

# RIJKSLANDBOUWPROEFSTATION GRONINGEN.

## **De invloed van zure en alcalische bemesting op den groei der gewassen (zes jaren practijk op het proefveld te Spitsbergen).**

DOOR J. HUDIG en C. MEIJER.

*(Ingezonden 24 December 1921.)*

In 1918 deden wij een brochure over de „Hooghalensche ziekte” het licht zien, waarin wij het verslag uitbrachten van onze onderzoekingen over de slechte gevolgen van zure bemesting op zuren grond.

Sindsdien zijn deze onderzoekingen voortgezet en nu zoover gevorderd, dat wij meenen de voor de praktijk zoo gewichtige kwestie der zure en alcalische bemesting wat algemeener te kunnen stellen.

Omdat voornamelijk het proefveld te Spitsbergen ons in de het meest met de praktijk overeenkomende omstandigheden, belangrijke gegevens verstrekte, zullen wij dit het eerst bespreken; om daarna de kleinere cultuurproeven en het laboratorium-onderzoek te behandelen.

### I.

#### **Het proefveld te Spitsbergen.**

In 1914 hadden wij op verschillende plaatsen in de Groningsche veenkoloniën een ziekteverschijnsel in de rogge waargenomen, dat sterk aan een ziekte in Drenthe deed denken en waarop Prof. ELEMMA onze aandacht had gevestigd. In Hooghalen hadden wij deze ziekte het best bestudeerd en spraken sedert dien van de „Hooghalensche ziekte”.

Daar wij in 1914 nog niets van het ontstaan dezer kwaal wisten, doch vermoedden, dat zij door zure bemesting werd bevorderd, hebben wij een proefveld aangelegd om dit vermoeden te toetsen.

Wij vonden een geschikte gelijkmatig zieke kamp op de boerderij der familie BLEKKER te Spitsbergen (gem. Zuidbroek) en hebben daarop in 1915 een 18-tal veldjes aangelegd, dat in 1916 met een 22-tal werd uitgebreid.

2095977

De aanleg in 1915 was eenvoudig; wij vergeleken zure tegenover alcalische bemesting.

Veldje 1 ontving een zure bemesting: super en zwavelzure ammoniak;

veldje 2 een alcalische: slakkenmeel en chilisalpeter;

veldje 3 ontving een mergelbemesting naar 8000 K.G. per H.A. en voorts, met weglating van fosforzuur, chilisalpeter; het werd dus alcalisch bemest;

veldje 4 ontving een compostbemesting naar 40,000 K.G. per H.A. terwille van een niet onbelangrijk kalkgehalte ( $\pm$  800 K.G. CaO per H.A.) en van de groote hoeveelheid rottend organisch materiaal;

veldje 5 werd  $\pm$  25 c.M. diep losgemaakt en zuur bemest (super + zwav. amm.) als concessie aan de toen vaak geuite meening, dat de bemesting niet zooveel invloed hebben zou, maar wel een flinke grondbewerking;

veldje 6 werd ter contrôle onbemest gelaten.

In 1916 kwam een uitbreiding tot stand, die alleen als nieuwe combinaties de aanwending van verschillende hoeveelheden mergel bij zure bemesting en van superfosfaat met chili had.

Voor de verdere orientatie in den opzet verwijzen wij naar *tabel 1* op blz. 87, terwijl in den loop van deze besprekingen de bedoeling van een en ander wel duidelijk worden zal.

De veldjes waren 26,\* M<sup>2</sup>. groot en voor elke behandeling in drievoud aanwezig, behalve de Nos. 13, 14, 15 met de groote hoeveelheden mergel en No. 16, die slechts in enkelvoud aangelegd zijn.

Een lupinengroenbemesting op de Nos. 11, 12 en 16 mislukte door den onvoldoenden stand van dit gewas.

Per H.A. berekend werden de volgende hoeveelheden van de kunstmeststoffen aangewend:

Superfosfaat	naar 300 KG.,	
Slakkenmeel	„ 300 „	„
Chilisalpeter	„ 400 „	voor granen,
	„ 600 „	„ aardappelen,
Zwavelzure ammoniak	„ 300 „	„ granen,
	„ 450 „	„ aardappelen.

Kali ontvingen alle veldjes gelijk en wel granen en erwten als kalizout van 20 of 40 pct. en aardappelen als patentkali.

Verbouwd werd:

- in 1915 winterrogge (Petkuser),
- „ 1916 haver (Zegehaver),
- „ 1917 aardappelen (Thorbecke),
- „ 1918 winterrogge (Petkuser),
- „ 1919 erwten (kortstroo groene, extra kort, van Mansholt),
- „ 1920 winterrogge (Petkuser), waaronder klaver en serradella ingezaaid werd.

De opbrengstcijfers hebben wij volledig in *tabel 2* (zie pag. 87) ondergebracht, doch deze zijn voor een overzicht ongeschikt; daarom hebben wij ze grafisch voorgesteld, aan de hand van welke voorstellingen een bespreking veel gemakkelijker is. De grafieken zijn gebaseerd op de gemiddelde korrel- of knolopbrengsten <sup>1)</sup> berekend uit de 3 parallellen. In den regel kloppen de parallelcijfers goed; in sommige gevallen, bij de sterk achteruitgezette oogsten minder, doch dit verandert aan de strekking der algemeene resultaten niets.

Veldje 3 hebben wij — omdat het dadelijk normale oogsten gaf — ter vergelijking als standaardveldje aangenomen, en de opbrengsten van alle andere veldjes in procenten van 3 uitgedrukt, hetgeen in *tabel 3* (zie pag. 88) is weergegeven. Deze tabel bevat dus de elementen voor de grafieken.

In de eerste jaren (na 1915) werd veldje 3 zuur bemest en bleef op normale productie. In 1919 en 1920 — na 3 jaren zure bemesting — werd het produceerend vermogen lager. Feitelijk was 3 toen geen goede standaard meer; bij gebrek aan een nieuwen behielden wij veldje 3 als basis van vergelijking.

De opbrengsten van dit veldje waren per H.A. berekend:

in 1915	3 800	K.G. rogge	( 52 H.L.)
„ 1916	3 300	„ haver	( 70 „ )
„ 1917	31 000	„ aardappelen	(490 „ )
„ 1918	2 700	„ rogge	( 38 „ )
„ 1919	2 000	„ erwten	( 26 „ )
„ 1920	1 900	„ rogge	( 27 „ )

De daling in het produceerend vermogen, waarvan zoeven sprake was, blijkt uit dit overzicht ten duidelijkste; de gunstige invloed der groote mergelbemesting is door de zure behandeling ten slotte uitgewerkt.

Er is hier geen sprake van invloed van weder en vochtigheid, want dan zou men hetzelfde ook bij de Nos. 2, 10, 12, 13, 14, 15 moeten waarnemen. Wij laten van deze Nos. nog even de roggekorrelopbrengsten volgen in honderden kilo's per H.A.

Nos.	1915	1918	1920
2	34	28	27
3	38	27	19
10	—	28	29
12	—	27	27
13	—	27	25
14	—	30	26
15	—	27	28

In de figuren I, II en III hebben wij getracht de geheele geschiedenis van 't proefveld tot uitdrukking te brengen. De bemesting met zwavelzure ammoniak, die wij als de hoofdoorzaak van den schadelijken invloed zullen leeren kennen, zullen wij korthedshalve *zure* bemesting noemen en is aangeduid door open lijnen; die met chilisalpeter wordt *alcalische* bemesting genoemd en is voorgesteld

<sup>1)</sup> De stro-opbrengsten gaan hiermede parallel.

door gevulde lijnen. De bemesting met mergel is door een cirkel aangeduid, welke grooter is naarmate meer mergel werd aangewend.

In de aanwending van de fosforzuurmeststoffen hebben wij in de figuren *geen* onderscheiding aangegeven, hoewel slakkenmeel een alcalische meststof is, en superfosfaat een zwak zure werking uitoefent: zooals men zien zal overheerschen de stikstofmeststoffen en de kalkmergel alle andere.

Wij wenschen bij de beschouwing der figuren in herinnering gehouden te zien dat: *veldje 2 altijd chili en slakkenmeel ontving evenals No. 10; No. 1 altijd superfosfaat en zwavelzure ammoniak terwijl de aanvankelijk zuur bemeste nummers, 5, 7, 8, 9 en 16 in 't laatste jaar alle chilisalpeter en superfosfaat ontvingen.*

Fig. I  
bladz. 64). Deze grafiek toont duidelijk, hoe de zuur bemeste veldjes altijd ver beneden normaal blijven. Veldje 1 brengt in 't eerste roggejaar 60 pct. van den standaard op, in 't haverjaar slechts 20 pct.; in 't aardappeljaar is de schade niet zoo groot en stijgt de opbrengst tot  $\pm$  60 pct.; in 't daarop volgende roggejaar is de opbrengst weer tot 50 pct. van den norm gedaald; de erwtenoogst is er een volslagen misgewas, en in 't laatste jaar brengt de rogge het tot slechts 30 pct. van het toen reeds sterk verminderde veldje 3, dat maar 1900 K.G. (27 H.L.) kon halen.

De toestand op veldje 1 is door de voortgezette zure bemesting doorlopend slechter geworden, wat uit de roggeoogsten blijkt van 1915, 1918 en 1920, die respectievelijk 2300, 1300 en 600 K.G. per H.A. bedragen of 32,<sup>7</sup>, 18,<sup>3</sup> en 8,<sup>5</sup> H.L.

Dat het woelen in 1915 op No. 5 geen enkel effect heeft gehad en dat de bemesting alleen schuld van den slechten oogst is, blijkt uit de lijnen.

De alcalische Nos. (2 en 4) hebben zich in het eerste proefjaar niet met het uitnemende standaardperceel (dat ook alcalisch behandeld werd) kunnen meten; ze blijven beneden de 3800 K.G. (52 H.L.) van No. 3. In het volgende graanjaar (haver in 1916) zijn ze uitstekend en boven normaal. In het aardappeljaar kunnen ze niet mee en in het erwtenjaar blijven ze ver achter (terwijl de zure nog meer achter blijven).

Voor aardappelen en erwten schijnt een mergelbemesting groote beteekenis gehad te hebben.

