

LANDBOUWPROEFSTATION EN BODEMKUNDIG INSTITUUT T.N.O.
GRONINGEN

OORZAKEN VAN DE VERSCHILLENDE WERKING VAN
SUPERFOSFAAT EN THOMASSLAKKENMEEL

CAUSES OF THE DIFFERENT EFFECTS OF SUPERPHOSPHATE
AND BASIC SLAG

Dr F. VAN DER PAAUW



STAATSDRUKKERIJ

UITGEVERIJBEDRIJF

VERSL. LANDBOUW K. ONDERZ. No. 56.6 — 'S-GRAVENHAGE 1950

INHOUD

WOORD VOORAF	3
INLEIDING	3
I. ONDERZOEK NAAR DE OORZAKEN VAN DE ZEER VERSCHILLENDE WERKING OP HEIDEONTGINNING	5
1. Veldonderzoek op het proefveld Pr 391	5
2. Potproeven met heidegrond	23
II. INVLOED VAN DE KALKTOESTAND OP HET VERSCHIL IN WERKING.	30
1. Invloed van gevarieerde bekalking op heideontginning.	31
2. Invloed van bekalking bij verschillende vochtvoorziening op zware kleigrond	36
3. Invloed van bekalking op sterk fosfaatvastleggende heidegrond in vergelijking met humeuze oudere zandgrond.	42
4. Invloed van sterk gevarieerde giften van zwavelzuur en kalk bij kleigrond en humeuze zandgrond.	53
5. Samenvatting van de proeven over de invloed van de kalk op de beschikbaarheid	59
III. INVLOED VAN ORGANISCHE BEMESTING OP DE BESCHIKBAARHEID.	60
1. De invloed van compostbemesting op heideontginning.	61
2. De invloed van stalmestbemesting op heideontginning.	67
3. Samenvatting van de proeven met organische bemesting.	71
4. Samenvatting van alle proeven op heidegrond, besproken in de hoofdstukken I-III.	71
IV. INVLOED VAN DE TIJD VAN AANWENDING.	72
1. Proefnemingen op bouwland.	73
2. Proefnemingen op grasland.	76
3. Samenvatting van de proeven over de tijd van aanwending van superfosfaat en slakkenmeel.	86
SAMENVATTING	89
SUMMARY	91
LITERATUUR.	93

WOORD VOORAF

In de laatste oorlogswinter bestond er in het geïsoleerde Groningen gelegenheid om een samenvatting te schrijven van de met superfosfaat en Thomasslakkenmeel in onderlinge vergelijking in de loop der jaren genomen proeven. De behandeling van eigen proeven, waarin voor een deel dieper op de tussen beide meststoffen geconstateerde verschillen is ingegaan, kwam goeddeels gereed; met de samenvatting van de talrijke, veelal door andere instanties genomen veldproeven, is echter minder voortgang gemaakt, daar de tijdsomstandigheden voor een vlotte afwerking zeer belemmerend waren. Zo waren de voor de bewerking nodige archiefstukken op een veilige plaats elders in de stad opgeborgen, zodat raadpleging hiervan veel tijdverlies veroorzaakte; correspondentie met proefnemers elders in het land was vrijwel uitgesloten. Het gevolg is geweest, dat het manuscript van het eerstgenoemde gedeelte sinds de bevrijding voor publicatie vrijwel gereed heeft gelegen, maar dat de samenvatting van de in het gehele land genomen proeven slechts ten dele klaar is. Het voornemen bestond de publicatie in zijn geheel af te werken, maar hieraan kon door drukke werkzaamheden, waarin we reeds direct na de bevrijding betrokken werden, nog geen gevolg worden gegeven.

Hoewel de publicatie van de samenvatting van alle verrichte veldproeven eigenlijk juist vooraf zou dienen te gaan, hebben wij, om verdere vertraging te voorkomen, besloten om het gereed gekomen gedeelte eerst te publiceren. Te zijner tijd hopen wij de genoemde samenvatting, die dus eigenlijk als eerste gedeelte van de publicatie bedoeld was, te laten volgen.

INLEIDING

In dit werk zijn de uitkomsten van een aantal onderzoekingen samengevat, die er op gericht zijn geweest een inzicht te verkrijgen in de oorzaken van de verschillen in werking als fosfaatmeststof, die bij veldproeven zijn geconstateerd en waarover wij in een volgende publicatie nader hopen mee te delen.

Opmerkelijke verschillen in werking zijn herhaaldelijk gevonden op pas ontgonnen heidegronden (vgl. 1,2). Deze grondsoort bevat vrijwel geen eigen fosfaatvoorraad, zodat het door het gewas opgenomen fosfaat bijna geheel door de toegevoegde meststof geleverd wordt. Een nader onderzoek naar de factoren, die de werking van de fosfaatmeststoffen beheersen, leek daarom bij deze grondsoort mogelijkheden te openen tot het verkrijgen van inzicht in de wijze, waarop de plant zich de fosfaatmeststof ten nutte maakt. De onderzoekingen, die er op gericht waren

de oorzaken van de zo sterk verschillende werking te verklaren, zijn in het eerste hoofdstuk behandeld.

In de volgende hoofdstukken zijn gedeeltelijk ook proefnemingen op heidegrond besproken. De aandacht valt hier echter in de eerste plaats op een bepaalde factor, waarvan de invloed op de beschikbaarheid van de fosfaten bestudeerd wordt: op kalk in het tweede hoofdstuk, op de toevoeging van organische stof in het derde, op de tijd van aanwending van de meststoffen in het vierde. Aangezien deze hoofdstukken ook gegevens bevatten, die voor de verklaring van de grote verschillen op heidegrond van belang zijn, is onder de samenvatting van het 3e hoofdstuk nog een algemene samenvatting van alle op heidegrond genomen proeven toegevoegd (blz 71).

In de grotere publicatie, die wij aan de vergelijking tussen superfosfaat en slakkenmeel hadden willen wijden (vgl. Voorwoord), hadden wij dieper op de betekenis van een dergelijke vergelijking willen ingaan. Superfosfaat en slakkenmeel zijn beide meststoffen, die hun waarde in tal van gevallen bewezen hebben. Men vergelijkt evenwel twee min of meer ongelijkwaardige grootheden. Beide meststoffen hebben hun voornaamste betekenis voor de voorziening van het gewas met fosfaat, men dient hierbij zowel acht te geven op de waarde voor de voeding van het gewas, dat deze bemesting ontvangt, als op de nawerking bij volgende gewassen en op de eigenschappen van de grond. Niet te verwaarlozen zijn echter belangrijke neveneffecten, vooral van het slakkenmeel. Een volledig exacte waardebepaling van deze meststoffen ten opzichte van elkander is daarom niet mogelijk, te meer omdat ook de eigenschappen van de bemeste grond voor de uitkomst van de bemesting van belang zijn. Niettemin kan het verhelderend zijn om de bij verschillende proeven verkregen uitkomsten samen te vatten, al ware het slechts om te voorkomen, dat deze geheel in het vergeetboek zouden geraken en na verloop van tijd weer overeenkomstige onderzoekingen ingesteld worden als reeds vroeger zijn verricht. Wij hopen daarom, dat wij in staat zullen zijn ook deze taak te volbrengen.

De onderzoekingen, die verricht zijn om het inzicht in de oorzaken van de herhaaldelijk gevonden verschillen te verklaren, kan van nut zijn om tot een juister begrip van de eigenschappen van beide fosfaatmeststoffen te geraken.

GEBRUIKTE AFKORTINGEN

sup	=	superfosfaat
slak	=	Thomasslakkenmeel
mcf	=	monocalciumfosfaat
dcf	=	dicalciumfosfaat

I. ONDERZOEK NAAR DE OORZAKEN VAN DE ZEER VERSCHILLENDE WERKING OP HEIDEONTGINNING

In dit hoofdstuk worden de onderzoëkingen behandeld, welke uitgevoerd zijn om een nader inzicht in de oorzaken van het grote verschil in werking tussen superfosfaat en slakkenmeel op heideontginning te verkrijgen.

Het is de bedoeling geweest om door het verrichten van talrijke waarnemingen aan grond en gewas op een eenvoudig proefveld beter georiënteerd te geraken over de factoren, welke de werking van beide fosfaatmeststoffen bepalen. Na afloop van deze tweejarige proefneming zijn met dezelfde grondsoort potproeven genomen.

1. VELDONDERZOEK OP HET PROEFVELD Pt 391, R. TEL, MARUM.

Uitvoering van de proef

Het perceel, waarop de proef is uitgevoerd, is in de winter van 1936-'37 door de Nederlandse Heide Maatschappij ontgonnen. Het perceel is mooi gelijkmatig, de grond goed vochthoudend. De zode is ondergebracht en door 15-20 cm geel en bruin zand bedekt. Na de ontginning is een bekalking gegeven naar 2100 kg/ha Limburgse kalkmergel. Het humusgehalte van de grond bedroeg gemiddeld 3.0%, de pH na de bekalking 4.9, het P-getal 0, P-citr 1. De grond was dus uitermate arm aan beschikbaar fosfaat. Het verbouwde gewas was in beide jaren Zwarte President haver.

De opzet van de proef was in het eerste proefjaar zeer eenvoudig. Er waren 7 veldjes ter grootte van 64 m², waarvan er een niet met fosfaat bemest werd, de overige naar 50, 150 en 300 kg/ha P₂O₅ in de vorm van sup, resp. slak. Bovendien waren er nog 2 veldjes ter grootte van 96 m², welke resp. naar 300 kg/ha in beide vormen bemest werden. Deze beide veldjes dienden voor het uitvoeren van tussentijdse opbrengstbepalingen, het verrichten van wortelonderzoek, enz.

In het volgende proefjaar werden de 7 eerstgenoemde veldjes in twee helften gesplitst. Op het in het vorige jaar onbemeste veldje werd nu P₂O₅ naar 50 kg/ha in beide vormen gegeven. De in 1937 naar 50 kg bemeste veldjes ontvingen wederom deze hoeveelheid, nu echter beide helften in verschillende vormen, zodat de volgende objecten verkregen werden: sup na sup, slak na sup, slak na slak en sup na slak. Hetzelfde gebeurde op de overige veldjes, de toegepaste hoeveelheid bedroeg echter niet 150, resp. 300 kg maar in alle gevallen 100 kg/ha P₂O₅. De fosfaatbemesting werd beide jaren in het voorjaar gegeven, resp. op 26 Maart 1937 en op 4 Maart 1938. Na de bemesting is de meststof ondiep ingewerkt met de eg, in het tweede jaar met de cultivator.

Kali is toegediend naar 250 kg/ha K₂O in de vorm van patentkali in het eerste, naar 150 kg/ha in het tweede proefjaar, op een nieuw, aan het proefveld toegevoegd gedeelte evenwel naar 250 kg; stikstof in 1937 naar 80, in 1938 naar 68 kg/ha N, in beide gevallen in de vorm van kalksalpeter. Een kopergift is toegediend in 1937 naar 100 kg/ha kopersulfaat.

Op het in 1938 toegevoegde deel werd de invloed van de tijd van aanwending en van de inbrenging in de grond nagegaan. Dit gedeelte bestond uit 4 veldjes waarop 150 kg P₂O₅ in de vorm van sup, resp. slak in het najaar op 27 November en in het voorjaar op 4 Maart werd toegediend. Na de voorjaarsbemesting is van elk veldje van het nieuwe deel de helft ondiep (5-6 cm diep) gespit. Daarna is het gehele proefveld op 11 Maart met de cultivator bewerkt.

a. Resultaten in 1937

In het eerste proefjaar werden reeds zeer spoedig grote verschillen in ontwikkeling waargenomen. Met superfosfaat was de groei aanmerkelijk beter, zodat het effect van 50 kg P_2O_5 in de vorm van sup ongeveer met dat van 150 kg als slak gelijk te stellen was. Zonder fosfaat ging het gewas vrijwel te gronde, bij een bemesting naar 300 kg/ha in de vorm van sup werd evenwel een vrij zwaar, later zelfs iets legerend, gewas verkregen; de uitstoeeling is echter ook bij deze bemesting niet sterk geweest.

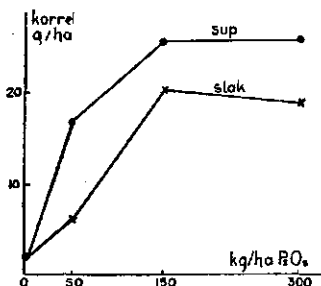


FIG. 1 Invloed van de P_2O_5 -bemesting in de vorm van superfosfaat en slakkenmeel op de korrel-opbrengst van haver op heideontginning.

FIG. 1 Comparison of the effect of superphosphate and basic slag on the yield of oats on a reclaimed heath soil.

Fig. 1 geeft het resultaat van de opbrengstbepalingen. Met 150 kg/ha P_2O_5 als sup is reeds bijna de maximale opbrengst aan korrels verkregen, bij zwaardere bemesting was de opbrengst aan stro echter nog iets hoger. Een vrij matige bemesting is dus reeds voldoende geweest, wat er op wijst dat de grond het fosfaat niet sterk vastlegt.

Opmerkelijk is, dat de opbrengst met 300 kg/ha als slak lager is geweest dan met 150 kg. Dit wekt de indruk, dat ook bij een verdere verzwaring van de slak-bemesting niet het niveau van de sup-bemesting zou zijn bereikt.

Het P_2O_5 -gehalte van de korrel is alleen bij sup-bemesting duidelijk gestegen. Het bedroeg zonder fosfaat 0.43%, bij bemesting in 3 opklimmende hoeveelheden sup resp. 0.43, 0.55 en 0.67%, daarentegen met slak slechts resp. 0.41, 0.47 en 0.42%.

Uit de tussentijdse oogsten en P_2O_5 -bepalingen in het gewas is gebleken, dat het uiteindelijke verschil in totale opbrengst reeds vrijwel in het begin van Juni is bereikt, daarna is het relatieve opbrengstverschil tussen de objecten met 300 P_2O_5 als sup, resp. slak dus afgenomen. Op het laatstgenoemde object is de groei iets langer voortgegaan. Hetzelfde geldt voor de P_2O_5 -opname.

Een inzicht in de stofvorming in afhankelijkheid van de opgenomen hoeveelheid P_2O_5 kan worden verkregen, als beide bij opeenvolgende bemonsteringen bepaalde waarden tegen elkander worden uitgezet (fig. 2). Deze wijze van uitzetten wordt toegepast door VAN DE SANDE BAKHUYZEN (1,2), en VAN DER PAAUW (15). Uit het verloop van de lijnen, die in vele gevallen uit 2 min of meer rechte gedeelten lijken te bestaan die elk een tijdelijk constant verband tussen beide grootheden

aangeven (deze wijze van voorstelling is hier gevolgd, hoewel een vloeiende lijn het verband hier eveneens zou kunnen weergeven), kan misschien worden afgeleid, dat de ontwikkeling van het gewas in enige, vrij scherp te onderscheiden ontwikkelingsfasen is verlopen.

FIG. 2 Verband tussen de op verschillende data bepaalde opbrengsten aan droge stof bij zware P-bemesting in de vorm van superfosfaat en slakkenmeel en de in de bovengrondse delen aanwezige hoeveelheden P_2O_5 .

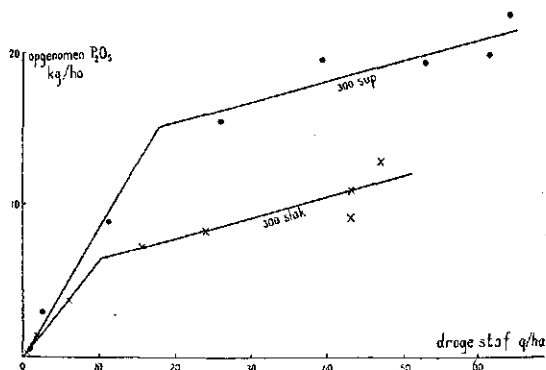


FIG. 2 Relation between yields of dry matter at successive dates effected by large dressings of superphosphate and basic slag and the quantities of phosphoric acid present in the crop.

Het is duidelijk dat er in het begin per opgenomen hoeveelheid P_2O_5 slechts betrekkelijk weinig stof is gevormd. Bij de zeer onvoldoende P-bemesting in de vorm van slak werd meer stof gevormd dan met sup, het gewas ging dus veel zuiniger om met het opgenomen P_2O_5 . Te bedenken valt echter, dat voor de vorming van eenzelfde hoeveelheid stof in dit laatste geval veel meer tijd vereist is; de overgang in een relatief snellere stofproductie vond namelijk in beide gevallen gelijktijdig plaats. Na deze overgang was de verhouding tussen P_2O_5 -opname en stofvorming bij sup- en slak-bemesting vrijwel gelijk. Het valt verder op, dat dit gedeelte van de lijn bij slak-bemesting bijna even lang is als bij bemesting met sup. Hieruit blijkt, dat de verschillen in P_2O_5 -opname praktisch *alleen in het eerste stadium van de groei* zijn opgetreden, maar dat daarna de opname uit sup en slak slechts weinig verschild. Dit resultaat is in overeenstemming met hetgeen bij de aardappel werd gevonden, welk gewas eveneens alleen in het jeugd stadium slecht in staat is om moeilijk beschikbaar P_2O_5 op te nemen (15). Het gelijke gedrag van sup en slak in de latere ontwikkeling zou ook door een vermindering van de opneembaarheid van sup als gevolg van vastlegging verklaarbaar zijn. Aangezien echter sup, zoals hieronder zal blijken, ook in het tweede oogstjaar op nawerking nog belangrijk beter opneembaar was dan slak, komt deze mogelijkheid ter verklaring niet in aanmerking.

Het wortelonderzoek, dat tegen het einde van de groeiperiode door Dr M. A. J. GOEDEWAAGEN op beide objecten werd uitgevoerd, met het doel na te gaan in hoeverre de gevonden standverschillen met een niet gelijke ontwikkeling van het wortelstelsel in verband gebracht zouden kunnen worden, bracht geen kenmerkende verschillen aan het licht. In het bijzonder werd geen aanwijzing verkregen, dat sup dieper in de grond zou zijn doorgedrongen. Men mag dus aannemen, dat aan het op beide objecten verbouwde gewas, tenminste in latere groeistadia, een wortelstelsel van gelijke capaciteit ter beschikking stond, en dat het opnemend vermogen van deze wortels voor in de vorm van sup of van slak aangeboden P_2O_5 in dat tijdvak weinig verschillend is geweest. Niet onmogelijk is echter, dat de P_2O_5 -opname bij sup-bemesting in het begin wel door een zich (onder invloed van het beter beschikbare fosfaat) krachtiger ontwikkelend wortelstelsel nog meer gestimuleerd is.

Uit het laagsgewijze grondonderzoek is wel een zwakke aanduiding naar voren gekomen, dat het als superfosfaat gegeven fosfaat zich iets dieper in de grond heeft verplaatst. Een op 4 Juni uitgevoerd onderzoek

TABEL 1 P-citr en pH in verschillende lagen van de grond enige maanden nadat superfosfaat en slakkenmeel (300 kg/ha P_2O_5) op heidegrond ondiep zijn ingeëgd.

laag in cm	P-citr		pH	
	sup	slak	sup	slak
0-2	57	56	5.8	6.35
2-4	35	27	5.8	5.95
4-6	10	8	4.35	5.1
6-8	5	7	4.25	4.7
8-10	7	5	4.4	4.55
<i>layer in cm</i>	<i>sup</i>	<i>basic slag</i>	<i>sup</i>	<i>basic slag</i>

TABEL 1 *Phosphoric acid (P_2O_5) soluble in citric acid (P-citr) and pH in different layers of a reclaimed heath soil. Superphosphate and basic slag (300 kg/ha P_2O_5) have been harrowed in a few months earlier.*

gaf het in tabel 1 vermelde resultaat. In de laag 2-4 cm is het P-citr bij sup-bemesting iets hoger. De kalk uit het slakkenmeel schijnt zich wel verplaatst te hebben.

Deze iets betere indringing kan echter op zichzelf moeilijk als een belangrijke oorzaak van het verschil tussen sup en slak worden beschouwd. Wel geeft deze grotere bewegelijkheid een aanwijzing, dat het als sup in de grond gebrachte P_2O_5 daarin in een beter oplosbare vorm aanwezig is geweest.

Van meer belang zijn de verschillen in pH. Vooral in het bovenste bodemlaagje, dat het rijkst aan fosfaat is en daarom voor de fosfaatopname van het meeste belang, is het verschil aanzienlijk. Aangezien bij deze pH de oplosbaarheid van fosfaat vermindert (19, 16), zou de oor-

zaak van het op een humusarme heidegrond onvoldoende tot werking komen geheel of gedeeltelijk op te sterke verhoging van de pH kunnen berusten. Deze mogelijkheid dient ongetwijfeld onder het oog te worden gezien (vgl. Hoofdstuk II). Verschillende redenen pleiten er echter tegen dat deze invloed groot zal zijn, in de eerste plaats de bij oplosbaarheidsbepalingen van slakkenmeel gevonden vrij grote ongevoeligheid van de oplosbaarheid van slakkenmeel ten opzichte van de reactie van het oplosmiddel (VAN DER PAAUW, 10) zulks in tegenstelling met die van tertiair fosfaat, dat inderdaad op kalkhoudende grond practisch niet door het gewas kan worden opgenomen. Bovendien zal deze invloed bij een lichte bemesting gering zijn, en wordt er ook in dat geval een groot verschil met sup gevonden. Dit pH-verschil zal zich ook op oudere, weinig humeuze gronden voordoen, zonder dat daar evenwel tot dusverre een dergelijk ongunstig resultaat van slakkenmeel-bemesting is opgemerkt, wat dus ook tegen deze veronderstelling pleit.

b. Resultaten in 1938

Het doel van het tweede proefjaar was de nawerking van de in het vorige jaar gegeven bemesting, in vergelijking met de werking van opnieuw in verschillende vorm toegediend fosfaat, te bepalen. Op het nieuw aangelegde gedeelte van het proefveld werd de invloed van de tijd van aanwending en van een diepere inbrenging in de grond in vergelijking met een oppervlakkige inwerking onderzocht.

De gangbare opvatting, dat het achterblijven van slakkenmeel ten opzichte van superfosfaat zich voornamelijk in het eerste jaar doet gelden, maar bij herhaalde toepassing op de achtergrond treedt, werd door deze proef niet bevestigd. Integendeel waren de verschillen nog groter.

Het gewas ontwikkelde zich zeker niet minder dan in het voorgaande jaar, hoewel in latere ontwikkelingsstadia nadeel van droogte onderzonden werd. Op het in 1937 naar 300, in 1938 naar 100 kg/ha P_2O_5 bemeste object, werd b.v. een hogere opbrengst verkregen dan in 1937, namelijk 29.5 q/ha korrel en 37.9 q stro tegen resp. 26.0 en 36.1 in het voorgaande jaar.

Uit de op verschillende tijdstippen verrichte standwaarnemingen, de mate van uitstoeling en het aantal aartjes per pluim, een tussentijdse opbrengstbepaling en een bepaling van het P_2O_5 -gehalte van het vroegtijdig geoogste gewas, tenslotte ook uit de verkregen opbrengsten, kan afgeleid worden, dat de werkzaamheid van in 1937 en in 1938 gegeven slakkenmeel ongeveer gelijk te stellen is. De nawerking van het in 1937 gegeven sup was echter zeker wel 2 maal zo groot, terwijl het in 1938 toegediende sup een nog belangrijker werking had en wel 6 maal zo hoog als slak, en 3 maal zo hoog als de nawerking van sup gewaardeerd kan worden. Het gunstige effect van een kort tevoren gegeven fosfaatbemesting in de vorm van sup in vergelijking met dat van reeds in de bodem aanwezig fosfaat (13, 16) vond dus ook bij deze proef bevestiging. Bij slak is echter van een dergelijke werking niets gebleken.

De juistheid van de hier genoemde verhouding blijkt, als de uitkomsten

FIG. 3 Verband tussen de fosfaatbemesting en verschillende reacties van het gewas, als gesteld wordt dat de waarde van in het voorgaande jaar 1937 toegediend slakkenmeel zich tot de waarde van in 1938 toegediend slakkenmeel, in 1937 en in 1938 toegediend superfosfaat verhoudt als 1:1:2:6. a. Verband tussen de P- bemesting met de stand van het gewas in een vroeg, b. met de stand in een later stadium van de ontwikkeling, c. met de opbrengst aan korrels en d. met de in de eerste ontwikkeling opgenomen hoeveelheid P_2O_5 , aanwezig in de spruiten (P- bemesting als sup in beide jaren wordt voorgesteld door stippen, als slak in beide jaren door schuine kruisjes, slak in 1937 gevolgd door sup in 1938 door cirkeltjes en omgekeerd sup in 1937 en slak in 1938 door staande kruisjes).

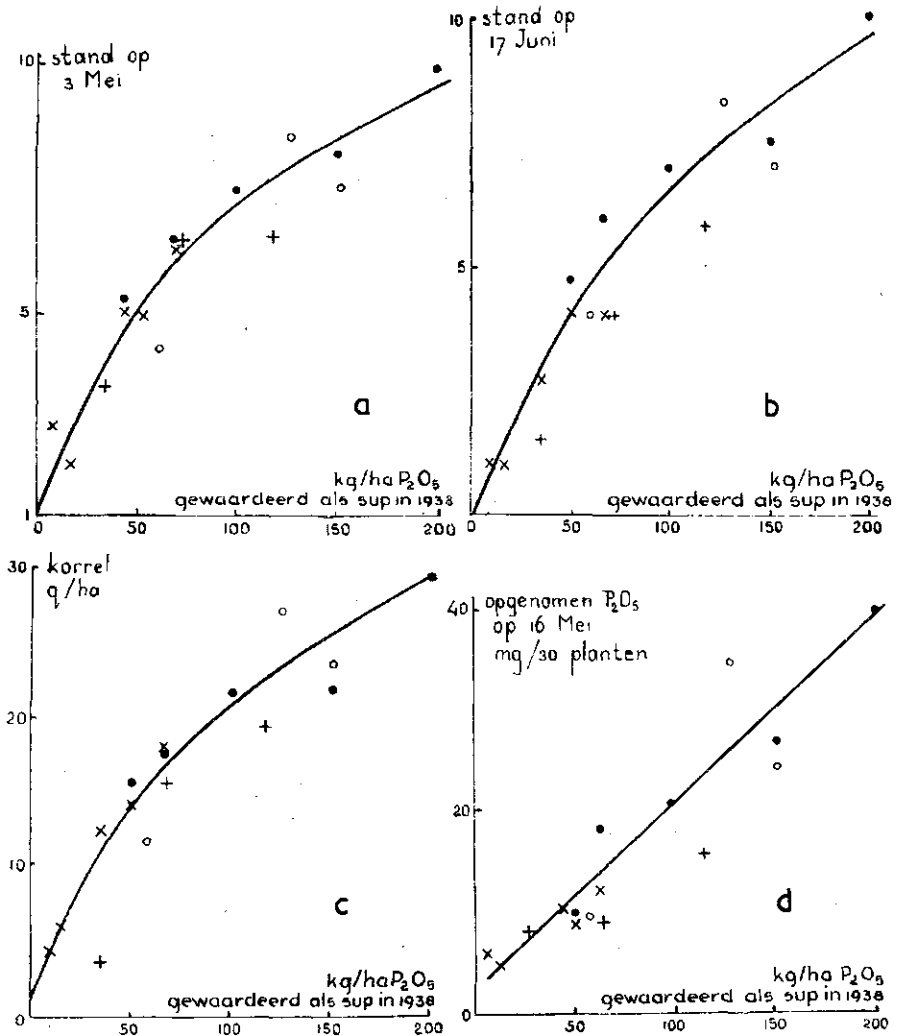


FIG. 3 Relation between manuring with phosphate and reaction of the crop. It is supposed that the value of basic slag applied in the preceding year (1937) See next page.

van de verschillende bepalingen uitgezet worden tegen een volgens deze verhouding op een gelijkwaardige schaal herleide P_2O_5 -bemesting; de waarde van andere bemestingen is hierbij steeds in de waarde van in 1938 toegediend sup uitgedrukt (fig. 3).

