LANDBOUWPROEFSTATION EN BODEMKUNDIG INSTITUUT T. N. O.
GRONINGEN

DE COMPOSTERING VAN STRO, MET EN ZONDER COMPOST-ACTIVATORS

WITH A SUMMARY

COMPOSTING STRAW
WITH AND WITHOUT ACTIVATORS

F. C. GERRETSEN
J. A. GROOTENHUIS
G. KOLENBRANDER

STAATSDRUKKERIJ UITGEVERIJBEDRIJF

VERSL. LANDBOUWK. ONDERZ. No. 62.1 — 's-GRAVENHAGE — 1956

CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS
0000 0186 6322

2,B522

INHOUD[1]

Blz.

I. INLEIDING 3

II. DE COMPOSTERINGSPROEVEN IN „DE WILHELMINAPOLDER" 5
1. Wijze van composteren 5
2. Aard van de preparaten 6
3. Omzetten van de composthopen 8
4. De temperatuur in de hopen 8

III. DE SAMENSTELLING VAN DE COMPOSTEN 14

IV. ORIËNTEREND MICROBIOLOGISCH ONDERZOEK BETREFFENDE DE OPNEEMBAARHEID VAN DE STIKSTOF IN ENKELE COMPOSTEN 20

V. DE WERKING VAN DE VERSCHILLENDE COMPOSTEN ALS MESTSTOF 23
1. Resultaten der proefvelden 23
2. De potproeven met strocompost, stalmest en kunstmest 31

VI. RESULTATEN IN HET BUITENLAND MET FERTOSAN EN Q.R. 34

VII. ALGEMENE BESCHOUWING OVER DE VERKREGEN RESULTATEN 35
1. De temperatuur 35
2. De chemische samenstelling der composten 35
3. Het vergelijkend microbiologisch onderzoek 37
4. De werking van de verschillende composten en ondergeploegd stro als meststof 37
5. De werking der diverse composteringspreparaten 38

SAMENVATTING 40

SUMMARY 41

[1] De auteurs zijn: dr. ir. F. C. GERRETSEN, oud-directeur van de Afdeling Microbiologie, ir. J. A. GROOTENHUIS en ir. G. J. KOLENBRANDER, beiden landbouwkundige aan het Landbouwproefstation en Bodemkundig Instituut T.N.O. te Groningen.

I. INLEIDING

Reeds verschillende malen is het in Nederland voorgekomen, dat men, zij het dan ook vaak plaatselijk, met grote stro-overschotten had te kampen. In zo'n periode, wanneer het stro onverkoopbaar is, doet zich telkens de vraag voor op welke wijze men zich van dit overtollige stro kan „ontdoen".

Ofschoon het verbranden van stro, zoals dat vooral op de klei-bedrijven in het z.w. van het land met de stro-oogst van 1949 plaats vond (in Zeeuws-Vlaanderen ging naar schatting ca. 90% van de totale oogst in vlammen op), verreweg de gemakkelijkste manier lijkt om zich van het stro te ontdoen, levert dit in een nat najaar toch grote moeilijkheden op. Daarbij komt, dat de praktijk het verbranden van stro veelal als een noodmaatregel beschouwt.

Aangezien men het stro liever op een nuttiger wijze in het bedrijf zou aanwenden, ligt het voor de hand de oplossing te zoeken in de richting van het direct onderploegen van stro of in het composteren ervan.

Hoewel het direct onderploegen van stro waarschijnlijk de goedkoopste en meest rationele oplossing zal zijn, levert het onderploegen van lang stro technische moeilijkheden op, ofschoon een strosnijapparaat aan de maaidorsmachine daarvoor misschien een oplossing kan brengen.

Aan het onderploegen van stro is bovendien het nadeel verbonden, dat er bij de ontleding van het stro door de microben stikstof aan de grond wordt onttrokken. Deze stikstof komt bij het afsterven der microben tenslotte voor een groot deel wel weer vrij, maar dit neemt niet weg, dat de planten ondertussen kans lopen stikstofgebrek te lijden.

Het kan daarom voordeel hebben om het stro eerst te composteren alvorens het onder te brengen; goed omgezette strocompost gelijkt in vele opzichten op goed vergane stalmest. Het lange onhandelbare stro is grotendeels vergaan en laat zich gemakkelijk strooien; doordat de gemakkelijk aantastbare organische stoffen reeds ontleed zijn, is de kans, dat door deze compost stikstof aan de grond zal worden onttrokken, veel geringer dan bij vers stro. Een nadeel is ongetwijfeld, dat voor het composteren een zekere hoeveelheid arbeid nodig is.

Om de ontleding van het stro te bevorderen en de composteringsduur te bekorten kan men stikstof in de vorm van ureum of kalkstikstof toevoegen, een procédé, dat in enkele maanden een goed vergane strocompost levert. In het buitenland, speciaal in Frankrijk en Engeland, worden speciale composteringspreparaten, z.g. „compostactivators" in de handel gebracht. Kleine hoeveelheden van deze preparaten zouden het composteringsproces zelfs in hoge mate versnellen en allerlei organische afval in korte tijd in waardevolle compost doen overgaan. Daar dit ook voor ons land van belang zou kunnen zijn en bovendien van handelszijde reeds meermalen is getracht voor ons land invoervergunningen te verkrijgen voor deze preparaten, werd naar aanleiding van één dezer verzoeken in 1949 een kleine strocomposteringsproef genomen te Sterksel (N.-Br.). Beproefd werden het Franse preparaat *Vétrisol*, dat in 3—5 weken een rijpe strocompost zou geven, zonder dat de compost omgezet zou behoeven te worden, en het Engelse preparaat *Q.R.*

Deze proeven te Sterksel, welke met medewerking van de Rijkslandbouwvoorlichtingsdienst te Eindhoven genomen werden, gaven echter een zeer teleurstellend resultaat. Er werd geen enkele aanwijzing verkregen, waaruit zou kunnen blijken,

dat de preparaten „Vétrisol" en „Q.R." enige positieve invloed op het verloop van het composteringsproces hebben uitgeoefend. Zelfs na 7 weken was er nog lang geen rijpe compost verkregen. De C/N-verhouding van de composten bedroeg toen nog ca. 55, wat er duidelijk op wijst, dat nog slechts een klein percentage van het stro ontleed is.

Uit een bespreking op het Landbouwproefstation te Groningen met de fabrikanten en vertegenwoordigers van het Franse preparaat „Vétrisol" bleek, dat deze fabrikanten van mening waren, dat het preparaat niet gewerkt zou hebben omdat de hopen te klein (300 kg stro) zouden zijn geweest. Door hen werd dan ook voorgesteld de proef te herhalen met hopen van tenminste 4 ton stro.

Naar aanleiding van deze bespreking werd besloten de proef met „Vétrisol" in 2-voud en met 4 ton stro te herhalen en tevens de Engelse preparaten „Q.R." en „Fertosan" in het onderzoek op te nemen. Als vergelijkingsobjecten werden gekozen een stro-water-compost (dus zonder enige stikstoftoevoeging) en twee hopen welke volgens de gebruikelijke wijze werden gemaakt, door toevoeging van ureum.

II. DE COMPOSTERINGSPROEVEN IN „DE WILHELMINAPOLDER"

Na overleg met de Heer A. MINDERHOUD, directeur van de N.V. „De Wilhelminapolder" te Goes, kon in december 1949 met de uitvoering van de proeven worden begonnen. De strocomposthopen werden opgesteld op een dorsplaats, grenzende aan een zoetwaterkolk, wat voor het natmaken van het stro een groot gemak was. Het stro was afkomstig van zomergerst, oogst 1949. De hopen werden zorgvuldig, volgens de voorschriften voor de diverse preparaten geldende, opgezet.

1. WIJZE VAN COMPOSTEREN

a. Voorweken

Daar in het voorschrift voor Vétrisol uitdrukkelijk aangegeven stond, dat het stro een voorweekperiode van tenminste 5 dagen moest doormaken, werd besloten dit voor alle hopen toe te passen, teneinde de behandeling van de hopen zo gelijk mogelijk te houden.

Het bevochtigen geschiedde door het stro uit de pakken flink los te schudden en dit laagsgewijze goed nat te spuiten met behulp van een, door een benzinemotor gedreven, centrifugaalpomp, waaraan een brandslang met spuitgeweer kon worden gekoppeld. Hierdoor werd een fijne verdeling van het water verkregen.

Per gewichtsdeel stro werd meer dan drie maal zoveel water op de hoop gespoten, terwijl rond deze weekhopen stropakken geplaatst werden, teneinde vochtverliezen aan de buitenkant zo veel mogelijk te beperken. Na ongeveer 1 week werden in alle hopen temperaturen tot boven 50° C gemeten.

Na 1 à 2 weken werden de weekhopen, welke inmiddels ingeklonken waren van ca 1,70 tot 1,20 m, omgebouwd tot composthopen.

b. Compostering

De voorschriften voor het opbouwen en prepareren van de composthopen liepen nogal uiteen; zij werden echter nauwkeurig opgevolgd. (Vermeld kan nog worden, dat het prepareren van de Vétrisol-hopen verricht werd door een Franse vertegenwoordiger van de Vétrisol-fabriek). Terwijl voor Vétrisol en Q.R. was aangegeven, dat de laagsgewijs opgebouwde hoop behoorlijk moest worden aangetrapt, gaf het voorschrift voor een Fertosan-behandeling uitdrukkelijk aan, dat de strolagen zo losjes mogelijk moesten worden opgetast. Daarnaast werd voor Q.R. en Fertosan het aanbrengen van een dun laagje grond tussen de strolagen essentieel geacht voor een goede werking, terwijl een weinig kalk over de grond gestrooid voordelig geacht werd. Aangezien het denkbaar is, dat zowel het aanbrengen van dunne grondlaagjes als de toevoeging van kalk in een strocomposthoop een gunstige invloed kan uitoefenen, werd besloten in alle composthopen (1 t/m 8) dunne grondlaagjes aan te brengen. Per hoop werd 0,8 m^3 kleigrond aangewend in 6 laagjes. Bovendien werd in de helft der hopen (5, 6, 7 en 8) per laag 500 g landbouwpoederkalk uitgestrooid, dus in totaal per hoop 3 kg. Het voorschrift voor Vétrisol sprak noch van grond noch van kalk, zodat deze hopen zonder deze ingrediënten werden opgezet.

2. Aard en samenstelling der preparaten

a. Vétrisol

Dit Franse preparaat is een vloeistof, waarvan beweerd wordt, dat het een voedingsbodem voor micro-organismen is en diverse micro-organismen bevat, die in staat zouden zijn in 3—5 weken uit stro een rijpe compost te maken.

De analyse, verricht door het Rijkslandbouwproefstation te Maastricht, gaf het volgende resultaat:

Vocht	99,6 %
Stikstof totaal	0,015 %
Fosforzuur in mineraalzuur oplosbaar	0,01 %
Kali in water oplosbaar	0,10 %
CO_2 uitgedreven met HCl	0,1 %
Gloeiverlies minus CO_2 en vocht	0,1 %

Volgens bovenstaande gehalten doet Vétrisol denken aan ongeveer 10 maal verdunde gier van slechte kwaliteit; ook de geur en de kleur van het preparaat wijzen in deze richting. Per ton stro werd 80 liter 1 op 20 verdunde Vétrisol aangewend; aan de controlehopen 9 en 10 werd per ton stro 80 liter water gegeven, eveneens laagsgewijs aangewend.

b. Het preparaat Q.R.

Het Engelse preparaat Q.R. *(quick return, quick rotting)* is een fijngemalen mengsel van de volgende gedroogde kruiden: kamille, paardebloem, valeriaan, duizendblad, brandnetel en eikenschors; hieraan zijn nog een paar druppels honing toegevoegd. De chemische samenstelling van dit preparaat is de volgende:

Vocht	12,0 %
As	17,5 %
Zand	2,6 %
Org. materiaal	70,5 %
Stikstof totaal	1,3 %
Aeth. oliën	0,2 %
Harsen	0,9 %
Valeriaanzuur	0,02 %

6 theelepeltjes van dit preparaat, overeenkomende met 4—5 g materiaal, gesuspendeerd in 3 l water, waren ruim voldoende voor het prepareren van 1 ton stro.

c. Fertosan

Dit is een Engels bacteriënpreparaat op een gedroogde vermalen gelatine-voedingsbodem. Het preparaat bevatte een aantal algemeen voorkomende sporenvormende bodembacteriën, behorende tot de *Subtilus*-groep. Een pakje Fertosan van enkele grammen is voldoende voor het prepareren van 4 ton stro. Ook het „Fertosan" wordt eerst in water gesuspendeerd om het goed door de hoop te kunnen verdelen.

d. Ureum

Deze stikstofverbinding wordt door de meeste micro-organismen gemakkelijk geassimileerd; door het enzyme de „*urease*", dat in tal van bacteriën voorkomt, wordt het zeer gemakkelijk in ammoniumcarbonaat overgevoerd.

De composthopen 3 en 6 hebben per laag van 100 kg stro, 0,7 kg N in de vorm van ureum ontvangen, in totaal 33 kg ureum per hoop.

Na het uitstrooien van de ureum werd elke laag begoten en een grondlaagje aangebracht; in hoop 6 werd op elk grondlaagje 500 g poederkalk gestrooid.

