CENTRAAL INSTITUUT VOOR LANDBOUWKUNDIG ONDERZOEK

ONDERZOEK NAAR DE FACTOREN, DIE RENDABELE BIETENVERBOUW OP ONZE ZANDGRONDEN BEPERKEN

I

WITH A SUMMARY

INVESTIGATION INTO THE FACTORS RESTRICTING PAYING BEETGROWING ON SANDY SOILS

W. A. P. BAKERMANS

STAATSDRUKKERIJ UITGEVERIJBEDRIJF

VERSL. LANDBOUWK. ONDERZ. No 61.14 - 'S-GRAVENHAGE - 1955

206 1995

INHOUD[1]

Blz.

I. Inleiding 3

II. Proefmethodiek 4

III. Het gemiddelde groeiverloop 5

IV. Onderzoek naar het verband tussen het eiwit-, Na_2O-, K_2O- en CaO-gehalte van het loof en de opbrengst 9

V. Verband tussen de pH, het Mg-gehalte van de grond, het MgO-gehalte van het loof en het groeiverloop 9

VI. Verband tussen Na_2O-, K_2O- en MgO-gehalte van het loof 12

Samenvatting 13

Summary 13

Literatuur 14

[1] De auteur, Ir. W. A. P. Bakermans, is als wetenschappelijk ambtenaar 1e kl. verbonden aan het C.I.L.O. te Wageningen.

I. INLEIDING

Vanouds worden voederbieten verbouwd op kleigrond en vochthoudende zandgrond. Bieten stellen nl. vrij hoge eisen aan de watervoorziening, aan de kalktoestand en aan de bemesting.

Vergelijken wij de opbrengsten van voederbieten op verschillende gronden, dan zien wij, dat goede vochthoudende zandgronden zeer hoge opbrengsten kunnen leveren en zelfs kleigrond kunnen overtreffen. Op lichte, hoge zandgronden echter blijven bieten meestal zo sterk in opbrengst achter, dat de verbouw hier niet rendabel is. Vrij algemeen wordt dan ook aangenomen, dat bieten niet thuis horen op deze gronden.

Met het doel na te gaan, of het mogelijk is de bietenopbrengsten op lichte zandgronden te verbeteren, werd in 1948 een oriënterend onderzoek opgezet naar het groeiverloop van voederbieten op lichte zandgronden in de omgeving van Wageningen.

In vergelijking met éénjarige, afrijpende zomergewassen, zoals zomergranen en peulvruchten, heeft de biet als tweejarige plant, waarvan de bladeren groen en sappig blijven en de droge-stofproductie vrijwel tot de oogst doorgaat, in het eerste jaar een lange periode van voedselopname en assimilatie. Het gevolg hiervan is, dat de toename van het gehalte aan droge stof en de opname van voedingsstoffen geleidelijk verlopen. De opname van stikstof en minerale bestanddelen loopt niet zo veel op de droge-stofproductie vooruit als bij de zomergewassen.

Karakteristiek voor de biet – vooral tijdens de eerste ontwikkeling – is de grote opname van K en Na en de vorming van bijzonder waterrijk weefsel. Een jong bietenplantje bevat tot 94 % water, terwijl berekend op de droge stof, een asgehalte gevonden wordt tot 25 %. Een belangrijk kenmerk van bieten is ook de grote behoefte aan Na naast K.

Bij onderzoek van de voedselopname van verschillende typen voederbieten, nl. Productiva, Hautana, Eureka, Friso en de suikerbiet Kuhn P., met resp. 12, 14, 16, 18 en 24 % droge stof in de rijpe biet, vond VAN ITALLIE in het algemeen éénzelfde karakteristiek beeld bij de verschillende rassen, waarbij in details echter belangrijke verschillen optraden. Naarmate de voederbieten tot een lagere droge-stofklasse behoorden, bleek de relatieve opname van water, stikstof en mineralen minder sterk vooruit te lopen op de productie van assimilaten dan bij de suikerbiet. De suikerbiet staat dichter bij de sterk indrogende eenjarige zomergewassen dan de voederbiet. Laaggehaltige voederbieten bleken veel meer mineralen (vooral Na en K) per kg droge stof op te nemen dan hooggehaltige en suikerbieten. Bij laaggehaltige voederbieten worden de mineralen bij de oogst grotendeels in de biet aangetroffen, bij hooggehaltige (vooral bij de suikerbieten) voornamelijk in het loof.

Vooral op lichte zandgronden bleek dat het *ionen-evenwicht* in de grond niet alleen een belangrijke invloed op de opbrengst uitoefent, doch ook het uiterlijk van het gewas kan beïnvloeden. LEHR onderscheidt een Na-type en een Ca-type. Het Na-type vertoont welig, slap overhangend blad met een lichtgroene kleur, het Ca-type heeft kleinere, donkergroene bladeren, die dikwijls in stijve bundels omhoog steken.

Door overmaat K en Na wordt de opname van Ca en Mg teruggedrongen, waardoor zelfs verschijnselen van Mg-gebrek kunnen optreden. Anderzijds kan overmaat Ca en Mg bij gering aanbod van K en Na de K- en Na-opname remmen en een hoog

Ca-gehalte ten gevolge hebben, dat zelfs in de habitus als Ca-type tot uiting kan komen en dan ook groeiremming ten gevolge heeft. Overmaat K en Na hebben de neiging het droge-stofgehalte te verlagen, terwijl overmaat Ca en Mg het droogte-type veroorzaken.

Op K-arme gronden nemen voederbieten K en Na op in bij benadering dezelfde verhouding als waarin deze elementen in de grond voorkomen. Wordt het K-aanbod zeer groot, zoals op kleigronden het geval kan zijn, dan treedt de Na-opname op de achtergrond. Vooral suikerbieten vertonen een duidelijke voorkeur voor K boven Na.

In tegenstelling tot de meeste andere gewassen kan Na voor de biet beschouwd worden als een onmisbaar voedingselement. Na kan voor een deel K vervangen. Ook zonder duidelijk K-tekort kan een Na-bemesting in vele gevallen met voordeel gegeven worden. Na wordt sneller en eerder opgenomen dan K en stimuleert meer de loof- dan de bietproductie, vooral bij hoogprocentige rassen.

Om de invloed van het ionen-evenwicht op de opbrengst aan te geven, werd o.a. door LEHR gebruik gemaakt van driehoeksgrafieken, die zeer geschikt zijn om de onderlinge verhouding uit te drukken van drie componenten, waarvan de som op 100 gesteld wordt. Bij Barres bieten vond LEHR de hoogste opbrengst bij een ionenevenwicht in het loof van ongeveer 10 % K, 20 % Ca en 70 % Na (de gehalten uitgedrukt in mg aequivalenten; de gehalten K, Ca en Na in procenten van de som van K + Ca + Na) en in de biet bij ongeveer 25 % Na, 25 % Ca en 50 % K.

Bij hogere Na/K-verhoudingen konden ook goede opbrengsten verkregen worden, terwijl bij hoge Ca/K-verhoudingen de opbrengst terug liep. Opgemerkt zij, dat bij andere rassen deze verhoudingen weer anders liggen.

VAN DE SANDE BAKHUYZEN kwam tot de conclusie, dat de groei van bieten geen geleidelijk verlopend proces is. Hij onderscheidde drie groeiphasen, die in de physiologische activiteit van het loof en de bieten tot uiting komen, nl.:

1. de bladvormingsphase (tot 20 à 30 Juli);
2. de bietvormingsphase (van 20 à 30 Juli tot 20 Augustus à 20 September) en
3. de rijpingsphase (van 20 Augustus à 20 September tot de oogst).

Binnen iedere phase is de physiologische distributie van b.v. de droge stof, die in de bladeren en in de bieten wordt afgezet, constant. Deze constante verdeling verandert echter abrupt bij overgang in de volgende phase.

II. PROEFMETHODIEK

Op 14 percelen werden maandelijks (Juni–October) en op 3 percelen wekelijks proefoogsten verricht van Eureka voederbieten. De eindopbrengsten van de verschillende percelen liepen vrij sterk uiteen, met als uitersten 98 en 161 kg droge stof per are van de bieten en 19 en 56 kg droge stof van het loof.

1948 was een nat jaar met regelmatig verdeelde regenval. Gedurende het groeiseizoen zijn slechts twee 10-daagse perioden droog gebleven. Hierdoor is ook op de hoogst gelegen percelen de bovengrond steeds vrij vochtig geweest. Gedurende de zomer was de neerslag 19 % meer dan normaal.

Het verloop van de groei werd in beeld gebracht door de opbrengst aan droge stof, de ionen-opname enz. uit te zetten tegen de leeftijd, d.i. het aantal dagen na het zaaien. Bij de verdere verwerking werd gewerkt met de afwijkingen van de individuele waar-

nemingen van deze gemiddelde lijnen, waardoor de invloed van de leeftijd, die meestal alle andere effecten verre overheerst, zoveel mogelijk werd geëlimineerd.

Tenzij anders vermeld, wordt in het volgende met de opbrengst bedoeld de opbrengst aan droge stof der bieten in kg/ha.

III. HET GEMIDDELDE GROEIVERLOOP

In de figuren 1 tot en met 5 zijn de lijnen weergegeven, die het gemiddelde groeiverloop op de betrokken gronden voorstellen. Ook het verloop van de verschillende gehalten is uitgezet tegen de leeftijd en weergegeven in de figuren 6 tot en met 8.

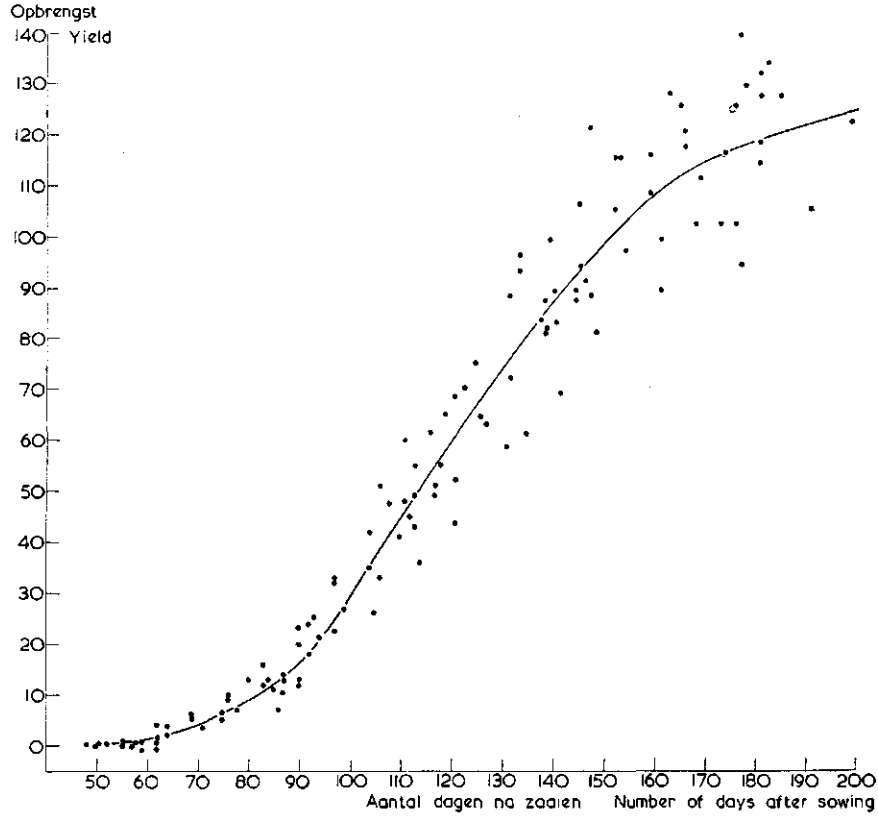


FIG. 1. Verloop van de opbrengst aan droge stof van de bieten in kg/are met de leeftijd (= aantal dagen na zaaien).

FIG. 1. *Relation of the dry-matter yield of the roots in kg/ha with age (number of days after sowing).*

De in fig. 1 weergegeven opbrengsten hebben een kleine correctie ondergaan. Door middel van grafische polyfactor-analyse werd de invloed bepaald, die de zaaitijd en het aantal planten per ha in dit materiaal op de opbrengst hebben uitgeoefend. Daarna

werden de opbrengsten bij iedere leeftijd berekend op basis van 67.500 planten per ha en zaaitijd 20 April. In fig. 1 is dus een deel van de spreiding van de punten geëlimineerd, nl. het deel dat een gevolg was van de uiteenlopende plantaantallen en zaaitijden op de verschillende percelen. Bij de overige figuren werden deze zeer bewerkelijke correcties niet toegepast, mede omdat door de grote toevallige fouten weinig verbetering te verwachten was.

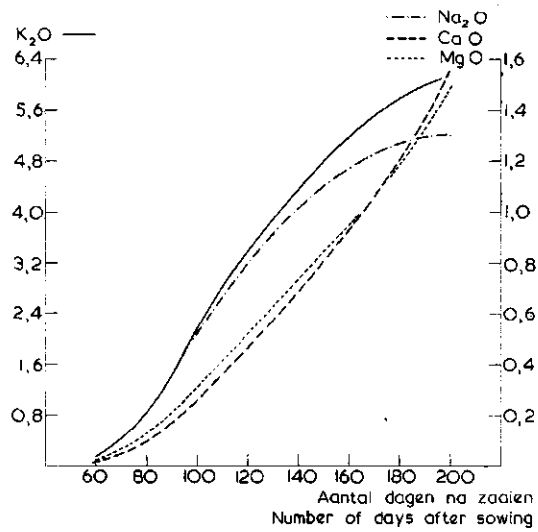


FIG. 2. Verloop van de opname van K_2O, Na_2O, CaO en MgO in de bieten, uitgedrukt in kg-aequivalenten per ha.

