

Regenwormen en bodemstructuur 2003/2004

Invloed van diverse producten op de structuur van kleigrond en het effect op regenwormen in vitro

Klaas van Rozen & Albert Ester

© 2004 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

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 Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Dit projectrapport geeft de resultaten weer van twee emmerproeven naar de effecten van diverse middelen op de structuur van klei geïnoculeerd met regenwormen en het effect van deze producten op de populatie regenwormen. Het onderzoek is uitgevoerd door PPO in opdracht van:

Hoofdproductschap Akkerbouw (HPA)
Stichting Proefbedrijven Flevoland (SPF)

Projectnr. 520057

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Sector AGV

Adres : Edelhertweg 1, 8219 PH Lelystad
: Postbus 430, 8200 AK IJlstad
Tel. : 0320 – 29 11 11
Fax : 0320 – 23 04 79
E-mail : info.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

1	INLEIDING	5
1.1	Doelstelling	5
2	EMMERPROEF 1	7
2.1	Doel	7
2.2	Objectomschrijving	7
2.3	Proefopzet	7
2.4	Waarnemingen.....	8
2.4.1	Vochtwaarneming	8
2.4.2	Waarnemingen van de structuur	8
2.4.3	Vochtbeplating van de grond.....	8
2.5	Resultaten.....	9
2.5.1	Vochttoestand	9
2.5.2	Waarnemingen van de structuur	9
2.5.3	Vochtbeplating van de grond.....	12
2.6	Conclusie en discussie	13
2.6.1	Waarnemingen van de structuur	13
2.6.2	Vochtigheid van de grond	14
3	EMMERPROEF 2	17
3.1	Doel	17
3.2	Objectomschrijving	17
3.3	Proefopzet	17
3.4	Waarnemingen.....	17
3.5	Resultaten.....	18
3.5.1	Bepaling van het aantal casts aan het oppervlak.....	18
3.5.2	Aantal regenwormen	18
3.5.3	Gewicht van de regenwormen	18
3.5.4	Reproductie.....	19
3.6	Conclusie en discussie	19
4	ALGEMENE DISCUSSIE	21
	BIJLAGE 1. PROEFSHEMA (H.2 EN H.3).....	23

1 Inleiding

De oogst van aardappelen in de Flevopolder kan moeizaam verlopen na natte zomermaanden. Extreme problemen dienen zich aan als hoge aantallen regenwormen boven in de natte aardappelruggen zitten. De regenwormen zorgen voor versmering van de kleidelen. Na droog weer worden de aardappelruggen hard en minder goed zeefbaar, waardoor het tarrapercentage toeneemt. In een extreme situatie kunnen de aardappelen niet gerooid worden.

1.1 Doelstelling

Vaststellen van het effect van de structuurverbeterende producten zoals gips, ongebluste kalk (Supervical) en zwavelzure ammoniak en de meststof bloedmeel op de bodemstructuur (hoofdstuk 2) bij verschillende vochtgehalten en het effect op regenwormen (hoofdstuk 3) in een emmerproef.

2 Emmerproef 1

2.1 Doel

Het effect bepalen van gips, ongebluste kalk, zwavelzure ammoniak en bloedmeel op de bodemstructuur van een kleigrond in aanwezigheid van regenwormen bij verschillende bodemvochtgehalten.

2.2 Objectomschrijving

Vier structuurverbeterende middelen en/of meststoffen zijn onderzocht in een emmerproef in aanwezigheid met regenwormen (tabel 1).

Tabel 1. De behandelingen met bijbehorende doseringen en vochtpercentages, 2004.

Object	Behandeling	Dosering (kg/ha)	Aantal wormen	Water
A	Onbehandeld	0	0	20%
B	Onbehandeld	0	0	25%
C	Onbehandeld	0	0	30%
D	Onbehandeld	0	50	20%
E	Onbehandeld	0	50	25%
F	Onbehandeld	0	50	30%
G	Supervical	6000	50	20%
H	Supervical	6000	50	25%
I	Supervical	6000	50	30%
J	Gips	6000	50	20%
K	Gips	6000	50	25%
L	Gips	6000	50	30%
M	Zwavelzure ammoniak	500	50	20%
N	Zwavelzure ammoniak	750	50	20%
O	Zwavelzure ammoniak	1000	50	20%
P	Zwavelzure ammoniak	500	50	25%
Q	Zwavelzure ammoniak	750	50	25%
R	Zwavelzure ammoniak	1000	50	25%
S	Zwavelzure ammoniak	500	50	30%
T	Zwavelzure ammoniak	750	50	30%
U	Zwavelzure ammoniak	1000	50	30%
V	Gips	3000	50	25%
W	Gips en ZZA	3000 + 750	50	25%
X	Bloedmeel	2000	50	25%
Y	Bloedmeel	4000	50	25%

2.3 Proefopzet

Locatie	: PPO-agv Lelystad
Koelcel	: G 28
Gemiddelde temperatuur	: 12°C
Proefschema	: Bijlage 1
Type proef	: Gewarde blokkenproef
Aantal objecten	: 25
Aantal herhalingen	: 4
Totaal aantal emmers	: 100

Medium	:	Klei
Afslibbaarheid	:	45 %
Organische stof	:	4,1 %
Hoeveelheid grond per emmer	:	8 kg
Hoogte bodemlaag in emmer	:	~ 13 cm (~ diepte grondbewerking voor aardappelteelt)
Vochtbeplating	:	pF-meters
Levensstadium regenwormen	:	30 juveniel en 10 adults (toegediend op 7 november) 4 juveniel en 6 adults (toegediend op 14 november)
Soort regenwormen	:	<i>Aporrectodea caliginosa</i>
Einde proef	:	22 januari 2004

2.4 Waarnemingen

2.4.1 Vochtwaarneming

- In vier extra emmers, is tijdens de proefperiode de pF-waarde waargenomen van de grond met een pF-meter. Op 24/11, 1/12, 9/12, 16/12, 5/1/2004, 13/1, 22/1 en 3/2 is de pF-waarde afgelezen.
- Van zes extra emmers zijn op 16 december de vochtpercentages van de grond bepaald, twee emmers voor elke vochtfactor.