In het laatste jaar, als de Nos. 4 en 5 een chilibemesting ontvingen, is de roggeopbrengst weer normaal en stijgt ver boven die van 3 uit. De mergel schijnt dan op dit veldje uitgewerkt te zijn, zoodat de zure bemesting haar schadelijken invloed weer kan laten gelden; wij herhalen om dit te demonstreeren, de roggeoogsten van 1918 en 1920, welke respectievelijk 38 en 27 H.L. bedroegen.

Dat de proefveldgrond mestgierig is, bewijst de lijn van het onbemeste perceel 6.

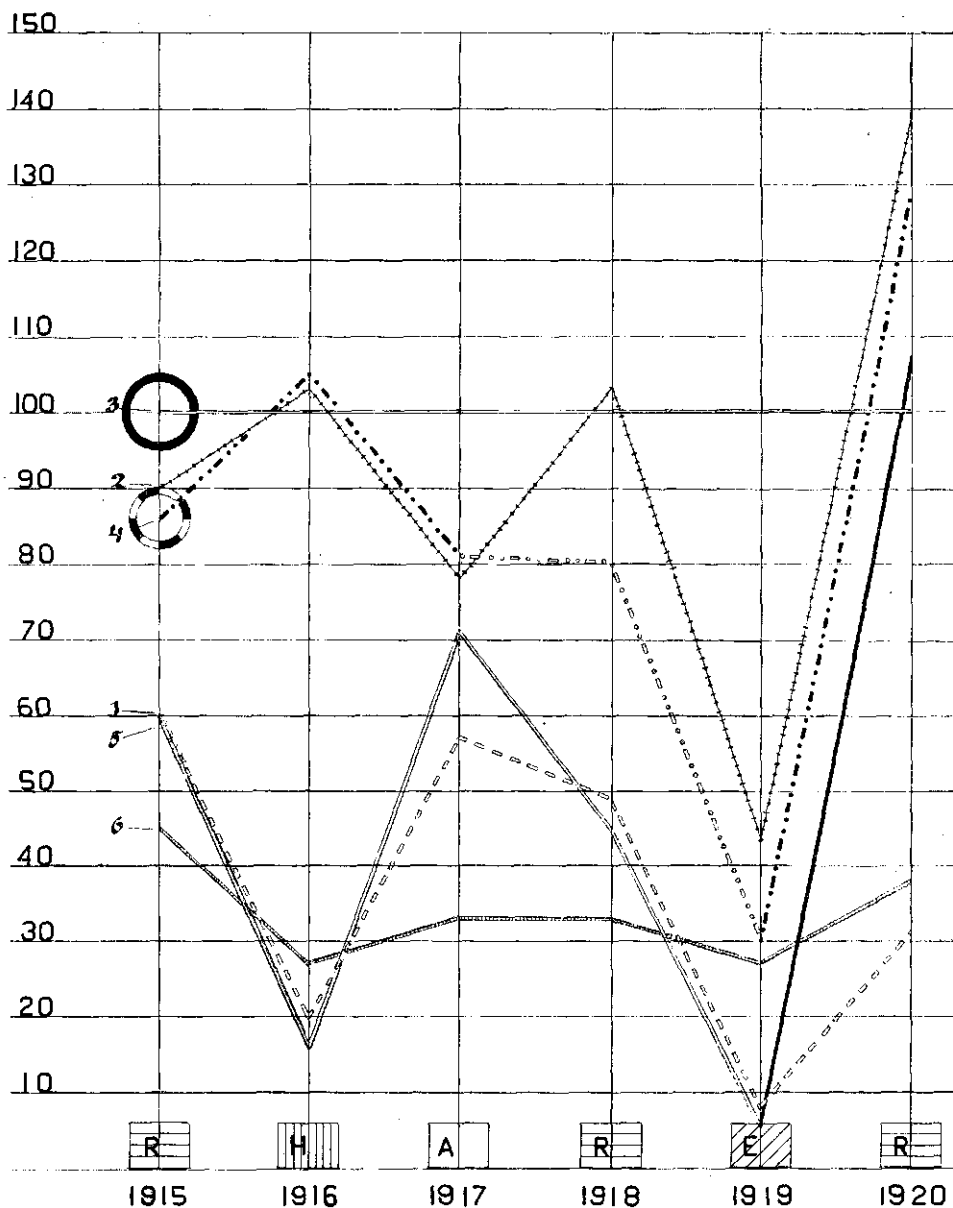


FIG. I. — Relatieve opbrengst aan korrel en knollen der veldjes 1—6 van het proefveld te Spitsbergen. De open lijnen geven een bemesting met zwavelzure ammoniak aan (zuur); de gevulde lijnen een bemesting met chilisalpeter (alcalisch).

De erwten ontvingen geen stikstofbemesting.

De stikstofbemesting is door de lijn welke aan het betreffende jaar vooraf gaat aangeduid, zoodat die van het eerste jaar niet is aangegeven (daarvoor zie men tabel 1).

Voor het erwtenjaar is de bemesting van het voorafgaande jaar in teekening gebracht.

De krings duiden bemergelingen aan. Hoe grooter de kring is, hoe meer mergel werd gegeven.

H = haver.      A = aardappelen.  
R = rogge.      E = erwten.

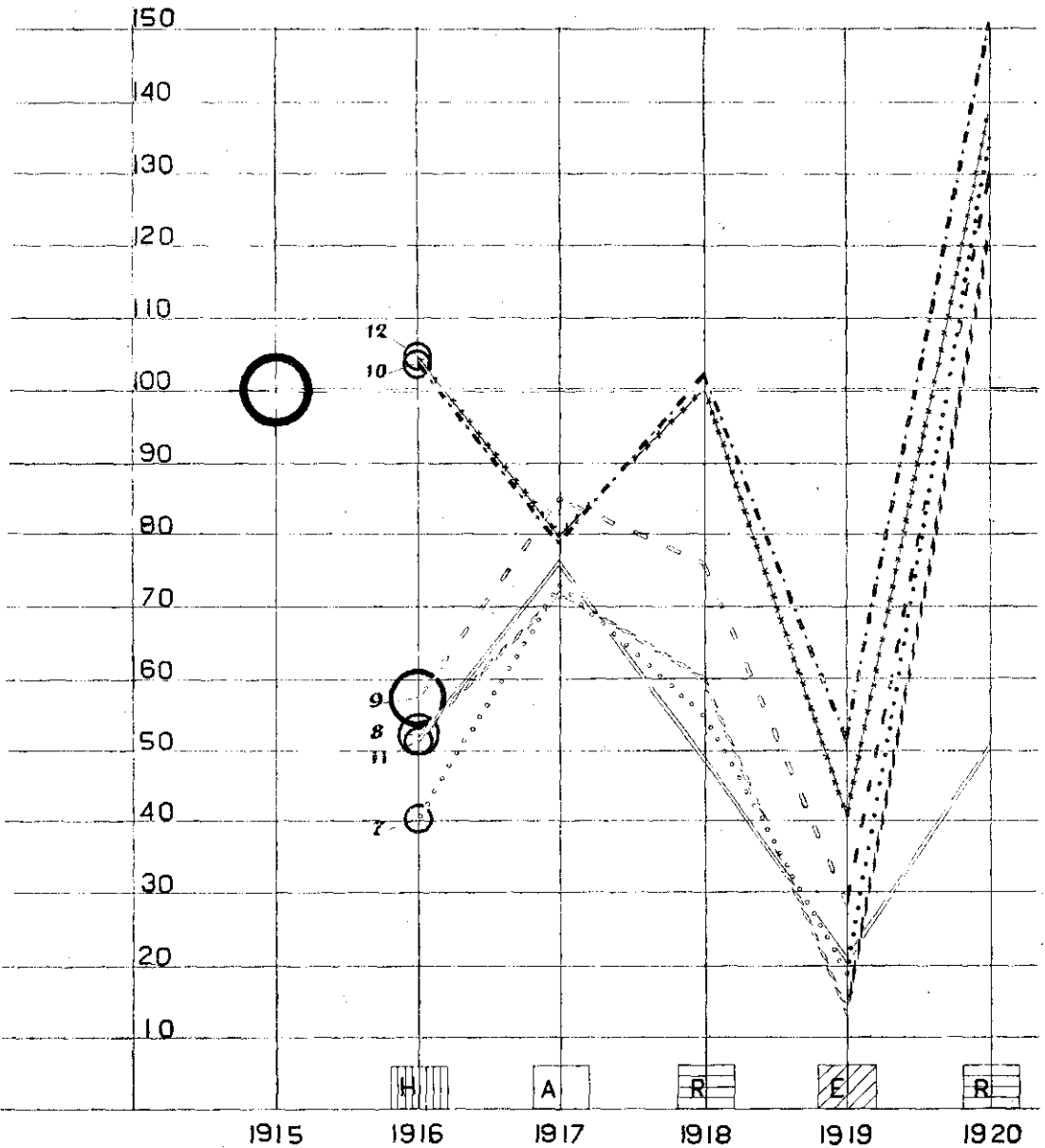


FIG. II. — Relatieve opbrengst aan korrel en knollen der veldjes 7—12 van het proefveld te Spitsbergen. De open lijnen geven een bemesting met zwavelzure ammoniak aan (zuur); de gevulde lijnen een bemesting met chilisaipeter (alcalisch).

De erwten ontvingen geen stikstofbemesting.

De stikstofbemesting is door de lijn welke aan het betreffende jaar voorafgaat aangeduid, zoodat die van het eerste jaar niet is aangegeven (daarvoor zie men tabel 1).

Voor het erwtenjaar is de bemesting van het voorafgaande jaar in tekening gebracht.

De kringen duiden bemergelingen aan. Hoe grooter de kring is, hoe meer mergel werd gegeven.

H = haver. E = erwten.  
R = rogge. A = aardappelen.

