

06220 + 2510 + 2610
Stamboeknr.: 3047

STICHTING PROEFSTATION VOOR TUINBOUW ONDER GLAS TE NAALDWIJK

Nitrificatie van ureum

Ellen Mook
Studente L.H. Wageningen
C. Sonneveld
Proefstation Naaldwijk

Internverslag no. 9/1981

2214647

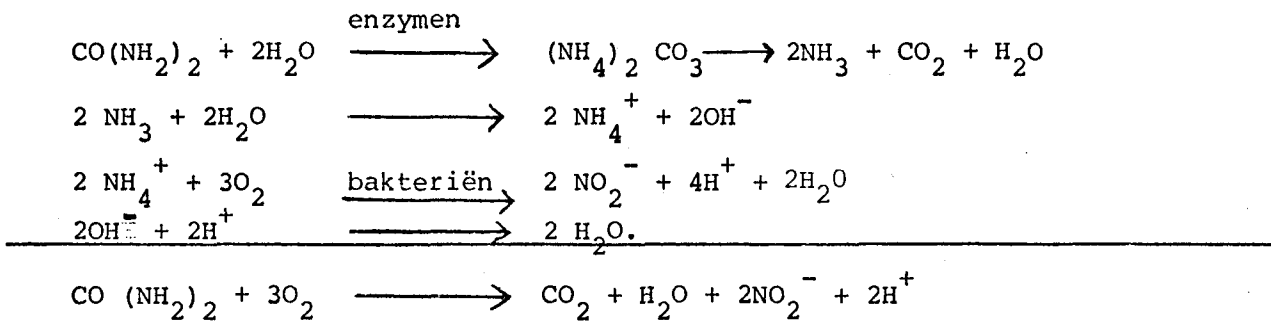
Inhoud

Pagina

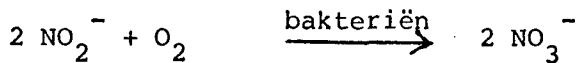
Inleiding	1
Doelstelling	3
Resultaten en bespreking	4
Slotbeschouwing	8
Samenvatting	9
Literatuur	10
Aanhangsel	11

Inleiding

Ureum is een goedkope stikstofmeststof die mogelijk toepassing in de tuinbouw kan vinden. Het is dan wel noodzakelijk dat bij het nitrificatieproces in de bodem geen nitriet in schadelijke concentraties gevormd wordt. De omzetting van ureum tot nitraat loopt via ammoniak en wordt hierna beschreven.

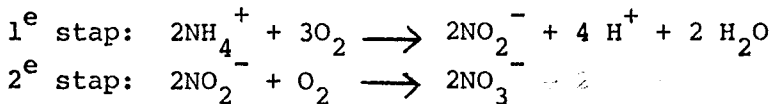


Bij deze reactie kan plaatselijk in de omgeving van ureumkorrels een zeer hoge pH ontstaan door de aanwezigheid van ammoniumcarbonaat. Dit is slechts tijdelijk, maar daardoor kan de reactie



worden geremd, omdat de bacteriën die voor deze omzetting zorg dragen niet actief zijn bij hoge pH.

Ter vergelijking wordt in de proef een behandeling met zwavelzure ammoniak opgenomen. De nitrificatie daarvan is als volgt:



De tweede stap verloopt meestal snel zodat gewoonlijk geen nitrietophoping plaats vindt.

Onder normale omstandigheden zal de in ammoniumvorm aan de grond toegevoegde stikstof snel door microorganismen omgezet worden tot nitraat.

Anders wordt dat als deze organismen door het stomen van de grond gedood zijn. Na het stomen zal de nitrificatie langzaam of niet verlopen.

Als aan niet gestoomde grond ammonium of nitriet wordt toegediend zal dat in 9-15 dagen omgezet worden in nitraat. In gestoomde grond kan dit 30 dagen duren. Bij het stomen van de grond wordt ook ammonium gevormd bij de afbraak van organische stof. (Sonneveld, 1969).

In de proef zal ook een behandeling grondstomen opgenomen worden, om de nitrificatie van ureum en zwavelzure ammoniak ook onder die omstandigheden te bestuderen.

De eerste stap van de nitrificatie van ureum tot nitraat (vorming van $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$) werkt pH verhogend. Bij een hoge pH kan ammoniak vervluchtiging optreden. De bacteriën die de omzetting van NO_2^- tot NO_3^- verwezenlijken worden in hun activiteit geremd door een hoge pH. Om deze effecten te bestuderen is in de proef ook een behandeling opgenomen waarin de pH van de grond met ongeveer 1 eenheid verhoogd werd.

Uit het voorgaande komen de volgende verwachtingen naar voren.

- 1) Bij hoge pH omzetting van NH_4^+ naar NO_2^- , en mogelijk ophoping van NO_2^- door remming van de omzetting $\text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}_3^-$.
- 2) In gestoomde grond remming van het gehele nitrificatie proces.
- 3) Mogelijke vervluchtiging van ammoniak, vooral bij hoge pH.

2. Doelstelling en Proefopzet

Doelstelling: het vergelijken van het nitrificatieproces van ureum met zwavelzure ammoniak in onbehandelde grond, gestoomde grond en grond met een hoge pH.

Proefopzet: In de proef komen 9 behandelingen in tweevoud voor volgens onderstaand schema.

grond			
kunstmest	controle (C)	pH verhogen (pH)	stomen (st)
geen (controle c)	xx	xx	xx
ureum (UR)	xx	xx	xx
zwavelzure ammoniak (ZZA)	xx	xx	xx

In dit schema staan ook de afkortingen voor de behandelingen die in dit verslag gehanteerd worden.

Aan 7,120 kg zandige grond, afkomstig van het terrein van het Proefstation wordt 250 mg N in de vorm van ureum (540 mg) of zwavelzure ammoniak (1220 mg) toegediend. Voor het verhogen van de pH met ongeveer 1 eenheid wordt 15 g landbouwpoederkalk gebruikt.

De emmers waarin de grond werd gedaan worden met plastic afgedekt in een kas (A5-7) neergezet. Ongeveer 1 x per week wordt een 1:2 volume extract gemaakt van de grond waarin het NH_4^+ , NO_3^- en NO_2^- gehalte bepaald wordt. Tweemaal wordt de pH gedurende de proef bepaald.

