

## BODEM, BEMESTING EN SCHEIKUNDIGE SAMENSTELLING VAN DE OOGSTPRODUCTEN

door JAC. VAN DER SPEK

(mede namens D. J. HISSINK).

De voedingswaarde van de voedingsmiddelen hangt niet alleen van de gehalten aan organische bestanddeelen af, maar ook van die aan anorganische bestanddeelen, aangezien ook deze in het levensproces — zoowel van mensch als dier — een zeer groote rol spelen. En toch wordt aan deze minerale stoffen bij de voeding wel eens te weinig aandacht geschonken.

Zoo werd vroeger de voederwaarde van gras en hooi hoofdzakelijk beoordeeld naar de gehalten aan eiwit, vet en koolhydraten. Maar vooral in de laatste jaren is men steeds meer tot de overtuiging gekomen, dat deze voederwaarde voor een belangrijk deel ook afhangt van het gehalte aan minerale bestanddeelen. Onvoldoende voorziening met minerale stoffen, vooral phosphorzuur en kalk, bleken bij het vee ziekelijke afwijkingen te kunnen veroorzaken en tot onvoldoende productie en groei aanleiding te kunnen geven. <sup>1)</sup>

Melk bevat veel mineralen, vooral kalk. Bij groote melkgiften zal dus zeer veel kalk aan het melkvee onttrokken worden. En daar men de melkproductie steeds tracht op te voeren, zal men er voor moeten zorgen, dat het voedsel van het melkvee, o.a. het gras en hooi, vooral veel kalk, maar ook voldoende andere minerale bestanddeelen bevat.

De kennis van de scheikundige samenstelling van de anorganische bestanddeelen in de oogstproducten is dus, voor de bepaling van de voedingswaarde van de voedingsmiddelen,

van even groot belang als die van de scheikundige samenstelling van de organische bestanddeelen.

Van welke factoren de scheikundige samenstelling van de aschbestanddeelen van de plant afhankelijk is, hiervan moge ik U hier in het kort een overzicht geven.

De scheikundige samenstelling van de plant is voor alle planten niet gelijk, ook niet bij planten, die op eenzelfde bodem gekweekt, of die in eenzelfde voedingsvloei-stof gegroeid zijn.

Zoo bevatten zekere plantengroepen, grassen en graansoorten, en de paardestaarten, veel kiezelzuur, terwijl deze stof bij vele andere gewassen slechts in sporen is aan te toonen, niettegenstaande de groote hoeveelheden, die men in de meeste grondsoorten er van aantreft. Sommige planten hebben voor hun voeding grootere hoeveelheden kali noodig dan andere. Tot deze „zoogenaamde kaliplanten” behooren voederbieten, suikerbieten en aardappelen. Deze planten bevatten veel meer kali dan de granen. De klaverachtige gewassen (klavers, luzerne) bezitten een bijzonder hoog kalkgehalte, waardoor zij den naam van „kalkbeminnende” planten hebben gekregen.

De scheikundige samenstelling van de plant is dus zonder twijfel van den aard van de plant afhankelijk.

De vraag rijst nu, of de scheikundige samenstelling van de plant ook afhankelijk is van de grondsoort, waarop de plant is verbouwd.

Ten einde deze vraag te kunnen beantwoorden, moge hier vooraf kort uiteengezet worden, hoe de bodem, in staat, om een plantengroei voort te brengen, met andere woorden de bouw-aarde, gevormd is, en op welke wijze de voornaamste voedingsstoffen voor de plant in den bodem voorkomen.

De aardbol bestaat uit gesteenten. Overal, waar deze aan atmosferische invloeden blootstaan, verweeren zij. Deze invloeden zijn voornamelijk van physischen en chemischen aard. Door de physische invloeden worden de gesteenten vergruisd, waardoor zij gemakkelijker voor de verdere verweering toegankelijk zijn.

Deze verdere verweering, in hoofdzaak de chemische, bestaat uit de oplossende, uitloogende en oxydeerende werkingen, die water, koolzuur en zuurstof uitoefenen. Door deze invloeden wordt de samenhang van de gesteenten verbroken

en de samenstelling er van gewijzigd, waardoor ten slotte de gesteenten in fijnkorrelige aggregaten veranderd worden, geschikt, om een plantenvegetatie te dragen.