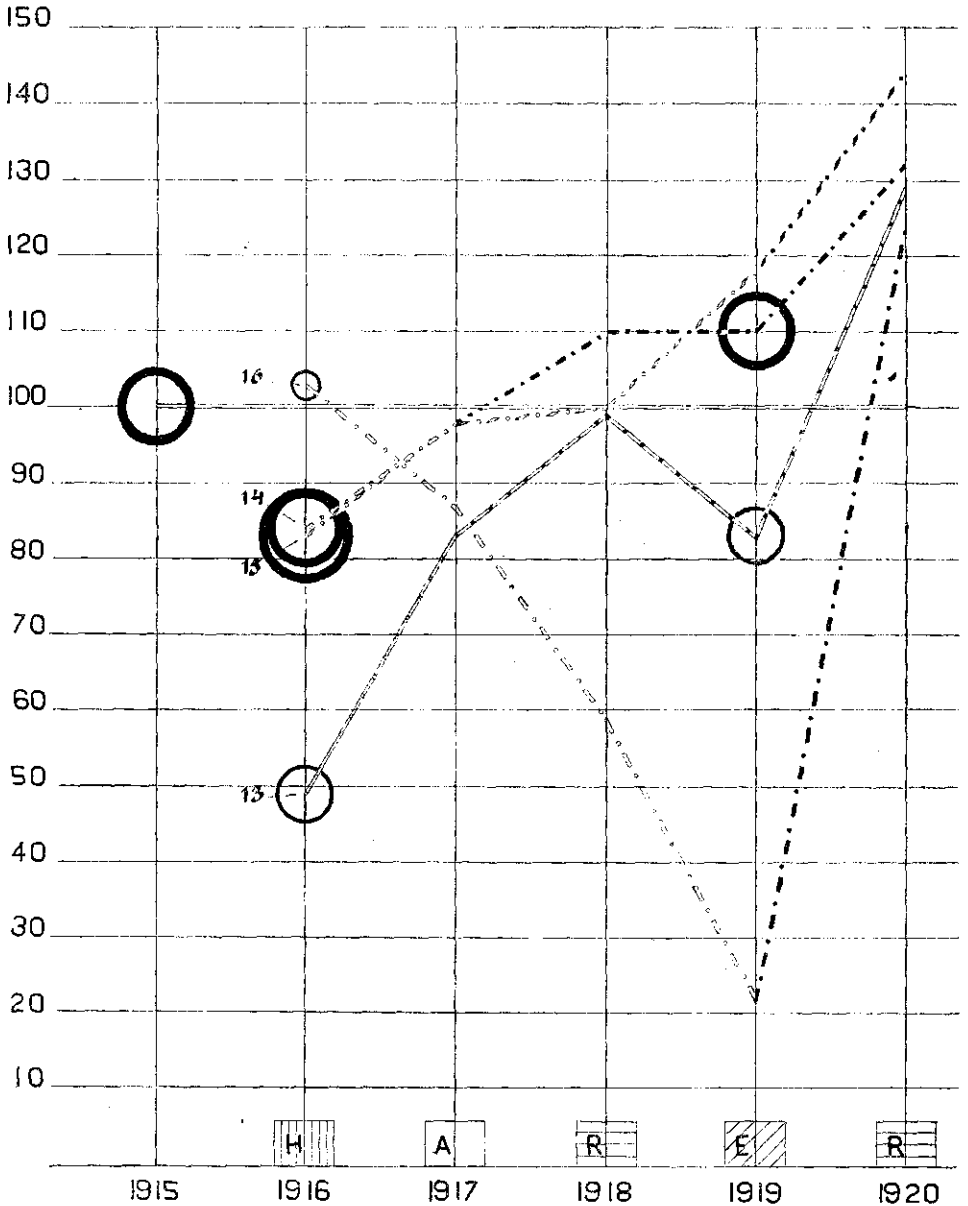


FIG. III. — Relatieve opbrengst aan korrel en knollen der veldjes 13—16 van het proefveld te Spitsbergen.

De open lijnen geven een bemesting met zwavelzuren ammoniak aan (zuur); de gevulde lijnen een bemesting met chilicarpeter (alcalisch).

De erwten ontvingen geen stikstofbemesting.

De stikstofbemesting is door de lijn welke aan het betreffende jaar voorafgaat aangeduid, zoodat die van het eerste jaar niet is aangegeven (daarvoor zie men tabel I).

Voor het erwtenjaar is de bemesting van het voorafgaande jaar in tekening gebracht.

De kringen duiden bemergelingen aan. Hoe grooter kring, hoe meer mergel werd gegeven.

H = haver.

E = erwten.

R = rogge.

A = aardappelen.

In de figuren II en III, waarin de opbrengsten der veldjes 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 en 16 zijn geteekend, vindt men in beginsel het boven behandelde bevestigd; doch hier is een kleine toelichting noodzakelijk. De strook waarop deze veldjes liggen, had na het succes der mergelbemesting van 8000 K.G. op no. 3 voor 1915, dadelijk een weinig mergel als overbemesting ontvangen, omdat de eigenaar hoopte nog eenig gunstig effect waar te nemen. Dat dit niet het minste succes had behoeft geen betoog. Er dient bij vermeld te worden, dat de practici de meening waren toegedaan, dat een mergelgift van 8000 K.G. per H.A. veel te ruim zou zijn en dat b.v. 1000 kilo's al voldoende waren; de overbemesting was nog zuiniger toegepast. Om nu aan de vraag hoe groot eigenlijk een mergelgift moet zijn, tegemoet te komen, besloten wij in overleg met den heer BLEKER, de uitbreiding zooals die ons wenschelijk voorkwam uit te voeren.

Op de nos. 7, 8 en 9 kwamen de hoeveelheden van 500, 1000 en 2000 K.G. en op de nos. 13, 14 en 15 4000, 8000 en 16 000 K.G.; de uitstrooiing had den 12en Oct. 1915 plaats.

Een blik op de figuren II en III doet nu zien, dat bij zure bemesting de opbrengst bij stijgende mergelhoeveelheid eveneens stijgt, doch dat eerst een kwantum van 8000 K.G. in staat blijkt te zijn normale oogsten te bewerken.

Wij ontnemen — ter staving van deze opmerking — aan de figuren het volgende overzicht:

		1916 (haver)	1917 (aardappelen)
7	500 K.G. mergel	40	73
8	1 000 " "	52	72
9	2 000 " "	57	85
13	4 000 " "	49	83
14	8 000 " "	84	98
15	16 000 " "	83	98

Voor de granen schijnt de bemesting van dezen zuren grond een betrekkelijk eenvoudige zaak — men kan een vollen oogst met chilisalpeter alleen bereiken, terwijl het onverschillig is in welken vorm men het fosforzuur toedient (men zie no. 12, dat altijd chilisalpeter met superfosfaat ontving en de nos. die wij in 1920 met dezelfde combinatie tot volle productie brachten; het gelukte alleen niet met het 4 jaar lang zuur behandelde no. 5).

Voor aardappelen en erwten was dat geheel anders, daarom dienen de oogsten van deze beide gewassen wat dieper besproken te worden.

#### Aardappelen in 1917.

Het treft in de eerste plaats, dat de zure bemesting zooveel hooger opbrengsten gaf dan de slechte haver oogst in 1916 deed verwachten, waaruit misschien op te maken is, dat aardappelen niet zoo gevoelig



zijn voor den zuren invloed. Maar wat nog meer treft, is, dat hier de oogsten bij zure en alcalische stikstofbemesting zoo na bijeen liggen; — m. a. w. dat deze laatste behandeling in het geheel geen gunstigen invloed heeft gehad; de opbrengsten (behalve die van No. 1) liggen tusschen 70 en 80 pct. van den standaard. Doch er is niet te min een groot verschil, en wel in de zetmeelgehalten, zooals in tabel 4 is weergegeven. Wij zien daaruit, dat de veldjes, die in Oct. 1915 mergel in een eenigszins belangrijke hoeveelheid ontvingen, alle een hooger zetmeelgehalte hebben, dan die welke geen mergel ontvingen; het laagste gehalte heeft het alcalisch behandelde No. 2.

TABEL 4.

No.	Bemesting in 1916 en 1917.	Zetmeel- gehalte.	Opmerkingen.
1	zwav. amm. + super.	17,6	
2	chili + slak. . . .	15,2	
3	zwav. amm. + super.	17,8	Ontving voor 1915 8 000 K.G. mergel.
4	chili + super . . . .	15,6	„ „ 1915 40 000 „ compost.
5	zwav. amm. + super.	16,9	
6	onbemest . . . . .	15,1	
7	zwav. amm. + super.	17,—	Ontving voor 1916 500 K.G. mergel.
8	„ „ + „	18,3	„ „ 1916 1 000 „ „
9	„ „ + „	18,4	„ „ 1916 2 000 „ „
10	chili + slak. . . . .	17,2	„ „ 1916 500 „ „
11	zwav. amm. + super.	17,7	„ „ 1916 500 „ „
12	chili + super . . . .	16,6	„ „ 1916 500 „ „
13	zwav. amm. + super.	19,3	„ „ 1916 4 000 „ „
14	„ „ + „	19,5	„ „ 1916 8 000 „ „
15	„ „ + „	19,7	„ „ 1916 16 000 „ „
16	„ „ + „ in 1917; (in 1916, chili + super).	17,9	„ „ 1916 500 „ „

Het eveneens lage gehalte van No. 6 valt in het oog.

Het verschil van 500 K.G. in mergelkwantum tusschen 7 en 8 (met resp. 500 en 1000 K.G. mergel) geeft een verschil van 1,3 pct. zetmeel of, daar beide veldjes evenveel knollen (22 000 K.G.) produceeren, een verschil van 286 K.G. zetmeel per H A. Daarentegen heeft het verschil van 1000 K.G. tusschen 8 en 9 met resp. 1000 en 2000 K.G. mergel geen effect; maar het verschil van 2000 tusschen 9 en 13 met resp. 2000 en 4000 K.G. geeft weer een verschil in zetmeelgehalte van 1 pct., hetgeen door een iets lagere opbrengst van 13 maar een voordeel van 100 K.G. zetmeel voor dit nummer

tengevolge heeft. Overigens zeggen deze cijfers niet zoo heel veel omdat van No. 13 slechts één veldje aanwezig was.