3. Resultaten en bespreking

3.1. NH_4^+ gehalte.

Tabel 1: het verloop van het NH_4^+ gehalte, mmol/l 1:2 extract.

dag	beh	C.C.	C.pH	C.ST	UR.C	UR.pH	UR.ST	ZZA.C	ZZA.pH	ZZA.ST
10/10	0	0,0	0,0	0,15	0,0	0,10	0,21	0,51	1,22	1,23
16/10	6	0,0	0,0	0,09	0,18	0,57	0,32	0,36	0,57	0,98
21/10	11	0,01	0,12	0,59	0,02	0,37	1,01	0,06	0,55	1,13
28/10	18	0,05	0,08	0,31	0,01	0,02	0,85	0,03	0,07	1,19
5/11	26	0,04	0,01	0,25	0,00	0,09	0,74	0,02	0,06	0,97
11/11	32	0,01	0,06	0,17	0,03	0,04	0,55	0,06	0,03	0,78
19/11	40	0,00	0,005	0,11	0,00	0,005	0,20	0,02	0,00	0,33
26/11	47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02

Direkt aan het begin van de proef is het ammoniumgehalte (NH_4^+) het hoogst in de gestoomde grond en in de behandeling pH verhogen bij toediening van zwavelzure ammoniak. Dit is ook het geval in de onbehandelde grond. Na 6 dagen bereikt het NH_4^+ gehalte zijn maximum als ureum wordt toegediend in de controle en de pH behandeling. In de gestoomde grond wordt dit maximum na 11 dagen bereikt.

In de controlebehandelingen (geen kunstmest toedienen) vindt in de onbehandelde en de grond met hoge pH nauwelijks ammoniumvorming plaats. In de gestoomde grond wordt na 11 dagen een maximum gehalte aan ammonium bereikt dat 5 x zo hoog is als in de controle (geen kunstmest) bij pH verhogen en dat 10 x hoger is dan het maximum ammonium gehalte dat bij de helemaal onbehandelde grond voorkomt.

Als uit ureum NH_4^+ gevormd is, maximum na 6 dagen in de onbehandelde grond en hoge pH en na 11 dagen in de gestoomde grond, is er geen duidelijk verschil tussen de daling van het NH_4^+ gehalte bij ureum en bij zwavelzure ammoniak.

In de onbehandelde grond bereikt het ammonium gehalte na 11 dagen een laag constant niveau, na ruim 40 dagen is alle NH_4^+ verdwenen. In de hoge pH behandeling wordt na 18 dagen een laag constant niveau bereikt en eveneens na 40 dagen is alle NH_4^+ verdwenen. In de gestoomde grond duurt het 47 dagen totdat alle NH_4^+ omgezet is. Zie figuren 1,2 en 3.