Op deze wijze uitgezet sluiten de uitkomsten van de met sup en slak bemeste veldjes goed aaneen. Dit geldt ook voor de in 1937 met slak, maar in 1938 met sup bemeste objecten. Minder bevredigend is echter de uitkomst van de objecten, welke in 1937 sup, maar in 1938 slak ontvingen. Bij de vroegste standwaarnemingen is de afwijking niet van betekenis (fig. 3a), maar wel bij de overige bepalingen. Hoewel het niet geheel uitgesloten is, dat op deze veldjes toevallig ongunstige resultaten zijn verkregen, wekt het toch de indruk, alsof de in 1937 gegeven sup na een daaropvolgende slak-bemesting minder goed tot werking is gekomen. Dat dit in de vroegste standwaarnemingen minder duidelijk tot uiting komt, kan wellicht verklaard worden door de ontwikkelingswijze van het wortelstelsel van graangewassen, die eerst de verticaal indringende kiemwortels, die het ondergeploegde sup kunnen bereiken, en eerst daarna de zich ook horizontaal verspreidende kroonwortels vormen, die het oppervlakkig ingebrachte slak kunnen opnemen.

Met uitzondering van het op deze objecten verkregen resultaat kan echter gezegd worden, dat de nawerking van sup beter is geweest dan van slak. Het wekt de indruk alsof laatstgenoemde meststof na een jaar verblijf in de grond nog niet in belangrijke mate in een werkzamer vorm is overgegaan. Geheel zeker is deze conclusie echter niet; het effect van het in 1938 gegeven slak was weliswaar niet sterk afwijkend, maar de verdeling van het fosfaat in de bouwvoor was in beide gevallen niet vergelijkbaar, zodat uit het vrij gelijke resultaat feitelijk niet mag worden afgeleid, dat het vroeger toegediende in de grond geen veranderingen heeft ondergaan. Wij komen hieronder (blz. 18) op deze kwestie terug. De werking van het in 1937 gegeven sup is belangrijk teruggedgaan. Dit zou op vastlegging kunnen wijzen, doch ook in dit geval kan men een overeenkomstige overweging laten gelden.

Blijkens de uitkomst van het hieronder te bespreken nieuwe gedeelte van de proef is een diepere inbrenging gunstig, zodat een mettertijd ontstane vastlegging van het sup wel zeer waarschijnlijk is. Dit vastgelegde fosfaat is echter nog steeds werkzamer dan slak, wat vooral overtuigend blijkt uit de vergelijking van beide, in 1937 voor het verichten van veldwaarnemingen gereserveerde grote veldjes, die in 1938 niet opnieuw met fosfaat zijn bemest. Het standverschil was gedurende het gehele ontwikkelingsverloop ten gunste van sup; de korrel-opbrengst bedroeg met sup 22.8, met slak 14.0 q/ha.

Het is niet wel mogelijk dit verschil in nawerking door een invloed

compares with the values of basic slag applied in 1938, and superphosphate applied in 1937 and 1938 as 1 : 1 : 2 : 6. a Relation between manuring and appearance of the crop in an early stage, b same in later stage of development, c relation with the yield of grain, d with the quantity of P_2O_5 absorbed in the early stages (.superphosphate, x basic slag in both years, o basic slag in 1937 followed by superphosphate in 1938 and + the reverse).

van de pH te verklaren. Vermoedelijk als gevolg van uitspoeling van kalk zijn namelijk de pH-verschillen betrekkelijk onbelangrijk geworden. Dit blijkt b.v. uit het na den oogst op beide steeds met sup, resp. slak, bemeste veldjes verrichte grondonderzoek (tabel 2).

TABEL 2 P-citr en pH (na de oogst) in verschillende grondlagen na bemesting met superfosfaat en slakkenmeel naar 300 kg/ha P_2O_5 in het eerste en 100 kg in het tweede proefjaar.

laag in cm	P-citr		pH	
	sup	slak	sup	slak
0-2	26	21	6.0	5.65
2-4	25	24	5.9	5.85
4-6	21	20	5.8	6.2
6-8	17	19	5.95	6.1
8-10	11	14	5.7	5.5
<i>layer in cm</i>		<i>basic slag</i>		<i>basis slag</i>

TABLE 2 Phosphoric acid soluble in citric acid (P-citr) and pH determined in different layers of the soil at harvest in the second ex. year. Superphosphate and basic slag have been applied according to 300 kg/ha P_2O_5 in the first and to 100 kg in the second year.

In de laag 4-8 cm is inderdaad de pH met slak iets hoger, doch groot is het verschil niet. In het oppervlakkige laagje is de pH zelfs met sup hoger, wellicht een gevolg van het omhoog brengen van calcium- en andere kationen door het krachtiger ontwikkelde gewas. De verdeling van het fosfaat is in beide gevallen weinig verschillend, het is vrij gelijkmatig door de bovenste 10 cm dikke laag van de grond verdeeld. Ook deze factor kan dus de verschillen in nawerking tussen sup en slak niet verklaren.

Een van het vorige afwijkend resultaat wordt verkregen, als de in totaal opgenomen hoeveelheid P_2O_5 tegen de gegeven bemesting wordt uitgezet (fig. 4a). Bij de gekozen waardeverhouding van slak 1937: slak 1938: sup 1937: sup 1938 = 1:1:2:6 lijkt de waardeering van de fosfaat-toestand van in beide jaren met slak bemeste grond, in verhouding tot die van steeds met sup bemeste, te ongunstig. Beter voldoet de verhouding 1:1:1:3, waarbij dus vroeger gegeven sup niet hoger in rekening wordt gebracht dan slak en de voorsprong van vers gegeven sup ten opzichte van slak gehalveerd wordt (fig. 4b). Het blijkt dus dat de uit slak in totaal opgenomen hoeveelheid een aanmerkelijk gunstiger beeld voor de opneembaarheid van slakkenmeel oplevert, dan de bepalingen van stand, opbrengst en andere. Aangezien hiervan bij de tussentijdse P_2O_5 -bepaling in het loof niets gebleken is, volgt hieruit, dat in latere ontwikkelingsstadia uit het slakkenmeel relatief belangrijke hoeveelheden P_2O_5 zijn opgenomen. Opnieuw blijkt dus dat de opneembaarheid van slak alleen slecht is geweest in vroege stadia van de ontwikkeling, maar niet in latere.

Een beeld van de stofvorming in verband met de P_2O_5 -opname bij

FIG. 4 Verband tussen de P- bemesting en de in de oogst aanwezige hoeveelheid P_2O_5 als de waardeverhouding van de meststoffen slak in 1937 en slak in 1938, sup in 1937 en sup in 1938 toegediend, evenals in fig. 3, op 1:1:2:6 (a), of op een verhouding 1:1:1:3 gesteld wordt (b). De betekenis van de tekens is dezelfde als in fig. 3.

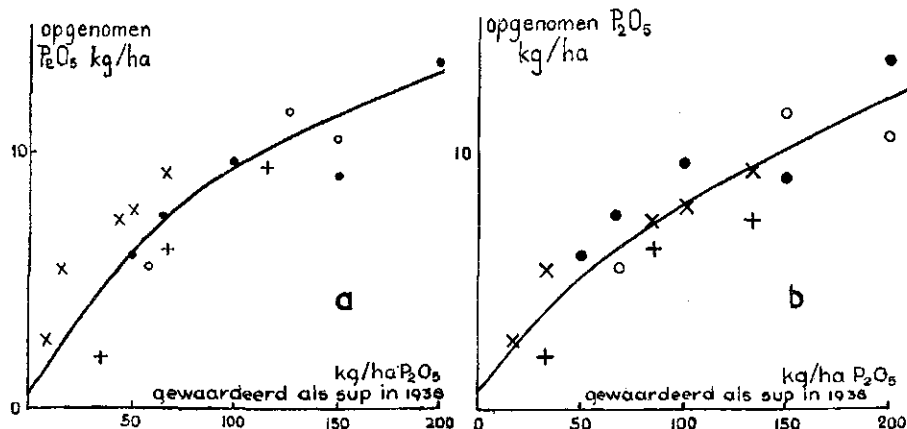


FIG. 4 Relation between manuring with phosphate and the quantity of phosphoric acid in the crop. It is supposed in a that the proportion of the value of the different applications of fertilizers is the same as in fig. 3, in b that the proportion is as 1:1:1:3.

verschillende P-voeding wordt gegeven in fig. 5. Het aantal bepalingen bedraagt echter voor elke bemestingswijze slechts 2. Bovendien is bij de tussentijdse oogst volstaan met het oogsten van 30 planten per monster, zodat de opbrengst per eenheid van oppervlak onbekend is. Alleen de verhouding tussen beide grootheden is dus vastgesteld, niet de werkelijke ligging van de stippen, die de eerste waarnemingen representeren. Wij hebben echter verondersteld, dat het beeld ongeveer hetzelfde moet zijn geweest als in het voorgaande jaar. De eerste waarneming is dus verricht in de eerste „fase” van de ontwikkeling en de eerste stip moet ergens op het sterk opstijgende linker gedeelte van de kromme vallen. De richting van dit deel wordt bepaald door de gevonden verhouding tussen opgenomen P_2O_5 en gevormde stof. De plaats, waar het punt in werkelijkheid op deze lijn zou moeten liggen, is van ondergeschikt belang. Deze stippen zijn daarom op een willekeurige schaal uitgezet, waarbij alleen zorggedragen is, dat zij alle, in overeenstemming met fig. 2, op het sterk opstijgende gedeelte van de kromme vallen. De helling van het rechter gedeelte van de kromme lijn is niet bekend; wij tekenden deze volgens het voorbeeld van fig. 2. De ligging van de in fig. 5 getrokken lijnen is dus hypothetisch. Er bestaat in het geheel geen zekerheid, dat het rechter gedeelte van alle krommen inderdaad evenwijdig moet lopen, en ook de scherpe overgang van het linker in het rechter deel is volkomen fictief. Dit neemt echter niet weg, dat de figuur ons een inzicht verschaft hoe

de stofvorming in afhankelijkheid van de bij verschillende bemestingswijzen uiteenlopende P_2O_5 -opname onder aanname van een vroeger gevonden beloop, geweest zou zijn.

Bij een bemesting in de vorm van sup in beide jaren is de P_2O_5 -opname

FIG. 5 Verband tussen de gevormde hoeveelheid stof en de in de bovengrondse delen aanwezige hoeveelheden P_2O_5 bij verschillende wijze van bemesting. Er is slechts een bepaling bij de oogst en een in een vrij vroeg stadium van de ontwikkeling geschied. De getrokken lijnen zijn hypothetisch.

Volgetrokken lijnen stellen het verband voor bij bemesting in 1938 in de vorm van superfosfaat, stippellijnen bij bemesting in de vorm van slakkenmeel. Stippen P- bemesting in 1937 en 1938 als sup, schuine kruisjes in beide jaren als slak, cirkeltjes in 1937 slak gevolgd door sup in 1938, staande kruisjes sup in 1937, slak in 1938. 1. P-gift in beide jaren als sup naar 300 en 100 kg/ha (300 sup - 100 sup), 2. 150 sup - 100 sup, 3. 50 sup - 50 sup, 4. 0 - 50 sup, 5. 300 sl-100 sup, 6. 300 sup-100 sl, 7. 300 sl-100sl, 8. 150 sl-100sl, 9. 50 sl-50 sl, 10. 0-50 sl.

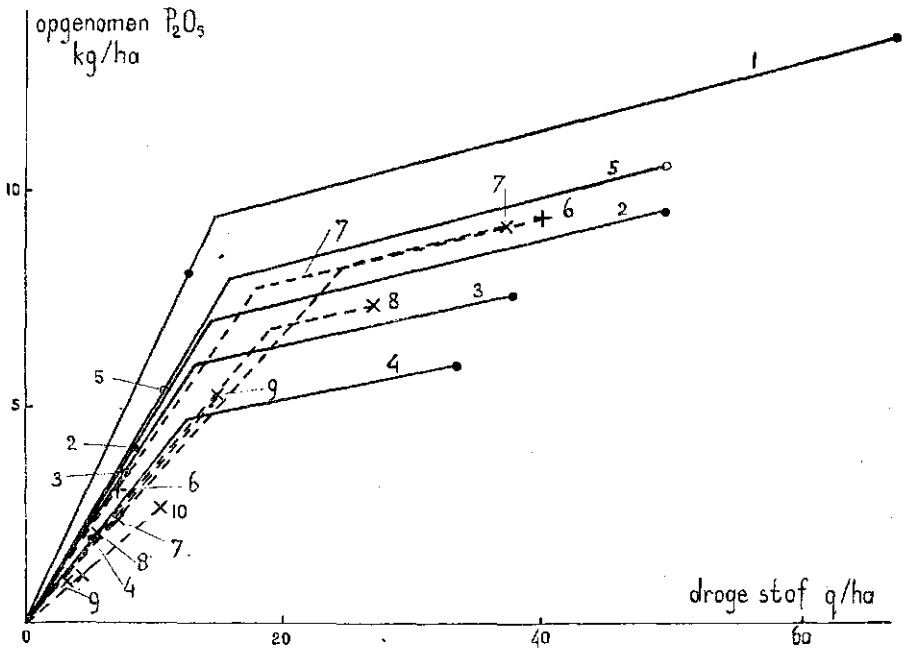


FIG. 5 Relation between dry matter and quantities of P_2O_5 in the crop with different manuring. Determinations have only been made at the harvest and at a relatively early stage. The lines are hypothetical. Full lines represent the relation for manuring with superphosphate in 1938, dotted lines for basic slag (., x, x cf. fig. 3). 1. Dressing of superphosphate of 300 and 100 kg/ha P_2O_5 in the successive years, for meaning 2-10 see Dutch subscription.

in verhouding tot de stofvorming veel groter geweest dan bij andere bemestingswijzen. In andere gevallen is dus, betrokken op het opgenomen P_2O_5 , meer stof gevormd. Bij bemesting in de vorm van slak is deze verhouding aanmerkelijk kleiner. Bovendien is het duidelijk, dat de ver-

houding bij de genoemde bemestingswijzen en bij de meeste overige later (plotseling of meer geleidelijk) kleiner is geworden. Bij een bemesting met sup is het rechter gedeelte van de kromme, in afwijking met het resultaat van het vorige jaar, veel langer dan bij een bemesting met slak, de stofproductie is dus in 1938 met sup ook in een latere groeiperiode groter geweest dan met slak.

Bij zeer onvoldoende bemesting in de vorm van slak (in fig. 5, object 9 en 10) blijken beide punten zelfs op een rechte lijn te liggen. Het stadium, waarin in verhouding tot de P_2O_5 -opname meer stof gevormd wordt, werd dus in deze gevallen niet bereikt. Wel zijn rijpe korrels gevormd en is dus in ander opzicht een volledige ontwikkelingscyclus doorlopen. Dit verklaart het eigenaardige, maar bij chemisch gewasonderzoek vaak gevonden feit, dat het P_2O_5 -gehalte van het bij deze objecten geogste product belangrijk hoger is geweest dan bij volledig afgerijpte objecten (b.v. 0.49% P_2O_5 in de korrel bij het object 300/100 sup tegen 0.84% bij 50/50 slak). Dit bekende verschijnsel zou dus een gevolg kunnen zijn van een bij zeer onvoldoende voeding volharden in de jeugdtoestand, hoewel in ander opzicht een zekere graad van rijping wordt bereikt.

Voor het probleem, dat thans onze aandacht vraagt, is het van belang, dat de slechte opneembaarheid van slak in het jeugd stadium het bereiken van de tweede, rijpere fase, waarin de stofvorming ten opzichte van de P_2O_5 -opname gunstiger verloopt, en (volgens de uitkomst van het vorige jaar) het verschil in opneembaarheid tussen sup en slak geringer schijnt te zijn, vertraagd wordt, later is opgetreden of zelfs volledig achterwege is gebleven. De in het voorgaande genoemde gunstiger verhouding van de P_2O_5 -opname uit slak ten opzichte van die uit sup (1:1:1:3 in plaats van de bij andere bepalingen gevonden verhouding 1:1:2:6) is zonder betekenis voor de landbouwkundige waardebepaling van slak ten opzichte van sup. De waarde van slak heeft in 1938 in geen geval meer dan 1/6 deel van die van sup bedragen.

Het nieuwe, in 1938 toegevoegde gedeelte van het proefveld had, zoals gezegd, tot doel de invloed van de tijd van toediening en van de wijze van verdeling door de grond te bestuderen. Vergeleken zijn in einde November met ruim 3 maanden later in begin Maart toegediend sup en slak. De veldjes zijn alle oppervlakkig met de cultivator bewerkt, terwijl bovendien de helft van ieder veldje ondiep is gespit, om een betere verdeling van het fosfaat in de grond te verkrijgen. De grootte van de gehalveerde veldjes bedroeg slechts 16 m², de proef is voornamelijk oriënterend bedoeld; grote nauwkeurigheid van de bepalingen is niet nastreefde.

In tabel 3 worden alleen die uitkomsten van de proef genoemd, die voor het verkrijgen van een inzicht in de reactie van het gewas van betekenis zijn gebleken. Vermeld worden alleen de in een vroeg stadium van de ontwikkeling op 3 Mei en het gemiddelde van de op 9 en 23 Juni toegekende standcijfers, welke laatste de ontwikkeling van het gewas in een later stadium karakteriseren. Wegens de nogal sterk variërende korrel/stro-verhouding, welke bij deze kleine opbrengsten weinig betrouwbaar is, wordt met de vermelding van de totale opbrengst volstaan.

TABEL 3 Uitkomsten van de proef met verschillende wijze van aanwending van superfosfaat en slakkenmeel op heidegrond.

Object	Stand 3/5	Stand gem. 9/6 en 24/6	Totale opbrengst q/ha	Aartjes per pluim	P ₂ O ₅ % loof, 16/5	Totale P ₂ O ₅ - opname kg/ha.	mg wortel per laag 0-10 cm	Wortel- massa laag 0-4 in % van laag 0-10 cm
sup naj. gespit <i>sup in autumn, digged</i>	8	9	56.4	16.5	0.64	9.6	810 ± 76	45 ± 7
sup naj. niet gespit <i>sup in autumn, not digged</i>	6½	9	58.5	17.1	0.77	10.8	1000	60
sup voorj. gespit <i>sup in spring, digged</i>	6½	8½	48.8	17.8	0.71	7.9	740	41
sup voorj. niet gespit <i>sup in spring, not digged</i>	5	6½	32.4 ¹	15.6	0.64	4.2	695	57
sl naj. gespit <i>basic slag in autumn, digged</i>	5	5	37.0	12.7	0.36	5.6	465 ¹	48
sl naj., niet gespit <i>basic slag in autumn, not digged</i>	3½	2¾	27.5	10.8	0.29	4.8	660	42
sl voorj. gespit <i>basic slag in spring, digged</i>	4½	3½	31.5	12.9	0.36	4.8	540	39
sl voorj., niet gespit <i>basic slag in spring, not digged</i>	3	3	20.5	10.4	0.34	3.1	490	58
Dressing with phosphate	Appearance of crop ² 3rd May	Appearance of crop ² 9th and 24th June	Total yield q/ha	Ears per panicle	P ₂ O ₅ % shoots 16th May	Amount of P ₂ O ₅ assimilated	Roots in mg in layer 0-10 cm	Ratio roots in layers 0-4 and 0-10 cm

1 vermoedelijk te laag

presumably too low

2 in scale 0-10

TABLE 3 Results of the experiment with different ways of application of superphosphate and basic slag on a reclaimed heath soil.

Het gemiddelde aantal aartjes per pluim geeft een aardige aanvulling over de graad van ontwikkeling van de geogoste planten. Het chemische gewasonderzoek van de op 16 Mei genomen loofmonsters licht in over de P_2O_5 -opname in het vroege stadium van de ontwikkeling, het resultaat van dit onderzoek wordt weergegeven als totale onttrekking aan P_2O_5 door het gewas.

Van belang zijn tenslotte ook de uitkomsten van een door DR M. A. J. GOEDEWAAGEN op 31 Mei en 9 Juni verricht wortelonderzoek. Op beide dagen zijn van alle veldjes met een grondboor van 4.7 cm middellijn grondmonsters genomen, waarin de wortelmasa na spoeling werd bepaald. Elk monster bestond uit 5 steken ter diepte van 10 cm. De grondzuiltjes werden gesplitst in een bovenste gedeelte, ter dikte van 4 cm, dat bij de oppervlakkige inwerking de bemeste bovenlaag representeert, en een onderste gedeelte van 6 cm dikte, waarin bij oppervlakkige bemesting practisch geen, maar na spitten wel enig fosfaat is verspreid. Het was op deze wijze mogelijk niet alleen de totale wortelmasa, maar ook de verdeling over verschillende lagen te bepalen. Tot dit doel is de in de bovenste laag 0-4 cm voorkomende wortelmasa in de laatste kolom van tabel 3 uitgedrukt in procenten van de in totaal in de laag 0-10 cm gevonden wortelmasa.

In de tabel worden slechts de gemiddelde uitkomsten van de op beide data verrichte bepalingen vermeld. De uitvoering in duplo stelde tot een foutenberekening in staat, waardoor over de nauwkeurigheid van deze bepalingen een inzicht werd verkregen. De voor alle objecten geldende absolute fout is in de tabel alleen bij het eerste object vermeld.

Uit de eerste standwaarnemingen blijkt (tabel 3), dat sup bij overeenkomstige behandeling in alle gevallen belangrijk beter heeft gewerkt dan slak.

Het onderspitten heeft de werking van beide meststoffen bevorderd.

Een vroege bemesting had zowel bij sup als bij slak een duidelijk beter effect dan een latere. Bij de latere waarnemingen zijn deze verschillen meest nog duidelijk aanwezig, de achterstand van slak is zelfs nog iets geprononceerder. Opvallend is echter, dat niet of wel spitten bij vroege toepassing van sup geen verschil meer maakt, en dat ook de achterstand van laat gegeven, maar wel ondergespit sup, niet groot is.

Overeenkomstige uitkomsten leveren de andere bepalingen. Het niet ondergespitte, in het najaar gegeven sup, is volgens de opbrengstbepaling niet de mindere van het wel ondergespitte; laat gegeven sup blijft echter in dit opzicht ook na onderspitten duidelijk achter. Ook de opbrengstverbetering, welke met slak zowel door tijdige aanwending, als door goede onderbrenging is verkregen, is van betekenis.

De met superfosfaat bemeste planten vormden aanmerkelijk forsere pluimen. De bij niet en wel spitten gevonden verschillen zijn bij bemesting met slak van belang, waarschijnlijk ook bij een late toediening van sup.

Grote verschillen worden aangetroffen in het P_2O_5 -gehalte van de nog vrij jeugdige bovenaardse delen; het met sup-bemesting gevonden gehalte is in alle gevallen belangrijk hoger. Het gehalte bij najaarsaan-

wending van sup is zonder spitten hoger, dan wanneer wel gespitt is; bij late toediening is het juist omgekeerd. Verder kan geen invloed van de tijd van aanwending bij een van beide meststoffen worden vastgesteld. Wel is er nog enige aanwijzing, dat het onderspitten van slak het gehalte iets heeft verhoogd.

Uit de tot dusver besproken resultaten lijkt te volgen, dat het onderspitten van vroeg gegeven sup alleen in het begin een voorsprong heeft gegeven, maar dat voor de verdere ontwikkeling juist de oppervlakkige verdeling gunstig is geweest. Dit wordt ook bevestigd door de in totaal opgenomen hoeveelheid P_2O_5 , die bij oppervlakkige inbrenging het grootst is geweest. Bij late toepassing is belangrijk minder P_2O_5 opgenomen. In overeenstemming met de uitkomst van het oudere gedeelte van het proefveld (blz. 17) is de opname van P_2O_5 na slakbemesting in latere stadia goed geweest; de P_2O_5 -opname van laat en oppervlakkig gegeven sup wordt zelfs op 3 slak-objecten overtroffen. Wij wezen er hierboven reeds op, dat dit waarschijnlijk een gevolg is van een langer vertoeven van het gewas in een jeugd stadium, waarin de P_2O_5 -opname belangrijk krachtiger is dan op latere leeftijd. De fysiologisch jongere wortels van de planten op de slak-objecten namen dus in latere stada meer P_2O_5 op dan de oudere wortels van de met sup gevoede planten. Duidelijk is bij slak-bemesting zowel de gunstige invloed van de vroege toepassing en van het diepere inbrengen op de P_2O_5 -opname. Deze late, sterke P_2O_5 -opname bij slak-bemesting heeft evenwel generlei betekenis voor de opbrengstvorming.

De ontwikkeling van het wortelstelsel blijkt tamelijk parallel te lopen aan de vorming van bovenaardse delen.

In tegenstelling tot het voorgaande jaar is, toen wij geen duidelijk verschil konden vaststellen tussen sup- en slak-bemesting, blijkt het wortelstelsel zich met sup veel krachtiger te hebben ontwikkeld. Bij vroege bemesting met sup is meer wortelmasse gevormd dan bij late. Hetzelfde kan niet vastgesteld worden met slak. Er is ook een aanwijzing, dat een oppervlakkig inbrengen bij vroege sup-bemesting tot de sterkste wortelvorming heeft geleid.

Interessant is de invloed, die het onderspitten op de verdeling van het wortelstelsel heeft uitgeoefend. Bij sup-bemesting wordt bij oppervlakkig inbrengen een duidelijke ophoping in de bovenste laag aangetroffen. Bij slak-bemesting wordt hetzelfde bij voorjaarsaanwending gevonden, bij najaarswending is een zwakke aanwijzing voor het omgekeerde aanwezig, welke echter niet vaststaat.

De belangrijke gunstige invloed van een vroege toediening van sup lijkt in tegenspraak met de achteruitgang in de werking van het een jaar te voren toegediende sup, die op het oudere gedeelte van het proefveld werd vastgesteld (blz. 9). De werkzaamheid van dit vroeger gegeven sup bleek daar in verhouding tot die van in het voorjaar oppervlakkig toegediende sup ongeveer tot 1/3 verminderd te zijn. De verklaring van deze tegenstrijdigheid ligt misschien hierin, dat de vastlegging van fosfaat een slechts langzaam voortschrijdend proces is. Dit is volgens onderzoekingen van DE VRIES en HETTERSCHIJ (21)

zelfs het geval op een veel sterker vastleggende, sterk ijzerhoudende grond. Een kleine vervroeging van de aanwending kan evenals onder-spitten een betere verdeling bevorderen, zonder dat dit nog tot vast-legging in belangrijke omvang behoeft te leiden. Een aanwijzing, dat dit proces al aan de gang is, wordt gevonden bij vroege toediening ge-combineerd met onderspitten. Behalve in het allereerste begin van de ontwikkeling is het effect van deze handelwijze achtergebleven bij het effect van een slechts oppervlakkige inbrenging van de meststof. De verdeling over een grotere hoeveelheid grond kan vastlegging in de hand hebben gewerkt, zoals in sterkere mate het geval moet zijn geweest bij het een jaar vroeger toegediende sup, dat bovendien door ploegen en andere bodembewerking nog intensiever met de grond in aanraking is gebracht. De voorsprong, welke het wel gespitte object in het begin van de ontwikkeling blijktens de standcijfers had, zou verklaard kunnen worden uit de eigenaardige ontwikkeling van het wortelstelsel bij graanplanten, waarbij eerst dieper wortelende kiemwortels, later ook oppervlakkiger wortelende kroonwortels gevormd worden (vgl. blz. 11). Bij gespitte grond vindt het jonge gewas op een wat grotere diepte goed beschikbaar fosfaat, dan bij oppervlakkige inbrenging het geval zal zijn.