De oogsten met de grootste knollen blijken het rijkst aan zetmeel te zijn, 't geen tabel 5 doet zien. Wij hebben n.l. om het verschil in kwaliteit der knollen duidelijk te doen uitkomen de aardappel-oogsten in knollen van diverse zwaarte gesorteerd en wel in die beneden de 25 gram, die tusschen 25 en 50 gram en die er boven-

Tabel 5 geeft nog eens een totaal overzicht: de 3de kolom geeft aan het percentage knollen van boven de 50 gram, de 4de het gemiddelde knolgewicht, de 5de het zetmeelgehalte en de 6e de zetmeelopbrengst. De oogsten met het hoogste percentage zware knollen worden door de veldjes 13, 14 en 15 voortgebracht, de veldjes die in 1916 4000, 8000 en 16 000 K.G. kalkmergel, per H.A. berekend, ontvingen.

TABEL 5.

## De aardappeloogst in 1917.

No.	Bemesting in 1916 en 1917.	Percentage knollen boven 50 gram.	Gemiddeld gewicht per knot in gram.	Zetmeel- gehalte.	Knollen K.G. per H.A.	Zetmeel K.G. per H.A.	Mergelbemesting per H.A.
1	zwav. amm. en super.	55	41	17,6	18 000	3 100	—
2	chili en slak . . . .	45	30	15,2	24 000	3 600	—
3	zwav. amm. en super.	74	54	17,8	31 000	5 500	8 000 K.G. Oct. 1914.
4	chili en super . . . .	58	39	15,6	25 000	3 900	40 000 „ compost, Oct. 1914.
5	zwav. amm. en super.	59	42	16,9	22 000	3 700	200 K.G. Oct. 1915.
6	onbemest . . . . .	17	17	15,1	10 000	1 500	—
7	zwav. amm. en super.	74	56	17,—	22 000	3 800	500 K.G. Oct. 1915.
8	„ „ „ „	79	57	18,3	22 000	4 100	1 000 „ „ 1915.
9	„ „ „ „	77	66	18,4	26 000	4 800	2 000 „ „ 1915.
10	chili en slak . . . .	66	45	17,2	24 000	4 200	500 „ „ 1915.
11	zwav. amm. en super.	70	52	17,7	23 000	4 100	500 „ „ 1915.
12	chili en super . . . .	59	40	16,6	26 000	4 100	500 „ „ 1915.
13	zwav. amm. en super.	80	62	19,3	25 000	4 900	4 000 „ „ 1915.
14	„ „ „ „	87	82	19,5	30 000	5 800	8 000 „ „ 1915.
15	„ „ „ „	83	72	19,7	30 000	5 900	16 000 „ „ 1915.
16	„ „ „ „ in 1917; (in 1916 chili en super).	64	44	17,9	27 000	4 800	500 „ „ 1915.

In het gemiddelde knolgewicht is overal de slechte werking der alcalische stikstof-bemesting te zien, b.v. bij de nos. 2, 10 en 12 met respectievelijk 30, 45 en 40 gram.

De zwaarste knollen brengt 14 voort, dat in Oct. 1915 8000 K.G. mergel ontving: knollen van 82 gram en een zetmeelgehalte van 19.5 pct.!

De ervaring met den aardappeloogst in 1917 is zeer opmerkelijk geweest; gaf de eerste aanblik der figuren niet dadelijk den indruk, dat de alcalische en zure stikstofbemesting een specifiek verschillend effect hebben gehad, een nadere beschouwing der cijfers leert anders en wijst er op, dat de alcalische in tegenstelling met de verwachting ongunstig heeft gewerkt en dat voldoende mergelaanwending bij zure stikstofbemesting de beste resultaten gaf.

Men wachte zich ervoor deze ervaring, die alleen 1917 geldt, te generaliseeren. In het zeer droge jaar 1921, toen ook aardappelen verbouwd werden, vonden wij deze tegenstelling tusschen alcalische en zure stikstofbemesting niet.

### Erwten in 1919.

Voor dit gewas werd geen stikstofmest toegediend; de lijnen in de figuur zijn echter in dezelfde onderscheiding geteekend als de vorige jaren. Voor de beoordeeling van de opbrengsten in het erwtenjaar is de beschouwing der figuren geheel voldoende. De meeste lijnen bereiken in dat jaar hun laagste punt; de zuur bemeste veldjes dragen *alle* een misgewas — oogsten van 8—30 pct. maken geen aanspraak op een beteren naam. De alcalisch bemeste veldjes doen het iets minder slecht, maar zelfs de beste, n.l. Nos. 10, die in Oct. 1915 500 K.G. mergel ontvingen, brengen het niet hooger dan 52 pct.

Ongetwijfeld heeft de alcalische bemesting der voorafgaande jaren den grond iets minder ongeschikt gemaakt, — doch het is zoo weinig, dat er geen practische waarde aan toe te kennen is. Eerst een mergel gift van 8000 K.G. per H.A. heeft erwtencultuur mogelijk gemaakt; veldje 13, dat in Oct. 1915 4000 K.G. kalkmergel ontving, brengt in 1919 maar 83 pct. van de standaardmaat op. De Nos. 14 en 15 met 8000 en 16000 K.G. in Oct. 1915 aangewend, 110 resp. 118 pct., waaruit wellicht af te leiden is, dat de productiviteitsdaling van het standaardperceeltje 3 in 1919 reeds begonnen was.

De Nos. 13 en 14 ontvingen in 1919 kort voor het zaaien resp. 4000 en 8000 K.G. kalkmergel per H.A. Deze nieuwe kwantiteiten konden op de erwtencultuur nog geen uitwerking hebben; ze werden aangewend om den grond voor de volgende jaren alcalisch te maken.

Wij kunnen met het hier medegedeelde over de erwtencultuur volstaan.

### Rogge in 1920.

Een uitvoerige bespreking van het roggejaar 1920 is evenmin noodig. De meeste veldjes — ook de sinds 4 jaren met zwavelzuren ammoniak behandelde — ontvingen stikstof in den vorm van chili-

salpeter en brachten toen, behalve No. 5, een normalen oogst op. Over de daling van het standaardveldje 3 is meermalen gesproken; vermeld dient te worden, dat zich voor het eerst na 7 jaren op dit perceeltje weer — zij het ook vaag — *de verschijnselen van de Hooghalensche ziekte hebben voorgedaan.*

Het is ons nog niet gelukt op de veldjes 13, 14 en 15, die in 1918 en 1920 alcalisch bemest werden, en waarvan de eerste in 1919 nog weer extra mergel ontvingen, de veenkoloniale haverziekte te doen ontstaan, doch wij twijfelen er niet aan, of bij voortgezette alcalische behandeling zal deze wel komen

De in de rogge van 1920 gezaaide serradella en klaver waren alleen op de alcalisch behandelde veldjes in den stoppel doorgegroeid; op de zure (zonder mergel) waren de plantjes wel opgekomen, doch spoedig weggestorven. Door een misverstand werd de stoppel dadelijk omgeploegd, zoodat wij van de stoppelvrucht verder niets zeggen kunnen.

Als het belangrijkste wat het proefveld te Spitsbergen ons heeft geleerd, meenen wij de vier volgende punten te moeten noemen:

10. *Op zuren grond mag nimmer een zure bemesting toegepast worden<sup>1)</sup>; zwavelzure ammoniak dient vermeden, terwijl chilisalpeter op niet al te zuren grond in staat is de graanproductie op peil te houden.*

2°. *Door toediening van een toereikend quantum mergel kan het productievermogen van zuren grond hersteld worden; hetgeen evenwel door voortgezette zure behandeling weer te niet wordt gedaan; m. a. w. zure bemesting treft niet alleen het gewas waarvoor deze aangewend wordt, maar ook de navrucht.*

3e. *Aardappelen hadden in 1917 op zuren grond een mergelbemesting noodig: alcalische stikstofbemesting alléén gaf onvoldoende opbrengst van onvoldoende kwaliteit.*

4e. *Erwtencultuur is op zuren grond onmogelijk. Zure grond moet om deze cultuur te doen slagen eerst met kalkmergel geneutraliseerd worden.*

Vermoedelijk kan men de laatste conclusie wel uitbreiden tot de meeste vlinderbloemige gewassen; althans de ervaring in de practijk wijst daarop.

Hoe belangrijk deze proeven ook voor de bestrijding van de Hooghalensche ziekte zijn geweest, — in één opzicht laten ze de practici nog in het onzekere. Het is n.l. noodig te weten *hoeveel* mergel men aan zuren grond moet toedienen om de cultuur voor alle gewassen mogelijk te maken.

1) Voor een uitzondering bij verbouw van consumptieaardappelen zie men later. Men dient dan met kans op schurft rekening te houden.

Het spreekt vanzelf, dat een bodem, die veel humus bevat, zooals de meeste onzer veenkoloniale gronden, andere eischen zal stellen dan die, welke weinig bevatten, zooals de grond van ons proefveld. Immers de humus is het bestanddeel, dat op zandgrond door zijn reactie de cultuur beheerscht en bij een bepaalden zuurgraad zullen de humusrijke gronden meer kalkmergel noodig hebben, dan de humusarme. Ons proefveld met 5 à 6 pct. humus was zeer zuur, maar ook spoedig te genezen, hetgeen o.a. blijkt uit de voortreffelijke werking van chilisalpeter op granen. Er zijn ons zure gronden bekend met hooger percentage die niet zoo gunstig op chilibemesting reageeren.

