

KALKTOESTAND EN OOGSTOPBRENGST

II. KENIAGERST

DOOR

IR. W. C. VISSER

In een vorig artikel met gelijken titel (1) vestigden wij de aandacht op de wenschelijkheid, nieuwe gewassen ten aanzien van hun eischen wat betreft gemakkelijk te wijzigen groeifactoren op een groot aantal proefvelden te onderzoeken. Het bepalen van den gunstigsten bodemtoestand geschiedt veelal incidenteel. Het is een veel voorkomend geval dat men het onderzoek toespitst op het leeren kennen van den toestand van den grond. Hierbij betreft men die gewassen in het onderzoek, die toevallig op het perceel, waarop het proefveld ligt, zullen worden verbouwd. Het gevolg hiervan is dat men, vooral op de vruchtbare gronden, veel verschillende gewassen in het onderzoek opneemt, en dat vooral het aantal variëteiten zeer groot wordt. Na jaren van proefneming kan het dan voorkomen dat men van slechts enkele rassen over resultaten beschikt, die in opvolgende jaren nog eens gecontroleerd zijn.

Gegevens per gewas zijn echter van het grootste belang, daar op denzelfden akker de reactie op de zuurheid van den grond sterk kan wisselen. Een voorbeeld hiervan werd elders (1) voor het gewas suikerbieten gegeven. De reactie van het gewas op den toestand van den grond kan zooals bij dat onderzoek bleek, door neveninvloeden aanzienlijk gewijzigd worden. Daarom is het noodzakelijk, zelfs indien men met het onderzoek niet verder wenscht te gaan dan het verkrijgen van een gemiddelden indruk omtrent den meest gewenschten toestand van een gewas, van een zoo groot mogelijk aantal oogsten de waarnemingen te verzamelen. Eerst in dat geval mag een dergelijk gemiddelde voldoende betrouwbaar worden genoemd. Dit aantal stelden wij op 15 à 20.

De hierna te bespreken waarnemingen bij Keniagerst voldoen geenszins aan dezen eisch, daar het aantal proefvelden slechts zes bedraagt. Het verzamelde materiaal geeft echter reeds eenig inzicht in de eischen, die Keniagerst aan den kalktoestand stelt. De tot dusver verkregen resultaten zullen hier worden besproken, in afwachting van de opbrengsten die in volgende jaren zoowel onder andere klimatologische verhoudingen, als ook vooral van andere grondtypen zullen moeten worden verzameld, en die eerst een volledig overzicht van de gedragingen van deze variëteit ten aanzien van den kalktoestand zullen kunnen geven.

Opmerking betreffende de naamgeving

In onze voorgaande verhandeling (1) wezen wij op den samenhang, die tusschen de hoogte van de maximale opbrengst en de ligging van het optimum bleek te bestaan. In publicaties van het Rijkslandbouwproefstation werden deze problemen verder behandeld door F. v. D. PAAUW (6) en O. DE VRIES (9). Daarbij werd door v. D. PAAUW nader ingegaan op de reactie van het gewas in de verschillende te onderscheiden gevallen, terwijl O. DE VRIES de wisselwerking tusschen de groeifactoren bestudeerde en in verband bracht met hun aard.

In het reeds genoemde artikel (1) werd er op gewezen dat de tot dusverre niet herkende reactie, waarbij met hogere opbrengst een verschuiving van de opbrengstkromme naar lagere waarden van den groeifactor gepaard gaat, bij veldproeven zeer veelvuldig blijkt voor te komen en dat volgens den toenmaligen stand van onze kennis deze reactie praktisch het belangrijkste leek.

Aan deze reactie werd den naam van principe van den wisselenden weerstand gegeven, met het doel, een gedachtenassociatie op te roepen met het geval, dat een gezond, weerstandskrachtig gewas met weinig moeite ongunstige omstandigheden zou overwinnen, terwijl een gewas met minder weerstandsvermogen hiertoe niet in staat zou zijn en een minder hooge opbrengst zou opleveren. Deze naamgeving, die op den voorgrond stelt, op welke wijze ten aanzien van de plant die aanpassing plaats vindt, waarbij een niet volkomen optimale verhouding van groeifactoren op zoo gunstig mogelijke wijze verwerkt wordt, bedoelde slechts het algemeene beeld van de vervorming van de curven aan te geven met een term, die de aandacht op den aard van de reactie vestigde. Daar echter deze naam de gedachte aan een nauwer omschreven biologische reactie kan wekken, en daarmee andere mogelijkheden uitgesloten zouden worden, is het wellicht juist, de in het vorig artikel gegeven namen te laten vervallen, en deze te vervangen door termen, die den vorm waaronder de reactie zich aan ons voordoen, meer volgens statistische gezichtspunten formuleeren.

Essentieel was bij deze nieuwe beschouwingwijze van opbrengstcurven, dat de hoogte van de opbrengst van belang is bij de beoordeeling van de ligging en den vorm van de reactiecurven. Bij het reactietype, dat tot dusverre principe van den wisselenden weerstand werd genoemd, breidt zich het optimale gebied bij hooger wordende maximale opbrengst uit naar lager waarden van de beschouwde groeifactoren, althans indien het een gunstig werkende factor is. Bij ongunstige factoren zou men een uitbreiding

van het optimale gebied naar hooger waarde moeten aannemen. Nauwkeurig omschreven zou men dit geval kunnen definieeren als: het reactietype waarbij, in geval van stijging van de maximale opbrengst, de ondergrens van het voor den onderzochten factor optimale gebied bij een lager waarde van dien factor optreedt. Bij de gebruikelijke wijze van grafische voorstelling (stijgende positieve waarden van den onderzochten factor naar rechts uitgezet), wordt de ondergrens van het gebied van maximale opbrengsten in de figuur dus meer links gevonden. In het vervolg zal dit geval kort worden aangeduid als „*optimumverschuiving naar links*”.

Het woord optimum doelt dus niet alleen op de waarde van den groeifactor, waarbij de hoogste opbrengst optreedt, doch slaat, evenals in de vorige publicatie aan de hand van fig. 1 werd aangegeven, op het geheele gebied van hooge opbrengsten.

Hiertegenover kan men dan stellen het reactietype met *optimumverschuiving naar rechts*, welke naam een korte aanduiding is van het begrip dat gedefinieerd wordt als: het reactietype, waarbij, in geval van stijging van de maximale opbrengst, de ondergrens van het voor den onderzochten factor optimale gebied bij hooger waarde van dien factor optreedt. Deze term kan de plaats innemen van de aanduiding: principe van de harmonische voeding, die in de vorige publicatie werd gebezigd om het optreden van een verschuiving van het optimale gebied naar rechts aan te geven.

Tusschen deze beide reactietypen in liggen twee overgangsgevallen. Als eerste geval kan men dat onderscheiden, waarbij bij hoogere opbrengsten het optimale gebied noch naar hoogere, noch naar lagere waarden van den groeifactor een verschuiving ondergaat. Tot deze groep behooren de reacties waarvoor MITSCHERLICH zijn wet van de constante werkingsfactoren formuleerde. Overeenkomstig met MITSCHERLICH vatten wij deze gevallen destijds samen onder den naam van het principe van de onderling onafhankelijke groeifactoren. Ook deze term kan in dit verband beter vervangen worden door de aanduiding *reactietype met het optimum bij vaste waarde*, dit weer als korte schrijfwijze voor de ruimere en juistere omschrijving, dat dit het reactietype is waarbij de benedengrens van het gebied van optimale opbrengsten bij vergrootte maximale opbrengst bij dezelfde vaste waarde van den groeifactor blijft optreden.