Bij slak-bemesting is een vervroegde toediening eveneens gunstig, hoewel wij hierboven konden vaststellen, dat de waarde van een jaar tevoren gegeven slak in het geheel niet hoger te stellen is dan van een late, in het voorjaar gegeven bemesting. Het was toen niet mogelijk om uit te maken, in hoeverre de betere verdeling van het vroeger toegediende slak van invloed op dit resultaat is geweest. Nu wij echter weten, dat een intensieve verdeling als een gunstige factor te beschouwen is, kan ge-concludeerd worden, dat het een jaar te voren toegediende slak niet in beschikbaarheid vooruit, maar in tegendeel achteruit is gegaan. Na een aanvankelijk beter beschikbaar worden van het fosfaat, wat misschien aan uitspoeling en binding van de kalk toegeschreven zou kunnen worden, is dit fosfaat eveneens aan vastlegging door de grond blootgesteld geweest. Wij hebben gezien hoe het peil van beschikbaarheid een vol jaar na de toediening van sup-bemesting nog ongeveer dubbel zo groot was als bij slak.

De gunstige invloed van een vroegtijdige toediening is wellicht niet zo zeer toe te schrijven aan een verplaatsing van het fosfaat over een grotere afstand — immers wij zagen hierboven dat de indringing van een zeer zware sup-bemesting naar 300 kg/ha P_2O_5 slechts gering was, wat bovendien nog nader bevestigd is door een met deze grondsoort uitgevoerde indringingsproef in potten, welke wij verder niet zullen beschrijven, omdat de verticale verplaatsing van sup gering bleek te zijn — als wel aan de vorming van een diffusiezone (SEKERA, 18), die om een sup-deeltje een grotere omvang zal hebben dan om een langzaam in oplossing gerakend slak-deeltje. Dit verklaart ook, waarom een diepere inbrenging daarenboven nog zulk een belangrijke uitwerking kan hebben.

In de schematische fig. 6, hebben wij tenslotte willen aangeven, hoe wij ons het tijdelijk verloop van de beschikbaarheid van het fosfaat bij de verschillende bemestingswijzen voorstellen. De figuur spreekt voor zichzelf, zodat een nadere uitleg overbodig is.

FIG. 6 Schematische voorstelling van de in verloop van tijd optredende veranderingen in de beschikbaarheid van op verschillende wijze op heideontginning toegediend superfosfaat en slakkenmeel.

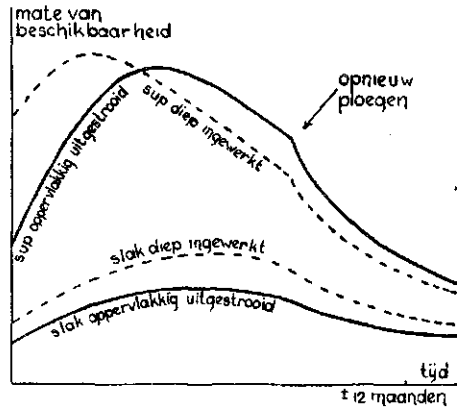


FIG. 6 Schematic figure of changes of the availability of superphosphate and basic slag in the soil, applied in different ways on a reclaimed heath soil, plotted against time since that application.

c. *Beschouwingen over de op het proefveld Pr 391 verkregen resultaten*

Van het bekende verschijnsel, dat slakkenmeel op een pas ontgonnen heidegrond in vergelijking met superfosfaat zeer slecht voldoet, werd in beide proefjaren een duidelijke bevestiging verkregen: in het eerste jaar was de waarde van slak slechts op 1/3 deel van die van sup te stellen, in het tweede jaar slechts op 1/6 deel.

Aangezien de wijze van uitvoering van de proef in beide jaren niet veel verschilde, kan de vraag gesteld worden, welke factor voor het verschillende resultaat in beide jaren aansprakelijk is. Het is vrij aannemelijk dat de oorzaak in de in beide jaren zeer verschillende vochtigheid van de grond moet worden gezocht. Het voorjaar van 1937 was namelijk zeer nat, van 1938 daarentegen vrij droog, zodat het gewas inderdaad tengevolge van de droogte heeft geleden. De neerslag in de maanden Februari tot Juni, te Groningen gemeten, verschaft hiervan een duidelijk beeld:

	1937	1938	normaal
Februari	115 mm	40 mm	40 mm
Maart	65 mm	24 mm	44 mm
April	40 mm	20 mm	43 mm
Mei	73 mm	50 mm	48 mm
Juni	84 mm	57 mm	62 mm

Indien wij bovendien nog weten, dat er in 1938 in de eerste helft van de maand Mei bijna geen regen viel — een zware neerslag werd pas op 17 Mei gemeten, op welke datum het verdere ontwikkelingsverloop van het gewas ongetwijfeld grotendeels reeds gedetermineerd was — dan is het duidelijk, dat de vochtigheid van de grond vóór deze datum vrij gering moet zijn geweest. Deze geringere hoeveelheid vocht zou dus een langzamer in oplossing gaan van de slak-deeltjes in de hand kunnen hebben gewerkt. Aangezien het vochthoudende vermogen van humus-arme, pas ontgonnen gronden in den regel gering is, is hiermee een van de factoren aan het licht gebracht, die soms voor de opmerkelijk geringe werking van slak op dit grondtype aansprakelijk is te stellen.

Als verdere oorzaak noemden wij het feit, dat sup zich in de grond verspreidt, waarschijnlijk vooral door vorming van diffusiezones, rondom de deeltjes, terwijl slak slechts langzaam in oplossing gaat. Daar de vastlegging van fosfaat in een moeilijker beschikbare vorm een langzaam verlopend proces is, dat in het onderzochte geval zelfs na een jaar nog niet tot afsluiting was gekomen, blijft deze voorsprong van sup lang behouden. Het is bovendien mogelijk, dat dit beschikbaar worden van slak op ontginningen meer tijd vordert dan op langer in gebruik zijnde gronden, omdat de zich in slak bevindende kalk op deze humus-arme gronden minder snel gebonden wordt en daardoor de pH, vooral rondom de deeltjes, sterk verhoogd wordt, wat het in oplossing gaan tegenwerkt. Als andere, nog niet genoemde factoren, zouden te noemen zijn de geringe CO₂-productie van maagdelijke grond, welke factor voor het in oplossing gaan van slakkenmeel van veel belang is (10) en het practisch ontbreken van organisch leven, waardoor de deeltjes niet door micro-organismen worden aangetast. Volgens een onderzoek van GERRETSEN (4,5), waarop hieronder nader zal worden teruggekomen (blz. 60), zou deze factor eveneens van betekenis zijn.

Het verschil in beschikbaarheid leidt op heideontginning tot zulke ernstige gevolgen, omdat er practisch geen fosfaat uit andere bron beschikbaar is; een bodemvoorraad van enig belang is niet aanwezig. Vooral in het jeugd stadium is het vermogen van het gewas om moeilijk beschikbaar fosfaat op te nemen gering. Bovendien bevindt het fosfaat zich pas kort in de grond en wordt de beschikbaarheid slechts geleidelijk wat beter.

Als gevolg hiervan zal het tot een onvoldoende ontwikkeling van het wortelstelsel komen, waardoor het opnemend vermogen begrensd blijft en het nadelige effect wordt gecumuleerd; uistoeling zal uitblijven, waardoor de stand van het gewas niet dichter kan worden dan er gezaaid is, en het gewas zal langer in het jeugd stadium vertoeven, waarin de stofvorming in verhouding tot de P₂O₅-opname ongunstig is. Er ontstaan daardoor onvolgroeide, laat rijpende planten.

Bij een normale grond zullen dergelijke verschijnselen bij slak-bemesting niet, of in veel mindere mate, optreden. Het gewas zal ook uit de bodemvoorraad fosfaat opnemen, zodat een normale wortelvorming en uitstoeling kan volgen. In latere stadia, als het gewas waarschijnlijk beter in staat is P₂O₅ uit moeilijker toegankelijk fosfaten op te nemen,

en de beschikbaarheid van het slakkenmeel (mogelijk sneller dan op maagdelijke grond) is toegenomen, zal een eventueel verschil tussen sup en slak in veel zwakkere mate tot uiting komen.

Misschien is deze slechte opneembaarheid van slak in het begin van de groei ook oorzaak, dat zelfs bij zeer zware bemesting niet het met sup verkregen opbrengstniveau kan worden bereikt. De in dat stadium verkregen achterstand zal vermoedelijk niet meer ingehaald kunnen worden. Bovendien zal de bij zware bemesting in de vorm van slak in de grond gebrachte kalk de opneembaarheid van het fosfaat kunnen beperken. Er bestaat geen enkele aanwijzing dat een andere schadelijke invloed, b.v. een vergiftiging, van het slak zou zijn uitgegaan, welke voor dit verschijnsel aansprakelijk zou zijn te stellen. Het verschil tussen sup en slak is het grootst bij late aanwending. Door vroegere gift wordt weliswaar ook het effect van sup verhoogd, maar een vroege gift gecombineerd met goede verdeling door de grond heeft toch relatief met slak een wat groter effect. Ook op nawerking in een volgend jaar is het verschil geringer geworden, waarschijnlijk doordat het van de aanvang af goed beschikbare sup reeds sterker is vastgelegd. Slak ontkomt echter evenmin aan vastlegging, zodat een aanvankelijk betere beschikbaarheid op den duur weer door een verminderde opneembaarheid gevolgd wordt.

d. *Samenvatting van de resultaten van het proefveld Pr 391*

In 2 opeenvolgende jaren gaf superfosfaat op deze heideontginning belangrijk gunstiger resultaten dan slakkenmeel. In het drogere tweede proefjaar, bleef slakkenmeel nog sterker achter. In het eerste proefjaar was de verhouding van de werking ongeveer als 3 : 1; in het tweede als 6 : 1. De nawerking van in het eerste jaar gegeven sup was nog steeds ongeveer dubbel zo goed als van slak. Vers gegeven slak werkte ongeveer gelijk als een jaar eerder toegediend slak; vers gegeven sup echter 3 maal zo goed als een jaar tevoren gegeven sup, dat waarschijnlijk reeds in een minder werkzame vorm was omgezet.

Uit de betrekkelijk goede nawerking van sup en het gunstige effect van vroeg toedienen van deze meststof blijkt, dat de vastlegging van het fosfaat op deze grond een langzaam verlopend proces is geweest.

Een groot verschil in opname werd in het eerste jaar vooral in het begin van de ontwikkeling gevonden; dit leidde bij slak-bemesting tot onvoldoende groei en achterwege blijven van uitstoeling. Ook de pluim ontwikkelde zich belangrijk minder (geringer aantal aartjes). In latere stadia was de fosfaatopname weinig verschillend, er werden geen belangrijke verschillen in de ontwikkeling van het wortelstelsel geconstateerd. De in de jeugd ontstane achterstand kon niet worden ingehaald; hierin ligt waarschijnlijk ook de verklaring, waarom zelfs bij zeer zware slak-bemesting het peil van sup niet bereikt is.

In het drogere tweede proefjaar was de P_2O_5 -opname bij bemesting in de vorm van slak ook in latere stadia geringer.

Een vroege aanwending bleek gunstig, zowel voor slak als voor sup, maar vooral voor het eerste. Hetzelfde geldt voor diepe inbrenging in

de grond, in het bijzonder bij slakkenmeel en laat gegeven sup. Diepere inbrenging leidde tot een minder oppervlakkige, gunstiger verdeling van het wortelstelsel.

De onder invloed van de slak-bemesting gewijzigde pH kan het verschil in opneembaarheid niet verklaren, daar het verschil ook waargenomen werd bij een geringe gift, waarbij de invloed op de pH zeer zwak was. Verschillen in de pH kunnen evenmin in belangrijke mate verantwoordelijk zijn voor de verschillen in nawerking.

Het is echter aannemelijk, dat de aanwezigheid van kalk rondom de fosfaatdeeltjes in deze humus-arme grond het ter beschikking komen van het fosfaat heeft tegengegaan.

Superfosfaat bleek zich iets beter door de grond te verspreiden. Dit wijst op een betere oplosbaarheid; men kan zich voorstellen dat de sup-deeltjes door een ruime diffusiezone van goed opneembaar fosfaat zijn omgeven, dat slechts langzaam door vastlegging minder werkzaam wordt gemaakt.

Het geringe vochthoudende vermogen van het zand leidde tot spoedige uitdroging van de bovenlaag, waarin het fosfaat voornamelijk was verspreid. Dit is als een van de oorzaken van de onvoldoende werking van het slakkenmeel op deze grond te beschouwen, vooral in het droge jaar.

De afwezigheid van een fosfaatvoorraad in de grond heeft tot gevolg, dat een onvoldoende opneembaarheid van de meststof slakkenmeel in de jeugd niet uit andere bron gecompenseerd wordt en een grote achterstand ontstaat. De moeilijke opneembaarheid van fosfaat in het begin van de ontwikkeling is een van de redenen, dat het goed opneembare sup dadelijk aan het gewas een grote voorsprong heeft gegeven.

De humusarmoede van de grond en de gelijktijdig gegeven bekalking maken, dat de kalk in de omgeving van de kalkbevattende slakdeeltjes niet snel verwijderd zal worden, wat de opneembaarheid kan belemmeren. Ook de geringe CO_2 -productie van deze maagdelijke grond is hiervoor wellicht mede verantwoordelijk geweest.

Door tijdige toediening en intensieve vermenging door de grond kon het verschil tussen sup en slak verkleind worden.

2. POTPROEVEN MET HEIDEGROND

In 1939 is een potproef, VPr 56, genomen, welke tot doel had de invloed van bekalking op het ter beschikking komen van de meststoffen mono-, di- en tricalciumfosfaat en slakkenmeel te onderzoeken. Een van beide grondsoorten, waarmee dit werd nagegaan, was de heidegrond uit Marum, genomen van het perceel, waarop het hierboven beschreven proefveld Pr 391 was gelegen. Zoals bekend was het verschil in werking tussen superfosfaat en slakkenmeel op deze grondsoort groot.

De potproef leverde echter het merkwaardige resultaat, dat er tussen mcf, resp. dcf, welke beide volkomen overeenkomstige resultaten gaven, en slakkenmeel nauwelijks verschillen van betekenis konden worden vastgesteld, hoewel de fosfaten zowel in lage als in hoge giften zijn toegediend. In dit verband zal de uitkomst van deze proef daarom niet verder besproken worden; hiervoor zij verwezen naar hoofdstuk II

(VPr 56, blz. 42), waarin de invloed van kalk op de werking van slak en sup resp. mcf zal worden behandeld. Dit van de veldproef afwijkende resultaat schein een weg te openen om de op het veld gevonden verschillen nader te onderzoeken. Welke oorzaken waren voor het in het ene geval wel, in het andere geval niet optredende verschil tussen sup en slak aansprakelijk? Zouden de omstandigheden van de potproef ook zodanig gewijzigd kunnen worden, dat het op het veld gevonden verschil onder bepaalde voorwaarden ook in potten te voorschijn kwam?

Om een antwoord op deze vragen te verkrijgen is in 1940 wederom een potproef (VPr 66) met heidegrond genomen, waarin de cultuur-omstandigheden gevarieerd werden.

De eerste factor, die als mogelijke oorzaak is beschouwd, is de veel intensievere begroeiing van de potten, vergeleken met de open stand op het veld. Per pot waren n.l. bij VPr 56 21 planten verbouwd, op een oppervlakte van 3.14 dm²; op het veld stonden op een dergelijke oppervlakte ongeveer 9 planten. Ten tweede is gedacht aan de zeer afwijkende verdeling van het fosfaat, dat bij VPr 56 zeer intensief met de grond van een bovenlaag van ongeveer 10 cm dikte gemengd was. De daaronder gelegen laag was niet met fosfaat bemest. Op het veld was het fosfaat slechts enkele cm diep in de grond gebracht, en dit is uiteraard veel onregelmatiger gebeurd. Vervolgens kan de zeer verschillende watertoevoer oorzaak van de verschillende reactie zijn. Zoals gebruikelijk is, werd het vochtgehalte van de grond bij VPr 56 vrij constant op een tamelijk hoog peil gehouden, overeenkomend met 50% van de totale watercapaciteit van de grond. Het benodigde water werd enige malen daags door oppervlakkige begieting toegediend. Dit heeft tot gevolg, dat de bovengrond voortdurend zeer vochtig blijft, wat op het veld geheel anders is. Verder is de NK-bemesting in potten belangrijk zwaarder dan in de praktijk, indien deze althans per oppervlakte-eenheid berekend wordt. Bij de veel intensievere begroeiing van de pot is aan dit verschil niet te ontkomen. Bij VPr 56 bedroeg de N-bemesting 150 kg/ha, de K₂O-bemesting 300 kg/ha, bij de veldproef waren deze bedragen in het eerste proefjaar resp. 80 en 250 kg. Deze zware bemesting in de potproef heeft tot gevolg, dat de jonge plantjes aanvankelijk over een grotere overmaat aan meststof, vooral N, beschikken, welke bij het vorderen van de ontwikkeling, als de onderlinge concurrentie van de planten zich doet gevoelen, geleidelijk in een relatief N-tekort kan overgaan. Een verschil is ook de veel vrijere stand van de planten in de potten die veel meer alzijdig belicht worden en meer aan de wind, de grotere schommelingen in temperatuur, vooral van de bodemtemperatuur, enz. blootstaan. Tenslotte is bij de potproef Ster-haver verbouwd, welk ras als proefobject zeer geschikt is. Op het veld is echter Zwarte President-haver verbouwd.

Het was uiteraard niet uitvoerbaar om in een enkele proef alle genoemde mogelijkheden te onderzoeken. Er is volstaan met het aanbrengen van een variatie in de drie eerstgenoemde factoren.

De potproef VPr 66

Aangezien de grond van het proefveld Pr 391 niet meer in voldoende hoeveelheid in onbemeste toestand beschikbaar was, is een andere grondsoort genomen, namelijk grond afkomstig van het op heidecontginning gelegen proefveld Pr 533, M. BRINK, Opende, waarop eveneens grote verschillen tussen werking van sup en slak (VAN DER PAAUW, 14) zijn geconstateerd. Deze grond heeft een humusgehalte van 3,7%, een totaal zandgehalte van 92,4% en een slibgehalte van 3,9%. De pH bedraagt 4,45, het P-citr 2. Drie weken voor het vullen van de potten en 6 weken voor het zaaien is de grond bekalkt door toevoeging van 1,4 g krijt per kg droge grond. Na menging werd water toegevoegd en is de grond in vochtige toestand bewaard.

Ter variatie van het plantental zijn resp. 5, 14 en 42 planten per pot verbouwd. De fosfaten sup en slak werden verdeeld in de bovenlagen 0-2, resp. 0-6 cm of door de gehele pot (0-18 cm). Het vochtgehalte werd bij een gedeelte van de potten laag gehouden, nl. op slechts 35% van de watercapaciteit, in een andere serie echter op 50%. Bovendien is bij een aantal potten gezorgd voor een centrale watertoevoer door middel van een met grind gevulde glazen buis, welke zich loodrecht tot ongeveer halverwege in de grond bevond. De onderopening was door fijn grind omgeven. Bij regen werden deze potten onderdak geplaatst. Wegens het grote aantal objecten is de proef in enkelvoud verricht.

P_2O_5 werd in beide vormen slechts in een gift, namelijk naar 150 kg/ha toegediend (berekend op totaal P_2O_5).

De N-bemesting werd gegeven naar 150 kg/ha N in de vorm van ammoniumnitraat, K_2O naar 300 kg/ha als kaliumsulfaat; verder zijn toegediend MgO naar 100 kg/ha in de vorm van magnesiumsulfaat en 50 kg/ha kopersulfaat.

Resultaten

In tegenstelling tot de in het voorgaande jaar (VPr 56) verkregen resultaten, zijn thans wel duidelijke verschillen tussen de werking van sup en slak gevonden. Verschillende factoren bleken evenwel op de grootte van dit verschil invloed te hebben.

a. De standdichtheid. De opbrengst is ongetwijfeld afhankelijk van het aantal planten (tabel 4.). Uit de in deze tabel voor de bij 3 verschillende laagdikten verkregen gemiddelde cijfers (cursieve horizontale rijen) blijkt, dat de invloed van het plantental bij bemesting met sup op vochtige grond het geringst is. Bij drogere grond is de opbrengst bij een klein aantal planten duidelijk minder. Ook bij slakbemesting zijn de verschillen belangrijk, opvallenderwijs vooral op natte grond. Bij een aantal van 5 planten per pot is het verschil tussen sup en slak het grootst, zodat de ruimere stand op het veld inderdaad tot gevolg kan hebben, dat de verschillen tussen sup en slak iets duidelijker aan het licht treden dan bij een potproef.

Deze verschillen houden waarschijnlijk verband met de wat sterkere uitstoeling, die bij sup-bemesting bij dunne stand is opgetreden, waardoor een groter aantal halmen is gevormd dan in de potten met slak. Niettemin is ook met slak bij open stand een flinke uitstoeling opgetreden. Dit was bij de veldproef niet het geval; de cultuuromstandigheden zijn in de potproef blijkbaar gunstiger geweest.

b. De verdeling van de fosfaatmeststof. Vrijwel zonder uitzondering is de opbrengst bij een verdeling van het fosfaat door de gehele pot geringer dan bij menging door een 6 cm dikke

TABEL 4 Opbrengsten verkregen bij verdeling van superfosfaat en slakkenmeel in verschillende lagen bij wisselend plantental en verschillende vochtvoorziening.

Fosfaat gehalte	Rel. vocht- gehalte	Bem. laag	Opbrengst bij verschillend aantal planten/pot in g.										Gem. op- brengst bij versch. aantal planten			mg P ₂ O ₅ in korrel			
			5 planten					14 planten					42 planten		5 plan- ten	14 planten		42 plan- ten	gem.
			opp. begoten		centr. begoten			opp. begoten		centr. begoten			korrel	stro		korrel	stro		
			korrel	stro	korrel	stro	korrel	stro	korrel	stro	korrel	stro			korrel			stro	
sup super- phos- phate	35	0-2	35.1	31.7	36.6	35.6	36.5	37.4	40.6	42.8	37.2	36.9	179	184	168	200	183		
		0-6	31.5	34.5	37.7	34.5	36.1	36.2	41.9	49.5	36.8	37.4	156	179	135	210	170		
		0-18 gem.	30.9	30.4	35.1	36.9	32.6	35.5	37.8	40.6	40.6	34.1	35.9	139	156	127	161	146	
50	50	0-2	32.5	32.2	36.5	35.7	35.1	40.1	42.6	36.0	36.7	158	173	143	190	166			
		0-6	38.4	50.0	41.9	51.2	41.3	49.1	42.0	56.7	40.9	51.8	222	239	228	243	233		
		0-18 gem.	39.5	52.1	39.1	55.4	34.6	47.9	41.1	58.3	38.6	53.4	198	216	161	227	200		
slak basic slag	35	0-2	37.5	49.9	39.4	52.0	37.0	47.5	40.8	56.8	38.7	51.6	188	207	182	219	200		
		0-6	30.5	31.9	32.7	32.8	30.2	30.4	35.2	40.7	32.2	33.9	150	150	100	138	135		
		0-18 gem.	30.1	29.4	31.3	31.8	33.0	36.2	39.8	41.9	33.6	34.8	136	122	123	169	138		
50	50	0-2	24.2	25.2	28.6	28.0	27.9	30.9	36.0	39.4	29.2	31.0	84	105	93	132	103		
		0-6	28.3	31.2	30.9	30.7	30.4	32.5	37.0	40.7	31.7	33.2	123	126	105	146	125		
		0-18 gem.	21.9	31.2	26.7	35.5	32.3	43.9	37.9	52.4	29.7	40.8	77	109	127	148	115		
Totale gemid- del den (total means)	35	0-6	29.4	40.6	35.5	48.6	36.6	49.9	38.8	57.8	35.2	49.3	115	166	143	188	153		
		0-18 gem.	22.2	31.8	34.5	46.5	41.2	49.1	34.2	47.6	33.0	43.8	98	147	178	119	136		
		gem.	24.5	34.5	32.2	43.5	36.7	47.6	37.0	52.6	32.3	44.6	97	141	149	152	135		
phos- phate	water content layer	ferti- lized layer	5 plants	grain	straw	grain	straw	grain	straw	grain	straw	grain	straw	5 plants	water on swr- face	water in centre	42 plants	mean	
				water added on soil surface	water added in centre of pot	42 plants	mean yield with diff. number of plants												
			yield with different number of plants/pot in grams																
			mg P ₂ O ₅ in seed																

TABEL 4 Yields obtained by applying super-phosphate and basic slag in different layers with different number of plants and water supply.

bovenlaag, zoals duidelijk blijkt bij beschouwing van de gemiddelde cijfers in beide laatste kolommen van tabel 4. Alleen bij een centrale watertoevoer op vochtige grond (50% vocht) wordt een afwijking gevonden. Met slak-bemesting werd in dit geval een opvallend hoge korrel-opbrengst verkregen (8e kolom). De opbrengst aan stro was echter niet hoger (9e kolom). Ook met sup werd de opbrengst aan korrels bij dezelfde behandeling iets hoger (35,1 tegen 34.6 g); de stro-opbrengst was echter bij verdeling door de gehele pot lager (45.5 tegen 47.9). Hoewel toevalligheden niet uitgesloten zijn, wordt dus wel de indruk gewekt, dat het effect van de laagsgewijze verdeling afhankelijk is van de wijze, waarop water wordt toegevoegd. Hieruit blijkt wel, dat het resultaat van een potproef in dit opzicht nooit zonder meer op veldomstandigheden zal mogen worden overgebracht. Het geval is des te moeilijker te verklaren omdat van een dergelijke afwijking bij droge grond (35% vocht) geen sprake is, en de opbrengsten met sup en slak bij verdeling door de laag 0-6 cm en centrale watertoevoer aanmerkelijk groter zijn dan bij verdeling door de gehele pot.

Vooraf bij weinig planten is de achterstand bij verdeling van slak door de gehele pot van belang (tabel 4, 4e en 5e kolom). De korrel-opbrengst bedraagt namelijk op droge grond 24.2, tegen 30.1 bij verdeling in de laag 0-6, bij natte grond resp. 22.2 en 29.4 g.

