2,31	76,0
	N3S2	Kuil	473	6,22	76	40,6	2,17	249	102	25,4	2,11	76,5
	N1S4	Kuil	683	6,23	33	37,4	0,47	224	104	24,9	2,35	74,1
	N2S4	Kuil	627	6,42	51	43,5	2,69	221	103	24,0	2,46	76,2
N3S4	Kuil	711	6,44	40	46,6	3,29	213	101	26,9	2,32	76,3	
3	N1S2	Kuil	416	5,89	51	25,5	0,05	279	116	29,2	1,66	75,2
	N2S2	Kuil	463	5,24	74	42,4	2,20	257	120	29,7	2,22	78,3
	N3S2	Kuil	509	6,03	80	46,5	2,92	211	161	26,1	2,03	78,5
	N1S3	Kuil	638	5,85	32	21,4	0,04	228	140	27,8	1,84	74,2
	N2S3	Kuil	645	6,08	66	33,6	1,53	255	160	34,9	2,30	74,6
N3S3	Kuil	617	6,13	89	38,4	3,42	241	159	33,4	2,35	73,7	
<u>Referentievoer</u>												
1	-	Hooi	818	-	-	14,0	0,05	312	72,9	-	-	68,1
2	-	Kuil	696	6,16	19	31,3	0,34	233	111	20,3	2,44	73,8
3	-	Kuil	569	6,04	43	37,4	1,36	246	123	39,0	1,55	77,7

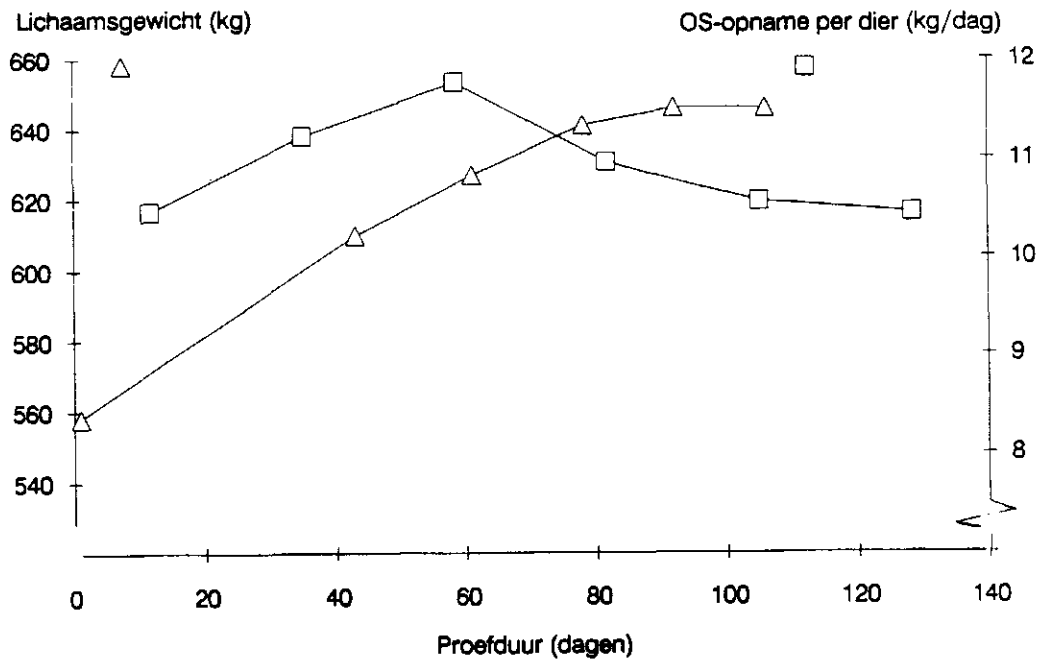
Het N-gehalte van het referentievoer was in de eerste proef erg laag (14.0 g per kg ds), in de tweede proef gemiddeld (31.3 g per kg ds) en in de derde proef vrij hoog met 37.4 g per kg ds. Soortgelijke verschillen waren aanwezig in het nitraat-gehalte.

3.2. Veranderingen in lichaamsgewicht en voederopname van de proefdieren gedurende de proefduur

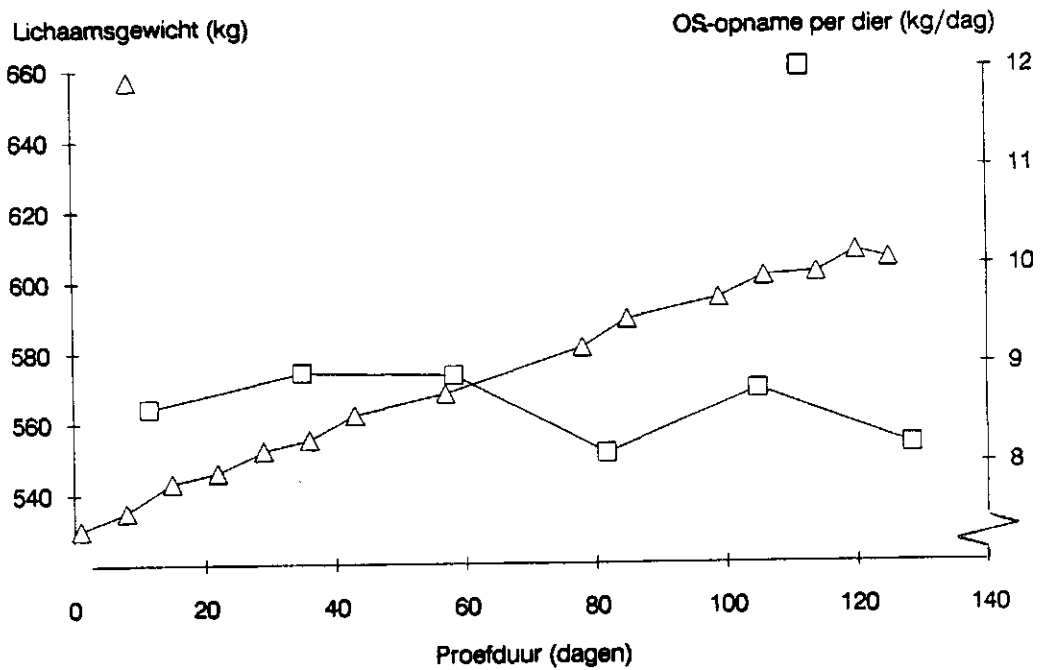
In de Figuren 1, 2 en 3 wordt per proef het verloop van het gemiddelde lichaamsgewicht van de proefdieren gegeven; tevens is hierin opgenomen de gemiddelde organische-stofopname gedurende de 6 referentieperioden die elke proef kende. De gegevens per dier zijn opgenomen als Bijlage 1 en 2. De organische-stofopname is de gemiddelde opname over de laatste 3-4 dagen van elke referentieperiode; de eerste 2-3 dagen werden niet in de berekening betrokken.



Figuur 1. Verloop van het gemiddelde gewicht van de proefdieren (kg) en van de organische-stofopname (OS-opname, kg per dier per dag) uit referentievoer in voederproef 1; de waarnemingen zijn gemiddelde waarden voor 5 dieren.



Figuur 2. Verloop van het gemiddelde gewicht van de proefdieren (kg) en van de organische-stofopname (OS-opname, kg per dier per dag) uit referentievoer in voederproef 2; de waarnemingen zijn gemiddelde waarden voor 4 dieren.



Figuur 3. Verloop van het gemiddeld gewicht van de proefdieren (kg) en van de organische-stofopname (OS-opname, kg per dier per dag) uit referentievoer in voederproef 3; de waarnemingen zijn gemiddelde waarden voor 4 dieren.

