63 284/C #55

DE INVLOED VAN DEN KALKTOESTAND VAN JUVENIELEN MERAPI-ASCHGROND OP EENIGE KWALITEITSEIGENSCHAPPEN VAN VORSTENLANDSCHE TABAK

H. A. MIDDELBURG

NN08201.63

DE INVLOED VAN DEN KALKTOESTAND VAN JUVENIELEN MERAPI-ASCHGROND OP EENIGE KWALITEITSEIGENSCHAPPEN VAN VORSTENLANDSCHE TABAK

PROEFSCHRIFT
TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN
DOCTOR IN DE LANDBOUWKUNDE
OP GEZAG VAN DEN RECTOR MAGNIFICUS
IR. J. H. THAL LARSEN TE VERDEDIGEN TEGEN
DE BEDENKINGEN VAN EEN COMMISSIE UIT
DEN SENAAT DER LANDBOUWHOOGESCHOOL
TE WAGENINGEN OP
WOENSDAG, 8 JUNI 1932 TE 15 UUR
DOOR

H. A. MIDDELBURG

H. VEENMAN & ZONEN — WAGENINGEN — 1932

Dit proefschrift met stellingen van

HENRY ABRAHAM MIDDELBURG

Landbouwkundig Ingenieur, geboren te Utrecht den 12en Juli 1899, is goedgekeurd door den promotor: Dipl. Ing. J. HUDIG, hoogleeraar in de scheikunde en de bemestingsleer.

De Rector magnificus der Landbouwhoogeschool
J. H. THAL LARSEN

Wageningen, 10 Mei 1932

STELLINGEN

I

De groei van Vorstenlandsche tabak, alsmede de kleur en de gloeiduur van het gefermenteerde product zijn eigenschappen, die met den kalktoestand van den grond kunnen veranderen.

II

In tropische gronden kunnen natrium-, kalium- en magnesium-ionen in het adsorptie-complex een grootere plaats innemen dan calcium- en waterstof-ionen, die in de gronden der gematigde en humide luchtstreken de hoofdrol spelen.

III

Wanneer men de grenswaarde van de totale hoeveelheid basen in het adsorptie-complex wil berekenen uit de adsorptie-kromme van VAGELER, is het gewenscht drie punten van deze kromme te bepalen in plaats van twee.

VAGELER P. W. E. De Analysemethoden van het Agrogeologisch Laboratorium van het Proefstation voor Thee, Buitenzorg. Archief voor de Theecultuur 2: 147, 1928.

IV

De door COOLHAAS voor de Vorstenlanden aangetoonde positieve correlatie tusschen den gloeiduur van tabak en de onderlinge verhouding in de bladasch van de hoeveelheden chloor, kalium, calcium en magnesium, uitgedrukt in het quotient $\frac{K_2O}{Cl \times (CaO + MgO)}$, bestaat niet wanneer de bladasch meer dan $6\frac{1}{2}$ % SO_3 bevat.

COOLHAAS C. Onderzoekingen over brandbaarheid van tabak I. Mededeeling Proefstation voor Vorstenlandsche Tabak 68: 39, 1930.

V

Hydrolytische zuurgraad en uitwisselingszuurgraad zijn begrippen, die verwarring brengen in de landbouw-practijk.

VI

Kunstmatige mutatie is van practische beteekenis voor de veredeling van tabak.

VII

Het intermediaire karakter van de bladbreedte van polyhybride F_1's bij tabak, is een gevolg van vele factoren, die deels dominant, deels intermediair en deels recessief zijn.

VIII

Het plotseling optreden van homozygote recessieve veelbladige (indeterminate growth) tabaksmutanten in zuivere Cuba-lijnen kan onmogelijk een bewijs zijn, zooals HAYES en EAST meenen, dat deze mutaties gedurende de vegatieve periode ontstaan zijn.

EAST E. M. The genetics of the genus Nicotiana. Bibliographia Genetica 4: 295, 1928.

IX

Het voortgezette muteeren van tabak in vele generaties na X-bestraling is een zoo algemeen verschijnsel, dat de „Gruppenweise Artbildung" van DE VRIES erdoor verklaard kan worden.

VRIES H. DE, Gruppenweise Artbildung, Berlin, 1913.

X

Voor de colorimetrische pH-bepaling van rietsappen in suikerfabrieken verdient vergelijking met standaard-oplossingen (Lamotte- of Gillespie-comparator) de voorkeur boven vergelijking met kleurenkaarten (druppelplaat-methode).

XI

De conclusie van KONINGSBERGER en VAN DEN HONERT, dat de zgn. Kalimatiziekte van het suikerriet „het gevolg is van een vergiftiging, welke optreedt door de combinatie van ammonium en ferro-verbindingen in den grond" wordt door de medegedeelde proefuitkomsten niet gerechtvaardigd.

KONINGSBERGER V. J. en HONERT T. H. VAN DEN, Over de oorzaak der zgn. „Kalimati-ziekte". Archief voor de Suikerindustrie in Nederlandsch-Indië 39, 1e deel: 37, 1931.

Aan de nagedachtenis
van mijn Ouders.

In de eerste plaats breng ik hier dank aan U, Hooggeleerde ABERSON, voor de wijze, waarop U mij op Uw colleges hebt ingewijd in de landbouwscheikunde en de bemestingsleer. Ik heb deze kennis altijd beschouwd als de kern van mijn opleiding aan de Landbouwhoogeschool en heb er een dankbaar gebruik van kunnen maken bij het onderzoek van dit bodemvraagstuk.

Dat U, Hooggeleerde HUDIG, hooggeachte promotor, direct bereid was mij met Uw rijke ervaring de behulpzame hand te bieden bij de moeilijkheden op dit, voor U zoo vertrouwde terrein, kan ik niet genoeg waardeeren. Uw belangstelling en samenwerking is, ook in het algemeen gesproken, voor ons werk in tropisch Nederland, van niet te onderschatten belang.

Verder ben ik bijzonderen dank verschuldigd aan den directeur en aan mijn medewerkers van het Proefstation voor Vorstenlandsche Tabak, TOLLENAAR, COOLHAAS en THUNG, voor de leiding en voor de daadwerkelijke hulp, welke ik bij dit onderzoek mocht ondervinden. Zij zijn mij bij de voorbereiding en de samenstelling van dit proefschrift een grooten steun geweest.

Tenslotte vermeld ik met erkentelijkheid, dat een groot gedeelte van het analyse-werk door onze analysten GROENEWALD en HER nauwgezet werd uitgevoerd.

INHOUD.

	Blz.
I. Inleiding en omlijning van het onderwerp	1
II. Cultuurtechnische en landbouwscheikundige methodiek	4
1. De potproeven	4
2. Het grondonderzoek	13
III. Beschrijving der grondsoorten	24
IV. Resultaten der proeven	29
1. Potproeven in het oogstjaar 1930/1931	29
2. Potproeven in het oogstjaar 1931/1932	44
3. Zaadbeddenproef in het oogstjaar 1931/1932	52
V. Proeven over den kalktoestand in de practijk	56
VI. Korte samenvatting	62
VII. Summary: The influence of the lime status of volcanic ash-soil on leaf-quality of Vorstenlanden tobacco	64
VIII. Literatuur	66

I. INLEIDING EN OMLIJNING VAN HET ONDERWERP.

> There exists, in one school, a rather strange prejudice against attempts to make methods of acid-base equilibrium studies yield what they are capable of yielding.
>
> W. M. CLARK: The determination of hydrogen ions, blz. 565.

Er is nog weinig bekend over een eventueele samenhang tusschen den graad van basenverzadiging en het productievermogen der tropische cultuurgronden, een verband, dat in Europa en speciaal in Nederland reeds geruimen tijd bekend is, en waarvan het systematische onderzoek heeft gevoerd tot belangrijke verbeteringen in het landbouwbedrijf, vooral wat betreft de rationeele bemesting. De redelijke grondslag van dit onderzoek is aanleiding geweest om ook speciaal voor een kwaliteitsgewas als Vorstenlandsche tabak na te gaan in hoeverre een dergelijk verband bestaat bij tropische gronden, binnen in de natuur voorkomende grenzen van basenverzadiging dan wel bij verzadigingstoestanden, waarvan het bereiken binnen de practische mogelijkheden ligt. Bovendien was het dan de vraag of, evenals in Nederland, calcium de belangrijkste base was.

De uitkomsten der proeven van BERNHARD (*2*) bij Deli-tabak duidden erop, dat ook voor tropische omstandigheden de kalkverzadiging van beteekenis kon wezen, waarbij door MOHR (*37*) en HUDIG (*19*) nog eens de aandacht op het belang van meerder onderzoek werd gevestigd. Ook eenige incidenteele veldproeven met kalk door COHEN en SIDENIUS (*5*) genomen bij Vorstenlandsche tabak wezen in dezelfde richting; de resultaten waren echter onduidelijk door den onsystematischen opzet der proeven en leverden geen belangrijke nieuwe inzichten op.

Het noemen van buitenlandsche literatuur over den invloed van kalkbemesting op de tabak heeft geen zin, omdat zoowel de aan het product gestelde eischen als de omstandigheden elders geheel afwijkend zijn.

Dit onderzoek naar den invloed van den „kalktoestand" van den grond vooronderstelt niet, dat deze factor zelf geheel bepalend is voor opbrengst en kwaliteit van het gewas. De term „kalktoestand", die in Europa recht van bestaan heeft gekregen, zal hier worden opgevat als een maat ter kenmerking

van den bodemtoestand, waarbij wordt gedacht aan diverse ermede samenhangende belangrijke eigenschappen van den grond zooals uitvlokkingstoestand of structuur, verdeeling der kationen in het adsorptiecomplex en in verband hiermee het beschikbaar komen van voedingsstoffen door uitwisseling, stikstofbinding (Azotobacter), nitrificatie, enz. Het Europeesche onderzoek heeft de bruikbaarheid van deze maat als graadmeter voor de typeering van sommige cultuurgronden aan het licht gebracht.

Daar bovengenoemde eigenschappen veranderen met den kalktoestand van het adsorbeerend complex en het gehalte aan dit complex mede de rol bepaalt, welke de grond ten opzichte van den plantengroei vervult, is het gewenscht een dergelijk onderzoek te bepalen tot een paar bodemtypen, die door de eigenschappen van het mengsel: actief-complex en inactief medium, goed te onderscheiden zijn. Als belangrijkste en meest typische Vorstenlandsche tabaksgrond kwam voor onderzoek allereerst in aanmerking de juveniele andesiet-aschgronden van den Merapi. Later kan het onderzoek dan worden uitgebreid tot andere grondtypen.

Dat HUDIG voor West Europeesche gronden het begrip „kalktoestand" invoerde was mogelijk door het feit, dat de basen van het adsorptiecomplex daarin bijna algemeen voor 80 à 90% uit calcium bestaan. Een typisch verschil met onze tropische gronden zal nu voor den dag treden, doordat naast calcium ook het natrium in dat complex een belangrijke plaats kan innemen. Men heeft bovendien bij het beoordeelen van den basentoestand der tropische gronden ook nog rekening te houden met de verweering, en wel, omdat deze veelal zgn. lateritisch verloopt, wat neerkomt op een verarming aan kiezelzuur, waarvan geheel gewijzigde adsorptie-eigenschappen van het complex het gevolg zijn. Om ook den invloed daarvan op de tabak te leeren kennen, werd in 1930 behalve met Merapi-aschgrond, nog een vergelijkende proef genomen met een roodbruinen laterietachtigen grond, die arm aan kiezelzuur is en veel ijzer en aluminium als sesquioxyden bevat.

Evenals in Nederland werd begonnen met potproeven, die voor een systematisch onderzoek het meest gewenschte uitgangspunt zijn. Tegenover veldproeven hebben potproeven het voordeel van de grootere zekerheid, waarmee de invloed van den kalktoestand kan worden gewijzigd en beoordeeld, doordat het behandelen van den grond doeltreffender is uit te voeren, terwijl de verschijnsels, die dientengevolge in grond en plant optreden, nauwkeuriger zijn te controleeren (grondmonsters, drainagewater, metingen en oogsten).

Aansluitend zal het onderzoek worden voortgezet in veldproeven, nadat eerst door de potproeven een indruk is verkregen over den aard van de veranderingen, die in het gewas zijn te verwachten en over de eventueele kalkbehoefte der gronden.

Aan het onderzoek van het adsorptiecomplex van tropische gronden door toepassing van verdringingsmiddelen in plaats van oplosmiddelen, is op Java nog weinig gedaan. Voor gebergte-gronden zijn methoden uitgewerkt door VAGELER (*42*), die worden toegepast op het Agrogeologisch Laboratorium van het Algemeen Landbouw Syndicaat te Buitenzorg.

Een belangrijk deel van het werk, dat te verrichten viel, bestond dan ook in het zoeken naar voor ons doel geschikte landbouwscheikundige methoden en naar een bruikbare cultuur-technische opzet van de potproeven, die als uitgangspunt dienden voor het laboratoriumonderzoek van opzettelijk gekozen kalktoestand-variaties bij Merapi-aschgrond, waarvan de samenstelling en het gedrag ten opzichte van de cultuur reeds bekend was.

II. CULTUURTECHNISCHE EN LANDBOUWSCHEIKUNDIGE METHODIEK.

1. DE POTPROEVEN.

Hier zal de inrichting der potproeven, welke genomen werden in de jaren 1930 en 1931 worden besproken. Bij het overwegen van de doelmatigste uitvoering der proeven liet ik mij leiden door de volgende voornaamste eischen, welke aan een onderzoek met tabak moeten worden gesteld. In de eerste plaats was het doel, na te gaan of er verband bestond tusschen den kalktoestand van den grond en de eigenschappen van het eindproduct: de gefermenteerde tabak. Daartoe was het noodzakelijk dat de planten onder zoo natuurlijk en normaal mogelijke omstandigheden konden opgroeien.

In de tweede plaats moest bijzondere aandacht worden besteed aan voorzorgen ter voorkoming van ongelijkheid in andere groeifactoren, waartoe ook het kleine aantal parallellen per object noodzaakte. Wij weten, dat tabak een zeer gevoelig gewas is, waarvan de kwaliteit licht door uitwendige omstandigheden wordt beïnvloed, zoodat aan het mengen van den grond, aan het plantmateriaal, aan de bestrijding van ziekten en aan het nemen van vergelijkbare oogsten en monsters bijzondere zorg moest worden besteed.

Voor het verkrijgen van een beoordeelbare kwaliteit was het noodzakelijk, dat de tabak beregend werd, om welke reden de proef in de open lucht werd opgesteld.

Evenals BEETS, die aan ons Proefstation reeds proeven nam met potten, gebruikte ik een groot model, dat oorspronkelijk van het Deli-Proefstation was overgenomen, waar men de ondervinding had opgedaan, dat de planten in kleinere potten minder goed tot ontwikkeling kwamen.

Inwendig gemeten zijn deze houten potten 50 cm lang en breed en 60 cm diep, dus met een inhoud van 150 liter.

Voor het afvoeren van het niet in den grond vastgehouden water, was in het midden van den bodem een afvoerpijpje van blik aangebracht, waaronder een flesch was te plaatsen.

Het totale aantal van deze potten bedroeg 96, welke over 16 lorries verdeeld werden, waarbij elke lorrie twee rijen van ieder drie tegen elkaar aangeplaatste potten droeg. De lorries stonden op twee evenwijdige, vlak

naast elkaar gelegen en Oost-West-loopende, railbanen (op elke baan dus acht lorries). Op deze wijze kon gemakkelijk voor de in het midden opgestelde loopkat worden gereden, waar de potten konden worden opgeheschen om verder naar de weegschaal te worden verplaatst.

Den eenen dag stonden de potten aan het oostelijke uiteinde, den anderen dag aan het westelijke uiteinde, zoodat eenige mogelijke invloed van het geboomte aan de oostelijke grens van het terrein, gelijkelijk verdeeld werd.

De Oost-West-opstelling der twee rijen potten had de bedoeling te voorkomen, dat de ééne helft der planten eenzijdig naar het Oosten, de andere helft eenzijdig naar het Westen onbeschaduwd zou zijn. Daar er meer ochtend- dan middagzon is (middagbewolking), zouden beide rijen daardoor in verschillende conditie zijn gekomen. Nu blijft dit nadeel beperkt tot de twee planten aan het Oostelijke uiteinde en de twee planten aan het Westelijke uiteinde van iedere serie lorries.

Om de potten zoodanig met grond te kunnen vullen, dat de dichtheid met die in natuurlijke ligging overeenkwam, werd allereerst het volumegewicht nagegaan, ter plaatse waar de grond voor de proeven weggehaald zou worden. Hiervoor bediende ik mij van de methode van LEBEDEV (*28*) en paste tevens de correctie voor grint van JOFFE en LEE (*22*) toe, omdat ook voor de potproeven het grint werd afgezeefd. De methode LEBEDEV leent zich uitstekend voor het bepalen van het volume-gewicht in natuurlijke ligging van onze gronden (mits wat vochtig). De zgn. actieve volumegewichten uitgedrukt in luchtdrogen grond hadden de volgende waarden:

Merapi-aschgrond:	1.41,	1.51,	1.45,	gemiddeld 1.46.
Lateriet-grond:	1.10,	1.20,	1.20,	gemiddeld 1.15.

Bovengrond van ongeveer 25 cm diepte, in een overdekte ruimte luchtdroog gemaakt, werd gezeefd door 2 mm maaswijdte, en vervolgens driemaal gemengd door een toestel, dat ook reeds door BEETS was gebruikt en beschreven wordt in „Der Vegetationsversuch" van TH. PFEIFFER (mengen, niet door rotatie, doch door verdeelen en bijeenvoegen; zie foto 1).

Het vullen der potten gebeurde op de volgende wijze: onderin kwam eerst een draineerlaag van gewasschen riviersteenen, waarop dhoek (vezel van den Arèn-palm) werd gelegd. Hierop werd de luchtdroge grond laagsgewijze uitgespreid. Voor elke laag van telkens $2^3/_4$ cm hoogte, werd zooveel grond in den pot gestort, als overeenstemde met het hierboven genoemde volumegewicht, waarna met een ijzeren stamper tot het juiste volume werd aangedrukt.

Elk laagje werd besproeid met een hoeveelheid putwater (slechts 31 mg CaO per liter bevattend), overeenkomende met 60% van de watercapaciteit, welke voor den aschgrond 42.5% en voor den laterietgrond 46.5 % bedroeg.

Het aandrukken van den grond werd voortgezet tot 30 cm onder den rand van elken pot, waardoor de toestand verkregen werd, die overeenkwam met den grooten aanplant, waar de grondbewerking niet veel dieper gaat. Daarop volgde een ronde buis van poreuze gebakken aarde met vele kleine gaatjes aan de onderzijde, terwijl op vier groote openingen aan de bovenzijde verlengstukken konden worden geplaatst, die boven de oppervlakte van den grond uitstaken.

Het toevoeren van water kan hierdoor plaats hebben, zonder dat het water langs de wanden van den pot afvloeide en zonder dat met begieten de grond dichtsloeg.

De verder nog benoodigde grond werd op de buis met de hand aangedrukt, eveneens laagsgewijze en onder toevoeging van de benoodigde hoeveelheid water.

Na vulling werd elke pot gewogen en het gewicht genoteerd teneinde telkens het ontbrekende water weer te kunnen aanvullen tot 60 % van de watercapaciteit.

Het geregeld toedienen van water was noodig om ook, wat betreft deze factor, de natuurlijke omstandigheden voor de planten zoo goed mogelijk na te bootsen. Op het veld wordt de bouwvoor van grondwater voorzien door capillaire opstijging; in de potten bestaat deze bron niet, zoodat geregeld moest worden gesuppleerd. De vraag was alleen, hoeveel. Het lag niet in de bedoeling gedurende de geheele groeiperiode een optimale hoeveelheid water te verstrekken, want dit komt in de natuur niet voor. Wij wilden, zooals onder natuurlijke omstandigheden, het watergehalte van den grond laten schommelen, maar het niet laten dalen beneden het minimum, dat op het veld door het grondwater wordt onderhouden, en waarbij de planten zich nog van het noodige water kunnen voorzien, zonder ernstig te lijden.

BEETS nam enkele potproeven over de waterbehoefte van tabak, waarvan de resultaten in een ongepubliceerd manuscript zijn achtergelaten. Voor een kleigrond met ongeveer dezelfde watercapaciteit (40 %) als de grond voor de potten, luidt de conclusie, dat een hoeveelheid water, welke van het begin af aan de planten werd verstrekt, overeenkomende met 80 % van de watercapaciteit beter resultaat gaf dan indien minder werd gegeven.

Bij 80 % of daarboven lag dus ongeveer het optimum. In onze proeven werd het minimum 20 % lager gesteld, omdat uit de proeven van BEETS bleek, dat de planten bij 60 % nog niet kwijnden.

Voor het verkrijgen van intervallen in den kalktoestand werd de luchtdroge grond vóór het vullen eenerzijds gemengd met stijgende hoeveelheden gebluschte kalk en anderzijds met stijgende hoeveelheden zwavel.

Op de bacterieële omzetting van zwavel in zwavelzuur en de ontkalkende werking, zij verwezen naar de betreffende literatuur (*39*).