Bij verdeling van de fosfaten door de bovenste laag van 2 cm dikte was de stand van het gewas aanvankelijk in alle gevallen minder dan bij verdeling door de laag 0-6 cm, echter steeds beter dan bij verdeling door de gehele pot. Over het algemeen komen deze verschillen meer tot uiting in de stro-opbrengstcijfers (cursieve cijfers in laatste kolom), dan in de korrel-opbrengsten. Dit is vooral bij de natte slak-serie het geval, hoewel ook de korrel-opbrengsten bij oppervlakkige inbrenging geringer zijn. Bij de droge slak-serie komt hetzelfde al wat minder duidelijk voor den dag; bij de beide sup-series is daarentegen over het algemeen de korrel-opbrengst bij oppervlakkige inbrenging het grootst geworden. Men zou zich kunnen voorstellen dat de verklaring weer, evenals bij de veldproef, in de wijze, waarop het wortelstelsel zich ontwikkelt, gezocht moet worden. Dit vormt eerst verticale kiemwortels, later de ook oppervlakkig doordringende kroonwortels. Als gevolg hiervan kan later uit de bovenlaag fosfaat worden opgenomen. Bij het enigszins achterlijke, met slak bemeste gewas, kan dit herstel niet zo volkomen zijn. Bevestigd wordt hiermee het bij de veldproef gevondene, dat een oppervlakkige inbrenging bij slak-bemesting schadelijker is dan bij bemesting met sup. Het alleen in een bovenlaagje aanwezig zijn van fosfaat kan als een van de oorzaken van het grote, op het veld gevonden verschil tussen sup en slak worden beschouwd.

Opvallend slecht is het resultaat van oppervlakkige slak-bemesting in de natte serie bij gering aantal planten; bij het grootste plantental is het verschil van veel minder betekenis. Hoewel in het algemeen op vochtige grond hogere opbrengsten zijn verkregen dan op droge, wordt hier het tegendeel gevonden. Bij oppervlakkige inbrenging en een gering plantental is het verschil tussen sup en slak dus vooral groot op natte

grond. Bij de veldproef bleek het omgekeerde: het verschil tussen sup en slak was verreweg het grootst in het droge jaar 1938. Het is echter de vraag of beide proeven zonder meer vergelijkbaar zijn. Bij de potproef bleef de bovengrond door de geregelde begieting ook bij de zogenaamd droge serie toch steeds in vrij vochtige toestand; dit geval is wellicht min of meer gelijk te stellen aan de toestand te velde in het natte jaar 1937.

Een mogelijke verklaring van het verschil tussen pot- en veldproef zou wel eens kunnen zijn, dat sup en slak vooral sterk verschillen, als de mogelijkheden tot opname voor het wortelstelsel ongunstig zijn. Dit zou zowel het geval kunnen zijn bij de zeer droge grond in de veldproef, als bij het al te vochtige bovenlaagje in de natte serie van de potproef. Onder optimale condities, d.w.z. bij een matige vochtigheid, zal de opneembaarheid van slak misschien het gunstigst en het verschil met sup het kleinst zijn.

Aangezien de in de opbrengstcijfers aangetoonde verschillen ook in de P_2O_5 -gehalten van het gewas worden teruggevonden, komen verschillen tussen sup en slak het duidelijkst aan het licht bij vergelijking van de door het gewas opgenomen hoeveelheden P_2O_5 (product van opbrengst en gehalte). Uit het chemische gewasonderzoek bleek, dat het P_2O_5 -gehalte van het stro uitermate laag was, zodat het in de bovenaardse delen aanwezige P_2O_5 zich voor minder dan 10% in het stro bevond. De opgenomen hoeveelheden P_2O_5 zijn daarom uitsluitend uit de opbrengsten en de P_2O_5 -gehalten van de korrels berekend (tabel 4, laatste kolom).

Het is duidelijk, dat de opgenomen hoeveelheid P_2O_5 bij bemesting met sup bij oppervlakkige inbrenging, het grootst is geweest, dit is vooral bij de vochtige grond het geval. Bij slakbemesting valt de geringe onttrekking bij oppervlakkige bemesting van vochtige grond op, vooral als het aantal planten gering is.

c. Het vochtgehalte en de wijze van watervoorziening. Het gewas was in de potten met hoog vochtgehalte aanmerkelijk forser. In een later groeistadium werd de tint van dit gewas echter enigszins lichtgroen als gevolg van te weinig stikstof. De forsere ontwikkeling heeft daardoor wel tot een belangrijk grotere opbrengst aan stro geleid, maar de korrel-opbrengst was op de natte grond in het algemeen niet veel hoger.

In de meeste gevallen werd het verschil tussen de werking van sup en slak weinig beïnvloed door het verschillende vochtgehalte. Het verschil is echter groot bij gering plantental en hoog vochtgehalte, tengevolge van het reeds vermelde achterblijven van slak bij ondiepe inbrenging, en in wat mindere mate bij verdeling door de gehele pot.

Bij centrale watertoevoer werkte slak op vochtige grond alleen minder bij oppervlakkige inbrenging; bij diepere inbrenging (het sterkst bij verdeling door de gehele pot) werd het effect van sup zelfs overtroffen. Bij de drogere grond was sup echter in alle gevallen beter dan slak. De in de potproef gevolgde wijze van oppervlakkig begieten en het op een

hoog peil handhaven van het vochtgehalte is dus niet voor het uitblijven van een verschil tussen sup en slak in de potproef (VPr 56) van het voorgaande jaar verantwoordelijk te stellen. Wel is het duidelijk dat de grootte van het verschil tussen sup en slak sterk door deze factor bepaald wordt. *Dit resultaat mag wel een aansporing zijn om de resultaten van vergelijkingen tussen fosfaatmeststoffen in potproeven slechts met uiterste reserve op praktijkomstandigheden toe te passen.*

Gemiddeld is er nauwelijks een verschil tussen de resultaten van oppervlakkige en van centrale watertoevoer. Bij nadere beschouwing blijkt echter oppervlakkige begieting met sup-bemesting betere resultaten te hebben gegeven, terwijl bij slak-bemesting het omgekeerde het geval is. Dit komt vooral tot uiting bij hoog vochtgehalte van de grond. Om onbekende redenen is deze gelijkmatige centrale watertoevoer dus gunstiger geweest bij bemesting met slak. Uit de P_2O_5 -gehaltenes van het gewas blijkt ditzelfde echter niet; bij laag vochtgehalte zijn zij zelfs belangrijk lager en zijn de opgenomen hoeveelheden P_2O_5 geringer. Onder deze voor slak-bemesting gunstiger omstandigheden blijkt het nadeel van oppervlakkig inbrengen en van verdeling door de gehele pot verdwenen te zijn.

Het is overigens wel duidelijk dat verschillende werkingen door elkaar heen spelen, en dat een volledige analyse van de factoren, die de werking van meststoffen bepalen, in dit geval niet mogelijk is.

In het bovenstaande werd er enige malen op gezinspeeld, dat het verschil tussen sup en slak vooral bij minder gunstige groeivoorwaarden groot lijkt te zijn. Men zou daarom de vraag kunnen stellen, of het achterwege blijven van een verschil in de potproef van het voorgaande jaar (VPr 56) mogelijk ook aan toevallig zeer gunstige groeiomstandigheden toegeschreven zou kunnen worden. Oppervlakkig beschouwd lijkt dit niet het geval, want de onder ongeveer vergelijkbare omstandigheden (in beide gevallen oppervlakkige watertoevoer; verdeling van het fosfaat door de laag 0-10 cm en 21 planten per pot in 1939, door de laag 0-6 cm en 14 planten in 1940) bedroegen de opbrengsten aan korrel 19.0 resp. 39.1, en aan stro 21.0 resp. 55.4 g. Deze lage opbrengsten in 1939 waren echter blijkens de vrijwel rechte lijnige stijging van de opbrengst (fig. 19) een gevolg van het veel sterker in het minimum verkeren van het P_2O_5 , dat door de grond uit Marum veel sterker wordt vastgelegd. Bij een bemesting naar 300 kg/ha P_2O_5 bedragen de opbrengsten b.v. resp. 35 en 39.5 g en was het maximum waarschijnlijk nog lang niet bereikt. Het is dus niet uitgesloten, al valt dit niet te bewijzen, dat het afwijkende resultaat van de potproef in 1939 ook aan de (in vergelijking met de omstandigheden te veld en met de potproef van 1940) gunstiger cultuuromstandigheden moet worden toegeschreven. Uiteraard betekent dit geen verklaring van het verschijnsel.

Samenvatting van de resultaten van de potproef VPr 66

Het is gebleken dat de grootte van het verschil in werking tussen sup en slak in een potproef met heidegrond afhankelijk is van de om-

standigheden, waaronder deze proef wordt uitgevoerd. De wijze, waarop water wordt toegediend, is vooral van belang; het was zelfs mogelijk bij een bepaalde wijze van watertoevoer een gunstiger resultaat met slak te verkrijgen. Hoewel de vochtvoorziening dus blijkbaar wel van beslissende betekenis is voor de uitkomsten van een vergelijking tussen sup en slak, kunnen wij niet aangeven op welke wijze het vaak op heideontginning geconstateerde grote verschil in werking aan de hand van de uitkomst van deze potproef op afwijkende vochtvoorziening terug te brengen zou zijn.

Een oppervlakkige inbrenging bleek verder het verschil te vergroten. Dit was vooral het geval bij natte grond, in tegenstelling tot wat bij de veldproef (Pr 391) gevonden is, waarbij de verschillen juist in het droge proefjaar 1938 het grootst waren. Mogelijk kan de in het jeugd-stadium ontstane achterstand het slechtst worden ingehaald als de voorwaarden, waaronder slak moet worden opgenomen, ongunstig zijn, wat zowel bij zeer droge als bij zeer natte grond het geval zou kunnen zijn.

Het verschil is verder het grootst bij een geringe standdichtheid, wat aan gebrekkige uitstoeling (of aan het ontbreken hiervan, zoals in de veldproef) bij slak-bemesting kan worden toegeschreven, waardoor deze geen compensatie geeft voor een te dunne uitzaai. Dientengevolge zal het verschil in werking van sup en slak op arme heidegrond groot zijn en zal in het algemeen te velde een groter verschil gevonden worden dan bij een potproef.

Uit deze proef blijkt, dat slakkenmeel weliswaar niet onder alle omstandigheden op heideontginning bij super behoeft achter te staan, maar dat de toepassing hiervan in het algemeen geen aanbeveling verdient, daar het resultaat te weinig zeker is.

Samenvatting van de proeven op heideontginning

Aangezien in beide volgende hoofdstukken ook nog enige op heidegrond genomen proeven behandeld zullen worden, wordt een algemene samenvatting van alle proeven gegeven aan het eind van hoofdstuk III (blz. 71).

II. INVLOED VAN DE KALKTOESTAND OP HET VERSCHIL IN WERKING

Het in 1933 op heidegrond te Hooghalen aangelegde proefveld Pr 122 waarover door DE VRIES en HETTERSCHIJ (20) een uitvoerig verslag is uitgebracht, twee potproeven met verschillende grondsoorten, VPr 51 en 56, en een vakkenproef met rodoorgrond, VPr 48, leveren de gegevens voor de bestudering van de invloed van een gelijktijdige bekalving op het tot werking komen van superfosfaat, resp. monocalciumfosfaat, en slakkenmeel. Hoewel de gegevens van Pr 122 al gepubliceerd zijn, kwam het ons gewenst voor deze nogmaals te bewerken, speciaal met het doel de invloed van kalk op de werking der P-meststoffen te bepalen.

Een tweetal Gelderse proefvelden, NGe 50, NGe 55, waarop sup en slak bij 3 zeer uiteenlopende kalktoestanden van de grond vergeleken werden, komt in dit verband niet voor een nadere bespreking in aanmerking, aangezien de fosfaattoestand van de grond bij beide proefvelden zeer ruim was, zodat de werking van beide meststoffen als fosfaatmeststof vermoedelijk zeer gering is geweest. Deze proefvelden hebben dus alleen belang voor de kennis van de neveninvloeden, welke van deze meststoffen uitgaan.

1. INVLOED VAN GEVARIEERDE BEKALKING OP HEIDEONTGINNING (Proefveld Pr 122 te Hooghalen)

Uitvoerige gegevens over de grondsoort en de opzet van de proef zijn meegedeeld in bovengenoemde publicatie (20). Er zij slechts aan herinnerd, dat het hier een onvruchtbare, humusarme heidegrond betreft, welke een opvallend sterk vastlegend vermogen voor fosfaat bezit. Een andere afwijkende eigenschap is een sterke *calcium-behoefte*, welke niet met een uit een te lage pH van de grond voortspruitend nadeel identiek is. Aan dit gebrek kan namelijk ook door toevoeging van andere Ca-zouten tegemoet worden gekomen, zoals uit een onder leiding van DR TH. B. VAN ITALLIE uitgevoerde (niet gepubliceerde) proefneming overtuigend is gebleken. Een fosfaatbemesting in de vorm van mcf naar 900 kg/ha P_2O_5 zonder enige bekalking was geheel toereikend om in de Ca-behoefte van de grond te voorzien, zodat een vrijwel maximale opbrengst werd verkregen. De lage opbrengst, welke bij een bemesting naar 100 kg/ha in deze vorm was verkregen, is zowel een gevolg van Ca- als van P-gebrek. De opbrengstcijfers zijn opnieuw bewerkt door de opbrengsten zowel tegen de P_2O_5 - als tegen de $CaCO_3$ -giften uit te zetten, en de P- en Ca-krommen wederkerig te vereffenen. Ondanks de vrij grote onnauwkeurigheid van de op zeer kleine veldjes verkregen opbrengsten is zodoende toch een vrij bevredigend beeld verkregen. Wij beperken ons tot de bespreking van de opbrengsten aan aardappelknollen (Eigenheimers).

FIG. 7 Invloed van bekalking op de bij zware fosfaatbemestingen (100-900 kg/ha P_2O_5) in de vorm van superfosfaat (volle lijnen) en slakkenmeel (stippellijnen) verkregen opbrengsten aan aardappelknollen op heideontginning.

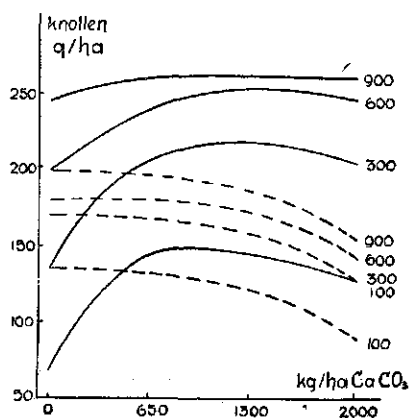


FIG. 7 Influence of liming on the yields of potatoes obtained on a reclaimed heath soil by means of increasing applications of superfosphate (full lines) and basic slag (broken lines) in amounts according to 100-900 kg/ha P_2O_5 .

Fig. 7 geeft een overzicht van de uitkomsten als de bij verschillende P-bemesting verkregen opbrengsten tegen de CaCO_3 -gift worden uitgezet. Deze CaCO_3 -giften hadden de pH van de grond bij bemesting met mcf verhoogd van 4.9 tot resp. 5.25, 5.8 en 6.4 (20, tabel 49). Een bemesting naar 900 kg/ha P_2O_5 in de vorm van slak verhoogde de pH ongeveer even sterk als de zwaarste bekalking naar 2000 kg/ha CaCO_3 in de vorm van mergel.

Uit fig. 7 blijkt duidelijk, dat de opbrengsten met mcf belangrijk hoger zijn dan de opbrengsten met slak, met uitzondering van de bij toepassing van de laagste P_2O_5 -gift zonder bekalking verkregen opbrengst, welke als gevolg van Ca-gebrek laag is. Tevens blijkt de bekalking de opbrengst bij bemesting met mcf te doen stijgen, doordat het mcf alleen nog niet voldoende aan de Ca-behoefte heeft voldaan. Bij de zwaarste P_2O_5 -gift is deze toename echter zeer gering. Een verdere verzwaring van de bekalking leidt tot een achteruitgang van de opbrengst. Bij bemesting met slak is dit steeds het geval, vooral een zware bekalking werkt ongunstig. Bij ontginning van heide wordt steeds een bekalking toegediend. Deze omstandigheid is blijkbaar voor de beschikbaarheid van slak ongunstig en werkt de onvoldoende werking van de meststof op deze grondsoort in de hand.

Opvallend is de grote behoefte van deze grond aan fosfaat; bemesting naar 900 kg/ha heeft zelfs een merkbaar hogere opbrengst gegeven dan een bemesting naar 600 kg/ha.

Kan de geringere werking van slak mogelijk aan een, in dit geval ongunstige, invloed van de in de meststof aanwezige kalk toegeschreven worden? Zoals gezegd, is het effect van een zware slak-bemesting op de

FIG. 8 Als fig. 7; de in het slakkenmeel aanwezige kalk is echter bij de in de vorm van mergel toegediende kalk opgeteld (de waarde van deze kalk is gesteld op $\frac{2}{3}$ van de kalk in mergel).

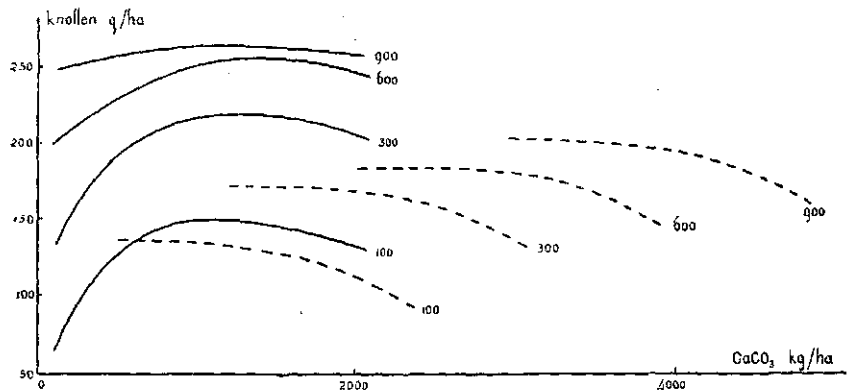


FIG. 8 Same as fig. 7. However, the CaO present in the basic slag is added to the CaO applied in the form of ground limestone (liming value of the former is supposed to be $\frac{2}{3}$ of the latter)

pH even groot als van de hoogste mergelgift. De pH-verhogende werking van de in slak aanwezige kalk is echter aanmerkelijk minder dan overeenkomt met de hoeveelheid vrije kalk, welke aanwezig is. Dit resultaat is ook door BRUIN en TEN HAVE (3) bij laboratorium-onderzoek verkregen. In geval echter de in het slak aanwezige kalk volledig in rekening wordt gebracht, zou de bekalking bij de zwaarste bemesting met 3000 kg/ha CaCO_3 overeenkomen. In fig. 8 zijn de krommen van fig. 7 nogmaals getekend, waarbij de volgens deze laatste maatstaf berekende CaCO_3 -gift langs de abscis is uitgezet. Het verschil tussen het effect van mcf en slak blijkt op deze wijze beschouwd geringer te zijn, maar blijft niettemin duidelijk bestaan.

De invloed van de bekalking is het sterkst bij lage P_2O_5 -gift. Dit zou er op kunnen wijzen, dat de ongunstige werking van zware bekalking althans gedeeltelijk op vastlegging van fosfaat door kalk berust.

De geringere beschikbaarheid van slak in vergelijking met mcf kan ook bevorderd zijn door een discontinue verdeling van de kalk, welke bij slakbemesting rondom de P_2O_5 -deeltjes is opgehoopt en daardoor een sterkere invloed op de oplosbaarheid zal hebben, dan overeenkomt met de in totaal gegeven gift. Het is mogelijk het verschil in opneembaarheid op deze wijze geheel als een kalkkwestie te beschouwen, maar zeker is dit niet, en het blijft mogelijk, dat de beschikbaarheid van het in slak aanwezige fosfaat ook op zichzelf beschouwd minder groot is dan van mcf. Hoewel deze kwestie meer theoretisch dan praktisch belangrijk is, aangezien de scheiding van het fosfaat- en kalk-effect van slak nu eenmaal onmogelijk is, dient dit punt toch onder het oog te

FIG. 9 In deze figuur zijn de hoeveelheden P_2O_5 in de vorm van slakkenmeel en superfosfaat, die een gelijke werking of de opbrengst aan knollen hebben gehad, tegen elkaar uitgezet. De lijnen geven de waardeverhouding van beide fosfaten: a. werkelijk bepaald, b. na correctie van de door de in het slak aanwezige kalk uitgeoefende werking op de beschikbaarheid van het fosfaat, verondersteld dat deze aan $\frac{2}{3}$ van de waarde van een aequivalente hoeveelheid kalk in de vorm van mergel gelijk gesteld mag worden.

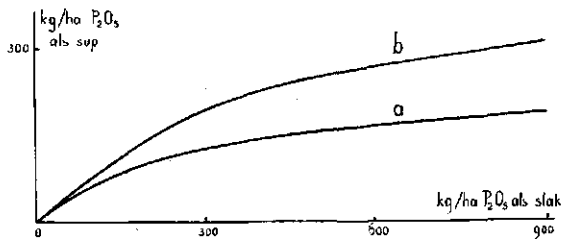


FIG. 9 The quantities of P_2O_5 applied as basic slag are plotted against the quantities given as superphosphate having in both cases the same effect on the yield. The lines represent the ratio of the values of both fertilizers: a determined as such, b after correction for the influence of CaO present in the basic slag on the availability of the phosphate, supposing this influence to be $\frac{2}{3}$ of that of equivalent amounts of CaO in the form of ground limestone.

worden gezien. Het zou kunnen verklaren, waarom de uitwerking van slak op humusarme en weinig zure gronden, welke de in deze meststof aanwezige kalk slechts traag binden, minder gunstig zou kunnen zijn. Tevens zou het begrijpelijk maken, waarom het effect van een zware bemesting met slak relatief geringer is dan van een lichte, wat niet alleen bij deze proef, maar ook bij vele andere gevonden is. Dat dit effect ook nog aantoonbaar is als de in het slak aanwezige kalk in rekening wordt gebracht, blijkt overtuigend uit fig. 9, waarin de in hun werking op de opbrengst gelijkwaardige hoeveelheden P_2O_5 in de vorm van slak en van mcf tegen elkaar zijn uitgezet. Kromme a geeft het beeld, dat verkregen wordt, als het effect van beide meststoffen zonder meer, d.w.z. zonder dat met de in slak aanwezige kalk rekening wordt gehouden, genomen wordt. Deze lijn stelt het gemiddelde resultaat voor bij bekalking naar resp. 650, 1300 en 2000 kg/ha $CaCO_3$ in de vorm van mergel. Naarmate een zwaardere bemesting gegeven is, wordt de helling van de lijn geleidelijk zwakker; dit betekent dat het effect van slak bij zwaardere bemesting relatief geringer is en dat bij verdere verzwaring nooit het opbrengstpeil bereikt zal worden, dat met mcf verkregen is.

Lijn b geeft het beeld dat gevonden wordt, als de totaal gegeven hoeveelheid kalk, in de vorm van mergel ofwel van slak, in alle gevallen op een gelijke waarde wordt herleid. Wij namen hiervoor aan, dat de door de zwaarste slakbemesting teweeggebrachte bekalking gelijkwaardig is aan een bekalking in de vorm van mergel naar 2000 kg/ha $CaCO_3$. Een bemesting in de vorm van mcf, met een gelijktijdige bekalking in de genoemde hoeveelheid, wordt dus vergeleken met een bemesting in de vorm van slak, waarbij de toegediende bekalking in de vorm van slak of als aanvulling in de vorm van mergel, in totaal ook 2000 kg heeft gedragen. Deze lijn ligt duidelijk hoger dan lijn a, waarmee dus aangetoond wordt, dat de in slak aanwezige kalk een ongunstige invloed op de beschikbaarheid heeft gehad. Hoewel het verschil tussen lijn a en lijn b het grootst is bij hoge fosfaatgift, heeft lijn b toch eveneens bij zware bemesting een geringere helling dan bij lichte. Hieruit blijkt dat de door slak teweeggebrachte bekalking geen verklaring kan geven van het in vele gevallen relatief geringere effect van een zware slakbemesting in vergelijking met dat van een lichte, zodat een andere verklaring moet worden gezocht. Deze zou b.v. hierin kunnen liggen, dat van slak een of andere schadelijke invloed uitgaat, welke zich des te sterker doet gevoelen, naarmate een zwaardere bemesting gegeven wordt. Dit lijkt echter vrij onwaarschijnlijk. De hierboven reeds genoemde mogelijkheid, dat het tot werking komen van slak belemmerd wordt door de aanwezigheid van kalk in de onmiddellijke nabijheid van het fosfaatdeeltje, waardoor plaatselijk een verhoogde concentratie ontstaat, lijkt ons ook dit geval begrijpelijk te kunnen maken. Naarmate er meer van deze deeltjes in de grond aanwezig zijn, wordt de factor, welke deze schadelijke kalkwerking moet neutraliseren (de in het bodemcomplex of door CO_2 -vorming aanwezige H-ionen), over een groter aantal verdeeld, en zal de oplossende werking relatief verminderen.

De waarde van slak bij verschillende grootte van de P_2O_5 -bemesting

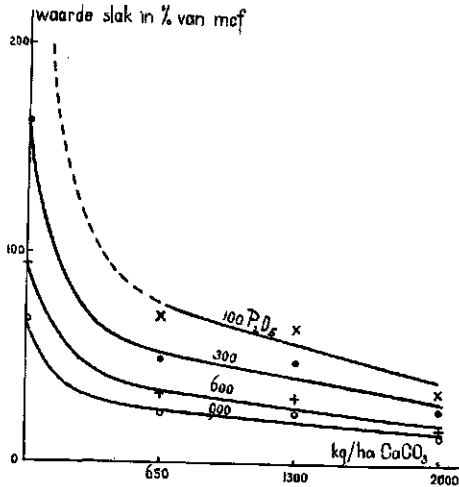


FIG. 10 Invloed van kalk op de waardeverhouding tussen opklimmendegiftenslakkenmeel en monocalciumfosfaat (de waarde van slak uitgedrukt in % van mcf en beide beoordeeld aan de knolopbrengst van aardappelen).

FIG. 10 Influence of lime on the ratio of the fertilizing values of increasing amounts of basic slag and monocalciumphosphate, derived from the yields of potatoes. The value of the former is expressed in percentages of that of the latter.

in procenten van de waarde van mcf is in fig. 10 ook tegen de CaCO_3 -gift uitgezet. Uit deze figuur blijkt eveneens dat de relatieve waarde van slak geringer wordt, naarmate een zwaardere bemesting wordt gegeven. Alleen bij lichte bemesting en zonder bekalking wordt de werking van mcf, als gevolg van het reeds genoemde Ca-gebrek, door die van slak overtroffen. Bij hogere CaCO_3 -gift wordt een langzame daling gevonden, waaruit blijkt, dat de werking van slak bij stijgende bekalking sterker afneemt dan van mcf, dat overigens zelf ook bij zware bekalking iets minder werkzaam wordt (vgl. fig. 7).

Samenvatting van de resultaten van Pr 122

Monocalciumfosfaat had op deze heideontginning vrijwel steeds een betere werking dan slak, behalve bij lichte bemesting op niet gekalkte grond; het achterblijven van mcf is in dit laatste geval een gevolg van een te geringe aanwezigheid van calcium.

Een toenemende bekalking had een ongunstige invloed, waarschijnlijk is dit, voor een deel althans, veroorzaakt door een verminderde fosfaatwerking. De geringere beschikbaarheid van slak kan gedeeltelijk aan de door slak-bemesting teweeggebrachte bekalking worden toegeschreven. Het is mogelijk, dat het overblijvende verschil geheel of ten dele een gevolg is van discontinue verdeling van de kalk, welke bij slak-bemesting rondom de fosfaatdeeltjes is opgehoopt.

Bij verzwaring van de bekalking nam de werking van slak sterker af dan van mcf. Zware bemesting met slakkenmeel werkte relatief geringer dan een lichte. Dit laatste verschijnsel is mogelijk aan de bekalkende werking van het slak toe te schrijven, doordat de toegevoegde kalk de mogelijkheid de rondom de fosfaatdeeltjes opgehoopte kalk te verwijderen, verkleint.