Feitelijk draait de kwestie om dit ééne punt:

*„de noodzakelijkheid om door laboratoriumonderzoek den zuurgraad van den grond te bepalen om daarnaar de mergelbehoefte vast te stellen.”*

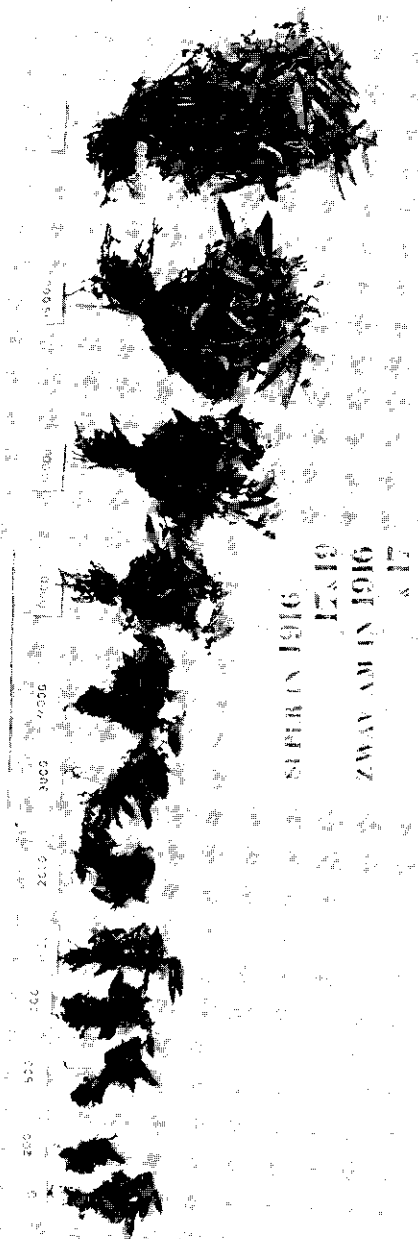
Nu is dit lang niet gemakkelijk, omdat men niet weet uit welke scheikundige lichamen de humus is samengesteld. Wel hebben verscheidene scheikundigen methodes daarvoor ontworpen, doch deze geven allen andere uitkomsten. Wij zijn dus verplicht om de plant als reagens te gebruiken en, door b.v. enkele grondsoorten van verschillend humusgehalte van verschillende hoeveelheden mergel te voorzien, na te gaan bij welk kwantum de vlinderbloemigen juist tot volle opbrengst komen, bij welk kwantum de gewassen niet door alcalische bemesting worden geschaad, enz. Daarna dienen de verschillend behandelde perceelen in het laboratorium onderzocht te worden. Dat dergelijke proeven in de practijk bezwaarlijk kunnen worden uitgevoerd behoeft geen betoog. Wij hebben om tot een resultaat te komen een eenvoudiger weg gevolgd door zuren grond te homogeniseeren en daarna in te vullen in open cultuurvakjes. Aan de aldus toebereide vakjes werden diverse hoeveelheden koolzure kalk toegevoegd.

## II.

### **Vakculturen en een veldproef.**

De mengsels kwamen in bodemlooze zinken vakjes van  $\frac{1}{16}$  M<sup>2</sup>. oppervlak; deze vakjes werden 65 c.M. in den grond ingegraven, rusten op 40 c.M. zand, zijn tot op 31 c.M. van de bovenzijde met zand gevuld en bevatten in de bovenste 30 c.M. den te onderzoeken grond. Ze worden niet begoten of op andere wijze kunstmatig bevoeid; het vochtig houden wordt aan den regen overgelaten. Er waren de volgende mengsels. (Tabel 6).

MOOLZURE KALK  
 IN HIG. PERRA  
 IN 1916



SUPER N 1916  
 LZ 19  
 ZWAV. AM IN 1916  
 17

TABEL 6.

Nos.	Behandeling in 1916. Koolzure kalk in K.G. per H.A.
1 en 24	Zonder koolzure kalk.
2 „ 23	200 „ „
3 „ 22	500 „ „
4 „ 21	1 000 „ „
5 „ 20	1 500 „ „
6 „ 19	2 000 „ „
7 „ 18	3 000 „ „
8 „ 17	4 000 „ „
9 „ 32	6 000 „ „
10 „ 31	10 000 „ „
11 „ 30	15 000 „ „
12 „ 29	20 000 „ „

In 1916 werd haver verbouwd;  
in 1917 zomerrogge;  
in 1918 werd de grond ter onder-  
zoek uit de vakjes genomen en ge-  
droogd;  
in 1919 droeg het vak erwten;  
in 1920 haver, waaronder roode  
klaver.

De haver en rogge ontvingen super-  
fosfaat en zwavelzure ammoniak met  
kalisulfaat; de erwten alleen super-  
fosfaat en kalisulfaat, terwijl de haver  
in 1920 een mengsel ontving van zuur  
kalifosfaat, kalisulfaat en natron- of  
chilisalpeter. Het laatste gewas werd  
dus alcalisch bemest.

De oorspronkelijke grond was zwak zuur; de kamp waarvan deze grond afkomstig was had de Hooghalensche ziekte vertoond.

De cultuurresultaten der duplovakjes, die over het algemeen be-  
hoorlijk kloppende waren, zijn in fig. IV op bladz. 74 weergegeven  
voor zoover de korrelopbrengsten in grammen betreft; voor de  
stoppelklaver zijn grammen hooi genoteerd.

De eerste oogst — haver in 1916 — is bevredigend geweest,  
dat jaar waren alleen de nummers tot en met 10 en 31 ziek,  
doch zóó weinig, dat het niet in de opbrengst is uitgekomen. Dit  
resultaat is onverwacht — omdat de kamp, waarvan wij den grond  
ontvingen zieker was. Bij haverzieken grond ziet men het vaker,  
dat wanneer kort voor den zaai de grond ingevuld is en daardoor  
verstoord werd, het ziekteverschijnsel minder hevig optreedt, doch  
altijd komt het verschijnsel de volgende jaren duidelijk te voor-  
schijn. Zoo ook hier.

Opmerkelijk is, dat in dit jaar de hooge koolzure kalkgiften den  
oogst hebben gedrukt, vooral in de stroo-opbrengst; de vakjes boven  
10 000 K.G. mergel per H.A. werden *niet* door de ziekte aangetast.

Het 2de jaar, toen *zomerrogge* verbouwd werd, kwamen de ver-  
schillen zeer duidelijk te voorschijn. De lijn R<sub>2</sub> stijgt parallel met  
de toenemende mergelgiften van 1916 en is bij de gift van 10 000 K.G.  
op zijn hoogtepunt aangekomen.

In 't *erwtenjaar* 1919, zijn belangrijke resultaten verkregen; dan  
is er beneden de 15 000 K.G. mergel van normale cultuur geen  
sprake meer, en zelfs bij 20 000 K.G. is de curve nog niet op haar  
hoogtepunt. Een zeer duidelijken indruk geeft hiervan de afbeelding  
tegenover blz. 72.

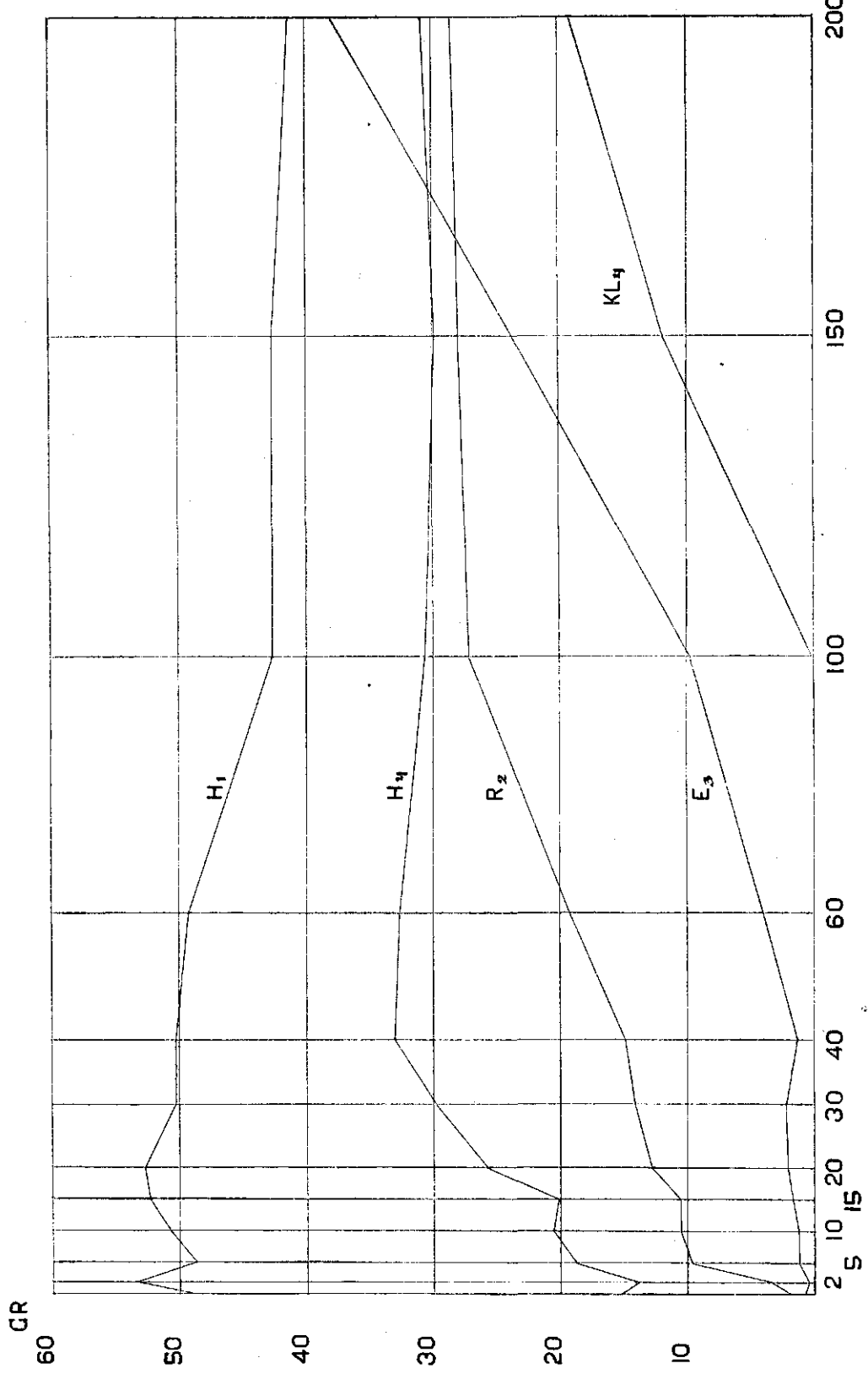


FIG. IV.

MERCEL IN 100 KG. PER HA.

Zie verklaring op bladz. 75.



## VERKLARING FIG. IV.

Opbrengst aan korrel en klaverhooi in grammen per vakje van de vakcultures D<sub>16</sub>.

H<sub>1</sub> is het havergewas in 1916; bemesting super en zwavelzure ammoniak.

R<sub>2</sub> is het zomerroggewas in 1917; bemesting super en zwavelzure ammoniak.

E<sub>3</sub> is het erwtengewas in 1919; bemesting superfosfaat.