Statistisch zou men nog een andere geval kunnen onderscheiden. Bij het hiervoor behandelde geval van het reactietype met het optimum bij vaste waarde heeft men te maken met het verschijnsel, dat bij verhooging van het niveau van opbrengsten de ligging van het gebied van optimale opbrengsten niet verandert. Hiertegenover zou men kunnen stellen het

geval, dat een verandering van de grens van het optimale gebied niet gepaard gaat met een verandering van de maximale opbrengst. In dit geval zou dus een factor A een bepaalde opbrengstkromme te voorschijn roepen, die bij variatie van factor B wel in het gebied van onvoldoende verzorging van het gewas met factor A verschillen teweeg zou brengen, doch den maximalen oogst niet zou wijzigen, zoodat alleen een soort schaalverandering van de kromme in horizontalen zin zou optreden. Het lijkt ons evenwel niet waarschijnlijk, dat dit geval in de natuur zal optreden, zoodat dit verder buiten beschouwing zal worden gelaten.

In het vervolg zullen dus de termen:

1. *reactietype met optimum verschuiving naar links*
2. *reactietype met optimum verschuiving naar rechts*
3. *reactietype met het optimum bij vaste waarde*

worden gebruikt voor het kort aanduiden van de wijze, waarop het gewas op het samenspel van eenige groeifactoren reageert. Deze termen treden in de plaats van de in het voorgaande artikel gebruikte namen.

Aard van het onderzoek

Het onderzoek naar de eischen van Keniagerst ten aanzien van den kalktoestand was het gevolg van een verzoek van het Nationaal Comité voor Brouwgerst om deze gerstvariëteit eens op de proefvelden van het Rijkslandbouwproefstation op te nemen. Dit gerstras had bewezen, aan vele eischen te voldoen, en lijkt een aan Nederlandsche omstandigheden aangepaste gerst voor brouwdoeleinden te zijn.

In 1938 waren er van de kalkproefvelden, in verband met de vrucht-opvolging, zes geschikt voor bebouwing met een graangewas, waarvoor Keniagerst gekozen kon worden. Ervaringen, zooals die in het vorige artikel betreffende tarwe werden medegedeeld (1), hebben doen zien, dat men met het onderzoek niet verder komt, dan ten koste van groote inspanning, wanneer zonder bewuste keuze op een proefveld alle rassen verbouwd worden, die in een vruchtwisseling, tengevolge van vaak tijdelijke gunstige resultaten in den loop van de jaren worden opgenomen.

De gangbare meening is, dat men op deze wijze omtrent al de verbouwde variëteiten zich eenig inzicht kan verschaffen. Dit is echter slechts zeer ten deele juist. De resultaten van dit en van vroeger onderzoek wijzen uit, dat de pH-opbrengstcurve zooveel anders kan uitvallen wanneer de omstandigheden niet geheel gelijk zijn, dat men aan een enkel proefjaar niet veel meer kan vaststellen, dan in het algemeen reeds bekend was.

In plaats van over zeer veel gewassen oppervlakkig georiënteerd te raken zal men bij het volgen van die werkwijze, tot de conclusie komen,

dat men over deze gewassen slechts weinig meer weet dan van te voren; dat bovendien vele van deze rassen intusschen uit het rassensortiment zijn verdwenen, en dat men tenslotte de kans heeft laten voorbijgaan om over de belangrijke en blijvende rassen meer kennis te verzamelen.

Als gevolg van deze ervaring wordt aan het Rijkslandbouwproefstation zooveel mogelijk nagegaan of de proefgewassen passen in de reeks van reeds onderzochte soorten. Het verbouwen van een nog niet eerder onderzocht gewas op slechts een enkel proefveld wordt zooveel mogelijk vermeden door overleg met de proefveldhouders. Het onderzoek van Keniagerst is als gevolg van dezen stelregel dan ook dadelijk op alle proefvelden uitgevoerd, die hiervoor in aanmerking konden komen.

Als kalktoestandsproefvelden doen bij dit onderzoek o.a. dienst eenige stikstofsoorten- en kalksoorten-proefvelden, waarvan bekend was, dat het verschil in werking van de meststofsoorten voor zoo'n groot deel door de verschillen in zuurheid van den grond worden overheerscht, dat men het proefveld als een kalktoestandsproef mag beschouwen. Het blijkt nl. herhaaldelijk dat bij proefvelden de verschillen, door de meststofsoorten in het leven geroepen, zoo gering zijn, dat de proefveldfout deze overtreft. Dit moet echter ieder jaar opnieuw nagegaan worden.

De proefvelden, waarop bij dit onderzoek Keniagerst werd verbouwd, bestaan uit velden van verschillende soort. De proefvelden Pr 3 en Pr 4, gelegen op het terrein van het Rijkslandbouwproefstation, zijn stikstofsoorten-proeven, waarop de meststof de verschillen in kalktoestand teweeg bracht. Deze velden zijn door het van elders aanvoeren van verschillende soorten grond kunstmatig aangelegd, doch mogen worden gerekend, zand en nieuwe dalgrond te vertegenwoordigen. Voor nadere beschrijvingen zij men naar elders verwezen. (2) Het proefveld Pr 10 is aangelegd op een zandgrond in de nabijheid van Sappemeer, een zandhoogte te midden van een veenlandschap. Deze hoogte is in vroegere tijden niet door veen bedekt geweest; het is dus een zandgrond, geen dalgrond. (2) Het proefveld Pr 145 is aangelegd op den leemboudenden zandgrond van den Hondsrug nabij Noordlaren. (3) Bij het eerste proefveld worden chilisalpeter en zwavelzuren ammoniak vergeleken bij verschillende kalktoestanden, bij het tweede proefveld worden een aantal kalksoorten, in verschillende hoeveelheden aangewend, met elkander vergeleken.

Onder de aanduiding „Perceel V" zijn een aantal proefvelden, alle op de proefboerderij te Borger Compagnie op een zelfde perceel ouden dalgrond gelegen, samengevat. Deze proefvelden bestaan uit de stikstofsoorten-proefvelden Pr 11, 13, 19 en 42, met in totaal 122 veldjes. De op dit perceel aangelegde proefvelden ontvangen alle jaren een gelijke hoeveelheid

meststofzouten, terwijl hetzelfde gewas op alle proefvelden verbouwd wordt. Deze gelijke behandeling maakt het mogelijk, het geheele perceel als een enkel groot proefveld op te vatten. (4)

Hetzelfde is het geval met twee proefvelden Pr 32 en Pr 67, gelegen op den nieuwen dalgrond van de proefboerderij te Emmercompascuum. Hier betreft het twee stikstofsoortenproefvelden, waarbij elke meststof maar bij een enkele pH-trap voorkomt. Ook in dit geval zijn gewas en bemesting steeds gelijk geweest en is er alle reden de twee naast elkander liggende velden als een enkele proef met 58 veldjes op te vatten. Deze velden zullen verder worden aangegeven als Perceel VIII (4).

Bij al deze proefvelden bleek dat de verschillen in opbrengst, door de stikstof- of kalksoort teweeggebracht, klein waren tegenover den invloed van de zuurheid van den grond. Dit verschil in invloed op den oogst was zoo groot, dat het zelfs niet mogelijk was om, na correctie volgens de zuurheid van den grond, eenigen invloed van de meststofsoort vast te stellen. Dit beteekent niet, dat de meststoffen geen verschillende opbrengst geven. Doch dit verschil in opbrengst gaat samen met een verschil in zuurheid van den grond en kan door dit pH verschil geheel verklaard worden.

Op deze zes proefvelden, of combinaties van proeven, werd in 1938 Keniagerst verbouwd met het doel, de pH opbrengstkrommen op deze verschillende gronden, en op gronden, die in verschillende omstandigheden verkeerden, met elkander te vergelijken.