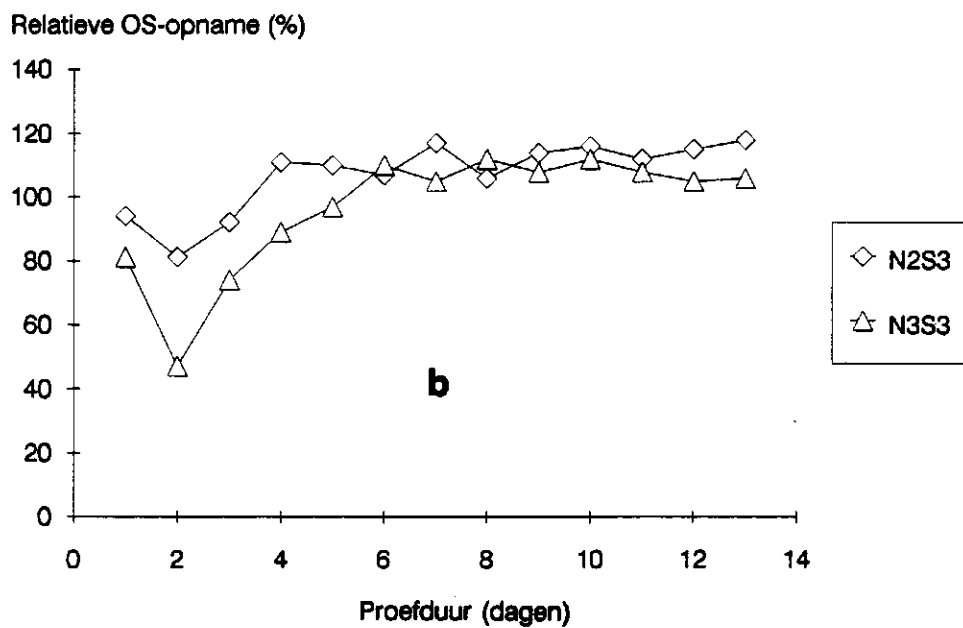
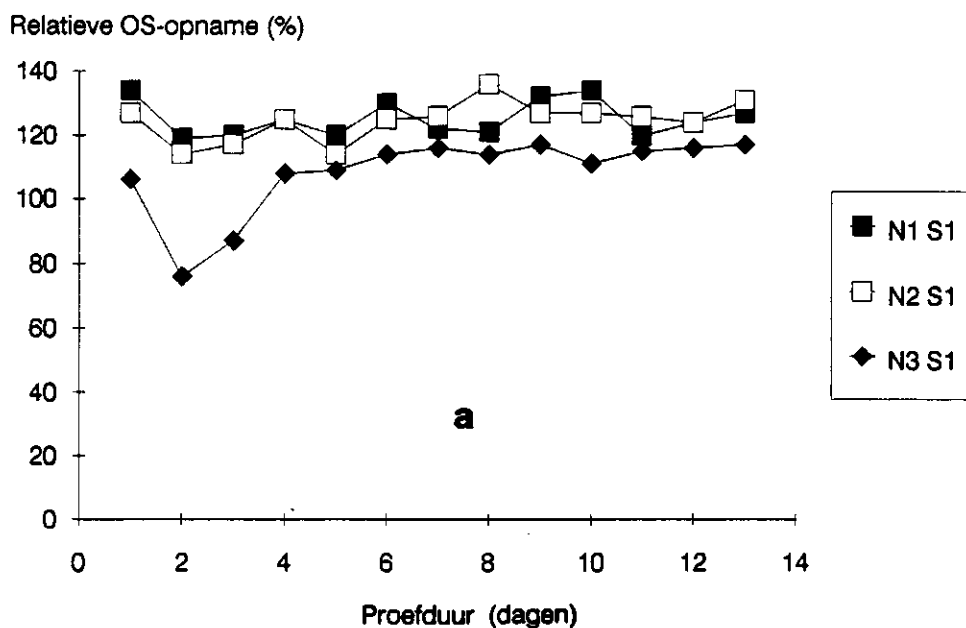
Het aanvangsgewicht van de proefdieren verschilde per proef; het bedroeg gemiddeld 584 kg in de eerste proef, 558 kg in de tweede en 513 kg in de derde proef. De gemiddelde gewichtstoename gedurende de duur van de proeven bedroeg resp. 0.6, 0.8 en 0.6 kg per dier per dag. Naast deze verschillen in groeisnelheid zijn in de Figuren 1-3 duidelijke verschillen zichtbaar in de vorm van de groeicurve.

De figuren laten ook zien dat de voederopname van het referentievoer gedurende de proeven niet constant was: in de eerste proef daalde de organische-stofopname uit het referentievoer van gemiddeld 9.25 naar 8.41 kg per dier per dag; in de tweede proef steeg deze aanvankelijk van 10.45 naar 11.77 kg per dier per dag om vervolgens weer te dalen naar het oorspronkelijke niveau; in de derde proef tenslotte varieerde de opname tussen maximaal 8.93 en minimaal 8.11 kg per dier per dag zonder duidelijke trend.

Deze verschillen in opname van het referentievoer gedurende het verloop van de proeven heeft gevolgen voor de manier waarop de proefresultaten geanalyseerd moeten worden. Het bestaan van periode-effecten zal immers ook de opname van de proefvoerders beïnvloed hebben. Om deze periode-invloeden te elimineren werd per dier de opname van het proefvoer in een bepaalde periode vergeleken met de opname van het referentievoer (na gewinning) juist voor en direct na een proefperiode. De voederopname is zodoende uitgedrukt in procenten van de opname van het referentievoer. Met deze relatieve opnamecijfers worden in het onderstaande de verschillende proefvoerders met elkaar vergeleken.

3.3 De invloed van stikstofbemesting op de voederopname

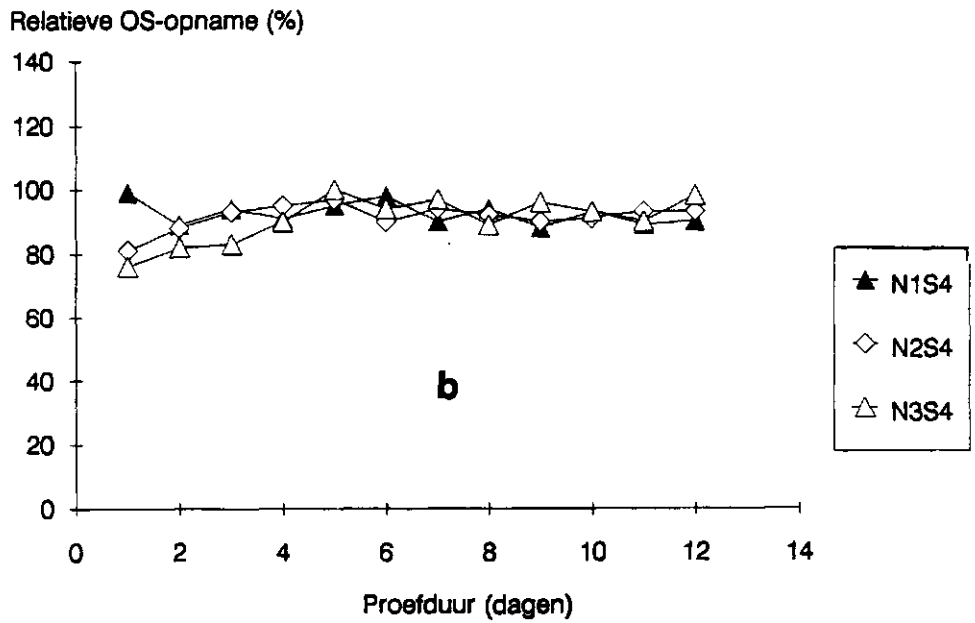
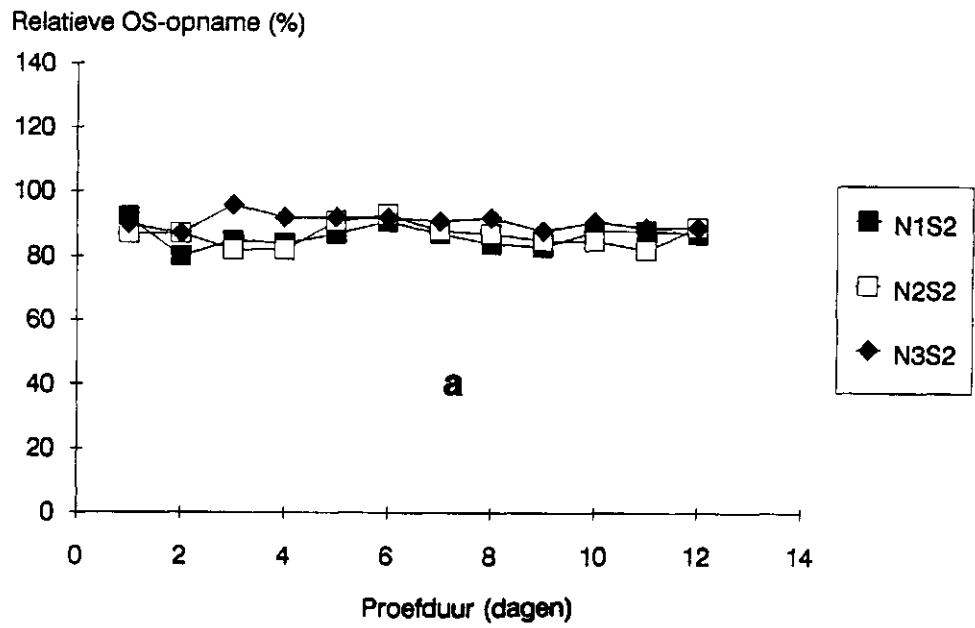
In de Figuren 4-6 wordt voor de drie opnameproeven het verloop van de dagelijkse opname gegeven voor alle objecten, als gemiddelde van de 5 of 4 dieren. De individuele gegevens zijn vermeld in de Bijlagen 3-5.