Fig. 1

Verloop van het ammoniumgehalte

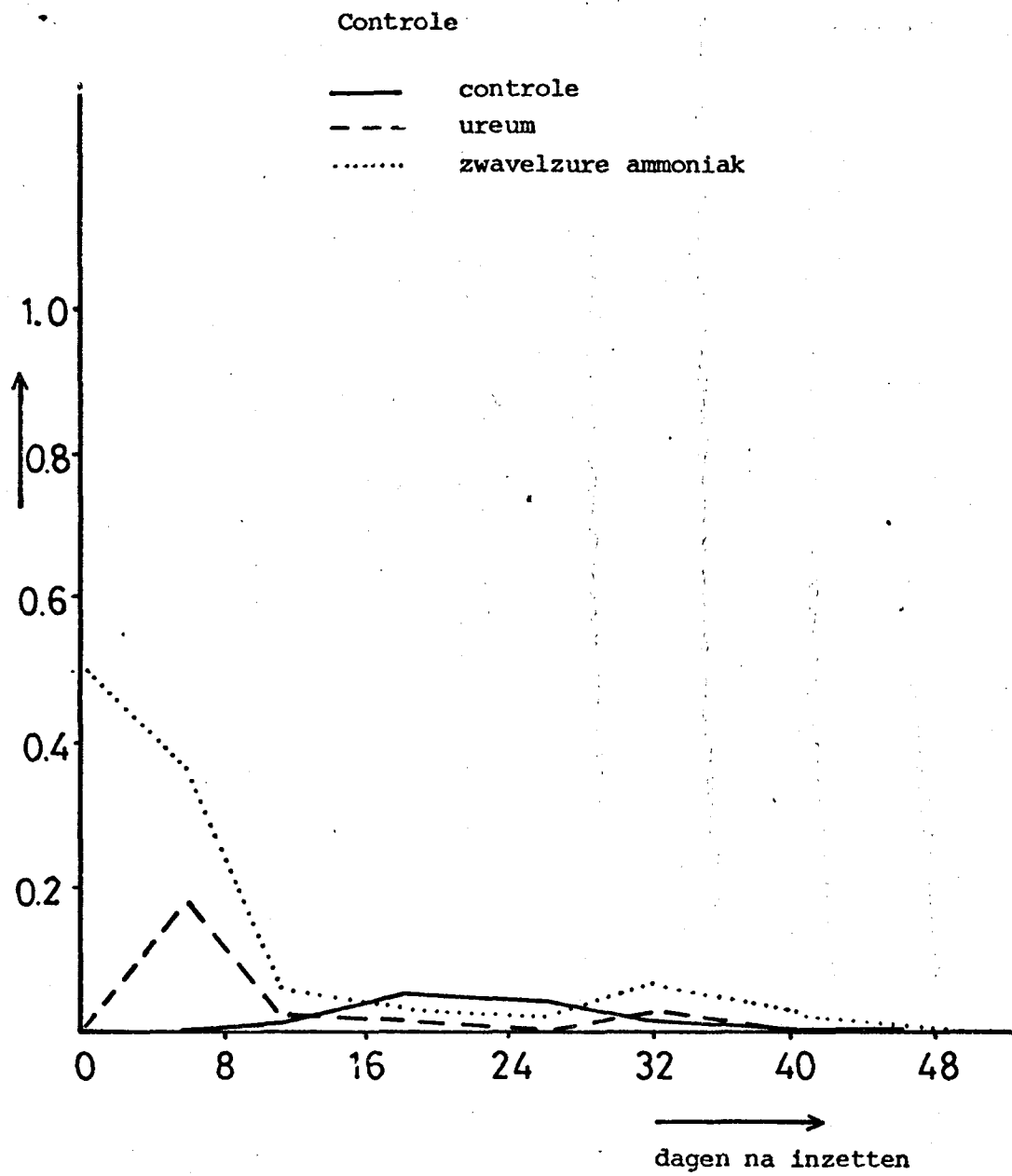


Fig. 2

Verloop van het ammoniumgehalte

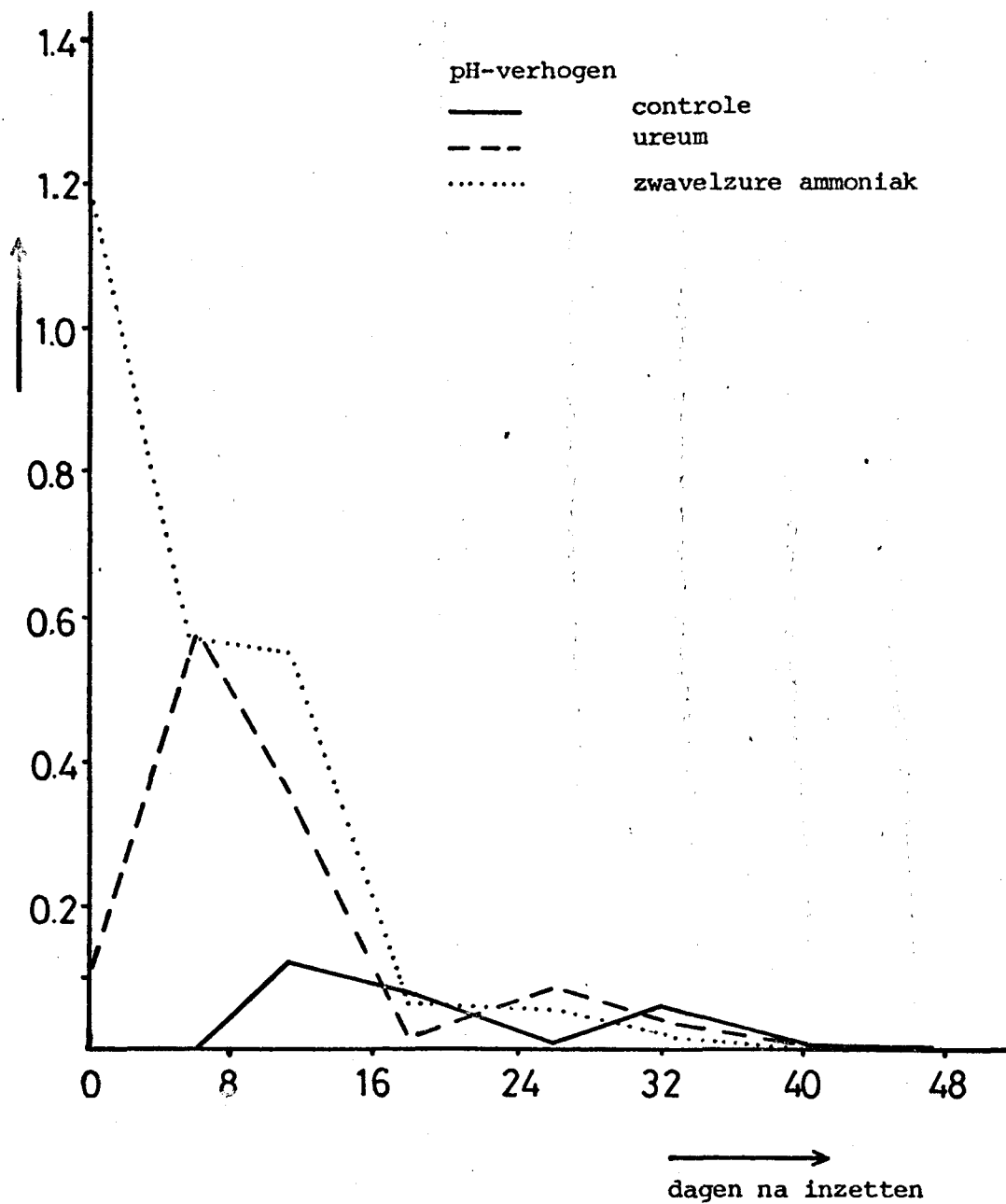
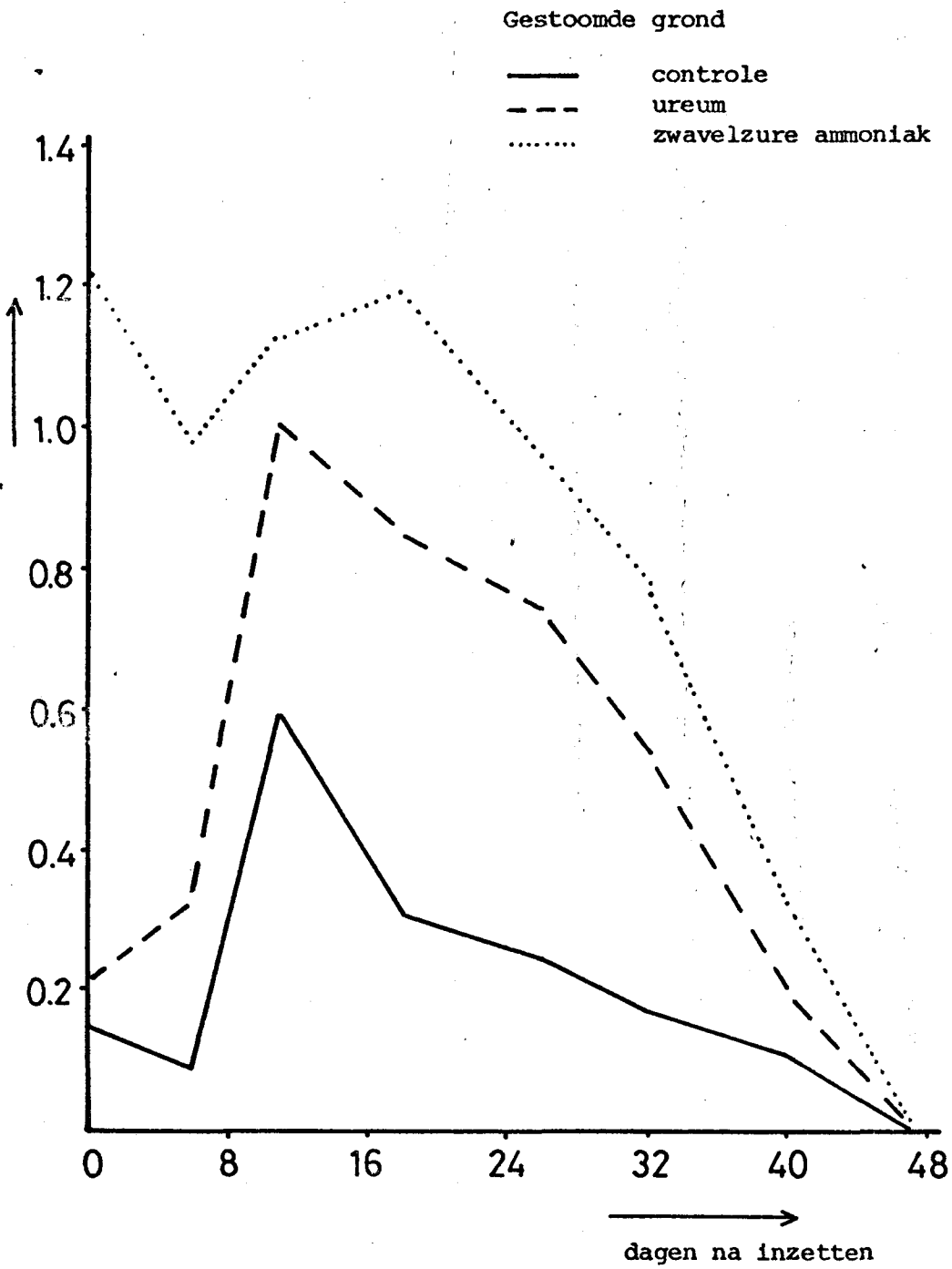


