

De invloed van structuurregelaars op grond en gewas

The influence of soil conditioners on soil and crop

Summary see page 536 .

P. BOEKEL,

Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Groningen

1 INLEIDING

Toen in 1952 in Amerika het Krilium op de markt werd gebracht, werd de indruk gevestigd, dat daarmee alle structuurproblemen tot het verleden gingen behoren en dat tevens de opbrengsten in sterke mate zouden kunnen worden verhoogd.

De resultaten van het vele onderzoek dat spoedig overal ter wereld werd aangepakt, toonden aan dat deze kunststof inderdaad in staat was een door groundbewerking verkregen goede structuur van kleihoudende gronden veel langer te behouden dan zonder toediening van dit middel het geval was. De bestendigheid van de aggregaten tegenover de verschillende destructieve krachten wordt groter, hetgeen kon worden aangetoond door middel van percolatiebepalingen, met behulp van natzeefmethoden en door consistentiebepalingen. Het gunstige effect van deze middelen op de bodemstructuur was dus wel duidelijk.

Minder duidelijk was echter de invloed op de groei der gewassen. De resultaten waren nogal wisselend en het bleek dat structuurverbetering niet steeds met een opbrengstvermeerdering gepaard gaat. Hayes en Simpson (4) constateerden een gunstig effect van Krilium zowel op de bodemstructuur als op de groei en opbrengst van radijs. Daarentegen vonden Haise, Jensen en Alessi (3) dat Krilium een duidelijk gunstig effect had op de structuur, maar dat deze structuurverbetering gepaard ging met een significante vermindering van de opbrengst aan suikerbieten. Allison (1) verkreeg zowel een gunstig effect op de structuur van een normale als op die van een alkali-grond, maar alleen op de alkaligrond werd een gunstig effect op de groei van maïs geconstateerd. Ook Mortensen en Martin (6) vonden een duidelijke invloed van Krilium op de structuur; deze verbetering ging het ene jaar gepaard met een verhoging van de maïsopbrengst, vooral bij aanwezigheid van voldoende stikstof, maar het daarop volgende jaar werd de haveropbrengst niet beïnvloed. Door Wahhab e.a. (9) werd geconstateerd dat door behandeling met Krilium de structuur van Punjab-grond verbeterd werd en dat de opbrengst aan sorghum werd gereduceerd.

Wanneer men bedenkt dat de plantegroei van vele factoren als temperatuur, vocht, aëratie, voedselvoorziening zal afhangen en dat de bodemstructuur zelf geen groeifactor is, maar van belang is voor de plantegroei via bovengenoemde factoren, zal men wel kunnen begrijpen dat het van diverse omstandigheden zal afhangen of structuurverbetering ook een betere gewasgroei tot gevolg zal hebben.

Ook aan het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid te Groningen heeft men zich de laatste jaren bezig gehouden met de bestudering van het effect van diverse structuurregelaars op grond en gewas. Naast enkele kleine laboratorium- en vakkenproeven, waar in hoofdzaak het effect van de verschillende middelen op de fysische eigenschappen van diverse gronden werd nagegaan, werd ook een grote veldproef aangelegd, met de bedoeling hier tevens het effect van structuurverbetering op de gewasgroei te bestuderen. De resultaten die de eerste zes jaren op dit proefveld werden verkregen, worden hieropvolgend vermeld.