1 kg-aequivalent	K	komt overeen met	47,1 kg	K_2O
1 „	„	Na	„	„	„	31,0 „	Na_2O
1 „	„	Ca	„	„	„	28,0 „	CaO
1 „	„	Mg	„	„	„	20,2 „	MgO

FIG. 2. *Uptake of K_2O, Na_2O, CaO and MgO by the roots, expressed in kg-aequivalents per ha.*

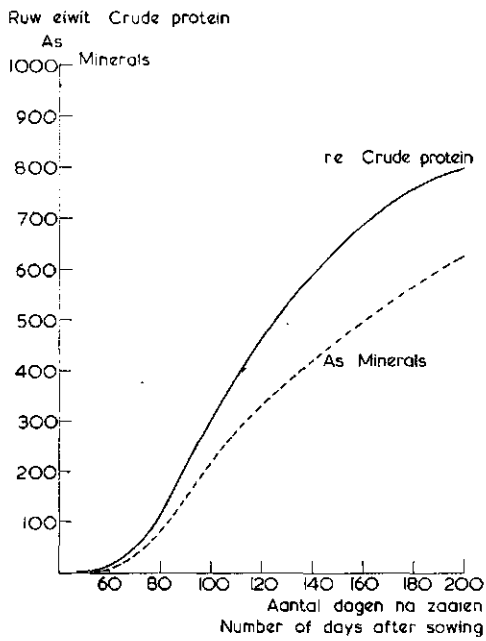


FIG. 3. Verloop van de opname van asbestanddelen en de vorming van ruw eiwit in de bieten in kg/ha.

FIG. 3. *Uptake of minerals and production of crude protein in kg/ha in the roots.*

We zien dat de lijnen in de figuren 1, 2 en 3, die de vorming van droge stof en de opname van asbestanddelen in de bieten in kg aequivalenten per ha weergeven, min of meer de vorm van een afgezwakte S-curve vertonen. Alleen de lijnen, die de opname aan CaO en MgO weergeven, maken hierop een uitzondering, de opname van deze ionen bleef tot het einde toe onverzwakt doorgaan. In het algemeen worden de tweewaardige ionen Ca en Mg langzamer opgenomen dan de beweeglijke éénwaardige ionen Na en K. Ca en Mg zullen dus later hun maximale gehalte bereiken. Het verschillend verloop van de Na- en K- en de Ca- en Mg-curven kan hierdoor grotendeels verklaard worden. Dat de opname van Ca en Mg tot het eind toe zo onverzwakt blijft doorgaan, kan ook een uiting zijn van een gemiddeld opgetreden Ca- en Mg-tekort. Zoals we nog zullen zien, bleken enkele percelen inderdaad een te lage pH en een te laag Mg-gehalte te hebben.

De waarschijnlijkheid, dat de afwijkende vorm van onze Ca- en Mg-curven ver-

oorzaakt wordt door een gemiddeld Ca- en Mg-deficit, wordt versterkt door het feit, dat VAN GINNEKEN (Meded. I.v.R.S., jaarg. 22, p. 117, 1952) bij zijn proeven met suikerbieten op kleigrond (waarbij geen sprake was van Mg-tekort) voor de Ca- en Mg-opname globaal eenzelfde S-vormig verloop vond als voor de Na- en K-opname. Bij deze proeven kwam VAN GINNEKEN echter tot de conclusie, dat er na het tijdstip van de hoogste bladontwikkeling a.h.w. een Ca- en Mg-honger in de biet optrad. Terwijl het K- en Na-gehalte van de biet kon dalen, bleef het Ca- en Mg-gehalte vrijwel constant.

Waarschijnlijk hangt dit samen met het ouder en tevens droger worden van de plant; toename van de tweewaardige ionen (Ca en Mg) t.o.v. de éénwaardige gaat in het algemeen samen met grotere xeromorphie.

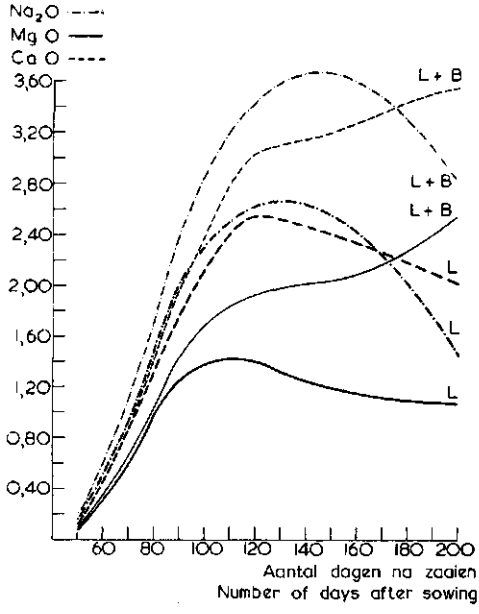


FIG. 4. Verloop van de opname van Na_2O, CaO en MgO in het loof (1) en in de gehele plant (1 + b), uitgedrukt in kg-aequivalenten per ha.

FIG. 4. *Uptake of Na_2O, CaO and MgO in the leaves (1) and in the whole plant (1 + b), expressed in kg-equivalents per ha.*

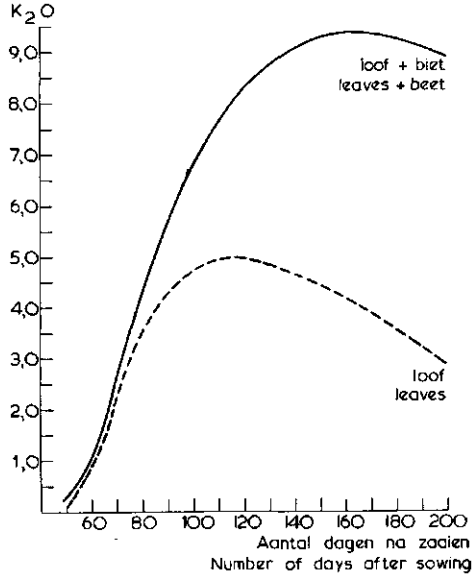


FIG. 5. Verloop van de opname van K_2O in het loof en in de gehele plant, uitgedrukt in kg-aequivalenten per ha.

FIG. 5. *Uptake of K_2O in the leaves and in the whole plant, expressed in kg-equivalents per ha.*

De lijnen, die de opname (in kg aequivalenten per ha) van asbestanddelen door het *loof* weergeven (figuren 4 en 5), vertonen onderling een soortgelijk beeld, terwijl de curven van de opname van asbestanddelen in de totale plant (loof + biet) enigszins uiteenlopen. Aan het eind van de groeiperiode gaf het gewas weer een deel van de opgenomen Na_2O en K_2O terug aan de grond, waarschijnlijk via het afstervende loof, misschien ook een deel via het wortelstelsel. De opname van Ca en vooral van Mg bleef echter doorgaan. Dit valt te meer op omdat VAN GINNEKEN bij suikerbieten vond, dat de totale hoeveelheid Ca en Mg in het gewas na het tijdstip van de grootste

bladontwikkeling (d.i. in onze figuren na de 100ste dag) vrijwel constant bleef. De verklaring kan liggen in het feit, dat VAN GINNEKEN met suikerbieten werkte, waarbij in tegenstelling tot lagergehaltige voederbieten de mineralen vooral in het loof worden aangetroffen.

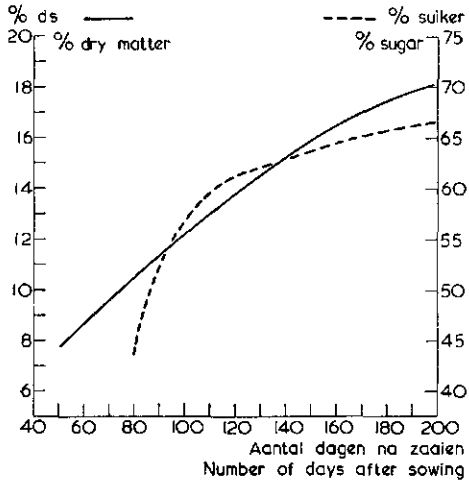


FIG. 6. Verloop van het gehalte aan droge stof en van suiker (berekend op de droge stof) van de bieten.

FIG. 6. *Content of dry matter and of sugar (in percentages of dry matter) in the roots.*

Het is echter ook mogelijk dat de door ons gevonden voortdurende opname van Ca en Mg weer een uiting is van Ca- en Mg-tekort op de betrokken gronden.

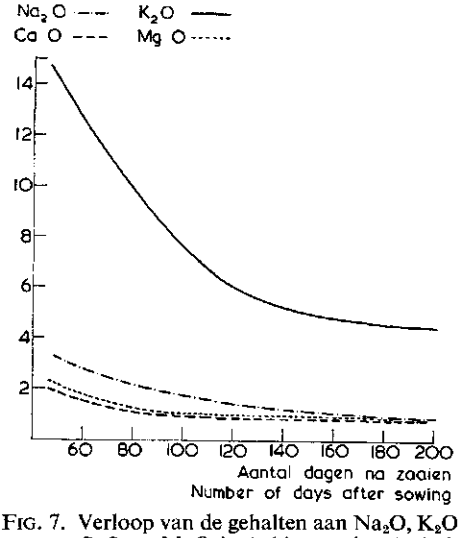


FIG. 7. Verloop van de gehalten aan Na_2O, K_2O, CaO en MgO in de bieten, uitgedrukt in gramaequivalenten per 10 kg droge stof.

FIG. 7. *Contents of Na_2O, K_2O, CaO and MgO in the roots, expressed in gramequivalents per 10 kg dry matter.*

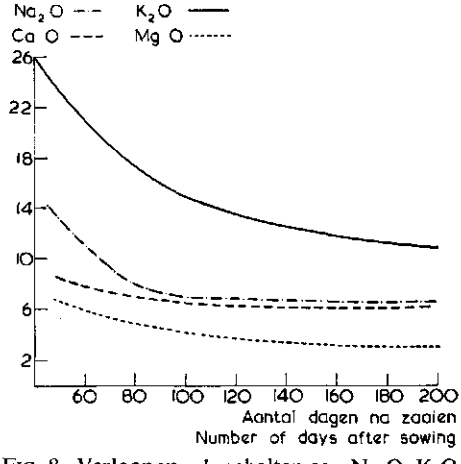


FIG. 8. Verloop van de gehalten aan Na_2O, K_2O, CaO en MgO in het loof, uitgedrukt in gramaequivalenten per 10 kg droge stof.

FIG. 8. *Contents of Na_2O, K_2O, CaO and MgO in the leaves, expressed in gramequivalents per 10 kg dry matter.*

Het verloop van de verschillende gehalten in de bieten wordt weergegeven in de figuren 6 en 7. We zien in de loop van het groeiseizoen een sterke stijging van het droge-stof- en suikergehalte. De gehalten aan asbestanddelen (berekend op de droge stof) vertonen alle een tendens tot dalen. De daling van het gehalte aan CaO en MgO is opvallend gering t.o.v. die van het gehalte aan K_2O en Na_2O.

Het verloop van de verschillende gehalten in het loof vertoont vrijwel hetzelfde beeld als bij de gehalten van de bieten werd gevonden (fig. 8).

IV. ONDERZOEK NAAR HET VERBAND TUSSEN HET EIWIT-, Na_2O-, K_2O- EN CaO-GEHALTE VAN HET LOOF EN DE OPBRENGST

Bij het onderzoek naar de samenhang tussen de minerale samenstelling en het groeiverloop bleek, dat de gehalten onderling sterk gecorreleerd zijn en dat mede in verband met de grote toevallige fouten het aantal waarnemingen te klein is om een duidelijk inzicht in alle samenhangen te kunnen verwachten.

In het algemeen was er een betere samenhang tussen de bietopbrengsten en de gehalten aan mineralen van het loof dan tussen de bietopbrengsten en de gehalten van de bieten.

Het eiwitgehalte en het CaO-gehalte van het loof gaven geen enkel duidelijk verband met andere grootheden te zien.

Het K_2O-gehalte van het loof vertoonde geen samenhang met de opbrengst. De indruk werd verkregen dat het Na_2O-gehalte wellicht een belangrijke invloed op de opbrengst kan uitoefenen, doch de spreiding der punten was te groot om van een duidelijke tendens te spreken.

V. VERBAND TUSSEN DE pH, HET Mg-GEHALTE VAN DE GROND, HET MgO-GEHALTE VAN HET LOOF EN HET GROEIVERLOOP

In fig. 9 is het verloop van de opbrengst (in de vorm van afwijkingen van de leeftijdslijn) met stijgende pH aangegeven. We zien dat de pH een belangrijke invloed op de opbrengst heeft uitgeoefend. Hieruit kan geconcludeerd worden, dat voor een goede bietencultuur een pH (water) van minstens 5,8 vereist is.

Bij bestudering van het groeiverloop bij verschillende pH werd de indruk verkregen, dat de invloed van de pH het grootst is bij de opkomst en in het vroege jeugdstadium. Het is mogelijk dat de bieten daarna het milieu enigszins corrigeren, b.v. doordat ze NO_3 (b.v. van $NaNO_3$) opnemen en daardoor het milieu minder zuur maken. Ook kan gedacht worden aan een lichte graad van Al-vergiftiging ten gevolge van de lage pH. Al-vergiftiging komt het duidelijkst tot uiting in een trage beginontwikkeling. De jonge plantjes vertonen dan een typisch armelijke groei, die goed overeenkomt met het beeld, dat wij op zure zandgronden vaak waarnemen. Zijn de bieten eenmaal door het jeugdstadium heen, dan groeien zij weer beter door en verdwijnen de verschijnselen meestal. Door bekalking kan het euvel in de beginontwikkeling voorkomen worden.