Zuurgraad en opbrengst

Voor elk proefveld werden de opbrengsten en de pH's van den grond van de veldjes, waarop de betreffende opbrengst groeide, tegen elkander uitgezet. Hierdoor krijgt men een aantal stippen, die over een strook verdeeld liggen. Deze strook geeft aan hoe de gemiddelde reactie van het gewas op de pH van den grond is. Dat de stippen niet nauwkeurig op een lijn zich groepeeren, vindt zijn oorzaak in de onvermijdelijke fout van de bepaling van de pH en de opbrengst en in de ongelijkheden in vruchtbaarheid van de verschillende gedeelten van het proefveld. Verder is het feit van belang, dat de pH-bepaling ten aanzien van de zuurheid van den grond vrij goed de omstandigheden weergeeft, waarop de plant reageert; maar men moet aannemen dat er toch altijd nog verschillen bestaan die maken dat de reacties van de electrode en de plant op den kalktoestand niet geheel gelijk zijn. Dit teekent zich in de stippenkaart af in den vorm van een spreiding van de stippen ten opzichte van de gemiddelde lijn.

Deze afwijkingen, die alle den aard van een fout hebben en van weinig

algemeene beteekenis zijn, hebben wij bij deze studie buiten beschouwing gelaten. Hierna zal slechts aandacht worden besteed aan de gemiddelde reactiecurven. De gemiddelde lijnen zijn geconstrueerd door midden door de puntenzwerm een lijn te leggen ten opzichte waarvan de stippen aan de eene zijde van de lijn gemiddeld een even groote loodrechte afwijking hebben als de stippen aan de andere zijde.

De op deze wijze voor de verschillende proefvelden geconstrueerde gemiddelde opbrengstcurven werden in fig. 1 samengebracht. De

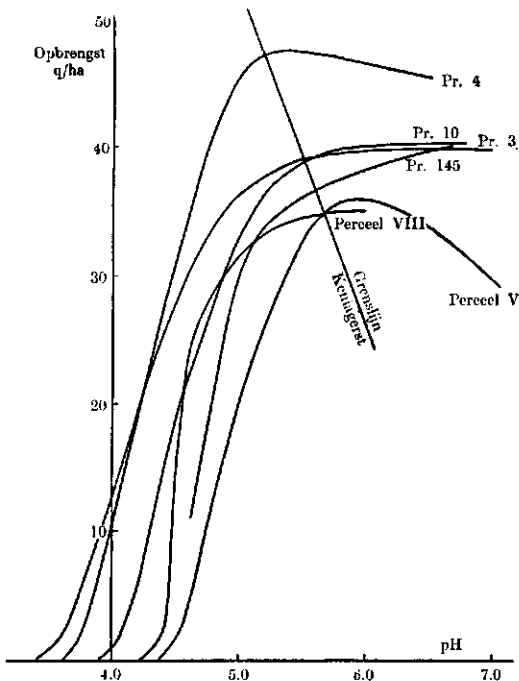


Fig. 1. Opbrengstcurven voor Keniagerst van zes proefvelden, op verschillende grondsoorten aangelegd. De grenslijn karakteriseert de kalkgevoeligheid van deze gerst. De lijn geeft in afhankelijkheid van de grootte van den oogst de bovengrens aan van het gebied, waar maximale oogsten niet meer mogelijk zijn.

Yield curves for Kenia barley obtained on experimental fields on soils of different types. The borderline characterises the properties of this barley variety regarding lime deficiency. This line shows the upper limit of lime shortage, which appears to be related to the height of the yield.

algemeene vorm van de krommen, zooals die in deze figuur tot uiting komt, is die, welke in vorige publicaties als de voor granen normale vorm werd aangeduid (1, 5). Beneden een bepaalde pH blijkt de opbrengst zeer gevoelig te zijn voor verdere daling van de pH, terwijl boven deze waarde de opbrengst onafhankelijk wordt van de zuurheid van den grond, of een

geringe daling ondergaat. De kromme, die bij de op Perceel V bepaalde oogsten wordt verkregen, is in zoverre min of meer afwijkend, dat de bij hoge pH optredende opbrengstdaling sterker is dan gewoonlijk gevonden wordt. In dit opzicht is de op Pr 4 verkregen kromme meer overeenkomstig met wat men gewoonlijk aantreft.

In onze voorgaande verhandeling over dit onderwerp (1) wezen wij op den samenhang, die tusschen de hoogte van de maximale opbrengst en de ligging van het optimum bleek te bestaan. Terwijl tot dusverre werd aangenomen dat tusschen den vorm van de opbrengstkrommen en de grootte van den oogst geen samenhang bestond, kon worden aangetoond, dat deze veronderstelling niet overeenkomstig de werkelijkheid was. Van de wijzen, volgens welke de opbrengst op een combinatie van groeifactoren kan reageeren, bleek bij het bekalkingsvraagstuk het reactietype met optimumverschuiving naar links, vroeger principe van den wisselenden weerstand genoemd, het belangrijkste te zijn.

Wanneer men de opbrengstcurven van de Keniagerst uit dit oogpunt bekijkt, valt het voorkomen van genoemd reactietype uit dit materiaal duidelijk af te leiden. Met een lijn wordt in figuur 1 aangegeven hoe de krommen met hoge opbrengst hun optimum benaderen bij een lagere pH dan de krommen met lage maximale opbrengst.

Terwijl bij de velden met lage opbrengst de kromming van de curve bij pH 5,7 valt, bevindt zich bij het proefveld Pr 4 met de hoogste opbrengst de overgang van het voor de pH ongevoelige gebied naar het gebied met sterke reactie op de zuurheid reeds bij pH 5,2. In verband met deze verschuiving van het pH optimum in afhankelijkheid van de hoogte van de opbrengst, zal het duidelijk zijn, dat het vaststellen van verschil in eischen bij verschillende gewassen of variëteiten niet met enkele opbrengstkrommen met hoge opbrengst hun optimum benaderen bij een lagere pH verschillende variëteiten ten aanzien van hun kalktoestandseischen de lijnen, die de verschuiving van het optimum tengevolge van een hoogere opbrengst aangeven, met elkander in verband brengen.

In figuur 2 werden de krommen voor Keniagerst tezamen met die voor Goudgerst ingeteekend, en voor beide variëteiten de lijn aangegeven, die de buiging in de krommen met elkander verbindt. Verder vindt men bij wijze van vergelijking ook nog dezelfde lijn voor rogge ingeteekend. De gegevens voor de Goudgerst en de rogge werden ontleend aan de reeds genoemde publicatie over dit onderwerp. (1)

De optimum pH voor Keniagerst en Goudgerst zijn niet direct met elkander te vergelijken, wegens het verschil in opbrengst, dat tusschen beide rassen gevonden wordt. Dit verschil in opbrengst, dat mogelijk toe

te schrijven is aan het voor granen gunstige klimaat in 1938, waaronder alle hier weergegeven Keniagerst opbrengsten werden verkregen, kan door middel van de lijnen, die de grens van het gebied van hoge opbrengsten aangeven, zonder moeite worden overbrugd.