2 OPZET VAN DE PROEF

Het proefveld Pr 1470, in 1953 aangelegd op een lichte, oude, slempige zavelgrond te Hornhuizen, bestaat uit 100 veldjes ter grootte van 3 bij 4½ m. Daarvan blijven 20 veldjes permanent onbehandeld. Een groot aantal veldjes werd reeds met diverse middelen in enkele doseringen behandeld, terwijl een aantal nog beschikbaar bleef voor eventuele nieuwe projecten. In tabel 1 is aangegeven welke middelen zijn gebruikt en wanneer

Tabel 1 Op Pr 1470 toegepaste middelen

| Middel | Herkomst | Aard van het middel | Aantal dose- ringen | Jaar van toediening |
|--------------------------------|--------------------------------|--|----------------------------------|--------------------------------|
| Kriliium Merloam | Monsanto Chemical Company | vinylacetaat-maleïnezuur verbinding | 4 | 1953 |
| Aerotil (poeder- vormig) | America Cyanamid Company | poly-acrylonitril | 4 | 1953 |
| Aerotil (oplosbare vlokken) | idem | idem | 3 | 1953 + 1954 |
| Rohagit S | Röhm und Haas | metha-acrylaat | 4 | 1954 |
| Actumus | Carbonated organics Co Ltd. | actieve kool | 2 | 1953 |
| X ₂ | N.V. Calha | stabele humus | 1 | 1954 |
| Flotal | Chemische Werke Rombach | ferriammonaluin + org. stof | 1 | 1955 |
| B 517 | Nederlandse industrie | zetmeel-ether | 4 | 1953 |
| B 2252 | idem | idem | 1 | 1955 |
| <i>Material</i> | <i>Manufacturer</i> | <i>Nature of the material</i> | <i>Num- ber of doses</i> | <i>Year of application</i> |

Table 1 Materials used on Pr 1470

dit is gebeurd, terwijl tevens is vermeld wat de aard is van die middelen en door welke industrie ze zijn bereid.

De grondbewerking kon door de geringe afmetingen van de veldjes niet door ploegen, eggen en cultivateren gebeuren, maar moest door middel van spitten en met behulp van handcultivator en hark plaats vinden.

Als gewas werd in 1953 zomergerst (Agio) verbouwd, in 1954 suikerbieten (Klein Wanzleben), in 1955 erwten (Rondo), in 1956 aardappelen (Eigenheimer E) en in 1958 zomertarwe.

In 1957 werd eerst vlas ingezaaid, dat door droogte mislukte. Daarna werden koolrapen geplant.

Van de granen en peulvruchten werd de opbrengst aan korrel en stro bepaald, van de suikerbieten en koolrapen de opbrengst aan knollen en loof en van de aardappelen de opbrengst aan knollen, terwijl hier tevens de kwaliteit op het oog werd beoordeeld.

3 STRUCTUURONDERZOEK

Teneinde de invloed van de verschillende middelen op de grond te kunnen nagaan werd de bodemstructuur bepaald. Daartoe werd ieder jaar in voor- en nazomer de grond: water: luchtverhouding op de voornaamste objecten bepaald, waarbij inlichtingen werden verkregen over het in de bodem aanwezige poriën- en luchtvolume. De laatste jaren werd het proefveld tevens aan de visuele structuurbeoordeling onderworpen. Bij deze methode die bij het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid reeds verscheidene jaren in gebruik is, wordt voor enkele aspecten van de grond o.a. voor de aggregaatgrootte (M), voor de binding (B) en voor de poreusheid (P), alsmede voor de algemene indruk (St) een cijfer gegeven. Met beide methoden konden op dit proefveld duidelijk structuurverschillen worden aangetoond, zoals blijkt uit tabel 2, waarin de gemiddelden over de 6 jaren zijn vermeld.

Het eerste jaar waren de effecten van de gebruikte middelen echter nog niet groot. Vermoedelijk moet dat worden toegeschreven aan het feit dat de toediening direct voor de inzaai van de gerst heeft plaats gevonden, zodat de periode waarin structuurverval kon plaats vinden nog zeer kort is geweest.

De volgende jaren kwamen de structuurverschillen veel beter tot uiting. Krilium Merloam en Aerotil hebben vooral bij de hogere doseringen (1500—3000 kg actief materiaal per ha) de structuur op duidelijke wijze verbeterd. Een hoeveelheid van ongeveer 1500 kg actief materiaal per ha bleek reeds het hoogst bereikbare effect op te leveren.