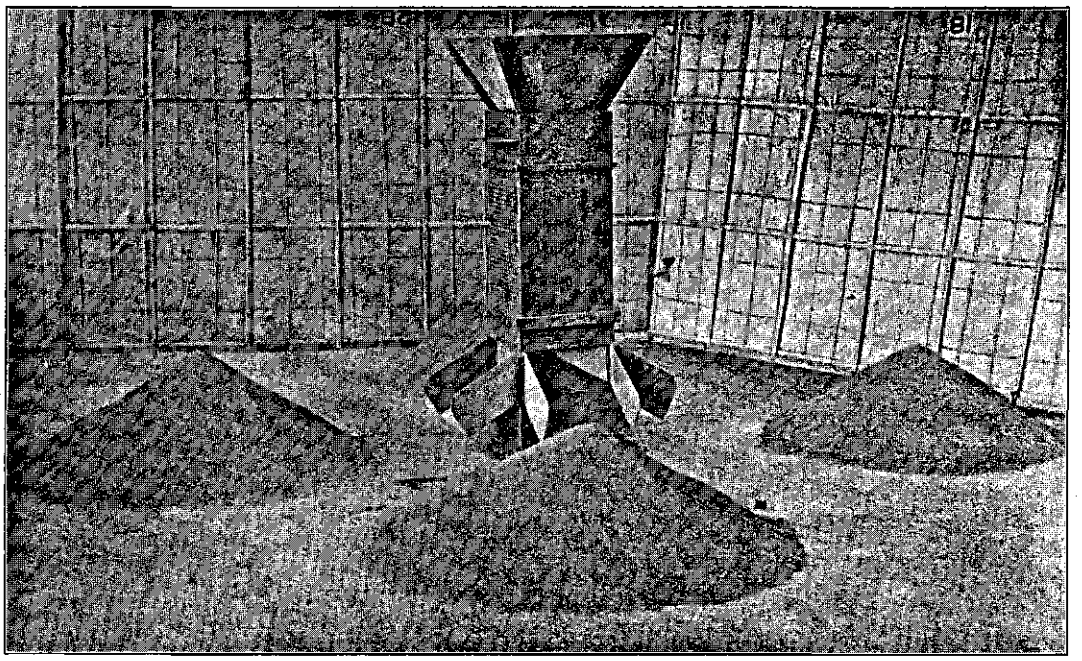


Foto 1. Toestel voor het mengen van den grond.
Apparatus for the purpose of mixing the soil.

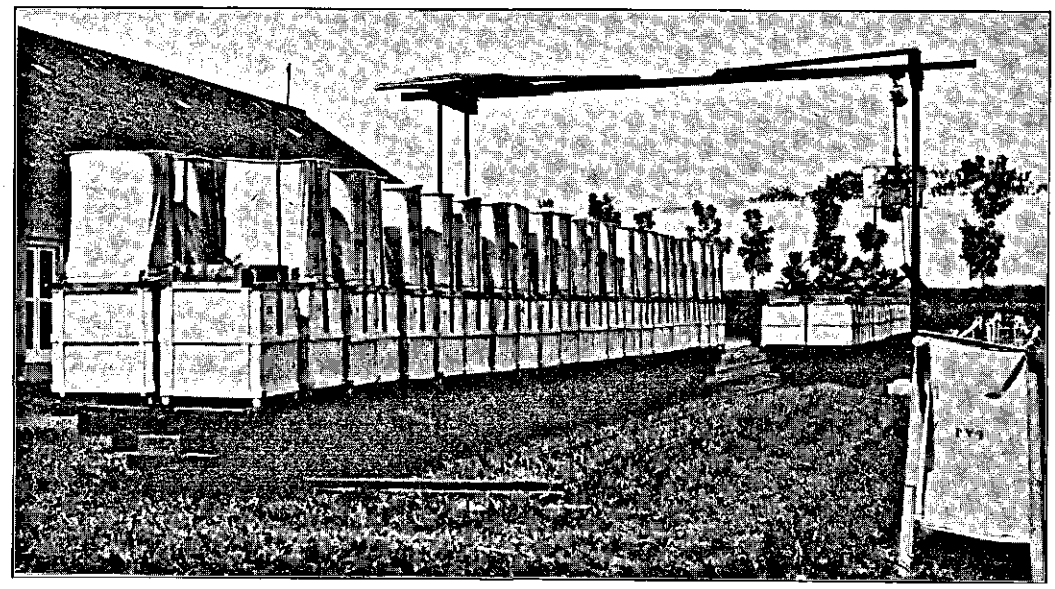


Foto 2. Overzicht van de potproef-installatie.
General view of the pot experiment.

Voor de proeven gebruikte ik bloemzwavel met 96.2 % S. De gebluschte kalk was zuivere fabricatiekalk met 61 % CaO, welke gezeefd werd door 0.2 mm maaswijdte; de bloemzwavel was fijn genoeg.

Bij het laagsgewijze vullen der potten werd de voor elke laag benoodigde hoeveelheid grond (± 12 kg) eerst in een platten houten bak dun uitgespreid en hierin de kalk en de zwavel met de hand innig gemengd.

Om in de proef geen enkel verschil door het plantmateriaal zelf te riskeeren, werd zaad genomen van uniforme homozygote Kanari tabak, welke het Proefstation al jaren in stamboomcultuur voortkweekte. Deze lijn, afstammende van No. 869 uit de vooraanplant van 1925, dient ook als toetssoort in de selectie-tuinen. In den aanplant 1929 werd van deze lijn een groote hoeveelheid zaad gewonnen, teneinde het intensief te kunnen zuiveren volgens de blaasmethode, die op ons Proefstation wordt toegepast (Mededeeling No. 28, blz. 74, plaat 2 en 3). In plaats van de gebruikelijke scheiding in 1e en 2e kwaliteit, liet ik de zuivering voortzetten tot vier fracties en gebruikte voor de proeven alleen het zwaarste zaad, met een 1000-korrel gewicht van 71 mg en een kiemkracht van 97.5% na 10 dagen. Eventueele verschillen door nawerking van prenatale invloeden op de ontwikkeling der planten meende ik hiermee zoo goed mogelijk te vermijden. Er werd in gesteriliseerden grond uitgezaaid en na tien dagen verspeend in houten bakken, met eveneens gesteriliseerden grond, waaruit na een maand overgeplant kon worden in de potten. De bakken werden op gebruikelijke wijze beschaduwd en 's nachts afgedekt met een doek tegen aantasting door dikbuikvlinder (*Gnonimoschema heliopa*).

Nog medegedeeld dient te worden, dat de zaailingen voor de potproeven opgekweekt werden in onbehandelden grond.

Daarnaast werd nog afzonderlijk in een proefje de invloed nagegaan, die de kalktoestand op het zaadbed heeft voor de tabak, die later uitgeplant wordt op onbehandelden aschgrond.

Voor de potten liet ik alleen plantjes trekken, waarvan het derde blad, van het jongste blad gerekend, 5½–6 cm breed was. Zieke of verdachte exemplaren werden uitgeschoten. Ook in de potten kwamen de plantjes den eersten tijd 's nachts onder een hoes van klamboegaas, ter afwering van de dikbuik-vlinders (foto 2). Tegen vraat werden de planten met de gebruikelijke bestrijdingsmiddelen bespoten en ter voorkoming van besmetting met virusziekten waschte het personeel, alvorens de proefplantjes aan te raken, de handen met formaline.

De grondbewerkingen en de aanaardingen hadden plaats zoo goed mogelijk in overeenstemming met de practijk, wat in hoofdzaak daarop neerkwam, dat de bovengrond om de planten geregeld werd losgehouden.

Van een proef, waarin groote verschillen optreden in ontwikkeling, is het uitgesloten op hetzelfde tijdstip vergelijkbaar blad van dezelfde stamhoogte

te oogsten, dat dezelfde rijpheid heeft. Dit kan bij het beoordeelen van de kwaliteit een storenden invloed hebben, aangezien wat meer of wat minder regen een belangrijke factor is voor de kwaliteit. Waar een ongelijkheid in groei tusschen de objecten in de proeven voorkwam, moest ik de stamhoogte buiten beschouwing laten en alleen blad laten oogsten, dat, naar de gebruikelijke oogstkenmerken te oordeelen, in hetzelfde rijpheidsstadium verkeerde.

Het broeien van de proeftabak kon door de bereidwilligheid van de ondernemingen Wedi-Birit en Ngoepit-Djongrangan aldaar in de fermentatie-stapels geschieden.

Nadat de planten afgeoogst waren, werden de wortels uitgetrokken en de buizen verwijderd. Uit den losgewoelden bovengrond werden objectsgewijze de grondmonsters samengesteld, evenals uit de onderste 30 cm.

Bij de eerste proeven in 1930 werd uitgegaan van de gedachte, dat groote verschillen in bekalking en ontkalking gemaakt dienden te worden, om allereerst georiënteerd te zijn omtrent de voor tabakskwaliteit mogelijke grenzen van kalkverzadiging van den Merapi-aschgrond. In 1931 werden de verschillen tusschen de opeenvolgende kalktoestand-gradaties kleiner genomen, om na te gaan op welke verschillen de tabak nog reageerde en welken graad van nauwkeurigheid verlangd moest worden van de methode ter bepaling van den kalktoestand van den grond.

In 1930 liet ik den aschgrond per kg behandelen, respectievelijk met 6, 3 en 1½ g zwavel en 3 en 6 g gebluschte kalk, terwijl de laterietgrond gemengd werd met 3 en 1½ g zwavel en 3, 6 en 9 g gebluschte kalk. Bij den laterietgrond werd de bekalking wat verder doorgevoerd, bij den aschgrond daarentegen de ontkalking, omdat de laterietgrond in suspensie gebracht, wat zuurder reageerde dan de aschgrond.

Van beide grondsoorten werd een object met onbehandelden grond opgenomen, zoodat van elke grondsoort zes objecten voorkwamen, ieder met acht parallelpotten. In tabel 1 wordt de beteekenis der letters aangegeven, waarmee de proefobjecten verder zullen worden aangeduid en de grootte der zwavel-, respectievelijk kalkgiften, omgerekend per bouw en per ha voor 10 cm diepte. Deze 10 cm dient alleen als basis voor een berekening, waarmee niets gezegd wordt over de wenschelijke diepte der menging in de practijk.

De bemesting was zoo goed mogelijk neutraal gehouden, d.w.z. de keuze der zouten was zoodanig, dat door chemische veranderingen in den grond en door de physiologische verwerking der zouten, een zoo gering mogelijke schommeling in de OH^- en H-ionen concentraties veroorzaakt kon worden; per plant bestonden de mestgiften uit:

voor den aschgrond:	voor den laterietgrond:
2 g $CaHPO_4$ ($\pm$0.8 g P_2O_5)	4 g $CaHPO_4$ ($\pm$1.6 g P_2O_5)
4 g K_2SO_4 ($\pm$2.0 g K_2O)	4 g K_2SO_4 ($\pm$2.0 g K_2O)
4 g NH_4NO_3 ($\pm$1.4 g N)	4 g NH_4NO_3 ($\pm$1.4 g N)

De fosforzuurbehoeftige laterietgrond kreeg tweemaal zooveel fosfaat als de aschgrond.

TABEL 1.

Merapi-aschgrond				Laterietgrond			
Object	Behandeling van den grond	Picols per bouw	kg per ha	Object	Behandeling van den grond	Picols per bouw	kg per ha
3 Z	6 ‰ zwavel	75	± 6750	2 Z	3 ‰ zwavel	40	± 3500
2 Z	3 ‰ „	50	± 4500	1 Z	1.5‰ „	20	± 1700
1 Z	1,5‰ „	25	± 2250	0	0	0	0
0	0	0	0	1 K	3 ‰ kalk	40	± 3500
1 K	3 ‰ kalk	50	± 4500	2 K	6 ‰ „	80	± 7000
2 K	6 ‰ „	100	± 9000	3 K	9 ‰ „	120	±10500

Ruim een maand, nadat de potten gevuld waren, werden zij beplant. Er werd voor gezorgd, dat de vochtigheid van den grond niet beneden 60% van de watercapaciteit daalde.

Uit deze eerste proef bleek, dat wij bij de toediening van zwavel met de grootste giften te ver waren gegaan, terwijl wat de kalk betreft de hoogste gift nog wel wat hooger had kunnen zijn, omdat het optimum van enkele eigenschappen nog niet bereikt was.

In 1931 werd daarmee bij het aanzetten der tweede proef rekening gehouden en twaalf intervallen in denzelfden aschgrond gemaakt door menging met respectievelijk 1, $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$ ‰ zwavel en $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, 1, 2, 4, 6, 8‰ kalk, terwijl één object onbehandeld bleef.

Uit de eerste proefserie (1930) waren nog twee voorname punten naar voren gekomen, nl. in de eerste plaats, dat het voor een juiste beoordeeling van den invloed van den verzadigingstoestand noodzakelijk is den behandelden grond eerst uit te laten regenen, alvorens met de vegetatieproef te beginnen. Meer speciaal geldt dit voor den met zwavel behandelden grond. Wanneer nl. kort na de behandeling geplant wordt, zooals geschiedde in mijn eerste proef, dan krijgt men een onjuist beeld van den werkelijken invloed van den kalktoestand, omdat het door oxydatie gevormde zwavelzuur veel calcium en andere elementen in oplossing brengt, welke daardoor in abnormale hoeveelheden in het bodemvocht voorkomen. De

grond wordt als het ware door zwavelzuur aangetast. Drainagewater-analysen toonden dit aan, terwijl de verhoogde opname der opgeloste voedingsbestanddeelen uit bladaschanalysen bleek.

Om deze reden werden de potten voor de tweede proefserie (1931) niet in den Oost-moesson tijd gevuld, maar reeds in den daaraan voorafgaanden West-moesson. Na het vullen viel er 182 mm regen op. Bovendien werd de uitspoeling in den drogen tijd kunstmatig voortgezet met putwater in een hoeveelheid, die in totaal ongeveer overeenkwam met een normalen West-moesson regenval.

Het tweede fundamenteele onderscheid tusschen de eerste en de tweede proef bestond in de bemesting. De Merapi-aschgrond is een juveniele, rijke grond, die over het algemeen alleen reageert op organische en op stikstof-bemesting. Ik diende echter toch een volledige N.P.K.-bemesting toe aan de eerste potproeven, omdat geen stalmest werd gegeven. Nu is het een algemeen bekende ervaring bij onze tabak, dat fosforzuur de groeisnelheid sterk stimuleert. Waar de kalktoestand o.a. indirect van invloed zou kunnen zijn op den toestand, waarin de fosfaten zich in den grond bevinden, kreeg ik den indruk uit de eerste proeven, dat de extra fosfaat bemesting oorzaak was van een in abnormale proporties naar voren komen van de fosforzuurwerking. Daar ik meende den kalktoestand-invloed onder meer normale cultuuromstandigheden te moeten leeren kennen, liet ik de fosfaat-bemesting vervallen bij de proeven in 1931.

Ook de kalibemesting liet ik weg, omdat kali-behoefte van den Merapi-aschgrond nooit gebleken is. De planten kregen alleen 4 g ammoniumnitraat.

Overigens werd bij de tweede proef dezelfde methodiek gevolgd als bij de eerste. Ook het plantmateriaal was van dezelfde Kanari-lijn afkomstig.

Resumeerende heerschten in de eerste proef (1930) de omstandigheden, die men aantreft kort na bekalking of bezwaveling, bovendien mèt fosforzuur- en kali-bemesting.

De tweede proef (1931) gaf de situatie weer, nadat zich na de kalk- en zwaveltoediening meer een nieuw evenwicht in den bodem heeft ingesteld; hier werd geen fosforzuur- en kali-mest toegediend.

---

2. HET GRONDONDERZOEK.

De kunstmatig gemaakte trappen van calciumhoeveelheden in het adsorptie-complex van den grond, waarop de eerste vegetatieproeven werden genomen, dienden als uitgangspunt bij het zoeken naar een voor ons doel geschikte methode ter bepaling van den kalktoestand.

Hierbij moest grootendeels worden afgegaan op eigen onderzoek, aangezien het geen zin had de in de literatuur vermelde methoden zonder meer over te nemen. Deze zijn toch meerendeels conventioneel, hetgeen wil zeggen, dat ze incidenteel zijn uitgewerkt in verband met de eigenschappen van bepaalde grondtypen en van de daarop overheerschend groeiende gewassen.

De hier volgende inleidende beschouwing geeft den gedachtengang weer, waardoor ik mij liet leiden bij het zoeken naar een landbouwscheikundige methode, die gevoelig genoeg was om verschillen, die in de tabak optraden ook in den grondtoestand te kunnen aanwijzen.

De meeste onderzoekers vinden in het meerendeel der gronden bij humide klimaatsomstandigheden, dat calcium en waterstof in overwegende meerderheid als uitwisselbare kationen in het adsorptiecomplex voorkomen. Vandaar dat velen trachten den verzadigingstoestand te kenmerken door bepaling van de hoeveelheid waterstof-ionen in het complex. Allereerst heb ik daarom hieraan mijn aandacht besteed, ook omdat het aansloot op het succesvolle werk van HUDIG bij de humuszandgronden.

Met de theoretische strijdvraag omtrent het wezen van den uitwisselingszuurgraad, zal ik mij hier niet bezig houden. Met de meerderheid der bodemkundigen, onder aanvoering van WIEGNER (*52*), zal ik aannemen, dat waterstof-ionen als uitwisselbare geadsorbeerde ionen voorkomen. Een kort overzicht van de theorieën en van de resultaten van proeven omtrent den uitwisselingszuurgraad van eenige Java-gronden, heeft VENEMA (*44*) gegeven.

De electrometrische titratie-methode, welke door HUDIG (*16, 17*) met zooveel succes werd ingevoerd voor de zure humuszandgronden, kon als zoodanig voor onze meerendeels neutrale minerale gronden niet overgenomen worden. De titratiecurve had een geheel ander en steiler verloop dan de curve der pH-waarden van den met kalk en van den met zwavel behandelden grond. Voor een deel is dit toe te schrijven aan gebrekkige verdeeling van kalk of zwavel in den grond.

Ook in Europa doet men dikwijls deze ondervinding op. CHRISTENSEN en TOVBORG JENSEN (*3*) o.a. vinden, dat de hoeveelheid kalk, die in het veld de reactie van den grond de gewenschte verandering moet geven, één- tot driemaal de hoeveelheid kan bedragen, welke op het laboratorium uit bufferkrommen wordt berekend. Volgens HUDIG (*18*) is in geval van ideale

menging bij de humuszandgronden de werkingsfactor $\pm$ 1, zoolang men met kalktoestanden lager dan —10 te maken heeft. In plaats van een onzekere werkingsfactor te gebruiken bij de doseering van kalk in de practijk, raadt HUDIG aan geregeld te blijven controleeren.

Dit is echter alleen van belang wanneer men quantitatief de kalkdosis wil vaststellen, die noodig is om een bepaalden kalktoestand te bereiken, wat ons doel niet in de eerste plaats was. Primair was de behoefte aan een nauwkeurig onderscheidingskenmerk der verschillende verzadigingsgraden. Ik kwam er toe dit tenslotte te zoeken in bepalingen van door oplossingen van neutrale zouten uit den grond verdreven waterstof, omdat op deze wijze zuiverder een grenswaarde van de uitwisselbare waterstofionen is vast te stellen, dan in water-suspensies, aangezien men de reactie van het punt der volledige verzadiging niet kent. Dat de titratie tot het neutralisatiepunt in watersuspensies bij humuszandgronden practisch bruikbare resultaten geeft, houdt verband met het zure karakter van dezen grond en met de speciale eischen der gewassen. Bij onze gronden ligt de optimale toestand voor tabak binnen een gebied, dat dichter het punt der volledige verzadiging nadert en boven het neutralisatiepunt ligt.

Hoewel dus de methode HUDIG als zoodanig niet kon worden overgenomen, heb ik vastgehouden aan het principe, om bij de analyses steeds uit te gaan van eenzelfde hoeveelheid actieve bestanddeelen van den grond (klei). Dit is voor het verkrijgen van vergelijkbare waarden noodzakelijk.

De oudere conventioneele methoden ter bepaling van uitwisselbaar waterstof, zooals de hydrolytische zuurgraadbepaling van KAPPEN (*23, 24*) en de uitwisselingszuurgraadbepaling van DAIKUHARA (*23*) zijn eveneens ongeschikt. In de eerste plaats is de onzekere titratiefactor, waarmee men de grenswaarde moet berekenen, een bezwaar. Kortgeleden werd door VENEMA (*46*) het principieel onjuiste van een constante titratiefactor betoogd en de wiskundige beteekenis van deze aanname uiteengezet.

In de tweede plaats kon ik, vooral met den zgn. uitwisselingszuurgraad, onze gronden niet nauwkeurig karakteriseeren, omdat bij ongeveer neutrale en alkalische gronden steeds hetzelfde cijfer, nl. 0.1 cm^3 $\frac{n}{10}$ NaOH per 50 g grond wordt gevonden. Deze hoeveelheid loog is ongeveer noodig om in 125 cm water het omslagpunt van phenolphtaleine te bereiken (volgens CLARK (*4*) tusschen pH 9.5 en 10.5) en wijst dus geenszins op eenige uitwisseling van waterstof uit het adsorptiecomplex.

Hetzelfde is o.a. waar te nemen bij cijfers, die gegeven worden door FRESENIUS (*7*) en door Mejuffrouw NEEB (*38*) in verhandelingen over kalkproeven.

Van een aschgrond suspensie in $\frac{n}{1}$ KCl-oplossing, verhouding 1 : 2.5, zooals bij de DAIKUHARA-bepaling is voorgeschreven, bedraagt de pH 6.

Dit is dus ongeveer de evenwichtstoestand, die in het filtraat heerscht bij de eerste behandeling met KCl. Een oplossing met pH 6, bevat 0.001 mg waterstofionen per liter of 0.000125, rond 0.0001 mg op 125 cm^3. Om dit te neutraliseeren is minder dan $\frac{1}{1000}$ cm^3 $\frac{n}{10}$ NaOH voldoende. De gewone titratie van het filtraat laat ons hier dus in den steek.