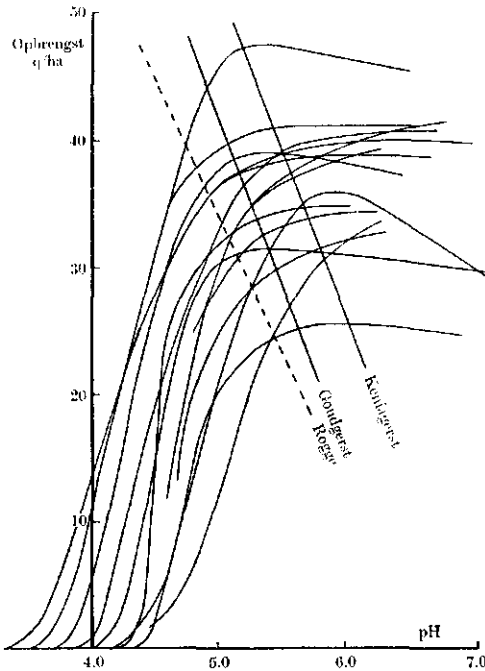


Fig. 2. Combinatiefiguur van de opbrengstcurven van Keniagerst en Goudgerst. De grenslijnen voor beide gerstvariëteiten en rogge geven aan welk verschil in eischen ten aanzien van den kalktoestand bestaat.

In this graph the yield curves of the barley varieties Goudgerst and Keniagerst are brought together. The bordertines show the differences in optimum lime status for these barley varieties and rye (rogge).

Het blijkt dat Keniagerst aan de zuurheid van den grond iets hogere eischen stelt dan Goudgerst, zoodat de pH gemiddeld 0.4 eenheden hoger moet zijn. De grootere kalkbehoefte van gerst blijkt duidelijk, indien men de grenslijnen voor de beide variëteiten vergelijkt met de grenslijn voor rogge. Deze grenslijn ligt gemiddeld 0.3 pH lager dan de lijn voor Goudgerst en 0.7 pH lager dan de lijn voor Keniagerst.

In het algemeen mag men voor Keniagerst, gezien de waarnemingen in 1938, zeggen dat beneden pH 5,2 een optimale opbrengst waarschijnlijk niet meer te verkrijgen zal zijn. Boven de pH 5,2 hangt de mogelijkheid van het krijgen van een opbrengstvermeerdering door bekalking af van het vruchtbaarheidsniveau, waarop het betreffende veld zich bevindt. Bij

geringe productiviteit van het land zal men eerst bij aanzienlijk hoogere pH de maximale opbrengst verkrijgen.

De laagste, op deze velden verkregen maximale opbrengst van 3700 kg, met een hectolitergewicht van 70 kg, is nog geenszins een lage opbrengst te noemen. Er zullen waarschijnlijk wel gronden te vinden zijn, die nog aanzienlijk lagere opbrengst opleveren en daarmee zou, in de lijn van het hier gevonden resultaat door redeneerende, een hooger pH optimum gepaard gaan. Men mag verwachten dat in sommige gevallen eerst een pH boven 6,0 de meest gunstigste opbrengst zal leveren. Dat daarentegen een pH beneden 5,2 steeds te laag zal blijken te zijn, zou men uit de hoogte van de opbrengst van Pr 4 kunnen afleiden. Een opbrengst van 4700 kg gerst met een hectolitergewicht van 72,5 kg is zoo hoog dat men voor zandgronden wel niet ver van het maximum aan oogst af zal zijn, dat Keniagerst zal kunnen leveren.

Uit figuur 1 en 2 blijkt tenslotte dat bij een pH van 4,0 vrijwel geen opbrengst meer te verwachten zal zijn, hetgeen geheel overeenstemt met wat bij andere granen werd gevonden.

De proefveldresultaten van 1938 geven aan, dat men gemiddeld mag rekenen dat wanneer het vruchtbaarheidsniveau zooveel daalt, dat de opbrengst 100 kg per ha lager wordt, dit zal meebrengen, dat men het optimum voor de pH 0,04 eenheden hooger moet kiezen.

Het spreekt vanzelf dat dit slechts een algemeene regel is, die daarenboven nog als een voorloopige dient te worden opgevat, aangezien contrôle in andere jaren onder andere klimatologische omstandigheden dezen regel nog moet bevestigen. Daarnaast geldt nog het voorbehoud, dat steeds afwijkingen van dezen regel zullen voorkomen. In figuur 1 is reeds een dergelijk geval aanwezig, daar Perceel VIII, Emmercompascuum, het optimum bij wat lager pH reeds bereikt, terwijl Perceel V, Borger Compagnie, een wat hoogere pH vraagt, dan met den gemiddelden regel, door de grenslijn aangegeven, overeenkomt.

Voor het geval deze afwijkingen van belang mochten blijken te zijn, zou men de oorzaak er van nader moeten bestudeeren. Groot kan het belang echter niet zijn, aangezien het voor de practijk toch niet gewenscht zal zijn, juist op de grens van het gevaarlijke gebied te balanceeren.

Bij de voorgaande uitspraken over de optimale waarde van de pH en de oogstdepressie beneden deze waarde, dient men wel te bedenken, dat het in de practijk gebruikelijke middel, om een te geringe productiviteit van den grond te corrigeeren, nl. het geven van meer stikstof, in staat is, veel fouten te herstellen. Aan een tekort aan kalk kan voor een deel met meer stikstof worden tegemoet gekomen.

Zuurgraad en hectolitergewicht

De beoordeeling van de kwaliteit van het zaad geschiedt veelal door het bepalen van het hectolitergewicht. In hoeverre de waarde van deze maat als kwaliteitsbeoordeeling voldoende vaststaat, kan hier buiten beschouwing blijven. Het is bekend, dat deze eigenschap berust op den vorm van de korrels en den aard van het oppervlak van de korrelhuid. Dat de vorm van de korrel van invloed is op de kwaliteit, ligt voor de hand. Men moet er echter wel om denken, dat het feit dat hectolitergewicht en vorm van de korrel samenhangen, nog geenszins wil zeggen, dat het hectolitergewicht nu juist en uitsluitend met de gevuldheid van de korrel samenhangt. Het is zeer goed mogelijk, dat niet de gevuldheid, maar de mate waarmee de korrel overeenkomt met den bolvorm, de hoogte van het hectolitergewicht beheerscht. Ten aanzien van dit laatste nu zou men zich kunnen voorstellen dat een korte, maar slecht gevulde korrel de zelfde waarde had als een goed gevulde maar lange korrel.

Ten aanzien van de gladheid of ruwheid van den korrelwand is moeilijk uit te maken, hoe dit met de kwaliteit samenhangt. De waarneming, dat het oliën van zaad een hooger hectolitergewicht oplevert, bewijst den invloed van deze gladheid van het oppervlak voldoende duidelijk.

Uit het voorgaande blijkt, dat het moeilijk is, de oorzaak vast te stellen van den samenhang tusschen de kwaliteit en het hectolitergewicht. Dat deze samenhang bestaat willen wij hier aannemen als een door de ervaring voldoende bewezen feit.

De bedoeling van het voorgaande betoog is echter, aan te toonen dat het van te voren niet te voorspellen zal zijn, of tusschen de zuurheid van den grond en het hectolitergewicht een samenhang zal bestaan. De noodzakelijkheid van een invloed van de pH op den zeer vaag bekenden samenhang met den vorm van het zaad, of op de gladheid van den zaadwand, valt moeilijk in te zien. Dat, zooals bekend is, een samenhang bestaat, is dus als een experimenteel gevonden feit te beschouwen.

Van alle proefvelden werden hectolitergewichten bij het zaad van elk veldje bepaald en de gevonden cijfers tegen de pH uitgezet. In figuur 3 zijn alleen de gemiddelde lijnen aangegeven. De variatie in de hectolitergewichtscijfers is slechts gering. Terwijl de oogst varieert tusschen 0 en 100 procent, vindt men geen hectolitergewichten lager dan 70 % van de maximale gevonden waarden. De schaal, waarop de resultaten worden weergegeven, is daarom aanzienlijk grooter gekozen.