Een tweemaalige besproeiing (1953 en 1954) van de bodem met een oplossing van Aerotil heeft vooral in de eerste jaren een structuurverbetering in de bouwvoor teweeggebracht.

Rohagit heeft bij de hogere doseringen eveneens een gunstig effect gehad, maar dit effect bleef toch duidelijk achter bij dat van Krilium en Aerotil.

De beide „humusprodukten” Actumus en X₂ hebben geen enkele werking op de structuur kunnen demonstrenen, terwijl ook van Flotal vrijwel geen effect kon worden aangetoond.

Tenslotte is duidelijk dat de produkten B 517 en B 2252 — prototypen van een Nederlandse industrie — een aanmerkelijke structuurverslechtering in plaats van een verbetering hebben gegeven.

Uit deze resultaten blijkt dat op dit proefveld onder invloed van de verschillende middelen duidelijke structuurverschillen zijn ontstaan, zodat we in feite de beschikking hebben gekregen over een structuurtrappenproefveld. Enkele jaren geleden was het onmogelijk om een dergelijk proefveld aan te leggen, omdat men niet over middelen beschikte die de structuur konden wijzigen zonder andere vruchtbaarheidsfactoren te beïnvloeden.

Uit fig. 1 waarin de poriën- en luchtvolumina tegen de tijd zijn uitgezet, blijkt tenslotte dat ook na 6 jaar nog duidelijke structuurverschillen aanwezig waren, hoewel de tendens aanwezig is dat het gunstige effect van Krilium en Aerotil en het ongunstige effect van B 517 iets minder wordt.

Tabel 2 Gemiddelde uitkomsten van het structuuronderzoek in de jaren 1953 t/m 1958

| Behandeling | Gift (kg actief mat./ha) | Poriën- volume (vol. %) | Lucht- volume (vol. %) | Visuele structuur- beoordeling |
|-----------------------------|---|--------------------------------|---------------------------------|--|
| Onbehandeld | — | 46,8 | 19,3 | 5+ |
| Krilium Merloam | 390—732 | 48,4 | 21,0 | 6 |
| | 1462—2925 | 50,0 | 22,7 | 7— |
| Aerotil (poedervormig) | 390—780 | 47,7 | 20,0 | 5½ |
| | 1560—3120 | 49,5 | 21,1 | 6+ |
| Rohagit S | 195—390 | 46,5 | 19,5 | 5½ |
| | 975—1950 | 47,7 | 20,6 | 6— |
| Aerotil (oplosbare vlokken) | 246—492 | 47,6 | 20,8 | 6— |
| Actumus | 126—1260 | 46,7 | 19,6 | 5 |
| X ₂ | 2100 | 47,1 | 20,1 | 5+ |
| Flotal | 6000 | 47,4 | 20,7 | 5+ |
| B 517 | 975—1950 | 41,5 | 17,8 | 5 |
| | 3900—7800 | 45,4 | 13,3 | 4— |
| B 2252 | 1950 | 46,1 | 15,2 | 4— |
| <i>Treatment</i> | <i>Dose (kg active mat./ha)</i> | <i>Pore space (vol. %)</i> | <i>Air content (vol. %)</i> | <i>Visual judg- ment of soil structure</i> |

Table 2 Average results of the research on soil structure in the years 1953 t/m 1958

4 INVLOED VAN DE BODEMSTRUCTUUR OP DE GROEI VAN DE GEWASSEN

Bij de beoordeling van de samenhang tussen structuur en plantegroei werd als structuurmaat het poriënvolume gebruikt omdat deze grootheid in de loop van het jaar minder veranderlijk is dan b.v. het luchtvolume. In fig. 2 zijn de opbrengsten aan korrel van granen en erwten en aan knollen van bieten, aardappelen en koolrapen tegen het poriënvolume uitgezet. Met behulp van de rangordemethode van Kendall werd nagegaan in hoeverre in

Fig. 1 Structuurverloop op het proefveld met structurregelaars te Hornhuizen.