Fig. 3

Verloop van het ammoniumgehalte



Conclusies:

- de omzetting van NH_4^+ wordt door het stomen van de grond vertraagd, ook de hoge pH heeft een vertragende werking; wel in veel mindere mate.
- Tussen ureum en zwavelzure ammoniak bestaat geen verschil in omzettingssnelheid.
- Bij het stomen van de grond komt uit de afbraak van de organische stof ammonium vrij. Bij het verhogen van de pH in mindere mate ook.
- Ureum wordt in 6 dagen in onbehandelde en hoge pH grond gehydrolyseerd. In gestoomde grond duurt dat 11 dagen.

3.2. Verloop van het nitraatgehalte

Tabel 2. Verloop van het nitraatgehalte mmol/ l 1:2 extract

dag \ beh	C.C.	C.pH	C.ST	UR.C.	UR.pH	UR.ST	ZZA.C	ZZA.pH	ZZA.ST
0	0,23	0,10	0,23	0,15	0,15	0,27	0,13	0,16	0,23
6	0,26	0,69	0,38	1,38	0,64	0,46	1,60	0,63	0,44
11	0,29	1,06	0,31	2,92	0,90	0,30	3,27	0,77	0,28
18	0,50	2,08	0,55	3,40	2,69	0,79	4,05	2,17	0,68
26	0,74	2,42	1,51	4,00	5,30	2,16	4,00	4,85	1,60
32	0,90	2,64	1,86	3,65	5,52	3,15	3,91	5,18	2,42
40	0,80	2,71	2,31	3,66	5,20	4,37	3,83	4,98	4,10
47	1,10	3,08	2,93	3,72	5,50	5,75	4,05	5,50	5,65

De nitraatvorming verloopt gelijk bij toedienen van ureum en zwavelzure ammoniak. In de onbehandelde grond wordt het eerst, na 18 dagen een constant nitraat niveau bereikt (4 mmol /l 1:2 extract).

Bij het verhogen van de pH wordt na 18-20 dagen een constant nitraatgehalte bereikt (5 mmol NO_3^- / l 1:2 extract). Dit niveau is hoger dan in de onbehandelde grond. Dat betekent dat er bij het verhogen van de pH ook stikstof (nitraat) uit de organische stof is vrijgekomen. De controle, geen kunstmest, bereikt een 3 x zo hoog nitraatgehalte als in de controle.

In de gestoomde grond stijgt het nitraatgehalte bij het beëindigen van de proef nog steeds sterk. Tot 24 dagen na het inzetten van de proef is er geen verschil in het nitraatgehalte tussen de behandelingen. Daarna blijft het nitraatgehalte in de behandeling zonder kunstmest achter bij de ureum en zwavelzure ammoniak behandelingen. Deze doorgaande stijging van het nitraatgehalte is waarschijnlijk toe te schrijven aan de afbraak van organische stof na het stomen. (Zie figuur 4,5 en 6)

Fig. 4

Verloop van het nitraatgehalte ..

.....