Figuur 4a en b. Verloop van de dagelijkse relatieve organische-stofopname (relatieve OS-opname, in % van de opname van referentievoer voor en na de proefperiode) van de proefvoerders in voederproef 1; de waarnemingen zijn gemiddelde waarden van 5 dieren.

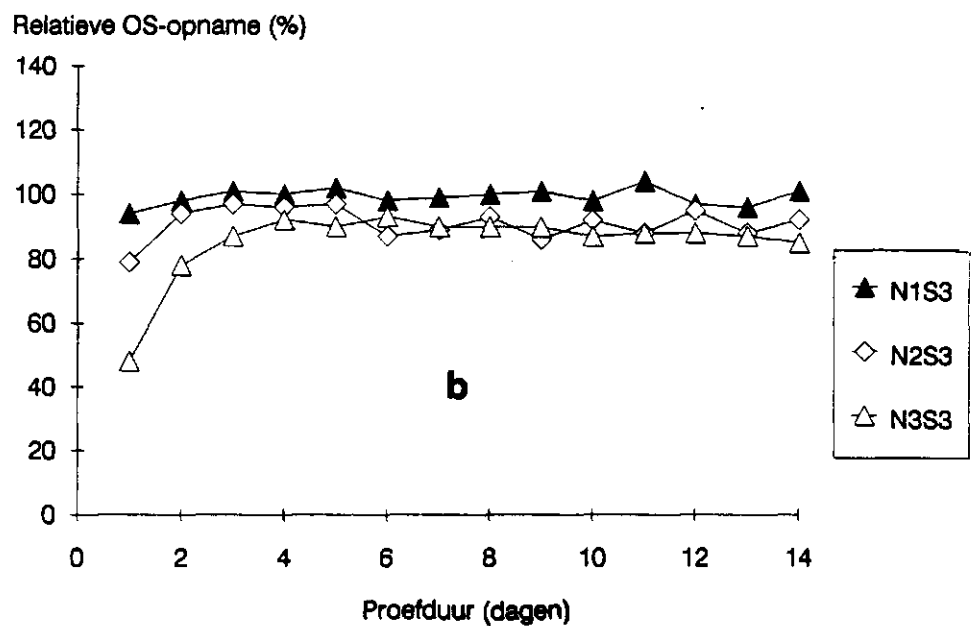
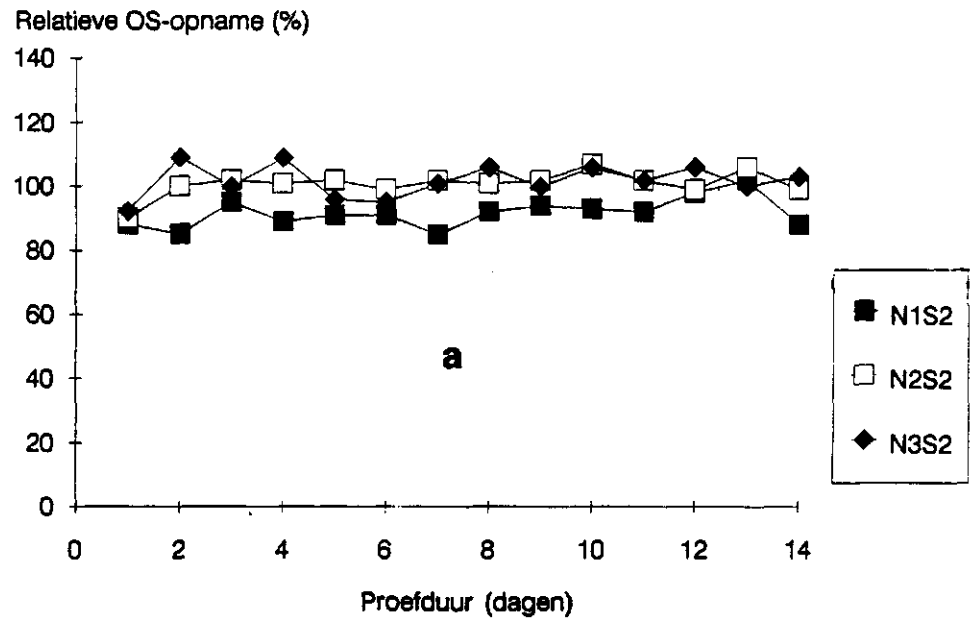
Het verloop van de voederopname in de Figuren 4-6 vertoont naast overeenkomsten duidelijke verschillen. Een eerste verschil waarop gewezen moet worden is het verschil in niveau van de relatieve opname tussen de proeven onderling. Zo zien we in de eerste proef veel relatieve opnamecijfers die boven de 100% liggen, terwijl deze in het tweede en derde experiment veel minder vaak voorkomen. De oorzaak hiervan heeft niet te maken met verschillen in effecten van N-bemesting, maar met verschillen in kwaliteit tussen referentievoer enerzijds en proefvoerders anderzijds. Zoals eerder reeds opgemerkt, was de verteerbaarheid van het referentievoer in de eerste proef beduidend lager dan van de proefvoerders; hierdoor bleef de opname van het referentievoer vrij laag. Omgekeerd leidde dit ertoe dat de opname van de proefvoerders als percentage van het referentievoer voor een aantal objecten hoog uitviel. De relatieve opnamecijfers van de proefvoerders in de Figuren 4-6 kunnen dus alleen binnen eenzelfde experiment vergeleken worden. Omdat per proefjaar slechts twee sneden geoogst konden worden en bovendien de oogstdata per jaar verschilden, ligt het accent in het onderstaande op effecten van N-bemesting. Er werd geen aandacht geschonken aan een mogelijke interactie tussen N-bemesting en oogstdatum; de opnamecijfers zullen dan ook alleen binnen eenzelfde snede vergeleken worden.

Zo zien we in de eerste proef bij de eerste snede (Figuur 4a) een tweeledig effect van N-bemesting wanneer we N3 vergelijken met N2 en N1. Ten eerste een korte-termijn effect in de vorm van een opnamedaling die het grootst is op de tweede dag, waarna de voederopname zich geleidelijk herstelt. Ten tweede een lange-termijn effect in de vorm van een blijvend verlaagde opname gedurende de rest van de periode i.c. dag 5-13. In die periode was het verschil in opname tussen de hoogste en laagste N-bemesting zo'n 10 %. Het korte-termijn effect van N-bemesting was ook aanwezig in de andere snede (Figuur 4b): de opname van N3 daalde hier op de tweede dag tot slechts 46% van de opname van het referentievoer om vervolgens weer te stijgen tot bijna 110% op de zesde dag. Het lange-termijn effect is niet duidelijk waarneembaar, mogelijk als gevolg van het ontbreken van de laagste N-trap. Opmerkelijk is dat voer van de zwaarst bemeste objecten de eerste dag nog redelijk goed gegeten werd: de oorzaak van de opname-depressie lijkt dus niet zozeer een afwijkende smaak maar eerder een probleem bij de vertering of benutting van het voer.



Figuur 5a en b. Verloop van de dagelijkse relatieve organische-stofopname (relatieve OS-opname, in % van de opname van referentievoer voor en na de proefperiode) van de proefvoerders in voederproef 2; de waarnemingen zijn gemiddelde waarden van 4 dieren.

In de tweede proef waren de effecten van N-bemesting veel geringer of zelfs afwezig (Figuren 5a en b). Dit laatste gold met name voor de snede S2 waarin noch op korte termijn, noch op lange termijn de opname van de N-objecten onderling verschilde. In de snede S4 bleef de opname van N2 en N3 gedurende de eerste 2-3 dagen achter bij die van N1, daarna waren er geen verschillen meer.



Figuur 6a en b. Verloop van de dagelijkse relatieve organische-stofopname (relatieve OS-opname, in % van de opname van referentievoer voor en na de proefperiode) van de proefvoerders in voederproef 3; de waarnemingen zijn gemiddelde waarden van 4 dieren.

In de derde proef bleek, in afwijking van de twee vorige, voeding van N1S2, het lichtst bemeste object, tot een geringere opname te leiden dan de zwaarder bemeste objecten N2S2 en N3S2 (Figuur 6a).

De objecten van de andere snede (S3, Figuur 6b) gedroegen zich weer meer in overeenstemming met die in het eerste experiment: een verlaagde opname op de korte termijn gevolgd door herstel en een enigszins verminderde opname gedurende de rest van de periode. De laagste opname werd nu echter al de eerste dag genoteerd.