2.4.2 Waarnemingen van de structuur

De eindbeoordeling is uitgevoerd op de volgende data:

6 januari	:	start waarneming herhaling 1
9 januari	:	start waarneming herhaling 2
13 januari	:	start waarneming herhaling 3
16 januari	:	start waarneming herhaling 4

2.4.2.1 Verkleving

Aan het eind (2.4.2) van de proef is de verkleving van de grond in de emmer bepaald. Door de emmer 10 seconden ondersteboven te houden 10 cm boven een droogstoofbak (D0) valt een deel van de grond uit de emmer. De grondinhoud wat achterblijft in de emmer wordt gewogen, dit wordt het kleefgewicht 1 (K1) genoemd. Daarna wordt de emmer wederom omgekeerd boven een droogstoofbak (D1) gehouden en vanaf een hoogte van 15 cm wordt de emmer losgelaten. Het gewicht van de inhoud van de achter gebleven grond in de emmer wordt gewogen en wordt het kleefgewicht 2 (K2) genoemd. Daarna wordt de emmer boven een derde droogstoofbak (D3) leeg getikt (gestandaardiseerd). Het gewicht van de inhoud van de achter gebleven grond in de emmer wordt gewogen en wordt het kleefgewicht 3 (K3) genoemd. Alle gewichten zijn exclusief de gewichten van de emmer.

2.4.2.2 Kluitvorming

Op 31 oktober zijn vier monsters van de basisgrond waarmee de emmers zijn gevuld genomen, ongeveer 1 kg grond. Deze monsters zijn gedroogd en op 17 november is hiervan de kluitgrootte bepaald.

Aan het eind (2.4.2) van de proef wordt de kluitvorming van de grond in de emmer bepaald onder droge omstandigheden. De emmerinhoud aan grond zijn gedroogd. De inhoud wordt geschud over vijf zeven van de schudmachine. Het gewichtspercentage van de gedroogde grond in zes klassen wordt bepaald: > 40 mm, 40 – 20 mm, 20 – 10 mm, 10 – 5 mm, 5 – 2 mm en < 2 mm.

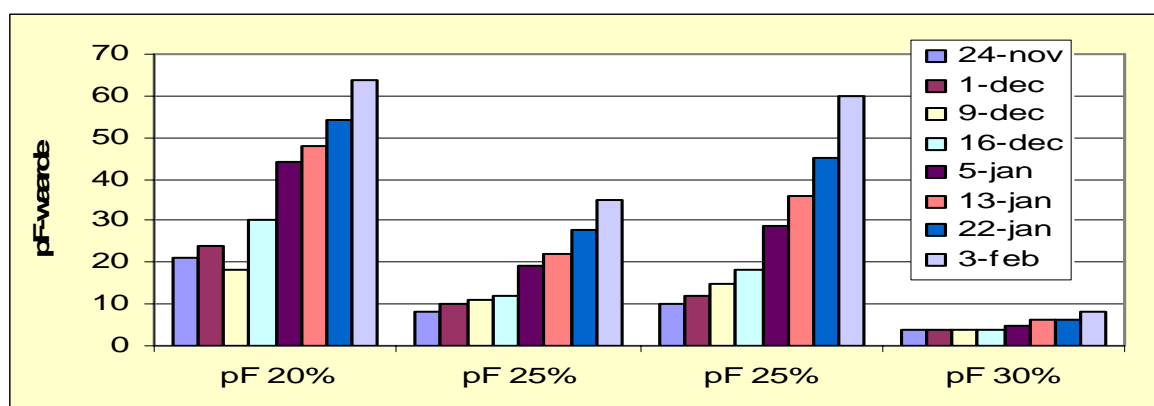
2.4.3 Vochtbeplating van de grond

Aan het eind (2.4.2) van de proef is de vochtigheid van de grond in de emmers bepaald. Het natgewicht van de grond in de droogstoofbakken en het drooggewicht na het drogen is bepaald. Uit de sommatie van D0, D1 en D2 is het vochtpercentage berekend.

2.5 Resultaten

2.5.1 Vochttoestand

In figuur 1 wordt de pF-waarde weergegeven. In emmers met een vochtpercentage van 20% was de pF het hoogst. Bij een vochtpercentage van 25% is de pF lager. Vocht 30% geeft de laagste pF-waarden. Tabel 2 geeft de meting van in totaal zes emmers weer. Enig verschil wordt geconstateerd ten opzichte van de verwachte vochtpercentages.



Figuur 1. De pF-waarde van 4 emmer op acht momenten tijdens de proefperiode.

Tabel 2. Gemiddeld vochtpercentage en standaard deviatie van 2 emmers per verwacht vochtpercentage op 16 december, 2003.

Initieel vochtpercentage	Gemiddeld vochtpercentage	Standaard deviatie
20	20,4	0,03
25	22,8	0,05
30	27,8	0,04

2.5.2 Waarnemingen van de structuur

2.5.2.1 Verkleving

Tussen de herhalingen werd geen blokeffect geconstateerd.

Onbehandelde objecten

Bij alledrie kleefgewichten en vochtgehalten van de onbehandelde objecten zonder wormen bleef significant minder klei in de emmer plakken dan bij de onbehandelde objecten met wormen (tabel 3). Bij K1 zorgde 30% vocht significant voor meer plakkerigheid dan 20 en 25% vocht in het object zonder wormen. Bij 25 en 30% vocht bleef significant meer grond plakken dan bij 20% vocht in de objecten met wormen.