Onze Nederlandsche bodem (bouwaarde) is in hoofdzaak gevormd uit graniet, dat uit de mineralen kwarts, glimmer en veldspaat bestaat. Terwijl deze mineralen nagenoeg niet in staat zijn, de planten van de noodige voedingsstoffen te voorzien, is dit met het verweeringsproduct — dat men „klei” kan noemen — wel het geval.

Zoodra zich op den bodem een plantenvegetatie heeft kunnen ontwikkelen, laat deze in den bodem organische stoffen achter, die eveneens verweeren en daarbij in „humus” overgaan. Evenals de verweerde minerale bestanddeelen hebben ook de goed vergane plantenresten hoogere waarde voor de plantenvoeding dan de nog niet vergane.

In den bodem vindt men dus onverweerde en verweerde minerale bestanddeelen van verschillende afmetingen en samenstelling en onverweerde en verweerde organische stoffen. Van deze bevatten in de Nederlandsche gronden voornamelijk de verweerde minerale en organische bestanddeelen — de klei-humussubstantie — de stoffen, die voor de plantenvoeding in aanmerking komen.

Op welke wijze komen de voedingsstoffen voor de plant in de klei-humussubstantie voor?

De klei-humussubstantie is in staat, de basen in den bodem (calcium, magnesium, kalium, natrium en ammonia) vast te leggen, te adsorbeeren. Deze geadsorbeerde basen kunnen, wanneer zij met in water opgeloste zouten in aanraking komen, gemakkelijk met de basen van deze zouten omwisselen, waardoor zij in de oplossing overgaan. Bij bemesting bijv. met chilisalpeter ( $\text{NaNO}_3$ ) heeft dit uitwisselingsproces plaats. De chilisalpeter lost in het bodemvocht op en nu wisselt een gedeelte van de zich in oplossing bevindende Na-ionen met een gedeelte van de aan de klei-humussubstantie geadsorbeerde Ca-, Mg- en K-ionen om. Door deze omwisseling gaan de aan de klei-humussubstantie geadsorbeerde basen in de bodemoplossing over en kunnen dan door de plantenwortels worden opgenomen. Ook het koolzuurhoudende bodemvocht kan de geadsorbeerde basen aan de klei-humussubstantie onttrekken en in oplossing brengen. In de plaats van de onttrokken basen komt dan, zooals tegenwoordig algemeen wordt

aangenomen, waterstof. De bodem wordt daardoor armer aan basen en dientengevolge zuurder.

Het phosphorzuur wordt niet door de kleihumussubstantie vastgelegd. De oplosbare phosphorzuren zouten komen in den bodem met kálk-, ijzer- en aluminiumverbindingen in aanraking, waarmede zij in water meer of minder onoplosbare phosphaten vormen. Zij blijven als het ware als vaste bodembestanddeelen achter, die door het koolzuurhoudende bodemvocht weer ten deele kunnen worden opgelost.

Het adsorptievermogen van den bodem is dus voor de plantenvoeding van groot belang. Het zorgt er voor, dat de meeste plantenvoedingsstoffen niet geheel door het regenwater uit den bodem worden uitgewasschen — hetgeen in een humied klimaat als het onze anders wellicht zou kunnen gebeuren — en bovendien, dat de bodemoplossing niet een te sterke of te zwakke concentratie aan voedingsstoffen krijgt.

Uit hetgeen ik omtrent de vorming van den bodem heb gezegd, zal het U duidelijk zijn, dat, afhankelijk van den aard en het stadium van de verweering en van de hoeveelheid van de verweeringsproducten, er verschillende grondsoorten zullen ontstaan en dat deze, reeds van nature, niet even rijk aan plantenvoedingsstoffen zullen zijn. En aangezien de rijkdom van den grond aan plantenvoedsel zich in de scheikundige samenstelling van zijn oogstproducten afspiegelt, zooals de volgende voorbeelden nader zullen aantoonen, zal de scheikundige samenstelling van de plant ook afhangen van de grondsoort, waarop de plant is verbouwd.

De volgende analyse-cijfers zijn ontleend aan een verhandeling van M a s c h h a u p t en M e i j e r s<sup>2)</sup> en hebben betrekking op roode klaver, verbouwd op een zavelgrond (normaal bemest), een Dollardkleigrond (afkomstig uit den Nieuwlanderpolder, ingedijkt 1701) en een Dollardkleigrond, kweldergrond (onbemest).