Aangezien op pas ontgonnen heide gewoonlijk gekalkt wordt, kan

deze verse kalkgift ten dele aansprakelijk worden gesteld voor de onvoldoende werking van slakkenmeel, terwijl de aanwezigheid van kalk in deze meststof bij weinig gebufferde, humusarme heidegrond als nadelig kan worden beschouwd voor de werkzaamheid van slak als fosfaatmeststof.

2. INVLOED VAN BEKALKING BIJ VERSCHILLENDE VOCHTVOORZIENING OP ZWARE KLEIGROND (Potproef VPr 51)

De proef werd uitgevoerd in de herfst van 1938 met Petkuser rogge.

Enige fosfaatmeststoffen worden vergeleken bij 3 verschillende kalktrappen; bovendien is een variatie aangebracht in het vochtgehalte van de grond om na te gaan, of deze factor op het tot werking komen van de fosfaatmeststoffen bij verschillende kalktoestand van invloed kan zijn. De vergeleken fosfaten, mono- en di-calciumfosfaat in chemisch zuivere vorm en slakkenmeel, werden elk in een drietal giften, berekend naar resp. 60, 150 en 300 kg/ha P_2O_5 , toegediend. Mcf en dcf gaven sterk overeenkomende resultaten en de hiermee bemeste potten konden meestal als tot eenzelfde object behorend beschouwd worden. Slechts bij de hoogste kalkgift bleef dcf in sommige opzichten iets achter en was het nodig de met dcf verkregen uitkomsten op die met mcf te herleiden. Ons interesseert alleen de vergelijking tussen slak en mcf.

De grond is onder de zode van een perceel fosfaatarm kleigrasland, gelegen te Dorkwerd (gem. Hoogkerk) bij Groningen weggegraven (laag 5-15 cm). Enige bodemkundige eigenschappen worden hieronder vermeld:

humus	zand	afslibbaar <16 μ	pH	V	T	P-getal	P-citr
3	34	63	6.0	72	35.2	0	10

Kalk is in de vorm van krijt naar resp. 2.5 en 7.5 g $CaCO_3$ per kg droge grond. Aangezien elke pot 4.05 kg grond bevatte en de oppervlakte van een pot 3.14 dm² bedraagt, komt deze bekalking overeen met 3200, resp. 9600 kg/ha $CaCO_3$, verdeeld over een laag van 17-18 cm dikte. Alle meststoffen, ook de fosfaten, zijn met de gehele hoeveelheid grond vermengd.

Het vochtgehalte van de grond werd in de ene serie constant gehouden op 60% van de totale vochtcapaciteit, in de andere op 40%. Het verschil in hoeveelheid water per pot bedroeg aldus 450 g.

Een N-bemesting is gegeven naar 150 kg/ha in de vorm van ammoniumnitraat, een K_2O -bemesting naar 200 kg/ha als kaliumsulfaat.

De rogge is op 12 September gezaaid, per pot zijn 22 planten verbouwd, die 2 November in groene toestand zijn geoogst.

De fosfaatbemesting heeft zowel in de natte als in de droge serie de met mcf verkregen opbrengsten tot de zwaarste gift verhoogd. Bij grotere watertoevoer was het algemene opbrengstpeil aanmerkelijk hoger. Kalk had een verlagende invloed, behalve bij onbesmeste grond, waarbij een geringe opbrengststijging waargenomen werd. Hoewel dcf bij de zwaarst bekalkte grond misschien iets bij mcf is achtergebleven, hebben wij de met beide meststoffen verkregen resultaten als gelijkwaardig

beschouwd en met behulp hiervan de in fig. 11 afgebeelde opbrengst-krommen geconstrueerd. Deze krommen illustreren het hierboven gezegde.

FIG. 11 Invloed van fosfaatbemesting in de vorm van monocalciumfosfaat bij matige en ruime watergift en verschillende bekalking (0-, 1- en 3-voudige kalkgift) op de opbrengst van groen geoogste rogge (op kleigrond).

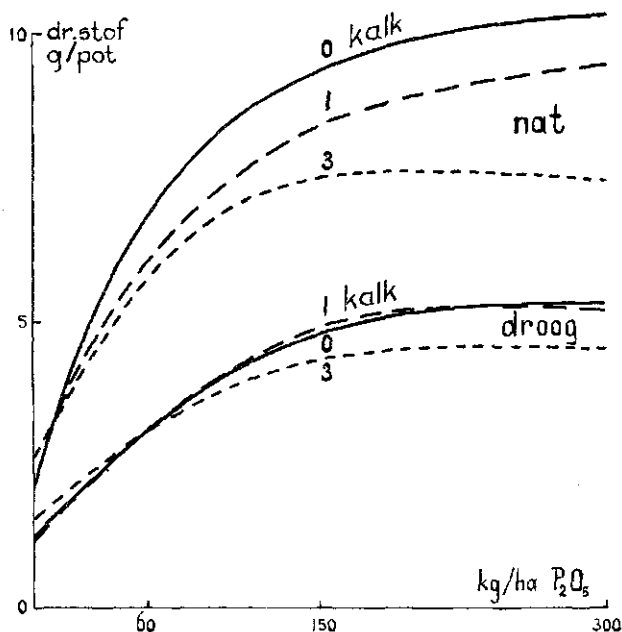


FIG. 11 Influence of manuring with monocalciumphosphate on the yield of green rye with limited and ample supply of water and different dressings of lime (0, 1 and 3 fold amounts) on a clay soil.

Om na te gaan welke invloed de factoren kalk en vochtgehalte op de beschikbaarheid van slakkenmeel hebben gehad, was het nodig de bij verschillende water-, resp. kalkgiften, verkregen resultaten op een enkele gift te herleiden, daar de resultaten voor een afzonderlijke beschouwing van elke meststofgift te weinig nauwkeurig zijn.

Fig. 12 geeft een indruk van de waarde van slak in vergelijking met mcf bij 3 verschillende kalkgiften, nadat de uitkomsten van de droge serie op die van de natte serie zijn herleid. In één geval (in de droge serie bij bemesting naar 300 kg/ha P₂O₅ in de vorm van slak bij de middelste kalkgift) is waarschijnlijk door een toevallige omstandigheid (een lek in het dak, waar de pot onder heeft gestaan) een te hoge opbrengst verkregen. Overigens is de uitkomst vrij bevredigend en blijkt, dat slak bij de zwaarste bekalking het minst tot werking is gekomen. Ook is het aanemelijk, dat in dit geval zelfs bij nog zwaardere bemesting met slak niet het met mcf verkregen opbrengstpeil bereikt zou zijn.

Men kan zich, evenals bij de bespreking van Pr 122 is gedaan, wederom de vraag stellen of dit lagere peil geheel aan de ongunstige invloed van de in slak aanwezige kalk toegeschreven moet worden. In vergelijking

FIG. 12 Invloed van fosfaatbemesting in de vorm van monocalciumfosfaat (stippen en volle lijnen), resp. slakkenmeel (kruisjes en stippellijnen) bij 3 verschillende kalkgiften op de opbrengst van groen geoogste rogge (op kleigrond).

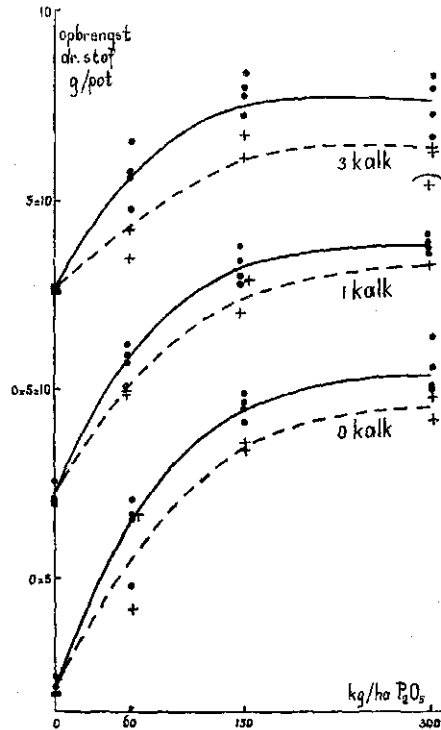


FIG. 12 Influence of manuring with monocalciumphosphate (dots and full lines) and basic slag (crosses and broken lines) on the yield of green rye with different dressings of lime on a clay soil.

met dit proefveld, waar zeer hoge fosfaatbemestingen tot 900 kg/ha zijn gegeven, maar de bekalking maximaal slechts 2000 kg/ha CaCO₃ heeft bedragen, speelt de in het slak aanwezige kalk bij de potproef zelfs bij de zwaarste bemesting slechts een vrij ondergeschikte rol. In dit geval zou de opbrengst met slak bij de zwaarste bemesting in de natte serie bij volledig in rekening brengen van de aanwezige vrije kalk 3.2, in de droge serie 1.9% hoger moeten worden gewaardeerd.

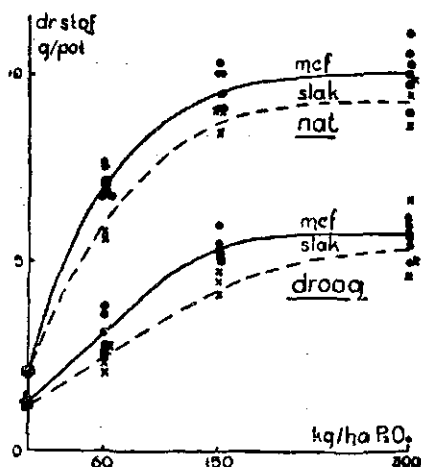
Op deze wijze zou het opbrengstverschil tussen mcf en slak in de natte serie, dat thans bij alle kalkgiften gemiddeld bij de hoogste P₂O₅

gift 0.73 g bedraagt, op 0.47 g worden teruggebracht. Bij lage giften en bij de drogere grond is deze correctie van nog geringere betekenis; zodat het verschil tussen mcf en slak slechts voor een klein deel door deze factor kan worden verklaard. De verklaring moet dus liggen in een geringere beschikbaarheid van het slak, welke wellicht door een kalkophoping rondom de fosfaatdeeltjes in de hand wordt gewerkt, of in een o.i. weinig waarschijnlijke, nadelige invloed van slak bij zware bemesting.

Uit fig. 13 blijkt, dat slak op natte grond beter tot werking is gekomen

FIG. 13 Invloed van fosfaatbemesting in de vorm van monocalciumfosfaat, resp. slakkenmeel bij matige en bij ruime watertoevoer op de opbrengst van groen geogste rogge (stippen mcf, kruisjes slak).

FIG. 13 Influence of manuring with monocalciumphosphate and basic slag on the yield of green rye with limited and ample water supply.



dan op droge, in het laatste geval is de werking vooral bij lichtere bemesting vrij gering. Droogte was dus ongunstig voor het tot werking komen van slak. Deze uitkomst stemt overeen met het resultaat van het proefveld Pr 391 op heidegrond, waar de achterstand met slak in het droge proefjaar 1938 het grootst was (blz. 20-21).

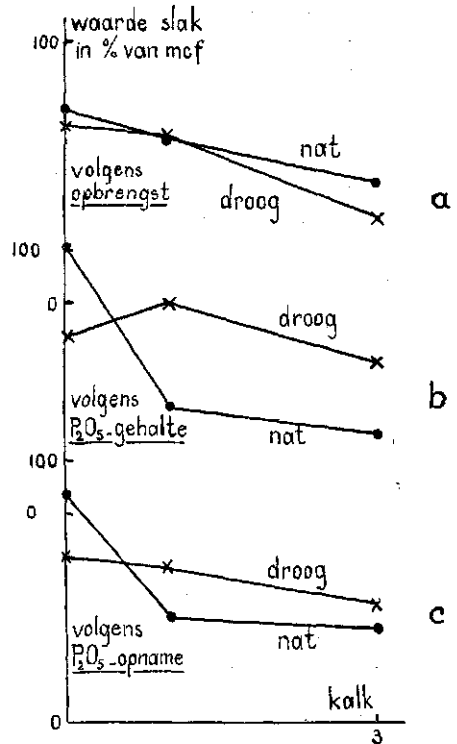
Nog op een andere wijze is de invloed van de kalk- en de watergift op de waardeverhouding tussen slak en mcf tot uitdrukking gebracht. Aan de hand van de met mcf bepaalde opbrengstcurven werd nagegaan, hoe groot de bemesting in deze vorm moet zijn, om de bij een zekere slakbemesting bepaalde opbrengst te verkrijgen (op dezelfde wijze als bij de samenstelling van figuur 9 is te werk gegaan). De verhouding tussen beide hoeveelheden, uitgedrukt in percenten (evenals in fig. 10), geeft de waarde van slak in verhouding tot de waarde van mcf. De voor 3 meststoffen gemiddelde verhoudingscijfers zijn in fig. 14a, voor natte en droge serie afzonderlijk, tegen de kalkgift uitgezet. Duidelijk blijkt dat kalk de werking van slak sterker verminderde dan van mcf. Het verschil tussen de natte en droge serie is belangrijk bij de hoogste kalkgift. Droogte en zware bekalking gecombineerd veroorzaakten de sterkste vermindering in de werkzaamheid van slak.

Er kan bij bemesting met mcf geen invloed van kalk op het P₂O₅-

gehalte van het gewas aangetoond worden. Bij alle kalktrappen wordt het verband tussen de grootte van de P-bemesting en het P_2O_5 -gehalte vrijwel door eenzelfde vorm van kromme weergegeven, als in fig. 15 alleen voor de hoogste kalkgift is afgebeeld. De beschikbaarheid van

FIG. 14 Bemestingswaarde van slakkenmeel in % van dewaarde van monocalciumfosfaat bij verschillende bekalking en watervoorziening in een potproef met haver en kleigrond. De waarde is afgeleid uit de opbrengsten (a), het P_2O_5 -gehalte (b) en de opgenomen hoeveelheden P_2O_5 (c).

FIG. 14 Fertilizing value of basic slag in percentages of that of monocalciumphosphate with different dressing of lime and water supply, derived from the yields (a) the P_2O_5 in the crop (c), in a pot experiment with oats on a clay soil.



als mcf toegediend fosfaat is door kalktoevoeging dus niet of weinig verminderd (er is wel een iets geringere opbrengst).

Een geringer vochtgehalte gaf echter wel een lager P_2O_5 -gehalte (fig. 15). De opneembaarheid van mcf was blijkbaar in droge grond geringer.

In de natte serie is het met slak verkregen gehalte bij de onbekalkte grond gelijk aan het gehalte met mcf (relatieve waarde = 100), maar deed bekalking het gehalte met slak sterk dalen. In de droge serie, waar het gehalte met slak nauwelijks lager was dan in de natte serie (het gehalte met mcf was wel belangrijk lager dan op natte grond), is hierdoor de relatieve waarde van slak ten opzichte van mcf gunstiger; de invloed van kalk hierop was gering (fig. 14b).

Verschillend is in fig. 14a en b de verhouding bij natte en droge gekalkte grond. Uit de opbrengstcijfers concludeerden wij, dat slak het minst opneembaar was op sterk gekalkte droge grond; uit de gehalte-

cijfers zou echter afgeleid moeten worden, dat het in vergelijking met mcf op eette grond het minst opneembaar is. Nu zijn gehaltcijfers zonder meer weinig bewijzend, omdat het gehalte afhankelijk is van het ontwikkelingsstadium, waarin het gewas verkeert. Dit zou in deze gevallen

FIG. 15 Invloed van bemesting met monocalciumfosfaat en slakkenmeel bij verschillende vochtvoorziening en zware bekalking van een kleigrond op het P_2O_5 -gehalte van haver.

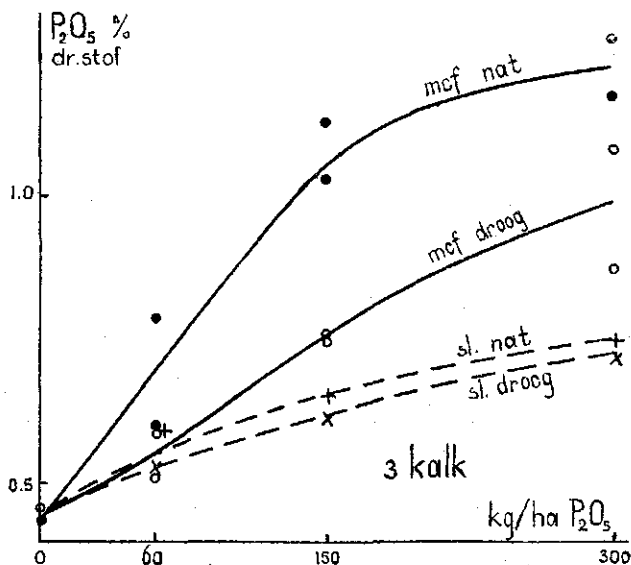


FIG. 15 Influence of manuring with monocalciumphosphate and basic slag with differences of water supply and timing on the P_2O_5 -content of oats (pot experiment with a clay soil).

wel eens sterk kunnen uiteenlopen. Doch ook de totale opgenomen hoeveelheid P_2O_5 heeft, als gevolg van het feit dat de verschillen in de verhoudingen tussen de gehalten (fig. 14b) veel groter zijn dan tussen de opbrengsten (fig. 14a), een met eerstgenoemde figuur overeenstemmend beeld gegeven (fig. 14c). Weliswaar is de opgenomen hoeveelheid P_2O_5 , in absolute maat uitgedrukt, op natte gekalkte grond hoger dan op droge grond, maar relatief, ten opzichte van de opname uit mcf, is de opname op natte grond het geringst geweest.

Aangezien de opname van P_2O_5 vooruitloopt op de vorming van organische stof, is het waarschijnlijk, dat het verschil in P_2O_5 -opname in een later stadium is ontstaan en daardoor nog geen uitwerking op de vorming van organische stof heeft gehad. De gevonden opbrengstcijfers lichten ons vermoedelijk voornamelijk in over hetgeen in een vroeg stadium van de ontwikkeling is gebeurd. Een in die tijd ontstane voor-sprong in groei wordt niet zó licht teniet gedaan.

Aldus opgevat zouden de uitkomsten er op wijzen, dat droogte in het begin op bekalkte grond zeer ongunstig op de opname uit slak heeft gewerkt, maar dat later de opname op droge grond relatief beter is geweest.

Terwijl de reactie van de opbrengst vrij gemakkelijk begrijpelijk te maken is, valt dit moeilijker voor de later optredende reactie. Veronderstellingen omtrent de oorzaak van deze wijzigingen in de reactie, die zowel in de oplosbaarheidsverhoudingen van het slak, als in secundaire physiologische reacties van het gewas gezocht kunnen worden, willen wij niet maken. Het geval demonstreert hoe moeilijk het soms kan zijn de beschikbaarheid van een meststof op grond van de reactie van het gewas te beoordelen.

Voor het uiteindelijke resultaat lijkt ons de eerst optredende reactie van het meeste belang. Hoewel het niet uitgesloten is, dat een latere fosfaatopname tenslotte tot een even grote opbrengst kan leiden, is een in het begin verkregen voorsprong meestal voor de oogst beslissend.

Samenvatting van de resultaten van VPr 51

Zoals uit de bepaling van de groene massa van in November geoogste groene rogge en het chemische gewasonderzoek is gebleken, verlaagde kalk op kleigrond de beschikbaarheid van slakkenmeel sterker dan van monocalciumfosfaat. Deze werking was op betrekkelijk droge grond in het begin van de ontwikkeling vooral bij zware bekalking sterker dan op vochtiger grond. Aangezien het eerste stadium voor de verdere ontwikkeling van het gewas zeer belangrijk is, blijkt een bekalking, vooral als deze met droogte gepaard gaat, ongunstig voor het tot werking komen van slak.

De opneembaarheid van slak was het gunstigst op vochtige ongekalkte grond, maar was ook in dit geval nog minder dan van mcf, wat vooral in het allereerste begin van de ontwikkeling merkbaar was. Het met mcf bereikte opbrengstpeil zou zelfs bij een zwaardere bemesting met slak, dan in deze proef is toegepast, waarschijnlijk niet zijn bereikt, evenmin als dit op het proefveld Pr 122 het geval is geweest.

3. INVLOED VAN BEKALKING OP STERK FOSFAATVASTLEGGENDE HEIDEGROND IN VERGELIJKING MET HUMEUZE OUDERE ZANDGROND (*Potproef VPr 56*)

Aangezien het proefveld Pr 391, waar de werking van sup en slak sterk verschilde (vgl. hoofdstuk I), op heideontginning te Marum geen conclusie toeliet over de betekenis van de in het slakkenmeel aanwezige kalk voor het optreden van de grote verschillen in werking tussen sup en slak op heidegrond, is potproef VPr 56 speciaal aan de behandeling van deze vraag gewijd. Om de reactie van het gewas op deze grondsoort met de reactie op een normale zandgrond te kunnen vergelijken, is het onderzoek ook verricht met een van het proefveld Pr 280 te Midlaren afkomstige grond. Deze heeft sterk fosfaatgebrek, maar een belangrijk

verschil in werking tussen sup en slak is op dit proefveld niet geconstateerd (12).

Zoals hierboven al is opgemerkt, is deze potproef met heidegrond voor de opsporing van de oorzaken van het gewoonlijk op deze grondsoort optredende verschil tussen sup en slak van betrekkelijke weinig waarde geweest, omdat de werking van slak slechts weinig minder was dan van het hier gebruikte mcf. Merkwaardigerwijze werden bij de oudere zandgrond wel verschillen tussen sup en slak gevonden. De grond uit Marum gedroeg zich bovendien als sterk fosfaatvastlegend, afwijkend dus van het gedrag in de veldproef (blz. 6). Hoewel daardoor voor de studie van het vraagstuk betreffende de bemesting van heideontginning van minder belang, komt aan deze proef uit een algemener oogpunt, namelijk in verband met de vraag naar de invloed van kalk op de beschikbaarheid van de fosfaten, wel betekenis toe.

Bij deze potproef werden o.a. de meststoffen mono- en dicalciumfosfaat en slakkenmeel in 4 verschillende giften (naar 40, 100, 200 en 300 kg/ha P_2O_5) vergeleken. Het fosfaat werd, evenals de overige meststoffen, alleen met de bovenste 10 cm dikke laag gemengd. Mcf en dcf gaven volkomen gelijkwaardige resultaten, zodat dcf in het vervolg aan mcf gelijk gesteld zal worden. Ten gevolge van een vergissing heeft de bemesting met mcf slechts 56% van de voorgenomen hoeveelheid bedragen. Bij onze grafische bewerkingswijze is deze fout evenwel niet storend.

Enige bodemkundige eigenschappen van de betreffende grondsoorten volgen hieronder:

	humus	grof zand	fijn zand	af-slibbaar	pH	T	P-getal	P-citr
Midlaren	4.8	54.3	35.0	5.8	5.35	11.9	$\frac{1}{4}$	23
Marum	2.4	65.8	27.2	4.6	5.85	8.1	$\frac{1}{2}$	9

De grond uit Marum was weggenomen van een plek, welke een jaar tevoren wel bekalkt, maar niet met fosfaat bemest was, en die ook onbebouwd gebleven was. In tegenstelling met onze verwachtingen, dat deze plek slechts licht bekalkt was, bleek de pH vrij hoog te zijn, mogelijk ten dele een gevolg van een wat lager humusgehalte (gemiddeld bedroeg dit bij Pr 391 3.0%).

Kalk werd in de vorm van krijt met de gehele grondmassa gelijkmatig vermengd. De kalkgiften bedroegen bij de grond uit Midlaren resp. 0, 0.91 en 2.73 g $CaCO_3$ in de vorm van krijt per kg droge grond, ofwel resp. 0, 1550 en 4650 kg/ha; bij de grond uit Marum resp. 0, 0.65 en 1.85 g $CaCO_3$, ofwel resp. 0, 1360 en 4080 kg/ha. De pH van de grond liep door deze bekalking bij de grond uit Midlaren op van 5.3 tot resp. 5.65 en 6.3, bij de grond uit Marum van 5.85 tot resp. 6.05 en 6.6. Met de hoogste slak-gift is een hoeveelheid kalk toegevoegd, die gelijk te stellen zou zijn aan ongeveer 1010 kg/ha $CaCO_3$, de pH werd hierdoor bij beide grondsoorten niet zo sterk (ruim $\frac{1}{2}$ maal) verhoogd als door een gelijkwaardige dosis krijt, namelijk resp. 0.18 en 0.13 pH (overeenstemmend met het door BRUIN en TEN HAVE (3) en DE VRIES en HETTERSCHIJ (20) in dit opzicht gevondene).

Stikstof is gegeven in de vorm van ammoniumnitraat naar 150 kg/ha, kali naar 300 kg/ha als kaliumsulfaat, verder MgO naar 100 kg/ha als magnesiumsulfaat en kopersulfaat naar 50 kg/ha.

Verbouwd is Ster-haver, 21 planten per pot.

a. De grond uit Midlaren

Fosfaatbemesting heeft bij alle kalkgiften aanzienlijke verschillen in opbrengst veroorzaakt. Het duidelijkst komen deze tot uitdrukking in de opbrengsten aan stro (fig. 16), zodat deze eerst besproken worden. Het drietal in deze figuur getekende lijnen geeft het verband aan tussen fosfaatbemesting in de vorm van mcf (resp. dcf) bij drie verschillende kalkgiften. Bij flinke fosfaatbemesting heeft lichte bekalking een kleine opbrengstverhoging gegeven, bij zware bekalking is de opbrengst echter belangrijk teruggelopen. Een omgekeerde werking heeft kalk, als er geen fosfaat gegeven is: een lichte bekalking geeft een geringe daling, zware bekalking een aanmerkelijke stijging van de opbrengst. Deze verschillen mogen als werkelijk worden beschouwd. Een overeenkomstige invloed is bij de serie met grond uit Marum aangetoond (blz. 51); bij een in 1943 met denzelfde grond uit Midlaren uitgevoerde potproef (VPr 98) werd eveneens een bevestiging verkregen.

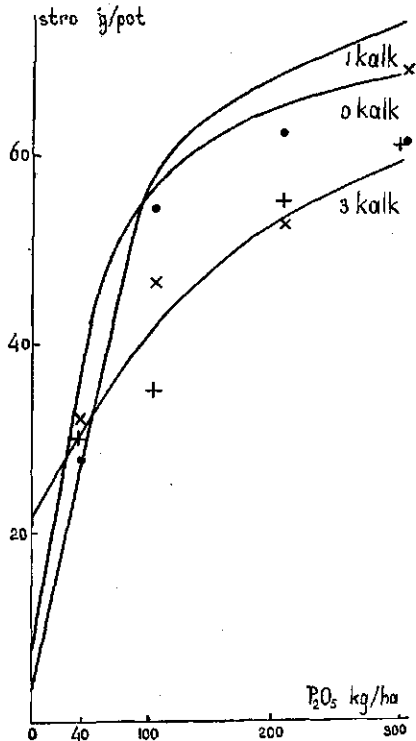


FIG. 16 Invloed van fosfaatbemesting op de opbrengsten aan stro bij 3 bekalkingen in een potproef met haver op zandgrond. De lijnen hebben betrekking op de uitkomsten met monocalciumfosfaat; de afzonderlijke uitkomsten met slakkenmeel: . zonder bekalking, \times met bekalking, $+$ met 3-voudige kalkgift.

FIG. 16 Influence of manuring with monocalciumphosphate on the yields of straw of oats in a pot experiment with different dressings of lime on a sandy soil (full lines). The signs refer to the separate results obtained with basic slag: . without lime, \times with lime, $+$ with threefold amount of lime.