Het blijkt dat tusschen pH en hectolitergewicht een nauw verband bestaat, maar bovendien, dat de krommen van de verschillende proefvelden

veel overeenkomst hebben, zoodat de samenhang tusschen de proefvelden onderling nog haast duidelijker tot uiting komt dan bij de opbrengsten. In grafiek 3 ziet men dat het pH-optimum naar lagere waarden verschuift

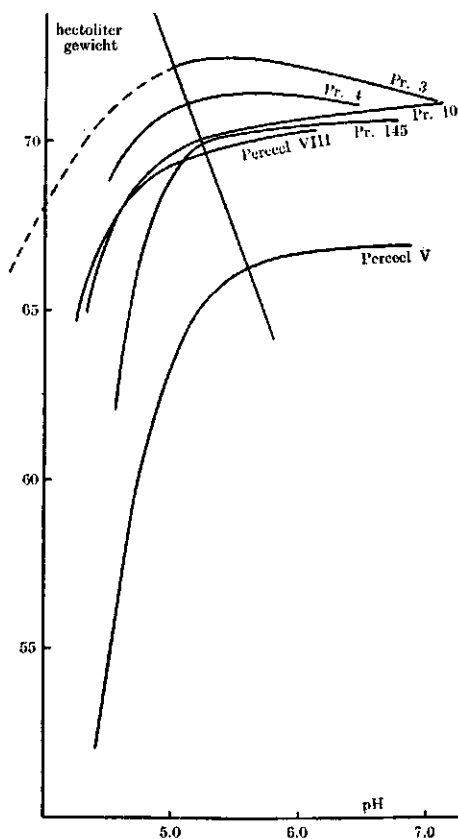


Fig. 3. Samenhang tusschen het hectolitergewicht en de pH. De grenslijn geeft de kalkgevoeligheid van Keniagerst ten aanzien van deze eigenschap weer.

Relation between hectoliter weight and pH. The borderline shows the pH below which lime deficiency becomes harmful to this property.

wanneer de maximale waarde van het hectolitergewicht hooger wordt, evenals dit bij de opbrengsten het geval was.

Duidelijk blijkt bij een deel van de krommen, dat in het normale pH gebied eigenlijk geen optimum bereikt wordt. Ook bij de oogsten viel dit te constateeren, doch de kleinere schaal, waarmee de opbrengsten werden uitgezet, deed dit niet zoo duidelijk tot uiting komen.

Door een lijn is in figuur 3 het grensgebied aangegeven, waar beneden de vermindering van het hectolitergewicht bij dalende pH in versterkte mate tot uiting komt. Bij de hoogst voorkomende gewichten bereikt men bij pH 5,0 deze grens, bij de laagste pas bij pH 5,7. Over het optimale hectolitergewicht zegt dit weinig. De figuur geeft aan dat bij vier van de zes proefvelden het optimum bij pH 7,0 nog niet optreedt.

In het algemeen kan men echter op grond van de resultaten van 1938 zeggen, dat op velden met een pH beneden 5,0 men te licht zaad heeft gekregen, terwijl bij perceelen, die ook bij gunstige bekalkingstoestand licht zaad leveren, de pH mogelijk nog aanzienlijk hooger moet zijn.

Bij vergelijking van de krommen voor opbrengst en hectolitergewicht, valt bij sommige velden verschil in gedrag op:

Bij perceel V is het optimum voor de opbrengst bij het hectolitergewicht niet aanwezig. Het hectolitergewicht is op dit veld verreweg het laagste, terwijl de opbrengst veel minder afwijkend is. Pr 3 geeft het zwaarste zaad; de opbrengst daarentegen komt overeen met het gemiddelde. Terwijl bij dit zelfde proefveld de opbrengst geen optimum vertoont, doet het hectolitergewicht dit wel. De extreem hoge opbrengst van Pr 4 gaat samen met een iets hooger hectolitergewicht, terwijl de lage opbrengst van Perceel VIII correspondeert met een gewicht van het zaad, dat normaal is.

Hieruit blijkt voldoende, dat het hectolitergewicht op een ander complex van groeifactoren moet reageeren dan de opbrengst.

Wanneer men den invloed van die eigenschappen van den grond, welke de pH beheerschen, wil nagaan, dan moet men naar de ligging van de kromme in een richting links-rechts zien en niet, zooals bij de invloeden op de opbrengst en zwaarte van zaad, in een richting boven-beneden. Het meest naar rechts liggen bij de opbrengst de krommen van Perceel V en Pr 145. Hetzelfde treft men nu ook bij het hectolitergewicht aan.

Het meest naar links liggen bij de opbrengst de krommen voor Pr 3 en 4. Bij het hectolitergewicht is dit moeilijk na te gaan tengevolge van het ontbreken van voldoende gegevens tusschen pH 4,0 en 5,0. Voor Pr 3 was de kromme met eenige onzekerheid nog te schatten, hetgeen in figuur 3 aangegeven is door de lijn te stippelen. Voor Pr 4 ging dit niet. De veldjes met pH 4,0 gaven geen korrel meer, zoodat het hectolitergewicht niet te bepalen was.

Voor zoover over den invloed van de eigenschappen van den grond iets te zeggen valt aan de hand van de hier gereproduceerde gegevens, kan echter opgemerkt worden dat de inwerking van deze factoren op opbrengst en zwaarte van het zaad gelijk is.

Zuurgraad en duizendkorrelgewicht

Een andere kwaliteitsbeoordeeling geeft het duizendkorrelgewicht. Deze beoordeeling is minder gebruikelijk, mogelijk omdat de bepaling nogal tijdroovend is. Op gevoel zou men echter zeggen, dat deze bepaling heel wat directer en daarom beter zou moeten zijn dan het hectolitergewicht. Wanneer men zich voorstel, dat een groote opbrengst voor een aanzienlijk deel moet komen uit beter gevulde en daardoor zwaardere korrels, dan ligt een reactie op de pH voor de hand en zou men vermoeden dat deze reactie met die van de totale opbrengst overeenkomt.

In figuur 4 geven wij den samenhang met de pH weer, en het valt op, dat hoewel voor elk proefveld afzonderlijk de waarnemingen zich goed om een gemiddelde lijn groepeerden, de samenhang tusschen de proefvelden onderling veel minder mooi is dan bij de opbrengsten.

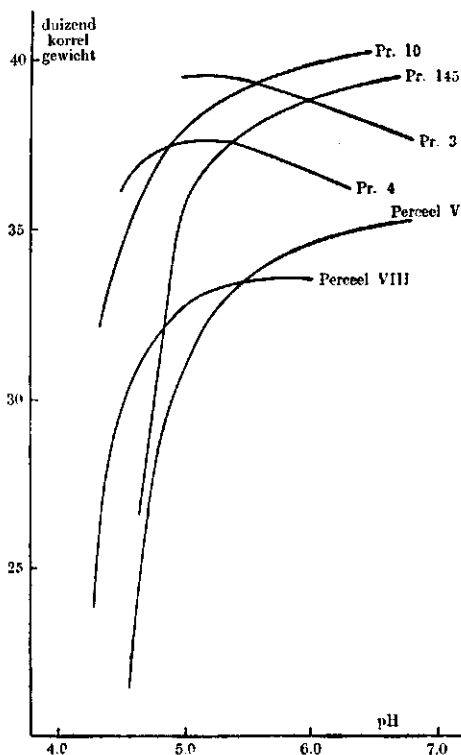


Fig. 4. Samenhang tusschen het duizendkorrelgewicht en de pH. De curven toonen onderling weinig overeenkomst.

Relation between thousand kernel weight and pH. The curves show little conformity.