Controle

— controle
- - - ureum
..... zwavelzure ammoniak

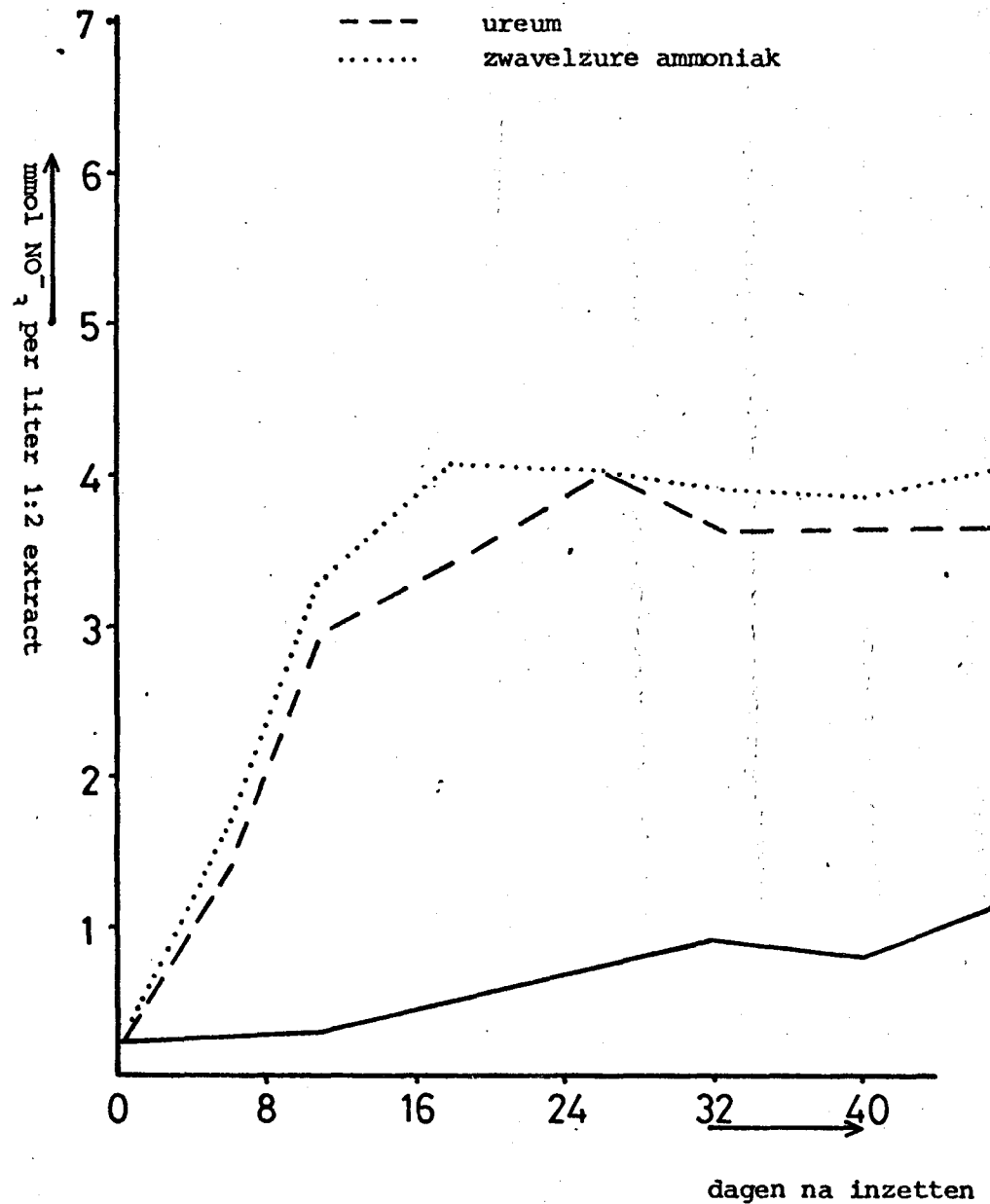


Fig. 5

Verloop van het nitraatgehalte

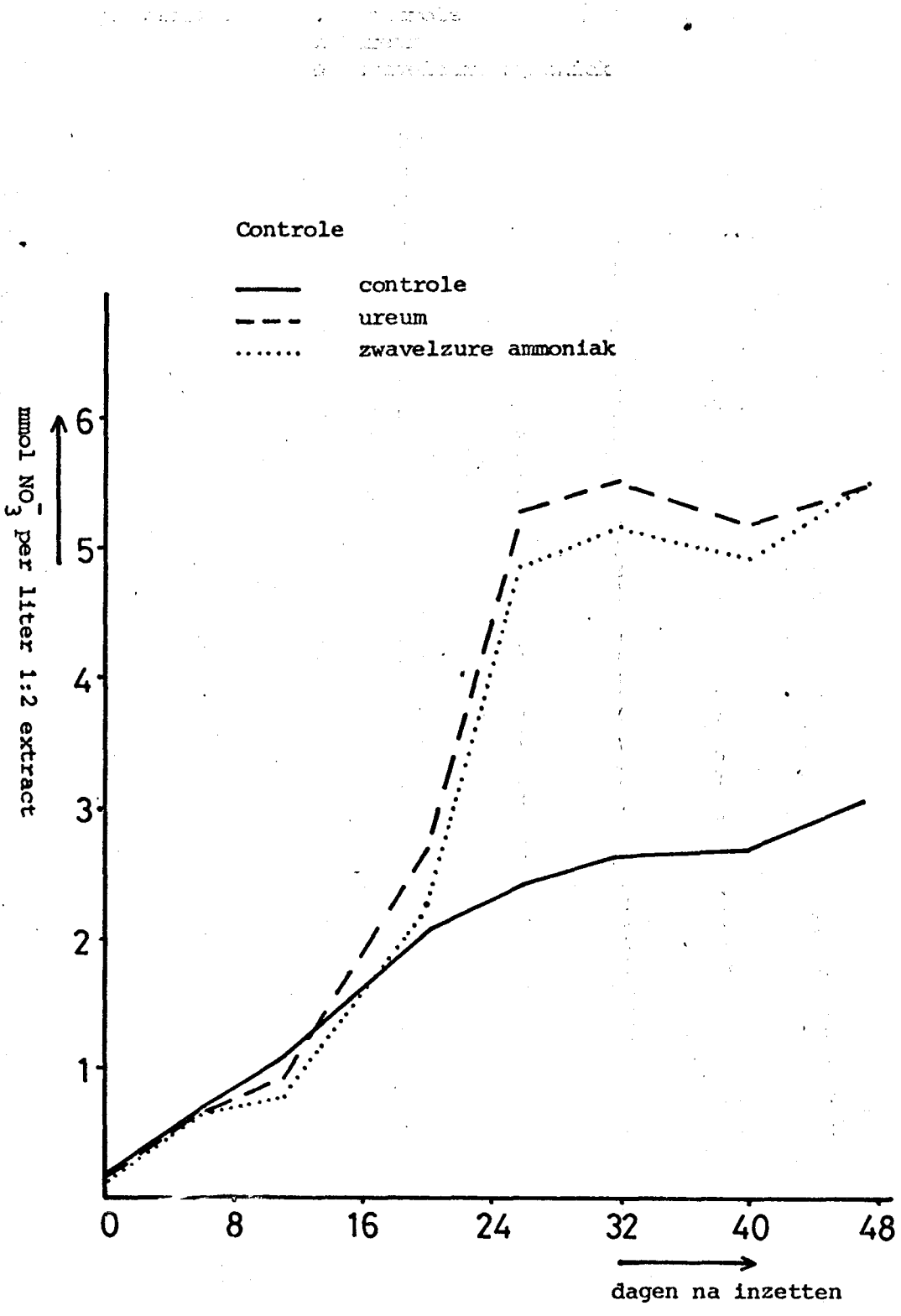
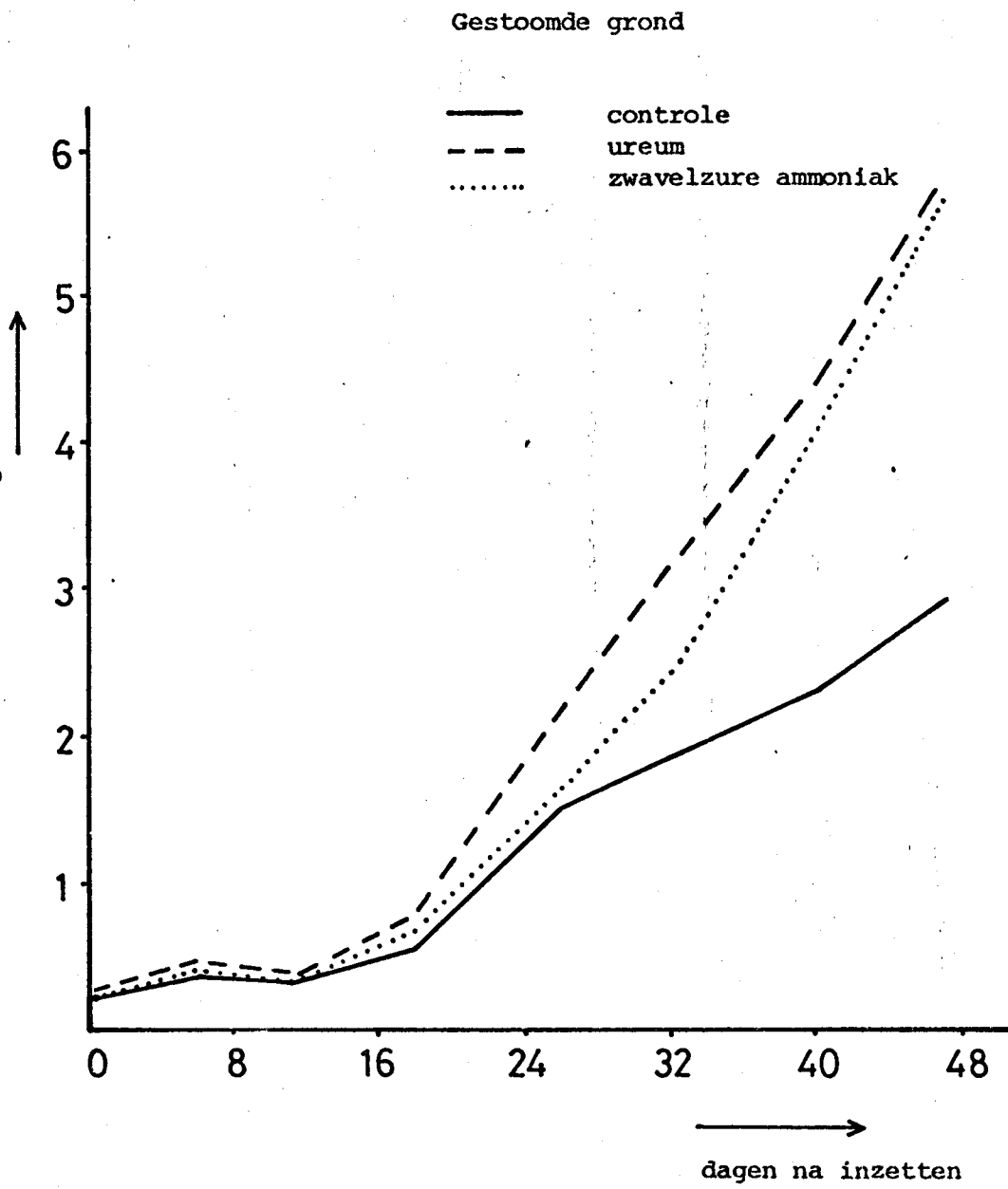