Tabel 1 geeft een overzicht van de behandeling van de verschillende hopen, toen de weekhopen omgebouwd werden tot composthopen. De gebruikte grond was een matig zware jonge zeeklei van de volgende samenstelling:

Afslibbaar	50 %
Humus	2,4 %
N totaal	918 mg/kg
Minerale N	18,8 mg/kg
$CaCO_3$	5,0 %
P-citr.	51
K-HCl	31
pH	7,8

TABEL 1. Overzicht der proeven

No. proef	Preparaat	Stro kg per hoop	Grond (klei)	Kalk	Stikstof (kg N)	Aantal liters water met preparaten toegevoegd
Serie I						
1	Controle	1900	0,8 m³	geen	geen	40
2	Fertosan	1900	0,8 m³	geen	geen	40
3	Ureum	1900	0,8 m³	geen	13,3 (=33 kg ureum)	40
4	Q.R.	1900	0,8 m³	geen	geen	40
Serie II						
5	Fertosan	1900	0,8 m³	3 kg	geen	40
6	Ureum	1900	0,8 m³	3 kg	13,3 (=33 kg ureum)	40
7	Q.R.	1900	0,8 m³	3 kg	geen	40
8	Controle	1900	0,8 m³	3 kg	geen	40
Serie III						
9	Controle	4000	geen	geen	geen	80
10	Vétrisol	4000	geen	geen	geen	80
11	Vétrisol	4000	geen	geen	geen	80
12	Controle	4000	geen	geen	geen	80
Nr. experiment	*Preparation*	*Straw kg per heap*	*Soil (clay)*	*Lime*	*Nitrogen (kg N)*	*Litres of water with preparations added*

TABLE 1. *Survey of the experiments*

3. Omzetten van de composthopen

Na ongeveer 1½ maand werd in alle hopen een gat gestoken, met het doel het materiaal te beoordelen.

Het viel op, dat de beide met ureum geprepareerde hopen aanmerkelijk verder ingeklonken waren en het materiaal veel verder was omgezet, dan in de overige hopen. In alle hopen bleek het materiaal tamelijk sterk te zijn uitgedroogd, zodat het wenselijk werd geacht de hopen om te zetten en opnieuw te bevochtigen.

De luchttoetreding in de hopen was eveneens onvoldoende, hetgeen bleek uit de grijsblauwe reductiekleur welke de kleigrond vertoonde even beneden de oppervlakte.

Daar er geen verschil geconstateerd werd in de omzettingen tussen serie I en II, werd besloten alleen serie I om te zetten, ten einde na te gaan of hierdoor de omzettingen versneld zouden worden. Zo werden ook van serie III 2 hopen wel en 2 hopen niet omgezet.

Daar echter niet direct over de besproeiingsapparatuur beschikt kon worden, moest het bevochtigen nog een maand worden uitgesteld. Toen werden de 8 kleine hopen gedurende 1 uur en de 4 grote gedurende 2½ uur bovenop bespoten.

Het omzetten van de composthopen heeft zodanig plaats gevonden, dat de minder goed verteerde buitenkanten binnen in de hoop kwamen te zitten. Overigens werden de hopen weer laagsgewijs opgebouwd.

Bij het omzetten bleek, dat, op het oog, bij de ureumcompost reeds van een rijpe strocompost sprake was. De compost was goed met de schop te verwerken, terwijl dat bij de overige hopen alleen met de greep mogelijk bleek.

Dat wil dus zeggen, dat het met behulp van ureum mogelijk is in 2 maanden een rijpe strocompost te verkrijgen, zonder dat het noodzakelijk is, de hoop om te zetten.

4. De temperatuur in de hopen

a. Warmteverdeling in de weekhopen

Enkele dagen na het opzetten van de weekhopen begon de temperatuur in de hopen flink te stijgen. Na ongeveer 1 week werden in alle hopen plaatselijk temperaturen gemeten tot boven 50° C.

Teneinde een indruk te verkrijgen van de plaatselijke temperatuurverschillen in de hopen, werden in de weekhoop 7 temperatuurmetingen gedaan op 30, 60 en 90 cm van de bovenzijde, telkens op onderlinge afstanden van 1 meter. Door in de verschillende horizontale doorsneden isothermen te tekenen, verkrijgt men een globaal beeld van de warmteverdeling binnen de hoop. Uit figuur 1, 2 en 3 blijkt, dat de warmteverdeling binnen de hoop vrij grillig is. Duidelijk komt echter naar voren, dat de hoogste temperaturen optreden in de westelijke helft van de hoop, d.w.z. aan de windzijde, hetgeen waarschijnlijk zijn verklaring zal vinden in het feit, dat hier meer lucht in de hoop dringt.

Aangezien de warmteverdeling in de hopen zo grillig verloopt, is het duidelijk, dat de temperatuurmetingen een grote spreiding vertonen. Naarmate de thermometer b.v. iets meer of minder diep wordt gestoken, kan men verschillen van enkele tientallen graden krijgen.

Zelfs al laat men de thermometer op dezelfde plaats zitten, dan zal naarmate de

hoop verder omgezet is en daardoor meer ingeklonken is, de invloed van de buitentemperatuur sterker worden.

De temperatuurmetingen kunnen dus slechts een zeer globale indruk geven van het verloop der omzettingen. Beslissend hiervoor zijn uiteindelijk vooral de gehalten aan aantastbare organische stof en vooral de C/N-verhoudingen van de eindprodukten.

b. Het temperatuurverloop in de composthopen

Nadat de weekhopen omgebouwd waren tot composthopen, werden de temperatuurmetingen verder vervolgd. De metingen vonden plaats in het centrum van de hoop op een diepte van ca 70 cm beneden de oppervlakte.

De fig. 4, 5, 6 geven een indruk van het temperatuurverloop in de 3 series gedurende de 1e periode van de broei van ± 9 december tot 25 januari. In de eerste plaats blijkt, dat in alle composthopen, ook die met stro alleen zonder stikstoftoevoeging, binnen ongeveer een week de maximum temperatuur bereikt wordt, die tussen 60 en 70° C in ligt.

De temperatuur in de controlehoop 1 stijgt echter slechts tot 48° C, die in de controlehoop 8 tot 63° C, terwijl de controlehopen 9 en 12 resp. 58° en 66° bereiken. Daarna daalt de temperatuur geleidelijk.

De controlehopen zijn op enkele ondergeschikte punten na geheel aan elkaar gelijk en wij zien nu dat de temperatuur van de met diverse preparaten behandelde hopen alle binnen de grenzen van die van de controlehopen liggen, uitgezonderd de ureumcomposten, die gedurende deze periode hoger liggen dan de anderen.

Het lijkt ons dan ook niet toelaatbaar om op grond van deze temperatuurwaarnemingen enige conclusie te trekken omtrent de werking der preparaten, behalve dan dat ureum duidelijk de omzetting versneld heeft.

De diverse factoren, die de temperatuur in deze hopen beïnvloeden, zoals windkracht, windrichting, vochtgehalte, buitentemperatuur etc., zijn de oorzaak dat de temperatuurmetingen een grote spreiding vertonen.

Het omzetten der hopen op 6 februari heeft op de temperatuur der diverse composten geen noemenswaarde invloed uitgeoefend. Klaarblijkelijk was de aëratie voor de ontleding der op dat tijdstip nog overgebleven gemakkelijk aantastbare organische stoffen voldoende. Begin april waren de temperaturen der verschillende hopen gemiddeld nog ± 10° C hoger dan de buitentemperatuur (6° C), die van de ureumhopen ± 20° C hoger.

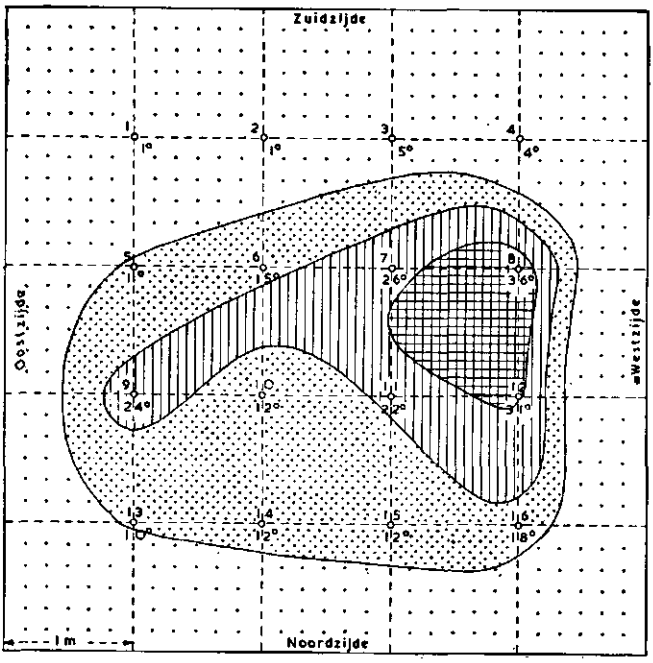


FIG. 1.
Temperatuursverloop in het horizontale vlak 30 cm beneden de bovenkant in weekhoop 7 op 14 december 1949, 7 dagen na het opstellen van de hoop in C°. Buitentemperatuur + 1°C.

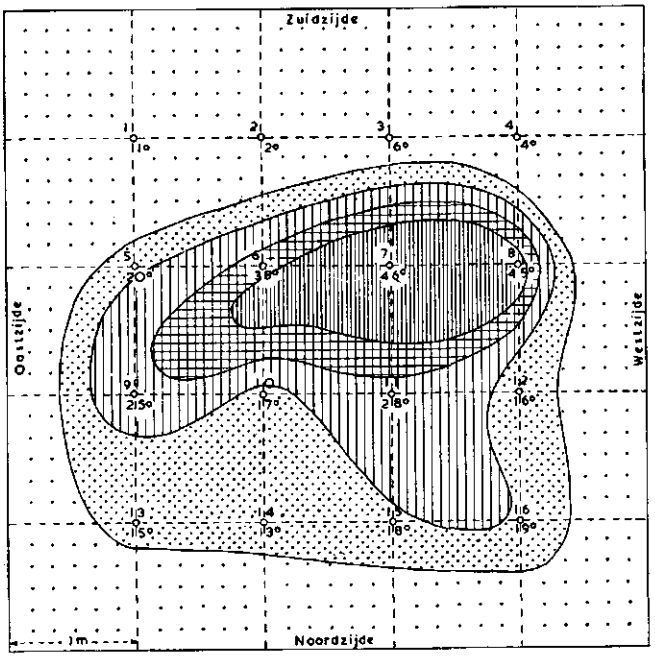


FIG. 2.
Temperatuursverloop in °C in het horizontale vlak 60 cm beneden de bovenkant in weekhoop 7

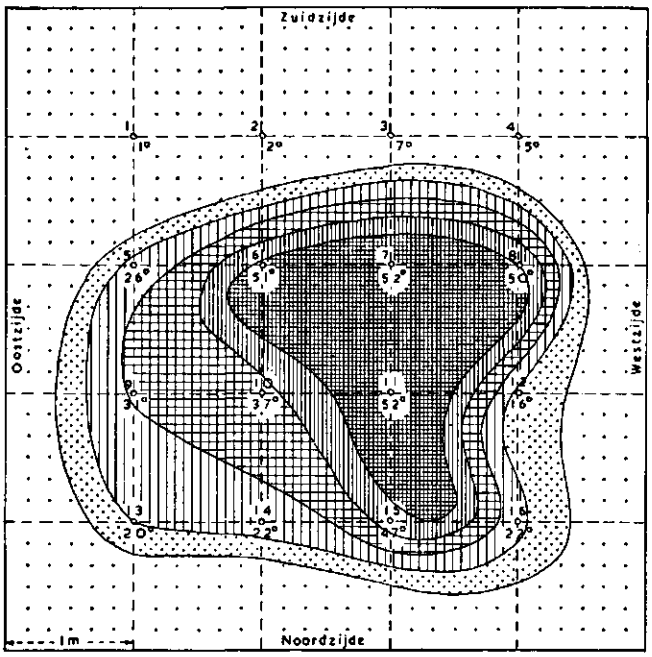


FIG. 3.
Temperatuursverloop in °C in het horizontale vlak 90 cm beneden de bovenkant in weekhoop 7

VERKLARING

Temperaturen
lager dan 10°C
Temperatures lower than 10°C

tussen 10 en 20°C
between 10 and 20°C

tussen 20 en 30°C
between 20 and 30°C

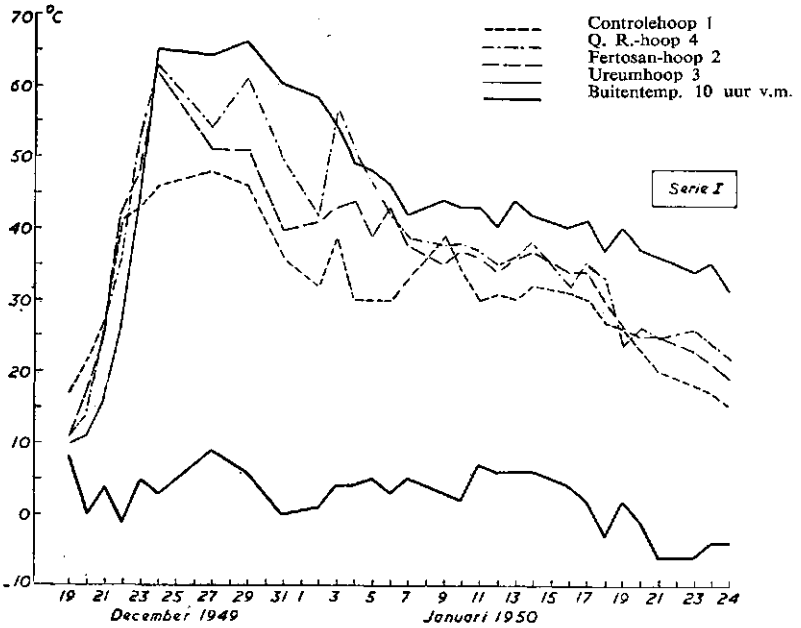
tussen 30 en 40°C
between 30 and 40°C

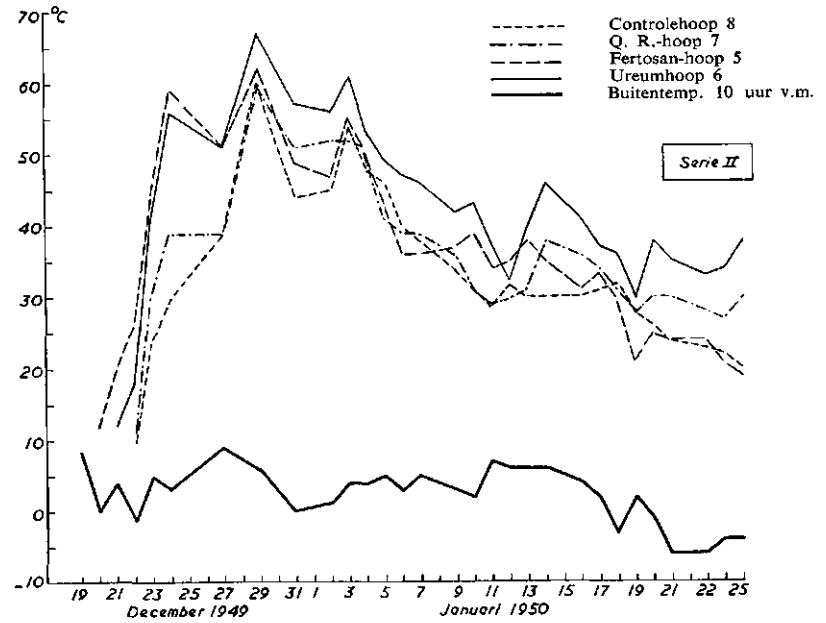
tussen 40 en 50°C
between 40 and 50°C

hoger dan 50°C
higher than 50°C

1 t/m 16 waarnemingspunten waar de temperaturen zijn gemeten, op onderlinge afstanden van 1 m (*measuring spots of temperatures*)