Het MgO-gehalte van het loof bleek een duidelijke samenhang te vertonen met de

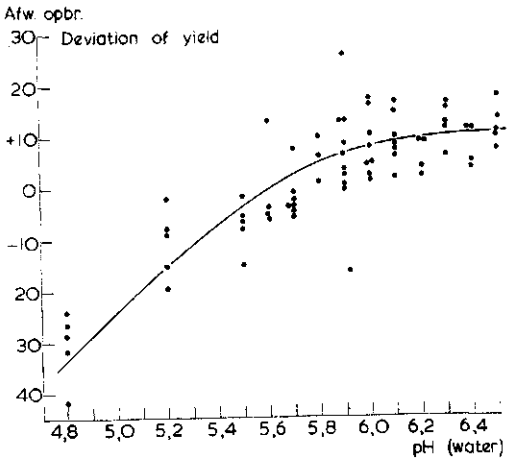


FIG. 9. Invloed van de pH op de opbrengst aan droge stof van de bieten. Om de verschillen in oogsttijd te elimineren, is de opbrengst uitgedrukt als afwijking van de gemiddelde leeftijdslijn in kg/are (fig. 1).

FIG. 9. *Influence of pH on dry matter yield of the roots. For eliminating the differences in harvest time, yields are expressed as a deviation of the average age-curve (fig. 1) in kg/are.*

opbrengst. In fig. 10 werd het MgO-gehalte van het loof bij iedere oogsttijd uitgezet tegen de opbrengst van het perceel. Als maat voor het MgO-gehalte werd de afwijking

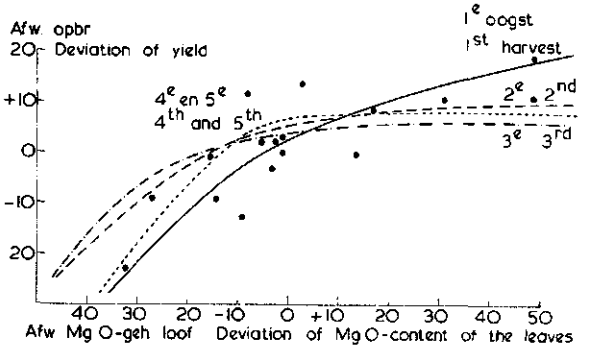


FIG. 10. Verband tussen MgO-gehalte van het loof en de droge-stof opbrengst aan bieten. Als maat voor het MgO-gehalte is gebruikt de afwijking van de gemiddelde leeftijdslijn van fig. 8. De lijnen geven het MgO-gehalte van het loof bij de verschillende oogsttijden uitgezet tegen de eindopbrengst van de bieten. De punten in de figuur horen bij de lijn van de eerste oogst.

FIG. 10. *Relation of MgO-content of leaves and the dry-matter yield of roots. The MgO-content is expressed as a deviation of the average-curve of fig. 8. The curves are for the relation between the contents of the leaves at different harvest times and the final yield. The dots are for the first harvest.*

van de gemiddelde leeftijdslijn gebruikt (om de verschillen in oogsttijd te elimineren) en voor de opbrengst werd de gemiddelde afwijking van de laatste twee oogsttijden genomen. We zien dat het MgO-gehalte in het loof van de eerste oogst een mooie samenhang vertoont met de opbrengst. De opbrengststijging bij hoger wordend MgO-gehalte is het sterkst bij een laag MgO-gehalte van het loof, doch is ook bij de hogere gehalten nog belangrijk. Het MgO-gehalte van het loof op jeugdige leeftijd is blijkbaar in hoge mate bepalend voor de latere opbrengst. Bij het loof van de tweede oogst is de stijging van het MgO-gehalte eigenlijk alleen belangrijk, tot dat een zekere waarde (in dit geval overeenkomend met het voor die oogst gemiddeld MgO-gehalte van alle percelen) is bereikt. Bij nog hoger MgO-gehalte is de opbrengststijging zeer gering. Deze tendens komt bij de MgO-gehalten van het loof van de latere oogsttijden nog duidelijker tot uiting en kan ook op andere wijze aangetoond worden.

Blijkbaar heeft men in het gehalte aan MgO van het jonge loof (in Juni geoogst) een betere aanwijzing voor de opbrengst dan in dat van het oudere loof. Bij het oudere loof wijst alleen een zeer laag MgO-gehalte op een lage opbrengst.

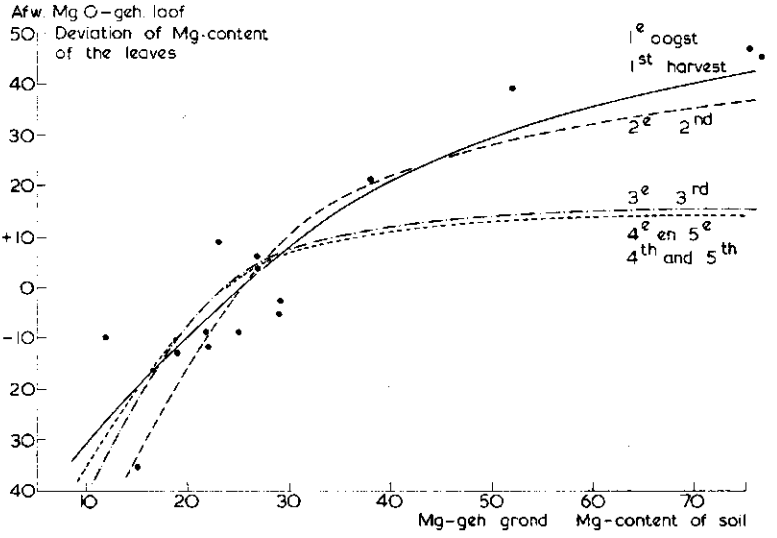


FIG. 11. Verband tussen MgO-gehalte van het loof (fig. 8) bij de verschillende oogsttijden en het Mg-gehalte (mg/kg) van de grond. Verder als fig. 10.

FIG. 11. *Relation of MgO-content of the leaves (fig. 8) at different harvest times with the Mg-content (p.p.m.) of the soil. Further as fig. 10.*

Uit fig. 12 blijkt, dat een aantal van de in 1948 onderzochte percelen een vrij ernstige Mg-deficiëntie vertoonde. Gemiddeld over alle onderzochte percelen is er dus een zeker Mg-tekort geweest, waarvoor – zoals we zagen – eveneens een aanwijzing werd gevonden in het verloop van de MgO-opname gemiddeld over alle percelen (figuren 2 en 4).

De invloed van het Mg-gehalte van de grond op het MgO-gehalte van het loof bij de verschillende oogsttijden wordt weergegeven in fig. 11. De lijnen vertonen een overeenkomstig verloop als die van fig. 10. Zoals in fig. 10 het MgO-gehalte van het loof bij de eerste oogst de mooiste samenhang gaf met de opbrengst, zien we in fig. 11, dat het loof van de eerste oogst de mooiste samenhang met het Mg-gehalte van de grond vertoonde. Dit wijst er weer op dat het MgO-gehalte van het loof in een vroeg stadium van ontwikkeling een grotere indicatieve waarde heeft dan later geoogst loof.

Wij zien dat bij de laatste oogsten het MgO-gehalte van het loof sterk afnam wanneer het Mg-gehalte van de grond beneden 0,0030 % kwam. Waarschijnlijk is voor de desbetreffende gronden met een humusgehalte rond 4,5 % een Mg-gehalte van 0,0030 % de grens, waar beneden opbrengstdaling gaat optreden. Dit komt ook tot uitdrukking in fig. 12, waarin de opbrengst (in de vorm van de gemiddelde afwijking van de leeftijdslijn van de laatste twee oogsttijden) is uitgezet tegen het Mg-gehalte van de grond. Volgens de voorlopige normen voor Mg-behoefte, opgesteld door het L.P.S. te Groningen, zou men de in dit onderzoek betrokken gronden Mg-arm moeten noemen

bij een Mg-gehalte beneden 0,0035 %, hetgeen behoorlijk in overeenstemming is met de hier gevonden waarde.

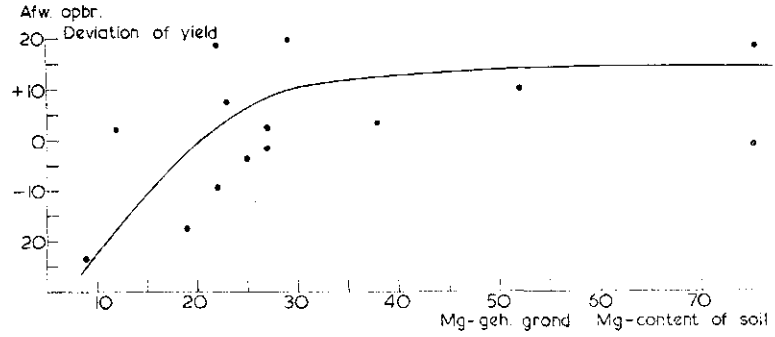


FIG. 12. Verband tussen Mg-gehalte van de grond en de opbrengst, uitgedrukt als afwijking (in kg droge stof per are) van de gemiddelde leeftijdslijn.

FIG. 12. *Relation between Mg-content (p.p.m.) of the soil and the yield, expressed as a deviation (in kg dry matter per are) of the average age-curve.*

VI. VERBAND TUSSEN Na_2O-, K_2O- EN MgO-GEHALTE VAN HET LOOF

Hoewel niet altijd even mooi in grafieken tot uitdrukking te brengen, kwamen toch enkele duidelijke samenhangen naar voren tussen de gehalten aan Na_2O, K_2O en MgO in het loof.

Zowel het Na_2O- als het K_2O-gehalte van het loof steeg bij stijgend K-getal van de grond. Tot K-getal 30 was de stijging belangrijk. Een hoog K-getal gaat waarschijnlijk meestal samen met een hoog Na-gehalte van de grond, o.a. als gevolg van de grote hoeveelheden Na, die vaak bij de K-bemesting (K-20) worden toegediend.
Er trad een wisselwerking op tussen de opname van K_2O en Na_2O, die waarschijnlijk een uiting is van het vermogen van Na_2O om K_2O gedeeltelijk te vervangen en omgekeerd.

Interessant is in dit verband, dat LEHR meent dat Na, nog afgezien van het vermogen om K gedeeltelijk te vervangen, ook een geheel eigen functie heeft in de plant, zó zelfs dat bij bieten duidelijke Na-gebreksverschijnselen kunnen optreden.

Na speelt een rol bij de waterhuishouding van de plant en de regulering van de doorlaatbaarheid van de celwanden. Door Na worden de celmembranen waarschijnlijk wijdmaziger, waardoor K gemakkelijker kan binnendringen. LEHR vond, dat Na in bepaalde gevallen het K a.h.w. naar binnen loodst, dus de verplaatsing van K in het blad bevordert.

We hebben gezien dat het MgO-gehalte van het loof o.a. afhankelijk is van de leeftijd van het gewas en de pH en het Mg-gehalte van de grond. Ook het K-getal van de grond en de K_2O-opname blijken een rol te spelen. Duidelijk kwam naar voren dat de MgO-opname tegengewerkt kan worden door de K_2O-opname, terwijl ook het omgekeerde, zij het in mindere mate, het geval kan zijn.

Gezien de grote invloed, die het MgO-gehalte van het loof uitoefende op de opbrengst, is het duidelijk, dat we in bepaalde gevallen, wanneer de grond Mg-arm is,

voorzichtig moeten zijn met de K-bemesting van voederbieten. Aan Mg-bemesting zal meer aandacht besteed moeten worden.

SAMENVATTING

In het natte jaar 1948 werd een oriënterend onderzoek opgezet naar het groeiverloop van voederbieten op lichte zandgronden.

Tijdens de groeiperiode daalde het gehalte aan minerale bestanddelen (berekend op de droge stof) regelmatig, zowel in de biet als in het loof (figuren 7 en 8). Vooral tijdens de vroege jeugdontwikkeling was deze daling aanzienlijk. Alleen de gehalten aan droge stof en suiker in de biet stegen tijdens de groei (fig. 6); het groeiverloop en de opname van asbestanddelen vertoonden in het algemeen de typische S-vorm (figuren 1, 2 en 3). De vorm van de curven, die de opname van CaO en MgO voorstellen (fig. 2), wekte de indruk, dat er gemiddeld sprake was van CaO- en MgO-deficiëntie.

Het eiwitgehalte en het CaO-gehalte van het loof gaven geen enkel duidelijk verband met andere grootheden te zien. Het K_2O- en Na_2O-gehalte vertoonden geen duidelijke samenhang met de opbrengst.

De pH oefende evenals het Mg-gehalte van de grond een belangrijke invloed uit op de opbrengst (figuren 9 en 10). Als minimum eis voor bietencultuur op de onderzochte gronden mag gesteld worden: *pH (water) 5,8 en Mg-gehalte 0,0035 %*.

Op gronden met Mg-tekort (Mg-gehalte $< 0{,}0030\ \%$) vertoonde het MgO-gehalte van het loof een mooie samenhang met het Mg-gehalte van de grond (fig. 11) en gaf het ook een goede indicatie van de te verwachten opbrengst (fig. 10). De indicatieve waarde van het loof was groter in een jong stadium (tijd van opéénzetten) dan bij latere oogst (fig. 10).

Zowel het Na_2O- als het K_2O-gehalte van het loof steeg bij stijgend K-getal van de grond. Een hoog K-getal gaat waarschijnlijk samen met een hoog Na-gehalte van de grond, o.a. als gevolg van de grote hoeveelheden Na, die vaak bij de K-bemesting worden toegediend.

Er trad een wisselwerking op tussen de opname van K_2O en Na_2O, die waarschijnlijk een uiting is van het vermogen van Na_2O om K_2O gedeeltelijk te vervangen en omgekeerd. De MgO-opname van het loof werd mede bepaald door de K_2O-opname. Op Mg-arme zandgrond is voorzichtigheid met de K-bemesting gewenst.