De zavelgrond bevat ongeveer half zooveel verweerde minerale bestanddeelen als de Dollardkleigronden. De Dollardkleigrond uit den Nieuwlanderpolder is ouder dan de kweldergrond; daardoor is hij meer door het regenwater uitgeloozd en dientengevolge armer aan plantenvoedende bestanddeelen. De kweldergrond was nauwelijks aan de inwerking van het zeewater onttrokken.

	De droge stof bevat in procenten :		
	Zavelgrond	Dollardkleigrond	
		Kwelder	Nieuwlander- polder
Kali ( $K_2O$ )	1.34	4.69	2.78
Natron ( $Na_2O$ )	0.59	0.26	0.17
Kalk ( $CaO$ )	2.96	1.40	2.37

Zonder verder op deze analyse-cijfers in te gaan, wil ik U er alleen op wijzen, dat de gehalten aan kali, natron en kalk van de klaver op deze drie zeer uiteenlopende grondsoorten zeer verschillend zijn.

Veengronden zijn over het algemeen arm aan kali en phosphorzuur. Men mag dus verwachten, dat deze armoede zich ook in de scheikundige samenstelling van op veengrond geoogste producten zal weerspiegelen. Inderdaad vond Hisink<sup>(8)</sup>, dat hooi uit Portengen (Utrecht), gewonnen op een geheel onbemesten, venigen, zwak zuren bodem, slechts 0.46 pCt. kalk, 0.89 pCt. kali en 0.19 pCt. phosphorzuur bevatte, bij een vochtgehalte van het hooi van 15 pCt.

Als gemiddelde cijfers voor hooi van met kali en phosphorzuur verzadigde weideplanten geeft Wagner<sup>(4)</sup> op 2 pCt. kali en 0.65 pCt. phosphorzuur bij een vochtigheidstoestand van het hooi van 15 pCt. Vergelijkt men nu bovenstaande cijfers met de normen van Wagner — in het midden gelaten, of deze normen voor alle grondsoorten en klimatologische verhoudingen geheel juist zijn<sup>(6)</sup> — dan mag men zonder eenigen twijfel aannemen, dat gehalten van 0.89 pCt. kali en 0.19 pCt. phosphorzuur in hooi laag zijn.

De armoede van den veengrond aan kali en phosphorzuur komt dus in de scheikundige samenstelling van het hooi tot uiting.

Door een zoogenaamde totaal-analyse van den grond kunnen we nu den totalen voorraad aan plantenvoedende bestanddeelen, die in den bodem aanwezig is, leeren kennen. Van deze bestanddeelen komt een gedeelte eerst in den loop der jaren, in ons klimaat eerst in den loop der eeuwen, voor de planten beschikbaar. Bovendien worden, ten minste bij de hoogere planten, alle voedingsstoffen, die aan den bodem onttrokken worden, in den vorm van zeer verdunde oplossingen in water

door de wortels opgenomen. Een nauwkeurige bepaling van de in den bodem aanwezige voedingsstoffen zegt ons dus weinig omtrent den vruchtbaarheidstoestand van den bodem. Het komt op de gehalten aan oplosbare, d.w.z. voor de plant opneembare, voedende bestanddeelen aan.

Zoo vond Maschhaupt<sup>(6)</sup>, dat het stroo van graangewassen, afkomstig van een zwaren, ouden, kleigrond, veel meer  $\text{SiO}_2$  bevatte dan het stroo van dezelfde graangewassen, op een zandgrond verbouwd. De zandgrond bevat zonder twijfel veel meer kiezelzuur dan de kleigrond, maar het kiezelzuur van dezen laatste is blijkbaar in grootere mate in oplosbaren, dus opneembaren, vorm aanwezig.

Dezelfde onderzoeker nam bij bieten waar<sup>(7)</sup>, dat toediëning van een in de praktijk gebruikelijke phosphorzuurbemesting op het  $\text{P}_2\text{O}_5$ -gehalte van biet en loof op een kleigrond, rijk aan phosphorzuur, geen duidelijken invloed had uitgeoefend, daarentegen op een veengrond het  $\text{P}_2\text{O}_5$ -gehalte van biet en loof vrij belangrijk had verhoogd. Er was geen noemenswaard verschil in opbrengst, noch aan biet, noch aan loof, tusschen het met en zonder phosphorzuur bemeste gedeelte, zoowel op den kleigrond als op den veengrond.