Opgemerkt moet worden dat de korte-termijn effecten van N-bemesting op de opname sterk verschilden tussen dieren.

Om te kunnen toetsen welke effecten van N-bemesting statistisch betrouwbaar zijn, is een onderscheid gemaakt tussen de laagste opname tijdens de gewinningsfase en de gemiddelde opname na gewinning. De laagste dagopname tijdens de gewinningsfase werd berekend als het gemiddelde van de laagste dagopnamen van de 4 of 5 dieren. Afhankelijk van de proef duurde de gewinningsperiode 3 tot 5 dagen. Op deze manier worden mogelijke effecten van N-bemesting gesplitst in een effect tijdens gewinning en een effect na gewinning. De resultaten hiervan zijn vermeld in Tabel 4.

Samengevat kan uit Tabel 4 het volgende worden geconcludeerd met betrekking tot de gevonden verschillen:

Proef 1, S1: de laagste opname tijdens gewinning was van N3 significant lager dan van N2 of N1; na gewinning bleef deze ook significant lager.

Proef 1, S3: de laagste opname tijdens gewinning was van N3 significant lager dan van N2; na gewinning was er geen significant verschil meer.

Proef 2, S2: geen significante verschillen door N-bemesting.

Proef 2, S4: de laagste opname tijdens gewinning was van N3 significant lager dan van N2 of N1; na gewinning was er geen verschil meer.

Proef 3, S2: van N1 werd gedurende de hele periode significant minder gegeten dan van N2 en N3.

Proef 3, S3: tijdens gewinning werd van N2 significant minder gegeten dan van N1 en van N3 significant minder dan van N2; na gewinning bleef het verschil tussen N2 en N3 enerzijds en N1 anderzijds significant aanwezig.

Tabel 4. De relatieve organische-stofopname (in % van de opname van het referentievoer) tijdens gewenning (gemiddelde laagste dagopname) en na gewenning en de kleinst betrouwbare verschillen tussen de objecten. De opnamecijfers zijn gemiddelde waarden van 5 dieren in proef 1 en 4 dieren in proef 2 en 3.

Proef	Object	Relatieve OS-opname (%) ¹⁾		Kleinst betrouwbare verschil ²⁾	
		Tijdens gewenning	Na gewenning	Tijdens gewenning	Na gewenning
1	Ref	100	100	-	-
	N1S1	119	126	30	6,5
	N2S1	114	126		
	N3S1	75	115		
	N2S3	81	113	25	5,3
	N3S3	47	108		
2	Ref	100	100	-	-
	N1S2	80	86	18	10
	N2S2	82	87		
	N3S2	87	90		
	N1S4	90	93		
	N2S4	82	92		
3	Ref	100	100	-	-
	N1S2	86	92	12	5,2
	N2S2	90	102		
	N3S2	92	103		
	N1S3	94	100		
	N2S3	79	91		
N3S3	49	89			

1) De opname van het referentievoer werd per proef op 100 % gesteld.

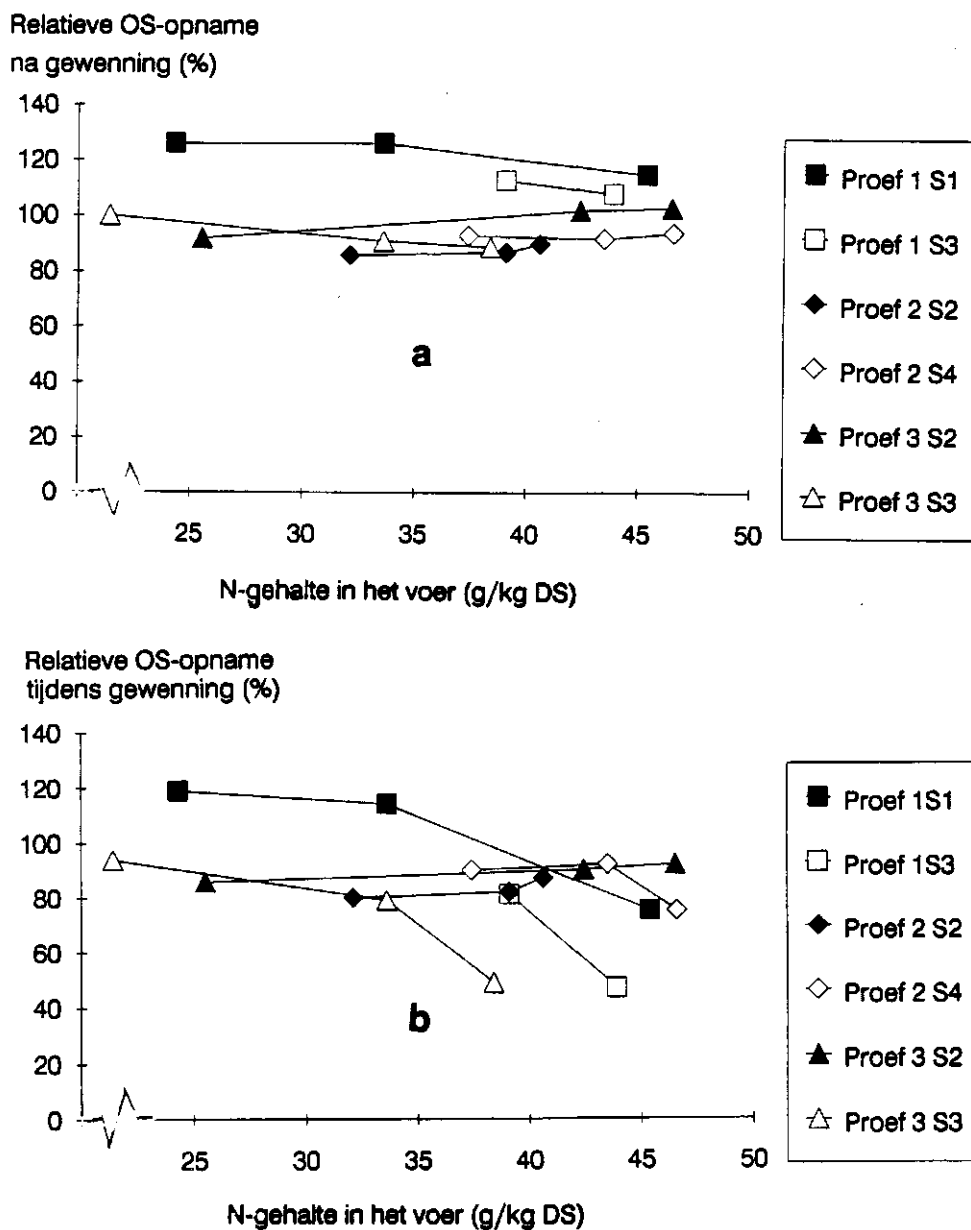
2) Kleinst betrouwbare verschil ($P = 0,05$) volgens methode Tukey.

Het bovenstaande betekent dat in 4 van de 6 onderzochte sneden de opname gedurende de eerste dagen van verstrekking negatief beïnvloed werd door een hoge N-bemesting; in 1 snede was er geen effect en in 1 een positief effect. In 2 sneden bleef het negatieve effect gedurende de gehele proefperiode bestaan, in de 2 andere verdween het. Het positieve effect van N-bemesting dat in 1 snede waargenomen werd, bleef de gehele proefperiode aanwezig.

3.4 De voederopname in relatie tot het stikstof- en nitraat-gehalte van het voer

Zoals uit de voorgaande paragraaf bleek waren de effecten van zware N-bemesting op de voederopname overwegend negatief en in enkele gevallen niet aanwezig of zelfs positief. De vraag is waar deze verschillen door veroorzaakt worden. Om hier wat meer inzicht in te krijgen werd de relatie onderzocht tussen het gehalte NO_3^- -N van de verschillende voeders en de opname.