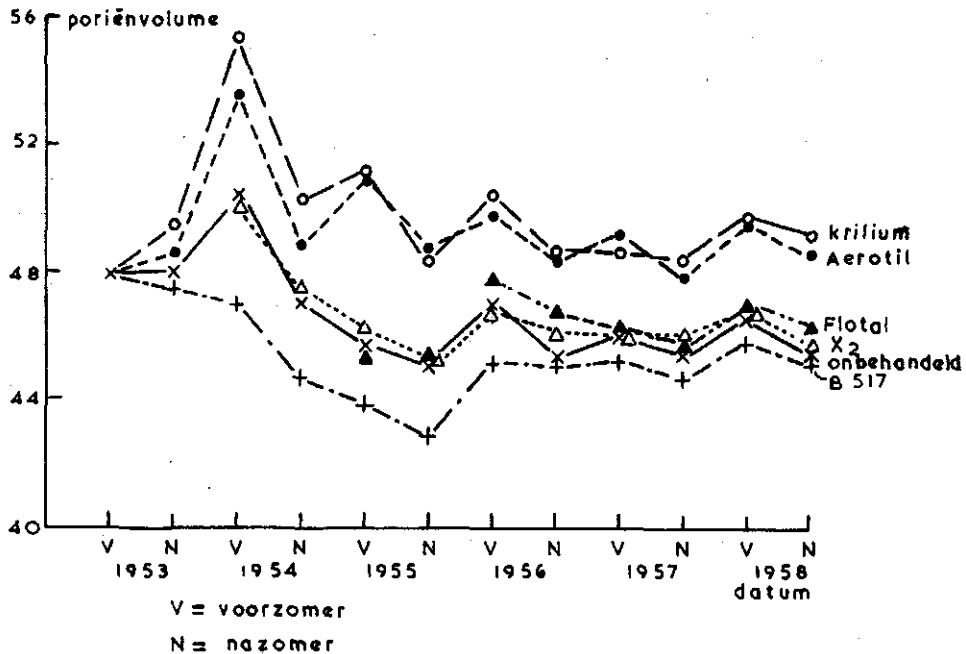


Fig. 1 Course of soil structure on the experiment field at Hornhuizen.

de verschillende jaren van een betrouwbare samenhang tussen genoemde factoren sprake was. De invloed van de structuur bleek significant te zijn in 1953 (gerst), in 1955 (erwten), in 1956 (aardappelen) en in 1957 (koolrapen). In 1954 en 1958 daarentegen kon geen significante invloed van de structuur op de opbrengst aan resp. suikerbieten en zomertarwe worden aangetoond.

Ondanks het feit dat het eerste jaar de structuurverschillen, zoals die door ons in de laag 5—10 cm werden vastgesteld, nog niet zo groot waren, is de opbrengst aan gerst toch duidelijk toegenomen met het groter worden van het poriënvolume.

Vermoedelijk is de opbrengst sterk beïnvloed door het door ons niet beoordeelde bovenste deel van de bouwvoor. Hierin zullen de structuurverschillen door de late toediening van de structurregelaars, vlak voor de inzaai van de gerst en de spoedig daarop plaats vindende bescherming van de grond door het groeiende gewas groter zijn geweest dan op wat grotere diepte.

Daar de resultaten van de jaren 1954 en 1956 een sterke overeenkomst vertonen, zullen ze gezamenlijk worden bekeken. Beide jaren kon geen gunstig effect van de bodemstructuur op de opbrengst worden waargenomen.