H<sub>4</sub> is het havergewas in 1920; bemesting primair kaliumfosfaat en chilisalpeter.

K<sub>4</sub> is het roode klavergewas in 1920 (stoppelvrucht).

De *havercultuur* in 1920 geeft eveneens belangwekkende uitkomsten; in dat jaar hebben wij de haver een alcalische stikstofbemesting gegeven om de resultaten op den Spitsbergenschen grond aan dezen bodem te toetsen, en nu blijkt het, dat chilisalpeter hier *niet* in staat is de cultuur op de zeer zure vakjes te redden. De opbrengst wordt normaal op de vakjes die in 1916 4 000 K.G. mergel per H.A. ontvingen en gaat dan even als in 1916 bij de hogere mergelgiften dalen, wat des te meer opmerkelijk is, omdat van dan af de grond, zooals uit het laboratorium-onderzoek bleek, weer zuur is geworden en niet meer neutraal of alcalisch is, zooals in 1916 <sup>1)</sup>.

Voorals blijkt de strooproductie bij de laatste nos. achteruitgegaan te zijn, hetgeen 't best weergegeven wordt, door uit te rekenen, hoeveel grammen stroo er per pluimdragenden halm werden geproduceerd.

Dit is in *tabel 7* opgenomen.

TABEL 7.

Nos.	Behandeling in 1916. K.G. koolzure kalk per H.A.	Gram stroo op elken pluimdragenden halm aanwezig.
1 en 24	Zonder koolzure kalk . . . . .	1,2
2 „ 23	200 „ „ . . . . .	1,3
3 „ 22	500 „ „ . . . . .	1,4
4 „ 21	1 000 „ „ . . . . .	1,5
5 „ 20	1 500 „ „ . . . . .	1,5
6 „ 19	2 000 „ „ . . . . .	1,8
7 „ 18	3 000 „ „ . . . . .	1,8
8 „ 17	4 000 „ „ . . . . .	1,8
9 „ 32	6 000 „ „ . . . . .	1,8
10 „ 31	10 000 „ „ . . . . .	1,6
11 „ 30	15 000 „ „ . . . . .	1,5
12 „ 29	20 000 „ „ . . . . .	1,3

Bij de vakjes met 2000 K.G. mergel (in 1916 gegeven) is de maximale strooproductie van 1,<sup>8</sup> gram bereikt, welke bij de nos. 12

<sup>1)</sup> Men zie hierover *tabel 8 b en c*. Uit de cijfers blijkt, dat havercultuur op zuren grond met chili-bemesting waarschijnlijk mogelijk is, als het Pn. getal  $\pm 5$  is.

en 29 met 20 000 K.G. tot 1,<sup>3</sup> gram is gedaald, d. w. z. met 28 pct. De korrelproductie daalt vanaf het hoogtepunt bij 4000 K.G. mergel maar met 6,<sup>6</sup> pct., wat binnen de proeffout valt.

De klaver kwam in 1920 overal goed op, doch de kiemplantjes stierven spoedig af en van klavergroei kon men alleen op de nos. 11,<sup>30</sup> en 12,<sup>30</sup> spreken (op de nos 10,<sup>31</sup> stond op ieder vakje 1 plantje).

Feitelijk was alleen op de nos. die in 1916 20 000 K.G. mergel ontvingen de klavergroei eenigszins normaal, maar zeker nog niet op zijn hoogste punt.

Na deze korte bespreking behoeven wij niet lang meer bij de vakcultuur stil te staan. Deze laat het opstellen van 2 belangrijke conclusies toe en wel:

1e. *Op zuren grond wordt bij zure bemesting de cultuur onmogelijk. Bij toediening van koolzure kalk verkrijgt men een stijging in de productie, die parallel gaat met de toegediende hoeveelheid mergel, tot een optimum, waarna bij haver weer een productiedaling is waargenomen.*

*Alcalische stikstofbemesting heeft in 1920, op den sedert 1916 zuur behandelde grond eerst een normalen oogst voortgebracht op de vakjes, die in 1916 4000 K.G. koolzure kalk kregen. Die minder ontvingen, produceerden onvoldoende, die meer ontvingen brachten behoorlijk op. De nos. 12 en 29, welke 20 000 K.G. koolzure kalk ontvingen werden in 1920 door de veenkoloniale haverziekte licht aangetast.*

2e. *Verbouw van vlinderbloemigen wordt niet eerder mogelijk, dan wanneer de bodemreactie zwak zuur of alcalisch geworden is.*<sup>1)</sup>

Zoo men ziet, kloppen deze resultaten goed met die van het Spitsbergensche proefveld; alleen ondervonden wij minder gunstige werking van chilisalpeter op zuren grond bij de haver in 1920.

Een enkele veldproef wenschen wij in dit hoofdstuk nog te vermelden, waarbij duidelijk gedemonstreerd is hoe erwtencultuur op zuren grond onmogelijk is en door mergelaanwending weer mogelijk gemaakt kan worden.

Op de boerderij van GEBRS. SCHRAGE te Sappemeer werd op grond, waar vlinderbloemigen steeds een misgewas gaven, in April 1919:

mergel	naar	6 000 K.G. per H.A.,	
terpaarde	"	40 000 " " "	
tankslijk <sup>2)</sup>	"	15 000 " " "	gebracht.

Kort daarna werden erwten gezaaid. Het gewas leverde spoedig op alle veldjes (evenals op de niet met kalkhoudend materiaal be-

<sup>1)</sup> Zie onder III, de bepalingen van de bodemreactie.

<sup>2)</sup> Uit de bezinkingsbassins der stroocartonfabriek te Sappemeer; het slijk was tamelijk droog en in gemakkelijk spitbaren vorm.

handelde) een misgewas; de plantjes werden vroegtijdig geel en kwijnden tot in Augustus door.

In den nazomer werd op de mergelveldjes nog eens mergel gebracht en wel naar 2000 K.G. per H.A., zoodat in totaal 8000 K.G. was uitgestrooid. In 1920 werd de proef met erwten herhaald en nu was het verschil dadelijk zeer groot. Eerst — in begin Mei — hadden de erwten op de veldjes een ongezonde kleur, ook op de mergelveldjes, die toen al forskere planten droegen dan die, welke terpaarde en tankslijk hadden ontvangen. Einde Mei was het pleit op de mergelperceeltjes al gewonnen, de erwten groeiden flink en met gezonde groene kleur. Waar terpaarde en tankslijk was aangebracht was de stand tamelijk, — op de zonder kalkmateriaal behandelde veldjes mislukt en slecht.

De opbrengsten waren per H.A. berekend :

zonder kalkhoudend materiaal	275 K.G. korrel ;	1) 2400 K.G. stroo,
met 8 000 K.G. mergel	2200 " " ;	4000 " " ,
" 40 000 " terpaarde	1800 " " ;	4000 " " ,
" 15 000 " tankslijk	1550 " " ;	3550 " " .

Nadere toelichting is overbodig; — uit de cijfers blijkt zonder meer, dat de toediening van mergel den grond, die in de practijk voor vlinderbloemigen niets waard was, voor erwtencultuur weer geheel geschikt heeft gemaakt. Dat men deze uitkomst voor de meeste vlinderbloemige gewassen kan uitbreiden is alleszins waarschijnlijk.

### III.

#### **De bepaling van de kalkbehoefte van zuren grond.**

De opmerking, waarmede wij het eerste hoofdstuk besloten, n.l. over de noodzakelijkheid van de bepaling van de kalkbehoefte van een zuren grond, is na het boven behandelde in kracht toegenomen; — gelukkig vinden wij in de vakjes het middel om de veranderingen in den grond nauwkeurig na te gaan.

Het bleek dan, dat de hier gebezigde grond in den aanvang met 10 000 K.G. koolzure kalk geneutraliseerd was en dat gedurende de proefjaren, mede door de zure bemesting, de grond zuurder werd, zoodat hij reeds na 2 vruchten in de vakjes 12 en 29 (20 000 K.G. koolzure kalk in eind Januari 1916) zeer zwak zuur was geworden <sup>2)</sup>. Dit verklaart wellicht waarom de vlinderbloemigen op die vakjes

1) Het „stroo” der ongemergelde veldjes bestond voor het grootste deel uit perzikkruid (*polygonum persicaria*).

2) Men bedenke, dat wij een laag van 30 c.M. grond in de vakjes vulden, waardoor een zoo hoog verliescijfer van 10 000 K.G. is ontstaan.

Overigens moet men uit deze cijfers nog geen conclusies trekken voor de practijk.

nog niet op hun maximale hoogte zijn gekomen. Dat inderdaad de reactie met de diverse in 1916 aangewende hoeveelheden koolzure kalk verband houdt, wijzen de bepalingen uit. In *tabel 8* hebben wij dit genoteerd en den reactietoestand uitgedrukt in de waterstofionenconcentraties (opgegeven als  $P_H$  getallen) en in de z.g.n. verzadigings-getallen van de grondopslibbing. De laatste getallen geven aan hoeveel c.M<sup>3</sup>.  $\frac{1}{10}$  normaal kaliloog 0,7 gram organische stof (humus) in de waterstofelectrode ter neutralisatie noodig heeft <sup>1)</sup>. Deze uitdrukkingwijze is ons in verband met de instelling van de apparatuur, die wij voor de reactiebepaling noodig hebben, de meest practische gebleken; daarom houden wij ons daaraan.

Uit het verzadigingsgetal berekenen wij de hoeveelheid koolzure kalk, die de grond per H.A. voor neutralisatie noodig heeft, wanneer de volgende gegevens van een bodem bekend zijn geworden:

- a. het organische stofgehalte,
- b. het volume gewicht van den grond zooals die in bezakten toestand op het veld aanwezig is,
- c. de dikte van de bouwvoor; aannemende dat alleen de bouwvoor in den gewenschten verzadigingstoestand gebracht behoeft te worden.