FIG. 1, 2, 3. *The temperature in 3 horizontal layers of a heap of straw, resp. at 30, 60 and 90 cm below the top of the heap, one week after the straw had been wetted*


°C
70
60
50
40
30
20
10
0
-10
Controlehoop 1
Q. R.-hoop 4
Fertosan-hoop 2
Ureumhoop 3
Buitentemp. 10 uur v.m.
Serie I
19 21 23 25 27 29 31 1 3 5 7 9 11 13 15 17 19 21 23 24
December 1949
Januari 1950


°C
70
60
50
40
30
20
10
0
-10
Controlehoop 8
Q. R.-hoop 7
Fertosan-hoop 5
Ureumhoop 6
Buitentemp. 10 uur v.m.
Serie II
19 21 23 25 27 29 31 1 3 5 7 9 11 13 15 17 19 21 22 25
December 1949
Januari 1950

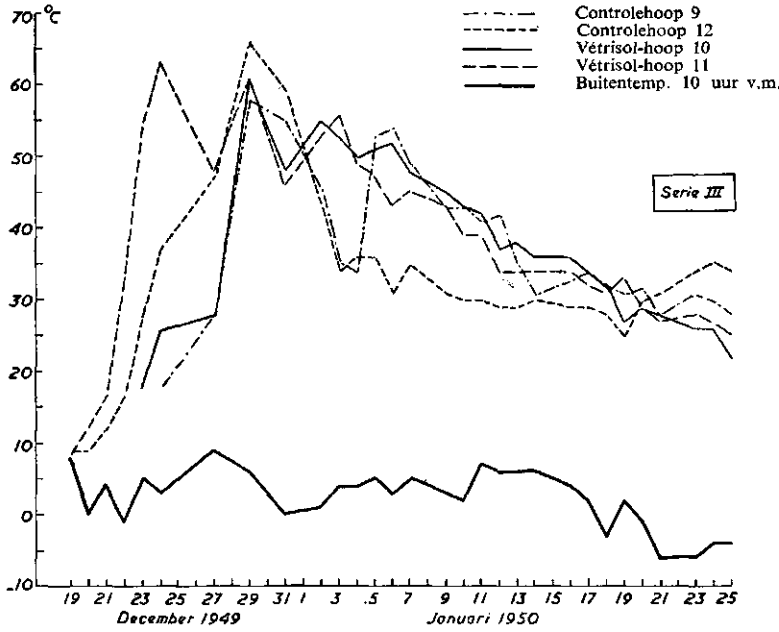


FIG. 4, 5, 6. Temperatuursverloop in de composthopen, gemeten op 70 cm diepte, 50 cm ten westen van het centrum

FIG. 4, 5, 6. *Temperature curves at 70 cm below surface in the different compost heaps. Series 1 without $CaCO_3$, Series 2 with 3 kg $CaCO_3$. Series 3 Vétrisol compost and control, without $CaCO_3$.*

III. DE SAMENSTELLING VAN DE COMPOSTEN

De composten werden in april en in augustus bemonsterd, dus na resp. 3 en 8 maanden bewaren.

De bemonstering vond plaats door in elke hoop 4 verticale gaten te steken; het materiaal, dat uit de 4 gaten van een hoop kwam, werd gemengd en opnieuw bemonsterd, uit welk monster op het laboratorium weer een monster getrokken werd voor analyse.

De volgende tabel geeft een overzicht van de chemische samenstelling van de composten.

a. Overzicht van de analyseresultaten

Wil men op grond van de analyseresultaten zich een voorstelling maken van de graad van ontleding van de compost, dan kan men hiervoor aanwijzingen vinden in de vermindering van de hoeveelheid aantastbare koolstofverbindingen (C_t-C_h), in de toename van de hoeveelheid hydrolyseerbare stikstof (N_t-N_h), in de verlaging van de C/N-verhouding en in de verhoging van het asgehalte.

In werkelijkheid blijft natuurlijk de totale hoeveelheid as gelijk, maar doordat

TABEL 2. Chemische samenstelling der composten (% in de droge stof)

	% ds	N_t	N_t-N_h	C_t	Ct-C_h	As	P_2O_5	C_t/N_t	$\frac{C_t\text{-}C_h}{N_t\text{-}N_h}$
Stro (begin)	93,5	0,53	0,23	43,1	27,5	10	0,34	81,5	120
Maart									
SERIE I (omgezet)									
1. Controle	21,3	0,86	0,53	34,0	21,7	28,9	0,34	40	41
2. Fertosan	23,7	0,77	0,50	33,1	20,8	33,0	0,37	42	41,5
3. Ureum	20,1	1,89	1,45	25,4	13,9	48,1	0,35	13,5	9
4. Q.R.	22,0	0,78	0,52	30,3	19,2	37,2	0,41	39	37
SERIE II (niet omgezet)									
5. Fertosan	23,3	0,92	0,56	36,2	21,0	29,4	0,43	39,5	37
6. Ureum	20,6	1,60	1,13	25,0	13,5	49,0	0,47	15,5	12
7. Q.R.	23,7	0,78	0,38	28,8	17,0	42,2	0,47	37	45
8. Controle	27,2	0,87	0,50	36,1	23,2	28,9	0,35	41,5	46,5
SERIE III (omgezet)									
9. Controle	25,1	1,10	0,73	39,9	26,3	17,8	0,35	36,5	37
10. Vétrisol	20,6	1,11	0,66	40,6	24,8	17,2	0,54	36,5	37,5
SERIE III (niet omgezet)									
11. Vétrisol	17,7	1,03	0,56	39,7	25,7	17,0	0,57	38,5	46
12. Controle	18,5	1,09	0,68	38,1	22,3	16,6	0,46	35	32,5

	% ds	N_t	N_t-N_h	C_t	C_t-C_h	As	P_2O_5	C_t/N_t	$\frac{C_t\text{-}C_h}{N_t\text{-}N_h}$
Augustus									
SERIE I (omgezet)									
1. Controle	23,0	1,66	1,20	20,1	8,9	61,8	0,70	11,5	7,5
2. Fertosan	18,4	1,07	0,62	18,6	8,2	61,2	0,60	17,5	13,5
3. Ureum	22,9	0,88	0,53	14,0	7,8	72,0	0,34	16	14,5
4. Q.R.	16,6	1,20	0,85	16,8	10,3	67,3	0,55	14	12
SERIE II (niet omgezet)									
5. Fertosan	16,1	1,23	0,67	34,6	21,8	33,5	1,04	28	32,5
6. Ureum	20,8	1,86	1,48	25,0	10,3	51,0	0,99	13,5	7
7. Q.R.	15,8	1,22	0,60	30,5	14,0	39,1	0,97	25	23,5
8. Controle	14,4	1,64	1,30	34,9	18,5	32,5	0,98	21	14,5
SERIE III (omgezet)									
9. Controle	15,0	1,73	1,41	37,0	17,9	25,3	1,40	21	12,5
10. Vétrisol	11,2	1,90	1,30	40,1	25,0	17,0	0,36	21	19,5
SERIE III (niet omgezet)									
11. Vétrisol	12,3	1,59	0,67	39,6	21,7	20,1	1,10	23,5	32
12. Controle	10,9	1,95	1,35	39,2	22,6	21,3	1,08	20	17

ds = droge stof (*dry matter*).
N_t = totale stikstof (*total nitrogen*).
C_t = totale koolstof (*total carbon*).
N_h = in 80% H_2SO_4 niet hydrolyseerbare stikstof (*in 80% H_2SO_4 non hydrolyzable nitrogen*).
C_h = in 80% H_2SO_4 niet hydrolyseerbare koolstof (*in 80% H_2SO_4 non hydrolyzable carbon*).
C_t-C_h = de koolstof in het hydrolyseerbare deel der organische stof (*carbon in the hydrolyzable part of the organic matter*).
N_t-N_h = de stikstof in het hydrolyseerbare deel der organische stof (*nitrogen in the hydrolyzable part of the organic matter*).
Stro = *straw.*
Omgezet = *converted.*
Niet omgezet = *non converted.*

TABLE 2. *Chemical composition of the composts (% in the dry matter)*

tijdens de ontleding voortdurend meer koolstofverbindingen geoxydeerd worden en de CO_2 de lucht in gaat, neemt relatief het asgehalte toe.

Door het mengen van de compost met grond in de serie I en II is het materiaal zo heterogeen geworden, dat de asgehalten grote schommelingen vertonen en in enkele gevallen in maart zelfs hoger liggen dan in augustus.

Deze onzekerheid in de juistheid van de asgehalten heeft ook tengevolge, dat men noch aan het totaal koolstofgehalte, noch aan het gehalte aan hydrolyseerbare koolstof en stikstof veel houvast heeft in deze beide series.

Dit neemt niet weg, dat de composten met ureum, vergeleken met de overeenkomstige composten zonder ureum, overal het hoogste asgehalte, de laagste gehalten aan totaal koolstof en aan hydrolyseerbare C-verbindingen hebben. Dit wijst er op, dat de omzettingen in deze ureumcomposten veel intensiever geweest zijn dan in de andere composten. (Zie tabel 3. Het is duidelijk, dat deze verschillen belangrijk groter zijn dan die tussen de andere composten en het gemiddelde).

TABEL 3. Vergelijking tussen C_t, C_h en as van ureumcompost en het gemiddelde der andere composten (serie I en II)

	As (*ash*)	C_t	C_t-C_h
Ureumcompost (*Urea-compost*)	48,5	25,2	13,7
Gemiddelde der andere composten (*average of other composts*)	31,6	33,1	20,6

TABLE 3. *Comparison between C_t, C_h and ash of urea compost and the average of the other composts (series I and II)*

Ook voor de composten met Vétrisol, waar geen grond bijgemengd is, kunnen de totaal koolstofverliezen een indruk geven van de omzettingsgraad. In fig. 7 en 8 vindt men hiervan een overzicht; op de X-as is de composteringsduur in maanden afgezet, op de Y-as het percentage, dat aan totaal koolstof verloren is gegaan. Bij de berekening is uitgegaan van de veronderstelling, dat de totale hoeveelheid as in de compost onveranderd blijft; de lijnen zijn zodanig getrokken, dat ze ten naaste bij aan de exponentiële functie voldoen.

In fig. 7 zijn bovendien nog opgenomen de resultaten van de eerste proef met Vétrisol te Sterksel. Het is duidelijk, dat de resultaten met strocompost alleen, dezelfde zijn als die met strocompost waaraan Vétrisol is toegevoegd. De afwijkingen van enkele procenten van de gevonden waarden met de krommen, liggen geheel binnen de waarnemingsfouten.

Op grond van deze proeven kan men o.i. met zekerheid besluiten, dat het Vétrisol geen enkele invloed op de snelheid van het composteringsproces heeft uitgeoefend.

Voor een beoordeling van de werking der andere composten heeft men meer houvast aan de verhouding van de koolstof en de stikstof in de overgebleven compost, omdat deze verhouding los staat van het asgehalte en men hierin tot op zekere hoogte een maatstaf heeft voor de rijpingsgraad van de compost.

Legt men als criterium aan een C/N-verhouding van 20 of kleiner, in verband met een stikstofvastlegging door micro-organismen bij aanwending van de compost op het veld, dan kan men constateren, dat in maart de ureumcompost een C/N-verhouding kleiner dan 20 heeft, zowel bij de omgezette hoop (serie I) als bij de niet omgezette (serie II). Alle andere hopen hebben in maart, dus na 3 maanden composteren, een C/N-verhouding, welke varieert van 35—40. Op grond van deze vaststelling moet men dus constateren, dat geen van de compostpreparaten voldaan heeft aan de verwachting van een snelle compostering. De resultaten zijn niet beter dan bij een compostering zonder enige N-bron of preparaat (controles).