SUMMARY

Investigation into the factors restricting paying beetgrowing on sandy soils

In the wet year 1948 an exploratory investigation into the growth of fodderbeet on light sandy soils was started.

During the period of growth and especially in the first stages of development the mineral constituents in percentages of the dry matter decreased both in the roots and in the leaves (figures 7 and 8). Only the percentages of dry matter and sugar increased during growth (fig. 6). Growth and uptake of ash constituents can on the whole be

representated by a S-curve (figures 1, 2 and 3). The curves for the uptake of CaO and MgO point as an average to CaO and MgO deficiency.

The crude protein- and CaO-content of the leaves were not clearly related with other factors, nor were the K_2O and Na_2O content with the yield.

The pH and the Mg-content of the soil greatly influenced the yield (figures 9 and 10); for beetgrowing on these soils the pH (water) should be 5,8 and the Mg-content 0,0035 % at least. Where the latter content was below 0,0030 % the MgO-content of the leaves was strongly related with the Mg-content of the soil (fig. 11) and with the final yield as well. These correlations were better in the case of young than in that of older plants (fig. 10).

Both the Na_2O- and the K_2O-content of the leaves were higher where the K-content of the soil was higher. With a high K-content probably goes a high Na-content of the soil, a.o. due to the large quantities of Na often given with K-fertilizers.

Where the uptake of K_2O was low, that of Na_2O was relatively high and conversely; those constituents can partly replace each other in general. The MgO-uptake of the leaves too was partly determined by the K_2O-uptake: therefore sandy soils poor in Mg should not be given much K.

LITERATUUR

BAKHUYZEN, H. L. VAN DE SANDE. Groei en productie van suikerbieten I. *Versl. Landbouwk. Onderz.* (1950) **55** 2.

BOONSTRA, A. E. H. R., Rasverschillen bij bieten V. Het verband tussen de hoeveelheid droge stof, suiker, stikstof, asbestanddelen en water bij ons bietensortiment. *Meded. Inst. v. Suikerbietenteelt* (1940) deel 10, nr 8, p. 301–324.

BOONSTRA, A. E. H. R., Rasverschillen bij bieten VI. Het verloop van de groei bij 7 bietenrassen, waaronder voederbieten zowel als suikerbieten. *Meded. Inst. v. Suikerbietenteelt* (1942) deel 12, nr 2, p. 13–95.

GINNEKEN, P. J. H. VAN, De minerale samenstelling van loof en wortel van suikerbieten gedurende de groei. *Meded. Inst. v. Rationele Suikerproductie*, Bergen op Zoom. Jaargang **22** nr 2 (1945) p. 46–162.

HELLINGA, J. J. A., Laboratoriumproeven ter bestudering van de invloed van de bemesting op groei en minerale samenstelling van de suikerbiet I en II. *Meded. Inst. v. Suikerbietenteelt* (1945) deel 15, p. 103.

ITALLIE, TH. B. VAN, Het verloop van de opname van stikstof, fosforzuur en kali door verschillende gewassen te velde. *Versl. Landbouwk. Onderz.* (1937) **43** 2 A.

ITALLIE, TH. B. VAN, De natrium- en kaliumopname bij verschillende bietenrassen. *Versl. Landbouwk. Onderz.*, (1937) **43** p. 721.

LEHR, J. J., Kationen-evenwicht bij voederbieten. *Landbouwk. Tijdschr.* (1944) p. 349.

MASCHHAUPT, J., In hoeverre kunnen K, Na, Ca, Mg elkaar in de plant vervangen? *Versl. Landbouwk. Onderz. Rijkslandbouwproefstation* (1934) p. 1025.

RAMEAU, J. TH. L. B., Onderzoekingen in Nederland betreffende de betekenis van Natronbemesting voor bieten. *Mbl. Rijkslandbouwvoorlichtingsdienst*, jrg. **5** nr 2, p. 73, Februari 1948.

WILLIGEN, A. H. DE, Resultaten van een serie Kalium-Natriumproefvelden. *Versl. Landbouwk. Onderz.* (1941), **47** p. 759.

CENTRAAL INSTITUUT VOOR LANDBOUWKUNDIG ONDERZOEK

ONDERZOEK NAAR DE FACTOREN, DIE RENDABELE BIETENVERBOUW OP ONZE ZANDGRONDEN BEPERKEN

II

STATISTISCH ONDERZOEK VAN DE BIETENOPBRENGST VAN 160 PRAKTIJKPERCELEN OP DE VELUWE IN 1949

WITH A SUMMARY

INVESTIGATION INTO THE FACTORS RESTRICTING PAYING BEETGROWING ON SANDY SOILS

W. A. P. BAKERMANS
G. HAMMING

STAATSDRUKKERIJ UITGEVERIJBEDRIJF

VERSL. LANDBOUWK. ONDERZ. NO 61.14 – 'S-GRAVENHAGE – 1955

INHOUD[1]

Blz.

I. Inleiding 17

II. Aard van het onderzochte materiaal 18

III. De resultaten van de grafische verwerking 27

IV. Resultaten van de numerieke factoranalyse 32

V. Samenvatting 37

Summary 38

Literatuur 39

[1] Van de auteurs is Ir. W. A. P. Bakermans wetenschappelijk ambtenaar 1e kl. aan het C.I L.O. te Wageningen en Dr. Ir. G. Hamming, hoofd van de afdeling Statistiek en Documentatie van het L.E.I.

I. INLEIDING

Om na te gaan, welke factoren rendabele bietenverbouw op vele lichte zandgronden beperken, werd in 1948 begonnen met een oriënterend onderzoek naar het groeiverloop in verband met de minerale samenstelling van voederbieten op lichte zandgronden op de Veluwe. (Onderzoek naar de factoren, die rendabele bietenverbouw op zandgrond beperken I: oogsttijdenproef op 17 praktijkpercelen in 1948.)

Aangezien hiervoor veel chemisch onderzoek noodzakelijk was, konden slechts 17 percelen op deze wijze worden onderzocht. In 1949 werd daarom het onderzoek voortgezet in de vorm van een enquête, waarin 160 percelen op uiteenlopende zandgronden van de Veluwe werden betrokken. Van ieder perceel werden de volgende grootheden bepaald: grondwaterstand, dikte van de humeuze laag, dikte van de bouwvoor, structuur van de grond, stalmestbehandeling, U-cijfer, pH, % humus, P-getal, P-citr.cijfer, K-getal en Mg-gehalte.

Van het bietengewas werden bepaald: zaaitijd, rijafstand, aantal planten per ha, datum van opéénzetten, droogteschade, % hartrot, opbrengst aan verse massa van loof en bieten en de opbrengst aan droge stof van de bieten.

Alle bepalingen werden verricht op een „proefplek", een op het oog vrij regelmatig stuk van het perceel, ongeveer 4 are groot. De opbrengst werd bepaald door uit de proefplek 100 bieten te oogsten, 10 groepjes van 10 achter elkaar in de rij staande bieten, toevallig over de proefplek verdeeld. Uit de gerooide oppervlakte (lengte in de rij × rijafstand) werden de opbrengst en het aantal planten per are berekend. De standaardafwijking van de opbrengstbepaling bedroeg ongeveer 5 %.

Door factoranalyse van alle verzamelde gegevens werd getracht samenhangen te vinden tussen de eigenschappen van de grond en de opbrengst der voederbieten. Tenzij anders vermeld, wordt in het vervolg met opbrengst steeds bedoeld de opbrengst aan droge stof van de bieten.

1949 was een droog jaar met een opmerkelijk droge zomer. Terwijl de neerslag in ons land over het gehele jaar gemiddeld 10 % beneden normaal bleef, viel er in de zomer gemiddeld 42 % minder regen dan normaal. Vooral de zandgronden hebben dan ook algemeen van de droogte te lijden gehad.

II. AARD VAN HET ONDERZOCHTE MATERIAAL

Om op eenvoudige wijze een nader inzicht te krijgen in de aard van de onderzochte percelen zijn frequentietabellen samengesteld, voornamelijk van die grootheden (zoals de benaming of de historische ontstaanwijze van de grond) welke geen continu verloop vertonen.

Naar hun historische ontstaans- en gebruikswijze werden de gronden globaal ingedeeld in drie groepen:

a. „*Enggronden*": oude cultuurgronden, die reeds vele honderden jaren als bouwland in cultuur zijn en ter plaatse als enggrond bekend staan.
b. „*Bouwlanden*": eveneens vrij oude cultuurgronden, die plaatselijk echter niet als „enggrond" bekend staan; vaak zijn het gescheurde graslanden of ontginningen van oudere datum.
c. „*Ontginningen*": vroegere bos- en vooral heidegronden, die vrijwel alle na 1900 zijn ontgonnen.

Het bleek, dat deze groepen vrij duidelijk verschillende eigenschappen hebben. In tabel 1 wordt een overzicht gegeven van *het voorkomen van een humeuze laag* van bepaalde dikte op de verschillende grondsoorten.

TABEL 1. Verband tussen grondsoort en percentage percelen met een humeuze laag van de vermelde dikte

	Aantal percelen	Dikte humeuze laag in cm										Gem. dikte in cm
		<30	30–39	40–49	50–59	60–69	70–79	80–89	90–99	100–119	>120	
Enggronden	68	–	–	–	6	10	28	19	15	19	3	82
Bouwlanden	41	5	34	39	12	10	–	–	–	–	–	41
Ontginningen	51	37	51	8	2	2	–	–	–	–	–	30
Totaal – *Total*	160	13	25	12,5	6	8	12	8	6	8	1	55
	Number of fields	<30	30–39	40–49	50–59	60–69	70–79	80–89	90–99	100–119	>120	*Average thickness in cm*
		Thickness of the organic surface layer in centimetres										

TABLE 1. *Relation between soil type and percentage of fields with an organic surface layer of the mentioned thickness*

We zien, dat de enggronden getypeerd worden door hun dikke humeuze laag. Op geen der onderzochte enggronden was de humeuze laag dunner dan 50 cm. Ongetwijfeld hangt dit samen met de eeuwenoude stalmest- (plaggen-)bemesting van deze gronden, waardoor ze min of meer zijn opgehoogd. Bovendien zullen vele enggronden ook zijn opgehoogd door dikwijls voorkomende zandverstuivingen.

De bouwlanden hebben een veel dunnere humeuze laag dan de enggronden. Voor een deel waren dit vroeger graslanden, die geen bemesting kregen; voor een deel zijn het ook jongere gronden. Door de meestal lagere ligging (zie tabel 5) en in veel gevallen ook door vroeger gebruik als grasland, zijn deze gronden minder opgestoven dan de enggronden. De humeuze laag van de grote meerderheid der bouwlanden was tussen 30 en 50 cm dik, terwijl die van de enggronden vrijwel altijd dikker was dan 60 cm. Aan de dikte van de humeuze laag kunnen de bouwlanden dus scherp worden onderscheiden van de enggronden. Het verschil tussen bouwlanden en ontginningen

is veel minder scherp, doch eveneens vrij groot. Dat de ontginningen de dunste humeuze laag hebben, is enerzijds te verklaren uit hun korte bestaan als cultuurgrond, waardoor ze weinig stalmest en nooit plaggenmest hebben ontvangen, terwijl ze anderzijds vaak een deel van hun natuurlijke humeuze laag zijn kwijtgeraakt door afgraven van de bovenste laag (plaggen) of ook door de wijze van ontginning.

In tabel 2 wordt een overzicht gegeven van *de verdeling van het P-getal* op de verschillende grondtypen.

TABEL 2. Verband tussen grondsoort en percentage der percelen met het vermelde P-getal

	Aantal percelen	P-getal										Gem. P-getal
		0	1	2	3	4	5	6–8,5	9–12,5	13–15,5	>16	
Enggronden	68	–	–	2	–	3	3	26	49	16	2	10,0
Bouwlanden	41	–	2	12	7	10	10	17	34	7	–	7,1
Ontginningen	51	4	27	43	8	8	6	2	2	–	–	2,3
Totaal – *Total*	160	1	9	18	4	6	6	16	30	9	1	6,8
	Number of fields	0	1	2	3	4	5	6–8,5	9–12,5	13–15,5	>16	*Average P-number*
		P-number										

TABLE 2. *Relation between soil type and percentage of fields with the mentioned P-number*

We zien, dat op overeenkomstige wijze als met de dikte van de humeuze laag het geval was, het P-getal van de enggronden hoger is dan dat der bouwlanden en ontginningen.

Evenals de dikke humeuze laag is het hoge P-getal van de enggronden grotendeels het gevolg van de eeuwenoude stalmestbemesting (schapenmest). Mede door hun langdurig gebruik als cultuurgrond, die geregeld stalmest ontvangen heeft, hebben ookde bouwlanden een vrij hoog P-getal, terwijl de ontginningen in het algemeen zo jong zijn, dat hun P-getal nog zeer laag is.

De verdeling van het humusgehalte op de verschillende grondsoorten wordt weergegeven in tabel 3.

TABEL 3. Verband tussen grondsoort en percentage percelen met het vermelde humuspercentage

	Aantal percelen	Humuspercentage										Gemiddeld % humus
		3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	
Enggronden	68	–	2	19	32	26	19	2	–	–	–	4,7
Bouwlanden	41	10	17	12	29	22	5	3	2	–	–	4,4
Ontginningen	51	4	2	6	12	14	16	16	14	10	8	5,6
Totaal – *Total*	160	4	6	13	25	21	14	6	5	3	3	4,9
	Number of fields	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	*Average % humus*
		Percentage of humus										

TABLE 3. *Relation between soil type and percentage of fields with the mentioned percentage of humus*

We zien, dat de ontginningen gemiddeld een wat hoger humusgehalte hebben dan de bouwlanden en enggronden. De spreiding van de humusgehalten was op de enggronden duidelijk het kleinst. Op de enggronden heeft het humusgehalte zich blijkbaar ingesteld op een vrij constant niveau, aangepast aan het eeuwenoude gebruik als bouwland. Ondanks hun frequente stalmestbemesting (zie tabel 6) hebben de enggronden toch een vrij laag humusgehalte. Voor een deel kan dit samenhangen met het feit, dat vele van de in het onderzoek betrokken enggronden mede door opstuiven zijn verhoogd, waardoor het humusgehalte „verdund" kan zijn.