Onze methode is wat men noemt een „conventioneele”, d. w. z. geeft alléén dezelfde uitkomsten wanneer men telkens dezelfde voorschriften volgt. Dit is evenwel geen bezwaar, — vooral niet omdat de „reactietoestand” van een grond zelf zeer wisselend is. Deze verandert in het cultuurjaar doorlopend. — Wanneer de kunstmest pas op 't land is gebracht vindt men andere cijfers dan wanneer het gewas alreeds van de meststoffen heeft geprofiteerd of wanneer het bezig is ze te verwerken. Ook daarom is er iets voor te zeggen, om voor het onderzoek den grond in bepaalde omstandigheden te brengen. Voor de monsternamen kiezen wij liefst den winter of het najaar wanneer het gewas den grond verlaten heeft. Is dit niet mogelijk, dan wordt vóór het onderzoek het monster met gedistilleerd water uitgewassen.

Van den luchtdrogen grond wordt zooveel, als 0,7 gram organische stof vertegenwoordigt, in een glazen vat gebracht en met 50 c.M<sup>3</sup>. gedistilleerd water overgoten. In de opslibbing hiervan wordt onder constant roeren de reactie bepaald <sup>2)</sup> en wanneer deze zuur be-

<sup>1)</sup> Het meten van waterstofionenconcentraties in bodemextracten en bodemsuspensies door J. HUDIG en W. STURM.

Verslagen van landbouwkundige onderzoekingen der Rijkslandbouwproefstations No. XXIII p. 85—127.

<sup>2)</sup> De reactie wordt uitgedrukt in het  $P_H$ -getal. In deze benamingwijze beteekent 7 neutraal, terwijl getallen onder de 7 een zuurgraad en getallen boven de 7 een alcaliteitsgraad aanduiden.

vonden is nagegaan hoeveel loog noodig is voor de neutralisatie, of bij alcalische reactie hoeveel zuur daartoe noodig is.

Nu blijkt, dat de becijfering der neutralisatie van 1 H.A. land op de boven aangegeven wijze juist de neutralisatiewaarde aangeeft, die wij bij de vakcultures vinden. B.v. becijfert men, dat een zure grond in de bouwlaag van 20 c.M. met 8000 K.G. koolzure kalk geneutraliseerd is, dan zal men indien men dezen grond met het becijferde kwantum koolzure kalk mengt en in een vakje vult, juist een neutralen grond hebben verkregen als deze zich na eenigen tijd onder den invloed van den regen heeft gezet.

Met deze methode is dan ook een basis voor een practisch onderzoek gelegd. Een aanzienlijk aantal monsters dat wij onderzochten, toonde duidelijk aan, dat alle haverzieke gronden alcalisch of neutraal en alle Hooghalensch zieke gronden zuur reageerden en dat de ziektegraad parallellisme vertoont met de reactie.

De cultuur der vlinderbloemigen luistert nauw naar de reactieschommelingen. Op zuren grond slaan deze niet of onvoldoende aan. De onderzochte gewassen, erwten en roode klaver, vragen bij voorkeur een zwak alcalischen grond.

TABEL 8.

a) Onderzoek van den grond der D<sup>16</sup> vakjes na den verbouw van 2 graangewassen :

(haver in 1916 en zomerrogge in 1917)  
en vóór de erwtencultuur (in 1919).

(In 1918 is de grond onderzocht. Hij was daartoe in het najaar van 1917 uit de vakjes genomen en gedroogd en werd er op 14 Januari 1919 weer ingebracht.)

De bepalingen werden bij 25° C. verricht.

Nos.	Behandeling van den grond: Super en zwav. am. in 1916 en 1917. Koolzure kalk eind Januari 1916 en wel naar K.G. per H.A.:	PH van de grond- opslibbing.	700 m.Gr. org. stof is neutraal met " CC $\frac{10}{10}$ kallioog.	Opbrengst aan erwtenkorrel in 1919 gemiddeld in grammen per vakje.
1 (24)	— K.G. koolzure kalk .	4,39	5,50	0,9
4 (21)	1 000 " " " .	4,50	5, -	1,3
6 (19)	2 000 " " " .	4,51	4,30	2,2
8 (17)	4 000 " " " .	4,75	3,50	1,4
9 (32)	6 000 " " " .	4,97	2,80	4,2
10 (31)	10 000 " " " .	5,25	2,10	9,9
11 (30)	15 000 " " " .	6,13	0,75	23,8
12 (29)	20 000 " " " .	6,50	0,50	38,—

TABEL 8 (Vervolg).

b. Gelijksortige bepalingen na den haverroogst in 1920, in grond waar roode klaver niet aansloeg.

Nos.	Super en zwav. amm. in 1916 en 1917, super in 1919. Natriumnitrat in 1920, Koolzure kalk eind Januari 1916 en wel naar K.G. per H.A.	P <sub>H</sub> van de grond-opslibbing.	700 mgr. org. stof is neutraal met cc. $\frac{\%}{10}$ kaliloog.	Opbrengst aan haverkorrel in 1920 in grammen per vakje.	Roode klaver in 1920.
1	— K.G. koolzure kalk.	4,62	4,—	15,8	De klaver sloeg niet aan.
3	500 " " "	4,59	3,75	18,8	
5	1 500 " " "	4,53	4,—	20,2	
7	3 000 " " "	4,79	2,80	29,8	
9	6 000 " " "	5,22	2,95	32,7	

c. Gelijksortige bepalingen in den grond van de vakjes, die in den herfst van 1920 roode klaver als stoppelvrucht droegen. De vakjes zijn bemonsterd op 21 Maart 1921.

Nos.	Behandeling van den grond. Bemesting als onder b). Koolzure kalk eind Januari 1916 en wel naar K.G. per H.A.	PH van de grond-opslibbing.	700 mgr. org. stof is neutraal met cc. $\frac{\%}{10}$ kaliloog.	Opbrengst aan haverkorrel in 1920 in grammen per vakje.	Roode klaverhooi in 1920 in grammen per vakje.
10	10 000 K.G. koolzure kalk.	5,51	2,20	30,5	0,5
31		5,49	1,95	30,7	0,2
11	15 000 " " "	5,99	1,50	29,9	11,9
12	20 000 " " "	6,37	1,—	30,9	19,1

Uit onze onderzoekingen gaven wij in de hierboven geplaatste tabel 8 een overzicht van den reactietoestand van den grond in de besproken vakcultures en wel:

- na den verbouw van 2 graangewassen (haver in 1916 en zomerrogge in 1917) en vóór de erwtencultuur (in 1919);
- na den haverroogst in 1920, in grond waar roode klaver niet aansloeg;
- in Maart 1921 in grond die in 1920 haver en daarna stoppelklaver droeg.

De tabel zelf is zoo duidelijk gesteld, dat toelichting niet noodig is. Hoofdzaak is, dat men er uit ziet, dat klaver op zuren grond niet groeit.

Tabel 9.

No.	Omschrijving van den grond.	Stand van de roode klaver in 1920.	Opbrengst aan klaverhooi in 1920 in grammen per vakje.		P <sub>H</sub> van de grond- opslibbing.		700 m.Gr. organische stof is neutraal met cc. $\frac{10}{10}$ kaliloog of zoutzuur.	
			a.	b.	a.	b.		a.
1	Grond uit Lutjegast (Groningen) 1 X beslibd (zeeslib).	Kort, dun, licht gekleurd gewas	5,1	7,4	5,20	5,21	2,50 kaliloog.	2,75 kaliloog.
2	Grond uit Lutjegast (Groningen) 2 X beslibd (zeeslib).	Vrij goed gewas. De kleur is lichter dan van het volgende No.	26,4	16,7	6,48	6,32	0,75 kaliloog.	1,20 kaliloog.
3	Grond uit Lutjegast (Groningen) 2 X beslibd (zeeslib) en in vroeger jaren van CaCO <sub>3</sub> voorzien.	Heel goed gewas.	36,8	25,—	7,51	7,44	1,80 zoutzuur.	1,80 zoutzuur.
4	Dalgrond van G. Smir te Veen- dam.	Goed gewas, wat licht van kleur.	25,4	27,6	6,48	6,33	0,50 kaliloog.	0,70 kaliloog.
5	Dalgrond van J. Bakker, Nieuwe Pekeba.	Heel goed gewas, lichter van kleur dan dat op No. 3.	36,9	46,—	6,74	6,38	0,25 kaliloog.	0,20 kaliloog.

Voorts geven we in tabel 9 den reactietoestand van den grond in eenige andere vakcultures weer. Hier ziet men de cultuurresultaten van gronden, die in verschillende reactietoestanden verkeerden en waar de klaver uitstekend op den alcalischen grond No. 3 groeit, terwijl ze ook goed staat op eenige andere gronden die in de practijk kalkhoudend materiaal ontvingen en die nog zwak zuur zijn; het best op den minst zuren grond No. 5.

Ten slotte geven wij de volgende cijfers van eenige ons ter onderzoek ingezonden grondmonsters:

TABEL 10.

No.	Beschrijving van den grond.	0,7 gram org. stof is neutraal met cc $\frac{n}{10}$ kaliloog.
142	Zandgrond met voortreffelijke roode klaver. . . . .	0,—
143	„ „ voldoende „ „ . . . . .	1,—
168	Dalgrond met slecht staande „ „ . . . . .	3,—
169	„ waar de roode klaver zóó slecht stond, dat men haar omploegde. . . . .	3,8

De stand der vlinderbloemigen hangt dus nauw samen met kleine verschillen in de reactie van den grond. In de practijk ontdekt men niet spoedig de kleinere verschillen tusschen goeden en matigen stand; daar ontbreekt in den regel een vergelijkingsmaatstaf. Het komt voor, dat men op zandgronden een behoorlijken stand meent waar te nemen, doch dat deze feitelijk onvoldoende is vergeleken bij wat hij zijn kon. — Ook voor die gevallen schijnt het laboratorium-onderzoek uitkomst te geven.

## IV.

**Slotopmerkingen en Conclusies.**

Aan het einde van deze mededeelingen moeten wij nog twee belangrijke zaken bespreken.