Er kon getracht worden de bufferende werking van den grond, in dit geval de potentieele aciditeit, te bepalen door titratie in de suspensie zelf van een oplossing van een neutraal zout, aldus de uit het adsorbens in het dispersiemiddel ontstaande actieve aciditeit wegnemende door toevoeging van loog.

Daar het gebruik van indicatoren is uitgesloten bij een grondspecie, moest worden gebruik gemaakt van de electrometrische titratie. Getitreerd werd tot pH 7, de oorspronkelijke reactie van de neutrale zout-oplossing. Een principieel verschil met de titratie in waterige suspensies is de omstandigheid, dat de reactie van het dispersiemiddel het criterium vormt en niet de reactie van de waterige suspensie van den grond. De pH-meting is dus geheel middel geworden. In uitvoering verschilt deze werkwijze van de methode HUDIG (*16*) alleen door toepassing van een oplossing van een neutraal zout, in plaats van water.

Dat de potentieele zuurgraad van den aschgrond veel grooter is dan het DAIKUHARA-cijfer zou doen vermoeden, bleek na titratie in een KCl-suspensie. Eerst na toevoeging van 3 cm^3 $\frac{n}{10}$ NaOH werd in de suspensie de neutrale reactie bereikt. Ik verwachtte daarom op deze wijze de aschgronden nog te kunnen onderscheiden.

Het is theoretisch niet onverschillig met welk neutraal zout de verdringing plaats heeft, aangezien de verdringingskracht van de kationen der neutrale zouten verschillend is.

Daar $CaCl_2$, waarover ik beschikte een neutrale oplossing gaf, gebruikte ik om deze practische reden dit zout.

Om zoo nauwkeurig mogelijk vergelijkbare cijfers te krijgen, voerde ik de titraties uit met de kleisubstantie, welke eerst door centrifugeeren uit den grond was afgescheiden. Ik ging hierbij te werk volgens de voor Java gecodificeerde methode van MOHR (*35*), met dit onderscheid, dat bij het opschudden der suspensie geen NH_4OH werd gebruikt. Ook wijkt de snelheid van onze electrisch gedreven centrifuge af van het voorgeschreven toerental. Het aantal omwentelingen per minuut bedraagt 600, waaruit valt te berekenen, dat gecentrifugeerd wordt met 65 maal de zwaartekracht. Voor het afscheiden van de deeltjes kleiner dan 5 μ, moest 3 minuten en 10 seconden worden gecentrifugeerd, wat ik empirisch vaststelde door contrôlebepalingen met de vriendelijke hulp van het Bodemkundig Instituut te Buitenzorg.

Eerst bepaalde ik mij tot het onderzoek van de kleideeltjes kleiner dan 5 μ (fractie 8, 9 en 10 volgens MOHR). Later nam ik, om hieronder te omschrijven redenen, fractie 7 (van 5 tot 20 μ) erbij, waarvan ook snel de benoodigde hoeveelheid uit de grondmonsters is af te scheiden met de methode MOHR.

In het kort geresumeerd wordt de titratiebepaling nu als volgt uitgevoerd:

Vier gram afgecentrifugeerde kleideeltjes (kleiner dan 5 μ of kleiner dan 20 μ) worden gedurende 6 uren geschud in vijftig cm³ normaal calciumchloride-oplossing, welke precies neutraal is ten opzichte van broomthymolblauw (pH 7). Van denzelfden grond worden meerdere monsters op deze wijze behandeld met stijgende hoeveelheden $\frac{n}{10}$ natronloog. Na achttien uren staan worden van deze suspensies de waterstofionen-concentratie electrometrisch gemeten met de waterstofelectrode. Die hoeveelheid loog, waarmee pH 7 wordt bereikt, omgerekend in milligram-aequivalenten uitwisselbaar waterstof per gram klei, is de grootheid die wij zoeken.

De kunstmatige trappen van verzadiging in de potproeven waren met bovenomschreven methode goed te onderscheiden tot ver in het alcalische milieu, wat met andere methoden niet mogelijk was. Tabel 2 geeft hiervan een overzicht.

TABEL 2.

Proefobjecten	Milliaequivalenten waterstof per 100 gram klei $< 5\ \mu$.	
	Aschgrond	Laterietgrond
3 Z	34	—
2 Z	28	16
1 Z	20	13
0	11	9
1 K	4	4
2 K	1	3
3 K	—	0

De monsters 2 K en 3 K geven met deze methode practisch geen uitwisseling van waterstof meer. Volgens WIEGNER en PALLMANN (*50, 51, 52*) mogen deze gronden dan geen zuur suspensie-effect meer vertoonen.

Om dit na te gaan bepaalde ik voor den aschgrond de pH van twee suspensies van hetzelfde monster, maar met verschillende verhoudingen grond : water; in de electrode kwam van de eene suspensie viermaal meer grond voor dan van de tweede suspensie. Inderdaad was in het monster 2 K

binnen de fouten der meting geen invloed meer te herkennen van de hoeveelheid grond. Bij de onverzadigde grondmonsters veroorzaakte de grootere hoeveelheid grond daarentegen een hoogere waterstof-ionen concentratie (zuur suspensie-effect), zooals uit de getallen in tabel 3 blijkt.

TABEL 3.

pH aschgrondsuspensie	3 Z	2 Z	1 Z	0	1 K	2 K
0.8 g grond per cm³ water..	3.30	3.58	4.05	7.07	7.97	8.03
0.2 g grond per cm³ water..	3.52	3.75	4.28	7.22	8.13	8.06

Over de methode der electrometische titratie in suspensies van oplossingen van neutrale zouten, vond ik in de literatuur nog het volgende:

GOY, MULLER en ROOS (*11*), die met KCl werken, meten telkens na toevoeging van natronloog, de pH direct met behulp van de chinhydron-electrode. Zij bepalen m.i. niet de eind-reactie en vinden dan ook een pH 7.7 in de KCl-suspensie na toevoeging van een hoeveelheid loog, die correspondeert met den hydrolytischen zuurgraad volgens KAPPEN (behandeling van den grond met een Na-acetaat-oplossing en het titreeren van azijnzuur in het filtraat).

HARDY en LEWIS (*12*) gebruiken $CaCl_2$, maar voor het titreeren calciumhydroxyde. Een bezwaar tegen het calciumhydroxyde is ten eerste het groote quantum, dat men noodig heeft, waardoor het volume te sterk verandert, en ten tweede het opnemen van CO_2.

Een ernstig bezwaar van beide werkwijzen is, dat uitgegaan wordt van een bepaalde hoeveelheid grond, in plaats van het actieve bestanddeel uit den grond. De invloed hiervan kan worden afgelezen uit de door HARDY verkregen cijfers. Hij deelt de onderzochte gronden in naar hun zwaarte en vindt dan grootere waterstofgetallen naarmate de grond rijker is aan klei.

Ook de cijfers van TURNER (*41*), die tropische gronden van Trinidad onderzocht heeft met de methode-HARDY, wijzen in dezelfde richting.

De vergelijkbare waarde van de getallen gaat dus grootendeels verloren door deze fout in de monstername.

Omtrent het meten van de waterstofionen wil ik volledigheidshalve nog het volgende meedeelen. Voor de electrometrische bepaling namen wij bij ons proefstation in gebruik de electro-ionometer, geconstrueerd door Prof. Dr. H. LÜERS (*29*) en fabriekmatig geleverd door de firma F. en M. LAUTENSCHLÄGER te München. Het toestel voldoet in de tropen zeer goed en kan geheel worden bediend door een Javaanschen laborant, die ook de berekeningen uitvoert met behulp van pH-tabellen.

Toestel en personeel worden steeds gecontroleerd door het meten van buffertablet-oplossingen van KOLTHOFF. De ondervinding hierbij is, dat gemiddeld een afwijking in pH van 0.1 wordt gevonden naar den kant van hoogere waterstof-ionen concentraties, dus lagere pH waarden.

Dezelfde waarneming werd gedaan door KORTLEVE en door VAN DILLEN, waarvan VAN HARPEN (*13*) de beteekenis in zijn proefschrift heeft besproken.

Onze metingen werden verricht met de waterstof-electrode, welke weliswaar langer duren dan die met de chinhydron-electrode, maar hiertegenover het voordeel hebben, dat een constante aflezing moet worden verkregen, wat vooral voor het bedienende Javaansche personeel de contrôle vergemakkelijkt. Het bezwaar, dat meer en meer tegen de chinhydron-electrode wordt ingebracht is het sterke verloop, dat bij het meten van sommige gronden optreedt. Volgens HISSINK (*15*) is waarschijnlijk de oorzaak te zoeken in het voorkomen van MnO_2, in een vorm, welke gemakkelijk door chinhydron tot mangano-verbindingen wordt gereduceerd. Ook MC-GEORGE (*32*) wees hier reeds op.

Wij deden bij het meten van laterietgrond-suspensies met chinhydron de ervaring op, dat de potentiaal zóó snel verliep, dat met zekerheid geen betrouwbare pH waarde was te berekenen. WHITE (*48*) vermeldde dezelfde ondervinding.

Bij den aschgrond was het verloop minder snel, maar de pH met chinhydron gemeten was 0.5 hooger dan met de waterstof-electrode.

Uit de waterstof-getallen met de titratie-methode verkregen, kan men slechts de totale basen-verzadiging beoordeelen. Voor het bepalen van den kalktoestand zal men wellicht practisch kunnen volstaan met deze getallen bij gronden, waarin de basen voor 80 à 90% uit calcium bestaan. Indien dit niet het geval is zal men ook de calcium-ionen moeten bepalen.

Over de samenstelling van het basencomplex van onze tabaksgronden moesten wij ons dus allereerst oriënteeren.

Betreffende de methodiek werd met Prof. HUDIG te Wageningen overeengekomen om te trachten ons aan te sluiten bij de richting, welke voor het onderzoek van Nederlandsche kleigronden werd ingeslagen. Dienovereenkomstig werd de percolatie-methode toegepast en als verdringingsmiddel een 2% chloor-ammonium-oplossing gebezigd. Uitgegaan werd van een hoeveelheid grond, die 4 gram klei vertegenwoordigt, waarbij onder klei wordt verstaan de deeltjes kleiner dan 10 μ. Gebruikmakende van de fractie-indeeling volgens MOHR begon ik met de deeltjes kleiner dan 5 μ; later nam ik de fractie van 5–20 μ erbij. De aanname, die hieraan ten grondslag ligt, dat grootere deeltjes geen of weinig uitwisselingsverschijnselen vertoonen, zal echter niet geheel juist blijken te zijn. Om het gevaar te voorkomen, dat hierdoor geen nauwkeurig vergelijkbare waarden verkregen

zouden worden, deed ik het onderzoek aan de klei zelf, nadat deze eerst uit den grond was afgeslibd. De grond zal dus op deze wijze worden gekenmerkt naar eigenschappen, die alleen aan de klei zijn vastgesteld. Dat de grootere deeltjes nog uitwisselbaar calcium bevatten werd duidelijk, na vergelijking van het gehalte aan calcium van de klei alléén, met het gehalte aan calcium van den grond, die dezelfde hoeveelheid klei bevatte. Als verklaring hiervan kan gelden, dat op de grootere deelen nog kleinere deeltjes blijven kleven. Uit één gram aschgrond-klei kleiner dan 5 μ werden verdrongen 0.43 milliaequivalenten calcium, terwijl in een hoeveelheid grond, die één gram klei bevat, 0.69 milliaequivalenten calcium waren aan te toonen. Van alle uitwisselbare kalk wordt dus 62% vastgehouden door de klei-fractie $< 5\ \mu$, waar deze grond voor ongeveer $^1/_6$ gedeelte (17%) uit bestaat. Voor deeltjes $< 20\ \mu$ werd hetzelfde onderzocht, waarbij bleek, dat deze fractie, waar de grond voor $^1/_3$ uit bestaat, 77% van de uitwisselbare kalk gebonden houdt.

Kort samengevat komt de uitvoering van de percolatie-methode op het volgende neer: 4 gram kleideeltjes (kleiner dan 5 μ of kleiner dan 20 μ) worden verdund met 16 g kwartszand (van $\pm$ 125 à 150 μ) om het oppervlak van de klei te vergrooten en daardoor het percoleeren te bevorderen. In buizen van $\pm$ 3 cm diameter en $\pm$ 15 cm lang wordt een propje glaswol gebracht en hierop het mengsel van klei en kwartszand gestort. Door een doorboorde, goed sluitende gummistop, wordt daarna een 2% ammoniumchloride-oplossing uit een standflesch gedruppeld. Van de uitloopende vloeistof wordt tweemaal 100 cm^3 opgevangen, waarin de basen, behalve ammonium kunnen worden geanalyseerd volgens de standaard analysemethoden [1]). De behandeling van het extract geschiedt volgens voorschrift KELLEY en BROWN (*25*).

Ammonium wordt afzonderlijk bepaald door percolatie met $\frac{n}{20}$ zoutzuur, het verdringingsmiddel, dat VAGELER (*42*) op Java in navolging van GEDROIZ toepaste.

Alle uitwisselbare kationen komen niet direct in de eerste 100 cm^3 ammoniumchloride extract voor, wat o.a. een gevolg kan zijn van te geringe verdunning met kwartszand. Wil men de cijfers kunnen vergelijken, dan is het dus noodzakelijk, dat men altijd percoleert door een kolom van dezelfde dichtheid. Men moet dus steeds dezelfde verdunning met kwartszand toepassen. Door het afzonderlijk analyseeren van twee maal 100 cm^3 extract, krijgt men eenige contrôle op de volledigheid der verdringing.

Wij zijn dus overtuigd, dat deze methode, evenals de meeste andere

---

[1]) Gecodificeerde voorschriften voor grondonderzoek 1913, uitgezonderd voor kalium, waarvoor de cobalt-nitriet-methode werd toegepast (*8*).

soortgelijke bepalingen, conventioneel is. Zij geeft echter bruikbare relatieve resultaten, die goede diensten hebben bewezen voor het verkrijgen van een inzicht in de kationen-omwisselings-verschijnselen van asch- en laterietgronden.

In tabel 4 zijn de adsorptiecijfers der grondmonsters van de potproeven (1930) verzameld.

TABEL 4.

Proefobjecten		Milliaequivalenten per 100 gram klei $< 5\,\mu$					
		Ca	Mg	K	Na	NH_4	Al + Fe
Aschgrond	3 Z	33	7	4	17	1	0
„	2 Z	36	8	4	15	1	0
„	1 Z	39	7	4	15	1	0
„	0	43	6	5	20	1	0
„	1 K	55	6	5	16	1	0
„	2 K	63	7	4	16	1	0
Laterietgrond	2 Z	9	11	4	10	1	sporen
„	1 Z	10	12	3	15	1	sporen
„	0	11	12	3	17	1	0
„	1 K	15	13	3	21	1	0
„	2 K	17	12	4	22	sporen	0
„	3 K	20	11	4	19	sporen	0

Mangaan en titaan kwamen in de extracten niet voor.

In tabel 5 vindt men de getallen voor het totaal aan uitwisselbare kationen (adsorptiecapaciteit), verkregen door optelling van de basen en de in tabel 2 vermelde waterstofgetallen.

TABEL 5.

Grondsoort	Som der uitwisselbare kationen in milliaequivalenten per 100 g klei $< 5\,\mu$						
	3 Z	2 Z	1 Z	0	1 K	2 K	3 K
Aschgrond ..	96	92	91	86	86	92	—
Laterietgrond	—	51	54	53	57	58	54

Men tracht nu meestal den grond te kenmerken door de kalk-verzadiging uit te drukken in procenten van de adsorptiecapaciteit.

Dit is eveneens conventioneel, omdat het principe van een constante

adsorptie-capaciteit niet geheel juist is. WIEGNER (*52*) verklaart deze variabiliteit theoretisch op grond van veranderingen in de structuur van het adsorptie-complex. GEDROIZ (*9*) vraagt zich af of niet reeds bij de behandeling, welke het monster ondergaat voor de analyse, de dispersie-graad en daarmee het adsorbeerend vermogen gewijzigd wordt.

De cijfers worden eveneens dubieus, wanneer ook oplossing van basen plaats heeft en men niet zeker is, dat alleen het resultaat van verdringingsverschijnselen wordt bepaald. Dit zou bij voorbeeld de hooge cijfers van 3 Z en 2 K in den aschgrond kunnen verklaren. Bij aanwezigheid van veel koolzure kalk, kunnen de uitkomsten dus slechts wetenschappelijke waarde hebben. Het uitwerken van een juiste, althans practisch bruikbare methode, voor de bepaling der uitwisselbare basen in gronden, die tevens koolzure kalk bevatten, vormde een punt der besprekingen op de Internationale Bodemkundige Congressen te Budapest (*10*) en in Rusland (*15*).

Onze cijfers van tabel 5 toonen echter aan, dat de ingrijpende behandeling van den grond met gebluschte kalk of zwavel een geringen invloed heeft gehad op de verzadigingscapaciteit; de kleine schommelingen in de cijfers kunnen op rekening van analyse-fouten worden geschoven. Commentaar bij het groote verschil tusschen aschgrond en laterietgrond zal worden gegeven in hoofdstuk III.

Het bepalen van de verzadigingscapaciteit door analyse van ieder kation afzonderlijk is echter veel te omslachtig om toegepast te kunnen worden voor een uitgebreid onderzoek in de praktijk, vandaar, dat diverse eenvoudiger methoden zijn uitgewerkt.

Volgens een dezer methoden, voor Europeesche gronden toegepast, wordt de grond eerst verzadigd met calciumhydroxyde, en daarna de opgenomen kalk met NH_4Cl verdrongen. Ik paste deze methode voor onze gronden toe en ging hierbij nauwkeurig omschreven als volgt te werk: een percolatie-buis werd op dezelfde wijze als bij de bepaling van uitwisselbaar calcium, met een mengsel van 4 g kleideeltjes $< 5\ \mu$ en 16 g kwartszand gevuld. Nu werd zoo lang een oplossing van calciumhydroxyde op den grond gedruppeld tot de uit de buis loopende vloeistof dezelfde titer had als erop druppelde, hierbij zorgdragende, dat de buis goed afgesloten werd, zoodat geen calciumcarbonaat gevormd kan worden door opname van koolzuur uit de lucht. Alle overmaat vrij calciumhydroxyde werd daarna met koolzuur-vrij water uitgewasschen, en vervolgens de uitwisselbare kalk bepaald op boven reeds omschreven wijze.

Door het peptiseeren van de klei met de loog-oplossing liep een troebele vloeistof door, wat een verlies van adsorbeerende bestanddeelen beteekende. In plaats van glaswol werd daarom filtreerpapier gebruikt, dat conisch opgevouwen in de buis werd geschoven. De gedispergeerde klei ging hier niet doorheen.

Een ernstig bezwaar tegen deze werkwijze is de lange tijd, soms eenige dagen, noodig voor het uitwasschen van de overmaat hydroxyde. De langs dezen weg gevonden adsorptiecapaciteit voor calcium bedroeg per gram klei (kleiner dan 5 μ) in den aschgrond 0.61 milliaequivalenten en in den laterietgrond 0.33 milliaequivalenten, beduidend minder dus dan het totaal der uitwisselbare kationen.

Voor het vaststellen der totale adsorptiecapaciteit kwam mij de methode VAGELER (*42*) aantrekkelijker voor, omdat de juistheid van den mathematischen grondslag dezer methode door VENEMA (*43*) nog eens werd geverifieerd, terwijl ook reeds vele Java-gronden ermede zijn onderzocht.

Het bepalen van slechts twee titratie-getallen is echter riskant, omdat men geen contrôle heeft op de uitkomst, daar slechts één cijfer voor de grenswaarde is te berekenen.

Ik bepaalde daarom drie punten van de kromme, waaruit drie grenswaarden en het gemiddelde ervan berekend kunnen worden. Bovendien moeten de reciproken van deze drie S-waarden theoretisch op een rechte lijn liggen; practisch is het echter moeilijk de bepalingen zoo nauwkeurig uit te voeren.

De analyse geschiedde als volgt: driemaal één gram klei werden respectievelijk met 25, 50 en 100 cm³ $\frac{n}{20}$ HCl gedurende één uur geschud. Na filtratie werd van elke oplossing een aliquoot gedeelte getitreerd met $\frac{n}{100}$ NaOH en broomthymolblauw en de titratie omgerekend in milliaequivalenten op de geheele hoeveelheid HCl, die gebruikt werd.

Uit de verkregen titratiegetallen S_1, S_2 en S_3 zijn de getallen voor de grenswaarde S te berekenen; uit S_1 en S_2 en uit S_2 en S_3 volgens de formule $S = \frac{S_1 \times S_2}{2\,S_1 - S_2} = \frac{S_2 \times S_3}{2\,S_2 - S_3}$, omdat de gebruikte hoeveelheden HCl zich verhouden als 1 : 2. Voor de berekening uit S_1 en S_3 kan uit de meer algemeene formule afgeleid worden, dat $S = \frac{3\,S_1 S_3}{4\,S_1 - S_3}$; zie VENEMA (*43*).

Bij de grenswaarde S (totale hoeveelheid basen) moet het waterstofgetal worden opgeteld om de totale adsorptiecapaciteit te verkrijgen. Met deze methode werd voor den aschgrond per 100 g klei $< 5\,\mu$ gevonden 102 milliaequivalenten, wat vrij goed klopt met de door percolatie met NH_4Cl en optelling der kationen berekende adsorptiecapaciteit (tabel 5). Dat de laatste wat lager was kan een aanwijzing zijn, dat met de percolatie-methode niet alle basen geheel verdrongen werden. Hierbij valt echter tevens te bedenken, dat de S-waarde van VAGELER, in zuur milieu wordt bepaald, door het werken met HCl, wat een andere dispersiegraad (en ook adsorptiecapaciteit) tengevolge kan hebben, dan met NH_4Cl.