In augustus, dus na 8 maanden bewaren, hebben de omgezette composten van serie I alle een C/N-verhouding kleiner dan 20. Ook de composten van serie III heb-

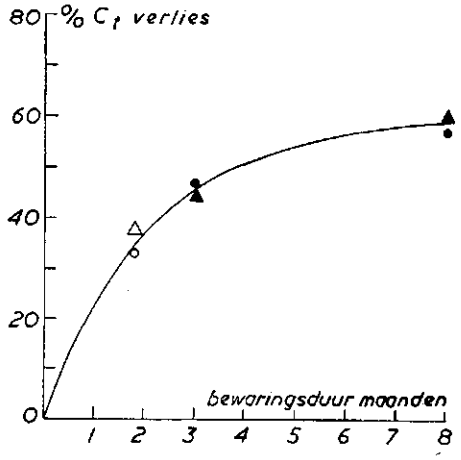


FIG. 7.
Koolstofverliezen van niet omgezette compost zonder grond

● controle ⎫ Goes
▲ Vétrisol ⎭
○ controle ⎫ Sterksel
△ Vétrisol ⎭

FIG. 7.
The loss of total carbon related to the duration of the composting proces (two experiments with Vétrisol in two successive years as compared with pure straw compost). The compost had not been turned over in this case.

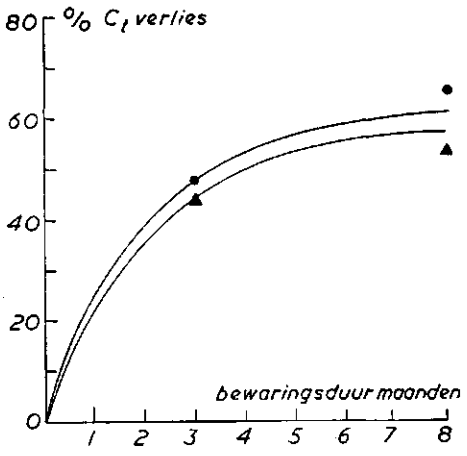


FIG. 8.
Koolstofverliezen van omgezette compost zonder grond

● controle
▲ Vétrisol

FIG. 8.
The same as fig. 7, but this time the compost had been turned over after 6 weeks

ben ten naaste bij een C/N-verhouding van 20 bereikt. Echter de niet omgezette composten van serie II, dit zijn de composten behandeld met één der preparaten Fertosan of Q.R., hebben nog een C/N-verhouding van 28 resp. 25, terwijl de controlehoop een C/N-verhouding van 21 heeft.

De conclusie kan getrokken worden, dat op basis van de C/N-verhouding de *werking van de preparaten nihil is geweest.* Dit resultaat stemt geheel overeen met de proeven te Sterksel, in het jaar daarvoor genomen, waarbij de preparaten Vétrisol en Q.R. beproefd werden. Deze proeven bewijzen dus duidelijk, dat de beste en snelste wijze van stro composteren nog altijd die is, waarbij ca 0,7% N toegevoegd wordt aan het stro, in de vorm van ureum of een andere stikstofbron. Hierop wijst ook de waarneming, dat bij het omzetten van de hopen van serie I na ongeveer 2 maanden composteren, de ureumhoop zich veel gemakkelijker liet bewerken, een donkerbruine kleur van omgezette mest had en veel meer in omvang was afgenomen dan de overige

hopen. De ureumhoop kon met de schop, de overige hopen alleen met de greep bewerkt worden.

Uit de temperatuurkrommen blijkt verder nog, dat de ureumhopen steeds de hoogste temperatuur vertoond hebben. Dit wijst eveneens op een grotere bacteriologische activiteit dan in de andere hopen.

b. De verhouding van de hydrolytisch splitsbare koolstof en stikstof

Men heeft er wel eens op gewezen, dat het misschien beter zou zijn niet met de verhouding van de totale koolstof en stikstof te werken, maar met de verhouding van de in 80% H_2SO_4 hydrolyseerbare koolstof en stikstof.

Bij deze behandeling met 80% H_2SO_4 en daarna koken met verdund H_2SO_4, gaat men van de veronderstelling uit, dat alle door micro-organismen aantastbare organi-

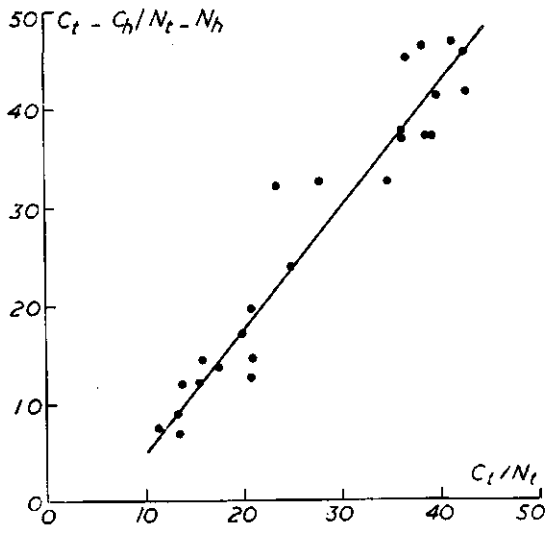


FIG. 9.
Samenhang gebaseerd op de C/N-verhouding van de totale C en N en de hydrolytisch splitsbare C en N

FIG. 9.
The relation between the ratio of total C and total N to the carbon and nitrogen in the decomposable organic material of the different composts. As the relation is close to a straight line, it does not make much difference which of the two ratio's is used.

sche stoffen in oplossing gaan en dat alleen de resistente stoffen overblijven. Het is ook inderdaad gebleken, dat hetgeen na de hydrolyse overblijft voor micro-organismen moeilijk aantastbaar is en noch als koolstofbron noch als stikstofbron dienst kan doen. Men zou nu kunnen verwachten, dat deze verhouding van de gemakkelijk aantastbare koolstof en stikstof in organisch materiaal een beter criterium voor de stikstofvastlegging zou geven dan de verhouding van de totaal C en totaal N, omdat in deze laatste cijfers ook de niet aantastbare C en N der stabiele humusprodukten begrepen zijn.

Bij deze proeven is zowel de C_t/N_t (totaal) als de C_t-C_h/N_t-N_h (hydrolytiseh splitsbaar) bepaald. Fig. 9 laat de samenhang zien tussen beide grootheden. Het blijkt, dat er een nauwe samenhang bestaat, waaruit volgt, dat het in het onderhavige geval onverschillig is of men de C_t/N_t of de $\frac{C_t-C_h}{N_t-N_h}$ als criterium gebruikt voor een

stikstofvastleggende werking door micro-organismen. Deze conclusie kan men echter niet zonder meer op andere meststoffen overbrengen.

c. De verliezen aan organische stof

Vergelijkt men de in augustus verkregen cijfers van C_t/N_t en $\frac{C_t-C_h}{N_t-N_h}$ der in februari omgezette hopen met die van de niet omgezette hopen, dan blijkt, dat het omzetten een duidelijke versnelling van de ontleding der composten tengevolge heeft gehad. In alle gevallen zijn de C/N-verhoudingen van de omgezette hopen *lager* dan van de niet omgezette hopen.

IV. ORIËNTEREND MICROBIOLOGISCH ONDERZOEK BETREFFENDE DE ASSIMILEERBAARHEID VAN DE STIKSTOF IN ENKELE COMPOSTEN

Ten einde een indruk te krijgen van de assimileerbaarheid van de stikstof in enkele composten werd een proef aangezet, waarbij aan 500 g grond van De Wilhelminapolder 2 g compost (drooggew.) werd toegevoegd, benevens 2,5 g cellulose.

Vergeleken werd dezelfde grond met cellulose alleen en met cellulose en stikstof (20 mg als Ca $(NO_3)_2$). Tevens werd toegevoegd 0,5 g K_2HPO_4 en 0,1 g $MgSO_4$. De grond met de diverse stoffen werd in gesloten cylinders gebracht, waardoor koolzuurvrije lucht werd geleid (2 l per uur); het door de micro-organismen tijdens de ontleding der cellulose en compost geproduceerde koolzuur werd opgevangen in 0,1 n natronloog en om de 2 dagen getitreerd. Daar de chemische analyses der composten slechts weinig uiteenliepen, werden ter oriëntering alleen de uitersten onderzocht, nl. de strocompost zonder enige toevoeging en de compost met ureum.

Het principe van deze proef is het volgende:

De toegevoegde cellulose wordt door de in de grond aanwezige aërobe microorganismen ontleed en tenslotte in koolzuur en water overgevoerd. Voor deze ontleding is een zekere hoeveelheid stikstof nodig, welke gedeeltelijk door de grond zelf en overigens door de te onderzoeken compost moet worden geleverd. Naarmate de organische stikstofverbindingen uit de compost gemakkelijker gemineraliseerd worden en deze stikstof voor planten en microben assimileerbaar wordt, wordt er ook meer koolzuur geproduceerd.

Bij het hierover verrichte onderzoek bleek een goede samenhang te bestaan tussen de hoeveelheid assimileerbare stikstof en het geproduceerde koolzuur, mits een overmaat cellulose aanwezig is en de proeven niet al te lang worden voortgezet. In het laatste geval zou de stikstof, die aanvankelijk voor de eerste generaties microben is gebruikt en als microbeneiwit werd vastgelegd, weer gemineraliseerd worden en opnieuw worden gebruikt. De resultaten van dit onderzoek zijn in de nevengaande figuur 10 vastgelegd.

Het is duidelijk, dat door toevoeging van stikstof aan het grond-cellulose-mengsel de hoeveelheid geproduceerde koolzuur zeer sterk is toegenomen. Tevens blijkt, dat uit de strocompost No. 8 (controle) weinig of geen stikstof is afgestaan ten behoeve van de cellulose-ontleding; uit de ureumcompost daarentegen is wel een kleine hoeveelheid stikstof ter beschikking van de cellulose-aantasters gekomen.

Opmerkelijk is, dat de CO_2-produktielijnen van de ureumcompost, de strocompost en de grond met cellulose alle na 10 dagen vrijwel parallel lopen. Na 10 dagen bedragen de meeropbrengsten aan CO_2-produktie t.o.v. de controle resp. 245 en 80 mg, na 21 dagen is er slechts 39 resp. 20 mg bijgeproduceerd. Hieruit krijgt men de indruk, dat in de eerste 10 dagen het grootste deel der aanwezige organische stikstofverbindingen al gemineraliseerd is en dat daarna de mineralisatie veel langzamer en moeilijker verloopt.

Ureumcompost verschilt ook hier duidelijk van de strocompost; er is een zekere, zij het ook beperkte, stikstofwerking te constateren. De toegevoegde ureumcompost

FIG. 10. Door micro-organismen geproduceerde hoeveelheden CO_2 bij een proef ter bepaling van de assimileerbaarheid van stikstof in enkele composten

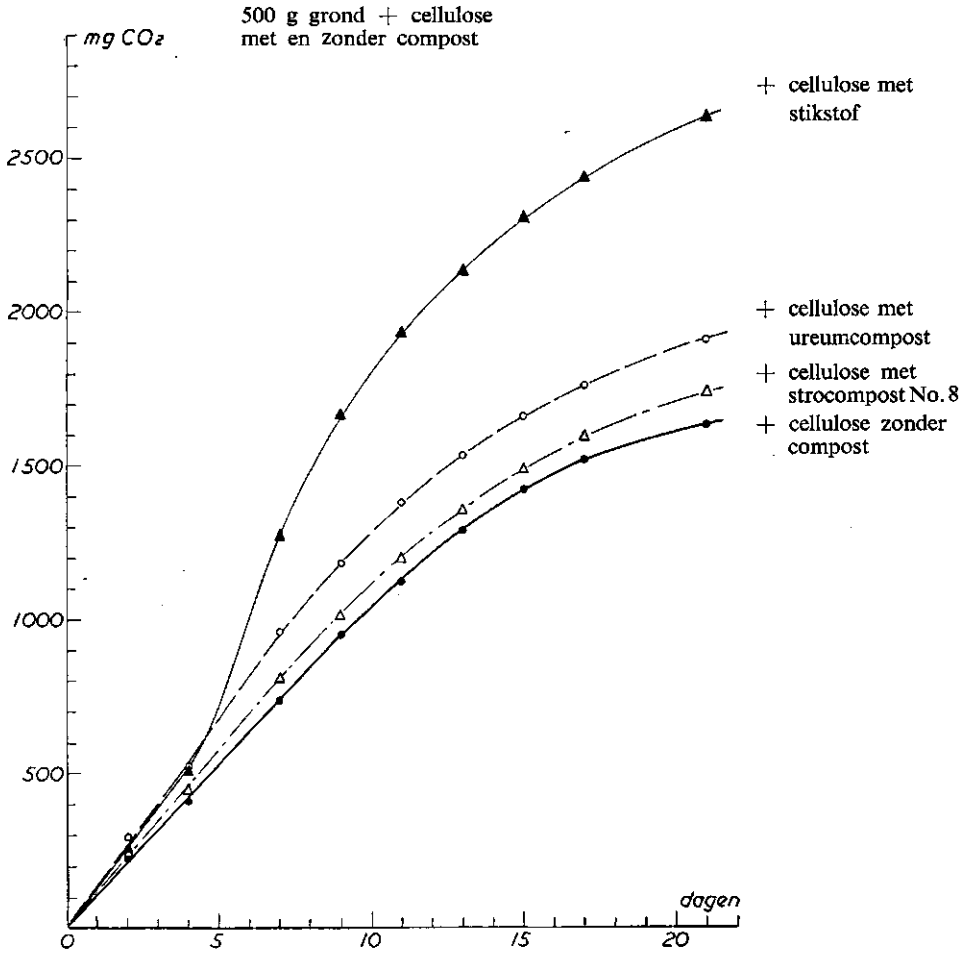


FIG. 10. *The quantities of CO_2 produced by microorganisms when 500 g soil is mixed with cellulose + nitrogen. The availability of the nitrogen in the straw compost is low, of the ureum compost somewhat better (15%) as compared with the anorganic nitrogen.*

bevatte in totaal 37,2 mg N, waardoor in 21 dagen 284 mg CO_2 meer geproduceerd werd dan door de grond met cellulose zonder N.