In de eerste plaats moeten wij er den nadruk op leggen, dat nòch de zure, nòch de alcalische reactie als zoodanig de oorzaak van de schadelijke werking zijn. — Voor de alcalische reactie hebben wij de waarschijnlijkheid aangetoond dat deze in verband staat met bacterieele invloeden<sup>1)</sup>. Dat de vlinderbloemigen op zuren grond

<sup>1)</sup> De veenkoloniale haverziekte; 3e en 4e mededeeling door J. HUDIG en C. MELER. Verslagen van landbouwkundige onderzoekingen der Rijkslandbouwproefstations XXIII bladz. 1—39 en 128—158.



slecht, op alcalischen grond beter groeien, zal wel aan de betere levensvoorwaarden der knolletjesbacteriën moeten toegeschreven worden. Overigens is te verwachten, dat niet alle vlinderbloemige gewassen denzelfden reactietoestand als optimum wenschen; van lupinen is bekend, dat ze op zuren grond beter gedijen dan op sterk alcalischen bodem. Serradella zal wel een zwakzure reactie kunnen verdragen; evenwel is ons uit een veldproef bekend, dat dit gewas op zuren grond sterk op mergelbemesting reageert. Nieuwe proeven zullen de gevoeligheid dier gewassen voor den reactietoestand moeten bekend maken.

Waarom een zure bemesting op zuren grond nu zoo schadelijk werken kan, terwijl aangetoond is door proeven, dat de reactie als zoodanig daarvoor niet kan worden aansprakelijk gesteld, is onbekend. Een feit is het dat men in de practijk er rekening mede moet houden, ook hier zullen nieuwe proeven de oorzaken aan het licht moeten brengen.

In de 2e plaats is een andere opmerking, voor de practijk van groot belang, hier op zijn plaats.

Een zeer groot bezwaar van het kalken van den grond is de kans die men er door loopt schurftige, of zooals men in sommige streken zegt, pokkige, aardappelen te krijgen.

De kans —, want het verschijnsel treedt niet altijd in hinderlijke mate op. Maar de verbouwer van consumptie-aardappelen dient er terdege rekening mede te houden. In het zeer droge jaar 1921 oogstten we alleen gladde knollen op zuren grond met zwavelzuren ammoniak bemest. De heer G. H. HESSELINK te Rekken bij Eibergen meldt ons, dat dit jaar (1921) de pokkigheid veel sterker optreedt dan in andere jaren. MILLARD <sup>1)</sup> geeft aan, dat in Yorkshire (Engeland) de schurft in het bijzonder in droge jaren voorkomt. In het jaar 1917 met een zeer natten Augustus (156 mm. neerslag tegen 84 normaal) oogstten wij op het proefveld te Spitsbergen op de sterk bemergelde veldjes lang niet zóó schurftige knollen als in 1921.

Volgens GILLESPIE en LEWIS <sup>2)</sup> komt de kwaal niet voor op gronden met een bodemvocht zuurder dan  $P_H = 5,16$ , terwijl GILLESPIE <sup>3)</sup> in kunstmatige cultures als grens voor den groei  $P_H = 5$  vindt.

Wil men dus zeker zijn, gladde consumptie-aardappelen te verbouwen, dan is het waarschijnlijk het best den grond zoo zuur te houden, dat men met chilisalpeter-bemesting nog goede graanoogsten

1) W. A. MILLARD, Common scab of potatoes (*Actinomyces scabiei*) 1921. The University of Leeds Op aanvraag te verkrijgen bij „the Professor of Agriculture”.

2) Hydrogen-ion concentration — soil type — common potato scab, Soil Science Vol. VI p. 219—236.

3) The growth of the potato-scab organisme at various hydrogen-ion concentrations as related to the comparative freedom of acid soils from the potato-scab, Phytopathologie Vol VIII p. 257—269.

krijgt <sup>1)</sup>, terwijl men de aardappelen met zwavelzuren ammoniak bemest. De bieten, die men natuurlijk met chili bemest, komen bij deze handelwijze waarschijnlijk wat in het gedrang.

Men kon ook zijn bouwland in tweeën verdeelen en één deel voor granen en consumptie-aardappelen bestemmen, het andere deel voor vlinderbloemigen, bieten (eventueel koolrapen) en zoo men niet te sterk kalkt, granen bij zwavelzure ammoniak bemesting. — Een dergelijk voorstel doet ons de heer S. A. R. DE WOLFF VAN WESTERODE te Gemert in een brief van 27 Nov. 1919; hij wil dan op zuren grond rogge, haver en aardappelen verbouwen en op goed gemergelden grond erwten, boonen, klaver, bieten, koolrapen, koolzaad. <sup>2)</sup>

LIPMAN <sup>3)</sup> stelt aan de aardappelverbouwers in New Jersey U.S. voor, te trachten door een gift van zwavelpoeder in herfst of voorjaar den grond voor het aardappelgewas door sulfaatvorming zoo zuur te maken, dat men gladde aardappelen oogst. Wil men klaver of luzerne verbouwen — waar men daar met het oog op de stikstofvoorziening veel waarde aan hecht, dan moet men weer kalken. Men kan hier met het oog op de zwavelprijs — aangenomen dat het overigens goed zou blijken — natuurlijk deze methode niet beproeven.

Om ten slotte de vraag te beantwoorden, welke toestand van den grond voor het bedrijf de voordeeligste is, komen wij tot de volgende gevolgtrekkingen, na vooraf de te beoordeelen gevallen verdeeld te hebben in:

A waarbij geen cultuur van vlinderbloemigen wordt gewenscht;

B waarbij die cultuur wel gewenscht wordt.

A. De grond wordt zwak zuur gehouden of gemaakt. Wanneer deze te zuur is bevonden, wordt zooveel fijne mergel toegediend, dat de gewenschte zuurgraad is bereikt. Bevat hij te veel kalk, dan wordt zoolang uitsluitend zuur bemest, tot hij eveneens den gewenschten zuurgraad heeft verkregen.

Granen worden alcalisch bemest, ontvangen dus slak en chili.

Bieten eveneens.

Aardappelen ontvangen zure bemesting, dus super en zwav. amm. .

B. De grond wordt neutraal of zwak alcalisch gehouden of gemaakt.

Granen ontvangen zure bemesting.

Bieten ontvangen alcalische bemesting.

Aardappelen worden daarentegen weer zuur bemest.

*Vlinderbloemigen* ontvangen hun fosforzuurmeststof bij voorkeur in den vorm van slakkenmeel.

<sup>1)</sup> Dit is waarschijnlijk het geval als het  $P_H$ -getal  $\pm 5$  bedraagt; men zie tabel 8, b. De maximale haver oogst werd hier al bereikt op de vakjes die in 1916 koolzure kalk ontvingen naar 4000 K.G. per H.A. Dit moet evenwel nader onderzocht worden.

<sup>2)</sup> Men zie ook C. A. J. M. DE GIER: De teelt der landbouwgewassen, 2e druk bladz. 282, 2e en 3e alinea.

<sup>3)</sup> JACOB G. LIPMAN. Adjusting the soil reaction to the crop. Soil Science Vol. VII p. 191.

Hierbij moet opgemerkt worden, dat men bij schema *A* bij granen slakkenmeel door super kan vervangen<sup>1)</sup> en dat voor *A* zoowel als voor *B* kalizouten naar keuze kunnen uitgezaaid worden.

Het onderzoek moet natuurlijk voortgezet worden.

*Hoofdzak is, dat men den indruk krijgt, dat door de reactie-bepaling van den grond alléén al heel veel bereikt is en men er voorloopig ook tevreden mee kan zijn: het is mogelijk door een laboratoriumonderzoek den reactietoestand van den grond te bepalen en bij zuren grond de kalkbehoefte vast te stellen. De steeds wederkerende klachten over het niet kunnen verbouwen van stoppelklaver, erwten of boonen kunnen naar wij hopen, tot het verleden gaan behooren.*

Voor zoover de gelegenheid en werkruimte het toelaat, zullen wij gaarne de practijk door laboratoriumonderzoek van advies dienen.

Intusschen blijven er nog allerlei vragen over.

Zooals wij reeds opmerkten is het noodig den minimumeisch van elk vlinderbloemig gewas ten opzichte van de grondreactie door nader onderzoek te bepalen.

Verder is het belangrijk te weten, dat alle zouten de neiging hebben den humushoudenden zandgrond zuur te maken. Waarom dit zoo is, is slechts ten deele bekend.

Langdurige bemesting met stalmest schijnt eveneens dezen grond zuurder te maken.

Van de kalkhoudende meststoffen schijnt zeer fijne mergel (koolzure kalk) de beste werking te hebben.

Aan de practijk geven deze feiten nuttige aanwijzingen, in zooverre, dat men liever hoogprocentige kalizouten moet aanwenden dan laagprocentige, dat men stalmest liefst met kunstmest moet afwisselen en daarbij dan bij voorkeur slakkenmeel moet gebruiken in plaats van superfosfaat, dat veel gips bevat.

Ook over de stikstofzouten zou iets te zeggen zijn; *salpeterzure ammoniak* schijnt het mestzout van de toekomst; het heeft betrekkelijk weinig invloed op de bodemreactie, doch het explosiegevaar van dit zout bij aanwezigheid van organische stoffen staat het practisch gebruik in den weg.

*Ureum*, dat onder bacterieelen invloed in ammoniumcarbonaat of koolzure ammoniak wordt omgezet, zal zelf eischen aan de bodemreactie stellen, omdat bij de omzetting in het ammoniakzout en later bij de nitrificatie bacteriën gemoeid zijn.

Zoo men ziet blijven aan alle kanten nog talrijke belangrijke vragen ter onderzoek over.

<sup>1)</sup> Heeft men, zooals op bidz. 83—84 besproken is, den grond met het oog op het verbouwen van gladde consumptie-aardappelen vrij zuur gehouden of gemaakt, dan zal men met voordeel fosforzuur in den vorm van ruw fosfaat (van een hoog fijnmeelgehalte!) kunnen geven.

## CONCLUSIES.

Ten slotte wenschen wij in het kort met onderstaande gevolgtrekkingen, als de belangrijkste van onze onderzoekingen, te besluiten:

1°. Zure gronden mogen niet zuur bemest worden. (Voor een enkele uitzondering zie men blz. 83—84.)

2°. Vlinderbloemigen groeien op zuren grond niet of onvoldoende; ze vragen een neutralen of zwak alcalischen grond.

3°. Voor aardappelen is een zwak zuren grond gewenscht.

4°. Door laboratoriumonderzoek kan uitgemaakt worden of een grond ter neutralisatie kalkbemesting noodig heeft, en zoo ja, hoeveel.

Voor practische adviezen verwijzen wij naar blz. 84—85.

---