Men zou nu kunnen meenen, dat op den kleigrond reeds zonder phosphorzuurbemesting een  $\text{P}_2\text{O}_5$ -gehalte in biet en loof bereikt was, dat niet overschreden kon worden. Dit was echter niet het geval; de  $\text{P}_2\text{O}_5$ -gehalten op den veengrond waren nog aanzienlijk hooger.

Zeer waarschijnlijk hangt het verschil in invloed van de phosphorzuurbemesting op het gehalte aan  $\text{P}_2\text{O}_5$  hiermee samen, dat in den kleigrond zeer veel stoffen (kalk-, ijzer-, aluminiumverbindingen) aanwezig zijn, die het phosphorzuur kunnen binden en daardoor onoplosbaar kunnen maken, althans kunnen overvoeren in een voor de plant niet opneembare vorm. In den veengrond is dit niet — of althans in mindere mate — het geval, en in veengronden bestaat dus de mogelijkheid, dat de  $\text{P}_2\text{O}_5$ -concentratie van het bodemvocht door de phosphorzuurbemesting aanmerkelijk stijgt.

Uit de enkele voorbeelden, die ik hier gegeven heb en waaraan nog vele zijn toe te voegen, blijkt duidelijk, dat er een verband bestaat tusschen de scheikundige samenstelling van de plant en de grondsoort, waarop die plant is verbouwd.

Aangezien de rijkdom aan voor de plant opneembare voe-

dingsstoffen in den bodem zeer verschillend kan zijn, is het mogelijk, dat de plant in sommige gevallen niet voldoende plantenvoedsel in den bodem te harer beschikking vindt. In deze gevallen zal men door bemesting het tekort aan opneembare voedingsstoffen in den bodem dienen aan te vullen en de vraag rijst nu, of ook de bemesting op de scheikundige samenstelling van de plant haren invloed doet gelden.

Dat bemesting invloed op de chemische samenstelling van de plant heeft, daarvan zijn uit de literatuur gevallen genoeg bekend. Zoo vond Maschhaupt (6), om een enkel voorbeeld te noemen, op verschillende grondsoorten (heide, veen, broekgrond) in het stroo van haver bij bemesting met kainiet (dat rijk aan chloriden is) een hooger Cl- en een lager  $SO_4$ -gehalte dan bij bemesting met patentkali, dat meer sulfaten bevat dan kainiet.

Toch zal men bij het geven van eene bemesting het volgende wel in het oog dienen te houden.

Toevoeging aan den bodem van een voedingsstof heeft gewoonlijk een vermeerdering van den oogst ten gevolge. Hierdoor stijgt in de meeste gevallen niet alleen de totale hoeveelheid van deze voedingsstof, door de planten opgenomen, maar ook het procentisch gehalte aan deze voedingsstof in de planten. Bovendien kan hierdoor een daling van het procentisch gehalte aan andere voedingsstoffen plaats vinden, vooral aan die voedingsstoffen, die in geringe mate in den bodem, in voor de plant opneembaren vorm, voorhanden zijn.

Een paar voorbeelden mogen dit nader toelichten.

Volgens onderzoekingen van van Daalen (7) had, ten gevolge van eene kalibemesting op grasland, een oogstvermeerdering plaats, waarbij zoowel de totale hoeveelheid opgenomen kali, als het procentisch gehalte van de kali in den oogst, waren toegenomen. Maar ten gevolge van de oogstvermeerdering door de kalibemesting was het kalkgehalte van het gras verlaagd, ofschoon de totale hoeveelheid kalk in den oogst slechts weinig veranderd was. Tengevolge van deze bemesting zou een gras verkregen kunnen worden met te veel kali en te weinig kalk, wat weer tot ziekelijke afwijkingen bij het vee aanleiding kan geven.

In het proefveldenverslag Overijssel 1927 (10) wordt een bemestingsproef op grasland te Markelo (kleigrond) met stikstof in den vorm van chilisalpeter besproken. Het geheele perceel had een kalibemesting en een fosforzuurbemesting.

dit laatste als slakkenmeel, dus in gebonden vorm, ontvangen. Door de stikstofbemesting was de opbrengst aan hooi verhoogd en daardoor was de totale hoeveelheid phosphorzuur in den oogst toegenomen, maar een stijging van het phosphorzuurgehalte in het hooi was niet waar te nemen. Aangezien op een dergelijk proefveld te Rijssen op leemhoudenden zandgrond naast eene vermeerdering van den oogst ook een stijging van het phosphorzuurgehalte door de stikstofbemesting werd geconstateerd, zou de conclusie getrokken kunnen worden, dat het proefveld te Markelo te arm aan opneembaar phosphorzuur is, althans armer dan het proefveld te Rijssen.