In dit verband is het misschien niet onaardig, er op te wijzen, hoezeer men zich kan vergissen, wanneer men op zijn inzicht en algemeen begrip afgaat. Terwijl er alle aanleiding was, te verwachten, dat de samenhang tusschen pH en het duizendkorrelgewicht beter zou zijn dan tusschen pH en hectolitergewicht, valt het resultaat juist anders om uit. Hier schiet het inzicht blijkbaar te kort om den samenhang tusschen eigenschappen van den grond en van het gewas kwalitatief te voorspellen. Het werken naar inzicht en intuïtie, zoo onontbeerlijk voor dengene die in het veld raad moet geven over de wijze van verbeteren van grond en gewas, is bij wetenschappelijk werk een goed richtsnoer, maar een slecht bewijs. Herhaaldelijk viel ons op, hoe een objectief opgezet onderzoek tot geheel andere resultaten voerde dan men redelijkerwijze had kunnen verwachten.

Een verplaatsing van het optimum bij hooger korrelgewicht is in figuur 4 niet vast te stellen. De krommen loopen zonder veel regelmaat dooreen. De minder gunstige resultaten op Perceel V en Perceel VIII, die bij de opbrengst en het hectolitergewicht werden geconstateerd, vindt men in deze figuur terug. Overigens is in de hoogte van het duizendkorrelgewicht geen regelmaat te bespeuren.

De invloed van den bodem, die in figuren 1 en 3 de krommen van Perceel V en Pr 145 rechts van de overigen deed uitvallen, kan men ook in figuur 4 nog zwak vertegenwoordigd zien. In dit opzicht is de volgorde ongeveer gelijk aan die in figuur 1, mede gezien het verloop van de kromme van Pr 10 en Perceel VIII.

De vorm van de krommen heeft meer overeenstemming met die voor hectolitergewicht. De beide curven voor Pr 3 en 4 dalen bij stijgende pH, na een optimum te hebben bereikt. De overige blijven over het geheele traject stijgen.

Beschouwing

Wanneer men een aantal reactiecurven van een gewas met elkander vergelijkt, blijken deze over het algemeen verschillend uit te vallen. De krommen kunnen zich van elkander onderscheiden, door een hooger of lager ligging van het horizontaal of nagenoeg horizontaal verloopende deel van de curve, en door de ligging bij hooger of lager pH van het sterk stijgende deel. De ligging van den horizontalen tak is het gevolg van de werking van nevenfactoren, als voedingszouten, waterhuishouding, structuur enz. Het blijkt dat deze groeifactoren een eenigszins verschillende invloed op opbrengst, hectoliter- en duizendkorrelgewicht uitoefenen. Naast punten van overeenkomst komen verschillen voor, die niet op toevalligheden als proefveldfouten kunnen worden teruggebracht.

De ligging van het stijgende deel van de kromme wijst er op, dat bij de verschillende grondsoorten de zuurheid door de pH op andere wijze wordt weergegeven, dan de plant deze ondergaat. De eigenschap, die deze variatie veroorzaakt, en die berusten zal op karakteristieke eigenaardigheden van het grondmateriaal en op de reactie van de pH-bepaling daarop, komt bij alle drie eigenschappen van de gerst, die hier werden bestudeerd, op gelijke wijze tot uiting. Dit vormt een steun voor de veronderstelling dat de verschuiving van de curven aan eigenschappen van den grond moet worden toegeschreven. Wanneer toch, door bepaalde omstandigheden, de pH op een grond steeds te laag of te hoog uitvalt, moet men verwachten dat de reactiecurve voor alle eigenschappen van het gewas met een gelijk bedrag omhoog of omlaag schuift.

De vorm van de krommen is tenslotte nog door een andere oorzaak aan vervorming onderhevig. Bij opbrengst en hectolitergewicht blijkt dat curven, die tot hooge waarden stijgen, het optimale gebied reeds bij lager pH bereiken dan de curven, waarvan het optimum lager ligt. Terwijl dit reactietype door opbrengst en hectolitergewicht gevolgd wordt, is bij het duizendkorrelgewicht iets dergelijks niet vast te stellen.

In figuur 2 en 3 worden door lijnen de grenzen aangegeven, waar beneden bij de verschillende niveaus van productiviteit de oogst sterk gaat dalen door verlaging van de pH. Het blijkt dat Keniagerst nogal wat hogere eischen aan den kalktoestand stelt dan Goudgerst of rogge. Men kan voorloopig de conclusie trekken, dat beneden pH 5,0 een maximale opbrengst practisch niet bereikt zal worden, terwijl er omstandigheden zijn, die een pH tot 6,0 toe noodig maken. Bij een nadere beschouwing van figuur 4 krijgt men niet den indruk dat bij stijgende opbrengsten de uitbreiding van het optimale gebied naar links hier principieel niet zou optreden, maar eerder dat er factoren zijn die de krommen op een dergelijke wijze beïnvloeden, dat de invloed van genoemde reactiewijze overdekt wordt. Het zijn waarschijnlijk invloeden, die de duizendkorrelgewichten bij Pr 3 en 4 in verhouding lager doen uitvallen, waardoor de algemeene regel onduidelijk wordt.

Overigens dient men er aan te denken dat de groote schaal waarmee het duizendkorrelgewicht uitgezet werd, het uiterlijke beeld, dat tot de verschuiving naar links doet besluiten, zoo kan veranderen, dat men deze wijze van reageeren in de grafiek moeilijk herkent.

De methode van onderzoek

In het voorgaande werd een wijze van beoordeelen geschetst welke voor de zandgronden van belang is. Wanneer van de verschillende gewassen

op deze wijze vastgestelde karakteristieken algemeen bekend waren, zou men over een aanzienlijk sterker argument voor bekalking de beschikking hebben dan de globale gegevens opleveren, die tot dusverre bekend waren; voorts zou men nieuwe variëteiten snel op hun geschiktheid voor zandgronden kunnen beoordeelen, en zou de beoordeeling, of een gewas op een bepaald perceel met goede kans op succes kan worden verbouwd, eenvoudiger zijn.

De beoordeeling van de gewassen blijkt met zes proefvelden reeds bevredigend te kunnen geschieden. Hierbij moet evenwel het voorbehoud worden gemaakt dat dit onderzoek alleen in 1938 plaats had, en dat herhaling in tenminste twee volgende jaren dringend gewenscht is om tot een vaststaand oordeel te kunnen komen. In een vorige publicatie (1) stelden wij het gewenschte aantal oogst- en proefveldjaren op 15 à 20. De resultaten met Keniagerst wijzen in dezelfde richting; misschien zou de eisch nog iets lager gesteld kunnen worden, zonder dat de conclusie een groote mate van onzekerheid krijgt.

Bij deze wijze van onderzoek zullen de organisatorische moeilijkheden wellicht nog het lastigste te overwinnen blijken te zijn.

Het is noodzakelijk, dat de verschillende grondtypen, waarvoor men over een basis voor adviezen wenscht te beschikken, bij de proefvelden vertegenwoordigd zijn. Dit wil niet zeggen, dat in elk beperkt gebied een proefveld zou moeten worden aangelegd, maar wel zouden in elke provincie een aantal proefvelden op goed gekozen grondtypen moeten worden geëxploiteerd. Wellicht wijst een onlangs gepubliceerd voorstel (8), waarin de mogelijkheid werd geopperd, deze vaste proefvelden bij landbouwscholen onder te brengen, een weg om deze ongetwijfeld gewenschte richting van onderzoek mogelijk te maken. Onderwijs en voorlichting zouden gelijkelijk voordeel van deze proefvelden kunnen hebben. Van groot belang zou zijn dat de gewassen, die verbouwd worden, in onderling overleg werden vastgesteld, om versnippering over vele gewassen te voorkomen.