Op de ontginningen is de spreiding van de humusgehalten zeer groot. Misschien is dit een gevolg enerzijds van het vroegere afplaggen van sommige heidevelden, waardoor deze later als ontginning lage humusgehalten hebben, terwijl anderzijds de hoge humusgehalten een gevolg kunnen zijn van gedeeltelijke vervening of slechte vertering van de zode.

Tabel 4 geeft *de verdeling van de pH* (water) op de verschillende gronden aan.

TABEL 4. Verband tussen grondsoort en percentage percelen met de vermelde pH

	Aantal percelen	pH-klasse										Gem. pH
		< 5,0	5,0–5,19	5,2–5,39	5,4–5,59	5,6–5,79	5,8–5,99	6,0–6,19	6,2–6,39	6,4–6,59	> 6,6	
Enggronden	68	13	13	7	18	16	9	13	10	2	0	5,6
Bouwlanden	41	0	7	5	17	17	27	5	12	10	0	5,8
Ontginningen	51	2	6	8	18	22	16	24	0	4	2	5,7
Totaal–*Total*	160	6	9	7	18	18	16	14	8	5	1	5,7
	Number of fields	< 5,0	5,0–5,19	5,2–5,39	5,4–5,59	5,6–5,79	5,8–5,99	6,0–6,19	6,2–6,39	6,4–6,59	> 6,6	*Average pH*
		pH										

TABLE 4. *Relation between soil type and percentage of fields with the mentioned pH*

De enggronden hadden gemiddeld een lagere pH dan de bouwlanden en ontginningen. Van de onderzochte enggronden had 51 % een pH < 5,6, tegen 29 % van de bouwlanden en 34 % van de ontginningen. Zelfs had 26 % van de enggronden een pH < 5,2, tegen 7 % van de bouwlanden en 8 % van de ontginningen. Zoals we zullen zien (tabel 12), gaven de enggronden de laagste gemiddelde opbrengst. Het is wel zeker, dat dit voor een belangrijk deel mede moet worden gesteld op rekening van de lage pH van vele enggronden.

In tabel 5 wordt *de verdeling van de grondwaterstand* weergegeven. De waterstanden werden gemeten in de maand Juli. Aangezien 1949 een zeer droog jaar was, waren de waterstanden toen zeer laag en kwamen er gedurende de tijd van opneming nagenoeg geen schommelingen voor. Voor het berekenen van de gemiddelde waterstand per groep werden de waterstanden, dieper dan 3,10 m, op 4 m gesteld. Soms waren deze echter wel 10 of meer m diep.

We zien, dat de enggronden de laagste waterstanden hadden en de bouwlanden de hoogste. 70 % van de enggronden had een waterstand dieper dan 2,60 m, tegen 30 %

TABEL 5. Verband tussen grondsoort en percentage percelen met de vermelde waterstand in m beneden maaiveld

	Aantal percelen	Waterstandsklasse in m					Gemiddelde waterstand
		< 1,50	1,50–2,10	2,10–2,60	2,60–3,10	> 3,10	
Enggronden . . .	68	0	10	19	13	58	3,3
Bouwlanden . . .	41	29	29	10	0	32	2,4
Ontginningen . . .	51	10	24	16	5	45	2,9
Totaal – *Total* . .	160	10	19	16	8	47	2,9
	Number of fields	< 1,50	1,50–2,10	2,10–2,60	2,60–3,10	> 3,10	*Average water-table*
		Water-table in metres beneath the soil surface					

TABLE 5. *Relation between soil type and percentage of fields with the mentioned water-table*

van de bouwlanden en 50 % van de ontginningen. Van de bouwlanden had 30 % een waterstand hoger dan 1,50 m tegen 10 % van de ontginningen, terwijl deze bij de enggronden niet voorkwam. De bouwlanden zijn de laagstgelegen gronden. Voor een deel bestaan ze dan ook uit gescheurde lage zandweiden. Ook de ontginningen lagen gemiddeld belangrijk lager dan de enggronden.

Tabel 6 geeft een overzicht van *de frequentie van stalmestbemesting* op de verschillende gronden en het aantal gescheurde graslanden. De stalmestbehandeling van het perceel is aangegeven in cijfers van 10 tot 1:

10 = vrijwel ieder jaar stalmest;
6 = vrijwel iedere 2 of 3 jaar 1 × stalmest;
4 = vrijwel iedere 4 of 5 jaar 1 × stalmest;
2 = vrijwel iedere 6 à 9 jaar 1 × stalmest;
1 = vrijwel nooit stalmest.

TABEL 6. Procentuele verdeling der percelen naar frequentie van stalmestbemesting en jaar van scheuren

	Aantal percelen	Frequentie stalbemesting					Jaar van scheuren		Gem. cijfer stm.bem.
		10	6	4	2	1	1949	1947 of 1948	
Enggronden	68	28	56	2	4	–	6	4	6,3
Bouwlanden	41	27	34	10	5	–	7	17	5,2
Ontginningen	51	10	31	20	6	10	14	10	3,9
Totaal – *Total*	160	22	42	9	5	3	9	9	5,2
	Number of fields	10	6	4	2	1	1949	1947 *or* 1948	*Average mark for stable manuring*
		Frequency of applying stable manure					*Year of ploughing up*		

TABLE 6. *Relation between soil type and percentage of fields given farm manure every year (10) or once in two or three (6), four or five (4) or six to nine (1) years or having been grassland up to 1949 or 1947 or 1948*

De percelen, die gescheurd grasland waren, werden ingedeeld in 2 groepen, nl. gescheurd in het jaar van zaaien, zodat de bieten het eerste gewas vormden, en gescheurd 2 of 3 jaar vóór het zaaien van het bietengewas.

We zien, dat op de enggronden aanzienlijk frequenter stalmest is gegeven dan op de ontginningen. Op de ontginningsbedrijven heeft men meestal weinig vee en daardoor weinig stalmest. Op de bouwlanden is nagenoeg even frequent stalmest gegeven als op de enggronden. Weliswaar is het gemiddelde cijfer voor stalmestbehandeling van de bouwlanden lager dan van de enggronden, doch dit komt doordat een groter deel van het aantal bouwlanden uit gescheurde graslanden bestond, die geen stalmest hebben ontvangen.

Op de enggronden werden de bieten in 10 % van de gevallen op gescheurd grasland verbouwd, tegen 24 % bij de bouwlanden en bij de ontginningen. In het algemeen wil men bieten graag op gescheurd grasland verbouwen. Omdat enggronden wegens droogte vaak niet geschikt zijn voor grasland en men er van ouds het bouwland heeft liggen, heeft men op enggronden minder gelegenheid de bieten op gescheurd grasland te verbouwen.

Tabel 7 geeft een overzicht van *de structuur* van de verschillende gronden. De structuur werd door ons geschat volgens de methode van CLEVERINGA.

TABEL 7. Verband tussen grondsoort en percentage percelen met een slechte, matige of goede structuur

	Aantal percelen	Structuurklasse		
		Slecht	Matig	Goed
Enggronden	68	16	52	32
Bouwlanden	41	24	56	20
Ontginningen . . .	51	29	63	8
Totaal – *Total* . . .	160	25	54	21
	Number of fields	*Bad*	*Moderate*	*Good*
		Soil structure		

TABLE 7. *Relation between soil type and percentage of fields with a bad, moderate or good soil structure*

We zien, dat bij de enggronden naar verhouding de meeste percelen met goede en de minste met slechte structuur voorkwamen.

De ontginningen kwamen duidelijk het slechtst naar voren. Van de enggronden had ruim 30 % der percelen een goede structuur en van de ontginningen slechts 8 %. Waarschijnlijk hangt dit samen met het feit, dat de ontginningen slechts zelden stalmest hebben ontvangen (tabel 6). Dat de stalmestbemesting een belangrijke invloed uitoefende op de structuur, komt tot uiting in tabel 8.

We zien, dat de percelen met goede structuur aanzienlijk frequenter een stalmestbemesting ontvangen dan die met slechte structuur. Geen van de percelen die vrijwel ieder jaar stalmest ontvangen, had een slechte structuur, terwijl de percelen die vrijwel nooit stalmest ontvangen, uitsluitend een slechte structuur vertoonden. Opmerkelijk is dat de gescheurde graslanden zo'n slechte structuur vertoonden, vooral die in het jaar van zaaien gescheurd waren. Door de zeer droge zomer van 1949 is de zode van

TABEL 8. Verband tussen structuurkwaliteit en percentage percelen dat jaarlijks of minder vaak (zie tabel 6) met stalmest bemest, dan wel in 1949, 1947 of 1948 gescheurd is

Structuur	Aantal percelen	Frequentie stalmestbemesting					Jaar van scheuren	
		10	6	4	2	1	1949	1947 of 1948
Slecht – *Bad* . . .	36	–	25	22	6	14	28	6
Matig – *Moderate* .	90	11	59	7	6	–	3	15
Goed – *Good* . . .	34	74	18	3	3	–	3	–
Totaal – *Total* . .	160	22	42	9	5	3	9	9
	Number of fields	10	6	4	2	1	1949	1947 *or* 1948
		Frequency of stable manuring					*Year of ploughing up*	

TABLE 8. *Relation between soil structure quality and percentage of fields given farm manure each year or less frequently (see table 6) or having been grassland up to 1949 or 1947 or 1948*

de in dat jaar gescheurde graslanden vrijwel niet verteerd en is de structuur volgens onze beoordeling een zeer losse korrelstructuur geweest. De structuur van de graslanden die één of twee jaar te voren gescheurd waren, was gemiddeld beter, omdat daarbij de zode grotendeels verteerd was, waardoor een betere structuur was ontstaan.

Er bleek weinig verband te bestaan tussen frequentie van stalmestbemesting en percentage humus in de grond. Het humusgehalte was gemiddeld het laagst bij percelen, die vrij frequent stalmest ontvangen hadden. Voor een deel kan dit een gevolg zijn van het feit, dat juist de enggronden met hun lage humusgehalten (opgestoven enggronden?, zie tabel 3) zeer frequent stalmest ontvangen. De humusgehalten van de percelen, die in het jaar van zaaien gescheurd zijn, waren hoger dan die van percelen, die 2 à 3 jaar voor het zaaien van de bieten gescheurd zijn. Waarschijnlijk is door het gebruik als bouwland het humusgehalte van de grond weer teruggelopen. De verschillen waren echter klein en in verband met het geringe aantal percelen niet betrouwbaar.

Bij onderzoek van het verband tussen humusgehalte van de grond en structuur kwam een lichte tendens naar voren, dat het humusgehalte van percelen met goede structuur gemiddeld iets lager was dan dat van die met slechte structuur. Evenals bij het verband tussen frequentie van stalmestbemesting en percentage humus in de grond wordt dit weer grotendeels veroorzaakt door de enggronden met hun goede structuur en het lage gemiddelde humusgehalte.

Mede door de droogte trad in 1949 zeer veel *hartrot* op. Tabel 9 geeft hiervan een overzicht.

0 % = geen hartrot in de bieten van het perceel
2 % = ong. 2 % vertoont hartrot
5 % = ong. 5 % vertoont hartrot
10 % = 7 – 15 % vertoont hartrot
25 % = 15 – 40 % vertoont hartrot
50 % = 40 – 60 % vertoont hartrot
>60 % = >60 % vertoont hartrot

TABEL 9. Procentuele verdeling van de percelen per groep naar de mate van hartrotaantasting

	Aantal percelen	Mate van hartrotaantasting							Gemiddelde aantasting
		0%	2%	5%	10%	25%	50%	>60%	
Enggronden . .	68	62	2	22	9	2	2	2	4,5%
Bouwlanden . .	41	56	7	15	15	3	3	3	6,0%
Ontginningen .	51	37	8	22	8	14	8	4	12,0%
Totaal – *Total* .	160	53	5	20	10	6	4	3	7,3%
	Number of fields	0%	2%	5%	10%	25%	50%	>60%	*Average % of beets showing heart rot*
		Percentage of beets showing heart rot							

TABLE 9. *Relation between soil type and percentage of fields in which approximately the mentioned percentage of beets showed heart rot*

Op ruim 60 % van de ontginningen trad hartrot op, terwijl dit op de enggronden bij 38 % van de onderzochte percelen het geval was. Ook het aantal percelen, waarop veel hartrot optrad (25 %), was veel groter bij de ontginningen dan bij de enggronden. De bouwlanden staan ongeveer tussen de ontginningen en de enggronden in.

Gemiddeld was bij het onderzoek in 1949, gerekend over alle percelen, ruim 7 % van de bieten aangetast door hartrot. Ongetwijfeld is dit hoge percentage mede een gevolg van de droge zomer 1949, waardoor het optreden van hartrot sterk in de hand is gewerkt. Het is echter duidelijk, dat men op lichte zandgronden, speciaal op ontginningen, meer aandacht dient te besteden aan boriumbemesting.

In tabel 10 wordt een overzicht gegeven van de verdeling van *de opbrengst* op de verschillende gronden.