Ook H i s s i n k <sup>(11)</sup> vond bij zijne bemestingsproeven in 1900/1901 op Deli, dat een kalibemesting bij tabak een daling van de procentische gehalten van enkele andere bestanddeelen in de tabak ten gevolge had, maar tevens constateerde hij bij deze proeven, dat, door vermeerdering van den oogst, zelfs een daling van het procentisch gehalte aan kali in de tabak van de met kali bemeste velden plaats vond, terwijl natuurlijk in totaal meer kali op deze velden werd geoogst.

Het is dus ook mogelijk, dat, tengevolge van eene bemesting met een bepaald bestanddeel, een oogstvermeerdering plaats heeft, waarbij wel de totale hoeveelheid van dit bestanddeel, door de oogstproducten opgenomen, stijgt, maar het procentisch gehalte van dit bestanddeel in de oogstproducten gelijk blijft; ja zelfs daalt, zooals ook nog uit het volgende voorbeeld blijkt.

In 1913 werden door H i s s i n k <sup>(12)</sup> hooimonsters, afkomstig van een bekalkingsproefveld in den Tielërwaard, onderzocht. De bodem bestond uit laag gelegen kleigrond; het land werd nooit bemest. De opbrengst aan hooi op de bekalkte perceelen was aanzienlijk hooger dan op de onbekalkte perceelen, zoodat op de eerstgenoemde perceelen per H.A. meer kalk geoogst werd; maar het gehalte van het hooi aan kalk bleek door de kalkbemesting gedaald te zijn. Hieruit kon de conclusie getrokken worden, dat de gegeven kalkbemesting niet voldoende was geweest.

Bij bemesting van graslanden is verder niet uit het oog te verliezen, dat door bemesting de botanische samenstelling van het grasbestand gewijzigd kan worden, wat weer eene wijziging van de scheikundige samenstelling van het gras of hooi ten gevolge kan hebben.

Zoo vond van D a a l e n <sup>(13)</sup>, dat gebruik van veel stikstof



op hooiland het kalkgehalte van het hooi gevoelig doet dalen, maar tevens constateerde hij, dat door eene stikstofbemesting de klavers teruggedrongen werden, terwijl de grassen procentisch vooruitgingen. Nu staat het wel vast, dat klavers (leguminosen) zeer rijk aan minerale bestanddeelen, in het bijzonder aan kalk, zijn en grassen (gramineeën) relatief rijker aan phosphorzuur. Als gemiddelde cijfers voor leguminosen en gramineeën geeft Striegel <sup>(14)</sup> de volgende gehalten op, omgerekend op een vochtigheidstoestand van 15 pCt.:

	Leguminosen.	Gramineeën.
Kalk (CaO)	2.1 pCt.	0.5 pCt.
Kali (K <sub>2</sub> O)	2.3 „	1.6 „
Phosphorzuur (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0.55 „	0.38 „

Door vermindering van klavers in het grasbestand zal dus het gehalte aan kalk van het hooi dalen en dit kan in sommige gevallen een nadeeligen invloed, o.a. op de melkproductie van het vee, hebben.

Het effect van eene bemesting op de scheikundige samenstelling van de oogstproducten zal dus afhangen van de gehalten aan voor de plant opneembare voedingsstoffen, die reeds in den bodem aanwezig zijn. Dit effect zal dus in verschillende gevallen zeer uiteenloopen. Zal het effect van eene bemesting met een voedingsstof rationeel zijn, dan zullen de andere voedingsstoffen in voldoende mate in opneembaren vorm in den bodem aanwezig moeten zijn. Tevens zal het voor een doelmatige bemesting ook noodzakelijk zijn, dat men de juiste verhouding kent, waarin de minerale bestanddeelen in de verschillende gewassen moeten voorkomen, om het beste gewas te geven.

Wij hebben gezien, dat de scheikundige samenstelling van de plant in eerste instantie van den aard van de plant afhankelijk is, maar dat er ook een verband bestaat tusschen de scheikundige samenstelling van de plant en de grondsoort, waarop de plant is verbouwd, alsmede van de bemesting, die gegeven is.