Deze laatste produceerde echter door toevoeging van 20 mg assimileerbare anorganische stikstof 1000 mg CO_2 meer in dezelfde tijd. Hieruit zou men tot een stikstofwerking van $\pm$ 15% van de in de ureumcompost aanwezige totaal stikstof kunnen concluderen, wat men echter niet zonder meer op de aanwending in het veld zou mogen overbrengen. Dat in alle gevallen de assimileerbaarheid van de in de strocompost aanwezige stikstof gering zal zijn, laat zich op grond van deze proeven concluderen. Van de strocompost No. 8 was de N-werking slechts $\pm$ 9,5%.

V. DE WERKING VAN DE VERSCHILLENDE COMPOSTEN ALS MESTSTOF

De werking en de nawerking van de verschillende composten als meststof werd nagegaan op een tweetal proefvelden in De Wilhelminapolder, welke werden aangelegd in samenwerking met het Rijkslandbouwconsulentschap voor de Zeeuwse Eilanden. Daarnaast werd de werking van twee composten met behulp van een potproef met zandgrond vastgesteld.

1. Resultaten der proefvelden

a. Grondsoort

Beide proefvelden werden aangelegd op één perceel, met een bouwvoor, die uit zware jonge zeeklei bestond. Het klei-pakket op het perceel is ongeveer 1 m dik, terwijl het slibgehalte geleidelijk daalt van boven naar beneden. Op een diepte van ca 1 m gaat de kleilaag over in slibhoudend fijn zand. De chemische samenstelling van de bouwvoor was als volgt:

pH (water)	7,8 %
organische stof	2,4 %
afslibbare delen (<16μ)	50,0 %
$CaCO_3$	5,0 %
P-citr.	51
K-HCl	31

b. Opzet van de proeven

Proefveld Z 1480

Het proefveld Z 1480 werd opgezet als een latijns vierkant met de volgende objecten in vijfvoud:

40 ton/ha stro-water-grond-compost (controle-hoop 8)
40 ton/ha stro-water-grond-compost(Q.R.-hoop 7)
40 ton/ha stro-water-grond-compost (Fertosan-hoop 5)
40 ton/ha stro-water-grond-compost (Ureum-hoop 6).

Het doel van dit proefveld was na te gaan, in hoeverre er verschillen van betekenis in stikstofwerking bestonden tussen de verschillende composten onderling en in vergelijking met een object zonder toediening van compost. Alle objecten werden bemest naar 140 kg N per ha als kalkammonsalpeter.

Proefveld Z 1481

Aangezien de opzet van Z 1480 voor demonstratie minder geschikt was, werd nog een demonstratieproefveld aangelegd.

Dit proefveld Z 1481 werd opgezet als een composttrappenproefveld in enkelvoud, met de volgende objecten in stroken:

geen compost
40 en 80 ton/ha stro-water-compost (controlehoop 12)
40 en 80 ton/ha stro-water-compost (Vétrisol-hoop 11)
40 en 80 ton/ha stro-water-grond-compost (Ureumhoop 6)
5 ton/ha gehakseld gerstestro

Deze opzet werd nog gecombineerd met een aantal stikstoftrappen, eveneens in enkelvoud, die loodrecht op de compoststroken gelegd werden. De stikstoftrappen waren 35, 70, 105 en 140 kg N per ha in de vorm van kalkammonsalpeter.

Door zijn opzet leent dit proefveld zich minder voor mathematische bewerking dan het vorige.

Op beide proefvelden werd de compost begin september 1950 aangewend, terwijl verder nog opgemerkt moet worden, dat de verschillen in K- en P-bemesting niet gecompenseerd werden.

c. Gewasontwikkeling oogstjaar 1951 (bieten)

Op beide proefvelden werden bieten (Klein Wanzleben E) gezaaid op 10 mei 1951.

Na het opéénzetten werden regelmatig standcijfers gegeven en wel in het totaal acht maal. De gemiddelde standcijfers worden in de tabellen 4 en 5 vermeld.

TABEL 4. Standcijfers van proefveld Z 1480 (1951)

Object	Gemiddelde standcijfers
Geen compost (*no compost*)	7,8
40 ton Controlecompost (8)	7,8
40 ton Q.R.-compost (7)	8,0
40 ton Ureumcompost (6)	7,9
40 ton Fertosan-compost (5)	7,9

TABLE 4. *Development figures of experimental plot Z 1480 (1951)*

De verschillen in stand zijn op beide proefvelden slechts gering geweest. Alleen de invloed van de stijgende hoeveelheden stikstof op Z 1481 is duidelijk waar te nemen.

De verschillende composten hebben dus geen invloed van betekenis op de ontwikkeling van de bieten laten zien.

TABEL 5. Standcijfers van proefveld Z 1481 (1951)

Object	Gemiddelde standcijfers				
	35 N kg/ha	70 N kg/ha	105 N kg/ha	140 N kg/ha	totaal gemidd.
Geen compost (*no compost*)	6,3	6,5	7,6	8,0	7,1
5 ton gerstestro (*barley straw*)	6,4	6,7	7,5	7,6	7,1
40 ton Controlecompost (12)	6,3	6,9	7,5	7,8	7,1
80 ton Controlecompost	7,1	6,9	7,6	8,0	7,4
40 ton Vétrisol-compost (11)	6,3	6,9	7,3	8,3	7,2
80 ton Vétrisol-compost	6,2	7,1	7,5	7,8	7,1
40 ton Ureumcompost (6)	6,8	6,8	7,4	7,8	7,2
80 ton Ureumcompost	6,6	6,6	7,3	8,1	7,2
Gemiddeld per N-trap	6,5	6,8	7,5	7,9	—

TABLE 5. *Development figures of experimental plot Z 1481 (1951)*

Opgemerkt kan nog worden, dat op beide proefvelden in dezelfde mate vergelingsziekte optrad en wel tot ca 40% van de bieten op alle objecten.

d. Opbrengstresultaten oogstjaar 1951 (bieten)

Het aantal bieten was op beide proefvelden ongeveer even groot, maar aan de lage kant, nl. 59 000 stuks per ha.

Het percentage tarra varieerde op Z 1480 van 5,7 tot 6,7% (gemiddeld 6,3%). Op Z 1481 was dit als volgt:

35 kg N/ha 4,1—4,9 % (gemiddeld 4,6 %)
70 kg N/ha 4,3—6,2 % (gemiddeld 4,9 %)
105 kg N/ha 5,5—6,8 % (gemiddeld 6,3 %)
140 kg N/ha 5,3—6,9 % (gemiddeld 6,1 %)

Opbrengst aan loof, bieten en suiker. In tabel 6 zijn de opbrengsten van Z 1480 per object vermeld.

TABEL 6. Opbrengsten van proefveld Z 1480 (1951)

Object	Loof q/ha	Bieten q/ha	Suiker %	Suiker q/ha
Geen compost (*no compost*)	411	487,7	17,09	83,3
40 ton Controlecompost (8)	422	477,2	17,02	81,2
40 ton Q.R.-compost (7)	415	480,4	16,75	80,4
40 ton Ureumcompost (6)	401	484,6	16,73	81,1
40 ton Fertosan-compost (5)	410	486,4	16,92	82,3
Proefveldgemiddelde	412	483,5	16,90	81,6
Standaardafwijking %	6	2,2	2,7	3,6
Object	*Foliage q/ha*	*Beets q/ha*	*Sugar %*	*Sugar q/ha*

TABLE 6. *Yields from experimental plot Z 1480 (1951)*

Een variantie-analyse van dit proefveld leverde het volgende resultaat.

TABEL 7. Variantie-analyse van proefveld Z 14980

	gvv	Loof (q/ha)²		Bieten (q/ha)²		Suikergeh. (%)²		
		sqa	var	sqa	var	sqa	var	
Objecten	4	115	279	305,8	76,4	0,51	0,13	*Objects*
Kolommen	4	11798	2949	3280,6	820,1	1,21	0,30	*Columns*
Rijen	4	13557	3389	293,8	73,4	1,71	0,43	*Rows*
Toeval	12	7426	619	1379,0	116,0	2,68	0,22	*Chance*
Totaal	24	33896	—	5259,4		6,11	—	*Total*
		Foliage (q/ha)²		*Beets (q/ha)²*		*Sugar cont. (%)²*		

TABLE 7. *Variance analysis of experimental plot Z 1480*

Gebruikt men voor de bepaling van de significantie der opgetreden effecten de F-test, dan is het resultaat:

TABEL 8. Bepaling van de significantie (proefveld Z 1480 (1954)

	Loof		Bieten		Suikergehalte		
	F	1/F	F	1/F	F	1/F	
Objecten	—	2,21	—	1,51	—	1,70	*Objects*
Kolommen	4,76	—	7,06	—	1,36	—	*Columns*
Rijen	5,47	—	—	1,58	1,92	—	*Rows*
	Foliage		*Beets*		*Sugar content*		

TABLE 8. *Determination of the significancy (experimental plot Z 1480 -1951)*

Daar effecten op het 5% punt alleen significant zullen zijn indien $F > 3{,}26$ is, blijkt uit tabel 8 dus, dat er alleen systematische verschillen bestaan tussen de kolommen bij bieten en tussen kolommen en rijen bij het loof, welke terug te voeren zijn op verschil in vruchtbaarheid. De objectsvarianties zijn zelfs kleiner dan men uit de restvariantie zou verwachten.

Gezien deze geringe effecten komt de vraag naar voren, of bij het toegepaste, hoge kunstmestniveau van 140 kg N/ha, een eventuele stikstofwerking van de composten nog wel tot uitdrukking kon komen in de opbrengst aan loof of bieten en het suikergehalte.

Op grond van onderzoekingen van KUIPERS [1] in het Marnegebied (N.-Gronin-

TABEL 9. Netto opbrengsten aan bieten (q/ha) op proefveld Z 1481 in 1951

Object	Opbrengst bij				Opbrengst gemiddeld over de N-objecten (q/ha)
	35 N kg/ha	70 N kg/ha	105 N kg/ha	140 N kg/ha	
Geen compost (*no compost*)	412	408	484	472	444
5 ton gerstestro (*barley straw*)	436	450	468	484	460
40 ton Controlecompost (12)	412	464	500	524	476
80 ton Controlecompost (12)	460	460	468	494	470
40 ton Vétrisol-compost (11)	430	488	440	520	468
80 ton Vétrisol-compost (11)	436	424	424	494	444
40 ton Ureumcompost (6)	440	434	470	504	462
80 ton Ureumcompost (6)	444	458	504	480	472
Gemiddeld	434	448	470	496	—
Object	*Yields*				*Average yields of N-objects (q/ha)*

TABLE 9. *Nett yields of beets (q/ha) on experimental plot Z 1481 in 1951*

[1] H. KUIPERS. *Versl. Landbouwk. Onderz. 61.9 (1955).*

gen), zal een stikstofwerking, onder de hier geldende omstandigheden, alleen tot uitdrukking kunnen komen in de opbrengst aan loof. Deze laatste blijkt nl. tot 200 kg N per ha recht evenredig te stijgen met de stikstofgift. Er mag dus verwacht worden, dat naast de 140 kg kunstmeststikstof nog ca. 60 kg stikstof uit de composten tot uitdrukking kan komen in de opbrengst aan loof, hetgeen, op grond van de optredende stikstofreactie op Z 1481 (zie fig. 11) een meeropbrengst aan loof van ca 100 q/ha zou betekenen.

TABEL 10. Suikergehalten van bieten op proefveld Z 1481 in 1951

Object	Suikergehalte bij				Suikergehalte
	35 N kg/ha	70 N kg/ha	105 N kg/ha	140 N kg/ha	gemiddeld over de N-objecten q/ha
Geen compost (*no compost*)	18,7	19,0	21,4	20,4	19,9
5 ton gerstestro (*barley straw*)	19,8	20,2	19,6	20,8	20,1
40 ton Controlecompost- (12)	18,3	21,2	21,7	22,9	21,0
80 ton Controlecompost (12)	20,8	20,3	20,5	20,9	20,6
40 ton Vétrisol-compost (11)	19,4	20,8	18,6	22,6	20,3
80 ton Vétrisolcompost (11)	19,0	19,2	18,9	20,7	19,4
40 ton Ureumcompost (6)	19,7	19,4	20,0	22,2	20,3
80 ton Ureum-compost (6)	19,7	20,6	23,0	20,5	20,9
Gemiddeld	19,2	20,1	20,5	21,4	—
Object	*Sugar content*				*Average sugar content of N-objects (q/ha)*

TABLE 10. *Sugar content of beets on experimental plot Z 1481 in 1951*

TABEL 11. Opbrengst aan bietenloof (q/ha) op proefveld Z 1481 in 1951

Object	Opbrengst bij				Opbrengst gemiddeld over de N-objecten q/ha
	35 N kg/ha	70 N kg/ha	105 N kg/ha	140 N kg/ha	
Geen compost (*no compost*)	258	280	372	432	335
5 ton gerstestro (*barley straw*)	268	296	372	422	339
40 ton Controlecompost (12)	306	326	334	372	335
80 ton Controlecompost (12)	338	312	352	392	348
40 ton Vétrisol-compost (11)	250	294	348	406	324
80 ton Vétrisol-compost (11)	294	312	394	372	343
40 ton Ureum compost (6)	304	304	364	358	333
80 ton Ureum compost (6)	288	300	368	422	344
Gemiddeld	288	303	364	395	—
Object	*Yields*				*Average yields of N-objects (q/ha)*

TABLE 11. *Yield of beet foliage (q/ha) on experimental plot Z 1481 in 1951*

Het feit, dat de F-test bij de opbrengst aan loof geen significantie oplevert voor de objecten, moet dan ook tot de conclusie leiden, dat de stikstofwerking van de composten op Z 1480 het eerste jaar praktisch nihil geweest is.