Supervical

Ten opzichte van het onbehandeld object waren alleen de kleefgewichten bij K1 (20% vocht) en K3 (25 en 30%) bij toediening van Supervical betrouwbaar lager, dit is een middeffect. K1 en K2 gaven een watereffect tussen 20% vocht en de overige 2 vochtpercentages bij gebruik van 6000 kg/ha Supervical.

Gips

Ten opzichte van het onbehandeld object gaf alleen bij K2 (20% vocht) een significant lager kleefgewicht, terwijl bij K3 (30% vocht) juist een hoger (negatief) kleefgewicht weergeeft. Naarmate de vochtpercentages toenemen, namen de kleefgewichten bij K2 en K3 ook significant toe. Een halve dosering gips van 3000

kg/ha bij een vochtpercentage van 25% verschilde niet ten opzichte van 6000 kg/ha gips zowel bij K1, K2 als K3.

Zwavelzure ammoniak

Bij 20% vocht waren de K2 en K3 kleefgewichten gelijk aan het onbehandeld object zonder wormen, in tegenstelling tot K1. Ten opzichte van onbehandeld met wormen gaven bij K1 en bij K2 van alle doseringen zwavelzure ammoniak een significant lager kleefgewicht. Alleen K1 vertoont een doseringseffect, 750 en 1000 kg/ha presteerde beter.

Bij 25% vocht gaven alledrie doseringen alleen bij K2 een significant lager kleefgewicht dan het onbehandeld object met wormen. Er zijn geen doseringseffecten.

Bij 30% vocht gaf K2 bij toediening van 1000 kg/ha een betrouwbaar lager kleefgewicht ten opzichte van het onbehandeld object met wormen, terwijl bij K3 bij de twee laagste doseringen juist een hoger (negatief) kleefgewicht weergeeft. Een gift van 1000 kg/ha bij K2 en 750 en 1000 kg/ha bij K3 gaf een positief doseringseffect ten opzichte van de lagere doseringen.

Gips en zwavelzure ammoniak

Een gezamenlijke toepassing van zowel 3000 kg/ha gips en 750 kg/ha zwavelzure ammoniak resulteerde in een significant lager kleefgewicht K2 ten opzichte van het onbehandeld object met wormen en enkel 3000 kg/ha gips, maar niet beter dan enkel 750 kg/ha zwavelzure ammoniak bij een vochtpercentage van 25%.

Bloedmeel

Een dosering van 4000 kg/ha bloedmeel resulteerde in betrouwbaar lagere kleefgewichten K2 en K3 ten opzichte van het onbehandeld object met wormen bij 25% vocht.

Tabel 3. Kleefgewicht (K1, K2 en K3) van de grond in de emmers in kg (data beoordeling zie 2.4.2).

Obj.	Behandeling	Aantal wormen	Dosering (kg/ha)	Water	K1	K2	K3
A	Onbehandeld	0	0	20%	0,0 A	0,0 A	0,0 A
B	Onbehandeld	0	0	25%	0,4 A	0,0 A	0,0 A
C	Onbehandeld	0	0	30%	2,7 B	0,3 A	0,0 A
D	Onbehandeld	40	0	20%	7,9 F	3,0 C	0,9 BCDEFG
E	Onbehandeld	40	0	25%	8,6 GHIJK	7,9 GH	2,1 IJ
F	Onbehandeld	40	0	30%	9,4 KLM	9,3 H	2,2 IJ
G	Supervical	40	6000	20%	6,4 E	2,8 BC	0,8 BCDEF
H	Supervical	40	6000	25%	8,7 GHIJKL	7,9 GH	1,0 DEFUGH
I	Supervical	40	6000	30%	9,4 KLM	9,0 H	0,7 ABCDE
J	Gips	40	6000	20%	8,0 FG	1,3 AB	0,3 ABCD
K	Gips	40	6000	25%	8,6 FGHIJ	7,4 FG	1,4 EFGHI
L	Gips	40	6000	30%	9,3 JKLM	9,2 H	3,4 LM
M	Zwavelzure ammoniak	40	500	20%	5,3 D	1,3 AB	0,2 ABCD
N	Zwavelzure ammoniak	40	750	20%	4,2 C	0,6 A	0,2 ABC
O	Zwavelzure ammoniak	40	1000	20%	3,8 C	0,4 A	0,1 AB
P	Zwavelzure ammoniak	40	500	25%	8,5 FGHI	5,3 DE	1,7 HIJ
Q	Zwavelzure ammoniak	40	750	25%	8,3 FGH	5,6 DE	1,6 GHI
R	Zwavelzure ammoniak	40	1000	25%	8,4 FGH	4,2 CD	1,4 EFGHI
S	Zwavelzure ammoniak	40	500	30%	9,5 M	9,0 H	3,8 M
T	Zwavelzure ammoniak	40	750	30%	9,4 LM	8,0 GH	3,0 KL
U	Zwavelzure ammoniak	40	1000	30%	9,2 IJKLM	6,2 EF	2,5 JK
V	Gips	40	3000	25%	8,6 FGHIJ	7,8 GH	1,4 EFGHI
W	Gips en ZZA	40	3000 + 750	25%	8,6 FGHIJ	5,8 EF	1,2 EFGH
X	Bloedmeel	40	2000	25%	8,8 HIJKLM	6,7 EFG	1,5 Fghi
Y	Bloedmeel	40	4000	25%	8,7 GHIJK	6,1 EF	0,9 CDEFGH
F-probability					< 0,001	< 0,001	< 0,001
Lsd ($\alpha = 0,05$)					0,73	1,58	0,80

2.5.2.2 Kluitbepaling

In tabel 4 staan de kluitpercentages van de oorspronkelijke gemalen grond die werd ingezet op 31 oktober. Grote kluiten van meer dan 40 mm werden niet aangetroffen, terwijl het percentage gronddelen met een kleinere diameter toenam.