Hoewel het mogelijk is, dat deze invloeden van de bekalking niets met de fosfaatvoeding uitstaande hebben en als een normaal pH-effect te beschouwen zijn, dat de opbrengst bij voldoende fosfaatvoeding vol-

gens een optimumkromme doet stijgen en dalen, is het tegendeel evenmin uitgesloten. Zo zou het kunnen zijn dat een kleine kalkgift gunstig werkt, omdat het toegevoegde fosfaat hierdoor tegen vastlegging beschermd wordt, maar dat een overmatige bekalking de oplosbaarheid weer ongunstig beïnvloedt. Bij onvoldoende fosfaattoestand zou echter reeds een lichte bekalking ongunstig op de beschikbaarheid van het in vrij geringe hoeveelheid aanwezige bodemfosfaat kunnen werken, terwijl een zware bekalking overwegend tot mobilisatie van in organische vorm gebonden P_2O_5 aanleiding zou kunnen geven. Dat inderdaad in dat geval voedingsstoffen ter beschikking kwamen, was duidelijk merkbaar aan de reactie van het gewas, dat langer bleef uitstoelen, geiler was en later afrijpte.

De met slak-bemesting bij 3 kalktrappen verkregen opbrengsten zijn in het algemeen lager dan met mcf; zij zijn in fig. 16 resp. door stippen, schuine en staande kruisjes voorgesteld. Zonder bekalking zijn met slak

FIG. 17 Waarde van slakkenmeel, uitgedrukt in % van de waarde van monocalciumfosfaat bij verschillende bekalking. De waarde is bepaald aan de stand van het jonge gewas (haver), de opbrengsten aan stro en korrel en de opgenomen hoeveelheden P_2O_5 .

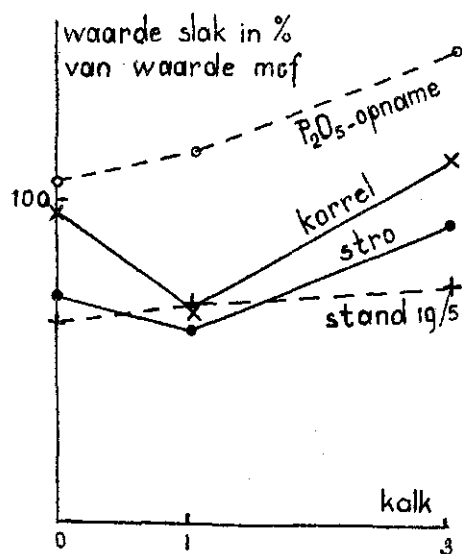


FIG. 17 Fertilizing value of basic slag in per cent of that of monocalciumphosphate with different dressing of lime derived from the appearance of the young crop (oats), the yields of straw and grain and the amounts of P_2O_5 absorbed by the crop in a pot experiment.

de hoogste opbrengsten verkregen. Een lichte bekalking heeft de opbrengsten niet, zoals met mcf, verhoogd, maar heeft gemiddeld betrekke-

lijk weinig invloed gehad. Bij de zwaarste bekalking zijn de opbrengsten over het algemeen iets geringer, hoewel nauwelijks minder dan met mcf verkregen zijn. De nadelige invloed van kalk op de werking van slak is hier dus kleiner geweest dan op de werking van mcf.

Interessant is ook de invloed van kalk op de waarde van slak, uitgedrukt in % van de waarde met mcf (fig. 17), als deze volgens de verkregen stro-opbrengsten beoordeeld wordt. De voorgestelde uitkomsten zijn verkregen door de bij bemesting naar 100, 200 en 300 kg/ha P_2O_5 gevonden cijfers te middelen. De relatieve waarde van slak is bij de kleine kalkgift het geringst, maar neemt bij zware kalkgift weer belangrijk toe.

Deze reactie van de opbrengst op slak-bemesting kan niet zonder meer aan de in deze meststof aanwezige kalk worden toegeschreven. Immers dan zou, daar een lichte bekalking bij mcf-bemesting gunstig op de opbrengst werkte, met slak op onbekalkte grond een hogere opbrengst verkregen moeten zijn. Evenmin zou de zoveel lagere opbrengst met slak bij lichte bekalking verklaarbaar zijn. Indien echter de voorstelling geaccepteerd wordt, dat met de discontinue verdeling van kalk rondom de fosfaatdeeltjes rekening moet worden gehouden, wordt het resultaat begrijpelijker. De nadelige invloed van deze kalkophoping doet zich dan reeds gelden bij ongekalkte, en in sterkere mate bij licht gekalkte grond. Het kan echter zijn dat een verdere toevoeging van kalk in deze toestand niet veel meer verandert, maar dat wel de oplosbaarheid van het als mcf toegediende fosfaat hierdoor omlaag gedrukt wordt. Op deze wijze is misschien te verklaren, waarom de met beide meststoffen verkregen resultaten bij zware bekalking vrijwel aan elkaar gelijk zijn.

Wij moeten echter bedenken, dat deze verklaring niet toepasselijk is op de eerder bij Pr 122 en VPr 51 verkregen resultaten, waar een zware bekalking de beschikbaarheid van slak sterker verminderde dan van mcf, op dezelfde wijze als hier bij een matige bekalking (naar 1360 kg/ha) gevonden is. Het kan natuurlijk zijn, dat een relatief, t.o.z. van mcf, verbeterde opneembaarheid van slak ook bij deze andere proeven voor de dag zou zijn gekomen, als de bekalking nog verder zou zijn opgevoerd (bij Pr 122 is niet verder gegaan dan 2000 kg/ha, bij VPr 51 weliswaar tot 9600 kg/ha, maar deze humeuze kleigrond heeft een veel sterker basenbindend vermogen). Ook dient in het oog te worden gehouden, dat in deze proef haver, in de andere proeven aardappelen en rogge verbouwd zijn, en het niet uitgesloten is, dat de invloed van kalk op de beschikbaarheid van de fosfaten, onder de overigens niet geheel vergelijkbare proefomstandigheden, door deze gewassen verschillend ondervonden wordt.

Hoewel het verschil tussen beide meststoffen dus vermoedelijk voor een belangrijk deel op rekening van de werking van de in slak aanwezige kalk teruggebracht kan worden, is het eveneens aannemelijk, dat het in slak aanwezige fosfaat op zich zelf beschouwd iets minder goed beschikbaar is dan mcf. Aanzienlijk kan dit verschil echter niet zijn.

Iets afwijkende resultaten geven de bepalingen van de korrelop-

brenghen. In dit geval (dat hier niet in een afzonderlijke figuur wordt afgebeeld) zijn de zonder en met een lichte kalkgift bij mcf-bemesting verkregen opbrengsten vrijwel gelijk. Bij zwaardere bekalking is de opbrengst, als er geen fosfaat is toegediend, in verhouding belangrijk hoger dan de overeenkomstige opbrengst aan stro, terwijl de korrel-opbrengst bij ruime fosfaatbemesting iets geringer is dan bij lichte of zonder bekalking, welk verschil echter geringer is dan bij de stro-opbrengst gevonden is. De korrel-opbrengst met slak verschilt alleen op licht gekalkte grond aanmerkelijk van die met mcf. Duidelijk blijkt dit uit fig. 17, waarin ook de invloed van kalk op de waarde van slak is afgebeeld,

FIG. 18 Invloed van fosfaatbemesting op de door het gewas (haver in potproef met zandgrond uit Midlaren) opgenomen hoeveelheden P_2O_5 bij 3 bekalkingen. De lijnen hebben betrekking op de opname bij bemesting met monocalciumfosfaat. Stippen en kruisjes stellen uitkomsten met slakkenmeel voor: . zonder bekalking, \times met kalk, $+$ met 3-voudige kalkgift.

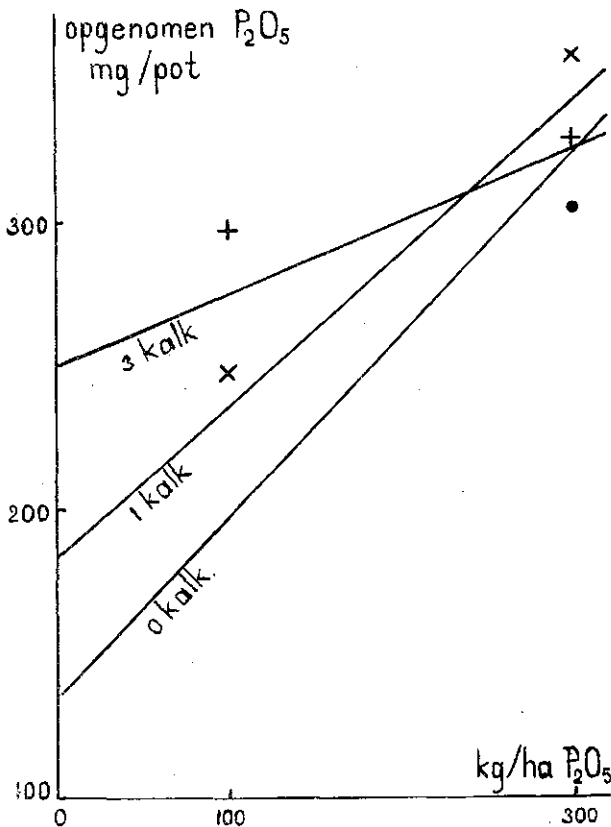


FIG. 18 Same as fig. 16 for the influence on the absorption of P_2O_5 on a sandy soil.

als deze aan de korrel-opbrengsten beoordeeld wordt. De waarde van slak valt bij deze beoordeling gunstiger uit.

Een geheel ander beeld wordt verkregen als de hoeveelheden opgenomen P_2O_5 tegen de bemesting worden uitgezet (fig. 18). Een chemisch gewasonderzoek is niet bij alle P_2O_5 -giften uitgevoerd; de nauwkeurigheid van de getrokken lijnen is daardoor wat minder. De opgenomen hoeveelheid P_2O_5 is practisch evenredig aan de P_2O_5 -gift toegenomen. Bij onvoldoende fosfaatbemesting deed kalk de P_2O_5 -opname sterk toememen; bij de hoogste fosfaatgift is er geen duidelijk aantoonbaar verschil. Met slak-bemesting is bij de lage fosfaatgift een grotere P_2O_5 -opname gevonden dan met mcf, maar bij de hoogste gift was er weinig verschil. In fig. 17, waarin het gemiddelde resultaat van beide giften ook tot uitdrukking wordt gebracht (bovenste lijn), komt de betere P_2O_5 -opname met slak duidelijk tot uiting. Op deze wijze beoordeeld is de waarde van slak hoger dan van mcf. Deze waarde neemt bij stijgende bekalking toe.

Uit de in fig. 17 afgebeelde lijnen is een inzicht te verkrijgen over het tijdelijke verloop van de fosfaatopname. Om het beeld volledig te maken, is ook de uit de op 9 Mei gegeven standcijfers afgeleide relatieve waarde van slak in deze figuur toegevoegd. Van deze verschillende gegevens bieden de standcijfers een indruk over de vroegste ontwikkeling van het gewas. De opbrengsten aan stro lichten in over een later ontwikkelingsstadium. De opbrengsten aan korrels, hoewel uiteraard ook door vroege inwerking beïnvloed, hebben daarnaast ook latere invloeden ondergaan. Eindelijk geven de opgenomen hoeveelheden P_2O_5 een inzicht over de totale P_2O_5 -opname van begin tot eind, dus ook over die late opname, die voor de stofvorming van weinig of geen betekenis meer is geweest.

Het wordt nu duidelijk, dat de werking van slak in het begin het geringst is geweest. Een bekalking verhoogde de opneembaarheid iets in vergelijking met mcf (fig. 17), maar als de werkelijk bepaalde standcijfers op zichzelf geschouwd worden (die hier niet worden meegedeeld), dan blijkt kalk ook op de beschikbaarheid van slak een verlagende invloed te hebben gehad. Deze vermindering is overigens vrij gering, wat goed past in onze voorstellingswijze: aangezien de fosfaatdeeltjes geheel door kalk omgeven zijn, zal namelijk een verhoogde kalkconcentratie in de grond weinig invloed kunnen hebben.

Volgens de stro-opbrengstbepalingen is de opneembaarheid van slak op onbekalkte grond reeds iets verbeterd, mogelijk doordat de kalkophoping om de deeltjes begint te verdwijnen. Op licht bekalkte grond is de opneembaarheid nog slecht, terwijl de sterker verminderde opneembaarheid van mcf zich op zwaar bekalkte grond doet gevoelen, waardoor de relatieve opneembaarheid van slak ten opzichte van mcf is toegenomen.

Duidelijker wordt de in latere stadia verbeterde opneembaarheid van slak merkbaar in de korrel-opbrengsten. De totale opname uit slak is, zoals gezegd, over de gehele groeiperiode het grootst geweest. Voor de vorming van de opbrengst is deze late P_2O_5 -opname, welke een ge-

volg kan zijn van een betere opneembaarheid van het fosfaat in de grond, maar die ook op een latere rijping van het met slak bemeste gewas kan berusten, waardoor het langer P_2O_5 heeft opgenomen, dus slechts van betrekkelijk geringe betekenis geweest, hoewel de korrel-opbrengst er al meer van heeft geprofiteerd dan de opbrengst aan stro. De uitkomst van het chemische gewasonderzoek levert dus, landbouwkundig beschouwd, in dit geval een te geflatteerd beeld van de waarde van slak als meststof.

Het is misschien goed ter verduidelijking nog even op te merken, dat aan de kalk blijkbaar 2 functies moeten worden toegeschreven. Enerzijds schijnen de uitkomsten er op te wijzen, dat de aanwezigheid van kalk de werking van fosfaat vermindert door beperking van de opneembaarheid, anderzijds heeft kalk de opname van fosfaat uit onbemeste grond bevorderd en schijnt ook het betere effect van een matige gift slakkenmeel als een kalkwerking uitgelegd te moeten worden. Deze laatste kalkwerking komt vooral in de opgenomen hoeveelheid P_2O_5 (fig. 18), minder in de opbrengst (fig. 16) tot uiting. Hieruit valt af te leiden, dat het hier een later optredende werking van de kalk betreft, die waarschijnlijk de groei van de planten bevorderde en middellijk ook de fosfaatopname. Mogelijk heeft de bekalking ook de omzetting van organische stoffen bevorderd, waardoor fosfaat kan zijn vrij gemaakt.

Samenvatting van de met grond uit Midlaren verkregen resultaten

Een lichte bekalking had een iets betere werking van monocalciumfosfaat op de opbrengst van haver tot gevolg; een zwaardere bekalking verminderde de werking weer vrij belangrijk. Lichte bekalking verlaagde het effect van slakkenmeel relatief sterker dan van mcf, maar de invloed van nog zwaardere bekalking op de beschikbaarheid van slak was verder vrij gering, zodat de werking van slak bij zware bekalking niet belangrijk achterstond bij de werking van mcf (vgl. fig. 17). Dit resultaat lijkt strijdig met de boven beschreven uitkomsten van Pr 122 en VPr 51 (de proefopzet is evenwel niet volledig vergelijkbaar), maar zal bij VPr 98 een bevestiging vinden.

De in het begin van de ontwikkeling geringe opneembaarheid van slak verbeterde geleidelijk. De totale P_2O_5 -opname is bij zware bemesting ongeveer gelijk aan de opname bij bemesting met mcf, bij lichte bemesting zelfs hoger. Dit verschijnsel schijnt op een langzamerhand beter ter beschikking komen van het slak te wijzen, maar zou ook wel aan een vertraagde ontwikkeling en een daardoor iets langer vertoeven in het jeugd stadium, waarin de P_2O_5 -opname in verhouding tot de stofvorming groot is (vgl. ook blz. 15), kunnen worden toegeschreven.

Bekalking had in het begin van de ontwikkeling slechts een zwak verlagende invloed op de beschikbaarheid van slak. In een later stadium bestond er een groter verschil tussen het niet en het licht bekalkte slakobject, de beschikbaarheid is blijkbaar op ongekalkte grond beter geworden. Dit zou er op kunnen wijzen, dat een zich rondom de fosfaat-

deeltjes bevindende overmaat aan kalk zonder bekalking vrij spoedig verdwenen is. Tussen licht en zwaar bekalkt bleef het verschil niet groot. De uit mcf en slak opgenomen hoeveelheid P_2O_5 loopt overigens weinig uiteen.

Op niet met fosfaat bemeste grond is de P_2O_5 -opname bij bekalking sterk toegenomen, als gevolg hiervan is ook bij lichte fosfaatbemesting meer P_2O_5 opgenomen. De in dit geval gevonden sterkere opname uit slak is mogelijk veroorzaakt door de in deze meststof aanwezige kalk, welke eveneens bodemfosfaat gemobiliseerd kan hebben. Vermoedelijk wordt in dit geval door de kalk een indirecte invloed op de fosfaatopname uitgeoefend, die pas betrekkelijk laat (alleen duidelijk in de totale P_2O_5 -opname) tot uiting is gekomen en voor de opbrengst geringere betekenis had.

b. De grond uit Marum

Aangezien de opbrengsten aan stro iets regelmatig zijn uitgevallen dan de opbrengsten aan korrel en de reacties van beide niet wezenlijk verschillen, wordt ook hier volstaan met de afbeelding van de lijnen,

FIG. 19 Invloed van fosfaatbemesting op de opbrengsten van stro bij 3 bekalkingen in een potproef met haver op heideontginningsgrond. Betekenis van lijnen en tekens als bij fig. 16.

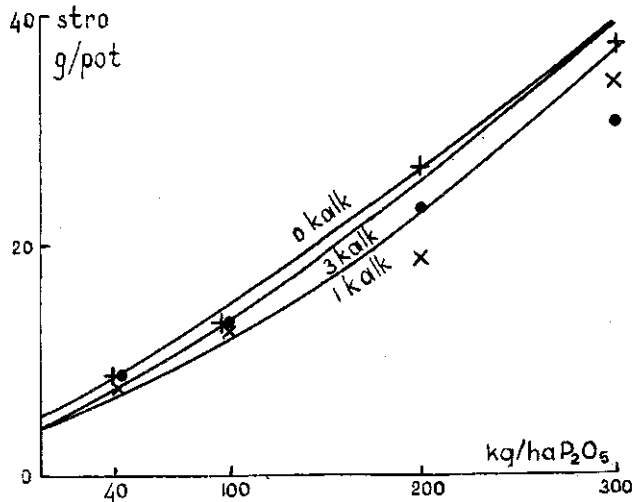


FIG. 19 Same as fig. 16 for an experiment with a reclaimed heath soil.

die het verband tussen de fosfaatbemesting in de vorm van mcf, resp. dcf, en de opbrengst aan stro bij de verschillende bekalkingen weergeven (fig. 19). De met slak verkregen opbrengsten zijn door afzonderlijke tekens aangegeven. Bij toenemende fosfaatbemesting stijgen de

stro-opbrengsten volgens zwak gebogen, S-vormige lijnen. Het hier niet afgebeelde verband tussen de fosfaatbemesting en de korrel-opbrengsten wordt juister door rechte lijnen weergegeven. Een S-vormig of rechtlijnig verloop van de lijn wijst er op, dat de opbrengst volkomen van de fosfaattoestand afhankelijk is en dat ook bij de zwaarste gift nog in het geheel niet aan de fosfaatbehoefte van het gewas is voldaan.

Een lichte bekalking heeft de met mcf, resp. dcf, verkregen opbrengsten enigszins verlaagd, een zwaardere bekalking heeft de opbrengsten weer iets doen toenemen. Deze verschillen zijn het grootst bij middelmatige fosfaatbemesting.

De invloed van kalk komt overeen met de invloed, die bij de grond uit Midlaren bij zeer onvoldoende fosfaattoestand is gevonden (vgl. fig. 19 met het linker gedeelte van fig. 16). Zoals reeds werd opgemerkt, is deze eigenaardige invloed van kalk bij een latere potproef bevestigd (VPr 98, blz 57). De gunstige invloed van een zware bekalking is zwakker dan bij de grond uit Midlaren; bij deze zeer arme heidegrond zal mobilisatie van organisch fosfaat uiteraard van geringe betekenis zijn.

Met slakkenmeel is de eigenaardige uitkomst verkregen, dat deze meststof op ongekalkte grond minder voldeed dan mcf, op licht gekalkte grond iets minder, maar op de zwaar gekalkte grond even goed heeft gewerkt als mcf. Aangezien slak gewoonlijk op zure grond beter voldoet dan op gekalkte, lijkt dit resultaat bevreemdend. Het wordt echter begrijpelijk, als in aanmerking wordt genomen, dat een lichte bekalking op deze zeer fosfaatarme grond de opbrengst verlaagde; de in het slak aanwezige kalk kan dus eveneens een verlagende invloed op de opbrengst hebben gehad.

De gelijkheid van slak en mcf bij zware bekalking schijnt aan te wijzen, dat de beschikbaarheid van het fosfaat als zodanig in beide meststoffen gelijkwaardig is geweest, maar dat het effect van de kalk voor de mindere werking van slak op niet en licht bekalkte grond aansprakelijk is.

Deze uitkomst van de potproef is zeer opvallend, aangezien bij de op deze grondsoort uitgevoerde veldproef, Pr 391, sup een 3-6 maal grotere werking had dan slak. Een verschil tussen de uitkomsten van beide proeven is verder dat de maximale opbrengst bij de veldproef reeds met een betrekkelijk matige P_2O_5 -gift is benaderd, wat bij de potproef nog in het geheel niet het geval is. In het eerste geval gedroeg de grond zich als weinig, in het tweede als vrij sterk fosfaatvastlegend. Het is niet onmogelijk, dat de voor de potproef genomen partij grond in eigenschappen iets afwijkt van de gemiddelde toestand op het proefveld. Ook zou de intensieve menging van het fosfaat met de grond in de potproef een versnelling van de vastlegging in de hand hebben kunnen gewerkt. Wij hebben gezien, dat dit proces te velde na een jaar nog niet beëindigd is en dat de met sup bemeste grond nog steeds een betere fosfaattoestand had (blz. 9). Aannemelijk is echter dat beide meststoffen op den langen duur in een gelijke toestand overgaan; fig. 6 (blz. 20) heeft hiervan een illustratie gegeven.

Andere oorzaken voor het geringe verschil zijn bij de behandeling

van VPr 66 aan het licht gekomen. De uitstoeling is bij de potproef achterwege gebleven, vermoedelijk als gevolg van het ook bij zwaarder bemeste potten nog aanwezige sterke fosfaatgebrek, zodat per pot evenveel halmen voorkwamen, terwijl er te velde een duidelijk verschil in standdichtheid was. Het fosfaat is verder door een 10 cm dikke laag gemengd, terwijl juist bij oppervlakkige toediening, zoals op het veld het geval was, het verschil tussen beide meststoffen het grootst was. Eindelijk beschikte het gewas in de potten ruimschoots over water, terwijl op het veld een uitdrogen van de bovenlaag is voorgekomen, welke vooral ongunstig werkte op de beschikbaarheid van slakkenmeel. *De uitkomst van deze potproef illustreert op duidelijke wijze met welke grote reserve de uitkomsten van potproeven bij de vergelijking van fosfaatmeststoffen moeten worden beschouwd, als zij op praktijkomstandigheden moeten worden toegepast.*

Evenals bij de proef met grond uit Midlaren is gevonden (fig. 18), was het P_2O_5 -gehalte bij lage fosfaatgift in de vorm van slak misschien iets hoger dan bij bemesting met mcf, resp. dcf. Ondanks deze vrij gelijke opname is de opbrengst met slak bij deze fosfaatgift op niet of weinig gekalkte grond iets lager geweest, waaruit dus opnieuw blijkt, dat de fosfaatopname zonder meer geen juist criterium voor de beoordeling van een fosfaatmeststof levert.

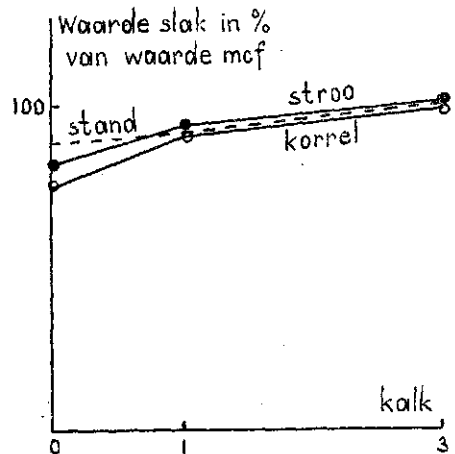
Kalk heeft de P_2O_5 -opname alleen bij de hoogste fosfaatgift doen toenemen. Bij deze bemesting is de opname uit slak achtergebleven bij die uit mcf. In verband met de bij beide giften verkregen tegengestelde resultaten gaan wij hier niet verder op in.

Tijdens de ontwikkeling werden slechts verschillen van weinig betekenis tussen de met verschillende fosfaatmeststoffen en kalkgiften behandelde potten waargenomen.

De relatieve waarde van slak ten opzichte van mcf, beoordeeld aan stand, stro- en korrel-opbrengst, loopt weinig uiteen (fig. 20), zodat hier

FIG. 20 Hetzelfde als in fig. 18 voor potproef met grond uit Marum.

FIG. 20 Same as fig. 18 for an experiment with a reclaimed heath soil.



niet, zoals bij de potproef met de grond uit Midlaren, geconcludeerd kan worden, dat de beschikbaarheid tijdens het verloop van de proef een wijziging heeft ondergaan. Duidelijk blijkt dat de beschikbaarheid van slak slechts weinig bij die van mcf achterstond. Deze relatieve waarde is door kalk iets begunstigd, wat in overeenstemming is met het effect van zware bekalking bij de grond uit Midlaren, maar in tegenstelling met de resultaten van Pr 122 en VPr 51.

Samenvatting van de met heidegrond uit Marum verkregen resultaten

Hoewel de bij deze proef gebruikte grond van het perceel genomen is, waarop de veldproef Pr 391 gelegen was, onderscheidde de potproef zich door de vrij sterke fosfaatvastlegging door de grond, waardoor zelfs de hoogste toegepaste P_2O_5 -gift slechts zeer onvoldoende in de fosfaatbehoefte van het gewas voorzag; te velde is hiervan niets gebleken. Dit is misschien een gevolg van de intensievere vermenging van de meststof met de grond.

In tegenstelling met de bij het proefveld met dezelfde grondsoort verkregen resultaten (Pr 391, blz. 22-23) was slakkenmeel bijna gelijkwaardig aan monocalciumfosfaat. Het nog opgetreden geringe verschil is waarschijnlijk grotendeels aan een in dit geval ongunstige invloed van de in slak aanwezige kalk toe te schrijven.

De sterke vastlegging, die zich uiteraard sterker zal laten gelden bij mcf, verklaart wellicht, waarom slak in deze proef bijna aan mcf gelijk komt. Op het veld was een gelijkheid in dit opzicht na een jaar nog niet verkregen (blz. 9, vergelijk fig. 6). Ook het feit, dat de relatieve waarde van slak ten opzichte van mcf, anders dan bij de grond uit Midlaren, tijdens de ontwikkeling onveranderd bleef, pleit wellicht voor deze veronderstelling.

De invloed van de bekalking op de beschikbaarheid van het fosfaat kwam overeen met hetgeen bij zeer onvoldoende fosfaatbemesting bij de zandgrond uit Midlaren vastgesteld is. De opbrengst werd namelijk bij bemesting met mcf door lichte bekalking gedrukt, door zware bekalking bevorderd. De relatieve waarde van slak werd door toevoeging van kalk iets verbeterd.