Kort samenvattend worden dus met de hierboven omschreven methoden de volgende kenmerkende waarden voor de onderzochte grondsoorten bepaald:

1. Adsorptiecapaciteit, uitgedrukt in milliaequivalenten per 100 g klei $< 5\ \mu$ of $< 20\ \mu$.

2. Kalkverzadiging = uitwisselbaar calcium in procenten van de adsorptie-capaciteit.

3. Basenverzadiging = uitwisselbare basen in procenten van de adsorptiecapaciteit.

De resultaten, die de toepassing dezer methoden opleverden zullen in de volgende hoofdstukken ter sprake komen.

III. BESCHRIJVING DER GRONDSOORTEN.

Hier zullen de eigenschappen worden besproken van den aschgrond en van den laterietgrond, waarmede de potproeven werden genomen.

Van de hand van DE VRIES (*47*) verscheen reeds een Mededeeling van ons Proefstation over den grond in de Vorstenlanden, waarin de ideale eigenschappen van de fijnste aschgronden voor de tabakscultuur zijn beschreven.

De aschgrond voor de potproeven was afkomstig van de onderneming WEDI-BIRIT ten Zuiden van de dessa KOENTOELAN.

De gebruikte laterietgrond komt in zuiveren vorm in het tabaksareaal niet voor en is dus als zoodanig niet van direct belang voor de cultuur. In hoofdstuk I werd reeds toegelicht, dat de oriënteerende proef met dezen senielen vulkanischen grond werd genomen als vergelijkingsobject, in tegenstelling met den juvenielen aschgrond, om op deze wijze eenig inzicht te krijgen in een eventueel verband, dat in den grond te vinden zou zijn tusschen verweering, basentoestand en gedrag ten opzichte van de tabak.

Voor de potproeven werd de laterietgrond gehaald van den rand van het Zuidergebergte, boven de onderneming WANOEDJOJO en nabij de dessa PATOEK.

De thans volgende analysecijfers van deze gronden geven ons een indruk van de samenstelling in luchtdrogen toestand.

TABEL 6. CHEMISCHE ANALYSE.

	Merapi-aschgrond	Laterietgrond
Vocht (gedroogd bij 105° C.).....	2.760%	5.630%
Totaal stikstof	0.070%	0.059%
P_2O_5 in 23% HCl	0.155%	0.021%
P_2O_5 in 2% citroenzuur	0.071%	sporen
K_2O in 23% HCl	0.056%	0.021%
CaO in 23% HCl	0.806%	0.146%
CaO in 10% NH_4Cl	0.269%	0.137%
CaO in 10% NaCl.....	0.190%	0.123%
pH van watersuspensie (1:2.5)....	7—7.5	5.5—6

Andere eigenschappen zijn af te leiden uit de resultaten der slib-analyse, welke evenals de Atterbergsche consistentiecijfers, bereidwillig voor ons werden bepaald door het Bodemkundig Instituut van het Algemeen Proefstation voor den Landbouw te Buitenzorg, omdat ons laboratorium destijds nog niet ingericht was voor dit analyse-werk. Voor de beteekenis der consistentiecijfers volgens ATTERBERG zij verwezen naar de verhandeling hierover van MOHR (*36*). Al deze conventioneele gegevens, aan welke, voor het kenmerken van het productievermogen van gronden weinig waarde moet worden toegekend, zijn hier alleen vermeld om het groote verschil aan te geven, tusschen de eigenschappen van den aschgrond en van den laterietgrond.

TABEL 7. MECHANISCHE ANALYSE.

Fractie-indeeling	Grootte der deeltjes	Procenten van de droge stof			
		Aschgrond		Laterietgrond	
Klei	$<1/2\mu$	2.32	17,0	47.16	72,0
Fijn stof	$1/2$–2 μ	5.40		15.07	
Middel stof	2–5 μ	9.01		10.38	
Grof stof	5–20 μ	17.32	39,4	8.62	17,1
Stof zand	20–50 μ	22.06		8.43	
Zeer fijn zand	$1/20$–$1/10$ mm	16.19	43,6	5.42	10,9
Fijn zand	$1/10$–$1/5$ mm	11.32		3.23	
Middel zand	$1/5$–$1/2$ mm	10.18		1.38	
Grof zand	$1/2$–1 mm	3.93		0.43	
Zeer grof zand	1–2 mm	2.01		0.42	
		99.74		100.54	

TABEL 8. ATTERBERGSCHE CONSISTENTIE-CIJFERS.

		Vocht in procenten van de droge stof	
		Aschgrond	Laterietgrond
I	Vloeigrens	33.1	65.1
II	Uitrolgrens	25.8	44.4
III	Hechtgrens	22.4	40.7
IV	Kleefgrens	37.7	49.6
V	Omslagpunt	4.9	21.4
I—V	Max. watervoorraad	28.0	44.0
IV—II	Bewerkbaarheid	12.0	6.0
I—II	Plasticiteit	7.0	21.0
IV— I	Surplus	+ 5.0	—15.0

Adsorptie-cijfers werden reeds vermeld in de tabellen 2, 4 en 5.

Eenige der analyse-uitkomsten behoeven nadere bespreking.

Typische verschillen tusschen aschgrond en laterietgrond treden op in de kalkcijfers en in de fosforzuurcijfers.

Het groote verschil tusschen kalk, oplosbaar in 23% HCl en kalk, geextraheerd met 10% NH_4Cl uit den aschgrond, komt in den laterietgrond niet voor. Uit dezen senielen grond is dus bijna alle kalk met 10% NH_4Cl te extraheeren. Daarnaast vinden wij een absolute armoede aan fosforzuur in tegenstelling met den aschgrond, die veel fosforzuur bevat. Daar het in 2% citroenzuur oplosbare fosforzuur in onze tabaksgronden als een aanwijzing is te beschouwen voor het gehalte aan onverweerde mineralen, kan dit eveneens dienen om de verschillen tusschen kalk in 23% HCl en kalk in 10% NH_4Cl te verklaren, een verband, dat door TOLLENAAR (*40*) kon worden aangeduid.

Deze opvatting wordt bevestigd door de mineralogische analyse van de zandfracties uit den aschgrond en uit den laterietgrond, waarover het Bodemkundig Instituut de volgende aanteekeningen maakte:

> „Aschgrond: Hiervan bestaan de zandfracties, uitmakende 43.6% van den drogen gezeefden grond, uit zeer veel kalkrijke plagioklaas (labradoriet) met daarnaast augiet, magnetiet en vulkanisch glas en verder wat hoornblende, zoowel bazaltische als gewone, hypersteen en iets olivijn en kwarts, terwijl vrij veel andesietgruis en ook wat puimsteenstukjes werden aangetroffen. Deze samenstelling is die van het zand van gewonen Merapi-aschgrond, nl. augiet-andesitisch.
>
> Laterietgrond: De zandfracties van dezen ouden laterietgrond, die 10,9% van den drogen gezeefden grond uitmaken, bevatten, zooals te verwachten is, hoofdzakelijk verweeringsproducten, w.o. ijzerconcreties. Overigens komen er nog in voor relatief veel magnetiet, wat vulkanisch glas en enkele kristallen kwarts, plagioklaas (andesiet en labradoriet), gewone hoornblende, hypersteen, augiet en ilmeniet. Tenslotte zijn nog enkele stukjes andesiet aangetroffen."

In hoeverre de verweering van invloed is op de adsorptie-verschijnsels wordt duidelijk uit de getallen der tabellen 4 en 5. De adsorptie-capaciteit van een gram klei uit den laterietgrond bedraagt ongeveer de helft van die uit den aschgrond. Dat door lateritische verweering, de verhouding $SiO_2 : Al_2O_3 + Fe_2O_3$ in den grond en hiermede het adsorbeerende vermogen gewijzigd wordt, is o.a. door KAPPEN (*24*) en MATTSON (*31*) aangetoond en door WIEGNER (*52*) verklaard op grond van veranderingen in de structuur van het adsorptiecomplex.

De waterstofgetallen geven aanleiding tot de volgende opmerkingen.

Met kalk alcalisch gemaakten grond bleek nog waterstof te kunnen uitwisselen (zie tabel 2), dus niet geheel met basen verzadigd te zijn. Eerst

bij bekalking tot pH 8 (in watersuspensie bepaald), bleek de grond geen waterstof meer uit te wisselen. Dat onverzadigde gronden niet noodzakelijk zuur behoeven te reageeren wordt door KELLEY en BROWN (*26*) verklaarbaar geacht op grond van de aanwezigheid van silicaten (veldspaten) en van $CaCO_3$, die door hydrolyse alcalische oplossingen geven.

Met deze opvatting neem ik aan, dat na bekalking de alcalische reactie gehandhaafd blijft door de vorming van kleine hoeveelheden koolzure kalk.

Volgens WIEGNER (*49*) bevat een verzadigde oplossing van $CaCO_3$ bij het gemiddelde CO_2-gehalte van de lucht, 60 mg per liter met een pH 8.5 zoodat een gehalte van 0.015% aan koolzure kalk in den grond reeds voldoende is om een suspensie 1 : 2.5 een pH van 8.5 te verleenen.

Zulke kleine hoeveelheden zijn niet meer quantitatief te bepalen met de op Java gecodificeerde methode van GEISSLER.

In den grond uit de potten waren wel qualitatief sporen $CaCO_3$ aan te toonen, zoodat ik aanneem, dat deze de oorzaak zijn der alcalische reactie. Het feit, dat nooit hoogere pH-waarden dan 8.4 worden gevonden in onze gronden maakt deze aanname waarschijnlijk en in overeenstemming met de bufferende werking van $CaCO_3$.

Wanneer er nog zooveel werkzame koolzure kalk in den grond is, dat het adsorptiecomplex volledig verzadigd is, zal geen waterstof uitgewisseld worden met calciumchloride, en zal geen zuur suspensie-effect waar te nemen zijn. Dit moet beschouwd worden als de oorspronkelijke natuurlijke toestand van het complex en is dus te signaleeren met de waterstofgetallen.

Dat deze toestand in werkelijkheid bestaan kan heb ik kunnen nagaan aan de in Klaten opgevangen asch, tijdens de jongste uitbarsting van den Merapi in December 1930.

Deze asch gaf in watersuspensie een pH van 8.5, veranderde de reactie van een $\frac{n}{1}$ calciumchloride-oplossing niet en vertoonde geen zuur suspensie-effect, zooals uit onderstaande cijfers blijkt.

Suspensie van Merapi-asch:	pH:
0.8 g per cm^3 water	8.46
0.2 g per cm^3 water	8.49

De aschregen is echter niet de eenige wijze, waarop het materiaal voor onze gronden wordt aangevoerd. Het langs de vulkaanhellingen naar beneden gespoelde slib (lahar) heeft daarin een belangrijk aandeel. En de eerst aangevoerde modder reageerde de eerste dagen na de uitbarsting, in tegenstelling met de asch, zuur. Groote hoeveelheden sulfaat waren in dit slib aan te toonen, waarvan de pH 4–5 bedroeg. Wij mogen dus aannemen, dat bij een vulkanische uitbarsting al direct een verlies aan basen begint in de lahar door het tegelijk gevormde zwavelzuur. Enkele adsorptiecijfers van

de fijnere fracties $< 20\,\mu$ uit de Merapi-asch van aschregen en lahar (tabel 9) mogen deze opvatting waarschijnlijk maken.

TABEL 9.

Versch Merapi-materiaal	Adsorptie-capaciteit [1])	Kalk-verzadiging	Basen-verzadiging
Aschregen	100	34	100
Lahar	41	46	80

Tenslotte moet nog worden gewezen op het verschil in de onderlinge verhouding van de basen tusschen aschgrond en laterietgrond.

In den laterietgrond neemt natrium ten opzichte van calcium een veel grootere plaats in dan in den aschgrond.

[1]) Bepaald volgens de methode-VAGELER.

IV. RESULTATEN DER PROEVEN.

1. POTPROEVEN IN HET OOGSTJAAR 1930/1931.

Direct nadat de tabak van de potten was afgeoogst, werden monsters van den grond en van het drainage-water genomen, waarvan het onderzoek de volgende gegevens opleverde:

TABEL 10. RESULTATEN VAN HET GRONDONDERZOEK.

	3 Z	2 Z	1 Z	0	1 K	2 K	3 K
Aschgrond:							
Kalkverzadiging van de klei < 5 μ (zie blz. 23)	34	39	43	50	64	68	—
Basenverzadiging van de klei < 5 μ (zie blz. 23)	65	70	78	87	95	99	—
pH grondsuspensie (1 : 2.5)	3.6	3.8	4.5	7.5	7.9	8.0	—
Percentage P_2O_5 in 2% citroenzuur	0.111	0.110	0.105	0.098	0.093	0.082	—
Laterietgrond:							
Kalkverzadiging van de klei < 5 μ (zie blz. 23)	—	18	19	21	27	35	37
Basenverzadiging van de klei < 5 μ (zie blz. 23)	—	68	75	83	93	94	100
pH grondsuspensie (1 : 2.5)	—	3.6	4.1	6.0	7.5	7.8	7.9
Percentage P_2O_5 in 2% citroenzuur	—	sporen	sporen	sporen	sporen	sporen	sporen

Wij zien in de eerste plaats, dat de gevolgen van de kalkgiften met de verzadigingsgetallen veel duidelijker te onderscheiden zijn, dan met de pH-waarden der grondsuspensies.

In de tweede plaats geven de fosforzuurcijfers een aanwijzing, dat door toevoeging van kalk de hoeveelheid in 2% citroenzuur oplosbaar fosforzuur afneemt. De meeningen der bodemkundigen loopen uiteen over den invloed van bekalking op de opname van fosforzuur. Om dit vraagstuk voor onze gronden op te lossen zou een verdergaand onderzoek noodig zijn.

TABEL 11. DRAINWATER-SAMENSTELLING IN MG PER LITER.

	SiO_2	$Al_2O_3+Fe_2O_3$	CaO	MgO	K_2O	P_2O_5	Cl	SO_3	pH
Aschgrond:									
3 Z.....	155	488	732	507	93	sporen	95	3038	3,7
2 Z.....	108	156	767	66	65	„	93	2507	4,4
1 Z.....	58	12	485	190	38	„	44	1274	4,7
0	23	11	45	16	23	„	16	2	8,4
1 K	22	6	123	26	31	„	21	65	8,7
2 K	28	4	132	34	33	„	39	72	8,7
Laterietgrond:									
2 Z.....	260	2693	793	429	92	„	77	3304	3,4
1 Z.....	128	219	749	296	82	„	56	1991	4,3
0	45	15	35	14	69	„	21	15	8,3
1 K	25	7	210	43	74	„	67	70	8,7
2 K	33	4	255	36	72	„	74	66	8,6
3 K	18	6	280	30	77	„	70	57	8,6

HEUSER (14) komt, na bepaling van de oplosbaarheid van het fosforzuur met behulp van electro-ultra-filtratie, tot de volgende samenvatting: „Der Anteil an leichtlöslichen Phosphorsäure ist entsprechend den verschiedenen hohen Aetzkalkgaben zum Teil bedeutend herabgesetzt worden." Het is echter de vraag of electro-ultra-filtratie betrouwbare aanwijzingen kan geven, aangezien de ondervindingen met deze methode op het Proefstation te Berlin-Lichterfelde, naar men mij aldaar mondeling mededeelde, geleerd hebben, dat de uitkomsten afhankelijk zijn van de filtratiesnelheid.

Ik onderzocht de grondmonsters der potproeven ook op in water oplosbaar fosforzuur, door behandeling van den grond met gedestilleerd water gedurende 24 uur in een thermostaat bij 50°, en bepaling van het P_2O_5 in het filtraat met de molybdeenblauw-methode, zooals door HUDIG en HETTERSCHY (*20*) in Nederland bij humuszandgronden wordt toegepast. Waarschijnlijk echter geeft deze methode alleen practische resultaten bij koolzuur ontwikkelende humusgronden. Bij den laterietgrond was hiermede, zooals verwacht werd, niets te bereiken; het fosforzuurgehalte in water was, evenals in citroenzuur, nihil. Maar ook bij den aschgrond konden de cijfers geen nieuw inzicht verschaffen, omdat de zeer geringe hoeveelheden fosforzuur, die uit onze aschgronden in water oplossen, grillig van elkaar afweken.

In een continue reeks van kalktoestand-gradaties zou men een zekere

Plaat 1. Physiologisch ziekteverschijnsel bij tabak op door zwavel verzuurden laterietgrond.

Physiological disease of tobacco on acidified laterite soil.

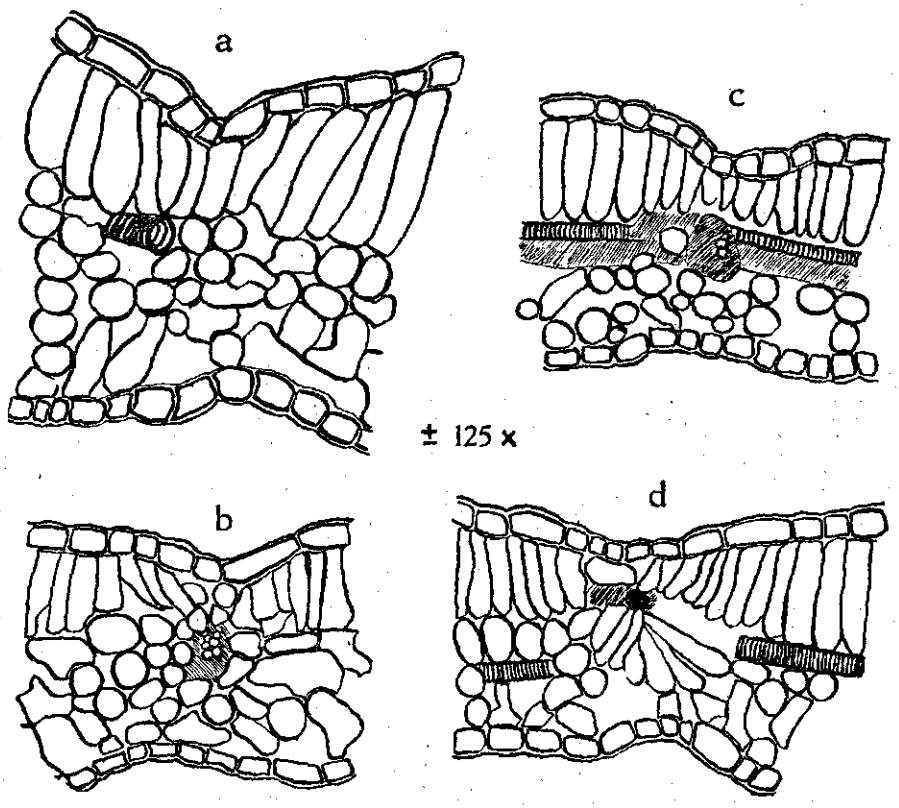


Fig. 1. Dwarse bladdoorsneden van het physologische ziektesymptoom bij tabak.

Anatomy of leaves with physiological disease as a consequence of soil-acidification.

a. Vlak boven en onder het enkele ringvat is het mesophyl (vooral het pallisadenweefsel) samengeschrompeld.

b. Samenschrompeling van het weefsel boven en onder een vaatbundelstreng. De houtvaten zijn nog intact, doch de rest der vaatbundelstreng (houtparenchym en zeefgedeelte) is ineengevallen (gearceerd).

c. Als vorig, doch langs het overlangs geraakte houtvat zijn doode ineengevallen weefseldeelen zichtbaar.

d. Verder stadium, waarbij ook het xyleem geheel ineengevallen is (dwars geraakte vaatbundel).

regelmaat in de P_2O_5-getallen mogen verwachten; hiervan is nu bij de in water oplosbare P_2O_5-gehalten geen sprake, wel bij de citroenzuurcijfers. Voorloopig zullen wij ons daarom bij de citroenzuurmethode houden, in afwachting van een onderzoek met andere methoden.

In het drainage-water van de potten waren slechts sporen fosforzuur aan te toonen. Wel bleek, dat door zwavelbehandeling naast groote hoeveelheden kalk, ook andere minerale bestanddeelen werden uitgedreven. IJzer en aluminium kwamen in den zuren grond in sterke beweging, vooral in den laterietgrond.

Ook werden door bekalking andere ionen verdrongen, waarbij de sterke anionenuitspoeling opvallend was, in het bijzonder uit den laterietgrond. De grootere bewegelijkheid van het chloor kon verwacht worden van beteekenis te zijn voor de brandbaarheid van de tabak.

Uit de adsorptie-cijfers bleek verder, dat verdringing van kalium en natrium in geringe mate plaats had. De opname van calcium in het adsorptiecomplex ging voornamelijk ten koste van waterstof en omgekeerd. Dit maakte het waarschijnlijk, dat voor het kenmerken dezer gronden practisch volstaan zou kunnen worden met de bepaling van deze meest veranderlijke factoren, kalkverzadiging en uitwisselbaar waterstof.