Fig. 2 Invloed van de bodemstructuur van een lichte zavegrond op de opbrengst van diverse gewassen:

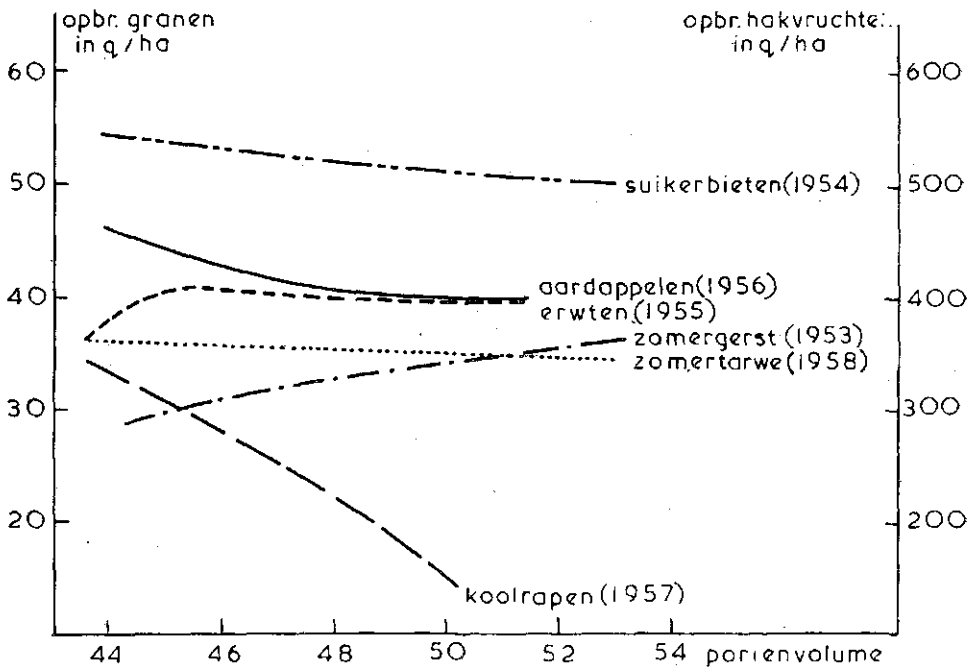


Fig. 2 Influence of the soil structure of a light sandy clay on the yield of different crops.

In 1956 is bij het groter worden van het poriënvolume de opbrengst aan aardappelen duidelijk afgenomen, terwijl in 1956 t.a.v. de opbrengst aan bieten eenzelfde tendens aanwezig was. Daarentegen liet de loofontwikkeling een tegengesteld beeld zien: in 1954 werd bij een toenemend poriënvolume een grotere loofopbrengst bij bieten verkregen, terwijl in 1956 halverwege de groeiperiode het gewas aardappelen op de veldjes met het hoogste poriënvolume het gunstigst werd gewaardeerd.

Kennelijk heeft de structuurverbetering beide jaren wel een betere groei van de bovengrondse delen tot gevolg gehad, maar een wat mindere ontwikkeling van de ondergrondse delen, die bij deze gewassen juist het belangrijkste zijn. Een verklaring voor dit verschijnsel kan nog niet worden gegeven, maar er wordt toch wel sterk gedacht aan het plaatsvinden van veranderingen in de stikstofvoorziening door structuurverbetering. Het onderzoek zal dan ook in die richting worden voortgezet.

In 1955 was de invloed van de bodemstructuur wat meer gecompliceerd. Bij toeneming van het poriënvolume tot ongeveer 45 volume procent werd een duidelijke verhoging van de opbrengst verkregen terwijl bij een verdere stijging van het poriënvolume de opbrengst weer iets afnam. De stro-

opbrengst daarentegen, bleef toenemen bij het losser worden van de grond. Dit laatste klopt met het feit dat half juni werd waargenomen dat de stand van de erwten beter werd met het toenemen van het poriën- en luchtvolume. De invloed van de bodemstructuur op de loofontwikkeling is dus anders geweest dan die op de opbrengst aan korrel. De oorzaak moet vermoedelijk worden gezocht in de weersgesteldheid gedurende de groeiperiode. In de eerste helft van de groeiperiode is zoveel regen gevallen dat de grond, zoals uit vochtmetingen bleek, vrijwel doorlopend op veldcapaciteit was, met het gevolg dat het volume aan lucht in deze periode van vorming van blad- en stengelmasa een beperkende factor is geweest en dat vergroting van poriën- en luchtvolume een gunstig effect heeft uitgeoefend.