4. INVLOED VAN STERK GEVARIËERDE GIFTEN VAN ZWAVELZUUR EN KALK BIJ KLEIGROND EN HUMEUZE ZANDGROND
(Potproef VPr 98)

De potproef VPr 98 is in 1943 uitgevoerd om voor de in de vorige potproeven verkregen uitkomsten een nadere bevestiging te verkrijgen.

Toegepast zijn zeer sterk verschillende bekalkingen en zwavelzuur, waardoor gronden met zeer uiteenlopende kalktoestanden zijn verkregen. Bovendien werd opnieuw de invloed van de vochtvoorziening nagegaan door bij de helft van de potten zeer ruime, bij de andere helft zeer matige hoeveelheden water toe te dienen. Slakkenmeel werd met mono- en dicalciumfosfaat vergeleken.

Gebruikt zijn een onder de graszode weggegraven kleigrond uit Leegkerk, die in eigenschappen tamelijk goed vergelijkbaar is met de voor VPr 51 (blz. 36) gebruikte kleigrond, en wederom de zandgrond uit Midlaren, die ook bij VPr 56 is gebruikt. Voor de eigenschappen van laatstgenoemde grond zie men blz. 43 ; enige bodemkundige eigenschappen van de grond uit Leegkerk volgen hieronder:

humus	zand	af-slibbaar <16 u	pH	V	T	P-getal	P-citr
6.6	39	54	5.5	43	25.6	1	19

Beide gronden zijn ongeveer een maand voor de vulling in verschillende partijtjes met kalk, resp. zwavelzuur, behandeld en in vochtige toestand bewaard; De gegeven giften zijn zodanig geweest, dat per pot op de kleigrond werd toegevoerd 0,7.88, 39.2 en 191.0 g CaCO_3 per pot met 3.7 kg droge grond, overeenkomend met bekalkingen naar 0,2510, 12500 en 60800 kg CaCO_3 /ha, op de zandgrond 0,4.63, 18.45 en 73.2 g CaCO_3 per pot met 4.35 kg droge grond, overeenkomend met bekalkingen naar 1475, 5880 en 23300 kg CaCO_3 /ha. Verder is van beide grondsoorten een partijtje grond met zwavelzuur behandeld in hoeveelheden, die aequivalent waren met de laagste kalkgift.

Na afloop van de proef werden de volgende pH-waarden vastgesteld; kleigrond resp. 4.45, 5.65, 6.35, 7.3 (0.45% CaCO_3) en 7.7 (3.45% CaCO_3), zandgrond resp. 4.45, 5.2, 5.75, 6.5, 7.9 (0.67% CaCO_3). Het traject loopt dus in beide gevallen van zeer zuur tot sterk overkalkt.

De zwaarste bekalking gaf op de kleigrond aanleiding tot abnormale verschijnselen, zodat in het volgende de hiermee verkregen uitkomsten niet vermeld zullen worden.

Fosfaat is gegeven in 4 giften, corresponderende met bemestingen naar 0,50, 150 en 300 kg/ha P_2O_5 (laatste = 0.96 g/pot). Een N-bemesting is gegeven naar 0.6 g/pot een K_2O -bemesting naar 0.9 g/pot.

Evenals in de hierboven besproken potproeven werd Ster-haver verbouwd; het aantal planten bedroeg 21 per pot.

Het verschil in vochtvoorziening heeft geleid tot belangrijke verschillen in groei en opbrengst. Toch werd niet de indruk gekregen, dat de werking van de fosfaatmeststoffen in sterke mate door de vochtvoorziening werd beïnvloed. In het volgende worden daarom alleen de gemiddelde uitkomsten besproken, enkele kleine verschillen tussen natte en droge grond worden apart vermeld.

Mono- en dicalciumfosfaat hebben praktisch gelijke uitkomsten gegeven, slechts met een geringe voorsprong van eerstgenoemde, zodat gemiddelde uitkomsten kunnen worden gebruikt. De uitkomsten van de proef zijn betrouwbaar. De in de fig. 21 en 23 getrokken lijnen, die het verband weergeven tussen pH en korrelopbrengst bij verschillende fosfaatgiften bij bemesting met (mono- en di-) calciumfosfaat, staan daardoor behoorlijk vast.

Fig. 21 toont, dat het effect van de fosfaatbemesting bij de kleigrond zeer belangrijk is geweest. De invloed van de pH is bij lagere waarden gering, bij de hoogste bekalking is echter zeer aanzienlijke mineralisatie van organische stof opgetreden, welke tot uiting kwam in zeer welige groei en belangrijk hogere opbrengsten.

FIG. 21 Invloed van sterk gevarieerde kalktoestand bij 4 verschillende fosfaat-giften in de vorm van mono-, resp. dicalciumfosfaat (gem.) op de korrel-opbrengsten in een potproef met kleigrond. Stippen en kruisjes geven met slakkenmeel verkregen opbrengsten weer. . 50, × 150, + 300 kg/ha P_2O_5 als slak.

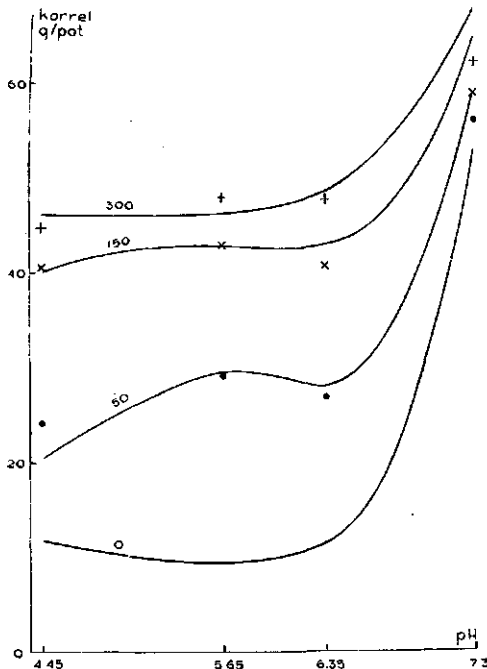


FIG. 21 Influence of great differences of the pH of the soil with different application of mono- and dicalciumphosphate on the yield of grain in a pot experiment with oats on a clay soil. Lines represent the average results obtained with both fertilizers. Signs indicate the results obtained with basic slag: . in amounts of 50, × 150 and + 300 kg/ha P_2O_5 .

Behalve N is waarschijnlijk ook P beschikbaar geworden, hierop wijst de sterk verminderde reactie op de fosfaatbemesting. Bij de nog zwaardere bekalking (niet afgebeeld in figuur 21) kwam zelfs zeer merkbaar ammoniak vrij, wat de plantengroei zeer heeft geschaad.

Afzonderlijke tekens geven de met slakkenmeel verkregen opbrengsten weer. Bij de laagste pH wordt een klein voordeel van slakkenmeel gevonden, vooral wanneer acht gegeven wordt op de laagste P_2O_5 -gift, die voor vergelijking de grootste waarde heeft, aangezien bij de zwaarste bemesting, zowel met mcf als met slak, praktisch het optimum is bereikt. Naarmate de kalkgift hoger is geweest, was de werking van het slakkenmeel relatief geringer. Op de onbehandelde grond was het praktisch nog gelijkwaardig aan mcf.

De vermindering van de waarde van slakkenmeel onder invloed van de bekalking komt duidelijk tot uiting in fig. 22. De waarde is hier beoordeeld aan de bij beide laagste P_2O_5 -giften verkregen opbrengsten.

Behalve aan de korrelopbrengst is de relatieve waarde van slak ook de aan de hand van de uitstoeling (aantal spruiten) bepaald en in figuur 22 tegen de pH uitgezet. Hiermee wordt een inzicht verkregen in de waarde van slak voor het gewas in een veel vroeger stadium van de ontwikkeling. De fosfaatbemesting heeft de uitstoeling in sterke mate bevorderd. Voor de bepaling van de waarde zijn alleen de fosfaatgiften gebruikt, die een duidelijke, maar nog geen optimale werking hebben gehad.

FIG. 22 Invloed van de kalktoestand op de relatieve waarde van slakkenmeel, uitgedrukt in % van mono- en dicalciumfosfaat (gem.), beoordeeld volgens de korrelopbrengsten en de uitstoeling ————— kleigrond, - - - - - zandgrond.

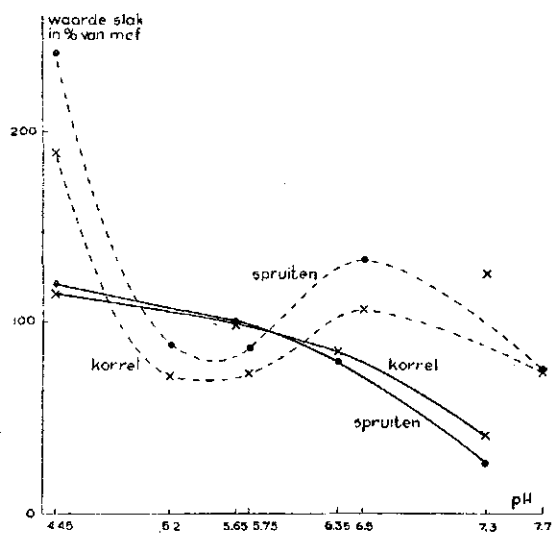


FIG. 22 Influence of the pH on the manuring value of basic slag in per cent of the mean value of mono- and dicalciumphosphate derived from the yields of grain and from the number of sprouts. Full line: clay soil, broken line: sandy soil.

Beoordeeld aan de uitstoeling is de waarde van slak niet veel anders geweest. Voor zover er nog van verschil met de beoordeling volgens de korrelopbrengst sprake kan zijn, lijkt de remmende invloed van kalk op de beschikbaarheid van slak in een vroeg stadium van de ontwikkeling sterker te zijn, in overeenstemming met hetgeen duidelijker bij VPr 56 (fig. 17) is gebleken. Op de sterk zure grond was de uitstoeling met slak aanzienlijk, vooral bij de zwaarste gift, welke niet voor de berekening van de waardelij in fig. 22 is gebruikt. In dit geval werden met slak op droge en natte grond resp. 83 en 90 spruiten geteld met 68 en 70 (gem. 69) op droge en 68 en 78 (gem. 73) op natte grond met mono- resp. dicalciumfosfaat. Dit wijst dus op betere beschikbaarheid van het slak.

Het P_2O_5 -gehalte van de korrels is op de droge grond weinig ver-

schillend geweest. De natte serie toont iets grotere verschillen. Bij de zuurste grond zijn in dit geval iets hogere gehalten met slak-bemesting gevonden, n.l. resp. 0.64 en 0.68% bij beide hoogste giften, tegen gemiddeld 0.52 en 0.63% bij resp. mono- en dicalciumfosfaat. Bij de volgende kalktrappen zijn de uitkomsten echter nogal onregelmatig, zodat wij geneigd zijn ook aan het eerste verschil geen grote betekenis toe te kennen.

Bij de zandgrond uit Midlaren is een minder sterke reactie op fosfaat opgetreden, die alleen bij de zwaarste bekalking (vooral bij de natte serie) wat geringer is geweest dan bij de overige kalktoestanden (fig. 23). Zowel lichte bekalking als toevoeging van zuur hebben de opbrengsten doen dalen; bij zwaardere bekalking is weer een stijging van de opbrengst opgetreden. Mineralisatie van organische stof is echter van veel geringere betekenis geweest dan bij de kleigrond.

Slakkenmeel heeft op sterk zure grond een iets beter effect gehad dan mcf. Dit was vooral bij de droge serie het geval. De orde van grootte van dit verschil is zodanig, dat het aan de in het slak aanwezige kalk

FIG. 23 Als fig. 21 voor de potproef met zandgrond.

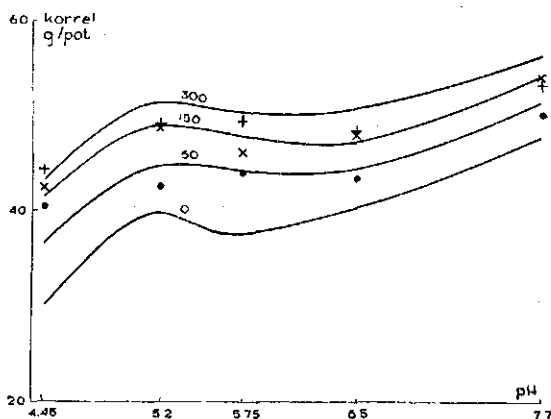


FIG. 23 Same as fig. 21 for a pot experiment with a sand soil.

kan worden toegeschreven. In de andere gevallen is met slak meestal een geringere werking vastgesteld, wat ook duidelijk blijkt uit fig. 22, waarin de relatieve waarde van slak tegen de kalktoestand is uitgezet. Aangezien voor de beoordeling alleen het effect van de laagste giften is gebruikt, is bij pH 6.5 een gunstiger verhouding gevonden.

Een bevestiging, dat inderdaad bij deze kalktoestand een relatief verbeterde opname van het slak heeft plaatsgevonden, wordt geleverd door de beoordeling volgens de uitstoeling (fig. 22). Deze geeft in alle opzichten voor slak een wat gunstiger beeld, maar vooral bij pH 6.5. Dat dit in het laatste geval vrij waarschijnlijk reëel is, blijkt bij een beschouwing van de vastgestelde aantallen. Geteld werden bij natte grond met mcf resp. dcf bij de 3 P_2O_5 -giften gem. $62\frac{1}{2}$, 70 en 75 spruiten, met slak 64, 73 en 76, bij droge grond 44, 52 en 61 en met slak 47, 58 en 58.

De gunstiger beoordeling van slak volgens de spruiten-telling schijnt aan te wijzen, dat de opneembaarheid in vroege stadia van de ontwikke-

ling relatief wat gunstiger zou zijn geweest, behalve bij de zwaarste bekalking, waar geen verschil met de beoordeling volgens de korrel-opbrengsten bestaat. Dit stemt niet overeen met eerder besproken resultaten.

Het chemische gewasonderzoek heeft nadere aanwijzingen over de opneembaarheid gegeven. Zowel bij de natte, als bij de droge serie, bleek het P_2O_5 -gehalte van de korrels onder invloed van de P-bemesting toe te nemen, bij de droge serie overigens alleen overtuigend bij de zwaarste gift.

Op de sterk zure grond, zijn de P_2O_5 -gehalten inderdaad met slak hoger dan met mcf, resp. dcf. Gevonden werd op de droge grond bij bemesting naar 150 en 300 kg/ha P_2O_5 met mcf en dcf gemiddeld resp. 0.69 en 0.81%, met slak 0.71 en 0.81%. Een overtuigender verschil werd op de natte grond gevonden, namelijk 0.715 en 0.83% met mcf resp. dcf en 0.78 en 0.88% met slak. Bij middelen van de uitkomsten van droge en natte serie zijn de gehalten dus resp. 0.70 en 0.82 met mcf resp. dcf, en 0.745 en 0.845 met slak. Dit schijnt er dus op te wijzen, dat het gunstiger effect van slak op de sterk zure grond niet, of niet geheel, op een kalkwerking als zodanig, maar op een iets betere beschikbaarheid van het fosfaat zou berusten.

Bij niet en licht bekalkte grond zijn geen verschillen van belang, tussen mcf en slak gevonden. Bij de zwaardere kalktrap, waarbij volgens korrelopbrengst en spruitentelling een relatief betere werking van slak is gevonden, schijnt het gewasonderzoek hiervan een bevestiging te geven. Gevonden werd met de hoogste P-gift gemiddeld 0.77% met mcf resp. dcf en 0.84% met slak. De lagere P-gift had het P_2O_5 -gehalte slechts weinig verhoogd.

Er bestaat dus wel enige reden om aan te nemen, dat een zware bekalking de opneembaarheid weer gewijzigd heeft ten gunste van slak, bij nog zwaardere bekalking is dit opnieuw omgekeerd. Aanwijzingen voor het eerste zijn ook bij vroeger besproken proeven verkregen, men vergelijkte met Pr 122, waar met 1300 kg/ha kalk een iets gunstiger verhouding is gevonden (fig. 10) en vooral met de eerder met deze grondsoort verkregen resultaten (VPr 56, fig. 17), waar slak eveneens bij zware kalkgift een gunstiger waardeverhouding met mcf had dan bij lichte bekalking. Met de grond uit Marum (VPr 56, fig. 20) werd eenzelfde zwakke aanwijzing verkregen. Op blz. 46 werd verondersteld, dat deze wijziging een gevolg zou zijn van een vermindering van de opneembaarheid van mcf, terwijl de fosfaatdeeltjes in slak, die reeds door een overmaat aan kalk omgeven zijn, hierdoor minder zouden worden beïnvloed. Een werkelijk betere beschikbaarheid van slak zou op deze wijze echter niet verklaarbaar zijn.

Bij de zwaarste bekalking was het P_2O_5 -gehalte met slak iets lager. Gemiddeld werd op droge en natte grond bij beide hoogste giften gevonden 0.67 en 0.70% tegen 0.68 en 0.76% met mcf resp. dcf. Dit bevestigt, dat slak bij zeer zware bekalking relatief weer minder opneembaar is geweest.

Samenvatting van de resultaten van VPr 98

De uitkomsten van deze met klei- en zandgrond en sterk uiteenlopende kalktoestanden uitgevoerde proef wijzen aan, dat een verhoging van de kalktoestand de opneembaarheid van slakkenmeel sterker verlaagde dan van mono-, resp. dicalciumfosfaat. Bij zeer zure grond gaf slakkenmeel een beter resultaat. Bij de zandgrond berust deze gunstige invloed misschien niet alleen op de werking van in het slak aanwezige kalk op de kalktoestand, maar ook op een betere beschikbaarheid van het fosfaat.

Terwijl de relatieve waarde van slak op kleigrond bij toenemende bekalking geleidelijk verminderde, is op zandgrond bij pH 6.5 een relatieve verbetering waargenomen, die vermoedelijk wel reëel is en bevestiging vindt in de uitkomst van VPr 56.

De relatieve waarde van slak vergeleken met mono- en dicalciumfosfaat was op zandgrond gunstiger dan op kleigrond.

Op kleigrond leek de invloed van de bekalking op de beschikbaarheid van slakkenmeel zich in een vroeg stadium van de ontwikkeling iets sterker te laten gevoelen. Op zandgrond gaf daarentegen de vroege ontwikkeling relatief een betere indruk van het slakkenmeel.

De vochtvoorziening had bij deze proef geen belangrijke invloed op de waardeverhouding van de fosfaten.

5. SAMENVATTING VAN DE PROEVEN OVER DE INVLOED VAN KALK OP DE BESCHIKBAARHEID VAN TOEGEDIENDE FOSFATEN

De kalktoestand blijkt invloed te hebben op de beschikbaarheid van bij de bemesting toegediende fosfaten. In het algemeen wordt de beschikbaarheid van slakkenmeel door kalk sterker verlaagd dan van superfosfaat (resp. monocalciumfosfaat), alleen bij zeer zware bekalkingen kan soms de beschikbaarheid van slak weer relatief verbeteren. Van de aanwezigheid van kalk in het slakkenmeel zelf kan eveneens een ongunstige invloed op de beschikbaarheid uitgaan, dit verklaart wellicht dat veelal met zware bemestingen niet een even hoge opbrengst kan worden verkregen als met superfosfaat.

Op sterk zure grond werden echter met slakkenmeel gunstiger resultaten verkregen. Dit kon in bepaalde gevallen toegeschreven worden aan gebrek aan het element calcium (op een heideontginning), aan een normale gunstige invloed van de kalk op de kalktoestand en vermoedelijk soms ook aan een betere beschikbaarheid van het fosfaat.

Bij een sterk fosfaat vastleggende grond, waar het verschil in werking tussen slakkenmeel en superfosfaat vrij gering was, deed een bekalking de waarde van het eerste in verhouding iets toenemen.

De ongunstige invloed van kalk op de beschikbaarheid van slakkenmeel leek zich vooral in het begin van de ontwikkeling te doen gelden, hoewel ook een tegengesteld geval is voorgekomen. Geringe vochtvoorziening bleek in een geval ongunstig; in andere gevallen was de invloed hiervan niet van overwegend belang.

In latere stadia van de ontwikkeling heeft kalk de opneembaarheid van slak op een zandgrond bevorderd, zodat de totale opgenomen hoeveelheid P_2O_5 groter was; het verschijnsel moet of toegeschreven worden aan geleidelijk verbeterde beschikbaarheid van het als slakkenmeel toegediende fosfaat, of aan een langere duur van het jeugd stadium van een achterlijk gewas, waarin de P_2O_5 -opname relatief belangrijker sterker is dan in latere stadia. Voor de vorming van de opbrengst heeft deze late P_2O_5 -opname echter weinig betekenis.

Samenvattend blijkt dus uit deze proefnemingen, dat de waarde van slakkenmeel in verhouding van superfosfaat in het algemeen bij toenemende kalktoestand afneemt. Bij sterk zure grond is de waarde relatief hoger, bij optimale kalktoestand waarschijnlijk niet zeer verschillend of iets lager, bij hogere kalktoestand meestal geleidelijk afnemend. Een aanwijzing werd nog verkregen, dat de waarde van slakkenmeel op zandgrond hoger is dan op kleigrond.

III. INVLOED VAN ORGANISCHE BEMESTING OP DE BESCHIKBAARHEID

Het onderzoek over de invloed van organische bemesting is verricht in de overweging, dat hiervan wellicht een bevorderende invloed op de beschikbaarheid van een minder gemakkelijk toegankelijk fosfaat zou kunnen uitgaan. Een veelal vernomen opvatting is deze, dat organische bemesting het bacterieleven stimuleert en de omzettingen in de grond versnelt. Zodoende zou ook de aantasting van onoplosbare fosfaten in een versneld tempo kunnen geschieden. Opvattingen van deze aard zijn herhaaldelijk in de literatuur tot uiting gekomen.

Ook door GERRETSEN (4,5) is, naar aanleiding van zijn proeven over de invloed van microorganismen op de beschikbaarheid van fosfaten de mening uitgesproken, dat de aanwezigheid van bacteriën voor de fosfaathuishouding van heideontginningen van belang zou kunnen zijn. MIDGLEY en DUNKLEE (8) vonden, dat de aanwezigheid van stalmest de werking van superfosfaat en tricalciumfosfaat gelijk deed zijn.

Om een dergelijk verschijnsel vast te kunnen stellen, is het noodzakelijk de proef uit te voeren op sterk fosfaatbehoefte grond, omdat anders het in de organische meststof aanwezige fosfaat alleen al voldoende kan zijn om in de behoefte van het gewas te voorzien en een invloed op de beschikbaarheid van het als kunstmest toegediende fosfaat dientengevolge bezwaarlijk kan worden vastgesteld. Aan deze eis voldoet een heideontginning, vooral omdat deze grondsoort ook zeer arm is aan bacterieleven en het eventuele effect van een organische bemesting vermoedelijk daardoor duidelijker voor den dag kan treden.

Twee proefvelden zijn aan dit onderzoek gewijd: Pr 594 bij de WED. L. LUNGE te Oudemolen (Dr.) en Pr 601 bij M. BRINK te Opende (Gr.). Op het eerste proefveld is een organische bemesting in de vorm van stadsvuilcompost, op het laatste van stalmest gegeven.

1. DE INVLOED VAN COMPOST-BEMESTING OP HEIDEONTGINNING (Proefveld Pr 594 te Oudemolen)

Het perceel is in 1939 klaar gemaakt door diepploegen van de heide. Het perceel is niet zo gelijkmatig als een met de schop ontgonnen perceel; op verschillende plekken is meer of minder plag in de bouwvoor aanwezig. Het humusgehalte varieert daardoor tussen 3.8 en 8.1%. Een bekalking is toegepast naar ruim 1500 kg/ha Limburgse kalkmergel, waarna de pH van de grond is gestegen tot ongeveer 4.7.

Het proefveld ligt in 4 stroken, waarvan een tweetal in 1940 bemest zijn naar 30 ton stadscompost/ha. Deze compost, die van goede kwaliteit was, bevatte veel slachtafval en mest. Een analyse gaf de volgende uitkomsten:

droge stof%	N%	NH ₂ %	K ₂ O%	P ₂ O ₅ %
40.5	0.354	0.037	0.062	0.135

Met deze bemesting is dus per ha 41 kg P₂O₅ toegevoerd.

In 1942 is opnieuw een organische bemesting gegeven, ditmaal in de vorm van huisvuilcompost-VAM naar 20 ton /ha. Er is verzuimd van deze meststof de chemische samenstelling te bepalen. VAM-compost bevat echter gemiddeld 0.4 % P₂O₅, zodat rond 80 kg/ha P₂O₅ is toegevoegd. Het gehalte aan organische stof van deze compost is vrij laag, zodat enige twijfel mogelijk is of de gegeven hoeveelheid inderdaad voldoende is geweest, om een mobilisatie van fosfaat teweeg te brengen.

In 1940 is de compost enige dagen na, in 1942 enige dagen voor de bemesting met kunstmest gegeven. In het eerste jaar is de kunstmest ingeëgd, vervolgens is gekalkt en weer geëgd, enige dagen later is de compost toegediend, waarna het gehele perceel ondiep is geploegd. In 1942 is de compost een week voor de kunstmest gegeven en meteen ondergeploegd. De kunstmest is ingeëgd.

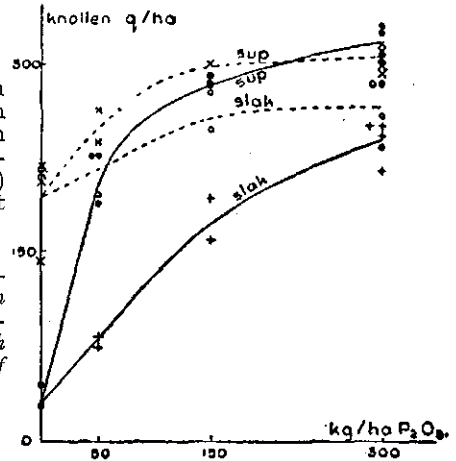
Op deze met en zonder compost behandelde gedeelten van het proefveld zijn enige fosfaatmeststoffen vergeleken, waaronder superfosfaat en slakkenmeel (voor een vollediger beschrijving van de proef vgl. (17)). Deze meststoffen zijn bij aardappelen kort voor het poten, bij rogge voor het zaaien toegediend. In beide eerste jaren zijn zij in hoeveelheden gegeven berekend naar 0, 50, 150 en 300 kg/ha P₂O₅, in beide daaropvolgende jaren is de hoeveelheid gehalveerd en zijn bovendien de oorspronkelijk in tweevoud aangelegde objecten gesplitst en wel zodanig, dat een van beide tot eenzelfde object behorende veldjes ook in de volgende jaren met dezelfde meststof werd bemest, terwijl de vorm van de bemesting op de overige veldjes omgewisseld werd, zodat er naast altijd met slak, resp. sup bemeste veldjes, veldjes voorkomen, die in 2 voorafgaande jaren met de andere meststof zijn bemest. Vanaf 1942 liggen de objecten dus in enkelvoud; desondanks zijn, dank zij de grote verschillen in opbrengst en de vrij grote regelmatigheid van het proefveld (na uitvoering van vruchtbaarheidscorrecties), toch behoorlijk betrouwbare resultaten verkregen.

In beide jaren, waarin compost is toegediend, zijn Eigenheimer aardappelen verbouwd, in beide andere jaren rogge met stoppelknollen als nagewas. De composthelft van het proefveld ontving in beide jaren, waarin deze meststof is toegediend, een geringere stikstofbemesting: 80 kg/ha N in 1940 tegen 150 kg op de onbehandelde strook, 110 kg tegen 150 kg in 1942. Beide helften kregen steeds een gelijke kalibemesting. De onbehandelde helft ontving in 1940 een koperbemesting naar 50 kg/ha kopersulfaat.