Het demonstratie-proefveld Z 1481 geeft overeenkomstige resultaten, zoals uit de tabellen 9, 10 en 11 blijkt.

Ofschoon er met 80 ton compost ca 160—300 kg stikstof per ha toegediend werd, wijzen de opgetreden verschillen in de tabellen 9, 10 en 11 ten hoogste op een onbetekenende stikstofreactie van de composten.

e. Opbrengstresultaten oogstjaar 1952 (haver)

Daar een directe stikstofwerking van de composten niet kon worden aangetoond, zou het mogelijk zijn, dat een stikstofeffect eerst in de nawerking optrad. Doch ook dit bleek niet het geval te zijn, zoals uit de tabellen 12, 13 en 14 naar voren komt.

Beide proefvelden ontvingen een stikstofgift van 40 kg/ha als kalkammonsalpeter.

TABEL 12. Gemiddelde opbrengst aan haver (q/ha) op proefveld Z 1480 in 1952

Object	Opbrengst (q/ha)		
	korrel	stro	totaal
Geen compost (*no compost*)	44,7	55,3	100,0
40 ton Controlecompost (8)	45,4	54,5	99,9
40 ton Q.R.-compost (7)	45,1	55,4	100,5
40 ton Ureumcompost (6)	45,0	59,5	104,5
40 ton Fertosan-compost (5)	42,5	52,8	95,3
Gemiddeld	44,5	55,5	100,0
Standaardafwijking %	—	—	7,2
Object	*grain*	*straw*	*total*
	Yield		

TABLE 12. *Average yield of oats (q/ha) on experimental plot Z 1480 in 1952*

De variantie-analyse voor korrel + stro leverde het volgende resultaat (uitgedrukt in kg/¼ are):

TABEL 13. Variantie-analyse van proefveld Z 1480 (haver, 1952)

	sqa	gvv	var	F	
Objecten	18,62	4	4,65	1,45	*Objects*
Kolommen	201,54	4	50,38	15,69	*Columns*
Rijen	59,54	4	14,88	4,63	*Rows*
Toeval	38,54	12	3,21	—	*Chance*
Totaal	318,24	24	—	—	*Total*

TABLE 13. *Variance analysis of experimental plot Z 1480 (oats, 1952)*

De effecten van de objecten blijken met de F-test dus niet significant te zijn. Tussen kolommen en rijen (bij het 5% punt) blijken er wel systematische verschillen op te treden, hetgeen wijst op een vruchtbaarheidsverloop in beide richtingen van het proefveld.

Het demonstratieproefveld Z 1481 geeft hetzelfde beeld.

TABEL 14. Gemiddelde opbrengst aan haver (q/ha) op proefveld Z 1481 in 1952

Object	Opbrengst (q/ha)		
	korrel	stro	totaal
Geen compost (*no compost*)	49,3	49,3	98,6
5 ton gerstestro (*barley straw*)	46,4	52,3	98,6
40 ton Controlecompost (12)	42,6	51,3	93,9
80 ton Controlecompost (12)	50,4	54,3	104,7
40 ton Vétrisol-compost (11)	50,5	54,8	105,3
80 ton Vétrisol-compost (11)	45,2	51,4	96,6
40 ton Ureumcompost (6)	46,9	53,0	99,9
80 ton Ureumcompost (6)	47,8	55,0	102,8
Gemiddeld	47,4	52,6	100,0
Object	*grain*	*straw*	*total*
		Yield	

TABLE 14. *Average yield of oats (q/ha) on experimental plot Z 1481 in 1952*

f. Bepaling van de stikstofwerking langs grafische weg

In fig. 11 zijn de gemiddelde opbrengsten aan loof, zoals die op Z 1480 op de compostobjecten bepaald werden, uitgezet op de stikstofkromme, welke gebaseerd is

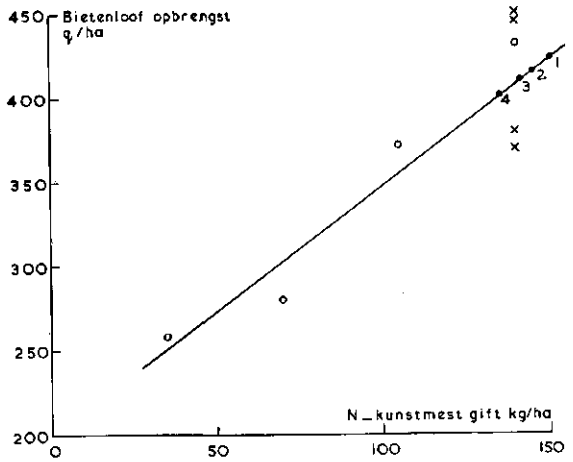


FIG. 11.
Samenhang tussen de stikstofgift en de opbrengst aan bietenloof bij kunstmest + verschillende composten

○ Kunstmest Z 1481
× Kunstmest Z 1480
1 = Controlecompost (8)
2 = Q.R.-compost (7)
3 = Fertosan-compost (5)
4 = Ureumcompost (6)

FIG. 11.
Relation between nitrogen dose (kg/ha) applied in different fertilizers and weight of sugar beet leaves in field experiment

op de kunstmestobjecten zonder compost van Z 1480 en Z 1481. (Z 1480 bevatte geen composttrappen in tegenstelling tot Z 1481, maar beide proefvelden hebben 1 object gemeen nl. 140 kg N/ha. Daar beide proefvelden op hetzelfde perceel gelegen zijn en onmiddellijk aan elkaar grenzen, wordt deze werkwijze door ons niet bezwaarlijk geacht).

Uit fig. 11 blijkt nu, dat op grond van de gemiddelde opbrengsten aan loof der verschillende objecten van Z 1480, de volgende hoeveelheden stikstof geleverd zijn:

TABEL 15. Stikstofwerking van de verschillende composten op proefveld Z 1480

Object	Toegediend kg/ha	Geleverd kg/ha	Werkingscoëff. in %
Controlecompost (8)	95	11½	11
Q.R.-compost (7)	77	5	6½
Fertosan-compost (5)	79	1½	2½
Ureumcompost (6)	155	—5	—3
	Applied kg/ha	*Delivered kg/ha*	*Activity coefficient (%)*

TABLE 15. *Nitrogen activity of the different composts on experimental plot Z 1480*

Uit tabel 15 blijkt dus wel, dat de stikstofwerking van de composten zeer gering geweest is, in het bijzonder bij de ureumcompost. Wat betreft de controlecompost stemt dit resultaat goed overeen met dat, berekend op grond van het microbiologische onderzoek (9,5%) en dat van de nog te beschrijven potproef op zandgrond (12%).

De slechte werking van de ureumcompost, in vergelijking tot die gevonden bij het microbiologisch onderzoek en de potproef, moet wellicht toegeschreven worden aan een sterke uitspoeling van de stikstof, tengevolge van het feit, dat de compost op de proefvelden reeds begin september werd toegediend, terwijl de C/N-verhouding in augustus al 13,5 bedroeg, in tegenstelling tot die van de overige drie, welke een C/N van meer dan 20 hadden.

Dit grafisch verkregen resultaat is niet in tegenspraak met dat van de variantie-analyse, waarbij de effecten op het 5% punt als onbetrouwbaar gekarakteriseerd werden.

Ten eerste wordt met de grafische analyse bereikt, dat eventuele aanwezige kleine effecten, die bij de variantie-analyse geen significantie veroorzaken, niet ten onrechte worden verwaarloosd. Hierbij wordt evenwel op de betrouwbaarheid toegegeven.

Ten tweede werd het materiaal voor de grafische analyse uitgebreid met extra gegevens ontleend aan Z 1481.

Zou men de omstandigheden zo willen scheppen, dat ook dergelijke kleine verschillen, als in Z 1480 tussen de objecten optreden, bij de variantie-analyse nog als significant aangemerkt kunnen worden, dan moet het aantal herhalingen zo sterk worden opgevoerd, dat de proef op praktische gronden achterwege moet blijven. Een globale berekening leert, dat het aantal herhalingen in dat geval ca 100 zou moeten bedragen.

2. De potproeven met strocompost, stalmest en kunstmest

In 1951 en 1952 werden potproeven genomen, waarbij de stikstofwerking werd nagegaan van verschillende stalmestsoorten (afkomstig van stalmestbewaringsproeven te Sneek en Heino). In deze potproevenserie werden ook twee strocomposten van de composteringsproeven uit De Wilhelminapolder getoetst op de stikstofwerking. Deze twee composten zijn afkomstig uit de hopen 6 en 8, resp. stro-water-grond-ureum-compost en stro-water-grond-compost.

De gebruikte composten werden op hetzelfde moment uit de composthopen gehaald als de composten, die aangewend zijn op de proefvelden Z 1480 en Z 1481. Daar de potproeven in het voorjaar 1951 zijn aangezet, was het noodzakelijk de twee composten te bewaren zonder dat er verdere omzettingen in plaats konden vinden. Dit is bereikt door de composten in bevroren toestand te bewaren in een koelhuis.

a. De opzet van de potproeven

De proeven zijn genomen met Mitscherlich-potten, welke gevuld werden met een normale zandgrond. De opzet van de proef is in viervoud geweest. Er zijn vijf kunstmest N-trappen zonder organische bemesting en wel gemiddeld 0, 1, 1,5, 2, 2,5 g stikstof per pot (NH_4NO_3) en vier stalmest- en composttrappen N-trappen zonder kunstmest N-bemesting, terwijl de verschillen in K_2O- en P_2O_5-bemesting werden gecompenseerd. De stalmest en compost werden homogeen door de grond gemengd. Als proefgewas is snijmoes, *Brassica napus*, gebruikt. In 1951 zijn twee sneden snijmoes geoogst en in 1952 nog een snede.

Tijdens de groei van de snijmoes zijn de potten geregeld begoten met gedestilleerd water.

b. De opbrengstresultaten van de potproeven

Hieronder worden de resultaten van de composten vergeleken met die van toemaak en stalmest. Dat speciaal hiervoor de stapelmest en de toemaak uit Sneek werden uitgekozen vindt zijn oorzaak in het feit, dat de toemaakmest bestaat uit een mengsel van mest en kleigrond en dus meer vergelijkbaar is met de twee strocompostsoorten, waar ook grond door gemengd is. Daarnaast is het van belang de N-werking van de normale stalmest (de stapelmest uit Sneek) te kunnen vergelijken met de N-werking van de strocompostsoorten.

Gedurende de gehele groeiperiode viel het op, dat de ontwikkeling en groei van de snijmoes op de potten met strocompost zeer slecht was. Zelfs op de potten met de hoogste strocompostgiften onderscheidde zich het gewas nauwelijks van de nulpotten. De groei en ontwikkeling op de potten met stapelmest en toemaak was veel beter, waarbij de stapelmest een nog gunstiger beeld gaf dan de toemaak. Op de kunstmestpotten was de ontwikkeling verreweg het beste.

In onderstaande tabel 16 zijn de totale droge-stofopbrengsten van de 3 sneden snijmoes tezamen weergegeven per kunstmest N-trap, resp. per stalmest-, toemaak- en compost N-trap.

TABEL 16. Drogestof-opbrengsten van snijmoes (*Brassica Napus*) in een compost-potproef

Object		Grammen N per pot als as resp. org. mest	Totale opbrengst droge stof in g/pot	
Kunstmest	I	0	18,9	*Fertilizer*
Stikstof	II	1	45,7	*Nitrogen*
	III	1,5	49,0	
	IV	2	59,1	
	V	2,5	71,5	
Stapelmest Sneek	I	0	18,9	*Stable manure*
	II	0,8	28,2	
	III	2,1	39,2	
	IV	3,4	49,4	
Toemaak Sneek	I	0	18,9	*Stable manure mixed with soil*
	II	0,6	24,6	
	III	1,5	30,9	
	IV	2,4	35,4	
Compost 6 (stro-water-grond-ureum-compost)	I	0	18,9	*Compost 6 (straw-water-soil-urea-compost)*
	II	0,4	20,1	
	III	1,0	20,1	
	IV	1,6	22,8	
Compost 8 (stro-water-grond-compost)	I	0	18,9	*Compost 8 (straw-water-soil-compost)*
	II	0,2	18,5	
	III	0,6	20,8	
	IV	1,1	22,1	
Objects		*Gram of N per pot as ammonium nitrate or org. manure respectively*	*Total yield of dry matter in g/pot*	

TABLE 16. *Yields of dry matter from Brassica napus in a compost pot experiment*

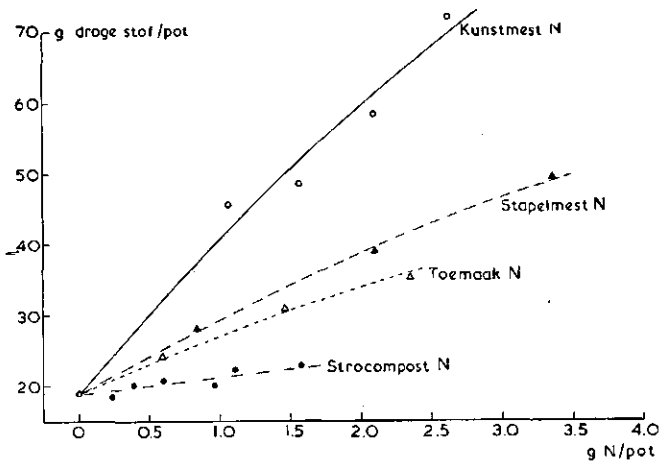


FIG. 12.
Het verband tussen de totale droge-stofopbrengst van 3 sneden snijmoes (potproef 1951/52) en de stikstofwerking van verschillende organische meststoffen

FIG. 12.
Relation between total yield of Brassica napus in pot-cultures dressed with different fertilizers and the total quantity of nitrogen applied

Uit tabel 16 blijkt, dat de N-werking van de twee strocomposten gering is geweest. In fig. 12 zijn de gegevens van tabel 16 in grafiekvorm weergegeven. Uit de lijnen van fig. 12 kan worden afgeleid, dat het percentage werkzame N in de verschillende organische meststoffen t.o.v. de kunstmest N-werking, bij toediening van 1 g stikstof (in organische vorm) ongeveer is geweest als in tabel 17 is weergegeven.