TABEL 10. Procentuele verdeling der percelen per groep, naar opbrengstklasse

	Aantal percelen	Opbrengstklasse in kg droge stof/are									Gem. opbrengst p. bodemtype
		<50	50–59,9	60–69,9	70–79,9	80–89,9	90–99,9	100–109,9	110–119,9	>120	
Enggronden .	68	15	22	9	12	22	7	9	3	1	73
Bouwlanden .	41	5	10	7	20	7	12	15	2	22	92
Ontginningen .	51	4	18	14	25	12	6	8	0	14	82
	Number of fields	<50	50–59,9	60–69,9	70–79,9	80–89,9	90–99,9	100–109,9	110–119,9	>120	*Average yield*
		Yield									

TABLE 10. *Relation between soil type and percentage of fields with a dry-matter yield of the mentioned number of kilogrammes per are*

De enggronden hadden gemiddeld de laagste opbrengst en de bouwlanden de hoogste, terwijl de ontginningen hier tussenin stonden.

Dat de enggronden gemiddeld zo duidelijk de laagste opbrengst gaven, is ongetwij-

feld grotendeels een gevolg van de lagere waterstand (tabel 5) en de vaak zeer lage pH van deze gronden (tabel 4). De goede opbrengsten van de bouwlanden zijn grotendeels te danken aan hun hoge waterstand. Terwijl op slechts 10 % van de enggronden de waterstand hoger dan 2 m was, was dit op bijna 60 % van de bouwlanden het geval. De ontginningen staan in dit opzicht ongeveer tussen de enggronden en de bouwlanden in.

Hoe groot *de invloed van de waterstand* in 1949 was, wordt globaal weergegeven in tabel 11.

TABEL 11. Procentuele verdeling der percelen per waterstand naar opbrengstklasse

Waterstand in m	Aantal percelen	Opbrengst in kg droge stof/are									Gem. opbrengst p. groep
		< 50	50–59,9	60–69,9	70–79,9	80–89,9	90–99,9	100–109,9	110–119,9	> 120	
< 1,50 m	17	–	–	6	12	–	–	18	–	64	119
1,50–2,05 m	31	–	10	6	13	6	13	23	10	19	97
2,10–3,05 m	37	14	19	8	19	24	8	8	–	–	72
> 3,10 m	75	12	24	13	21	17	8	4	–	–	69
Totaal – *Total*	160	14	28	16	29	24	13	16	3	17	81
Water-table in metres	*Number of fields*	< 50	50–59,9	60–69,9	70–79,9	80–89,9	90–99,9	100–109,9	110–119,9	> 120	*Average yield*
		Dry-matter yield in kilogrammes per are									

TABLE 11. *Relation between ground-water table (in metres below soil surface) and percentage of fields with the mentioned yields*

Beneden 2 m vertoonde de waterstand nagenoeg geen samenhang met de opbrengst. Daarboven steeg de opbrengst echter aanzienlijk met de waterstand. Opbrengsten, groter dan 110 kg droge stof per are, kwamen uitsluitend voor op percelen met een waterstand, hoger dan 2 m. Blijkbaar is het gewas in het zeer droge jaar 1949 voor zijn watervoorziening grotendeels op water uit de ondergrond aangewezen geweest, maar heeft water beneden 2 m vrijwel geen invloed meer kunnen uitoefenen.

Bij zijn onderzoek van de wortelontwikkeling in diepere bodemlagen in verband met de watervoorziening vond GOEDEWAAGEN, dat bij een capillaire opstijging van 1 m, een waterstand van 1 m beneden de humeuze laag nog juist voldoende was; daar beneden trad ernstige opbrengstdaling op („De wortelontwikkeling in de diepere bodemlagen en het belang daarvan voor de watervoorziening en de ontwikkeling van de gewassen", voordracht van Dr M. A. J. GOEDEWAAGEN, gehouden voor het Agrohydrologisch colloquium van de Commissie Onderzoek Landbouwwaterhuishouding Nederland, te Utrecht op 17 Augustus 1953).

Aangezien bij ons onderzoek de humeuze laag gemiddeld 55 cm dik was (tabel 1) en in het algemeen veel geleidelijker in de ondergrond overging, terwijl bovendien de door ons bepaalde waterstand de diepste van het hele jaar was, is de overeenstemming tussen onze resultaten en die van GOEDEWAAGEN zeer behoorlijk. Immers bij GOEDEWAAGEN ging door de scherpe overgang tussen humuslaag en stuifzand de beworteling niet verder dan de humeuze laag, terwijl bij onze percelen de beworteling wel tot 1 m doorging. Ten slotte is de waterstand in het begin van het seizoen ook hoger

geweest dan door ons in Juli werd bepaald. Het hoger gelegen water zal ook gemakkelijker toegankelijk zijn geweest.

Overzien we alle in tabel 1 tot 11 samengevatte gegevens, dan kunnen we de onderzochte percelen als volgt omschrijven:

Op grond van de historische ontstaanswijze werden de percelen ingedeeld in „Enggronden", „Bouwlanden" en „Ontginningen".

Enggronden zijn de ter plaatse van ouds als zodanig bekend staande gronden. Ze hebben een dikke humeuze laag, een hoog P-getal en P-citr.-cijfer, een tamelijk nauw begrensd, gemiddeld vrij laag humusgehalte, in een groot aantal gevallen een zeer lage pH en een lage waterstand.

Enggronden worden van ouds zeer frequent met stalmest bemest en hebben meestal een goede structuur. Ondanks de dikke humeuze laag en frequente stalmestbemesting, is de bietenopbrengst op de enggronden onbevredigend. Voor een groot deel zal dit zijn toe te schrijven aan de te lage waterstand. Verder zijn de pH en het Mg-gehalte van de meeste enggronden aanzienlijk te laag voor verbouw van voederbieten.

De bouwlanden zijn oude akkergronden, deels ook gescheurde zandweiden van oudere datum, die ter plaatse nooit als eng worden aangeduid. Een aantal van deze gronden bestaat uit ontginningen van oudere datum. De bouwlanden hebben gemiddeld een hoge waterstand. Ongetwijfeld is dit de hoofdoorzaak geweest van de gemiddeld goede opbrengst op deze gronden. Verder hebben de bouwlanden altijd een voldoend dikke humeuze laag, een goed P-getal en een relatief hoge pH. De structuur van de bouwlanden is gemiddeld niet slecht, waarschijnlijk doordat ze vrij frequent stalmest ontvangen.

De ontginningen zijn allemaal jonge (20–50 jaar oude) heide- en bosontginningen. Deze gronden zijn het meest heterogeen van kwaliteit. Ze hebben gemiddeld duidelijk de dunste humeuze laag en het laagste P-getal, waaruit wel blijkt, dat het jonge „onrijpe" bouwgronden zijn. Op de ontginningen komt dan ook verreweg het meeste hartrot voor. Ongetwijfeld als gevolg van bekalkingen bij de ontginning, is de pH gemiddeld niet slecht. De opbrengst op de ontginningen is gemiddeld aanzienlijk hoger dan die op de enggronden, ongetwijfeld grotendeels door de hogere waterstand. De ontginningen krijgen slechts zelden stalmest. De structuur is er dan ook het slechtst.

III. DE RESULTATEN VAN DE GRAFISCHE VERWERKING

Door middel van een z.g. polyfactoranalyse volgens VISSER werd getracht de belangrijkste samenhangen met de opbrengst naar voren te halen. De grondwaterstand, de pH en het Mg-gehalte van de grond waren duidelijk gecorreleerd, zoals onderstaande correlatietabel laat zien.

Water-stand	Mg-gehalte	pH	
–0,56	0,42	0,21	Opbrengst
	0,33	–0,29	Grondwaterstand
		0,45	Mg-gehalte

Bij het bepalen van de zuivere invloed van deze factoren is het noodzakelijk de onderlinge correlaties zo goed mogelijk onschadelijk te maken. Daarom werd voor de percelen met waterstand dieper dan 2,75 m, een driedimensionale bewerking uitgevoerd van het verband tussen de opbrengst, de pH en het Mg-gehalte van de grond. Bij de percelen met waterstand hoger dan 2,75 m werd bovendien de waterstand in de bewerking opgenomen.

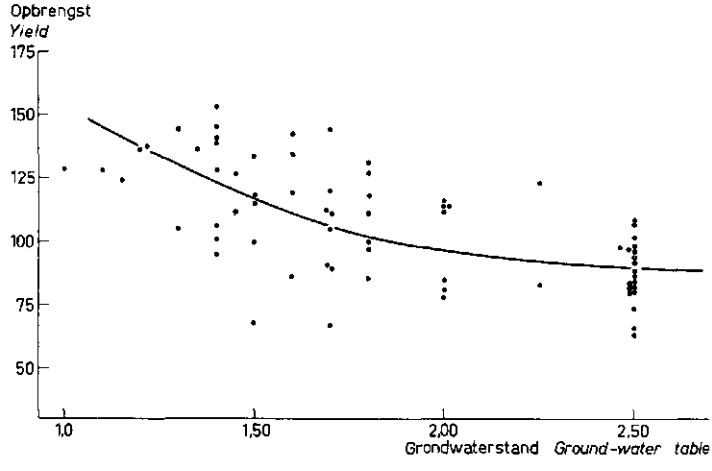


FIG. 1. Invloed van de grondwaterstand in m beneden maaiveld op de opbrengst aan droge stof van de bieten in kg/are. De opbrengsten zijn herleid op een Mg-gehalte van 0,0030% en een pH (water) van 6,0, waardoor de lijn zo hoog ligt.

FIG. 1. *Influence of ground-water table (in metres under soil surface) on dry-matter yield (in kilogrammes per are) of the beets. The yields have been computed for a Mg-content of 0,0030% and a pH (water) of 6,0; the level of the curve is high therefore.*

Fig. 1 geeft een beeld van de *invloed van de grondwaterstand op de opbrengst aan droge stof* van de bieten. De betrokken opbrengsten zijn herleid tot pH 6,0 en Mg-gehalte 0,0030 %, waardoor het gehele niveau van de lijn vrij hoog is. We zien, dat de grondwaterstand een zeer belangrijke invloed heeft uitgeoefend, ongetwijfeld mede doordat 1949 een uitzonderlijk droog jaar was.

In de figuren 2 en 3 wordt *de invloed van de pH en het Mg-gehalte* van de grond weergegeven voor percelen met grondwaterstand hoger dan 2,75 m, herleid tot een waterstand van 2,00 m en in figuren 4 en 5 voor de percelen met een waterstand lager dan 2,75 m. Bij de laatste werd geen correctie op de grondwaterstand uitgevoerd, aangezien waterstanden dieper dan 2,75 m geen invloed meer op de opbrengst hebben (zie fig. 1 en tabel 11).

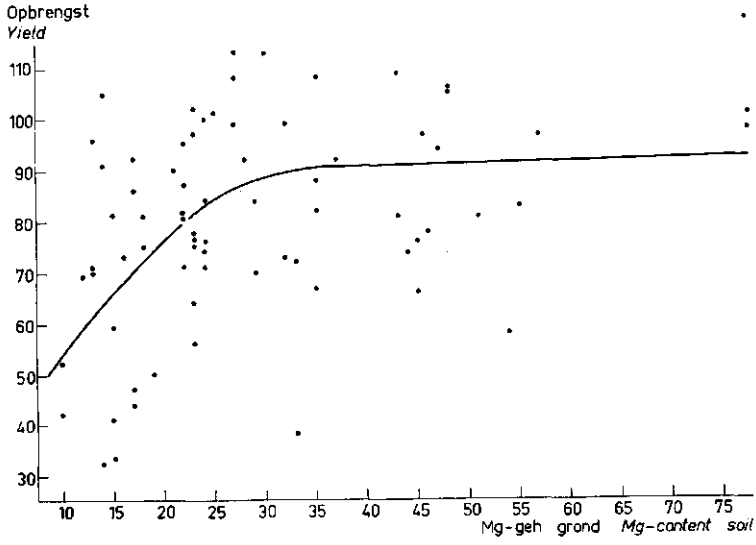


FIG. 2. Invloed van het Mg-gehalte (mg/kg) van de grond op de opbrengst aan droge stof van de bieten in kg/are, bij de percelen met een grondwaterdiepte van minder dan 2,75 m beneden maaiveld. De opbrengsten zijn herleid op een waterdiepte van 2 m en een pH (water) van 6,0.

FIG. 2. *Influence of the Mg-content (p.p.m.) of the soil on dry-matter yield (in kilogrammes per are) of the beets on the fields with a ground-water depth less than 2,75 m below soil surface; the yields have been computed for a ground-water table of 2 m and a pH of 6,0.*

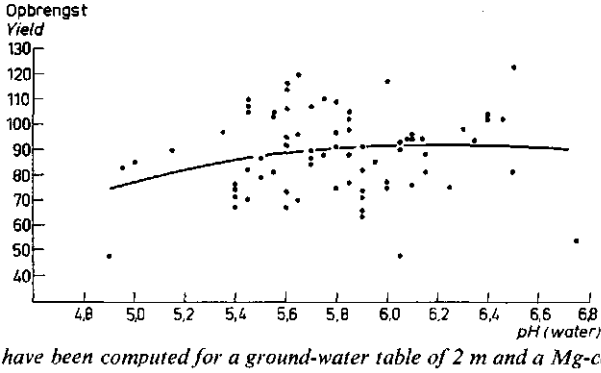


FIG. 3. Invloed van de pH van de grond op de opbrengst aan droge stof van de bieten in kg/are, bij de percelen met een grondwaterdiepte van minder dan 2,75 m. De opbrengsten zijn herleid op een waterdiepte van 2 m en een Mg-gehalte van 0,0030 %.

FIG. 3. *Influence of the pH of the soil on dry-matter yield (in kilogrammes per are) of the beets on the fields with a ground-water depth less than 2,75 m below soil surface; the yields have been computed for a ground-water table of 2 m and a Mg-content of 0,0030 %.*

We zien in de figuren 2–5, dat het niveau van de lijn bij grondwaterstand 2,00 m hoger ligt dan bij grondwaterstand beneden 2,75 m. Dit is misschien de oorzaak van

de iets sterkere Mg-werking bij de lager gelegen percelen. De pH-invloed is in beide gevallen gelijk.