Tabel 4. Percentage kluiten/gronddelen in zes zeefmaten bij inzet van de proef, 31 oktober.

Monster	> 40	40 – 20	20 - 10	10 - 5	5 – 2	< 2
1	0,0	0,1	3,6	18,4	28,1	49,7
2	0,0	0,1	2,4	18,4	29,4	49,7
3	0,0	0,4	5,1	18,9	28,7	46,9
4	0,0	0,3	5,3	22,4	26,7	45,4
Gemiddeld	0,0	0,2	4,1	19,5	28,2	47,9

Tabel 5 geeft de kluitbepaling weer uitgedrukt in gewichtsperscentage. Aangezien het in deze proef gaat om het tegen gaan van grote kluiten, in dit geval kluiten groter dan 40 mm (verder genoemd kluiten), wordt alleen hiervan de resultaten besproken.

Onbehandelde objecten

De onbehandelde objecten met regenwormen resulteerden in hogere percentages kluiten dan de onbehandelde objecten zonder regenwormen, echter alleen significant bij vochtpercentages van 25 en 30%. In het onbehandelde object zonder wormen gaf 30% vocht een significant hoger percentage kluiten groter dan 40 mm. Dit als gevolg van toename vocht. Bij aanwezigheid van wormen in de onbehandelde emmers nam het percentage grote kluiten bij toename van 5% vocht significant toe. Bij 20% vocht was het percentage grote kluiten gelijk als 25% vocht zonder wormen. Een toenemend vochtpercentage resulteerde in betrouwbaar meer grote kluiten bij zowel de onbehandelde als de behandelde objecten.

Supervical

De toepassing met 6000 kg/ha Supervical gaf alleen bij 30% vocht een significant lager percentage grote kluiten ten opzichte van de onbehandelde objecten met regenwormen.

Gips

Gips in een dosering van 6000 kg/ha gaf significant minder kluiten dan de onbehandelde emmers met regenwormen bij een vochtpercentage van 25 en 30%. Bij 25% vochtigheid gaf 3000 kg/ha gips significant minder kluiten dan onbehandeld met regenwormen, maar meer kluiten ten opzichte van 6000 kg/ha (niet significant).

Zwavelzure ammoniak

Bij 20% vocht werden binnen de met zwavelzure ammoniak behandelde objecten geen significante verschillen waargenomen ten opzichte van alle overige onbehandelde en behandelde objecten. Er is geen doseringseffect.

Bij 25 en 30% vocht gaven alle doseringen significant minder kluiten dan het onbehandeld object met regenwormen. Bij 25% vocht verschilde een behandeling met 1000 kg/ha zwavelzure ammoniak niet significant in het percentage kluiten ten opzichte van een situatie zonder regenwormen bij gelijke vochtigheid. Bij 25% vocht gaf 1000 kg/ha significant minder kluiten dan 500 kg/ha, dit gold eveneens bij een vochtpercentage van 30% en toediening van 750 en 1000 kg/ha ten opzichte van 500 kg/ha.

Gips en zwavelzure ammoniak

Een combinatie van 3000 kg/ha gips en 750 kg/ha zwavelzure ammoniak leidde tot een significant lager percentage kluiten ten opzichte van 3000 kg/ha gips en het onbehandeld object met wormen, maar niet ten opzichte van 750 kg/ha zwavelzure ammoniak bij 25% vocht. Deze combinatie gips en zwavelzure ammoniak gaf geen significant verschil met een situatie zonder regenwormen.

Bloedmeel

Bloedmeel in doseringen van 2000 en 4000 kg/ha resulteerde in significant minder kluiten dan het onbehandeld object met regenwormen. Er was geen betrouwbaar doseringseffect.

Tabel 5. Gewichtspercentage kluiten / gronddelen in zes klassen in mm (data beoordeling zie 2.4.2).

Obj	Behandeling	Dosis (kg/ha)	> 40	40 – 20	20 - 10	10 - 5	5 – 2	> 2
A	Onbeh.*	0	3,0 A	2,7 AB	8,9 BCD	20,5 JK	24,6 J	40,3 J
B	Onbeh.*	0	7,7 AB	6,6 BCD	16,5 FGHI	22,4 K	22,4 IJ	24,3 G
C	Onbeh.*	0	40,1 HI	20,7 MN	18,4 HIJ	10,8 EF	6,0 CD	4,1 AB
D	Onbeh.	0	8,4 AB	11,8 EFGHI	20,8 IJ	18,8 IJ	16,6 GH	23,6 G
E	Onbeh.	0	49,9 IJK	17,2 KLM	12,8 DEFG	9,4 DE	6,0 CD	4,7 ABC
F	Onbeh.	0	92,9 M	2,0 A	1,7 A	1,7 A	1,0 A	0,7 A
G	Supervical	6000	5,3 AB	8,9 CDEF	16,1 FGHI	17,5 HIJ	21,3 I	31,4 HI
H	Supervical	6000	42,0 HIJ	13,2 EFGHIJK	14,2 EFGH	10,8 EF	9,1 E	10,8 CDE
I	Supervical	6000	69,1 L	8,8 CDE	7,9 BC	5,4 BC	4,2 BC	4,7 ABC
J	Gips	6000	4,6 AB	5,8 ABC	16,3 FGHI	18,7 IJ	20,5 I	34,1 IJ
K	Gips	6000	26,1 EFG	18,2 LMN	21,4 J	13,1 FG	10,0 E	11,2 CDE
L	Gips	6000	76,5 L	10,8 DEFG	5,1 AB	3,9 AB	2,3 AB	1,5 A
M	Zwavel amm.	500	3,1 A	5,9 ABC	11,1 CDE	17,8 HIJ	22,9 IJ	39,3 J
N	Zwavel amm.	750	2,9 A	4,7 ABC	10,9 CDE	18,8 IJ	23,9 J	38,9 J
O	Zwavel amm.	1000	3,1 A	4,5 ABC	9,2 BCD	19,6 IJK	24,2 J	39,6 J
P	Zwavel amm.	500	23,2 DEF	13,5 FGHIJK	17,2 GHJ	15,2 GH	13,9 FG	17,0 EF
Q	Zwavel amm.	750	18,5 CDE	13,8 GHIJKL	19,2 IJ	17,5 HIJ	14,6 FGH	16,4 DEF
R	Zwavel amm.	1000	12,7 ABC	12,4 EFGHIJ	17,5 GHJ	19,0 IJ	17,1 H	21,3 FG
S	Zwavel amm.	500	67,4 L	14,1 GHIJKL	8,1 BCD	5,3 BC	3,1 ABC	2,0 A
T	Zwavel amm.	750	53,2 K	22,7 N	10,6 CDE	6,9 BCD	4,1 BC	2,6 A
U	Zwavel amm.	1000	51,8 JK	21,1 MN	12,1 CDEF	8,0 CDE	4,4 BC	2,7 A
V	Gips	3000	35,5 GH	16,9 JKLM	17,8 HIJ	11,3 EF	9,0 DE	9,5 BC
W	Gips en ZZA	3000+750	13,5 BCD	11,6 EFGH	16,4 FGHI	16,4 GHI	16,3 GH	26,0 GH
X	Bloedmeel	2000	32,5 FGH	15,6 HIJKL	17,4 GHJ	13,6 FG	10,3 E	10,5 BCD
Y	Bloedmeel	4000	26,3 EFG	16,6 IJKLM	17,4 GHJ	16,1 GHI	11,9 EF	11,7 CDE
F-probability			< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
Lsd ($\alpha = 0,05$)			9,825	4,562	4,825	3,355	3,042	6,526