In de Figuren 7a en b wordt de relatie getoond tussen het N-gehalte van de proefvoeders en de relatieve opname na gewenning (Figuur 7a) en tijdens

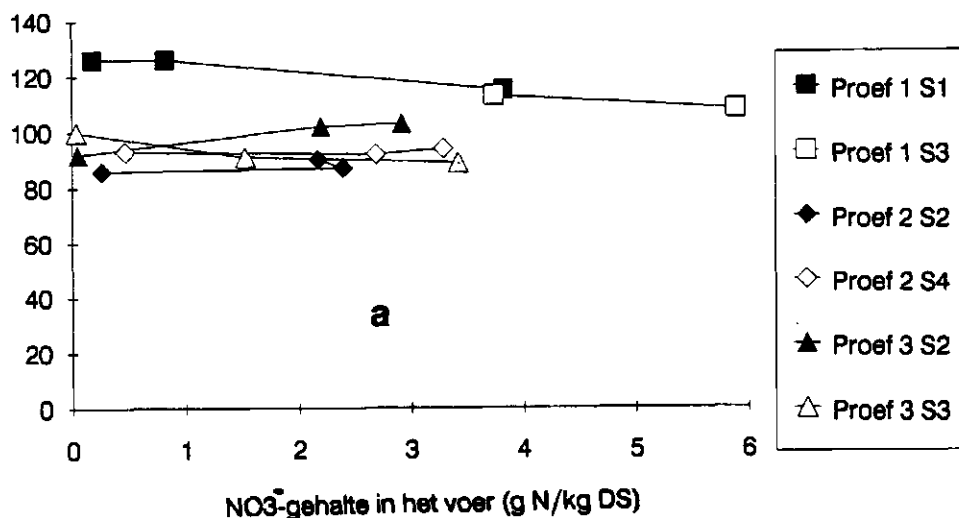


Figuur 7a en b. Het verband tussen het N-gehalte van de proefvoeders (g per kg ds) en de relatieve organische-stofopname (relatieve OS-opname, %) na gewenning (Figuur 7a) en tijdens gewenning (Figuur 7b). De verschillende N-niveaus binnen een snede zijn door een lijn verbonden.

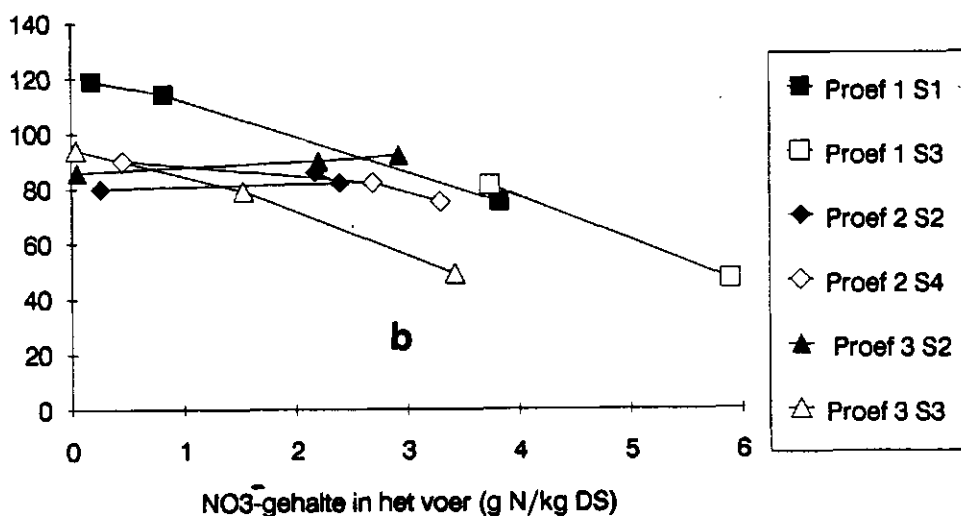
gewenning (Figuur 7b). De verschillende proeven en sneden zijn met verschillende tekens weergegeven; de N-niveaus binnen eenzelfde snede zijn door een lijn met elkaar verbonden. Zoals eerder vermeld, zijn voor de analyse van het effect van N-bemesting de niveauverschillen tussen de proeven niet van betekenis.

Zoals uit de Figuren 7a en b blijkt is er geen eenduidig verband tussen het N-gehalte van het voer en de opname: over hetzelfde traject van N-gehalten kan er een negatief verband bestaan maar evenzeer een gering positief of geen verband. Een zeer hoog N-gehalte (i.c. boven de 40 g per kg ds, zie bv. proef 2 S4) hoeft niet gepaard te gaan met een lagere opname.

Relatieve OS-opname
na gewenning (%)



Relatieve OS-opname
tijdens gewenning (%)



Figuur 8a en b. Het verband tussen het NO₃⁻-gehalte van de proefvoerders (g N per kg ds) en de relatieve organische-stofopname (relatieve OS-opname, %) na gewenning (Figuur 8a) en tijdens gewenning (Figuur 8b). De verschillende N-niveaus binnen een snede zijn door een lijn verbonden.

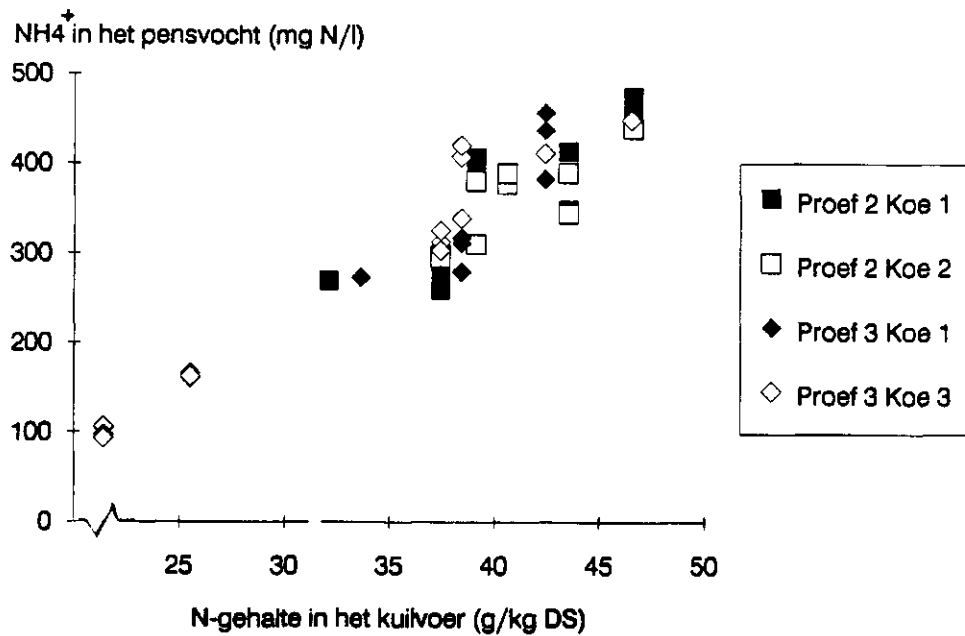
De Figuren 8a en b geven de relatie tussen NO_3^- -gehalte en de opname. Deze relatie lijkt meer aanknopingspunten te bieden voor een verklaring van de effecten van N-bemesting. In Figuur 8a springt de eerste proef eruit met de hoogst waargenomen NO_3^- -gehalten. In deze proef was er een duidelijk negatief effect van het nitraatgehalte op de opname. Ook in de S3 van de derde proef zien we de combinatie van een hoog NO_3^- -gehalte en een lage opname. Daar staat tegenover dat in de tweede proef bij NO_3^- -gehalten tussen 3 en 4 g N per kg ds nog geen opnamedepressie zichtbaar is. In Figuur 8b is het negatieve verband tussen het nitraatgehalte van het voer en de opname duidelijker aanwezig. In 4 van de 6 onderzochte sneden was er een nagenoeg lineair verband. Daar staat tegenover dat in S2 van de tweede - en derde proef de voederopname gelijk bleef of iets toenam bij een stijging van het nitraatgehalte tot resp. 2.4 en 2.9 g N per kg ds.

De negatieve relatie tussen het NO_3^- -gehalte van het voer en opname door het dier hoeft niet te wijzen op een direkt oorzakelijk verband: in principe kunnen andere factoren die nauw geassocieerd zijn met het voorkomen van nitraat, of een combinatie hiervan verantwoordelijk zijn voor de waargenomen opnamedepressies.

3.5 Veranderingen in ammonium-gehalte en zuurgraad van pensvocht.

Negatieve effecten van hoge stikstofgehalten in het gras zouden ook het gevolg kunnen zijn van de intensieve afbraak van N-componenten uit gras in de voermagen; hierdoor wordt het dier belast met een grote hoeveelheid ammoniak, die potentieel giftig is. Deze ammoniak moet in de lever omgezet worden in ureum.