Bij bemesting met een bepaald bestanddeel kunnen zich dan de volgende gevallen voordoen:

1e. dat, tengevolge van oogstvermeerdering, de totale hoeveelheid van dit bestanddeel in de oogstproducten stijgt, en tevens ook het procentisch gehalte, terwijl het procentisch

gehalte van een ander bestanddeel of andere bestanddeelen gelijk blijft of daalt;

2e. dat, tengevolge van oogstvermeerdering, wel de totale hoeveelheid van het bestanddeel, waarmede bemest is, in de oogstproducten stijgt, maar het procentisch gehalte aan dit bestanddeel gelijk blijft, of zelfs daalt.

Verder heb ik er op gewezen, dat het niet op de totale hoeveelheid van een plantenvoedend bestanddeel, die in den bodem aanwezig is, aankomt, maar op den oplosbaarheidsgraad van dit bestanddeel in het bodemvocht, op den graad van opneembaarheid hiervan voor de plant.

Het is dan ook door een scheikundig bodemonderzoek alleen niet mogelijk, vast te stellen, of een grond te weinig van een plantenvoedend bestanddeel bezit en bemesting daarmede noodzakelijk is. Maar ook de bepaling van de scheikundige samenstelling van de oogstproducten is hiertoe niet in staat.

De scheikundige samenstelling van de plant is, behalve van bovengenoemde factoren, o.a. ook afhankelijk van het groeistadium van de plant. Jonge planten nemen in hun jeugd steeds meer minerale bestanddeelen op, waardoor het gehalte stijgt, om echter later weer af te nemen. Het tijdstip, waarop de scheikundige samenstelling van de plant bepaald wordt, is dus van invloed op de uitkomst, die men daarvoor verkrijgt. Maar ook de weersomstandigheden zijn op de scheikundige samenstelling van de plant van invloed.

Droogte schijnt bijv. ongunstig op het phosphorzuurgehalte van het gras te werken. Door groote droogte kan de opbrengst van een gewas zeer gedrukt worden. En elke oorzaak, die de opbrengst doet dalen, doet de gehaltcijfers van de minerale bestanddeelen stijgen.

De eenige weg, om de behoefte van den bodem aan bemesting te leeren kennen, is het aanleggen van goede proefvelden, waarbij niet alleen de oogst gewogen en de scheikundige samenstelling van de oogstproducten bepaald wordt, maar waarbij ook de bodem zelf, zoo uitgebreid mogelijk, scheikundig wordt onderzocht, terwijl bij graslandonderzoek de bepaling van de botanische samenstelling van het gras niet mag worden vergeten.

Toegegeven moet worden, dat het onderzoek, op deze wijze opgevat, zonder twijfel veel tijd kost, maar alleen langs dezen weg zal het mogelijk zijn, met de noodige kennis van zaken een gewas te verbouwen, waarvan de scheikundige

samenstelling zoo goed mogelijk aan de behoeften van mensch en dier voldoet.

#### Noten.

<sup>1)</sup> B. Sjollema, Landbouwkundig Tijdschrift 1929, blz. 684.

<sup>2)</sup> J. G. Maschhaupt en P. G. Meijers, Groninger Landbouwblad van 14 Februari 1925 (6e Jaargang, No. 24).

<sup>3)</sup> D. J. Hissink, Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen der Rijkslandbouwproefstations 24, 95 (1920).

<sup>4)</sup> P. Wagner, Anwendung künstlicher Düngemittel, Berlin 1920, blz. 155.

<sup>5)</sup> Zie Proefschrift C. K. van Daalen, Wageningen, 1928.

<sup>6)</sup> J. G. Maschhaupt, Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen der Rijkslandbouwproefstations 22, 49 (1918).

<sup>7)</sup> Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen der Rijkslandbouwproefstations 28, 130 (1923).

<sup>8)</sup> J. G. Maschhaupt, Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen der Rijkslandbouwproefstations 22, 97 (1918).

<sup>9)</sup> C. K. van Daalen, Proefschrift Wageningen, 1928, blz. 110.

<sup>10)</sup> Verslag van de proefvelden in West- en Oost-Overijssel over het jaar 1927, blz. 46.

<sup>11)</sup> D. J. Hissink, Journal für Landwirtschaft, blz. 135 (1905).

<sup>12)</sup> D. J. Hissink, Jaarverslag van het Natuurwetenschappelijk Gezelschap te Wageningen over 1913—1914.

<sup>13)</sup> Proefschrift Wageningen 1928, blz. 70.

<sup>14)</sup> Landw. Jahrbücher 43, 357 (1912).