Na half juni is echter een langdurige droogteperiode ingetreden, waardoor op de duur, volgens metingen op het proefveld verricht, al het beschikbare vocht uit de bouwvoor is verdwenen. Als gevolg daarvan is het luchtvolume steeds toegenomen, waardoor deze factor optimaal is geworden. In deze periode is de voor de planten beschikbare vochthoeveelheid van de bodem een rol gaan spelen en het is te verwachten dat juist op de veldjes met de meeste gewasmassa, dus op de veldjes met goede structuur, die factor het eerst in het minimum is gekomen, waardoor daar de vruchtzetting en de zaadvorming minder is geweest dan volgens de stand van het gewas zou worden verwacht.

Uit het in 1957 verkregen verband tussen poriënvolume en opbrengst aan knollen en loof blijkt dat ook dit jaar de opbrengst in ongunstige zin door de bodemstructuur is beïnvloed. De oorzaak hiervan kan niet met zekerheid worden aangegeven. Ook hier kan een veranderde stikstofvoorziening een rol hebben gespeeld, terwijl het mogelijk ook te wijten is aan de zeer droge omstandigheden waaronder de rapen werden geplant. Het is nl. wel bekend dat het aanslaan van de planten onder dergelijke omstandigheden bij een dichtere structuur wat beter verloopt. De vraag is dan echter of een verschil in aanslaan zulke grote opbrengstverschillen tot gevolg kan hebben.

Het resultaat van 1958 tenslotte, behoeft weinig commentaar. Er werden geen significante opbrengstverschillen geconstateerd. Opvallend was echter dat aan het einde van het groeiseizoen op de veldjes met de beste structuur de tarwe in mindere mate legerde dan op de slechtere veldjes. Dit wijst weer in de richting van een ingrijpen in de stikstofvoorziening. Ook door maandelijkse bepaling van het stikstofgehalte op enkele veldjes kwam de tendens naar voren dat door structuurverbetering de stikstofvoorziening wat ongunstiger werd. Eind mei was al het in water oplosbare stikstof verdwenen, zowel op de veldjes met goede als op die met slechte structuur. Opmerkelijk was echter dat door mineralisatie op de laatstgenoemde veldjes meer stikstof vrijkwam dan op de eerstgenoemde. In 1958 is dit echter niet van invloed geweest op de opbrengst.

Uit de resultaten van de samenhang tussen bodemstructuur en groei van de gewassen blijkt dus wel dat structuurverbetering van deze lichte zavelgrond,

waarvan het structuurniveau middelmatig genoemd kan worden, geen ge-regelde opbrengstverhoging heeft opgeleverd. Enkele jaren werd zelfs een duidelijke oogstdepressie door structuurverbetering waargenomen, vermoede-lijk door ongunstige beïnvloeding van de stikstof- en de vochtvoorziening. Uiteraard zal het effect sterk afhangen van de uitgangstoestand, dus van de aard, van het structuurniveau en van de vruchtbaarheid van de grond, waar-op dergelijk onderzoek gebeurt. Zo gedroeg een zware Dollard klei met een zeer slechte structuur zich bij soortgelijk onderzoek geheel anders. Ieder jaar had op deze grond verbetering van de structuur een gunstige invloed op de groei van de gewassen.