* Onbehandeld zonder regenwormen.

	20% vocht
	25% vocht
	30% vocht

2.5.3 Vochtbeplating van de grond

Het uiteindelijk gemiddelde vochtpercentage bij de eindbeoordeling voor de oorspronkelijke 20% was 17,8%, voor 25% was dit 22,1% en voor 30% was het 27,6%, een afname van 2 à 3%. Het gemiddelde vochtpercentage was significant hoger in onbehandeld zonder regenwormen ten opzichte van onbehandeld met regenwormen bij initiële vochtpercentages van 25 en 30% (tabel 6). Verder gaf alleen 500 kg/ha zwavelzure ammoniak een lager vochtpercentage ten opzichte van de onbehandelde emmers met regenwormen bij het initiële vochtpercentage van 25%.

Tabel 6. Gemiddeld vochtpercentage bij de eindbeoordeling (data beoordeling zie 2.4.2).

Object	Behandeling	Aantal wormen	Dosering (kg/ha)	Oorspronkelijk vochtpercentage	Gemeten vochtpercentage
A	Onbehandeld -W	0	0	20	18,1 A
B	Onbehandeld -W	0	0	25	24,2 D
C	Onbehandeld -W	0	0	30	29,8 H
D	Onbehandeld +W	40	0	20	18,0 A
E	Onbehandeld +W	40	0	25	22,3 C
F	Onbehandeld +W	40	0	30	27,3 EFG
G	Supervical	40	6000	20	17,9 A
H	Supervical	40	6000	25	22,6 C
I	Supervical	40	6000	30	27,8 FG
J	Gips	40	6000	20	17,5 A
K	Gips	40	6000	25	22,0 C
L	Gips	40	6000	30	26,8 E
M	Zwavelzure ammoniak	40	500	20	17,4 A
N	Zwavelzure ammoniak	40	750	20	17,9 A
O	Zwavelzure ammoniak	40	1000	20	17,9 A
P	Zwavelzure ammoniak	40	500	25	20,9 B
Q	Zwavelzure ammoniak	40	750	25	21,7 BC
R	Zwavelzure ammoniak	40	1000	25	21,8 BC
S	Zwavelzure ammoniak	40	500	30	26,5 E
T	Zwavelzure ammoniak	40	750	30	27,0 EF
U	Zwavelzure ammoniak	40	1000	30	28,1 G
V	Gips	40	3000	25	21,9 BC
W	Gips en ZZA	40	3000 + 750	25	22,3 C
X	Bloedmeel	40	2000	25	21,7 BC
Y	Bloedmeel	40	4000	25	21,5 BC
F-probability					< 0,001
Lsd ($\alpha = 0,05$)					1,06

2.6 Conclusie en discussie

2.6.1 Waarnemingen van de structuur

2.6.1.1 Verkleving

Naarmate het vochtgehalte in de bodem toeneemt, neemt ongeacht de aanwezigheid van regenwormen, de hoeveelheid grond die in de emmer blijft kleven toe indien de emmer op de kop wordt gehouden. Totdat een vochtigheidsdrempel wordt bereikt waarbij zoveel water aanwezig is dat de klei weer gemakkelijker onderling en langs de emmerwand loslaat. In deze emmerproef neemt haast uitsluitend bij toenemende vochtigheid het kleefgewicht, het gewicht aan grond dat in de emmer blijft zitten na het ondersteboven te houden, toe.

- Naarmate het vochtpercentage van 20 naar 30% toeneemt binnen de onbehandelde emmers met vijftig regenwormen, neemt de klevigheid van de kleigrond toe.
- Supervical en gips in doseringen van 6000 kg/ha verlagen de kleefgewichten nauwelijks ten opzichte van de onbehandelde emmers met regenwormen.
- Zwavelzure ammoniak geeft bij 500, 750 en 1000 kg/ha en 20% vocht met 50 regenwormen een lager kleefgewicht dan de onbehandelde emmers met wormen.
- Zwavelzure ammoniak leidt bij een vochtigheid van 25% tot minder verkleving van de kleigrond ten opzichte van de onbehandelde emmers met wormen, dit was betrouwbaar bij kleefgewicht K2.
- Bij 30% vocht zijn de positieve verschillen van zwavelzure ammoniak nauwelijks meer aanwezig.
- Een doseringseffect was bij toepassing van zwavelzure ammoniak nauwelijks vast te stellen.
- De combinatie van 3000 kg/ha gips met 750 kg/ha zwavelzure ammoniak gaven geen extra positief

effect ten opzichte van de afzonderlijke toepassingen bij 25% vocht.