De uitwerking op de tabak van de verschillende kalk- en zwavelgiften was duidelijk waar te nemen aan de volgende verschijnsels:

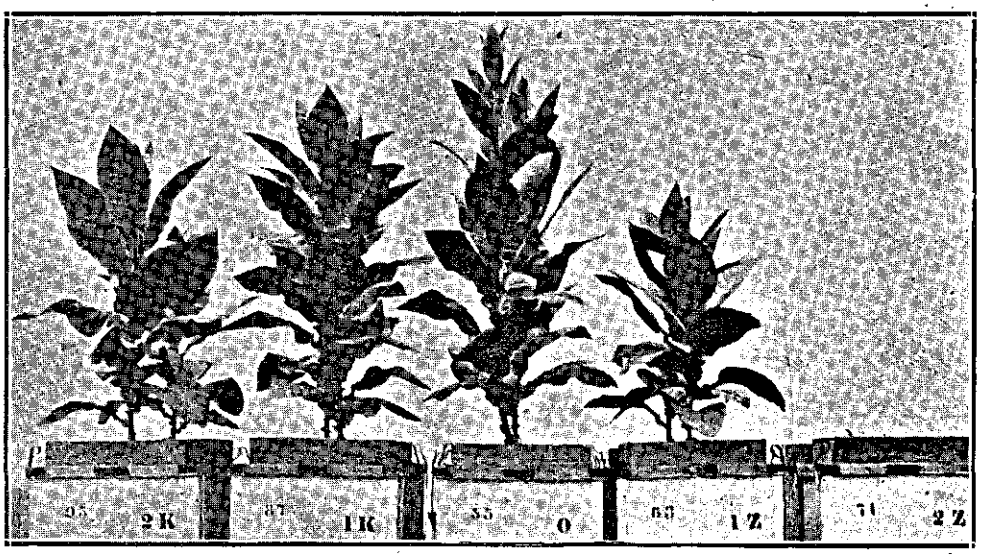
1e. Een beschadiging op den door zwavel verzuurden grond.
2e. Een groei- en bloeivertraging.
3e. Een kwaliteitsverandering van het gefermenteerde blad.

1e. *Beschadiging op den door zwavel verzuurden grond.*

Alleen in de 1 Z-potten bleven de planten leven; de grootere hoeveelheden zwavel bleken doodelijk te zijn.

De 1 Z-planten ontwikkelden zich echter niet normaal, maar bleven achter, tengevolge van een physiologisch ziekteverschijnsel. Wanneer de ziekte begint ziet het blad er onegaal gevlekt uit. Worden de symptomen ernstiger dan worden de gele vlekjes roodbruin en tenslotte vallen er gaten in (plaat 1).

Microscopisch onderzoek (fig. 1*a*–*d*) doet zien, dat reductie en invallen van het weefsel juist voorkomt plaatselijk vlak boven en onder de tertiaire nerven. Meestal is het pallisaden-weefsel het sterkst ingeschrompeld en het sponsparenchym wat minder. Het zeefvaten-gedeelte van vaatbundelringen is tevens veelal verschrompeld. Het maakt dus den indruk of een plaatselijk schadelijke invloed van uit de opstijgende waterige oplossing in de houtvaten op den groei van het mesophylweefsel is uitgegaan. De analysecijfers van het drainagewater deden vermoeden, dat het in beweging



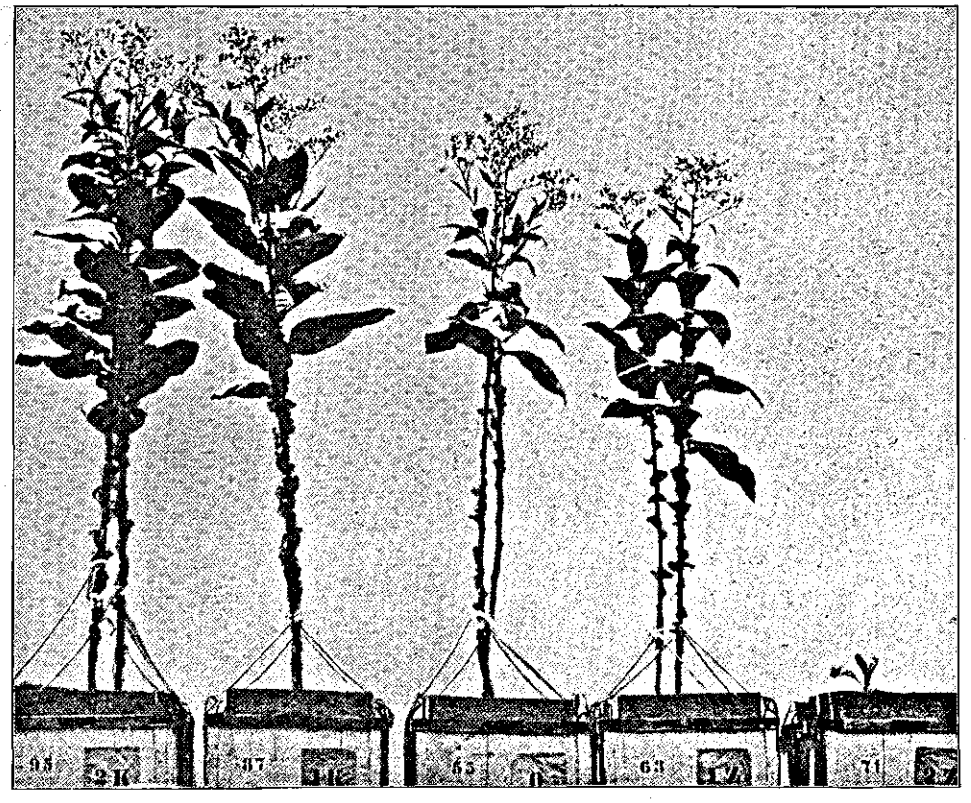


Foto 3 en 4. Stand van de verschillende aschgrond-objecten op 21 Nov. en 22 Dec. 1930.
Effect of lime (K) and sulphur (Z) on growth of tobacco on ash-soil.

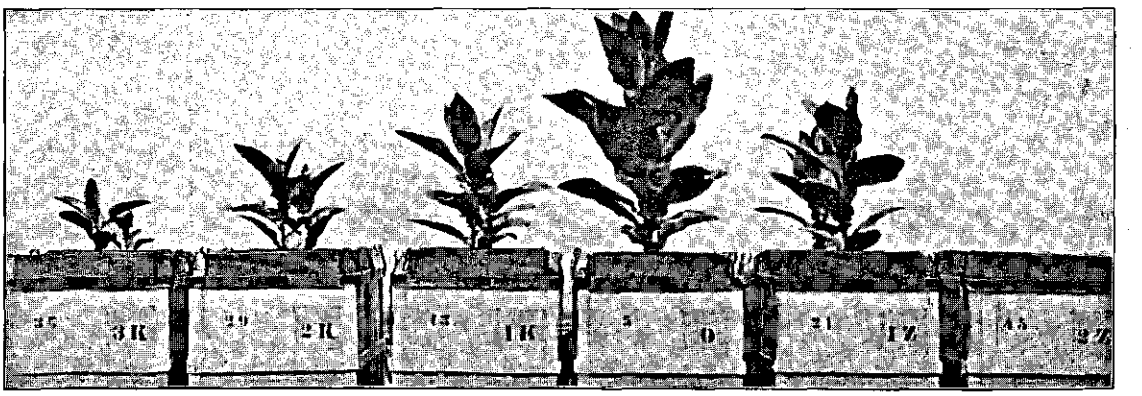


Foto 5. Stand van de verschillende laterietgrond-objecten op 21 November 1930.
Effect of lime (K) and sulphur (Z) on laterite soil.

komen van aluminium en ijzer de oorzaak was van het sterven en ziek worden op den met zwavel behandelden grond.

Mejuffrouw MES (*33*) beschrijft soortgelijke verschijnsels als gevolg van fosforzuurgebrek en ook van ijzer-beschadiging als indirecte oorzaak van fosforzuurgebrek.

Bij de Deli-tabak is een dergelijk ziektebeeld bekend onder den naam van roode-roest. JOCHEMS (*21*) noemt het een ernstige kwaal, die speciaal op roode heuvelgronden veel voorkomt. De aantasting was bij ons ook op den laterietgrond het hardnekkigst. Op den aschgrond verdween de ziekte naarmate de planten ouder werden. Naar men mij verleden jaar in Deli persoonlijk mededeelde, verdwijnt de roode roest-ziekte dikwijls na bemesting met thomasslakken. Volgens VENEMA (*45*) zou men hierin ook een aanwijzing kunnen zien, dat de roode roest een aluminium- of ijzervergiftigingsverschijnsel is, welke door de indirecte werking van de fosfaatbemesting (vorming van slechtoplosbare ijzer-aluminium-fosforzuurverbindingen) opgeheven wordt.

2e. *Groei- en bloeivertraging.*

De groeivertraging tengevolge van bekalking van den aschgrond, wordt duidelijk gedemonstreerd op de foto's 3 en 4, en komt tot uiting in het verloop van de bladvorming, zooals in fig. 2 voor verschillende data grafisch is uitgezet, eveneens voor den met zwavel behandelden grond.

Ook op den laterietgrond was een dergelijk verloop waar te nemen (foto 5).

Eerst nadat de O-planten reeds eenigen tijd in bloei stonden, haalden de andere planten deze in en maakten tenslotte evenveel of meer bladen.

Bleek dus aanvankelijk de groeicurve op den aschgrond een optimum te hebben bij den onbehandelden grond, op het einde werd dit verlegd naar den bekalkten grond.

Op den laterietgrond was het verloop anders, doordat de 3 K-planten tot het einde toe achterbleven. De hoogte-metingen op het einde der proef geven hiervan een indruk.

TABEL 12. GEMIDDELDE HOOGTE DER PLANTEN IN METERS.

	1 Z	O	1 K	2 K	3 K
Aschgrond	1.89	2.18	2.30	2.30	—
Laterietgrond	1.93	2.09	1.95	2.00	1.63

De gemiddelde data van in knop schieten zijn in figuur 3 uitgezet. Hierbij ziet men dezelfde vertraging als bij de bladvorming, terwijl tevens

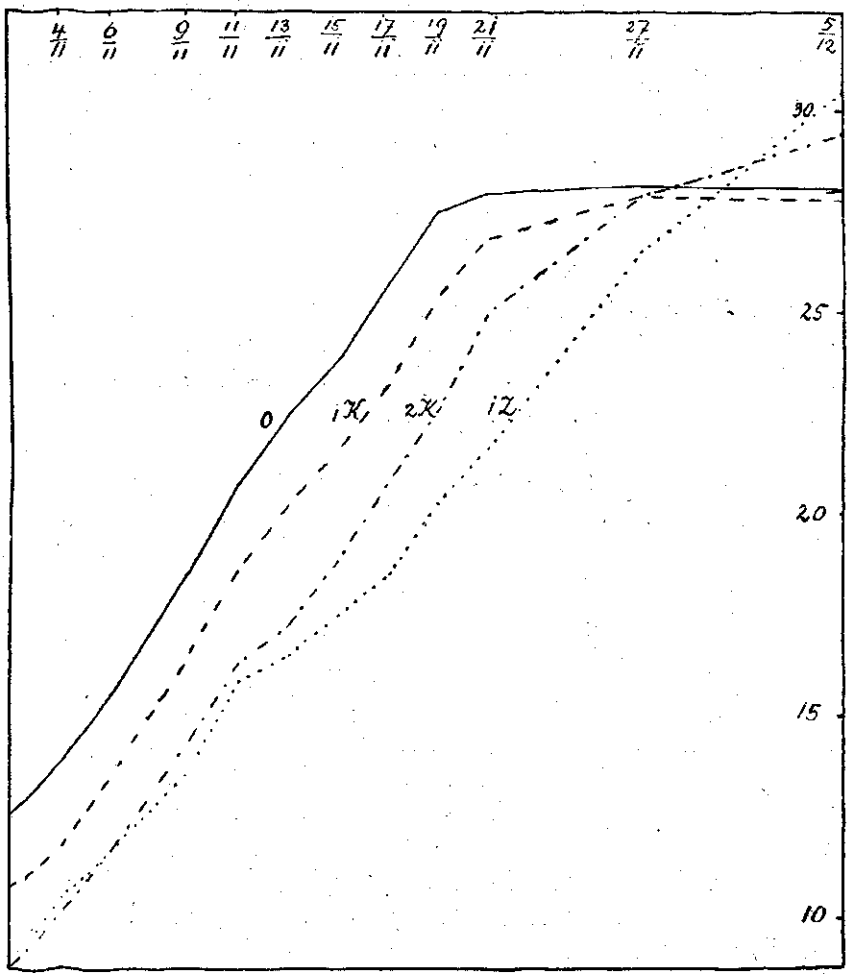


Fig. 2. Aantal bladen per plant op verschillende data bij diverse kalktoestanden van den aschgrond.

Number of leaves per plant at different data and different graduations of lime-status.

in het oog springt, dat de bloeiperiode der planten op den laterietgrond later viel dan op den aschgrond, hoewel op denzelfden datum geplant werd (10 Oct. '30).

De opbrengst-curve op den aschgrond had geen duidelijk verloop. Alleen de zieke 1 Z-planten gaven een lagere opbrengst.

Op den laterietgrond gaven de O-planten echter betrouwbare meer-opbrengsten. Een en ander blijkt uit onderstaande productiecijfers:

TABEL 13. GEMIDDELDE OPBRENGST AAN GROEN BLAD IN GRAMMEN PER PLANT [1]).

	1 Z	O	1 K	2 K	3 K
Aschgrond	673.1	798.1	773.7	803.7	—
Laterietgrond	480.6	567.5	445.6	465.6	325.0

Ook wat de stamdikte betreft werden dezelfde verschillen verkregen als in bladopbrengst. De grootste dikte der stammen werden op het einde der proef gemeten op drie plaatsen t.w. op $^1/_2$, op $^1/_3$ en op $^1/_6$ van de hoogte, gerekend van af den grond en tot den hoogsten zaadbol. Duidelijkheidshalve worden hier alleen de metingen op $^1/_3$ van de hoogte vermeld, aangezien op de andere twee plaatsen dezelfde verschillen werden geconstateerd.

TABEL 14. STAMDIKTE OP $^1/_3$ VAN DE HOOGTE IN MM.

	1 Z	O	1 K	2 K	3 K
Aschgrond	19.3	23.5	23.7	22.9	—
Laterietgrond	17.7	20.4	16.9	17.4	14.7

Men zou dus bij den laterietgrond kunnen spreken van een productie-curve met een optimum bij den onbehandelden grond en met verminderde opbrengsten, zoowel naar den kant der lage als der hooge kalktoestanden.

Dat op den aschgrond bij de hooge kalktoestanden, niettegenstaande een grooter aantal bladen, geen opbrengst vermeerdering viel waar te nemen, was een gevolg van iets kleinere lengten der bladen.

De bladbreedte onderging geen invloed van den kalktoestand.

Ook in de practijk is het verschijnsel bekend, dat de tabak een lateren

[1]) Opbrengsten aan gefermenteerd blad kunnen niet nauwkeurig worden opgegeven, omdat eenige blaadjes in de fermentatie-stapels wegraakten.

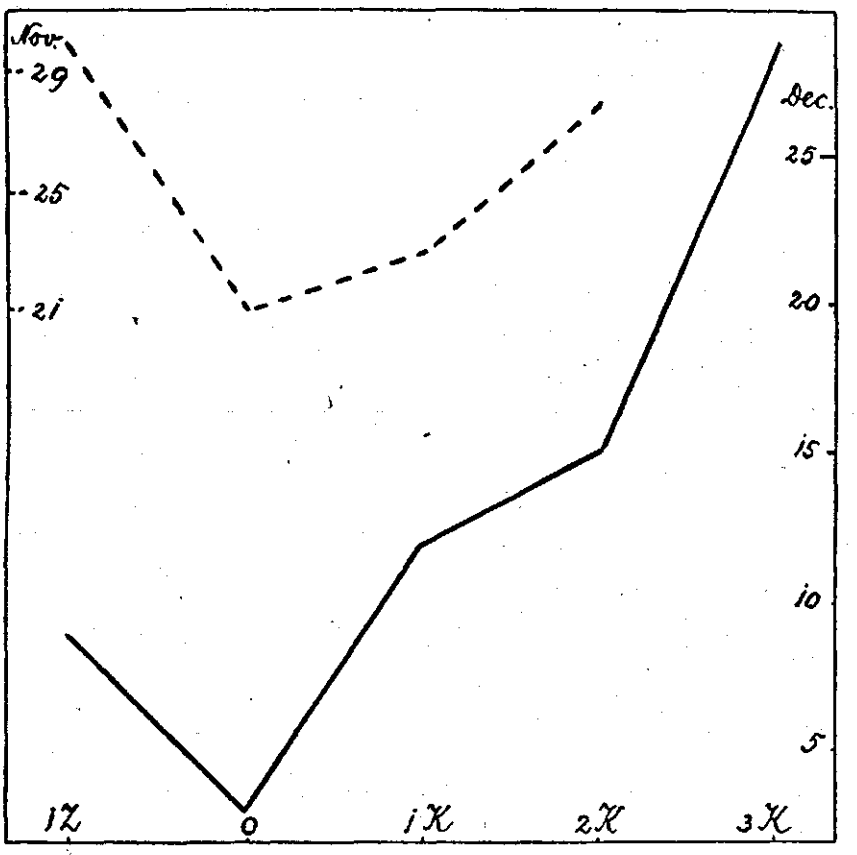


Fig. 3. Gemiddelde datum van in bloei schieten bij verschillende kalktoestanden van aschgrond (gestippelde lijn) en laterietgrond (getrokken lijn).

Mean data of beginning of flowering at different lime-status of laterite- and ash-soil.

bloeidatum combineert met grootere stamhoogte en een grooter aantal bladen van kleinere afmetingen. Dit treedt op wanneer de aanplant in de jeugd een groeistagnatie ondervindt, bijvoorbeeld door het uitblijven der regens.

De groeivertraging bij hooge kalkverzadiging brengen wij in verband met de afname van het snel opneembare fosforzuur, op grond van dezelfde ervaringen door veldproeven verkregen (*34*); fosforzuur-bemesting veroorzaakt in de meeste gevallen een vroegeren bloeidatum en een sneller afrijpen der bladen. Ook door Mejuffrouw MES (*33*) werd in watercultuur bij toevoeging van oplosbaar fosfaat een vervroegde rijpheid en eerder afsterven van de onderste bladen bij tabak geconstateerd.

De sterke invloed van fosforzuur op de groeisnelheid van tabak wordt zeer mooi gedemonstreerd op foto 6 van een veldproef, genomen op de onderneming MANDJOONG in het jaar 1931.

Dat in de potproef de verschillen in groeisnelheid en in bloeidatum zoo duidelijk naar voren traden, bracht ik dan ook in verband met de toegediende fosfaat-bemesting. Een nader onderzoek zal moeten leeren of deze aanname juist is.

3e. *Kwaliteitsveranderingen van het gefermenteerde blad.*

Dit is zeker het voornaamste voor onze tabak.

De sortatie van de proeftabak van den aschgrond leverde diverse belangrijke verschillen op in de kleur. Van den laterietgrond kwamen alleen verschillen in vaal en bruin duidelijk naar voren.

De tabak van den met zwavel behandelden grond leverde een abnormaal, zwart en niet te sorteeren product, zoodat het hier buiten beschouwing blijft.

De kalk veroorzaakte een valer en egaler, maar donkerder product, waarvan de gedekte muisvale kleur (idjo tikoes) in de wandeling als oud-Vorstenlandsch type wordt bestempeld.

De gloeiduur van de tabak was langer naarmate meer kalk aan den grond was toegevoegd; de zwavel daarentegen veroorzaakte een korteren gloeiduur. COOLHAAS (*6*) toonde aan, dat op de Vorstenlandsche gronden de gloeiduur samenhangt met de onderlinge verhouding in de bladasch van de hoeveelheden chloor, kalium, calcium en magnesium, uitgedrukt in het quotiënt $\frac{K_2O}{Cl \times (CaO + MgO)}$. Asch-analysen van dezelfde tabak, die voor de gloeiduur-bepalingen diende, bevestigden de verwachting, dat de gloeiduurverlenging een gevolg was van een vergrooting van dit quotiënt.

De analyse-cijfers van de bladasch in tabel 15 geven dit duidelijk aan.

TABEL 15.

	Totaal asch in % van de droge stof	Percentage in de asch aan				$\frac{K_2O}{Cl \times (CaO + MgO)}$	Gloeiduur in seconden
		K_2O	Cl	CaO	MgO		
Aschgrond:							
1 Z	30.11	14.01	6.07	27.95	9.67	0.061	3.5
0	23.10	18.35	10.48	23.93	7.01	0.056	8.0
1 K	23.66	18.86	9.41	24.07	5.61	0.067	9.4
2 K	24.91	18.79	8.45	24.82	4.67	0.075	16.2
Laterietgrond:							
1 Z	24.62	18.35	10.38	15.52	6.03	0.081	3.7
0	19.43	18.56	11.79	19.32	8.11	0.052	6.0
1 K	22.88	18.31	8.80	23.91	5.25	0.071	11.0
2 K	24.56	18.40	7.74	24.61	4.53	0.081	15.3
3 K	24.32	18.52	7.12	25.17	3.91	0.089	22.9

Alleen de 1 Z-tabak vormde een uitzondering, omdat de gloeiduur korter, maar het quotiënt grooter was dan van de O-tabak. De verklaring hiervan is misschien te zoeken in de groote hoeveelheden sulfaat, die in de 1 Z-tabak werden aangetroffen. Hoewel in het door COOLHAAS opgestelde verband het sulfaatgehalte ontbreekt, wordt door sommige auteurs voor andere omstandigheden de schadelijke invloed wel aangegeven. Het is daarom niet onmogelijk, dat deze voor de Vorstenlanden abnormaal groote hoeveelheden sulfaat (tabel 16) hier toch hun invloed hebben doen gelden, terwijl zij onder de voorwaarden van het onderzoek van COOLHAAS (onbehandelde Vorstenlandsche gronden) niet optraden.