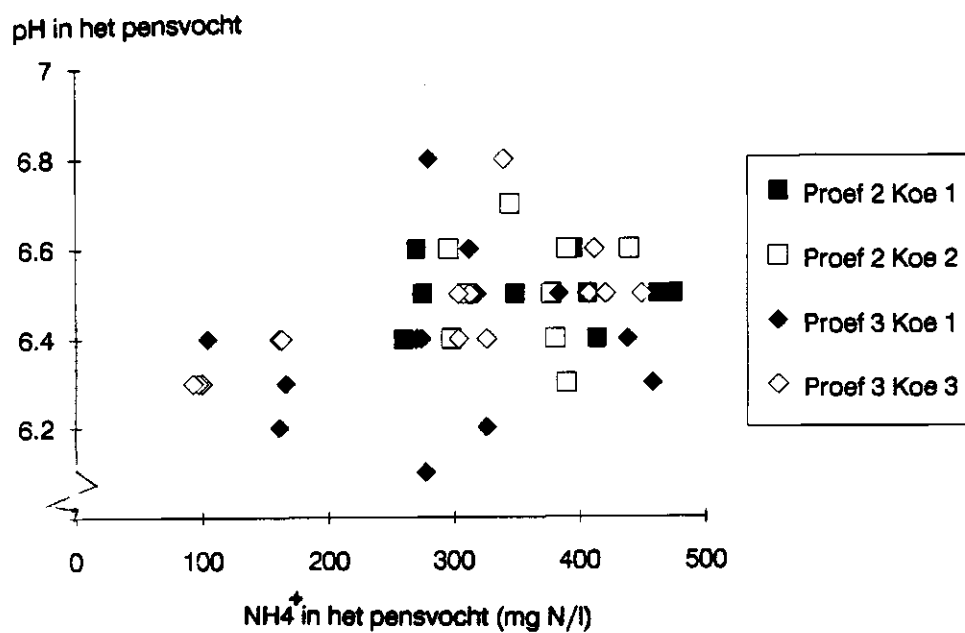
Voor een aantal voeders werd gemeten welke NH_4^+ -gehalten aanwezig waren in pensvocht. Deze waarnemingen zijn in Figuur 9 uitgezet tegen het N-gehalte van het voer.



Figuur 9. Het verband tussen het N-gehalte van de proefvoerders (g per kg ds) en het NH_4^+ -gehalte van pensvochtmonsters (mg N per l); de individuele punten zijn het gemiddelde van 15 metingen per dag in de periode tussen 8 en 22 uur.

Figuur 9 bevestigt de dominante invloed voor het N-gehalte van het voer op het NH_4^+ -gehalte van het pensvocht.

Objecten waarbij een opnamedepressie werd waargenomen, wijken ten aanzien van de NH_4^+ -gehalte in het pensvocht niet systematisch af van het gemiddelde verband.

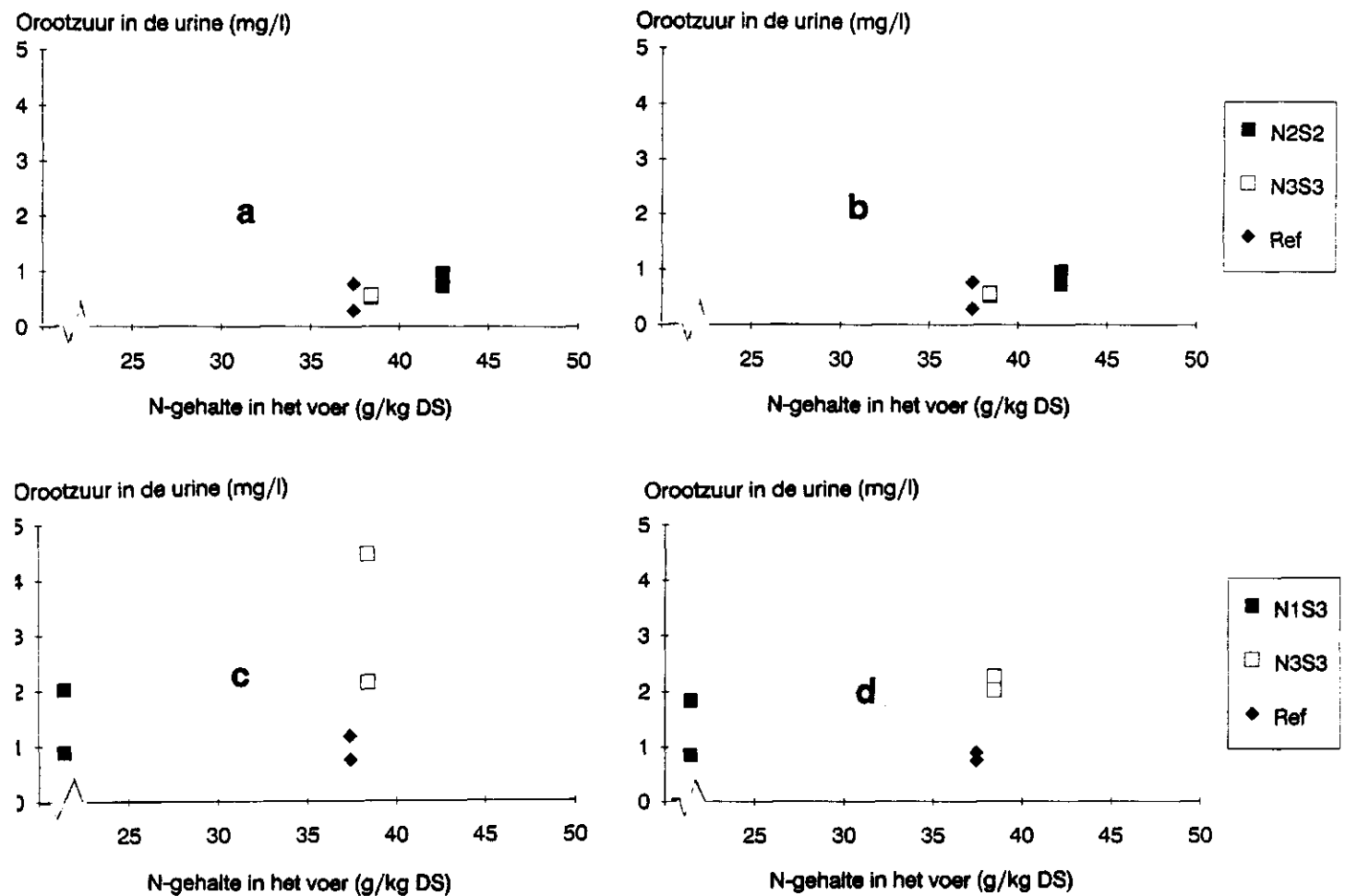


Figuur 10. Het verband tussen het gemiddelde NH_4^+ -gehalte (mg N per l) en de gemiddelde pH van pensvocht.

Figuur 10 geeft de relatie tussen pH en NH_4^+ -gehalte van pensvocht. Tussen beide variabelen bestaat geen duidelijke correlatie. De gemeten pH-waarden zijn representatief voor ruwvoerders van goede kwaliteit en in geen geval extreem laag.

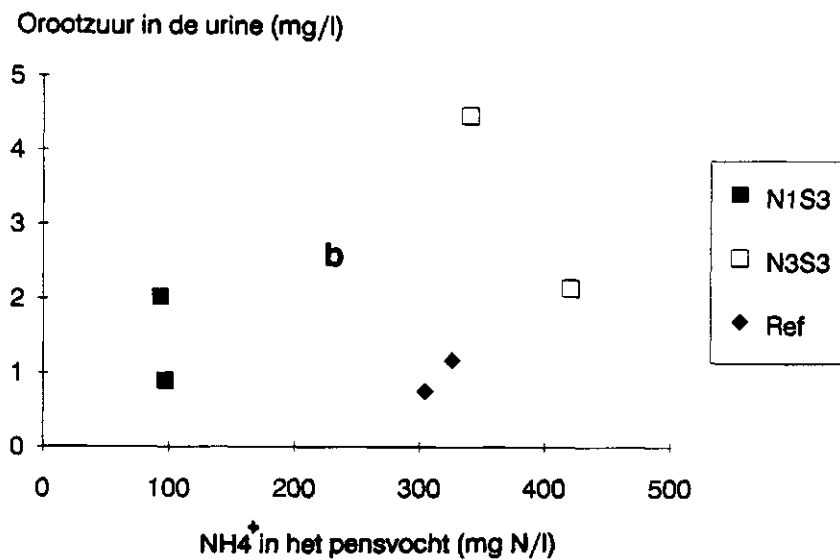
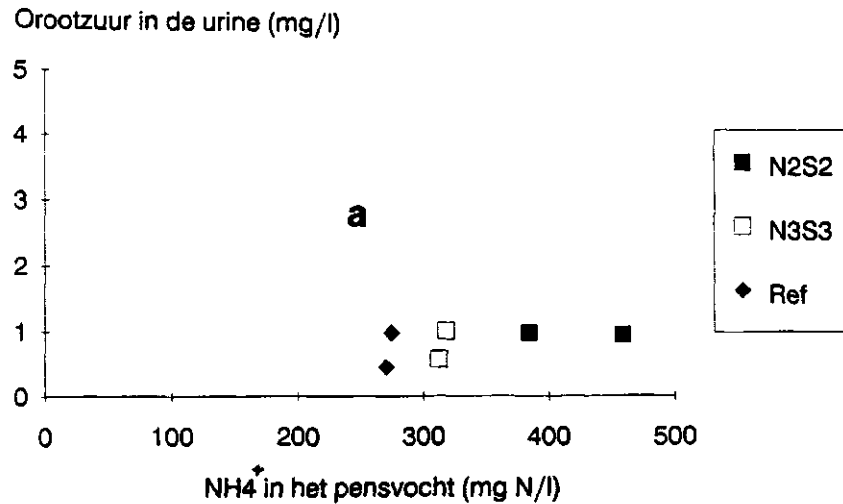
3.6 Veranderingen in orootzuurgehalte van de urine