- Bloedmeel in de doseringen van 2000 en 4000 kg/ha had geen positief effect op de kleverigheid van de grond.

2.6.1.2 Kluitbepaling

Bij toenemende vochtigheid neemt het percentage kluiten toe, wat betreft de getoetste 20, 25 en 30% vocht. In een situatie met regenwormen is de hoeveelheid kluiten hoger dan zonder regenwormen, dit is bij 25 en 30% betrouwbaar. Grond met wormen heeft bij 20% vocht geen negatief effect op kluiten. Na een relatief droge teeltperiode komen geen oogstproblemen van aardappelen op de klei voor met betrekking tot kluitvorming. Het te snel verdwijnen van grond van de zeefmat kan na een droge zomer weer voor een probleem zorgen, namelijk gevoeligheid voor blauw (stootplekken op de aardappel).

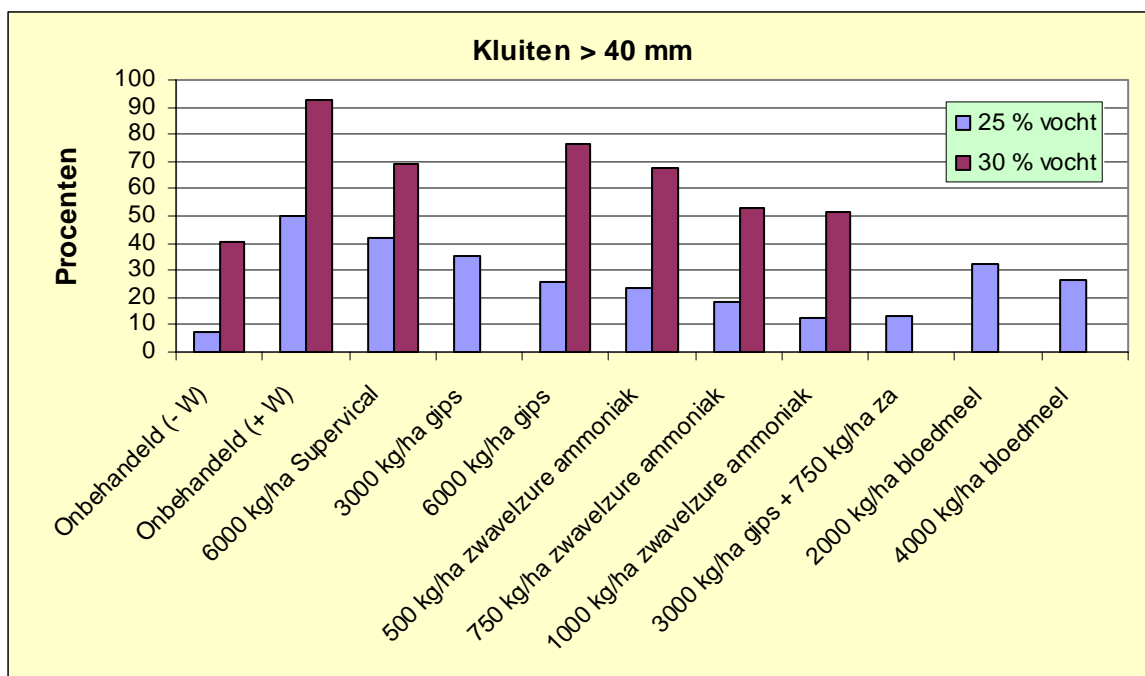
Bij 25% vocht verlaagt 3000 en 6000 kg gips per ha het percentage kluiten, maar er is geen doseringseffect.

Bij 25% vocht geven 500, 750 en 1000 kg zwavelzure ammoniak per ha lagere percentages kluiten ten opzichte van een onbehandelde situatie. Bij toenemende doseringen zwavelzure ammoniak van 500 naar 1000 kg/ha wordt het aandeel kluiten lager bij zowel 25 als 30% vocht. Een combinatie van 750 kg per ha zwavelzure ammoniak en 3000 kg per ha werkt betrouwbaar beter dan 3000 kg per ha afzonderlijk, maar niet betrouwbaar beter dan alleen 750 kg ha zwavelzure ammoniak.

Bij 25% vocht resulteren behandelingen met 2000 en 4000 kg bloedmeel per ha ook in een lager percentage kluiten. Er is geen doseringseffect. Bloedmeel heeft hetzelfde effect als toepassing van 6000 kg per ha gips.

Bij 30% vocht werkt 6000 kg per ha Supervical relatief beter dan bij 25% vocht, en geeft zelfs minder kluiten (niet significant) dan 6000 kg per ha gips.

Zwavelzure ammoniak laat ook bij 30% vocht de beste werking zien tegen kluitvorming, zelfs de laagste dosering van 500 kg per ha levert minder kluiten op dan 6000 kg per gips respectievelijk Supervical.



Figuur 2. Percentage kluiten groter dan 40 mm bij twee vochtgehalten.

2.6.2 Vochtigheid van de grond

Ondanks een dalend vochtpercentage in de emmers vanaf het moment van inzetten tot de eindbeoordeling

van ongeveer 2 à 3%, zijn de uiteindelijke vochtverschillen minimaal tussen de behandelingen onderling en de onbehandelde objecten. Het percentage vocht bij de eindbeoordeling heeft hierdoor bij de vergelijkbare vochtpercentages geen rol in meer of minder kluiten gezorgd.