De lijnen, die de invloed van het Mg-gehalte van de grond weergeven, komen behoorlijk overeen met soortgelijke lijnen, bepaald aan het Landbouwproefstation te Groningen.

De pH-lijnen wijken echter sterk af, vooral van die in de oudere publicaties (3, 4 en 5). De curven van de oudere onderzoekingen, die een zeer sterke pH-invloed aangeven, zijn echter mede het gevolg van de Mg-invloed, die bij deze onderzoekingen niet gescheiden werd van de pH-invloed.

Ook bij later genomen proeven vond CASTENMILLER echter lang niet zo'n grote invloed van het Mg-gehalte van de grond als van de pH. De mogelijkheid, dat wij in onze bewerking een deel van de invloed van de pH beschouwd hebben als invloed van het Mg-gehalte van de grond, kan dan ook niet volledig worden uitgeschakeld. Het is waarschijnlijk, dat – doordat in ons onderzoek de armste gronden van de Veluwe voorkwamen, die (zoals blijkt uit de figuren 2 en 4) voor ongeveer 75 % een te laag Mg-gehalte hadden – extra duidelijke gevolgen van Mg-tekort naar voren zijn gekomen. Anderzijds kwamen in dit onderzoek slechts enkele percelen voor met pH beneden 4,9, zodat erg lage opbrengsten ten gevolge van een te lage pH in ons materiaal niet zo duidelijk blijken.

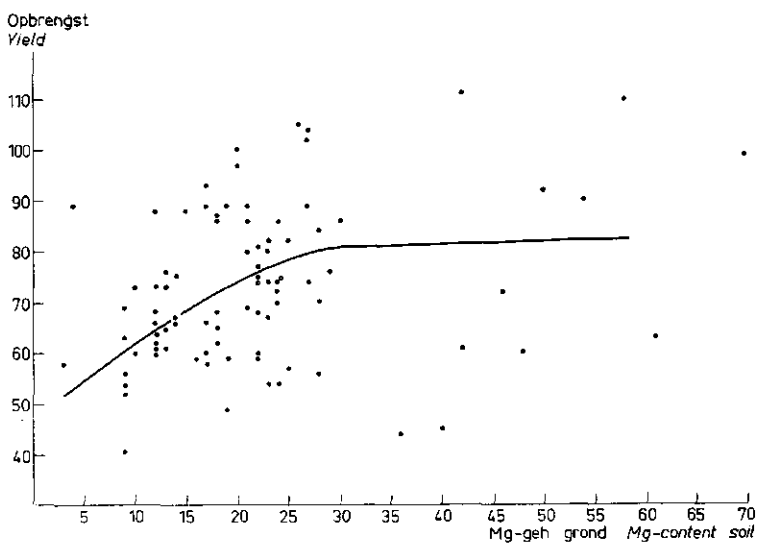


FIG. 4. Invloed van het Mg-gehalte (mg/kg) van de grond op de opbrengst aan droge stof van de bieten in kg/are bij de percelen met een grondwaterdiepte van meer dan 2,75 m beneden maaiveld. De opbrengsten zijn herleid op een pH (water) van 6,0.

FIG. 4. *Influence of the Mg-content (p.p.m.) of the soil on dry-matter yield (in kilogrammes per are) of the beets on the fields with a ground-water depth more than 2,75 m under the soil surface; the yields have been computed for a pH (water) of 6,0.*

In overeenstemming met de resultaten van het Landbouwproefstation te Groningen blijkt uit de figuren echter, dat de pH een belangrijke invloed uitoefent op de opbrengst en dat bij verbouw van voederbieten op zandgrond niet spoedig voor een te

hoge pH gevreesd behoeft te worden. Het Mg-gehalte van de grond blijkt een zeer belangrijke invloed uit te oefenen in het traject beneden 0,0030 %.

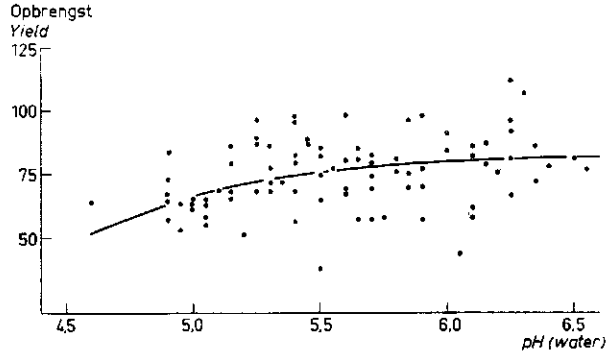


FIG. 5. Invloed van de pH van de grond op de opbrengst aan droge stof van de bieten in kg/are bij de percelen met een grondwaterdiepte van meer dan 2,75 m beneden maaiveld. De opbrengsten zijn herleid op een Mg-gehalte van 0,0030 %.

FIG. 5. *Influence of the pH of the soil on dry-matter yield (in kilogrammes per are) of the beets on the fields with a ground-water depth more than 2,75 m under the soil surface; the yields have been computed for a Mg-content of 0,0030 %.*

Getracht werd de invloed van de andere door ons bepaalde factoren eveneens door grafische analyse te achterhalen. Het materiaal bleek echter dermate heterogeen van aard te zijn en met zo veel min of meer toevallige correlaties behept, dat dit weinig opleverde.

Uit de gegevens van het onderzoek in 1948 kwam een vrij duidelijke, hoewel niet geheel betrouwbare *invloed van het P-getal* te voorschijn, die in tabel 12 wordt weergegeven. Omdat het P-getal evenals het P-citr.-cijfer sterk samenhangt met de dikte van de humeuze laag, werd getracht de invloed van iedere factor afzonderlijk te bepalen.

TABEL 12. Gemiddelde bietenopbrengst in kg droge stof per are in 1948 op percelen met dunne en dikke humeuze laag, bij hoog en laag P-getal

P-getal *P-number*	< 5,5 gemiddeld 1,9 *average* 1,9	< 5,5 gemidd. 10,1 *average* 10,1	gemiddeld *average*
Dikte humeuze laag < 45 cm . . *Thickness of organic surface layer > 45 cm* Gemiddeld 33 cm *Average 33 cm*	119	128	123,5
Dikte humeuze laag > 45 cm . . *Thickness of organic surface layer > 45 cm* Gemiddeld *80* cm *Average* 80 *cm*	104	110	107,0
Gemiddeld *Average*	111,5	119	115

TABLE 12. *Average yield of beets in kg dry matter per are of fields with a thick and a thin organic surface layer and high and low P-number, in 1948*

We zien, dat het P-getal een belangrijke invloed op de opbrengst uitoefende; gemiddeld over de beide „humusgroepen" werd door verhoging van het P-getal van 1,9 tot 10,1 een opbrengstverhoging verkregen van 7,5 kg droge stof per are. Uit de oriënterende figuren werd de indruk verkregen, dat deze stijging vooral sterk was van P-getal 1 tot 4; daarna was de stijging slechts gering.

Het valt op, dat ook in het zeer natte jaar 1948, de percelen met de dikste humeuze laag, in casu de enggronden, een lagere opbrengst gaven dan die met dunnere humeuze laag. Hieruit blijkt wel, dat de slechte opbrengst van de enggronden niet alleen een gevolg is van hun diepe grondwaterstand. Zoals vermeld, zal ook de slechte pH van deze gronden een rol gespeeld hebben. Daarnaast kan gedacht worden aan andere factoren, zoals b.v. de kwaliteit van de humus op de verschillende gronden. In tegenstelling met de „milde" humus van de meeste laaggelegen gronden, kan op vele enggronden een ongunstige „zure" humussoort zijn ontstaan door de opbouw uit zure heideplaggen.

IV. RESULTATEN VAN DE NUMERIEKE FACTORANALYSE

Om een inzicht te krijgen in de samenhang van alle variabelen werd door HAMMING een analyse volgens de methode THURSTONE toegepast op de door hem berekende z.g. quantielcorrelaties van alle in ons materiaal onderzochte factoren. Hieruit kwam een aantal „aspecten" of „correlatieve complexen" te voorschijn. De variabelen, die volgens zo'n correlatief complex aan elkaar gebonden zijn, zijn in hun fluctuaties gedeeltelijk aan elkaar gekoppeld; bewegingen van één gaan in zekere mate gepaard met gelijktijdige bewegingen van alle vermelde andere, in positieve of negatieve richting.

In tabel 13 is voor acht aspecten voor iedere factor een getal weergegeven; brengen we deze getallen (gedeeld door 100) in het quadraat, dan geven ze aan welk deel van de totale variatie van iedere factor een rol speelt in het beschouwde complex. De mate van correlatie tussen twee factoren, voor zover samenhangend met het betrokken aspect, vindt men door de cijfers van de twee factoren (gedeeld door 100) met elkaar te vermenigvuldigen. Het teken geeft de richting van de correlatie aan. Negatieve correlaties met de zaaitijd, de datum van opéénzetten en de oogstdatum betekenen samengaan met vroeg –, positieve met laat zaaien, opéénzetten en oogsten.

TABEL 13. Overzicht van de aspecten. Min of meer significante getallen (> 30) zijn vet gedrukt

Factor	*Aspect*	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1. Opbr. verse bieten	*Yield of fresh beets* . .	**67**	**58**	**–45**	–8	2	4	–14	6
2. Opbrengst vers loof	*Yield of fresh leaves* . .	**75**	–2	**–42**	0	–2	22	4	18
3. %droge stof bieten	*% dry-matter of beets* .	–16	–5	**63**	–10	19	3	5	–3
4. Opbr. dr. stof bieten	*Dry-matter yield of beets*	**76**	**59**	4	0	0	17	6	5
5. Aantal planten/ha	*Number of plants per ha*	24	7	18	**–33**	17	**59**	–19	–13
6. Zaaitijd	*Sowing time*	–20	–25	10	–6	**63**	–13	**–40**	–16
7. Oogsttijd	*Harvest time*	**51**	5	**44**	23	1	–24	14	–2
8. Grondwaterhoogte	*Ground water height* . .	**68**	25	17	–25	**55**	–2	**34**	**–37**
9. % hartrot	*% beets with heart rot* .	–23	–8	6	–18	17	–12	**66**	0
10. Structuurcijfer	*Soil structure mark* . .	12	7	–1	24	3	–15	–18	–19
11. Droogteschade	*Drought damage* . . .	–29	**–49**	22	**41**	**–46**	18	19	–1
12. Datum v. opéénzetten	*Date of singling*	**–33**	–6	14	–5	**63**	–2	–14	10
13. U-cijfer	*Fineness of soil*	20	22	–1	–3	**69**	–2	23	25
14. Dikte humeuze laag	*Thickness of organic layer*	24	**–49**	–18	**70**	13	5	–6	20
15. pH	*pH*	–23	**67**	–9	26	24	**43**	17	9
16. % humus	*% humus*	4	–15	17	**–43**	5	–8	**–34**	**34**
17. P-getal	*P-number*	20	–11	12	**92**	–20	23	–3	10
18. P-citroenzuurcijfer	*P-citric acid mark* . . .	10	14	–3	**85**	–22	–5	–5	3
19. K-getal	*K-number*	4	4	–4	**81**	2	0	–14	3
20. Mg-gehalte	*Mg-content*	0	**57**	–13	20	–6	1	–15	**66**

TABLE 13. *Survey of aspects (correlative complexes). More or less significant figures (>30) have been printed in bold types*

In het volgende is getracht aan te geven, welke praktijkomstandigheden samenhangen met de gevonden correlatieve complexen.

Bij ieder aspect worden de percelen tussen twee tegengestelde polen gerangschikt. In de gekozen naam van het aspect is vaak maar één van beide polen aangeduid. Het aspect „laat zaaien op natte grond" zou dus even goed „vroeg zaaien op droge grond" kunnen heten.

In sommige gevallen kan de gevonden samenhang zijn oorzaak vinden in merkwaardige omstandigheden, die niet ter zake doen. In zulke gevallen is het gewenst van deze bijzondere omstandigheden op de hoogte te zijn.

Aspect I: Late oogst op vochtige grond

Hoge opbrengsten aan verse bieten en loof gingen samen met hoge opbrengsten aan droge stof op percelen met hoge waterstand, waarbij deze waterstand gepaard ging met laat oogsten en ook min of meer met vroeg opéénzetten. In dit aspect komt dus de sterke invloed van de grondwaterstand duidelijk tot uiting, met name wanneer deze de cultuurwerkzaamheden niet heeft belemmerd. Er zijn aanduidingen dat de datum van opéénzetten belangrijker is voor de uiteindelijke opbrengst, dan de zaaidatum. Op grond van veldwaarnemingen werd de indruk verkregen, dat op sommige productieve, lage percelen spoediger na het zaaien opééngezet kan worden dan op minder lage percelen. Misschien komt dit verschijnsel in dit aspect enigszins naar voren.

Aspect II: Mg en pH

Vaak ging een hoge pH samen met een hoog Mg-gehalte en een vrij dunne humeuze laag. Deze combinatie bevorderde de opbrengst aan verse bieten en daardoor ook de opbrengst aan droge stof van de bieten, mede doordat droogteschade werd tegengegaan. Een invloed op de loofopbrengst was afwezig. Een combinatie van hoge Mg-gehalten en hoge pH bevordert wel de bieten-, doch niet de loofopbrengsten.

Aspect III: Late oogsttijd

In dit complex wordt gelet op de invloed van de oogsttijd, voor zover die geen enkele samenhang vertoonde met de veldomstandigheden. We zien, dat laat oogsten het droge-stofgehalte van de bieten verhoogde, maar de verse opbrengst er van verlaagde, zodat de totale droge-stofopbrengst van de bieten niet beïnvloed werd. De opbrengst aan vers loof liep achteruit. Andere invloeden op het droge-stofgehalte van de bieten zijn in dit aspect niet gesignaleerd.