TABEL 16. PERCENTAGE SO_3 IN DE BLADASCH.

	1 Z	O	1 K	2 K	3 K
Aschgrond	13.06	4.95	5.14	5.57	—
Laterietgrond	15.22	4.87	6.05	6.21	5.52

Ook weten wij niets van het gehalte aan organische zuurresten in het blad. COOLHAAS (*6*) vermeldt, dat in goed brandend blad meer organische zuurresten voorkomen dan in slecht brandend blad.

Uit de asch-analysen bleek verder, dat zoowel door de zwavel-behandeling als door bekalking van den grond het totale aschgehalte in het blad steeg. Een afname van het magnesium-gehalte in de asch ging gepaard met een toename van calcium, naarmate meer kalk aan den grond was toegediend. Opvallend was ook de verhoogde opname van calcium uit den

door zwavel verzuurden aschgrond. De verklaring hiervan is te vinden in de omstandigheid, dat kort na de zwavelbehandeling geplant werd, zoodat nog veel calcium in oplossing voorkwam, dat op den verzuurden aschgrond duidelijk zichtbaar was aan gips-uitbloeiing, wat bruin gekleurd, waarschijnlijk door basisch-ferrisulfaat. Op den zuren laterietgrond was dit uitbloeien niet waar te nemen; de bladen hadden hieruit ook niet meer calcium opgenomen dan uit den onbehandelden grond.

De kali-opname bleek weinig te worden beïnvloed door de kalk. De voornaamste factor voor den verbeterden gloeiduur is hier wel de sterke afname van chloor in de asch geweest. Wij zagen reeds, dat met het drainwater veel chloor uit den bekalkten grond werd weggespoeld.

Samenvattend, kan uit deze potproef, waarbij geplant werd kort na behandeling van den grond met kalk en zwavel, de conclusie getrokken worden, dat er een parallel verband bestaat tusschen verscheidene kwaliteitseigenschappen van de tabak en de kalkverzadiging van aschgrond-klei en van laterietgrond-klei. Met de pH van den grond bestaat in dit opzicht geen duidelijke samenhang. Men zou wel in twijfel kunnen trekken of het de kalkverzadiging, dan wel de totale basenverzadiging was, die den voornaamsten invloed uitoefende, omdat de hoogste kalkverzadiging in deze proef (tabel 10) samenvalt met de hoogste, tevens bijna totale basenverzadigingstoestand.

Dit zal bij het bespreken der resultaten van het oogstjaar 1931/1932 nader onder oogen worden gezien; om bovengenoemde reden werd nl. de kalkverzadiging in de laatste proefserie nog sterker opgevoerd bij gelijkblijvende totale basenverzadiging.

De samenhang tusschen den toestand van den grond en de kwaliteitseigenschappen van de tabak komt duidelijk uit in tabel 17, waarin de sortatiecijfers en de gloeiduurcijfers van de tabak samengebracht zijn met de kalkverzadigingsgetallen van de klei.

TABEL 17.

	1 Z	0	1 K	2 K	3 K
Aschgrond:					
Kalkverzadiging v/d klei $< 5\,\mu$	43	50	64	68	—
Percentage vale tabak	—	45.9	55.2	70.1	—
Percentage egale tabak	—	33.3	43.6	57.0	—
Percentage donkere tabak ...	—	42.6	41.1	65.6	—
Gloeiduur van de tabak in sec.	3.5	8.0	9.4	16.2	—
Laterietgrond:					
Kalkverzadiging v/d klei $< 5\,\mu$	19	21	27	35	37
Percentage vale tabak	—	59.1	76.2	75.2	79.6
Gloeiduur van de tabak in sec.	3.7	6.0	11.0	15.3	22.9

De onderlinge verschillen waren bijna alle grooter dan driemaal de middelbare fout van die verschillen, welke berekend werden uit de gemiddelde sortatiecijfers van voetblad + middenblad van acht parallel-planten. Voor den gloeiduur werden de cijfers van alle onderzochte bladen per object gebruikt; zie COOLHAAS (*6*).

---

2. POTPROEVEN IN HET OOGSTJAAR 1931/1932.

Het weglaten van de fosfaatbemesting in deze proefserie was, zooals verwacht werd (zie blz. 12), duidelijk te merken, in de eerste plaats aan het uitblijven van een sterke groeivertraging en in de tweede plaats aan den bloeidatum. Ook hierin kwamen slechts geringe onderlinge verschillen voor, terwijl de geheele proef gerekend vanaf den plantdatum, ongeveer een week later in bloei schoot, dan het met fosfaat bemeste onbehandelde object uit de proefserie van 1930.

Tengevolge van het uitspoelen en uitregenen kon vrijwel geen gipsuitbloeiing op den met zwavel behandelden grond worden waargenomen. Ook reageerden de drainwatermonsters na de uitspoeling niet zuur meer zooals in het vorige jaar. Een ziekteverschijnsel werd bij de tabak niet geconstateerd.

Zeer duidelijk waren de verschillen in kleur der planten tusschen de diverse kalktoestanden; van lagen naar hoogen kalktoestand veranderde de kleur der planten regelmatig van geelachtig lichtgroen tot blauwachtig donkergroen.

Ook op de ontwikkeling was de gunstige invloed van een hoogere kalkverzadiging goed waar te nemen (foto 7).

In hoeverre structuurveranderingen van den grond als gevolg van den kalktoestand optraden heb ik niet onderzocht. Een methode voor het verkrijgen van practisch bruikbare gegevens omtrent den physischen toestand van onze gronden moet nog worden uitgewerkt. De bepalingen van ATTERBERG zijn te grof en konden geen inzicht geven in eventueele kleine, maar voor de tabak van belang zijnde structuurverschillen, waarschijnlijk doordat bij de behandeling van het monster de structuur vernietigd wordt. Door de proeven van BAVER (*7*) wordt het echter waarschijnlijk, dat een verbetering van de grondstructuur eerst bij zeer hooge kalkgiften optreedt, aangezien deze onderzoeker vaststelde, dat een vergrooting van de kleipartikels pas begon bij een verzadiging van 60–70 milliaequivalenten calcium per 100 g klei, die bij de proef gebruikt werd. Dit is een verzadiging, die bij den aschgrond in de potproeven eerst bereikt werd bij giften van 6–8 ‰ kalk.

De veranderingen in chemische samenstelling van den grond vertoonden

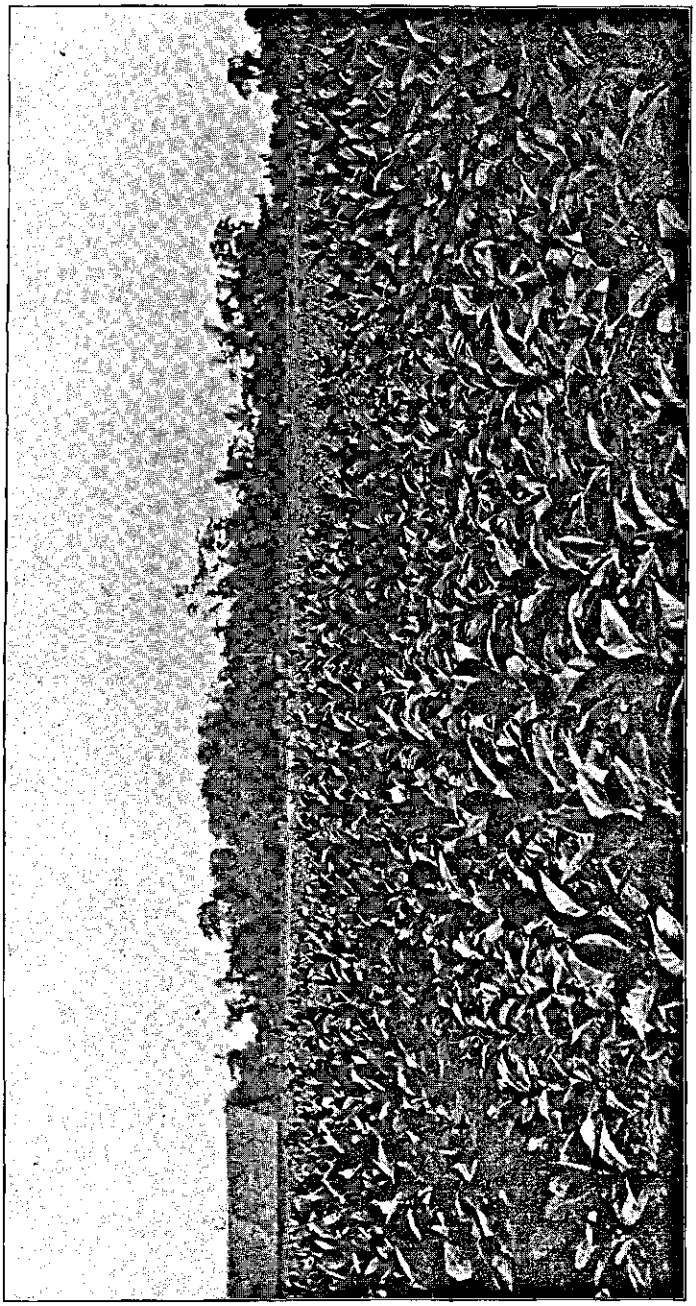


Foto 6. Proefveld, tuin *Ketitang*, onderneming *Mandjoong*, 1931. In het midden alleen stikstofbemesting, daaromheen vakjes met fosfaat.

Effect of phosphate fertilizer on growth of tobacco; in centre of photo a plot without phosphate.

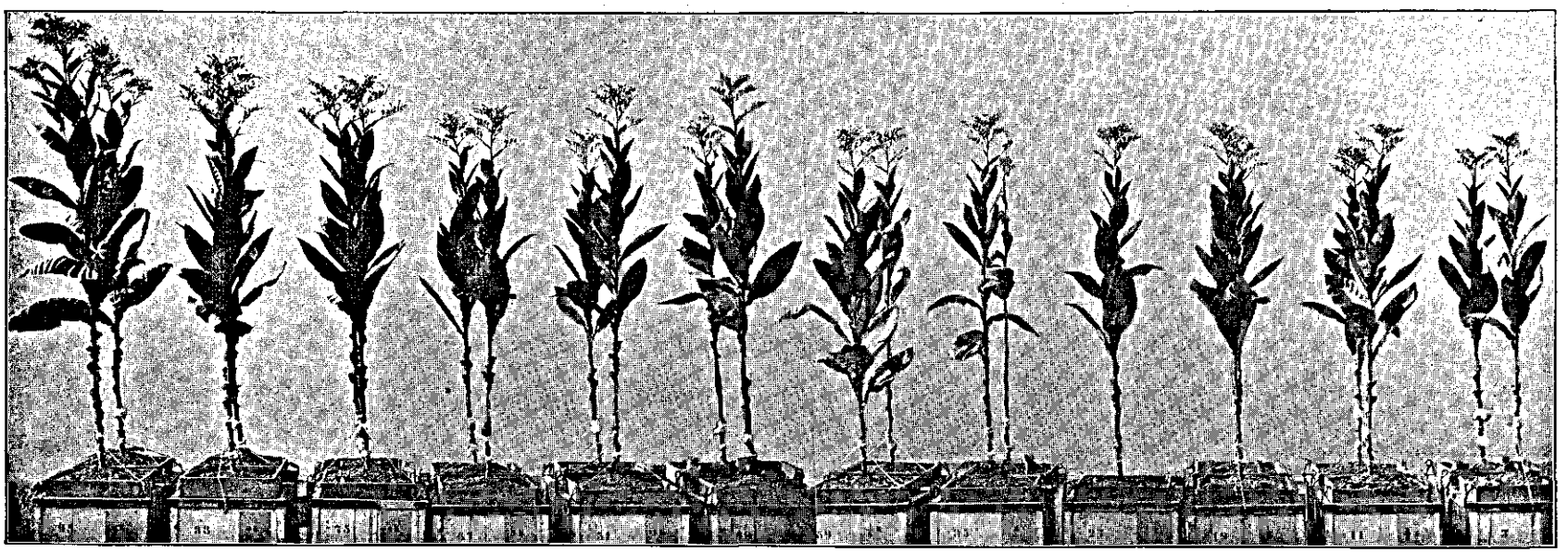


Foto 7. Overzicht van de aschgrond-proef in 1931.

Pot experiment with ash-soil in 1931, showing effect of lime (K) and sulphur (Z) on growth of tobacco.

in deze tweede proefserie hetzelfde beeld als in de eerste proef. Ook de eigenschappen van de tabak werden in dezelfde richting gewijzigd als in het jaar 1930.

De resultaten van grond- en drainwateronderzoek, bladaschanalysen, gloeiduurbepalingen en sortatie van de tabak, welke hieronder in tabellen zijn verzameld, toonen het verband aan tusschen de kalkverzadiging van den grond en de eigenschappen van de tabak.

Dat de kalkverzadiging doorslaggevenden invloed uitoefende en niet de totale basenverzadiging, bleek uit de verschillen in tabakeigenschappen tusschen de hoogste kalktoestandobjecten, waarbij de totale basenverzadiging, gelijk (= 99) bleef.

TABEL 18. ADSORPTIECIJFERS.

Proef-objecten	Milliaequivalenten per 100 gram klei < 20 μ					
	H	Ca	Mg	K	Na	Totaal
1 Z	14	31	11	3	15	74
¾ Z	12	31	14	3	17	77
½ Z	10	32	15	3	19	79
¼ Z	9	32	14	3	19	77
0	9	34	14	3	15	75
¼ K	9	34	14	3	17	77
½ K	9	35	13	3	20	80
1 K	6	38	10	2	15	71
2 K	5	41	9	3	15	73
4 K	3	46	12	3	15	79
6 K	1	44	12	3	14	74
8 K	1	49	10	3	16	79

Ammonium werd niet bepaald, omdat uit de vorige proeven gebleken was, dat dit geen beteekenis had.

Uit de adsorptiecijfers zijn weer te berekenen de kalkverzadiging en de basenverzadiging, welke in tabel 19 zijn samengebracht met de pH-waarden van de klei-suspensies (4 g klei < 20 μ in 50 cm³ water) en de fosforzuurcijfers.

De proefobjecten zullen hierna voortaan worden aangegeven met de cijfers voor de kalkverzadiging.

De cijfers betreffende het drainwater vertoonen ook weer hetzelfde beeld als wij bij de vorige proeven hebben gezien, alleen zijn de pH's van het water uit den met zwavel behandelden grond hooger, als gevolg van het beter uitspoelen van het zwavelzuur.

TABEL 19. RESULTATEN VAN HET GRONDONDERZOEK.

Proefobjecten	Kalk-verzadiging	Basen-verzadiging	pH van de klei-suspensie	Perc. P_2O_5 in 2% citroenzuur
1 Z	42	81	6.7	0.099
¾ Z	40	84	7.0	0.099
½ Z	41	87	7.2	0.097
¼ Z	42	88	7.4	0.097
0	45	88	7.6	0.096
¼ K	44	88	7.7	0.096
½ K	44	89	7.7	0.093
1 K	54	92	7.8	0.092
2 K	56	93	7.9	0.089
4 K	58	96	8.0	0.084
6 K	59	99	8.1	0.079
8 K	62	99	8.2	0.076

TABEL 20. DRAINWATERSAMENSTELLING IN MG PER LITER.

Kalk-verzadiging	SiO_2	Al_2O_3 $+Fe_2O_3$	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	P_2O_5	Cl	SO_3	pH
42	59	61	366	107	19	120	sporen	33	812	7.2
40	54	25	253	69	18	98	„	27	522	7.9
41	49	24	262	67	23	102	„	31	553	7.2
42	48	9	164	42	13	121	„	31	304	7.9
45 (O)	39	8	63	17	14	121	„	24	48	8.5
44	41	9	75	21	12	112	„	32	69	8.5
44	30	5	90	21	15	88	„	26	73	8.6
54	33	5	93	19	15	93	„	25	62	8.6
56	22	7	114	22	18	93	„	33	106	8.7
58	26	7	164	22	24	112	„	35	80	8.6
59	25	9	180	27	26	133	„	51	106	8.4
62	24	8	235	29	27	132	„	47	144	8.4

De eigenschappen van de tabak vindt men in de volgende tabellen. Bladlengte en bladbreedte worden opgegeven als gemiddelde van het 8e tot en met het 13e blad (gemeten bij het oogsten).

De kleur en de kwaliteit werden gesorteerd in wat meer „graden", dan bij de proeven in 1930/1931, en wel als volgt:

Egaliteit.

Er werd gesorteerd in 4 graden:
zeer onegaal kreeg de factor 0
gevlekt „ „ „ $^1/_3$
licht gevlekt „ „ „ $^2/_3$
egaal „ „ „ 1
Het gemiddelde hiervan × 100 is de maat voor egaliteit.

Helderheid.

Er werd gesorteerd in 3 graden:
donkerste kreeg de factor 0
middelste „ „ „ $^1/_2$
helderste „ „ „ 1
Het gemiddelde hiervan × 100 is de maat voor helderheid.

Kwaliteit.

Er werd gesorteerd in 6 graden met een „gewicht" van 1 (beste) tot 6 (slechtste). Het gemiddelde is de maat voor kwaliteit.

TABEL 21. OPBRENGST EN ONTWIKKELING VAN DE TABAK.

Kalkverzadiging van den grond	Gemiddeld bladaantal per plant	Gem. groen bladgewicht in g p. plant	Bladlengte in cm	Bladbreedte in cm	Gemiddelde hoogte der planten in cm
42	29,7	395	44.7	21.9	185.5
40	30,0	371	44.0	21.9	184.4
41	30,1	385	44.4	22.3	187.0
42	30,0	–	44.0	22.1	187.3
45	29,9	–	46.1	24.3	197.7
44	30,4	–	47.3	25.3	200.4
44	29,7	465	46.6	24.4	204.3
54	30,4	414	44.6	22.9	198.6
56	30,9	422	45.6	23.7	196.2
58	30,9	533	48.3	25.8	216.0
59	31,5	562	48.4	25.8	217.2
62	31,5	577	48.1	25.9	221.6

TABEL 22. KLEUR EN KWALITEIT VAN DE TABAK.

Kalkverzadiging van den grond	Egaliteit		Helderheid		Kwaliteit	
	Voetblad	Middenbl.	Voetblad	Middenbl.	Voetblad	Middenbl.
42	3	1	83	84	5.1	5.4
40	15	2	90	83	4.9	4.4
41	4	2	86	90	4.9	4.9
42	7	4	72	89	4.7	5.0
45	21	13	69	84	4.5	4.0
44	28	9	60	67	3.8	4.0
44	20	11	53	73	4.3	4.8
54	16	14	39	63	4.2	5.4
56	32	23	50	62	4.6	5.1
58	50	24	35	54	4.5	4.7
59	70	39	42	42	4.2	4.5
62	71	63	35	14	4.0	4.6

De verbetering van den gloeiduur was niet zoo frappant als in de proeven van 1930/1931, waarschijnlijk doordat de tabak reeds een goeden brand had, zoodat er weinig aan te verbeteren viel. Om deze reden worden de cijfers van het laag-voetblad, waarin weinig randbranders voorkwamen, nog eens afzonderlijk vermeld. Uit deze cijfers en uit de percentages der bladen, die korter brandden dan 10 seconden, blijkt echter een duidelijk verband tusschen brandduur en kalktoestand.

TABEL 23. GLOEIDUUR-CIJFERS.

Kalkverzadiging van den grond	Gloeiduur van de tabak in seconden		Percentage korter dan 10 seconden
	Voetbl.+Middenbl.	Laag-voetblad	
42	15.9	8.4	34.1
40	14.7	6.7	42.2
41	17.7	10.2	31.3
42	28.2	17.8	13.2
45	23.7	15.4	19.2
44	25.6	12.3	16.5
44	25.0	13.5	26.0
54	29.6	18.6	6.4
56	29.4	24.3	4.4
58	26.1	18.0	9.9
59	26.1	18.7	9.8
62	23.9	21.3	12.4

De bovenstaande tabellen doen zien, dat de veranderingen in de kwaliteitskenmerken van de tabak moeilijk zoo scherp zijn weer te vinden, dat zij overal een verband toonen met de kleine trajecten in den continu gewijzigden kalktoestand van den grond. Deze omstandigheid maakt het mogelijk om genoegen te nemen met de nauwkeurigheid van de chemische methoden, die ik gebruikte ter onderscheiding van den kalktoestand, m.a.w. „die methoden zijn voor de practijk zeer voldoende nauwkeurig."

In tabel 24 zijn de gegevens gerangschikt naar den kalktoestand in vier categorieën, waaruit duidelijker het regelmatig verloop voor den dag treedt in den samenhang tusschen den kalktoestand van den grond en de eigenschappen van de tabak.

TABEL 24.

Kalkverzadiging (grond) / Eigenschappen (tabak)	40—42	42—45	44—56	58—62
Bladaantal	29.9	30.1	30.3	31.3
Bladgewicht	384	—	434	557
Bladlengte	44.4	45.9	45.8	48.3
Bladbreedte	22.0	23.6	24.0	25.8
Hoogte	185.6	191.1	199.7	218.3
Egaliteit:				
Voetblad	7	19	23	64
Middenblad	2	9	16	45
Helderheid:				
Voetblad	86	67	47	37
Middenblad	86	80	66	37
Brandduur:				
Laag-voetblad	8.4	15.2	18.8	19.3
Percentage korter dan 10 seconden	35.9	16.3	12.3	10.7

De resultaten van de aschanalysen van dezelfde tabak, waarvan de gloeiduur was bepaald, worden in tabel 25 vermeld, met de uitkomsten van de brandduur-formule van COOLHAAS (*6*). Evenals het vorige jaar (tabel 15) zien wij, dat deze formule bij de zwavelbehandeling (kalkverzadiging 40–42) veel te hooge uitkomsten geeft, die niet in overeenstemming zijn met den korten gloeiduur. Van kalkverzadiging 44–62 gaat de formule goed op en geeft een top bij 56 (tevens goed brandcijfer) en een minimum bij 44 ($\frac{1}{2}$ K), waarbij ook een slechte brand werd geconstateerd.