3 Emmerproef 2

3.1 Doel

Het effect van gips, Supervical (ongeblyste kalk) en zwavelzure ammoniak op regenwormen bij een constante vochtigheid vaststellen.

3.2 Objectomschrijving

Tabel 7 geeft de behandelingen, na te streven vochtpercentage en doseringen weer.

Tabel 7. De objecten.

Object	Behandeling	Water	Dosering (kg/ha)
A	Onbehandeld (+ wormen)	25%	0
B	Gips	25%	6000
C	Supervical	25%	6000
D	Zwavelzure ammoniak	25%	1000

3.3 Proefopzet

De werkwijze en proefopzet zijn onder gelijke omstandigheden en op dezelfde locatie parallel uitgevoerd met de structuurproef in hoofdstuk 2.

Proefschema	: bijlage 1
Aantal objecten	: 4
Aantal herhalingen	: 4
Totaal aantal emmers	: 16
Hoeveelheid grond per emmer	: 8 kg
Regenwormen toegediend	: 7 november (20 juvenielen en 20 adults) : 14 november (10 juvenielen)
Aantal regenwormen per emmer	: 50 stuks
Vochtpercentage bij start van de proef	: 25% vocht per emmer

3.4 Waarnemingen

Op 2 februari 2004 zijn de volgende waarnemingen uitgevoerd:

- Bepaling van het aantal casts per emmer aan het oppervlak.
- Bepaling van het aantal dode en levende regenwormen per emmer.
- Gewicht (g) van het aantal teruggevonden levende regenwormen per emmer. Het gemiddeld gewicht per regenworm is berekend
- Bepaling van het aantal cocons en juveniele wormen (reproductie) per emmer.

3.5 Resultaten

3.5.1 Bepaling van het aantal casts aan het oppervlak

Hoe hoger het getal met betrekking tot de beoordeling van de castvorming, hoe meer casts aan het bodemoppervlak. Beoordeling van de castvorming aan het bodemoppervlak gaven geen significante verschillen tussen de behandelingen onderling ten opzichte van het onbehandelde object (tabel 8). De behandelingen met gips en zwavelzure ammoniak gaven zeer weinig casts, bestaande uit enkele zeer kleine hoopjes per emmer, in vergelijking met de onbehandelde emmers (klasse 1).

Tabel 8. Drie beoordelingscriteria van het aantal uitgescheiden casts op het oppervlak van de kleigrond volgens protocol in bijdrage 3 bij 25% vocht, 2 februari 2004.

Object	Behandeling	Dosering (kg/ha)	Beoordeling castvorming		
			Klasse 1	Klasse 2	Volgorde
A	Onbehandeld	0	4,3	2,0	2,8
B	Gips	6000	1,8	1,5	2,0
C	Supervical	6000	5,3	2,5	3,3
D	Zwavelzure ammoniak	1000	2,0	1,8	2,0
F-probability			0,178	0,541	0,491
LSD ($\alpha < 0,05$)			3,83	1,56	2,10

3.5.2 Aantal regenwormen

Geen dode regenwormen zijn aangetroffen. In de emmers behandeld met 1000 kg/ha zwavelzure ammoniak werden significant minder regenwormen die toegediend waren teruggevonden dan in de onbehandelde emmers (tabel 9). De behandeling met zwavelzure ammoniak leidde tot significant minder adulte regenwormen en meer juveniele regenwormen dan in de onbehandelde emmers. Ook gaf zwavelzure ammoniak een betrouwbaar hoger aantal juveniele wormen in een slechte conditie in vergelijking met de onbehandelde wormen. In een bodemmilieu met een behandeling van 6000 kg/ha Supervical leidde tot een snellere ontwikkeling naar adults dan grond behandeld met 1000 kg/ha zwavelzure ammoniak.

Tabel 9. Aantal toegediende regenwormen op 7 en 14 november 2003, gemiddeld aantal levende adulte en juveniele regenwormen en het deel (S) regenwormen welke zich in een slechte conditie bevonden bij 25% vocht, 2 februari 2004.

Object	Behandeling	Dosering (kg/ha)	Aantal toegediende regenwormen			Aantal regenwormen							
			Adult	Juveniel	Totaal	Adult	Adult S	Juveniel	Juveniel S				
A	Onbehandeld	0	20	30	49,8	B	24,3	B	0,0	25,5	A	0,0	A
B	Gips	6000	20	30	50,0	B	21,8	AB	0,3	28,5	AB	0,8	AB
C	Supervical	6000	20	30	49,3	B	23,3	B	0,0	26,0	AB	0,0	A
D	Zwavelzure amm.	1000	20	30	47,0	A	17,5	A	0,3	29,5	B	1,8	B
F-probability			0,008			0,047	0,631	0,130	0,030				
LSD ($\alpha < 0,05$)			1,69			4,77	0,60	3,95	1,22				

S = deel van de levende regenwormen in slechte conditie.

3.5.3 Gewicht van de regenwormen

De lichaamsgewichten per regenworm voorafgaand aan de behandeling gaven geen significante verschillen (tabel 10). De behandeling met 1000 kg/ha zwavelzure ammoniak leidde tot een significant lager eindgewicht per worm dan in de onbehandelde emmers en de met 6000 kg/ha Supervical behandelde emmers. Gips gaf ook een significant lager eindgewicht per worm dan Supervical. Het lichaamsgewicht per worm nam bij de behandelingen gips en zwavelzure ammoniak betrouwbaar af ten opzichte van Supervical, maar echter niet ten opzichte van de onbehandelde emmers.

Tabel 10. Gemiddeld gewicht per regenworm bij start van de proef op 7 en 14 november 2003 en tijdens de eindbeoordeling op 2 februari 2004, en de berekende toename in lichaamsgewicht per regenworm bij 25% vocht.