TABEL 17. Werkzame stikstof van enkele organische meststoffen in % van kunstmeststikstof

Organische meststof	% werkzame N van aangewende N per pot	*Organic manure*
Stapelmest	45	*Stable manure*
Toemaak	36	*Stable manure mixed with soil*
Strocompost 6 en 8 (gem.) .	12	*Straw compost 6 and 8 (average)*
	% active N of quantity of N applied per pot	

TABLE 17. *Active nitrogen of some organic manures in % of fertilizer nitrogen*

Uit tabel 17 blijkt, dat de stapelmest het hoogste percentage werkzame N bezit. De N-werking van de toemaak is minder geweest dan die van de stapelmest, terwijl het N-effect van de twee soorten strocompost gering is geweest, niettegenstaande de lage C/N-verhouding van 13,5 bij compost 6 en het hoge gehalte aan hydrolyseerbare N van 80%.

VI. RESULTATEN IN HET BUITENLAND MET FERTOSAN EN Q.R.

Tot slot zal nog een kort overzicht gegeven worden van de resultaten in Finland verkregen met de preparaten „Fertosan" en „Q.R.". Als maat voor de composteringssnelheid wordt hier gewerkt met het droge-stofverlies, zoals dat ook in fig. 7 en 8 gedaan is.

Het droge-stofverlies bedroeg bij deze stro-composteringsproeven van KAILA c.s. [1]

No.	Omschrijving	Na 1½ maand		Na 4 maanden	
		zonder kalk	met kalk	zonder kalk	met kalk
1	Geen toevoeging	13%	6%	28%	22%
2	Fertosan	—	3%	—	16%
3	QR	—	2%	—	14%
4	N en P	26%	31%	58%	52%
5	N en P + Fertosan	28%	—	54%	—
6	N en P + QR	29%	—	55%	—

Vergelijkt men de resultaten van No. 1 (geen toevoeging) en No. 4 (met N en P) dan blijkt, dat de stikstoftoevoeging de afbraak sterk versneld heeft. Toevoeging van „Fertosan" en „QR" aan de objecten met N had geen enkele invloed (objecten 5 en 6). De toevoeging van kalk blijkt de afbraaksnelheid wat verlaagd te hebben; men krijgt zelfs de indruk, dat het droge-stofverlies door de toevoeging der preparaten eerder verminderd dan vergroot is geworden.

Op grond van deze laboratoriumresultaten komt KAILA tot de conclusie, dat ofschoon de omstandigheden voor een „humificering" gunstig waren, noch de bacteriën in Fertosan noch de activators in QR de activiteit van de, normaal in rottend stro aanwezige, microflora konden stimuleren en vergroten.

De grootte en de aard van deze flora wordt overwegend bepaald door de toevoeging van stikstof en mogelijk van fosforzuur.

Ook veldproeven gaven een overeenkomstig resultaat als de bovenbeschreven laboratoriumproeven.

[1] KAILA, A. and A. M. POHJANPÄÄ, *Observations on the effect of „Fertosan" and „QR" preparations. Maataloustieteellinen Aikakauskirja, J. Sci. Agr. Soc. of Finland 24 (1952) 85-91.*

VII. ALGEMENE BESCHOUWINGEN OVER DE VERKREGEN RESULTATEN

1. De temperatuur

Wat betreft het temperatuurverloop in de diverse hopen valt op te merken, dat het stro, na bevochtiging, zonder enige bijmenging, reeds binnen een week een temperatuur van max. 52° C bezat.

Nadat de hopen nauwkeurig volgens de diverse voorschriften waren opgezet, blijkt, dat ook hier in de diverse controlehopen, waarin dus stro zonder enige toevoeging behalve water, binnen 3 à 4 dagen temperaturen van ± 60° C bereikt worden. In één geval kwam de temperatuur niet hoger dan 48° C, waar tegenover staat, dat in de strocontrolehoop van de 3e serie de hoogste van alle temperaturen gemeten werd, nl. 66° C.

In het temperatuurverloop der met preparaten behandelde composthopen is geen enkele aanwijzing te vinden, dat deze preparaten de compostering beïnvloed hebben, waarbij echter opgemerkt moet worden, dat, doordat deze hopen aan weer en wind blootgesteld waren, de temperaturen uiteraard vrij grote schommelingen vertoonden.

Desniettegenstaande blijkt wel, dat in de hopen met ureum de temperaturen gemiddeld 5—10° C hoger lagen dan in de andere hopen, wat tot het einde der compostering ook zo gebleven is. Dit wijst erop, dat ureum de omzettingssnelheid inderdaad vergroot heeft.

2. De chemische samenstelling der composten

Na een composteringsduur van ± 3 maanden zijn er geen verschillen van betekenis te zien tussen de controlecomposten zonder enige toevoeging en die waaraan de diverse preparaten zijn toegevoegd. Het duidelijkst is dit te zien bij de hopen, die met Vétrisol zijn behandeld en waar het asgehalte geen onregelmatigheden vertoont, doordat geen grond door de hopen is gemengd. In het algemeen zullen de asgehalten hoger zijn, naarmate het materiaal verder ontleed is. De composten met ureum vertonen zowel in Maart als in Augustus de hoogste asgehalten, terwijl de asgehalten van de omgezette hopen 1—8 na 8 maanden composteren alle hoger zijn dan van de niet omgezette hopen. Dit is dus een aanwijzing, dat zowel de ureumtoevoeging als het omzetten de ontleding van het stro versneld heeft. De onregelmatigheden in het asgehalte laten niet toe de ontledingsgraad der composten te beoordelen naar de totaal koolstofgehalte (C_t) en de gehalten aan aantastbare koolstofverbindingen. Meer houvast heeft men aan de verhouding tussen de totaal koolstof en totaal stikstof(C_t/N_t) en tussen de aantastbare koolstof en de aantastbare stikstof (C_t-C_h/N_t-N_h), welke verhoudingen van het asgehalte onafhankelijk zijn. Dat men aan de verhouding C_t/N_t de ontledingsgraad van een organische materiaal in het algemeen kan beoordelen, berust op het feit, dat door ontleding steeds meer koolstof als CO_2 ontwijkt, terwijl de stikstofverbindingen weliswaar bij de ontleding van anorganische stikstof in microbeneiwit overgaan en omgekeerd, maar hierdoor verandert de totale hoeveelheid stikstof niet. Met betrekking tot de koolstof echter wordt het gehalte aan stikstof steeds hoger.

Voor stalmest is aangetoond, dat een goede omzettingsgraad bereikt is, wanneer de C/N-verhouding tot ± 20 is gedaald, in welk geval geen noemenswaardige onttrekking van stikstof aan het milieu meer te duchten valt.

Bezien wij nu de C_t/N_t-verhoudingen der composten van Maart, dan is alleen die met ureum beneden 20, nl. resp. 13,5 (omgezet) en 15,5 (niet omgezet). Men moet echter bedenken, dat aan deze compost stikstof is toegevoegd en de oorspronkelijke C/N-verhouding hier ± 35 was, tegen 81,5 in de andere composten.

De C_t/N_t-verhoudingen van de andere composten verschillen onderling zo weinig, dat hierin geen enkele aanwijzing te vinden is, dat de toegevoegde preparaten ook maar enige gunstige werking hebben uitgeoefend.

In Augustus is de situatie voor alle composten belangrijk verbeterd: de omgezette composten hebben alle een C_t/N_t-verhouding beneden 20. De onderlinge verschillen liggen binnen de waarnemingsfouten en gezien het feit, dat de controle de laagste C/N-verhouding heeft, is er ook nu geen enkele reden om aan te nemen, dat een der preparaten het composteringsproces gunstig beïnvloed heeft.

Wel blijkt heel duidelijk, dat het omzetten van de hopen de ontleding belangrijk versneld heeft, daar in de niet omgezette hopen de C_t/N_t-verhouding voor alle composten, behalve die met ureum, nog boven 20 ligt. Dat hier de controlehoop de laagste C/N-verhouding heeft, is anderzijds ook geen aanleiding om te concluderen, dat de toegevoegde preparaten schadelijk gewerkt zouden hebben. Ook hier liggen de verschillen binnen de waarnemingsfouten.

Wel is het opmerkelijk, dat de C_t/N_t-verhouding van de omgezette ureumhoop in Augustus hoger is dan van de niet omgezette en ook hoger dan in Maart. De verklaring hiervan is, dat tijdens het omzetten een deel van de stikstof als ammoniak verdampt is. De hopen waren flink warm, zodat tijdens het omzetten de damp er af sloeg; door de reeds in de aanvang genoemde ureasewerking is de stikstof van de ureum, voor zover ze nog niet verbruikt was, in ammoniak overgevoerd, zodat een deel daarvan gemakkelijk de lucht in kon gaan.

Van meer betekenis nog is het feit, dat de ureumhoop, nadat reeds een C/N-verhouding van 20 was bereikt, nog enige maanden op het veld heeft gelegen en een deel der stikstof in de regenrijke zomerperiode is uitgespoeld. Dat dit inderdaad het geval is geweest, bleek uit het feit, dat het volgende jaar, juist op de plaats waar de beide ureumhopen hadden gestaan, de mais reeds van verre door zijn groene kleur en welige groei opviel.

Verder valt het op, dat de C/N-verhouding van de controlehoop met stro alleen en die in de Vétrisol-hopen 9 en 10, in Augustus precies gelijk waren, nl. 36,5 en 36,5, en 21 en 21, hetgeen bewijst, dat Vétrisol absoluut niets gedaan heeft.

De verwachting, dat voor de beoordeling van de hoedanigheid van een of ander organisch materiaal de verhouding tussen de hydrolytisch aantastbare koolstof en stikstof een betere maatstaf zou zijn dan de verhouding tussen de totaal koolstof en totaal stikstof, is niet in vervulling gegaan.

In het onderhavige geval, waarbij het dus gaat om de ontleding van stro, is nl. gebleken, dat er een vrijwel rechtlijnig verband tussen C_t/N_t en (C_t-C_h/N_t-N_h) bestaat, hetgeen er dus op neer komt, dat in het na ontleding overblijvende materiaal de verhouding tussen aantastbare C-verbindingen en aantastbare N-verbindingen en niet aantastbare C-verbindingen en niet aantastbare N-verbindingen tijdens de ontleding vrijwel constant is.

Er moet echter op gewezen worden, dat dit zeker niet voor alle materiaal opgaat

en waarschijnlijk uiteindelijk ook niet voor stro, als de ontleding maar lang genoeg voortgezet wordt en men tenslotte beland is bij meer stabiele eindproducten. Het zal nl. een groot verschil maken of men b.v. goed verteerd organisch materiaal heeft met een C_t/N_t-verhouding van 15 of cellulose, waaraan men zoveel anorganische stikstof heeft toegevoegd, dat in dit mengsel ook de C_t/N_t 15 is. In het laatste geval zullen de cellulose-bacteriën beslag leggen op de assimileerbare stikstof en komt deze pas geleidelijk vrij, zodra de cellulose grotendeels is omgezet. In het eerste geval is een veel betere, niet vertraagde, stikstofwerking te verwachten.

3. Het vergelijkend microbiologisch onderzoek

Het microbiologisch onderzoek van de strocompost zonder toevoeging (controlecompost 8) en die waaraan ureum was toegevoegd, bracht duidelijk naar voren, dat er van de strocompost geen stikstofwerking van enige betekenis te verwachten is, terwijl de strocompost met ureum ten hoogste een werking van $\pm$ 15% zou kunnen vertonen.

De omstandigheden, waaronder deze proeven in het laboratorium genomen zijn, verschillen zoveel van die te velde, o.a. wat de temperatuur aangaat, dat zij slechts een globale indruk van de assimileerbaarheid van de stikstof kunnen geven.

4. De werking van de verschillende composten en ondergeploegd stro als meststof

De werking van de composten werd te velde onderzocht met suikerbieten als proefgewas. De stand van de bieten op de met diverse composten bemeste veldjes, gaf geen enkele aanwijzing van enige invloed der compostbemesting. Noch de opbrengst aan bieten, noch het suikergehalte onderging enige verandering. Zelfs bij de opbrengst aan loof en koppen, welke in het algemeen toch bijzonder sterk op stikstof reageert, kon met de variantie-analyse geen enkel significant effect aangetoond worden, dat er op zou wijzen, dat de composten een gunstige invloed van betekenis zouden hebben uitgeoefend.

Bij de grafische analyse echter, werd voor de controlecompost een stikstofwerkingscoëfficiënt berekend, welke goed overeenstemt met die, verkregen bij het microbiologisch onderzoek en uit de potproef. De ureumcompost daarentegen gaf op het proefveld een veel lager resultaat, hetgeen mogelijk toegeschreven moet worden aan het feit, dat de compost reeds in het najaar toegediend werd, terwijl de C_t/N_t-verhouding laag was (13,5). Daar de bieten eerst het volgend voorjaar gezaaid werden, kon hier een stikstofuitspoeling optreden, hetgeen niet bij het microbiologisch onderzoek en bij de potproef het geval was.

Ook van een nawerking het volgende jaar, op haver, bleek geen sprake te zijn.