De reeds uitgesproken meening (zie blz. 40), dat het hooge sulfaat-gehalte

schadelijk zou zijn voor den gloeiduur, wordt door deze nieuwe proeven waarschijnlijker. In de Vorstenlanden bevat de tabak niet meer dan hoogstens 6 % SO_3 in de asch. Daar beneden vond COOLHAAS een correlatie tusschen brandduur en SO_3-gehalte gelijk nul. Daar andere auteurs voor andere omstandigheden bij hoogere SO_3-gehalten wel een negatieve correlatie vonden met den brandduur, is er dus blijkbaar een drempelwaarde, waarboven sulfaat schadelijk wordt. Deze drempelwaarde zal ongeveer $6\frac{1}{2}$% zijn. De formule van COOLHAAS kan dus algemeener gemaakt worden, door haar op empirische gronden te vermenigvuldigen met een quotiënt (p), dat gelijk één is, behalve bij een sulfaat-gehalte hooger dan $6\frac{1}{2}$%; in het laatste geval wordt $p = \frac{6\frac{1}{2}}{SO_3}$. Uit tabel 25 zien wij, dat de uitkomsten van deze nieuwe formule goed overeenstemmen met den gloeiduur van de tabak (tabel 23).

TABEL 25.

Kalkverzadiging van den grond	Totaal asch in % van de droge stof	Percentage in de asch aan					$\frac{K_2O}{Cl \times (CaO+MgO)}$	$\frac{K_2O}{p \times Cl \times (CaO+MgO)}$
		SO_3	K_2O	Cl	CaO	MgO		
42	26.22	15.43	27.07	5.28	19.04	4.49	0.218	0.092
40	26.31	13.63	27.00	5.54	18.48	4.27	0.214	0.102
41	26.31	11.41	26.60	5.37	19.11	4.65	0.209	0.119
42	25.04	7.89	27.77	5.10	20.58	5.09	0.212	0.174
45 (0)	24.89	5.45	27.07	5.98	21.07	4.96	0.174	0.174
44	25.02	5.57	27.87	5.89	22.82	4.52	0.173	0.173
44	25.19	5.05	26.51	6.07	22.12	5.48	0.158	0.158
54	26.02	5.06	26.24	5.63	22.40	4.45	0.174	0.174
56	26.10	4.78	26.43	4.93	23.52	4.14	0.195	0.195
58	27.33	5.84	26.27	5.45	24.71	3.92	0.168	0.168
59	27.61	5.53	26.03	5.19	25.62	3.69	0.171	0.171
62	27.31	5.04	25.39	4.93	26.81	3.93	0.168	0.168

Dat de waarden van de brandduur-formule hooger zijn dan die van de proefserie in 1930, is ook in overeenstemming met den beteren brand, die de heele proef vertoonde in vergelijking met de proef in 1930.

Daar de brandduur practisch een der belangrijkste eigenschappen is van tabak, dient hier nog eens gewezen te worden op de beteekenis, die het anionen-vraagstuk voor onze cultuur
de verminderde opname van chloor uit den
gepaard gaande met een beteren brand, zij

onderzoek van dit vraagstuk iets te bereiken is.

Voorloopig moeten wij ons voorstellen, dat uitwisseling van anionen plaats heeft uit een positief geladen complex (micelkationen), hoewel ik bij de kataphorese van de kleisuspensies der onderzochte gronden macroscopisch slechts een anode-beweging kon constateeren. Meestal wordt door de bodemkundigen aangenomen, dat hydroxyden van aluminium en ijzer als micelkationen in den grond voorkomen, ofschoon MATTSON (*30*) volhoudt, dat deze in waterige suspensie negatief geladen zijn.

Ook aangaande de functies der kationen bevestigen de gegevens die van de proefserie in 1930. Naarmate de kalkverzadiging van den grond hooger wordt, stijgt ook het calcium-gehalte in de tabak. Tegelijk daarmee zien wij een afname van het magnesium- en van het kalium-gehalte, in de bladasch optreden. Het maakt dus den indruk, dat er een antagonisme bestaat tusschen calcium, magnesium en kalium. Dat dit niet alleen een gevolg is van het electief vermogen van de planten, maar zijn oorsprong heeft in den grond, wordt duidelijk door de drainwater-analysen, waaruit blijkt, dat zoowel magnesium als kalium door calcium en waterstof uit het adsorptie-complex verdreven worden.

Ten overvloede wordt dit door de adsorptie-cijfers nog bevestigd. Wanneer uit de vele cijfers een greep gedaan wordt (tabel 26), dan is dit verband tusschen de verhouding der kationen in het adsorptie-complex en in de bladasch duidelijk te demonstreeren.

TABEL 26.

Kalkverzadiging van den grond	Verhouding der kationen in					
	Adsorptie-complex			Bladasch		
	Ca	Mg	K	CaO	MgO	K_2O
45	100	41	9	100	23	13
58	100	26	7	100	15	11
62	100	20	6	100	15	9

Het is dus geen gewaagde onderstelling, wanneer wij aannemen, dat het zgn. antagonisme tusschen calcium en andere kationen hier blijkbaar niets anders is, dan een afspiegeling van hun verhouding en hun invloed in het adsorptie-complex.

3. ZAADBEDDENPROEF IN HET OOGSTJAAR 1931/1932.

Daar de potproeven werden genomen met zaailingen, die van onbehandelden grond afkomstig waren, werd in een afzonderlijke proef nagegaan of de kalktoestand van de zaadbedden invloed uitoefende op de zaailingen en zoo ja, of hiervan nog nawerking was te constateeren na het uitplanten in den vollen grond. De practische toepassing van kalk zou bovendien op de bedden eenvoudiger en minder kostbaar zijn.

Deze proef werd genomen met vijf houten bakken, waarin een draineerlaag van riviersteenen werd gelegd en daarop een ongeveer 10 cm dikke laag aschgrond. Deze grond werd in November 1930 gemengd met respectievelijk 1‰ en ½‰ zwavel en 1‰ en 2‰ kalk, terwijl één bak onbehandeld bleef.

In September 1931 werden tien dagen oude kiemplantjes overgespeend in deze bakken, welke verder dezelfde behandeling en verzorging ondergingen als gewone zaadbedden. De grond werd dus een volledige Westmoesson aan regen blootgesteld, alvorens de proef werd genomen. Er werd op deze bakken in het geheel geen mest toegediend.

De toestand van de kleideeltjes ($< 20\ \mu$) in September 1931 wordt door de cijfers in tabel 27 aangegeven.

De uitwerking op de zaailingen was duidelijk waar te nemen. Ten eerste werd de groene kleur van de plantjes van lage naar hooge kalkverzadiging regelmatig donkerder (foto 8) en ten tweede was de ontwikkeling beter naarmate de kalktoestand hooger was (tabel 27); bij het uitplanten werden de zaailingen gemeten (breedte van het derde blad gerekend vanaf het jongste blad).

TABEL 27.

	1‰ zwavel	½‰ zwavel	O	1‰ kalk	2‰ kalk
Kalkverzadiging ...	44	51	53	63	60
Basenverzadiging ..	80	83	87	89	93
Bladbreedte in cm..	4.1	4.6	4.7	4.8	4.9

Daar de lichtgroene kleur van de plantjes op den met zwavel behandelden grond deed denken aan stikstofgebrek, was Dr. COOLHAAS zoo bereidwillig om na te gaan of verschillen in Azotobacter-ontwikkeling hiervan mede de oorzaak konden zijn. Inderdaad bleek in den met 1‰ zwavel behandelden grond geen Azotobacter voor te komen, althans minder dan tien per gram grond, terwijl in den met 2‰ kalk gemengden grond per gram minstens 1000 Azotobacters aanwezig bleken te zijn. Hier komt dus weer een indi-

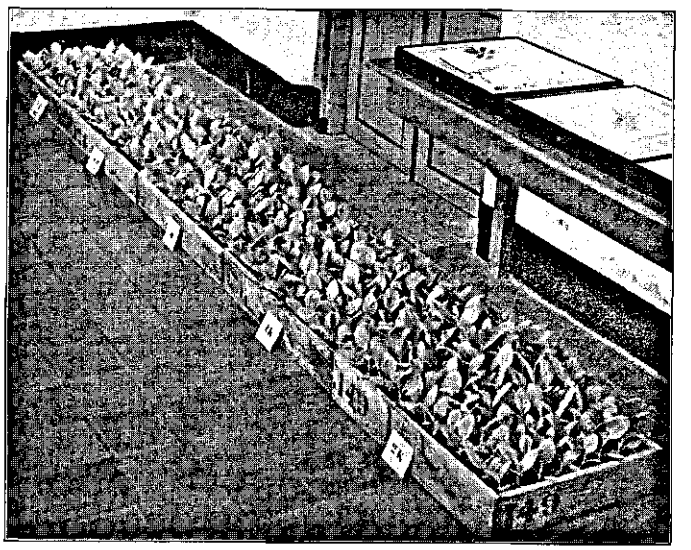
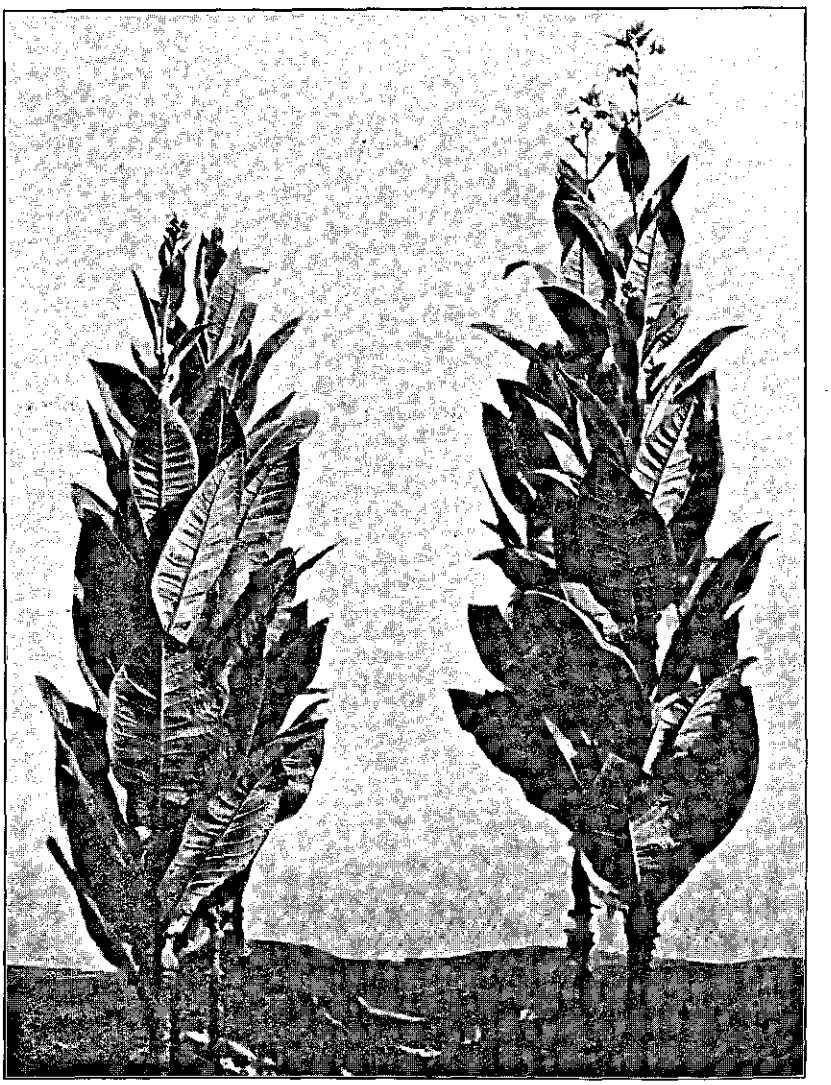


Foto 8. Zaailingen op verschillenden kalktoestand van aschgrond.
Seedlings in ash-soil with graduations in the lime-status.

Nawerking van

½ Z O 1 K

Foto 9. Nawerking van den kalktoestand op de zaadbedden.
Showing after-effect in the field of the lime status on seedbeds.



Nawerking van

1 Z ½ Z

Foto 10. Nawerking van verschillende zwavelgiften op de zaadbedden.
After-effect in the field of various sulphur-applications on seedbeds.

recte werking van den kalktoestand duidelijk naar voren, waaruit nog eens blijkt, dat de resultaten van kalkwerking afhankelijk kunnen zijn van het al of niet bemesten.

De zaailingen werden objectsgewijze uitgeplant in een veldproefje op onbehandelden aschgrond van hetzelfde type, en bemest met 6 gram zwavelzure ammonia per plant, de gebruikelijke stikstof-bemesting in de Vorstenlanden. Hierbij dient te worden overwogen, dat een andere stikstofmest niet dezelfde resultaten behoeft te geven.

Uit deze proef bleek de invloed van den kalktoestand op de bedden na te werken, aangezien dezelfde verschillen in ontwikkeling in den grooten aanplant zichtbaar bleven (foto 9 en 10). Andere gegevens omtrent opbrengst en kwaliteit van deze tabak zijn in tabel 28 verzameld, waaruit ook de nawerking blijkt.

TABEL 28.

Kalkverzadiging op het zaadbed	Percentage 1e lengte		Percentage 1e kwaliteit (aloes)		Percentage bloeiend op 16 Dec.
	Voetblad	Middenblad	Voetblad	Middenblad	
44	63.6	91.8	5.0	5.0	58
51	61.8	94.6	5.2	5.2	64
53	69.8	92.0	7.4	7.4	87
63	73.0	96.6	8.8	8.8	78
60	71.0	93.4	6.6	6.6	74

Er is dus een duidelijke bloeivertraging te constateeren, zoowel tengevolge van de zwavelbehandeling als van de kalkbehandeling op het zaadbed. De beste ontwikkeling en ook de beste kwaliteit werden verkregen door de nawerking van 1 ‰ kalk.

Merkwaardig is, dat de nawerking ook op den brandduur van het voetblad invloed had (tabel 29); dit is van practische beteekenis, aangezien brandmoeilijkheden het meest in het lagere blad voorkomen.

TABEL 29. GLOEIDUUR IN SECONDEN.

Kalkverzadiging op het zaadbed	Voetblad	Middenblad
44	26.5	31.5
51	27.3	32.5
53	30.6	30.4
63	35.9	33.7
60	35.6	30.9

De proefobjecten waren:
A = 6000 kg gebluschte kalk per bouw;
B = 1500 kg zwavel per bouw;
C = onbehandeld.

Elk object had acht herhalingen welke ieder voor de eene helft met zwavelzure ammoniak (6 g per plant) en voor de andere helft met chilisalpeter (8 g per plant) bemest werden.

Het doel van deze proef is na te gaan wat het resultaat zal zijn van een permanente eenzijdige bemesting met stikstof in den vorm van ammoniak en in den nitraat-vorm op verschillende kalktoestanden van den aschgrond.

Kalk en zwavel werden na de grondbewerking zoo goed mogelijk fijn verdeeld ondergebracht, waarna, evenals bij de potproeven in 1930, kort daarop werd geplant. In aansluiting op de potproeven kan van deze veldproef nu reeds gezegd worden, dat dezelfde verschijnsels van groeivertraging optraden bij de tabak op de A- en B-perceelen. Verschillen tusschen chili en zwavelzure ammoniak waren met zekerheid nog niet waar te nemen.

Dat permanente bekalking op zwaren mergelachtigen grond ten slotte invloed uitoefent op de tabak, blijkt uit de resultaten van een veldproef op tuin GOEMANTAR van de onderneming DJOEWIRING. Sinds 1918 kregen in de even jaren, wanneer er tabak verbouwd werd, de kalkvakjes vooraf een hoeveelheid kalk overeenkomende met 1200 kg per bouw. In 1930 was dus totaal 8400 kg kalk per bouw toegediend.

Tusschen calcium en waterstof, uitgedrukt in milliaequivalenten, werd in 1930 de volgende verhouding geconstateerd in de klei $< 20\ \mu$:

permanent onbemest..... 5 Ca op 1 H.
permanent kalk..... 13 Ca op 1 H.

Betreffende de tabak zijn in de figuren 4 en 5 de frequenties der bladlengten van verschillende oogsten (hoog-voetblad, laag- en midden-middenblad) weergegeven voor de onbemeste en de bekalkte vakjes in de oogstjaren 1924-1930. Bij alle oogsten veroorzaakte de kalk een betere ontwikkeling, wat tevens op het veld duidelijk te zien was.

Ook op de kwaliteit was een uitwerking van de kalk waar te nemen, vooral in combinatie met bemesting; eenige gegevens hierover uit 1930 vindt men in tabel 32.

Op een zwaren grond van de onderneming TROETJOEK kon na twee jaren behandeling met kalk nog geen uitwerking worden geconstateerd.

Uit het bovenstaande wordt duidelijk, dat voor toepassing van bekalking of ontkalking van onze gronden nog geen vastomlijnd plan gegeven kan worden. De directe toepasbaarheid vormt echter niet de grootste waarde van de proef-resultaten; de beteekenis is gelegen in de nieuwe inzichten, die de proeven opleverden aangaande de rol, die de samenstelling van het adsorptie-complex in den grond speelt ten aanzien van de eigenschappen

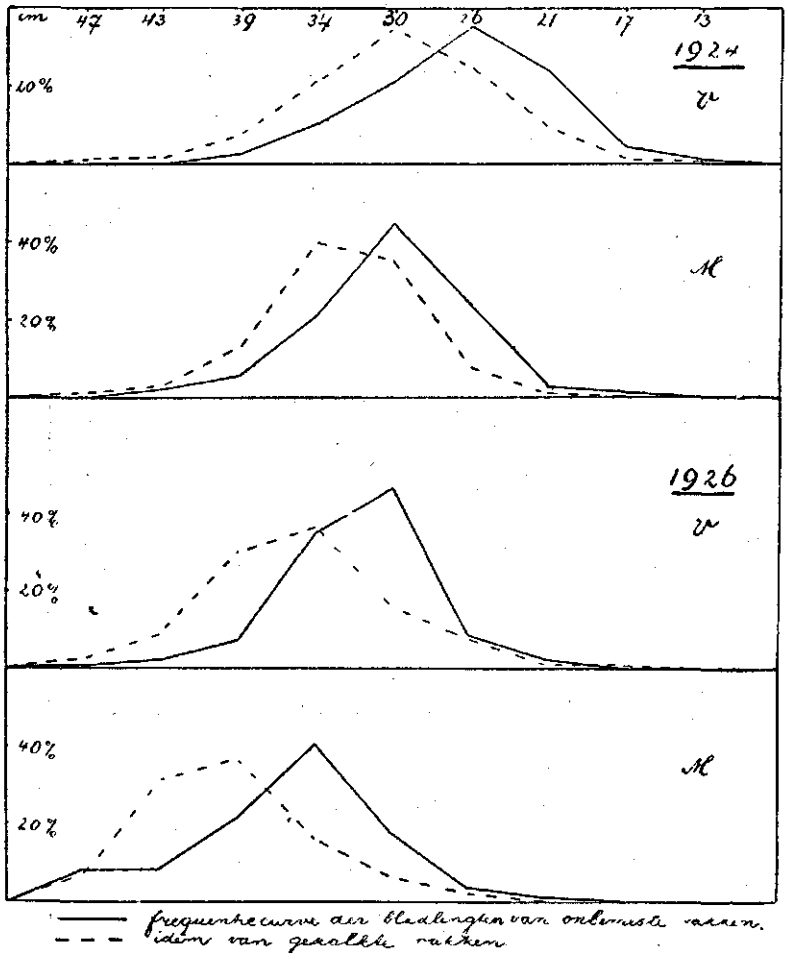


Fig. 4. Bladlengte van eenige oogsten „onbemest" en „gekalkt" van het permanente proefveld op Djoewiring in 1924 en 1926.

——— Frequency of leaf-length on unlimed soil since 1918.
– – – Frequency of leaf-length on limed soil since 1918.