Object	Behandeling	Dosering (kg/ha)	Gewicht per worm (g)				
			Begin	Eind		Toename	
A	Onbehandeld	0	0,257	0,246	BC	-0,011	AB
B	Gips	6000	0,257	0,220	AB	-0,037	A
C	Supervical	6000	0,243	0,253	C	0,010	B
D	Zwavelzure ammoniak	1000	0,245	0,204	A	-0,041	A
F-probability			0,828	0,010		0,055	
LSD ($\alpha < 0,05$)			0,0444	0,0277		0,0399	

3.5.4 Reproductie

Weinig zeer jonge (babies) regenwormen en cocons werden in de grond aangetroffen. Gips 6000 kg/ha gaf betrouwbaar meer cocons dan de overige behandelingen (tabel 11).

Tabel 11. Gemiddelde reproductie per emmer na 87 dagen bij 25% vocht, 2 februari 2004.

Object	Behandeling	Dosering (kg/ha)	Reproductie		
			Babies	Cocons	
A	Onbehandeld	0	0,3	0,8	A
B	Gips	6000	0,0	1,8	B
C	Supervical	6000	0,3	0,5	A
D	Zwavelzure ammoniak	1000	0,0	0,5	A
F-probability			0,436	0,018	
LSD ($\alpha < 0,05$)			0,46	0,80	

3.6 Conclusie en discussie

- Regenwormen zetten na een behandeling met 6000 kg/ha gips of 1000 kg/ha zwavelzure ammoniak minder casts aan het oppervlak van de bodem, maar dit is niet betrouwbaar.
- Zwavelzure ammoniak in een dosering van 1000 kg/ha heeft een licht maar betrouwbaar negatief effect op regenwormen bij een initieel vochtpercentage van 25%. Dit resulteert in mortaliteit (~6%), een minder snelle ontwikkeling van juveniel naar een adulte levensfase, een verminderde lichamelijke conditie en een lager eindgewicht van de regenwormen.
- Gips en Supervical in doseringen van 6000 kg/ha hebben geen negatief effect op regenwormen bij een initieel vochtpercentage van 25%.

4 Algemene discussie

Naarmate de vochtigheid van de kleigrond toeneemt, neemt het aantal kluiten in verloop van tijd toe. Bij toenemende vochtpercentages van 20 naar 25 en 30% leiden dezelfde doseringen van effectieve middelen als gips en zwavelzure ammoniak tot hogere hoeveelheden kluiten.

Ondanks de afwezigheid van het element calcium in zwavelzure ammoniak ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$), leidt deze meststof tot de laagste percentages kluiten onder de gegeven geconditioneerde omstandigheden. Dit onderzoek toont aan dat naast bemesting zwavelzure ammoniak op klei met een regenwormpopulatie structuurverbeterende eigenschappen bezit. Toenemende doseringen met een bereik van 500 tot 1000 kg/ha geven de beste resultaten.

Het negatieve effect van zwavelzure ammoniak op regenwormen komt in dit rapport minder tot zijn recht. In 2003 betrof het echter onderzoek met een bodemvochtpercentage van 33%, terwijl in dit onderzoek met 25% vocht werd gewerkt. Waarschijnlijk leidt een hogere vochtigheid tot een hogere mortaliteit. Het zelfde geldt voor Supervical (ongebliste kalk). De reactiviteit van ongebluste kalk is groter bij een hoger vochtgehalte, en resulteerde in de toxiciteitsproef bij 33% vocht in 100% doding.

In dit onderzoek wordt aangetoond dat 6000 kg/ha gips leidt tot minder kluiten bij initiële vochtpercentages van 25 en 30%. Gips in een dosering van 3000 kg/ha werkt ook, maar heeft minder effect dan 6000 kg/ha. Een combinatie van 3000 kg/ha gips met 750 kg/ha zwavelzure ammoniak geeft een vergelijkbaar effect als 1000 kg/ha zwavelzure ammoniak. Het advies voor gips is maximaal 3000 kg/ha. Vandaar dat een combinatie aan middelen voordelen kan geven.

Supervical in een dosering van 6000 kg/ha en 2000 en 4000 kg/ha bloedmeel dragen in dit onderzoek minder bij tot een lager percentage kluiten.

Zwavelzure ammoniak en gips, afzonderlijk of in combinatie, bieden de beste perspectieven om de problemen met het rooien van aardappelen in de Flevopolder te voorkomen.

Bijlage 1. Proefschema (H.2 en H.3)

Emmerproef 1: structuurproef															
Herhaling 1				Herhaling 2				Herhaling 3				Herhaling 4			
1	X	13	L	26	A	38	O	51	P	63	K	76	V	88	Q
2	Q	14	P	27	R	39	M	52	N	64	Y	77	U	89	K
3	W	15	M	28	C	40	T	53	I	65	S	78	W	90	F
4	Y	16	O	29	B	41	X	54	W	66	Q	79	R	91	T
5	V	17	U	30	P	42	J	55	X	67	A	80	M	92	A
6	S	18	B	31	N	43	D	56	G	68	D	81	D	93	S
7	C	19	R	32	K	44	Q	57	E	69	M	82	N	94	P
8	H	20	G	33	E	45	L	58	U	70	O	83	C	95	J
9	K	21	E	34	U	46	S	59	B	71	R	84	H	96	B
10	N	22	F	35	F	47	Y	60	H	72	T	85	X	97	O
11	D	23	T	36	I	48	G	61	V	73	J	86	G	98	L
12	J	24	A	37	W	49	V	62	C	74	F	87	E	99	Y
		25	I			50	H			75	L			100	I
Emmerproef 2: effect op regenwormen															
Herh. 1		Herh. 2		Herh. 3		Herh.4									
1	B	5	D	9	D	13	A								
2	D	6	C	10	A	14	C								
3	A	7	B	11	B	15	D								
4	C	8	A	12	C	16	B					Deur van de koelcel			