Orootzuur is een N-verbinding die zich bij eenmagigen ophoopt in de urine als de capaciteit van de lever om ammoniak om te zetten in ureum overschreden wordt (Visek, 1982). Dit kan onder zeer verschillende omstandigheden optreden, zoals bij bepaalde enzymgebreken, bij tekorten aan specifieke aminozuren of bij een overmatig aanbod van ammoniak aan de lever. Het voorkomen van orootzuur in de urine van herkauwers is door anderen wel aangetoond, maar de relatie met de voeding is nog niet opgehelderd. In verband met de zeer hoge N-gehalten van sommige hier gebruikte voeders en de hoge NH_4^+ -gehaltenes van het pensvocht leek het de moeite waard een aantal monsters te onderzoeken op orootzuur. De gevonden waarden zijn uitgezet tegen het N-gehalte in het voer en het N-NH_4^+ -gehalte van pensvocht (resp. Figuur 11 en 12). Zoals de figuren laten zien is het verband in beide gevallen onduidelijk. Wel is het opmerkelijk dat bij twee dieren de hoogste waarden werden gevonden bij een combinatie van een hoog N- en nitraatgehalte van het voer (N3S3 Figuren 11c en d). Het is denkbaar dat het orootzuurgehalte geen goede maat is voor de totale orootzuur-uitscheiding door verschillen in urineproduktie tussen dieren en voeders. De urineproduktie werd evenwel niet gemeten.



Figuur 11a, b, c en d. Het verband tussen het N-gehalte van de voeders in proef 3 (g per kg ds) en de orootzuurconcentratie in de urine (mg per l); de individuele punten zijn het gemiddelde van 3-12 metingen per dag in de periode tussen 8 en 22 uur.

- a = koe 1
- b = koe 2
- c = koe 3
- d = koe 4



Figuur 12a en b. Het verband tussen het gemiddelde NH_4^+ -gehalte (mg N per l) van het pensvocht en de gemiddelde orootzuurconcentratie (mg per l) in de urine van 2 koeien in proef 3.

a = koe 1

b = koe 3

De hier gemeten waarden zijn laag vergeleken met de concentraties die bij schapen gemeten zijn. Zo vond Krollpfeiffer (1981) orootzuurgehalten van 4-35 mg per liter bij een N-gehalte in het voer van 26 g per kg ds. Overigens waren in dit onderzoek met schapen niet alleen de verschillen in orootzuurconcentratie erg groot, ook de totale uitscheiding met de urine verschilde sterk tussen dieren.

4. Discussie

Effekten van N-bemesting op de opname van ruwvoer door het vee zijn complex. Immers N-bemesting beïnvloedt niet alleen het N-gehalte maar ook de aard van de N-verbindingen, de gehalten aan verschillende mineralen, de gehalten aan organische verbindingen zoals oplosbare koolhydraten, en de fysische eigenschappen van sommige organische verbindingen zoals celwanden.

Van sommige N-verbindingen (eiwit) is bekend dat ze een positieve invloed kunnen hebben op de opname, van andere (nitriet) is bekend dat ze schadelijk zijn voor herkauwers, van weer andere zoals ureum hangt de werking af van het gehalte in en de aard van het voer.

Toch is duidelijk dat met de beschikbare kennis de hier gevonden overwegend negatieve effecten van hoger N-bemesting niet verklaard kunnen worden. Zo werd het optreden van nitrietvorming tegengegaan door de dagelijkse dosering van wolframaat: de opnamedepressies die optraden bij voeding van nitraatrijke proefvoerders kunnen dus niet het gevolg zijn van nitrietvergiftiging. Mogelijk zijn ze het gevolg van de werking van nitraat zelf, of van andere schadelijke componenten die gevormd worden in aanwezigheid van nitraat of van een combinatie van beide. Dergelijke schadelijke componenten zouden zich kunnen vormen tijdens de groei van gras maar ook bij de conservering of bij de vertering in het dier. Opmerkelijk is wel dat de negatieve effecten zowel bij voeding van nitraatrijk hooi als van nitraatrijk kuilgras geconstateerd werden.

Nitraat zelf wordt algemeen als een tamelijk onschuldige, farmacologisch inerte stof beschouwd. Het overtuigend bewijs hiervoor is echter moeilijk te leveren wanneer niet bewust de effecten van nitriet gescheiden worden van die van nitraat. Dit is in proeven met herkauwers voorzover bekend elders niet geprobeerd. Toediening van wolframaat, waarvoor in de hier beschreven proeven gekozen is, maakt dit wel mogelijk. De gevonden effecten moeten dus toegeschreven worden aan nitraat of aan componenten die nauw zijn geassocieerd met nitraat.

Voor verder onderzoek is dan ook de meest voor de hand liggende hypothese dat nitraat zelf, onafhankelijk van nitrietvorming, bij hoge doses een negatief effect heeft op de voederopname. Dergelijk vervolgonderzoek dient zich uit te breiden tot lacterende dieren. Bovendien moet hierin niet alleen gekeken worden naar effecten van hoge N-bemesting op de

voederopname, maar ook naar effecten op de melkproduktie en vooral op de N-benutting door het dier. Uit proeven met schapen (Hogan and Weston, 1969) is gebleken dat de N-retentie bij voeding van zwaar bemest, nitraat-rijk ruwvoer laag is ondanks een ruime voorziening met eiwit op het niveau van de dunne darm. Dit wijst op een slechte benutting in het gastheerdier zelf. Mogelijk staan de hier incidenteel gevonden wat hogere concentraties van orootzuur in de urine mee in verband.

5. Conclusies

Door een zware N-bemesting kunnen de N- en $N-NO_3^-$ -gehaltenes van gras sterk stijgen. Een hoge N-gift kan gepaard gaan met een verminderde opname van hooi of voordroogkuil door droogstaande koeien.

Bij in totaal 4 van de 6 onderzochte sneden werd de opname gedurende de eerste 3-5 dagen van verstrekking negatief beïnvloed door een hoge N-bemesting. Van deze 4 sneden bleef in twee gevallen het negatieve effect gedurende de gehele proefperiode (12-14 dagen) significant aantoonbaar, in twee andere gevallen verdween het.

In extreme gevallen bedroeg de opname van de zwaar met N-bemeste proefvoerders tijdens gewenning slechts 50 % van de opname na gewenning. De opname depressie na gewenning was veel milder en bedroeg hooguit 10% ten opzichte van het laagst bemeste object. Er was geen eenduidigheid tussen het N-gehalte van het voer en de opname. Een zeer hoog N-gehalte (boven 40 g per kg ds) ging niet altijd gepaard met een lage opname. Een beter verband werd gevonden tussen het nitraatgehalte van het voer en de opname vooral tijdens de eerste 3-5 dagen na het verstrekken van het voer. In 4 van de 6 onderzochte sneden daalde de opname tijdens deze gewenningsperiode proportioneel met het nitraatgehalte van het voer. Daar staat tegenover dat in de twee resterende sneden de voederopname gelijk bleef of zelf iets toenam bij een stijging van het nitraatgehalte van het voer.

De hier waargenomen opnamedepressies kunnen niet het gevolg zijn van nitrietvergiftiging omdat er dagelijks wolframaat aan de dieren werd toegediend. Ook ammoniakvergiftiging als gevolg van overmatige eiwitafbraak in de voormagen is vermoedelijk niet de oorzaak van een verminderde voederopname: de verschillen in opnamerespons bij eenzelfde N-gehalte in het voer waren niet gecorreleerd met verschillen in ammonium-gehalten in pensvocht. Evenmin was het optreden van orootzuur in de urine duidelijk gecorreleerd met verschillen in opname.

Als mogelijke oorzaken komen in aanmerking een schadelijke werking van nitraat zelf of van componenten in ruwvoer die hiermee nauw geassocieerd zijn, of van een combinatie van beide.