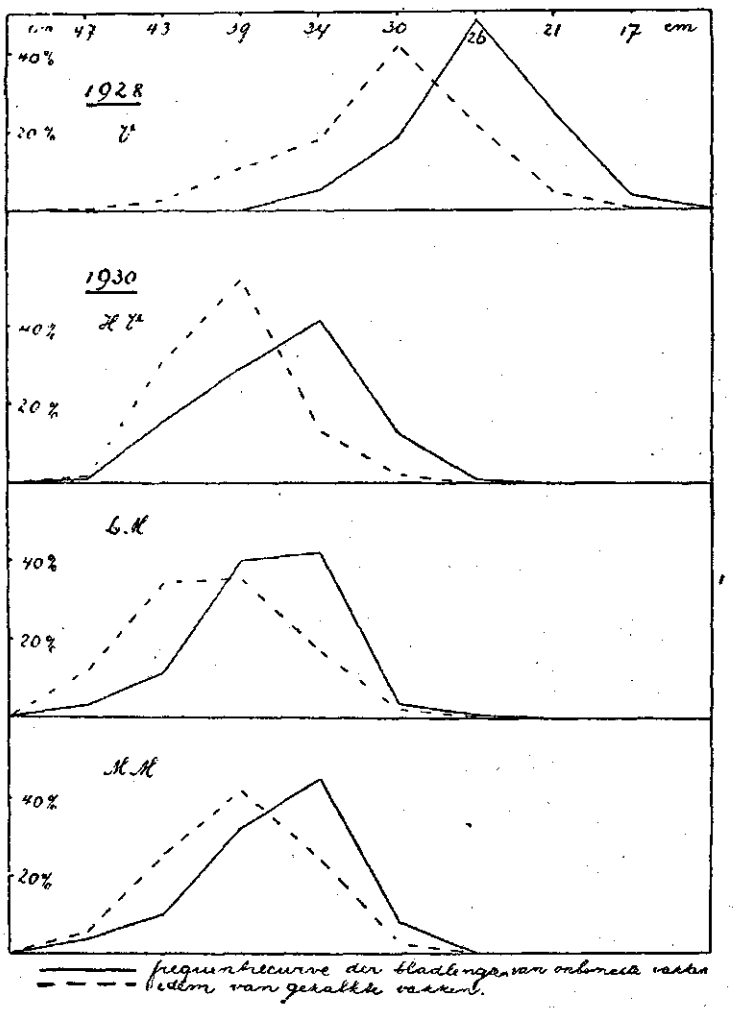


Fig. 5. Bladlengte van eenige oogsten „onbemest" en „gekalkt" van het permanente proefveld op Djoewiring in 1928 en 1930.

——— Frequency of leaf-length on unlimed soil since 1918.
– – – Frequency of leaf-length on limed soil since 1918.

TABEL 32. PROEFVELD GOEMANTAR 1930.

Permanente bemesting sinds 1918	Percentage aloes + sedeng		
	Voetblad	Laag-middenblad	Midden-middenbl.
Onbemest	2.5	9.0	2.0
Kalk	3.0	9.5	2.5
Zwavelzure ammoniak + dubbelsuperfosfaat	7.5	26.3	17.2
Zwavelzure ammoniak + dubbelsuperfosfaat + kalk	15.0	35.5	19.5

van onze tabak. Deze nieuwe inzichten wijzen de richting aan, welke ingeslagen moet worden voor een systematisch onderzoek in de practijk. De practische mogelijkheden worden duidelijk, wanneer een overzicht gegeven wordt van de voornaamste resultaten der proeven. In het kort samengevat hebben deze ons het volgende geleerd:

1. Er bestaat verband tusschen den kalktoestand van den grond en den groei, de ontwikkeling en de kwaliteitseigenschappen van tabak. Belangrijk hierbij is de aangetoonde samenhang tusschen de chemische samenstelling van het tabaksblad en die van het adsorptie-complex van den grond. Daar de brandbaarheid practisch een der voornaamste eigenschappen is, dringt de gevonden bewegelijkheid van chloor naar een verder onderzoek van de uitwisselingsverschijnsels der anionen in den grond.

2. De invloed van den kalktoestand op de zaadbedden werkt na op de kwaliteit en op de ontwikkeling van de tabak in den grooten aanplant. Daar het behandelen van den grond voor de zaadbedden veel eenvoudiger, goedkooper en doeltreffender is uit te voeren, dan in den grooten aanplant, moet gewezen worden op de mogelijkheden, die hierdoor voor de practijk geopend worden. Er is dan ook alle reden om deze nawerking op verschillende grondsoorten aan een uitgebreider onderzoek te onderwerpen, ook in combinatie met bemesting.

3. De kalktoestand van den grond is met eenvoudige methoden te bepalen. Het klakkeloos toepassen van allerlei methoden, die in de literatuur zijn aangegeven, kan echter niet worden aanbevolen, aangezien dit teleurstellingen geeft. Het onderzoek met het gewas, waarvoor een methode van toepassing zal zijn, moet beslissen over de bruikbaarheid en de waarde van die methode voor de practijk.

VI. KORTE SAMENVATTING.

De invloed van den kalktoestand van den grond op de kwaliteitseigenschappen van Vorstenlandsche tabak werd onderzocht door middel van potproeven, welke genomen werden onder omstandigheden, die zoo goed mogelijk overeenstemden met het natuurlijke milieu van den aanplant, wat betreft beregenen, volume-gewicht van den grond, grondbewerkingen enz.

De proefnemingen geschiedden met den voor de tabakscultuur belangrijkste fijne juvenielen Merapi-aschgrond, en hiernaast, als contrast, met een senielen laterietgrond, waarin kunstmatige gradaties in kalktoestand werden bereikt door menging met stijgende hoeveelheden kalk eenerzijds en zwavel anderzijds.

Het onderzoek van de kalkverzadiging en de basenverzadiging werd verricht aan de kleisubstantie kleiner dan 5 μ of kleiner dan 20 μ. Deze fijne bestanddeelen werden daartoe eerst door centrifugeeren uit den grond afgescheiden volgens de methode MOHR (*35*): de toevoeging van ammonia aan de grondsuspensies werd echter achterwege gelaten. Vergelijkende bepalingen werden steeds uitgevoerd met dezelfde hoeveelheid klei.

Kalk en andere basen werden bepaald door percoleeren van de klei met 2% NH_4Cl tot 200 cm^3 extract was verkregen. Ter verdringing van ammonium werd $\frac{n}{20}$ HCl gebruikt.

Uitwisselbaar waterstof werd bepaald door electrometrische neutralisatie met $\frac{n}{10}$ NaOH van klei-suspensies in normaal-oplossingen van $CaCl_2$.

Van de totale adsorptiecapaciteit werd de grenswaarde bepaald volgens de methode van VAGELER (*42*).

De samenstelling van het adsorptiecomplex van den aschgrond en van den laterietgrond, uitgedrukt in milliaequivalenten per 100 g klei $< 5\ \mu$, was als volgt:

TABEL 33.

	H	Ca	Mg	K	Na	NH_4	Al+Fe	Totaal
Aschgrond	11	43	6	5	20	1	0	86
Laterietgrond ..	9	11	12	3	17	1	0	53

De laterietgrond-klei was dus minder verzadigd met kalk dan de aschgrondklei. Ook bleek natrium in de laterietgrond-klei een grootere plaats in te nemen ten opzichte van de andere basen dan in de aschgrond-klei. Tenslotte was de adsorptie-capaciteit van de laatste bijna tweemaal zoo groot als in den laterietgrond.

De behandeling met kalk had tot gevolg, dat het gehalte aan fosforzuur in 2% citroenzuur afnam, waarmee een groei- en bloei-vertraging van de planten gepaard ging (fig. 2, 3 en foto 3, 4). Dit verschijnsel trad het sterkst op bij bemesting met fosfaat. Men zou dus kunnen denken aan vermindering van fosforzuur in het bodemvocht; nader onderzoek zal moeten leeren of deze aanname juist is.

Uit drainwateranalysen bleek, dat in den ontkalkten zuren grond ijzer en aluminium in sterke beweging kwamen, waarvan vergiftigingsverschijnsels (bladvlekjes) bij de tabak het gevolg kunnen zijn (plaat 1 en fig. 1 *a–d*).

In het drainwater kon verder aangetoond worden, dat meer chloor uitspoelde naarmate meer kalk aan den grond was toegevoegd. Hiermede gingen gepaard een afname van het chloorgehalte in de bladasch, en een langeren gloeiduur van het blad.

De kleur van het gefermenteerde blad werd bij hoogeren kalktoestand valer en egaler, maar donkerder (tabellen 17 en 24).

Ook werd de ontwikkeling van zaailingen op onbemesten aschgrond gunstig beïnvloed door kalkbemesting en ongunstig beïnvloed door zwaveltoevoeging. De kleur van de plantjes op den met zwavel behandelden grond was geelgroen en op den met kalk gemengden grond donkergroen. Deze uitwerking hing hoogstwaarschijnlijk ook samen met de stikstofvoeding, tengevolge van verschillen in ontwikkeling van B. Azotobacter in den grond.

Nawerking van den invloed van den kalktoestand op de zaadbedden kon eveneens worden aangetoond, nadat de planten in den vollen grond waren overgeplant en bemest werden met zwavelzure ammoniak. De op hoogen kalktoestand gegroeide zaailingen bleven in den aanplant een betere ontwikkeling behouden en gaven tabak met betere kwaliteit dan de zaailingen van de lage kalktoestanden.

Er worden in de Vorstenlanden aschgronden gevonden, die onderling afwijken zoowel in adsorptiecapaciteit als in kalkverzadiging van de klei.

Het onderzoek heeft aangetoond, dat door veranderingen in den kalktoestand van den grond, eenige belangrijke kwaliteitseigenschappen van tabak beïnvloed worden.

VII. SUMMARY.

THE INFLUENCE OF THE LIME-STATUS OF VOLCANIC ASH-SOIL ON LEAF-QUALITY OF VORSTENLANDEN TOBACCO.

The above mentioned influence has been examined by means of pot experiments, made under conditions as near as possible in keeping with the natural surroundings of the plantation with regards to rain, volume-weight of the soil, the cultivation of same, etc.

The experiments were carried out with the fine juvenile Merapi ash-soil — this most important soil for the tobacco cultivation — and side by side herewith, as a contrast, with weathered laterite soil, in which artificial graduations in the lime-status were obtained by mixing with increasing quantities of hydrated lime as one experiment, alternating with sulphur as the other (photo 3, 4, 5 and 7).

The test of the lime-saturation and the base-saturation were made on clay matter smaller than 5 μ or smaller than 20 μ. These minute particles were first of all separated from the soil by centrifugation according to MOHR's method (*35*); the addition of ammonia to the soil-suspension being, however, omitted.

Equal amounts of clay were used for all the comparing experiments.

Exchangeable calcium and other bases were determined by percolation with 2% NH_4Cl till 200 cm^3 extract was obtained. $\frac{n}{20}$ HCl was used to displace ammonia.

Exchangeable hydrogen was determined by electrometric neutralization with $\frac{n}{10}$ NaOH of clay-suspensions in normal solutions of $CaCl_2$.

The limit of the total absorbing capacity was determined by VAGELER's method (*42*).

The composition of the absorbing complex of the ash-soil and of the laterite soil, expressed in milliequivalents, per 100 gram clay $< 5\ \mu$, was as follows:

TABLE 33.

	H	Ca	Mg	K	NH_4	Na	Al + Fe	Total
Ash-soil.....	11	43	6	5	20	1	0	86
Laterite-soil....	9	11	12	3	17	1	0	53

Thus the laterite soil clay proved to be less saturated with lime than the ash-soil clay. It was also proved that sodium occupied a much larger place with regards to the other bases in the laterite soil clay than in the ash-soil clay. Finally the absorbing capacity of the latter is nearly twice as large as the laterite soil.

As a result of the treatment with lime the solubility of phosphoric acid in 2% citric acid decreased, together with which went a delay in the growth and blossoming of the plants (*fig.* 2, 3 and photo 3, 4). This symptom was most predominant when phosphate fertilizer was applied.

Analysis of drain-water proved that iron and aluminium became liberated in acid soil from which the lime was removed; poisoning-symptoms (leaf-spots) may arise as a result of this (plate 1 and fig. 1*a-d*).

Furthermore the drain-water analysis proved that the more lime was added to the soil, the more chlorine leached out. This coincided with a decrease of the amount of chlorine in the ash of the leaf, and an improvement of the fire-holding-capacity of the leaf.

The grades of the leaf became more drab and even-coloured, but darker, by a higher degree of lime-saturation.

The development of seedlings in unfertilized ash-soil was also favourably improved by liming, and injured by an addition of sulphur. The colour of the young plants in the soil treated with sulphur was a yellowish green; in the soil mixed with lime a dark green. This result was probably due also to the nitrogen nutrition, owing to differences in development of B. Azotobacter in the soil.

After-effects of the influence of the lime-status on the seed-beds could likewise be indicated subsequent to the plants being planted in the fields and fertilized with sulphate of ammonia. The young plants grown in a highly saturated soil continued to show a better development, and leaf-quality.

Ash-soil has been found in the Vorstenlanden which mutually differs as well in absorbing capacity as in degree of saturation of the clay.

This experiment has proved that on account of changes in the lime-status of the soil some important qualities of tobacco have been affected.

VIII. LITERATUUR.

1. BAVER L. D. — The Effect of the Amount and Nature of Exchangeable Cations on the Structure of a Colloidal Clay. University of Missouri, Agricultural Experiment Station, Bull. 129: 1–48, 1929.
2. BERNHARD J. — Das Wachstum von Deli-Tabak auf austauschsauren Böden. Diss. Technische Hochschule, München, 1927.
3. CHRISTENSEN H. R., JENSEN S. T. On the quantitative determination of the lime requirement of the soil. Transactions of the second commission of the International Society of Soil Science, Groningen. Volume A: 94–115, 1926.
4. CLARK W. M. — The Determination of Hydrogen Ions, London, 1928.
5. COHEN N. H., SIDENIUS E. Bemestingsproeven met kalk op Tabaksgronden. Mededeeling Proefstation voor Vorstenlandsche Tabak 17: 1–40, 1915.
6. COOLHAAS C. — Onderzoekingen over brandbaarheid van tabak I. Mededeeling Proefstation voor Vorstenlandsche Tabak 68: 1–71, 1930.
7. FRESENIUS L. — Ueber die Wirkung der nach der Austausch azidität bzw. der Titrationskurve errechneten Kalkmengen auf die Ernte und den Aziditätszustand der Böden. Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung u. Bodenkunde A 17: 193, 1930.
8. GEDROIZ K. K. — Chemische Bodenanalyse. Berlin, 1926.
9. GEDROIZ K. K. — Der Adsorbierende Bodenkomplex. Dresden und Leipzig: 63, 1929.
10. GLERIA J. DI — Referat über die gebräuchlichen analytischen Methoden der Alkalibodenuntersuchungen. Verhandlungen der Alkali-Subkommission der Internationalen Bodenkundlichen Gesellschaft, Budapest, Teil A: 13–17, 1929.
11. GOY S., MÜLLER R., ROOS O. Ueber das Wesen der Bodenazidität von Mineralboden. Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung u. Bodenkunde A 13: 66–91, 1929.
12. HARDY F., LEWIS A. H. A rapid electrometric method for measuring „lime requirements" of soils. Journal of Agricultural Science 19: 17–25, 1929.
13. HARPEN N. H. VAN — De waterstofionen concentratie van Hevea latex. Archief voor de Rubbercultuur in Nederlandsch-Indië 1: 1–102, 1931.
14. HEUSER H. — Die Umwandlung des Ätzkalkes und die Beeinflussung der Löslichkeit der Phosphorsäure und des Kalis durch denselben in schweren Böden. Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung u. Bodenkunde A 16: 226, 1930.
15. HISSINK D. J. — Het tweede Internationale Bodemkundige Congres (Rusland, Juli-Augustus, 1930). Chemisch Weekblad 27: 586–591, 1930.

16. HUDIG J., HETTERSCHY C. W. G. Ein Verfahren zur Bestimmung des Kalkzustandes in Humus Sandböden. Landwirtschaftliche Jahrbücher 63: 207–215, 1926.

17. HUDIG J. Ueber die Kwantitative Bestimmung der Kalkbedürftigkeit der Humus-Sandböden. Verhandlungen der Zweiten Kommission der Internationalen Bodenkundlichen Gesellschaft, Groningen, Teil A: 116–125, 1926.

18. HUDIG J., MEYER C., HETTERSCHY C. W. G. De moeilijkheden bij het bereiken van bepaalde kalktoestanden door bemergeling. Bericht van het Rijkslandbouwproefstation te Groningen 32: 4, 1927.

19. HUDIG J. Tabak en de kalktoestand van den grond. De Indische Mercuur 52: 715–716 en 1007–1008, 1929.

20. HUDIG J. Fosfaat, bodem en plant. Landbouwkundig Tijdschrift 43: 276–302, 1931.

21. JOCHEMS S. C. J. Handleiding voor de herkenning en bestrijding van de ziekten van Deli-tabak. Mededeeling Deli-Proefstation 2e serie 43: 30, 1926.

22. JOFFE J. S., LEE L. L. A note on the determination of the volume-weight of different soils in the soil profile. Soil Science 26: 217–219, 1929.

23. KAPPEN H. Die Methoden zur Bestimmung der Hydrolytischen Azidität und der Austauschazidität. Verhandlungen der Zweiten Kommission der Internationalen Bodenkundlichen Gesellschaft, Groningen, Teil B: 199–200, 1927.

24. KAPPEN H. Die Bodenazidität, Berlin, 1929.

25. KELLEY W. P., BROWN S. M. Replaceable bases in soils. Univ. Cal. Publ. Agric. Experiment Station, Technical paper 15: 6, 1924.

26. KELLEY W. P., BROWN S. M. Ion exchange in relation to soil acidity. Soil Science 21: 299, 1926.

27. KELLEY W. P., BROWN S. M. Base unsaturation in soils. Proceedings of the First International Congres of Soil Science, Washington 2: 491–506, 1928.

28. LEBEDEV A. F. The volume weight of soils as a physical characteristic of the soil profile. Soil Science 25: 207–211, 1928.

29. LÜERS H. Eine neue gebrauchsfertige Apparatur zur elektrometrischen Messung der Wasserstoffionen Konzentration. Biochemische Zeitschrift 171: 119–125, 1926.

30. MATTSON S. E. Die Beziehungen zwischen Ausflockung, Adsorption und Teilchenladung mit besonderer Berücksichtigung der Hydroxylionen. Kolloidchemische Beihefte 14: 227–313, 1921–1922.

31. MATTSON S. E. Anionic and cationic adsorption by soil colloidal materials of varying $SiO_2/Al_2O_3 + Fe_2O_3$ ratio. Proceedings of the First International Congres of Soil Science, Washington 2: 199–211, 1928.

32. MCGEORGE W. T. The influence of manganiferous soils on the accuracy of the quinhydrone electrode. Soil Science 27: 83–88, 1929.

33. MES M. G. Fisiologiese Siektesimptome van tabak. Proefschrift, Utrecht, 1930.

34. MIDDELBURG H. A. Het tegenwoordige bemestingsvraagstuk in de Vorstenlanden. De Indische Culturen (Teysmannia) 15: 821–825, 1930.

35. MOHR E. C. J. De mechanische analyse van grond. Teysmannia 21: 455–471 1910.

36. MOHR E. C. J. De methoden van Atterberg ter bepaling van consistentie cijfers, en uitkomsten daarmede verkregen aan gronden van Java en Madoera. Mededeeling Laboratorium voor Agrogeologie en Grondonderzoek (Departement van Landbouw, Nijverheid en Handel) 1: 1–39, 1915.

37. MOHR E. C. J. De groei van Deli tabak op gronden van bepaalden zuurgraad. De Indische Mercuur 52: 579–581, 1929.

38. NEEB G. A. Een onderzoek naar de kalkwerking in de kalkbemestingsproeven van oogstjaar 1930. Mededeeling Proefstation voor de Java-Suikerindustrie. 14: 610–632, 1931.

39. SAMUELS CH. D. The oxidation of sulfur in Alkali Soil and Its Effect on the Replaceable Bases. Hilgardia 3: 1–26, 1927.

40. TOLLENAAR D. Bijdrage tot de kennis van de agrogeologische grondtypen van het Vorstenlandsche Tabaksgebied. Mededeeling Proefstation voor Vorstenlandsche Tabak 73, 1932.

41. TURNER P. E. The state of unsaturation of the soil in relation to its field behavior and lime requirement. Soil Science 30: 349–381, 1930.

42. VAGELER P. W. E. De Analysemethoden van het Agrogeologisch Laboratorium van het Proefstation voor Thee, Buitenzorg. Archief voor de Theecultuur 2: 77–219, 1928.

43. VENEMA K. C. W. Notizen über die Neueren Methoden der Bodenanalyse, Berlin, 1930.

44. VENEMA K. C. W. Proeven omtrent den uitwisselingszuurgraad van eenige Javagronden. Archief voor de Suikerindustrie in Ned. Indië 39, 2e deel: 776–787, 1931.

45. VENEMA K. C. W. De bewegelijkheid van het fosforzuur in den bodem. Landbouwkundig Tijdschrift 43: 264–374, 1931.

46. VENEMA K. C. W. De Titratie-konstanten van Hopkins en Daikuhara. Landbouwkundig Tijdschrift 43: 611–622, 1931.

47. VRIES O. DE Over den grond in de Vorstenlanden. Mededeeling Proefstation voor Tabak I: 1–22, 1911.

48. WHITE J. TH., BEUKERING J. A. VAN Eerste Resultaten van Vergelijkende Zuurgraadmetingen bij Indische Gronden. Handelingen van het Vijfde Nederlandsch-Indische Natuurwetenschappelijk Congres, Soerabaja: 483, 1928.

49. WIEGNER G. Anleitung zum quantitativen Agrikulturchemischen Praktikum, Berlin: 154, 1926.

50. WIEGNER G., PALLMANN H. Ueber Wasserstoff- und Hydroxylschwarmionen um suspendierte Teilchen und dispergierte Ultramikronen. Verhandlungen der Zweiter Kommission und der Alkali-Subkommission der Internationalen Bodenkundlichen Gesellschaft, Budapest, Tiel B: 92–144, 1929.

51. WIEGNER G., PALLMANN H. Ueber den Suspensionseffekt. Ergebnisse der Agrikulturchemie 2: 1–37, 1930.

52. WIEGNER G. Some physico-chemical properties of Clays. Society of Chemical Industry L: 65–71, 103–112, 1931.