CONCLUSIE

Uit de tot nu toe op het structuurregelaarsproefveld te Hornhuizen ver-kregen resultaten blijkt in de eerste plaats dat enkele middelen als Krilium en Aerotil en in mindere mate Rohagit, in staat zijn om de structuur van een lichte zavelgrond duidelijk te verbeteren. Actumus en X₂ hebben geen en Flotal vrijwel geen structuurverbetering tot gevolg gehad.

In de tweede plaats is gebleken dat structuurverbetering lang niet altijd een verbetering van de groeiomstandigheden betekent. In 1953 reageerde de zomergerst nl. gunstig op structuurverbetering, suikerbieten in 1954 eerder ongunstig dan gunstig, erwten in 1955 aanvankelijk gunstig, maar later weer ongunstig, aardappelen in 1956 wat loofgroei betreft gunstig, wat knol-ontwikkeling betreft ongunstig, de koolrapen in 1957 ongunstig terwijl de zomertarwe in 1958 geen reactie vertoonde.

Er zijn aanwijzingen dat het effect van structuurverbetering op de groei van de gewassen sterk kan afhangen van de weersomstandigheden en van de wijze waarop die structuurverbetering ingrijpt in de stikstof- en vochtvoor-ziening. Het wordt dan ook gewenst geacht bij het verdere onderzoek vooral aandacht aan deze beide factoren te besteden.

SUMMARY

The results obtained on the experimental field with soil conditioners in Hornhuizen showed in the first place that Krilium Merloam and Aeroril and to a less extent Rohagit, are able to improve the structure of a sandy clay soil. Flotal had only a very small effect, Actumus and X₂ had no influence.

In the second place it was evident that improvement of soil structure does not always give a better condition for plant growth.

A better soil structure showed the following effects:

- on barley in 1953: favourable,
- on sugar beets in 1954: small, unfavourable,
- on peas in 1955: favourable in the beginning, unfavourable afterwards,
- on potatoes in 1956: favourable on growth of the top, unfavourable on the tubers,
- on Swedish turnips in 1957: very unfavourable,
- on wheat in 1958: no reaction.

There are certain indications that the effect of soil structure on plant growth strongly depends on the moisture conditions and also on the weather during the growing season and on the changes in nitrogen supply.

LITERATUUR

- 1 ALLISON, L. E.: Soil and Plant responses to V.A.M.A. and H.P.A.N. soil conditions in the presence of high exchangeable sodium. *Soil Sci. Soc. Proc. Am.* 20 (1956), 157-161.
- 2 BOEKEL, P.: Structuurregelaarsproefveld Pr. 1470. Vijfjarig verslag (1951-1956) van de Vereniging tot Exploitatie van Proefboerderijen in de klei- en zavelstreken van de provincie Groningen.
- 3 HAISE, H. R.; L. R. JENSEN and J. ALESSI: The effect of synthetic soil conditioners on soil structure and production of sugar beets. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 19 (1955), 17-19.
- 4 HAYES, S. F. and K. SIMPSON: The effect of Krilium on a heavy clay soil. *Journ. of the Royal Caledonian Hort. Soc.* 10 (1953), 289-294.
- 5 KUIPERS, H. en P. BOEKEL: De resultaten van een laboratoriumonderzoek naar de werking van Krilium. *Landbouwk. Tijdschr.* 64 (1952), 731-733.
- 6 MORTENSEN, J. L. and W. P. MARTIN: Effect of soil conditioner-fertilizer interactions on soil structure, plant growth and yield. *Soil Sci.* 81 (1956), 33-46.
- 7 PEERLKAMP, P. K., A. J. DE GROOT en H. KUIPERS: Bodemstructuur en structuurregelaars. *T.N.O.-Nieuws* 9 (1954), 7-15.
- 8 PEERLKAMP, P. K.: Structuurregelaars NaCoBrouw-Jaarboekje 1954.
- 9 WAHHAB, A. e.a.: Effect of synthetic polyelectrolyte on the chemical, physical, biological, and agronomic aspects of some punjab soils. *Soil Sci.* 81 (1956) 139-149.