Aspect IV: Enggrond

Evenals in de volgende aspecten het geval is, speelt de opbrengst in het „enggrond-aspect" geen rol van betekenis. Voor een verklaring van de opbrengst is dit complex dus niet van belang, echter wel voor een inzicht in de samenhang tussen de door ons bepaalde factoren. Het complex is „enggrond-aspect" genoemd, omdat hier een dikke humeuze laag samenging met een laag percentage humus, hoge K- en P-getallen, een sterke droogteschade en een gering aantal planten per ha: allemaal factoren, die vooral op de enggronden voorkomen. In dit complex speelt de opbrengst niet mee, ondanks het samengaan van een hoog P- en K-getal met een dikke humeuze laag. Misschien is dit een gevolg van het samengaan met de grote droogteschade, die wellicht voor een deel te wijten is aan de vaak zure, ongunstige humussoort van vele enggronden, die door het vroegere gebruik van zure heideplaggen is ontstaan. Verder

zit in de enggronden het grondwater in het algemeen te diep. Dat komt in onze aspecten echter niet tot uiting, doordat de gemiddelde grondwaterstand van de enggronden weinig afweek van de gemiddelde van alle onderzochte percelen, die eveneens te laag was.

Aspect V: Laat zaaien op natte grond

Voor zover een hoge grondwaterstand samenging met laat zaaien en laat opéénzetten, hadden deze factoren samen geen invloed op de opbrengst. Het valt op, dat ook het U-cijfer hierbij is betrokken. Speciaal fijne gronden blijven lang te nat om te zaaien. Het voordeel van de hoge grondwaterstand kan blijkbaar geheel verloren gaan door de late zaaitijd.

Aspect VI: Zuivere pH-invloed

Voor zover de pH varieerde los van het Mg-gehalte en de droogteschade, ging een hogere pH samen met een groter aantal planten per ha. Dit wijst er op, dat de pH de opkomst bevordert. De op zure gronden algemeen bekende slechte opkomst hangt waarschijnlijk niet alleen samen met de door ons bepaalde factoren als K-getal, Mg-gehalte enz., doch ook met andere invloeden van de pH. Het is b.v. denkbaar, dat dit aspect een uiting is van een door lage pH in de hand gewerkte Al-vergiftiging.

Een eventuele samenhang van dit correlatieve complex met de opbrengst gaat schuil achter de in de eerste drie aspecten genoemde invloeden. Dit geldt ook voor de nog volgende aspecten.

Aspect VII: Hartrot

Sterke hartrot-aantasting ging samen met vroeg zaaien en vrij hoge waterstand in gronden met een laag humusgehalte. Het is evenwel de vraag, of hiermee de oorzaken van hartrot onderkend zijn, omdat in aspect VIII ook de combinatie van hoog grondwater met laag humusgehalte ter sprake komt, die daar een sterke samenhang laat zien met het Mg-gehalte. Blijkbaar zijn we hier aan de grens van de mogelijkheden van de factoranalyse.

Aspect VIII: Mg en humus

Voor zover een hoog Mg-gehalte van de grond samenging met een vrij hoog humusgehalte en een lage waterstand, had het geen invloed op de opbrengst. Het samengaan met een diepe waterstand heeft hier de werking van het Mg-gehalte waarschijnlijk tegengewerkt. Daarnaast kan ook het samengaan met een hoog humusgehalte de „activiteit" van het Mg verminderd hebben.

Uit tabel 13 blijkt, dat de opbrengst aan droge stof van de bieten vrijwel uitsluitend bepaald wordt door aspect 1 en 2 gezamenlijk. In deze twee aspecten wordt namelijk $(0{,}76^2 + 0{,}59^2) = 92\,\%$ van de totale variatie van de opbrengst aan droge stof verklaard.

Wanneer we aspect I en II opvatten als twee coördinaatassen en we zetten hierin uit de factoren, die in een van de beide aspecten een getal > 30 hebben, dan ontstaat fig. 6. Hierin zijn de factoren, die voldoende sterk in de twee beschouwde aspecten meespelen, weergegeven in de vorm van *vectoren* (pijlen). Een kleine hoek tussen twee vectoren (of hun verlengden) duidt op een nauwe correlatie. Een rechte hoek betekent het ontbreken van correlatie. Volledigheidshalve zij vermeld, dat in de mate van

correlatie ook de lengte der pijlen een rol speelt, aangezien deze aangeeft welk deel van de totale variatie van de betrokken factoren meespeelt in de beschouwde aspecten.

FIG. 6. Vector-weergave van de in aspect I en II significant aanwezige factoren. Een kleine hoek tussen twee vectoren duidt op een nauwe correlatie.

FIG. 6. *Vector-chart of the factors which are significant in aspects I and II. A small angle between two vectors indicates a strong relation. For 1 etc. see table 13.*

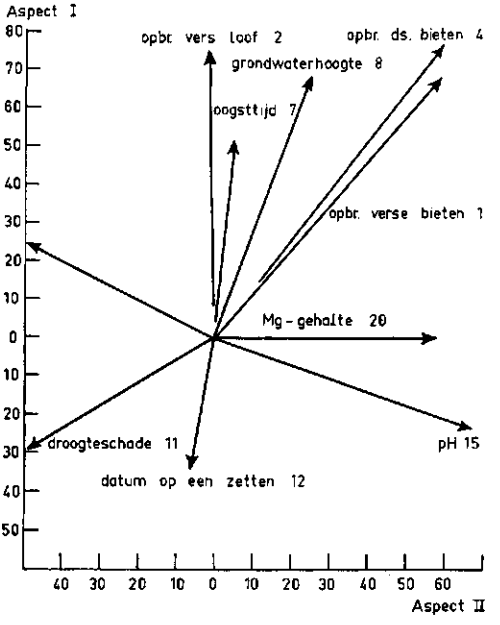
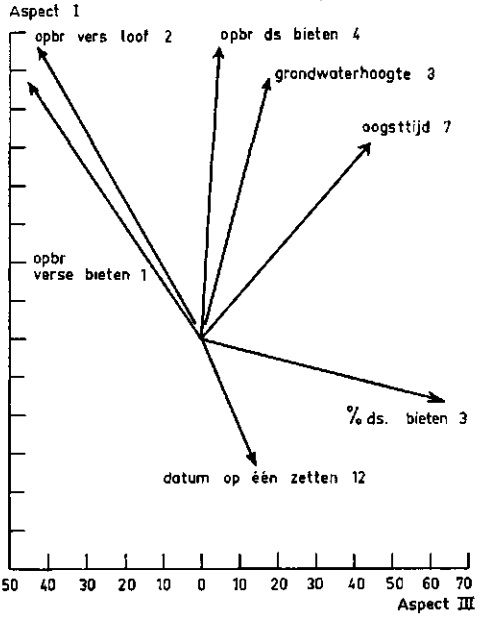


FIG. 7. Vector-weergave van de in aspect I en III significant aanwezige factoren. Een kleine hoek tussen twee vectoren duidt op een nauwe correlatie.

FIG. 7. *Vector-chart of the factors which are significant in aspects I and III. For 1 etc. see table 13.*



We zien uit fig. 6, dat de droge-stofopbrengst van de bieten in hoge mate samenhangt met de verse opbrengst en dat beide sterk gecorreleerd zijn met de waterstand en de droogteschade. Van belang voor de opbrengst aan droge stof zijn verder de oogsttijd en de datum van opéénzetten en het Mg-gehalte van de grond, terwijl de invloed van de pH blijkens fig. 6 praktisch schuil kan gaan achter die van de waterstand.

In fig. 7 (aspect I en III) is de invloed van de oogsttijd gepreciseerd. Het blijkt, dat de oogsttijd nauw samenhangt met de grondwaterstand en daarmee ook met de opbrengst. De specifieke werking van laat oogsten bestaat in het verhogen van het drogestofgehalte, waarbij de verse opbrengst terugloopt.

Conclusies uit de factoranalyse

In 1949 werd de opbrengst aan droge stof van de betrokken percelen voederbieten grotendeels bepaald door de volgende factoren:

1. De grondwaterstand. Hoge (ondiepe) grondwaterstand gaf goede verse- en droge-stofopbrengsten van de bieten en van het loof. De invloed van deze factor was zeer groot, hetgeen mede een gevolg kan zijn geweest van de droogte in 1949.
2. Het Mg-gehalte van de grond was gecorreleerd met de pH. Een hoger Mg-gehalte van de grond werkte gunstig op de opbrengst.
3. De pH van de grond. Een goede pH werkte gunstig op de opbrengst van de bieten, doch niet op die van het loof. Ook de opkomst werd bevorderd door een goede pH.
4. De dikte van de humeuze laag. Een erg dikke humeuze laag was niet gunstig voor de opbrengst. Waarschijnlijk betekent dit, dat enggrond ongeschikt is.
5. De oogsttijd. Door laat oogsten werd het droge-stofgehalte der bieten verhoogd en de loofopbrengst verlaagd.
6. De droogteschade. De droogteschade werd grotendeels bepaald door de waterstand en hing daardoor nauw samen met de opbrengst. Hoge pH en Mg-gehalte en hoog humusgehalte van de grond maakten het gewas waarschijnlijk minder droogtegevoelig.

V. SAMENVATTING

Er werd een statistisch onderzoek verricht naar de opbrengst van voederbieten op 160 praktijkpercelen op de Veluwe in het zeer droge jaar 1949.

Naar hun historische ontstaanswijzen werden de percelen ingedeeld in drie groepen:

1. „enggronden": oude cultuurgronden, die ter plaatse vanouds als enggrond bekend staan;
2. „ontginningen": vroegere bos- en vooral heidegronden, die vrijwel alle na 1900 zijn ontgonnen;
3. „bouwlanden": alle percelen, die niet in groep 1 of 2 thuis hoorden. Voor een deel zijn het vrij oude cultuurgronden, die plaatselijk echter niet als enggrond bekend staan. Vaak zijn het gescheurde graslanden of ontginningen van oudere datum.

De drie groepen vertoonden belangrijke verschillen in dikte van de humeuze laag, waterstand, P-getal en pH van de grond. Ook de frequentie van stalmestbemesting, de structuur van de grond, het optreden van hartrot in de bieten en de opbrengst liepen duidelijk uiteen.

Uit *grafische* z.g. *polyfactoranalyse* bleek de grondwaterstand de belangrijkste factor voor de opbrengst der bieten te zijn. Daarnaast was het Mg-gehalte van de grond zeer belangrijk, terwijl ook de pH een duidelijke invloed uitoefende. Misschien kan ook het P-getal een factor van betekenis zijn.

Uit *numerieke factoranalyse* bleek eveneens de grondwaterstand de belangrijkste factor voor de opbrengst te zijn, terwijl eveneens het Mg-gehalte van de grond een duidelijke invloed vertoonde en de invloed van de pH slechts zwak naar voren kwam. Een hogere pH bevorderde vooral de opkomst van de bieten. Een hoger Mg-gehalte en een hogere pH werkten gunstig op de opbrengst van de bieten, doch niet op die van het loof.

Het optreden van droogteschade werd grotendeels bepaald door de waterstand en hing daardoor nauw samen met de opbrengst. Hoge pH en Mg-gehalte en hoog humusgehalte van de grond maakten het gewas waarschijnlijk minder droogtegevoelig. Door laat oogsten werd het droge-stofgehalte der bieten verhoogd en de loofopbrengst verlaagd. Een niet zeer dikke humeuze laag was het gunstigst voor de opbrengst. Waarschijnlijk moet men dit verklaren uit het feit, dat de gronden met een dikke humeuze laag allemaal enggronden waren.

SUMMARY

Statistical analysis of factors possibly connected with yield of fodder-beet in the very dry year 1949

The 160 fields were divided into three groups according to their origin:
1. „enggronden": old arable lands, of old called so by the farmers;
2. „ontginningen": former wood or heather grounds, reclaimed nearly all after 1900;
3. „bouwlanden": the other fields, partly fairly old arable land, partly ploughed-up grasslands.

Considerable differences between these groups were observed in the thickness of the organic surface layer, the groundwater level, the P-number and the pH of the soil. Also the frequency of applying stable manure, the structure of the soil, the percentage of beets showing heart rot and the yield differed.

From *graphical* so called *polyfactor analysis* the groundwater level appeared to be the most important factor determining yield; the influence of the magnesium content was also appreciable, but that of the pH was only slight. The P-number may be of some importance too.

In a *non-graphical factorial analysis* after THURSTONE the water table turned out to be the most important yield-determining factor as well. And again the influence of the Mg-content was found to be great but that of the pH only slight. A higher pH furthered especially the emergence of the beets. A higher Mg-content and a higher pH both increased the yield of roots, but not that of leaves.

Drought-damage was strongly connected with a low water-table and thereby with a low yield too. Where pH, Mg-content and humus-content of the soil were high, the crop seemed to be less dependent on rainfall.

Harvesting late increased the dry-matter content ot the beets and lowered the yield of leaves. A very thick organic surface layer was not connected with high yields. Probably this must be interpreted by the fact that all soils with a thick organic surface layer were „enggronden".

LITERATUUR

1. CASTENMILLER, G. M., Zwavelzure ammoniak met kalk op zandgrond. *Landbouwk. Tijdschr.*, jrg. **62** (1950) p. 233.
2. CASTENMILLER, G. M., Wat is er met het magnesium aan de hand? *Mbl. voor de Landbouwvoorlichtingsd.*, jrg. **8** (1951) p. 148.
3. Eindverslag van de kalktoestandscommissie van de Friesche Maatschappij van Landbouw, Leeuwarden, 1939.
4. VISSER, W. C., Kalktoestand en oogstopbrengst. *Versl. Landbouwk. Onderz.* nr **44** (1938) p. 313.
5. VRIES, O. DE., Enige aspecten van het kalktoestandsvraagstuk. *Landbouwk. Tijdschr.*, jrg. **46** (1934) p. 677.