Fig. 6.

Verloop van het nitraatgehalte



Conclusies:

- de nitraat vorming verloopt indentiek bij ureum en zwavelzure ammoniak.
- een constant nitraat gehalte wordt het eerst in de onbehandelde grond bereikt.
- in de gestoomde grond komt nitraat uit de organische stof vrij, evenals maar in mindere mate in de hoge pH grond.

3.3. Verloop van het nitriet gehalte.

Tabel 3. Verloop van het nitrietgehalte (mmol/ l 1:2 extract).

dag \ beh	C.C.	C.pH	C.ST	UR.C	UR.pH	UR.ST	ZZA.C	ZZA.pH	ZZA.ST
0	0,00228	0,00247	0,00348	0,00456	0,00343	0,00327	0,00613	0,00563	0,00362
6	0,0	0,030	0,005	0,206	0,085	0,004	0,149	0,051	0,005
11	0,003	0,122	0,028	0,013	0,520	0,037	0,013	0,565	0,024
18	0,003	0,128	0,087	0,001	2,140	0,207	0,002	2,290	0,130
26	0,007	0,004	0,081	0,005	0,430	0,268	0,004	0,655	0,145
32	0,003	0,003	0,027	0,003	0,010	0,054	0,003	0,026	0,039
40	0,001	0,002	0,016	0,002	0,003	0,030	0,002	0,003	0,026
47	0,001	0,002	0,007	0,001	0,001	0,015	0,001	0,007	0,007

In de onbehandelde grond vindt geen nitrietvorming plaats als er geen kunstmest wordt toegediend. Als ureum of zwavelzure ammoniak wordt gegeven wordt 6 dagen na het inzetten van de proef een maximum bereikt. Bij ureum wordt iets meer nitriet gevormd dan bij zwavelzure ammoniak. Na 11-16 dagen is er in de grond geen nitriet meer aanwezig. Bij het verhogen van de pH van 7,2 tot 8,2 (zie par. 3.4) vindt een grote nitriet ontwikkeling plaats, er wordt 10 x zoveel nitriet (2,2 mmol/l 1:2 extract) gevormd als in de onbehandelde grond. Het maximum wordt 18 dagen na het inzetten van de proef bereikt. In verloop en hoeveelheid is er geen verschil tussen het toedienen van ureum en zwavelzure ammoniak. In de controle (pH verhogen, geen kunstmest) vindt nauwelijks nitriet vorming plaats. Het gevormde nitriet is na 32 dagen verdwenen. Bij de gestoomde grond vindt enige nitrietvorming (0,1 mmol / L 1:2 extract) plaats als kunstmest wordt toegediend. Het maximum wordt na 21 dagen bereikt, het is nauwelijks hoger dan in de onbehandelde grond. Na 40 dagen is het verdwenen. Zie figuren 7,8 en 9.