6. Literatuur

Geurink, J.H., A. Malestein, A. Kemp, A. Korzeniowski & A. Th. van 't Klooster, 1982. Nitrate poisoning in cattle. 7. Prevention. Netherlands Journal of agricultural Science 30: 105-113.

Hogan, J.P. & R.H. Weston, 1969. The digestion of pasture plants by sheep. III. The digestion of forage oats varying in maturity and in the content of protein and soluble carbohydrate. Australian Journal of agricultural Research, 20: 347-363.

Kemp, A., 1960. Hypomagneseamia in milking cows: the response of serum magnesium to alterations in herbage composition resulting from potash and nitrogen dressings on pasture. Netherlands Journal of agricultural Science 8: 281-304.

Korzeniowski, A., J.H. Geurink & A. Kemp, 1980. Nitrate poisoning in cattle. 5. The effect of tungsten on nitrite formation by rumen microbes. Netherlands Journal of agricultural Science 28: 16-19.

Korzeniowski, A., J.H. Geurink & A. Kemp, 1981. Nitrate poisoning in cattle. 6. Tungsten (wolfram) as a prophylactic against nitrate-nitrite intoxication in ruminants. Netherlands Journal of agricultural Science 29: 37-47.

Krollpfeiffer, H., 1981. Untersuchungen über die orale Stickstoffaufnahme und die Orotsäureausscheidung im Harn von Schafen. Dissertation aus dem Physiologischen Institut der Tierärztlichen Hochschule Hannover, 103 pp..

Visek, J.W., 1984. Ammonia: its effects on biological systems, metabolic hormones, and reproduction. Journal of Dairy Science 67: 481-498.

Bijlage 1. De lichaamsgewichten (kg) van de proefdieren in de proeven 1, 2 en 3.

Proef	Koe No.	Aantal dagen in de proef														
		1	43	84	114											
1	1	565	612	635	635											
	2	566	597	610	607											
	3	560	624	643	680											
	4	554	597	628	641											
	5	667	685	698	701											
	gem.	582	623	643	653											
Proef	Koe No.	Aantal dagen in de proef														
		1	43	61	78	92	106									
2	1	445	505	522	540	550	565									
	2	608	663	665	672	670	667									
	3	605	665	688	705	709	707									
	4	573	607	634	648	654	645									
		gem.	558	610	627	641	646	646								
Proef	Koe No.	Aantal dagen in de proef														
		1	8	15	22	29	36	43	57	78	85	99	106	114	120	125
3	1	544	555	556	563	570	573	582	585	605	608	616	616	616	623	622
	2	500	504	505	512	519	518	528	529	541	548	555	563	567	566	553
	3	592	599	610	605	611	621	626	635	642	651	649	662	666	669	672
	4	483	483	499	503	508	507	513	522	537	549	558	563	560	573	575
		gem.	530	535	543	546	552	555	562	568	581	589	595	601	602	608

Bijlage 2. De organische-stofopname (kg per dier per dag) uit referentie-voer; de cijfers betreffen de gemiddelde opname na gewinning van 2-3 dagen.

Proef	Koe No.	Aantal dagen in de proef					
		3	24	42	61	81	100
1	1	9,23	9,48	9,10	8,51	8,71	8,27
	2	7,25	7,67	8,31	7,71	7,96	7,23
	3	10,24	9,73	9,70	9,35	9,16	9,28
	4	9,24	8,83	9,24	8,14	8,76	8,42
	5	10,30	9,95	9,61	9,25	8,95	8,86
gem.		9,25	9,13	9,19	8,59	8,70	8,41

Proef	Koe No.	Aantal dagen in de proef					
		4	22	40	58	75	91
2	1	9,80	10,08	10,61	9,80	9,17	9,36
	2	11,19	13,23	12,81	11,85	11,71	11,16
	3	10,81	10,47	11,82	11,38	10,71	10,90
	4	10,00	11,10	11,82	10,75	10,62	10,32
gem.		10,45	11,22	11,77	10,95	10,55	10,44

Proef	Koe No.	Aantal dagen in de proef					
		4	24	45	66	87	108
3	1	8,26	8,86	8,75	8,00	8,61	8,12
	2	9,00	8,77	9,32	7,64	8,43	8,23
	3	9,39	9,85	9,44	9,39	9,62	8,75
	4	7,62	8,23	8,09	7,42	8,32	7,63
gem.		8,57	8,93	8,90	8,11	8,75	8,18

Bijlage 3. Voederproef 1: de organische-stofopname (g per kg^w0.75 per dag) uit referentievoer en proefvoerders; de relatieve organische-stofopname (%) uit de proefvoerders na gewinning en als laagste dagopname tijdens gewinning (cijfers tussen haakjes).

Proef	Koe No.	Ref voer	Proefvoer N1S1	Proefvoer relatief	Ref voer	Proefvoer N2S1	Proefvoer relatief	Ref voer	Proefvoer N3S1	Proefvoer relatief
1	1	68	88	129(124)	66	81	123(123)	68	80	118(84)
	2	67	86	128(121)	62	80	129(111)	66	78	118(71)
	3	80	102	128(130)	71	92	130(135)	71	87	123(104)
	4	78	98	126(121)	72	94	131(101)	68	76	112(50)
	5	77	92	119(100)	66	77	117(98)	68	70	103(67)
	gem.			126(119)			126(114)			115(75)

Proef	Koe No.	Ref voer	Proefvoer N2S3	Proefvoer relatief	Ref voer	Proefvoer N3S3	Proefvoer relatief
1	1	71	77	108(66)	76	80	105(30)
	2	64	79	123(89)	64	74	116(48)
	3	85	95	112(62)	72	79	110(32)
	4	66	75	114(105)	76	80	105(47)
	5	74	81	109(82)	65	69	106(75)
	gem.			113(81)			108(47)

Bijlage 4. Voederproef 2: de organische-stofopname (g per kg W^{0.75} per dag) uit referentievoer en proefvoerders; de relatieve organische-stofopname (%) uit de proefvoerders na gewinning en als laagste dagopname tijdens gewinning (cijfers tussen haakjes).

Proef Koe No.	Ref voer	Proefvoer N1S2	Proefvoer relatief	Ref voer	Proefvoer N2S2	Proefvoer relatief	Ref voer	Proefvoer N3S2	Proefvoer relatief
2	82	79	96(91)	83	81	98(86)	100	89	89(91)
2	97	89	92(88)	94	80	85(80)	101	87	86(80)
3	80	67	84(74)	88	76	86(84)	82	80	98(96)
4	82	60	73(68)	80	63	79(78)	94	83	88(79)
gem.			86(80)			87(82)			90(87)

Proef Koe No.	Ref voer	Proefvoer N1S4	Proefvoer relatief	Ref voer	Proefvoer N2S4	Proefvoer relatief	Ref voer	Proefvoer N3S4	Proefvoer relatief
2	86	91	106(93)	100	92	92(97)	95	94	99(95)
2	85	71	84(76)	90	82	91(54)	87	79	91(69)
3	84	78	93(99)	86	80	93(95)	80	77	96(70)
4	84	74	88(90)	88	82	93(80)	91	83	91(67)
gem.			93(90)			92(82)			94(75)

Bijlage 5. Voederproef 3: de organische-stofopname (g per kg W^{0.75} per dag) uit referentievoer en proefvoerders; de relatieve organische-stofopname (%) uit de proefvoerders na gewinning en als laagste dagopname tijdens gewinning (cijfers tussen haakjes).

Proef Koe No.	Ref voer	Proefvoer N1S2	Proefvoer relatief	Ref voer	Proefvoer N2S2	Proefvoer relatief	Ref voer	Proefvoer N3S2	Proefvoer relatief
3	75	72	96(95)	68	75	110(109)	74	77	104(88)
	84	75	89(76)	72	73	101(76)	83	82	99(88)
	78	72	92(86)	71	70	99(86)	67	68	101(94)
	76	70	92(85)	70	68	97(89)	66	70	106(97)
gem.			92(86)			102(90)			103(92)

Proef Koe No.	Ref voer	Proefvoer N1S3	Proefvoer relatief	Ref voer	Proefvoer N2S3	Proefvoer relatief	Ref voer	Proefvoer N3S3	Proefvoer relatief
3	68	70	103(103)	65	59	91(82)	70	64	91(54)
	74	70	95(92)	72	63	88(65)	78	67	86(42)
	75	75	100(91)	79	71	90(80)	74	66	89(46)
	71	72	101(89)	76	73	96(91)	70	62	89(51)
gem.			100(94)			91(79)			89(49)