Een andere vraag is echter, aan welke eischen de proefvelden zelf op het punt van de kalktrappen moeten voldoen.

Men huldigt te dien opzichte wel de meening, dat het voldoende zou zijn, eenige trappen dicht in de buurt van het vermoedelijke optimum aan te leggen, want wat op zeer zuren of op overkalkten grond zou kunnen worden vastgesteld, zou van geen practisch belang zijn. Deze zienswijze, die de practische kant van het vraagstuk soms sterk op den voorgrond schuift, blijkt naar onze ervaring een vlugge oriëntering juist in den weg te staan. Wij willen dit nader toelichten aan figuur 5, waarin de stippen-

kaarten van de resultaten van de proefvelden Pr 3 en Pr 10 worden weergegeven.

Wanneer in de stippenkaart van Pr 3 de aandacht eerst wordt beperkt tot de stippenzwerm tusschen pH 4,8 en 5,6 gelegen, dan heeft men hier het resultaat dat verkregen zou kunnen zijn op een proefveld, aangelegd volgens de gedachte, dat meer alcalische of zure veldjes onbelangrijk waren, omdat iets dergelijks in de practijk toch niet zal voorkomen. Uit deze 16 punten zal men, zooals de figuur duidelijk aantoon, over de reactie van het gewas weinig kunnen leeren.

Het aanleggen van een object met een hogere pH, zooals wordt aangegeven door de acht punten tusschen pH 6,4 en 6,8, geeft reeds iets meer inzicht in het verloop van de reactie. Wanneer echter de curve niet door de punten getrokken was, zal men inzien dat het niet waarschijnlijk is, dat men alleen op deze gegevens de dalende tendens omstreeks pH 5,0

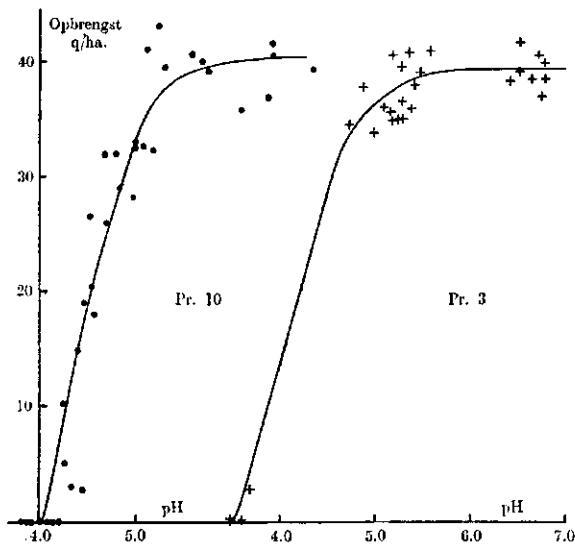


Fig. 5. Voorbeeld van een proefveld (Pr. 10) met een zeer goede verdeling van objecten, en een proefveld (Pr. 3) met een onjuiste verdeling. Het laatste proefveld is echter nog juist bruikbaar.

Example of an experimental field (Pr. 10) with a very good distribution of plots and an experimental field (Pr. 3) with an erroneous distribution. The results of the latter experiment however can still be used.

zou hebben kunnen vaststellen. Juist de vier punten bij pH 3,5 stellen in staat, de richting van de lijn te bepalen, en deze blijken voor het resultaat van de proef juist een zeer groote waarde te hebben. Deze waarde

is zelfs nog grooter dan die van de punten bij pH 6,5. Men weet vooruit wel, dat in dit gebied de kromme ongeveer horizontaal zal verlopen, en wanneer door enkele veldjes met hooge pH de maximale productiviteit kan worden vastgesteld, kan men het verloop van dezen kant van de kromme al heel behoorlijk benaderen. Bij lage pH daarentegen weet men van de kromme alleen dat deze zal dalen, doch het is niet te zeggen of dit snel of geleidelijk zal geschieden. Een grooter aantal gegevens in dit traject is daarom te verkiezen. De verdeling van de kalktrappen bij Pr 3 is verre van voorbeeldig, doch de veldjes met extra lage en extra hooge pH maken het proefveld voor het doel geschikt.

Zeër veel beter is de verdeling van de objecten bij Pr 10. Men zal hier een opeenhooping van waarnemingen in het overgangsgebied missen, evenals een groot aantal waarnemingen bij hooge pH. De 5 punten in het vlakke deel van de kromme zijn echter ruim voldoende om het horizontale deel vast te stellen. Juist dank zij de gelijkmatige verdeling van waarnemingen in het stijgende deel van de curve kan men den overgang tusschen het horizontale en steile deel van de kromme goed vaststellen. Het aantal veldjes met een pH omstreeks 4,0, die geen opbrengst opleveren, zijn bij deze vrucht minder rationeel, doch men dient te bedenken dat bij een gewas met meer weerstand tegen de zuurheid van den grond deze veldjes wel een opbrengst geven, terwijl dan meer veldjes in het horizontale deel van de kromme vallen. In dit verband verwijzen wij naar andere artikelen, waarin het punt van gunstigste wijze van proefvelदानleg eveneens aan de orde werd gesteld. (7)

De meest rationeële verdeling van de pH trappen op een proefveld is dus die, waarbij een gelijkmatige verdeling van veldjes over een groot pH traject voorkomt met een dichtere schakeling bij lage pH-veldjes met hooge pH, die men door middel van bekalking kan verkrijgen, hebben waarde, doch vooral veldjes met zeer lage pH zijn veel waard om den vorm van de kromme in het voor de practijk belangrijke gebied vast te stellen. Voor het verkrijgen van lage pH waarden moet dan ook geen moeite geschuwd worden. Wanneer de grond een te hooge pH heeft is een bemesting met zwavelzuren ammoniak of zelfs met zwavel het aangewezen middel om de pH lager te maken.

Het aantal veldjes dat men wil aanleggen, is bepalend voor de verschillen tusschen de opeenvolgende kalktrappen. Proefvelden met 8 à 10 veldjes, volgens deze wijze aangelegd, kunnen reeds waardevolle resultaten opleveren. Een groot aantal veldjes, zooals in de beide voorbeelden voorkomen, zijn voor dit proefveldsysteem geen noodzaak.

Samenvatting

In een voorgaande publicatie werden drie wijzen van reactie van het gewas op een combinatie van groeifactoren besproken, waarbij, in geval van stijging van de maximale opbrengst, de ondergrens van het voor den onderzochten factor optimale gebied bij een lagere, een gelijke of een hogere waarde optreedt.

Deze reactietypen ontvingen namen, die echter niet in alle opzichten voldeden. In plaats van deze termen zal in het vervolg worden gesproken van de reactietypen met optimumverschuiving naar links of naar rechts met als overgangsgeval het reactietype met vast optimum.

In 1988 werd gelijktijdig op zes kalkproefvelden Keniagerst verbouwd, ten einde inzicht te krijgen in de eischen die dit gerstras op zand- en dalgronden aan den kalktoestand van den grond stelt. Opnieuw bleek weer het groote voordeel, dat gelegen is in het gezamenlijk beoordeelen van de resultaten van een aantal proefvelden, in plaats van de beoordeeling van het resultaat van een enkel proefveld.

Bij de opbrengstcurven deed zich het reactietype met verschuiving van het optimum naar links voor. Bij hooge opbrengsten vangt het gebied van maximalen oogst reeds bij pH 5,2 aan. Bij lagere productiviteit kan den optimalen oogst eerst bij een pH van 5,7 of hooger verkregen worden. Te verwachten is dat er omstandigheden zullen zijn, waarbij men eerst bij nog hogere pH het gebied van den optimalen kalktoestand zal bereiken.