Het is enigszins teleurstellend, dat strocompost op de bovenbeschreven wijze bereid en aangewend op deze middelzware kleigrond zo weinig invloed op de stand van het gewas en de opbrengst heeft. Vooral werd dit niet verwacht bij de ureumcompost, die toch het uiterlijk en tot zekere hoogte ook de chemische samenstelling had van goed vergane stalmest. Deze mest, waarmee in 40 ton de niet onbelangrijke hoeveelheid van 155 kg N per ha werd toegediend, overeenkomende met bijna 8 baal kalkammonsalpeter, bleek te velde geen opbrengstvermeerdering van betekenis te geven

en in de potproeven een stikstofwerking van ± 12% te hebben, terwijl het volgend jaar ook geen nawerking te bespeuren viel.

Alhoewel het wellicht wenselijk is dergelijke strocomposten ook eens te beproeven op lichtere gronden, is het toch wel duidelijk, dat het composteren van stro, zelfs met toevoeging van anorganische stikstof, weinig perspectieven opent, gezien de hoge kosten en technische moeilijkheden.

In de *potproeven* werden strocompost (controlehoop 8) en ureumcompost vergeleken met kunstmest, stapelmest en toemaak in zandgrond, alles bij opklimmende stikstoftrappen. Ook hier bleek, dat geen van de beide strocomposten een noemenswaarde opbrengstvermeerdering gaf. De gemiddelde stikstofwerking werd berekend op 12% tegen 36% bij de toemaak en 45% bij de stapelmest.

Opmerkelijk is de goede overeenkomst met de langs microbiologische weg berekende stikstofwerking, welke voor deze beide composten gemiddeld 12,3% bedroeg.

5. De werking der diverse composteringspreparaten

Niettegenstaande bij dit onderzoek alle mogelijke voorzorgen zijn genomen om de preparaten aan te wenden op de wijze, zoals door de fabrikanten is voorgeschreven en in het geval van het Vétrisol de composten zelfs door een vertegenwoordiger der fabriek werden opgezet, is er in geen enkel opzicht enige invloed van deze preparaten, hetzij op de composteringssnelheid, de uiteindelijke ontledingsproducten of op de bemestende eigenschappen der aldus bereide composten waar te nemen geweest. Deze resultaten stemmen verder volkomen overeen met die van Kaila *c.s.* in Finland verkregen.

De conclusie, welke op grond van het onderzoek te trekken valt is, dat Vétrisol, Fertosan en Q.R. volkomen waardeloze producten zijn, waarvan o.i. de verkoop in ons land niet mag worden toegestaan. Achteraf beschouwd is dit niet zo heel verwonderlijk, wanneer men nagaat wat en hoeveel van deze preparaten aan de compost wordt toegevoegd.

Van het Vétrisol wordt 4 liter verdund tot 80 liter per ton stro aangewend. Het organische-stofgehalte bedraagt 0,1%, zodat per 1000 kg stro 4 g materiaal wordt toegevoegd. Daar dit een volkomen te verwaarlozen hoeveelheid is, kan hiervan geen enkele werking uitgaan. Ook de bewering, dat met het preparaat voor de compostering waardevolle bacteriën zouden worden aangevoerd, is van elke grond ontbloot, aangezien de voor de compostering benodigde bacteriën algemeen in de natuur voorkomen en dus niet behoeven te worden aangevoerd. Dit bleek trouwens wel uit het feit, dat het stro, na bevochtiging, zonder verdere toevoeging, binnen enkele dagen reeds een temperatuur van meer dan 50° C had.

Van het preparaat Q.R. wordt 4—5 g per 1000 kg toegevoegd; een op wetenschappelijke gronden gewettigde verklaring, waarom een dergelijk preparaat in zo'n grote verdunning (5 g/1 millioen) zou werken, wordt niet gegeven. De vluchtige oliën uit de kruiden zouden enige invloed op de omzettingen kunnen uitoefenen, doch de concentratie bedraagt slechts 1 op 100 000 000, zodat ook dit uitgesloten is.

Van het preparaat Fertosan, dat extra werkzame bacteriën zou bevatten, die de compostering zouden versnellen, geldt hetzelfde als hierboven voor het preparaat Vétrisol is gezegd.

Door verkopers van dergelijke preparaten wordt vaak de stelling verkondigd, dat aangezien men van diverse sporenelementen ook zo uiterst weinig nodig heeft voor

de normale plantengroei, het toch zeer wel mogelijk is, dat met dergelijke preparaten ook kleine hoeveelheden van nog onbekende groeistoffen of zeldzame elementen worden toegevoegd, die de compostering in bijzondere mate kunnen versnellen. Dergelijke beweringen missen elke wetenschappelijke fundering en moeten als misleidende reclame worden beschouwd.

Rest tenslotte nog de vraag, hoe of het komt, dat, vooral in Engeland, nog zoveel mensen zich met enthousiasme op het gebruik van dergelijke waardeloze preparaten toeleggen.

Het meest voor de hand liggende antwoord hierop is, dat bij al deze preparaten veelal een uitstekend voorschrift is gegeven om alle organische afval uit tuin- of landbouwbedrijf te composteren. Wordt dergelijke compost aangewend op gronden, die tevoren geen of weinig compost gekregen hebben, dan is het mogelijk, dat de opbrengsten en de stand der gewassen gunstig beïnvloed zullen worden. Wanneer men op deze wijze succes heeft, zal men er bovendien niet gauw toe komen, betrouwbare vergelijkende proeven op te zetten, waarbij compost, bereid mèt het preparaat, vergeleken wordt met compost zónder preparaat, proeven, die bovendien niet gemakkelijk zo te nemen zijn, dat het resultaat betrouwbaar is.

SAMENVATTING

In „De Wilhelminapolder" in Zeeland zijn proeven genomen met het bereiden van strocompost. Vergeleken werden stro met water gedrenkt, zonder toevoegingen, idem met 0,7% N als ureum, terwijl daarnaast de werking werd beproefd van de Engelse preparaten Fertosan en Q.R. en het Franse preparaat Vétrisol. Deze z.g. compostactivators zouden de ontleding van het stro belangrijk versnellen en de compostering bevorderen. Alleen door de toevoeging van ureum bleek, dat de temperatuur in de compost extra verhoogd werd en dat deze in hopen gedurende de 7 maanden dat de proef geduurd heeft, 5—10° C hoger was dan in de andere hopen. Ook het stro zonder toevoegingen broeide uitstekend.

Na 2 maanden was de ureumcompost goed omgezet en had reeds het uiterlijk van donkerbruine, goed verteerde stalmest. Het stro in andere composten had toen z'n stevigheid nog niet verloren.

De chemische analyse gaf geen verschillen van enige betekenis te zien tussen met activators behandelde composten en die, welke niet met activators behandeld waren. De samenstelling van de hopen met ureum toonde overtuigend aan, dat daarin het stro verder ontleed was dan in al de andere hopen.

Het bacteriologisch onderzoek gaf als resultaat, dat in de ureumcompost de werking van de stikstof globaal op ± 15% van de totaal stikstof geschat zou kunnen worden. In de strocompost, die in samenstelling geheel met de andere composten overeenkwam, werd een stikstofwerking van 9% gevonden.

Uitvoerige veldproeven op de middelzware kleigronden van De Wilhelminapolder, waarbij de op verschillende wijze bereide composten met stijgende stikstoftrappen vergeleken werden met stijgende hoeveelheden kunstmest, gaven tot resultaat, dat geen der composten, ook niet die, welke met ureum bereid was, een noemenswaarde invloed had op de stand van suikerbieten, noch op de opbrengst per ha aan bieten, koppen met loof en suiker.

In potproeven werden ureumcompost, strocompost, stapelmest en toemaakmest met elkaar vergeleken, De gemiddelde stikstofwerking van de ureumcompost en de strocompost bedroeg 12%, tegen resp. 45 en 36% bij de stapelmest en de toemaak.

De conclusies, welke uit dit onderzoek te trekken zijn, laten zich als volgt formuleren:

1. De preparaten Fertosan, Q.R. en Vétrisol zijn waardeloos voor het doel, waarvoor ze aangeprezen worden, nl. de versnelling en verbetering van de compostering van organisch materiaal.[1]
2. De resultaten van bemesting met strocompost op een middelzware kleigrond, zowel als het bij een potproef met zandgrond gevonden stikstofeffect van deze compost vormen, mede gelet op de hoge arbeidskosten, aan bereiding en aanwending verbonden, zeker geen aanleiding om het maken van strocompost op akkerbouwbedrijven aan te bevelen.

[1] Hierbij zij opgemerkt dat ook in Finland overeenkomstige proeven betreffende de toepassing van compost-activators dezelfde negatieve resultaten hebben opgeleverd als in het onderhavige geval.

SUMMARY

COMPOSTING STRAW, WITH AND WITHOUT ACTIVATORS

CONTENTS

I. Introduction 3
II. Composting experiments at the „Wilhelminapolder", Zeeland 5
III. Chemical analysis of the different composts 14
IV. Orientating microbiological experiments concerning the availability of nitrogen in some of the composts 20
V. Fieldexperiments on the manuring effect and the after-effect of the different composts with sugarbeets and oats 23
VI. Negative results of similar experiments in Finland 34
VII. Results and discussion 35
Summary 40

In various countries the use of compost activators is recommended as a means to accelerate the decomposition of organic material and to improve the quality of the resulting compost. In order to investigate to what extent the claims made by the manufacturers are justified, a number of experiments were carried out with the compost activators Vétrisol (French), Fertosan and Q.R. (both British).

Vétrisol consists of 99.6% of water, traces of nitrogen and phosphate and resembles 5—10 times diluted liquid manure. 4 Liters of Vétrisol diluted 20 times (made up to 80 l) is used to inoculate 1 ton of straw.

Q.R. (*quick return, quick rotting*) consists of a finely ground mixture of different herbs (camomile, dandelion, valerian, milfoil, stinging nettle, oakbark). It contains 70.5% of organic material and 0.2% of ethereal oils. 6 teaspoonfuls (± 4—5 grams) are used on 1 ton of straw.

Fertosan consists of dried, ground gelatin containing a number of spore forming soil bacteria belonging to the Subtilis group. A small package of a few grams suffices for 1 ton of straw.

With these activators a number of compost heaps were prepared, strictly following the instructions given by the manufacturers and in one case (Vétrisol) even under supervision of a representative of the firm concerned.

As a control straw wetted with the same amount of water without activators was used; also straw compost heaps were prepared by adding nitrogen as urea (33 kg of urea on 1900 kg of straw) (see table 1, p.7).

The temperature in the heaps was measured daily (fig. 4, 5, 6). The composts were analysed after 3 and 8 months (table 2). The composts were mixed with soil and the CO_2 produced by the soil microbes was measured (fig. 10). This gives an indication for the degree of decomposition: by adding cellulose and determining the increase in CO_2 production it is possible to estimate the availability of the nitrogen in the composts.

With the different composts fertilizer experiments were carried out with sugar beets as a crop on a light clay soil of the Wilhelminapolder in Zeeland. In the next year oats were sown on the same experimental field to determine the after-effect of the different composts. In a pot experiment straw compost and straw-urea compost were compared with stable manure and stable manure mixed with soil, *Brassica napus* being the test crop.

Temperature

Within 3—4 days the temperature in the heaps raised to about 60° C. After 3—4 weeks temperatures began to fall; in all cases the temperature of the urea-composts, however remained 5 to 10° C higher than that of the other ones (fig. 4, 5, 6).

The preparations did not show any effect on the temperature curves, the temperature of the straw compost without activators had the same course as that with activators. If the activators had accelerated the decomposition, the temperatures would have been higher, which however was not the case.

Analysis

After 3 and 8 months well mixed samples of the different compost heaps were analysed (table 2) for total nitrogen (N_t), total carbon (C_t), ash, non hydrolysable (humus) N (N_h) and non hydrolysable (humus) C (C_h).

The C_t-C_h content indicates the amount of C present in decomposable organic material; the N_t-N_h content is a measure for the nitrogen present in organic nitrogen compounds which can be attacked by micro-organisms.

As in the case of Vétrisol the compost had not been mixed with soil; the amount of organic matter lost could be calculated on the base of constant ash content. In fig. 7 it is shown that the two experiments in Sterksel and the following year in the Wilhelminapolder show exactly the same losses as the controls without Vétrisol.

This shows that Vétrisol has had no influence at all on the composting process as such.

For the other composts the C/N ratio was used as a measure for the degree of decomposition. Originally the C/N ratio of the straw was 81.5. After three months all the composts had a C_t/N_t ratio between 35 and 40, the same as that of the controls without activators.

For the urea compost the C_t/N_t ratio was lowered from 33.8 to about 14.5. *None of the other compost activators had accelerated the composting process in a measurable way.*

The determination of the CO_2 produced by the soil microbes showed that the availability of the nitrogen in the straw compost was low and did not exceed 9.5% of the total nitrogen content. The urea compost had a nitrogen activity of 15% of the total nitrogen (fig. 10).

Field experiments

Neither the yield of the sugar beets or leaves, nor the quantity of sugar produced showed any benificial influence of the use of compost activators on the value of the compost as organic manure (tables 6, 7, 8, 9, 10, 11). It has not been possible to show any after-effect of the use of these composts on oats in the year following that of the first application (tables 12, 13 and 14).

The final conclusion of these experiments is that none of the compost activators, Fertosan, Q.R. and Vétrisol has shown any benificial effect on the composting process, nor did the resulting composts differ from pure straw compost without activators with regard to its manuring effect. As these compost activators are worthless, their sale is prohibited in the Netherlands.

The results of the Finnish investigators KAILA and POHJANPÄÄ with Fertosan and Q.R. (p. 34) are in full agreement with those of the present authors. Laboratory experiments as well as fields experiments did not show any influence of the preparations on straw decomposition nor on the yields.