Fig. 7

Nitrietgehalte

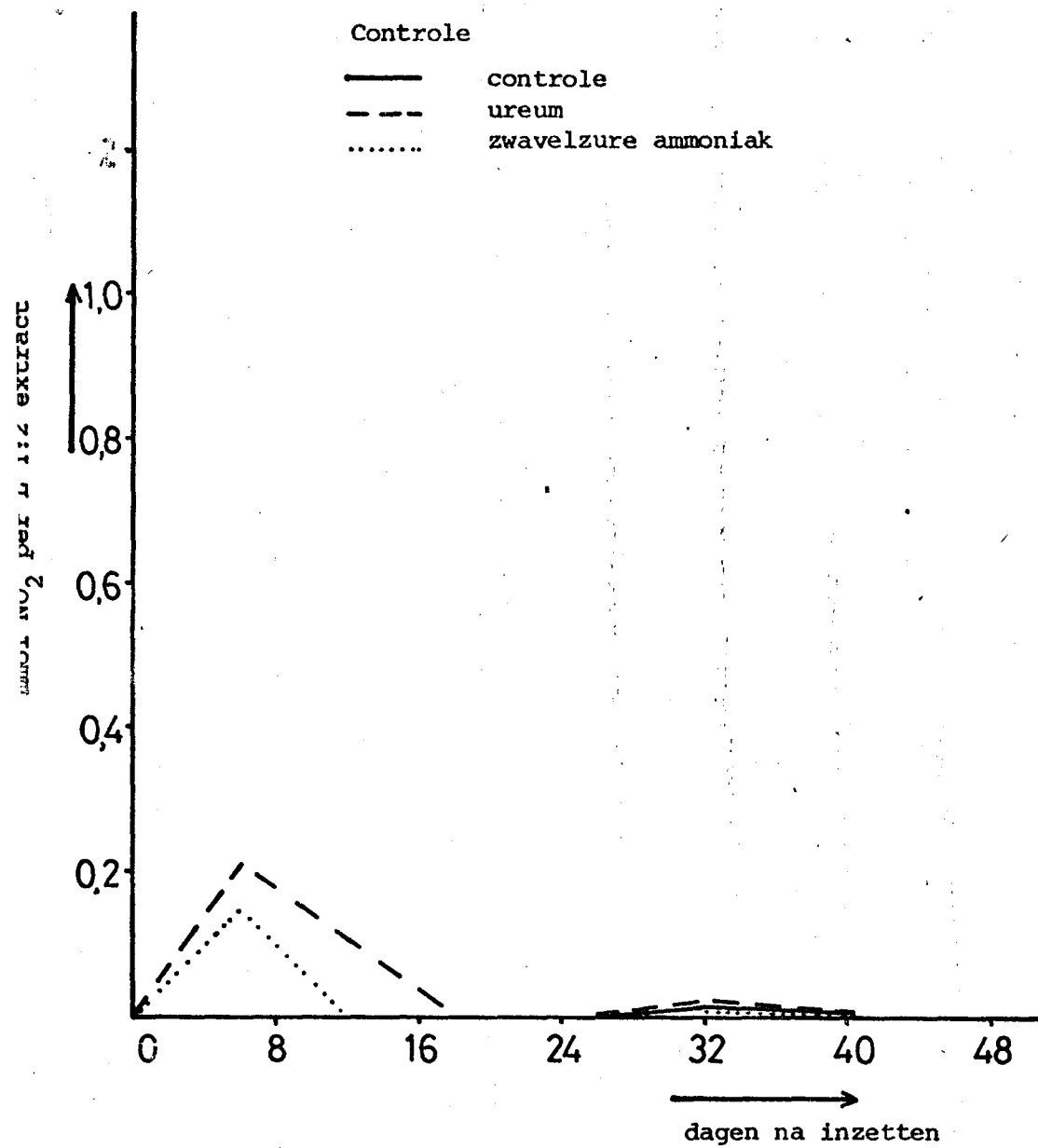


Fig. 8

verloop van het nitrietgehalte in de tijd

pH-verhogen

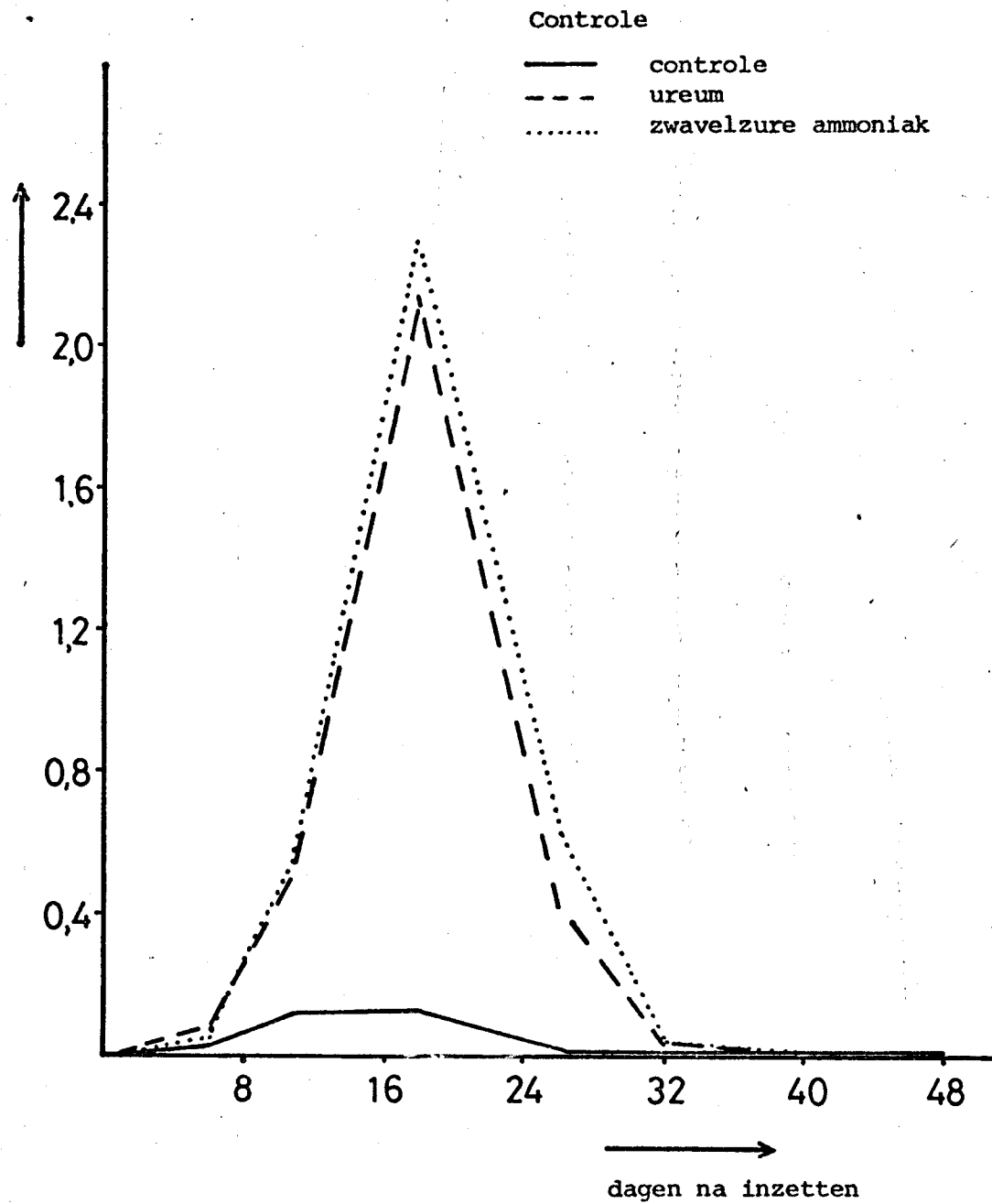
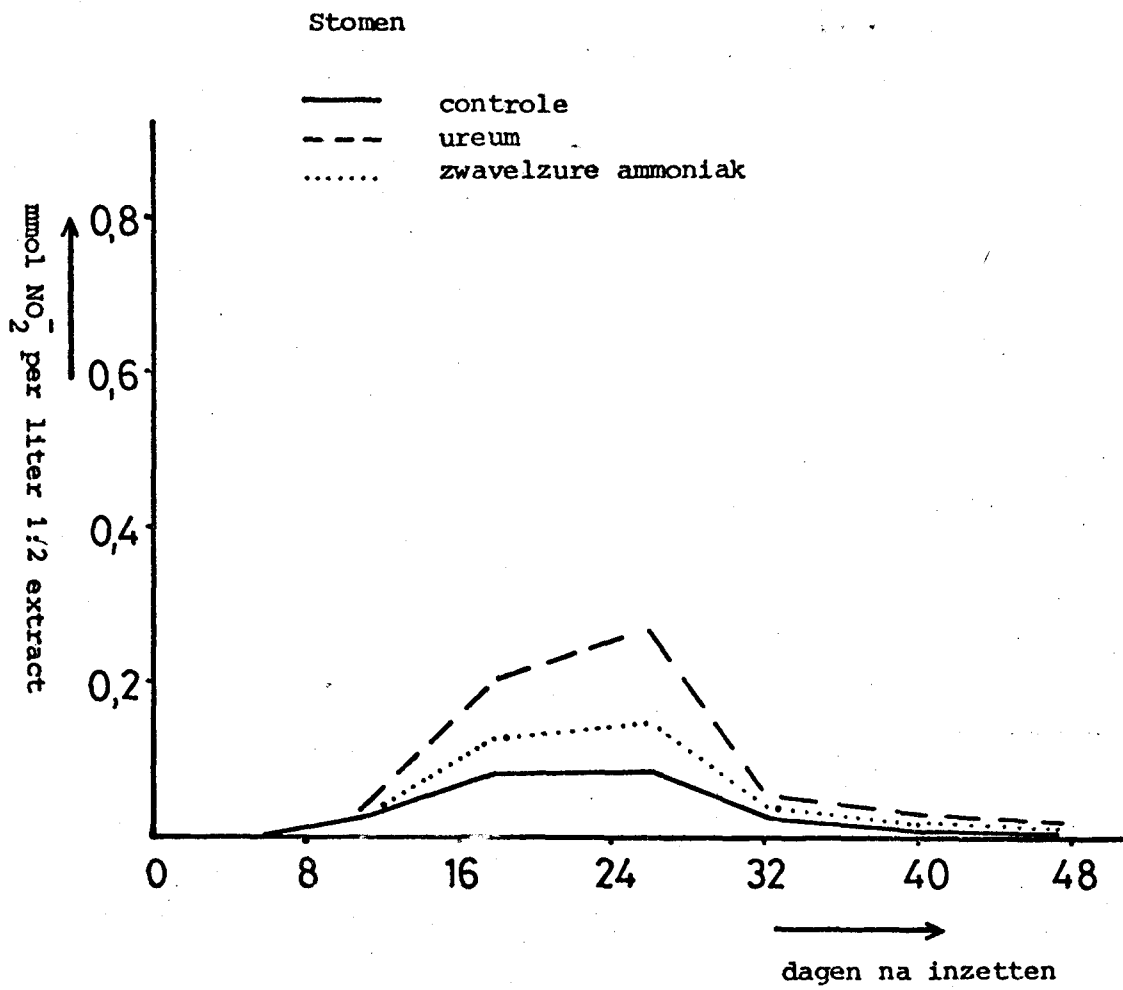