Ook bij het hectolitergewicht treedt verhoogde resistentie tegen kalkgebrek op bij hogere maximale waarden. Het optimale pH-gebied heeft voor deze eigenschap dezelfde grenzen als die voor de opbrengst.

De curven voor het duizendkorrelgewicht vertoonen geen duidelijken onderlingen samenhang.

De groeifactoren, waarvan de invloeden zich uiteten in een hooger of lager liggen van het horizontale deel van de krommen, hebben op opbrengst, hectoliter- en duizendkorrelgewicht een verschillend effect.

De invloed van karakteristieke eigenschappen van den grond komt tot uiting in de ligging van het steile deel van de krommen. Deze variatie wijst op de wisselende biologische beteekenis van de pH op de verschillende grondsoorten. Deze verschillen treden bij de drie bestudeerde eigenschappen van de gerst op de zelfde wijze op, hetgeen de opvatting ondersteunt, dat die verschillen hun oorzaak in den samenhang grond-pH vinden. Dit verschijnsel heeft dus niet met de wijze van reageeren van het gewas als zoodanig te maken.

Proefvelden, waarop nieuwe variëteiten systematisch op hun kalk-

toestands- en andere eischen worden getoetst, zijn van belang, doch staan nog niet in die mate ter beschikking als voor het onderzoek gewenscht zou zijn. Deze proefvelden zouden over het geheele land verspreid dienen te liggen om een soliede basis voor advies aan de practijk op te kunnen leveren. Bij de proefvelden zelf wordt het meest gewenschte proefplan gevormd door regelmatig over het kalktoestandstraject verdeelde kalktrappen, bij zoo laag mogelijke pH beginnende en zich uitstrekkende tot zeer hooge pH. Een zoodanige verdeling van objecten, dat deze vooral in de buurt van het waarschijnlijke bekalkingsoptimum gelegen zijn, is minder juist dan de aanleg met het grootste aantal veldjes bij lage pH en geleidelijke vermindering van het aantal veldjes of vergrooing van de onderlinge afstand van pH-trappen naar hooge pH.

LIME STATUS AND YIELD OF CROP II BARLEY VARIETY „KENIAGERST”

SUMMARY

In an earlier article under the same title (1) evidence was obtained by comparing the reaction curves of a number of experiments that the maximum yield, obtained in an experiment, was one of the factors, governing to what extent a soil has to be provided with plant nutrients to enable satisfactory yields. In general three reactions are possible, namely the reaction types, by which, in the case of increasing maximum yield, the lower limit of the range of optimum conditions of the factor studied will be found at a lower, an equal or a higher value of that factor.

Names were given to the three reactions types, which afterwards did not prove to be quite useful, so that it seemed preferable to change them. Instead of these names we will indicate the reactions as the reaction type with the optimum shifted to the left, with the optimum shifted to the right, and the reaction type with fixed optimum.

Investigations concerning the optimum lime status for crops showed, that when the maximum yield was high, these high yields could already be obtained at a pH value which was consistently lower than the lowest pH at which on soils of poor productivity satisfactory yields could be produced. The reaction therefore is according the type with the optimum shifted to the left.

This relation was studied for a variety of barley, called Keniagerst, which is recommended for its brewing quality.

The crop was grown on six fields, of which the experiments, indicated as Pr 4, Pr 10 and Pr 145, are laid out on sandy soils with about 6 % humus. The soils of the experiments Pr 3 and Perceel VIII consist of newly reclaimed peat soil (moorcolonial soil; Dutch „nieuwe dalgrond”). Perceel V is laid out on old reclaimed peat soil (Dutch „oude dalgrond”).

The yields, depicted in fig. 1, show clearly the relation according to the before mentioned reaction type. In this figure the border line of the area of high yields shows the shifting to lower pH on soils with better productivity. In fig. 2 the curves of the barley „Goudgerst” are added to those of „Keniagerst” from fig. 1. The border lines of the two varieties of barley show that Kenia barley requires a higher pH than the variety Goudgerst. Both varieties demand a higher lime status of the soil than rye, of which for comparison the border line is also given.

In fig. 3 the data for hectoliter weight of the kernels is treated in the same way and shows a reaction according to the type with the optimum shifted to the left in the same way as the yield does.

The reaction of the thousand kernel weight, depicted in fig. 4, on the contrary shows no definite relation between the reaction curves mutually.

If we compare the succession of the horizontal parts of the curves for the yield what concerns their vertical position, with the succession of the curves of the hectoliter weight and thousand kernel weight, it is obvious that differences do exist. As the vertical height of the curves at the horizontal part is due to various growth factors, the difference in succession proves that the influence of the growth factors on the different properties of the plant is not the same. The succession of the lower part of the curves in a horizontal direction is about the same in fig. 1, 3 and 4. The difference of this part of the curves is not due to growth factors, but probably to properties of the soil, governing the pH. The different positions of the curves prove that the biological significance of the pH is not the same on different soils.

Experiments, with which problems about the optimum lime status of the soil can be solved, consist of plots with different applications of lime. The results of two of these experimental fields, depicted in fig. 5, are discussed.

Sometimes it is considered the most practical layout of an experiment when observations are largely obtained at pH levels which lie near the expected optimum pH. The results of Pr 3, with the group of observations at pH 4.0 and pH 6.5 left out, could be the results of such an experiment. This figure shows clearly that an experiment of that kind will not yield satisfactory results. Better results are obtained if the observations at high

pH are taken into account, but observations at a low pH have still more value.

A layout as shown by Pr 10 is quite useful. The majority of observations is found in the rising part of the curve, the position of which can be established accurately. The few dots in the horizontal part of the curve are sufficient to fix this part, as it is known beforehand that the curve will be nearly horizontal at higher pH values. The transition between the two parts of the curve is determined by the position and slope of the straight part of the curve and does not require many observations.

LITERATUUR

- (1) VISSER, W. C., Kalktoestand en Oogstopbrengst. *Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen* n°. 44 (6) A, 1938, blz. 313—359.
 - (2) MEYER, C., Verslag over een 5-tal meerjarige bemestingsproeven. *Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen* n°. 42 (2) A, 1936, blz. 73—144.
 - (3) BRUN, P., Resultaten verkregen met eenige kalkmeststoffen. *Korte Mededeeling v. h. Rijkslandbouwproefstation* n°. 55 en *Nieuwe Veldbode* 4 (12), 1936, n°. 10.
 - (4) Vereeniging tot exploitatie van Proefboerderijen in de Veenkoloniën. *Verschillende jaarverslagen*.
 - (5) VRIES, O. DE, Eenige aspecten van het kalktoestandsvraagstuk. *Landbouwkundig Tijdschr.* 1934, Jrg. 46, blz. 677—705.
 - (6) PAAUW, F. VAN DER, Over de samenhang tusschen groeifactoren en opbrengst, en de principes, die dit verband bepalen. *Landbouwkundig Tijdschr.*, Jrg. 50, 1933, blz. 795—830.
 - (7) VRIES, O. DE, Das Serienprinzip in Feldversuchen III. *Bodenkunde und Pflanzenernährung* B 8 (53) 1938, blz. 73—77.
 - (8) VRIES, O. DE, Serieprincipe en combinatieproeven. *Landbouwkundig Tijdschr.* Jrg. 51, 1939, blz. 58—61.
 - (9) VRIES, O. DE, Ertragskurven, Ertragsgesetze und die Bedeutung der gegenseitigen Beeinflussung der Wachstumsfaktoren. *Bodenkunde und Pflanzenernährung* 14, 1939, 6.
- VRIES, O. DE, Opbrengstcurven en opbrengstwetten; de wisselwerking der groeifactoren. *Landbouwkundig Tijdschr.*, Jrg. 51, 1939, blz. 727—763.