Fig. 9

Verloop nitriet



Conclusies:

- Bij het verhogen van de pH van de grond van 7,2 tot 8,2 vindt sterke nitrietvorming plaats bij toedienen van zwavelzure ammoniak en ureum. Het maximum wordt 18 dagen na het inzetten bereikt.
- Na het stomen van de grond vindt niet duidelijk meer nitrietvorming plaats dan in de onbehandelde grond. Het maximum wordt later bereikt.

3.4. pH - Verloop

Op dag 18 en 40 is de pH-H₂O bepaald in alle behandelingen. De uitkomsten zijn weergegeven in tabel 4.

Tabel 4. pH verloop, nitrificatieproef.

dag beh	C.C.	C.UR	C.ZZA	PH.C	PH.UR	PH.ZZA	ST.C	ST.UR	ST.ZZA
18	7,3	7,1	7,1	8,3	8,3	8,2	7,6	7,6	7,3
gem	7,2			8,3			7,5		
40	7,3	7,2	7,1	8,3	8,2	8,2	7,2	6,9	6,9
gem	7,2			8,2			7,0		

In de kunstmestbehandelingen wordt de pH tegen het einde van de proef verlaagd ten opzichte van de controle. Het sterkst is dat bij de gestoomde grond. Er lijkt geen verschil tussen ureum en zwavelzure ammoniak te zijn.

4. Slotbeschouwing

Het verloop van de ammonium- nitriet- en nitraatgehalten stemt overeen met de verwachtingen.

In de gestoomde grond verloopt de omzetting van zowel ureum als zwavelzure ammoniak trager dan in onbehandelde grond. Ook vindt er enige nitrietvorming plaats.

In de hoge pH grond heeft een erg duidelijke nitrietvorming plaats gehad. Het verhogen van de pH van 7,2 tot 8,2 heeft de omzetting van NO_2^- tot NO_3^- vertraagd. Dit is in overeenstemming met de verwachting in hoofdstuk 1.

5. Samenvatting

Het nitrificatieproces van ureum en zwavelzure ammoniak is vergeleken in onbehandelde en gestoomde grond en in grond met een hoge pH.

Het bleek dat als de pH van de grond van 7,2 tot 8,2 verhoogd werd er bij toediening van ureum of zwavelzure ammoniak (aan de grond werd een gelijke hoeveelheid N toegediend) er sterke nitrietontwikkeling plaats vond. De hoeveelheid nitriet was gelijk voor ureum en zwavelzure ammoniak. Het maximum werd 18 dagen na inzetten bereikt, na 37 dagen is bijna al het gevormde nitriet weer verdwenen. In de gestoomde grond vond enige nitrietvorming plaats.

In de gestoomde grond en de grond met de hoge pH worden de hoogste nitraatgehalten bereikt. Dit moet toe geschreven worden aan de afbraak van organische stof. Wordt hiermede rekening gehouden dan blijkt dat in de onbehandelde grond het grootste deel van de toegediende stikstof in nitraatvorm omgezet te worden.

Er blijkt geen verschil tussen de nitrificatie van ureum en zwavelzure ammoniak te bestaan. In verband met de sterke nitrietvorming bij de hoge pH moet men onder die omstandigheid voorzichtig zijn met het toedienen van stikstof in ammoniumvorm.

Literatuur

Sonneveld, C. De invloed van stomen op de stikstofhuishouding van de grond.
Tuinbouwmededelingen 32 (1969) 197-203.

Aanhangsel

Berekening stikstofhoeveelheden.

Uitgangspunten

250 mg N toegevoegd aan 7120 g grond.

extract. 90 g vochtige grond toegevoegd aan 80 ml water

vochtgehalte van de grond bij start van de proef 19% en aan het einde 13% bij gewicht.

stijging NO₃-gehalte in de grond gemiddeld voor ureum 2.62 mmol per l extract en voor zwavelzure ammoniak 2.70.

Berekening gemineraliseerde stikstof.

Met 90 g grond wordt aan het einde van de proef $80 + 0,13 \cdot 90 = 91,7$ ml extract bereid van 2.66 mmol NO₃.l.

De 7120 g grond met 19% vocht weegt aan het eind 6629 g.

Aan stikstof wordt dus teruggevonden:

$$\frac{6629}{90} \cdot 0,0917 \cdot 2,66 \cdot 14 = 252 \text{ mg N.}$$