Een volledige vermelding van alle resultaten zou te uitvoerig worden. Wij beperken ons tot een grafische afbeelding van de opbrengstresultaten van het eerste proefjaar met *aardappelen* (fig. 24). Hieruit blijkt dat compost de opbrengst bij afwezigheid van een fosfaatbemesting aanzienlijk heeft verhoogd. Bedenken wij dat met de compost slechts

FIG. 24 Invloed van fosfaatbemesting in de vorm van superfosfaat en slakkenmeel op de opbrengsten van aardappelen op heideontginning (Pr 594, 1e oogstjaar) met en zonder bemesting met compost.

FIG. 24 Influence of manuring with superphosphate and basic slag on the yields of potatoes on a reclaimed heath soil (first year) with and without an application of town refuse.



41 kg/ha P₂O₅ is toegevoegd, dan blijkt dit fosfaat goed tot werking te zijn gekomen en gelijkwaardig of zelfs iets beter dan superfosfaat te zijn. Overigens is deze vergelijking niet geheel toelaatbaar, daar de compost ook op andere wijze invloed op het opbrengstniveau kan hebben gehad.

Het effect van de fosfaatbemesting is zonder compost belangrijk groter. Het verschil in werking tussen beide fosfaatmeststoffen is in dit geval zeer groot. Met compostbemesting is het verschil schijnbaar veel geringer, toch is de werking van slak relatief niet zo heel veel beter dan zonder bemesting met compost. Dit blijkt duidelijk, als de hoeveelheden P₂O₅ in de vorm van sup en slak, die een gelijke invloed op de opbrengst hadden, tegen elkaar worden uitgezet (fig. 25). Een be-

FIG. 25 In de figuur zijn de hoeveelheden P₂O₅, die in de vormen van superfosfaat en slakkenmeel een gelijke invloed op de opbrengsten aan aardappelen (van het proefveld Pr 594 op heideontginning) hadden, tegen elkaar uitgezet. De getrokken lijnen geven de waardeverhouding van beide meststoffen in 2 oogstjaren ——— zonder, - - - - - met toevoeging van compost.

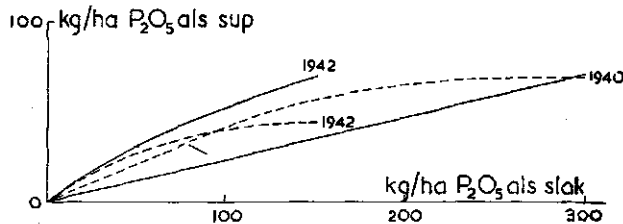


FIG. 25 Same as fig. 9 derived from a field experiment with potatoes (first and third year). Full lines indicate the ratio of the value of superphosphate and basic slag in 2 years without, and broken lines with a simultaneous dressing of town refuse.

mesting naar 150 kg/ha als slak blijkt zonder compost gelijkwaardig aan 35 kg/ha als sup; met compost aan 58 kg. Zeer overtuigend is dit verschil, de nauwkeurigheid van de proef in aanmerking genomen, nog niet. Bovendien blijkt deze verhouding bij nog zwaardere P_2O_5 -gift (300 kg/ha) in beide gevallen praktisch niet te verschillen.

Ook het chemische onderzoek van de aardappelknol toont duidelijk de betere werking van sup. Zowel met als zonder compost zijn de P_2O_5 -gehalten in het algemeen hoger. De verhouding, welke tussen de werking van beide meststoffen op de P_2O_5 -gehalten bestaat, toont in beide gevallen geen verschillen van belang (tabel 5).

TABEL 5 P_2O_5 -gehalten van aardappelknollen (1940) bij bemesting met superfosfaat en slakkenmeel op heideontginning, met of zonder een gelijktijdige bemesting met compost.

kg/ha P_2O_5	zonder compost		met compost	
	sup	slak	sup	slak
0	0.18		0.19	
50	0.22	0.20	0.16	0.27
150	0.24	0.27	0.36	0.24
300	0.37	0.28	0.46	0.33
	<i>without compost</i>		<i>with compost</i>	

TABLE 5 P_2O_5 -content of potatoes obtained after manuring with superphosphate and basic slag on a reclaimed heath soil (1940), with and without a simultaneous dressing of town refuse.

In fig. 25 wordt tevens de verhouding tussen de voor het verkrijgen van gelijke opbrengsten van de in 1942 verbouwde aardappelen benodigde hoeveelheden sup en slak weergegeven. De opbrengsten waren dit jaar zeer goed en liepen tot 464 q/ha knollen. De werking van sup in dit derde proefjaar, waarin dus voor de tweede maal compost (VAM-compost naar 20 ton/ha) is toegediend, was wederom, ditmaal vooral op de met compost behandelde helft, belangrijk beter dan die van slak, hoewel naast de werking van de juist gegeven bemesting ook de nawerking van in beide vorige jaren gegeven fosfaatbemesting meetelt. Inderdaad is het verschil tussen beide meststoffen in dit derde proefjaar iets minder groot.

Van een gunstige invloed van de organische bemesting op de beschikbaarheid van het slakkenmeel is dus in tegenstelling met het eerste proefjaar, toen hiervoor althans nog een zekere aanwijzing bestond, geen sprake. Dit zou eventueel aan het geringe aandeel aan organische stof bij deze compost kunnen worden toegeschreven. Niet onmogelijk is, dat de minder gunstige werking van slak op de compost-helft ten dele op een kalkeffect berust. De compost, die veel kalk bevat, blijkt namelijk de pH van de grond gemiddeld met 0.25 te hebben verhoogd. Als de bij de zwaarste fosfaatbemesting verkregen opbrengsten grafisch worden uitgezet tegen de pH van de betreffende veldjes (fig. 26), wordt sterk de indruk verkregen, dat het pH-optimum bij een betrekkelijk

FIG. 26 Verband tussen de pH en de opbrengst aan aardappelknollen bij bemesting met superfosfaat en slakkenmeel (Pr 594, 1942). . opbrengsten verkregen zonder, x met bemesting met compost.

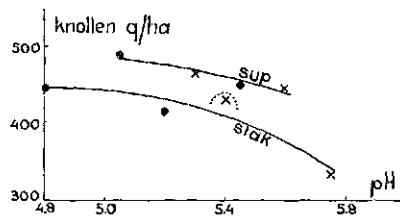


FIG. 26 Relation between pH yield of potatoes with dressings of superphosphate and basic slag (third experimental year) : yields without, x with a dressing of town refuse.

lage pH-waarde, wellicht ongeveer 4.8—5.0, heeft gelegen, en dat een hogere pH een lagere opbrengst tot gevolg heeft gehad. Toch schijnt ook deze figuur er op te wijzen, dat het verschil tussen sup en slak niet alleen een gevolg is van een normale kalkwerking van het slak. Immers de pH-opbrengstkromme ligt bij sup-bemesting in fig. 26 hoger dan bij bemesting met slak, zodat aangenomen zou moeten worden, dat van de in het slak aanwezige kalk een zeer veel grotere invloed op de beschikbaarheid van het fosfaat zou uitgaan, als met de werkelijke bekalkende invloed in overeenstemming te brengen zou zijn. De reeds vaker genoemde ophoping van kalk rondom de fosfaatdeeltjes zou ook hiervan een verklaring kunnen geven.

De opbrengsten van de in 1941 en 1943 verbouwde rogge geven een inzicht over de nawerking van compost-bemesting op de beschikbaarheid van beide fosfaten. Vooral in het eerstgenoemde jaar zijn zeer goede opbrengsten verkregen. De maximale opbrengst aan korrels, welke bij een superfosfaatgift naar 150 kg/ha P_2O_5 bereikt werd, bedroeg 46 q/ha; een zwaardere fosfaatbemesting heeft de opbrengst weer iets doen dalen. In het andere proefjaar bedroeg de hoogste bereikte opbrengst 39 q/ha.

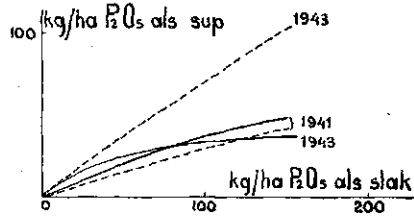
Het verschil in korrel-opbrengst was op beide delen van het proefveld zeer gering; sup gaf echter een duidelijk betere werking dan slak. Aanvankelijk is de stand van het gewas met slak-bemesting beter geweest als gevolg van het optreden van Hooghalense ziekte op de met sup bemeste veldjes. De opbrengsten aan stro zijn dan ook bij bemesting met sup niet beter dan met slak. Beoordeeld aan de korrel-opbrengst is de waardeverhouding van beide meststoffen zeer ten gunste van sup (fig. 27). Het verschil tussen beide meststoffen is minstens even groot geweest als bij de in andere jaren verbouwde aardappelen (fig. 25), hoewel de fosfaatmeststoffen toch reeds vroeg in het najaar voor het zaaien zijn toegediend. Bovendien blijkt de uitkomst op niet en wel in het vorige jaar met compost bemeste grond niet van belang te verschillen. De verhouding is bij P_2O_5 -giften hoger dan 150 kg/ha niet afgebeeld in verband

met de opbrengstdaling, die bij zeer zware bemesting is opgetreden.

Het P_2O_5 -gehalte van de korrel is eveneens met sup iets hoger geweest dan met slak. Op beide helften is gemiddeld gevonden zonder fosfaat 0.48%, naar 50 kg/ha P_2O_5 als sup en slak resp. 0.59 en 0.49%,

FIG. 27 Hetzelfde als in fig. 25, maar nu de waardeverhouding beoordeeld aan de opbrengsten van rogge.

FIG. 27 Same as fig. 25, but derived from the yields of rye (second and fourth year).



naar 150 kg resp. 0.75 en 0.71% en naar 300 kg resp. 0.86 en 0.85%. Van een wezenlijke verhoging van het met slak verkregen gehalte ten opzichte van sup is bij behandeling met compost niet gebleken.

Ook in 1943 zijn geen verschillen tussen de in vorige jaren met en zonder compost behandelde delen waargenomen. Weliswaar lijkt de aan de korrelopbrengst vastgestelde waardeverhouding op de compost-helft gunstiger voor slak dan zonder compost (fig. 27). Aangezien de objecten in dit jaar slechts in enkelvoud lagen, staat dit verschil nog niet voldoende vast. Ook met compost bleef de werking van slak in ieder geval nog duidelijk onder die van sup, zoals uit de gemiddelde opbrengstcijfers (q/ha) blijkt:

kg/ha P_2O_5	sup	slak
25	27.4	26.4
75	34.3	31.7
150	39.7	36.8

In tegenstelling met het jaar 1941 is de stand van het gewas op de met sup bemeste veldjes van de aanvang af beter geweest. De opbrengsten aan stro vertonen geheel dezelfde lijn als de opbrengsten aan korrel.

Bij stijgende pH zijn bij gelijke P_2O_5 -gift langzaam dalende opbrengsten gevonden en, aangezien de pH op de slak-veldjes als regel hoger is, berust het verschil tussen sup en slak waarschijnlijk voor een deel op een invloed van de pH.

Het chemische gewasonderzoek heeft eigenaardige, met de opbrengstbepaling strijdige uitkomsten gegeven. Op de compost-helft heeft bemesting met sup het P_2O_5 -gehalte van korrel en stro aanmerkelijk verhoogd, terwijl van bemesting met slak geen invloed op het gehalte is uitgegaan. Op de niet met compost behandelde helft heeft daartegen slak het gehalte duidelijk meer doen toenemen dan sup (tabel 6).

Terwijl dus de opbrengstbepaling een aanwijzing gaf dat slak door de compost-bemesting beter beschikbaar is geworden, lijkt nu het tegendeel waar te zijn. Niet onmogelijk houden deze onverwachte gehaltecijfers echter verband met verschillen in afrijping.

TABEL 6 P_2O_5 -gehaltes van korrel en stro bij bemesting met superfosfaat en slakkenmeel van de in 1943 verbouwde rogge op in voorgaande jaren niet of wel met compost behandelde heideontginning.

kg/ha P_2O_5	korrel				stro			
	zonder compost		met compost		zonder compost		met compost	
	sup	slak	sup	slak	sup	slak	sup	slak
0	0.59		0.63		0.16		0.12	
25	0.61	0.63	0.67	0.63	0.11	0.08	0.11	0.13
75	0.63	0.68	0.73	0.61	0.10	0.13	0.18	0.12
150	0.76	0.82	0.83	0.61	0.09	0.18	0.21	0.12
P_2O_5 kg/ha	sup	slag	sup	slag	sup	slag	sup	slag
	untreated		with town refuse		untreated		with town refuse	
	grain				straw			

TABLE 6 P_2O_5 -content of grain and straw of rye obtained after manuring with superphosphate and basic slag on a reclaimed heath soil (1943). To one part of the experimental field town refuse was applied in 1940 and 1942.

De na de rogge verbouwde stoppelknollen gaven in 1941 slechts geringe verschillen, in 1943 waren zij onmiskenbaar beter met slak, hetgeen mogelijk aan de hogere pH moet worden toegeschreven. Van een nawerking van de compost was in beide jaren niet veel te bespeuren.

Samenvatting van de resultaten van Pr 594

Op het 4 jaar voortgezette proefveld op heideontginning bleek superfosfaat bij aardappelen en rogge steeds belangrijk betere resultaten te geven. Alleen stoppelknollen reageerden op nawerking gelijk of zelfs iets gunstiger op slakkenmeel.

De tussen sup en slak gevonden verschillen zijn waarschijnlijk voor een klein gedeelte te verklaren door de verschillende werking van deze meststoffen op de pH van de grond. Bij aardappelen en rogge lag het pH-optimum waarschijnlijk bij een vrij lage waarde, zodat de door zware slak-bemesting teweeggebrachte verhoging van de pH een lichte daling van de opbrengst veroorzaakte.

Voor een sterker bevorderende werking van compost op de beschikbaarheid van slakkenmeel in vergelijking met een eventuele werking op de beschikbaarheid van superfosfaat konden slechts enkele vrij zwakke aanwijzingen worden verkregen, enige andere resultaten wezen eerder op het tegendeel.

De praktische betekenis van een compostbemesting, om daarmee een gunstiger werking van slakkenmeel te verkrijgen, lijkt niet groot, al dient bedacht, dat de aan organische stof betrekkelijk arme, maar kalkrijke V.A.M.-compost, voor dit doel misschien minder geschikt is geweest.

De verhoging van de pH door de bemesting met stadsvuilcompost V.A.M. leek in een geval ongunstig voor de beschikbaarheid van slak-

2. DE INVLOED VAN STALMEST-BEMESTING OP HEIDEONTGINNING (Proefveld Pr 601 te Opende)

Het proefveld ligt op een ander gedeelte van het perceel, waarop het proefveld Pr 533 (waarop grote verschillen in werking tussen sup en slak zijn vastgesteld, 14) gelegen is, het is echter pas een jaar later, namelijk in 1940, gereed gekomen. Het perceel is met de schop ontgonnen.

Dit gedeelte van het perceel is iets rijker aan humus, het gehalte bedraagt 5.8% tegen 3.3% bij Pr 533. Na een bekalking met 2100 kg/ha Limburgse kalkmergel bedroeg de pH van de grond 4.6. De betekenis van het proefveld is voornamelijk orienterend, het had tot doel een indruk te verkrijgen of grote verschillen, zoals bij Pr 533 gevonden zijn, ook optreden, als gelijktijdig een organische bemesting wordt gegeven. De meststoffen sup en slak zijn slechts in 2 hoeveelheden toegediend, namelijk naar 65 en 130 kg/ha, de grootte van de veldjes bedroeg slechts 16 m².

Stalmest is in 2 stroken toegediend naar 30 ton/ha in 1940 en naar 20 ton in 1941 en 1943. In de genoemde jaren zijn steeds Eigenheimer aardappelen verbouwd, in het jaar 1942 winterrogge met stoppelknollen als nagewas. De stalmest was steeds goed verrotte koemest van de volgende samenstelling:

jaar	droge stof	N	NH ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
1940	19.0	0.352	0.021	0.22	0.395
1941	26.3	0.360	0.024	0.21	0.435
1943	17.6	0.303	0.008	0.22	0.428

Met de stalmest is dus in de opeenvolgende jaren een hoeveelheid van resp. 66, 42 en 44 kg/ha P₂O₅ in de grond gebracht. De aardappelen ontvingen op de stalmest helft steeds een geringere N-bemesting, namelijk naar resp. 100, 110 en 110 in de opeenvolgende jaren, tegen steeds 150 kg op de niet met stalmest behandelde strook. Er is evenwel op beide helften steeds even veel kali in de vorm van patentkali toegediend.

Stalmest en kunstmest zijn voor het poten gelijktijdig gegeven en tezamen ondergewerkt door ondiep ploegen in 1940, met de vork in 1941. In 1943 is eerst de stalmest ondiep ondergeploegd en is vervolgens de kunstmest toegediend.

Aangezien de meststoffen slechts in 2 hoeveelheden in 2-voud toegediend zijn, heeft het weinig zin de bespreking alleen tot de gevonden waardeverhouding van sup en slak te beperken, daar deze uiteraard weinig betrouwbaar is, maar zullen de volledige opbrengstcijfers in grafieken worden weergegeven.

In fig. 28-30 zijn de in 3 proefjaren met aardappelen verkregen resultaten afgebeeld. In alle jaren blijken de met stalmest verkregen opbrengsten belangrijk boven het opbrengstniveau van de onbehandelde grond te liggen. Dit is niet alleen het geval bij weglaten van de fosfaatbemesting, doordat de stalmest dan ook de rol van fosfaadmeststof vervult, maar eveneens bij de hoogste fosfaatgift. Verder blijkt sup in alle gevallen een betere werking te hebben gehad dan slak. In het eerste proefjaar (fig. 28) is het verschil op de met stalmest bemeste helft gering, zodat het geenszins vaststaat, en daardoor niet de conclusie toelaat, dat de beschikbaarheid van slak ten opzichte van die van sup door de stalmestbemesting bevorderd zou zijn.

In 1941 en 1943 bleek echter veel overtuigender, dat de stalmest de beschikbaarheid van slak niet begunstigd had; het verschil tussen

FIG. 28 Invloed van fosfaatbemesting in de vormen van superfosfaat en slakkenmeel op de opbrengst aan aardappelknollen (1940) met en zonder een gelijktijdige toevoeging van stalmest.

— zonder, - - - met stalmest. en o superfosfaat zonder en met stalmest. × en + slakkenmeel zonder en met stalmest.

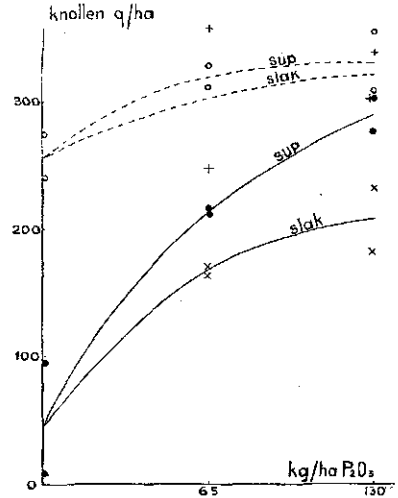


FIG. 28 Influence of manuring with superphosphate and basic slag on the yield of potatoes (first year) with (full lines) and without (broken lines) a simultaneous dressing of stable manure: . and o superphosphate, × and + basic slag.

sup en slak lijkt integendeel relatief geringer op de onbehandelde helft (fig. 29,30). Vooral in het laatste jaar zijn regelmatige uitkomsten verkregen en zijn de verschillen zodanig, dat met vrij behoorlijke zekerheid aangenomen kan worden, dat van een op de met stalmest bemeste grond relatief verbeterde beschikbaarheid van slak niet gesproken kan worden.

FIG. 29 Hetzelfde als fig. 28 in 1941. FIG. 30 Hetzelfde als fig. 28 in 1934.

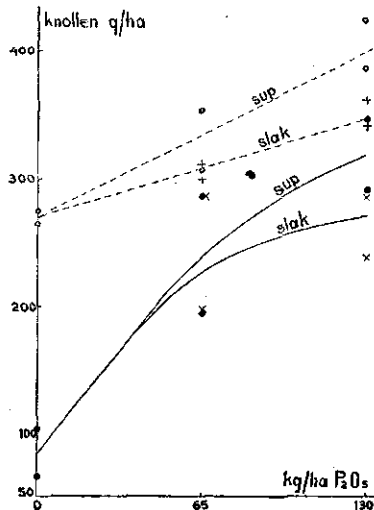


FIG. 29 Same as fig. 28 (second year).

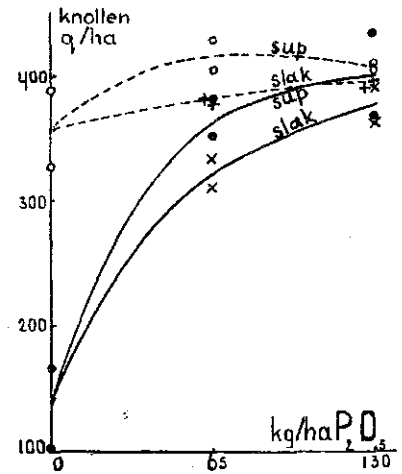


FIG. 30 Same as Fig. 28 (fourth year).

Het chemische gewasonderzoek geeft evenmin aanleiding om een beter beschikbaar worden van slak in vergelijking met sup bij stalmestbemesting aannemelijk te achten. De betreffende uitkomsten zijn vermeld in tabel 7.

TABEL 7 P_2O_5 -gehalten van aardappelen bij bemesting met superfosfaat en slakkenmeel, met en zonder gelijktijdige toediening van stalmest.

P_2O_5 kg/ha	1940				1941				1943			
	onbe- handeld		stal- mest		onbe- handeld		stal- mest		onbe- handeld		stal- mest	
	sup	slak	sup	slak	sup	slak	sup	slak	sup	slak	sup	slak
0	0.33		0.40		0.29		0.32		0.31		0.36	
65	0.41	0.25	0.40	0.39	0.29	0.31	0.38	0.31	0.33	0.32	0.44	0.44
130	0.33	0.27	0.52	0.43	0.33	0.30	0.37	0.35	0.40	0.34	0.50	0.46

P_2O_5 kg/ha	sup	slag	sup	slag	sup	slag	sup	slag	sup	slag	sup	slag
	untreated		stable dung		untreated		stable dung		untreated		stable dung	
	1940				1941				1943			

TABEL 7 P_2O_5 -content of potatoes obtained with superphosphate and basic slag, with and without a simultaneous dressing of stable manure.

In 1940 was de stijging van het P_2O_5 -gehalte op de onbehandelde strook vrij twijfelachtig, al was het met sup wel duidelijk hoger dan met slak. Op de stalmest-helft is het alleen met de zwaarste sup-gift duidelijk gestegen; er is geen aanwijzing voor een relatief betere beschikbaarheid van slak, aangezien het verschil met de onbehandelde grond geheel aan het in de stalmest aanwezige fosfaat kan worden toegeschreven.

In het volgende jaar is de invloed van de P_2O_5 -bemesting op het gehalte gering geweest; alleen op de met stalmest bemeste helft is het gehalte met sup wat hoger, maar met slak is de stijging onzeker.

In 1943 zijn de verschillen tussen sup en slak, die beide het gehalte hebben verhoogd, niet heel groot; er is evenwel geen reden om een beter beschikbaar worden van het slak bij stalmestbemesting aan te nemen.

Wel kan men aan de in tabel 7 vermelde gegevens misschien aanwijzingen ontleenen, dat de toediening van stalmest in het algemeen de P_2O_5 -opname iets bevordert heeft. Indien de op de stalmest - helften gevonden hogere gehalten dus misschien op een betere assimileerbaarheid van het fosfaat mogen wijzen — ook de grotere, in totaal opgenomen hoeveelheid P_2O_5 kan hiervoor pleiten —, dan volgt hieruit nog niet, dat de beschikbaarheid van slak relatief het meest bevordert is.

Gaven de met aardappelen verkregen resultaten een inzicht over de invloed van stalmest bij gelijktijdige toediening met fosfaatmeststoffen, het proefjaar 1942 met rogge wijst aan hoe het met de nawerking van in beide voorgaande jaren toegediende stalmest op de beschikbaarheid van

de fosfaten is gesteld. De nawerking van de stalmest op de opbrengsten komt nog duidelijk tot uiting (fig. 31). Volgens de korrelopbrengst zijn sup en slak zonder stalmest ongeveer gelijkwaardig geweest, maar met stalmest was er een iets betere werking van sup. Volgens de opbrengsten aan stro heeft sup echter in beide gevallen tot een beter resultaat geleid. In al deze gevallen zijn de verschillen echter gering. Een aanwijzing voor

FIG. 31 Hetzelfde als fig. 28, nu bij nawerking van 2 maal gegeven stalmest op de opbrengst van rogge (1942).

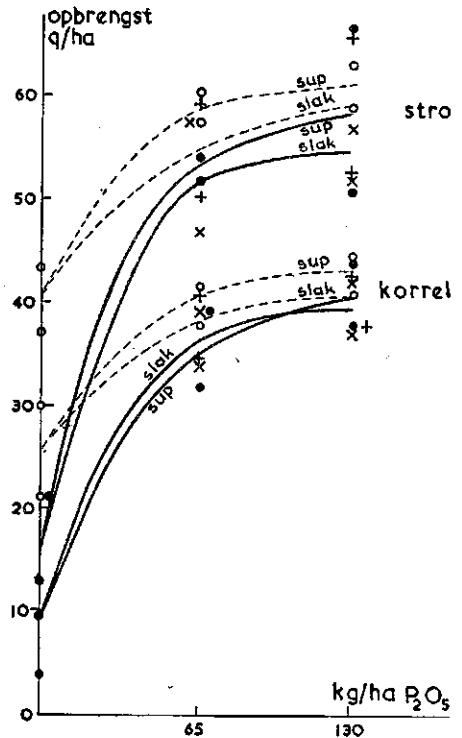


FIG. 31 Same as fig. 28 for the after-effect of manuring on the yield of rye (third year).

een ten opzichte van sup verbeterde beschikbaarheid van slak kan evenwel niet opgemerkt worden. Wel zou mogelijk de beschikbaarheid van beide fosfaatmeststoffen tegelijk verbeterd kunnen zijn; het hogere bij stalmest gevonden opbrengstniveau kan echter ook op andere factoren, dan op fosfaat alleen, berusten.

Het chemische onderzoek van korrel en stro liet in het geheel geen overtuigende verschillen zien.

De in 1942 na de rogge verbouwde *stoppelknollen*, die geen nieuwe fosfaatbemesting ontvingen, bleken bij nawerking van de slakbemesting iets betere resultaten te geven. Het verschil was op niet en wel met stalmest behandelde stroken, welke laatste belangrijk hogere opbrengsten gaven, vrijwel het zelfde.

Samenvatting van de resultaten van Pr 601

Op dit proefveld op heideontginning, waarop in verloop van 4 jaren

3 maal een stalmest-bemesting bij aardappelen is toegepast, is geen aanwijzing verkregen, dat de beschikbaarheid van slak in verhouding tot de grotere beschikbaarheid van sup voor deze aardappelen, of voor de een jaar later zonder nieuwe toepassing van stalmest verbouwde rogge, verbeterd is. Alleen na de rogge verbouwde stoppelknollen gaven (ook zonder stalmest) misschien iets betere resultaten op de in de voorgaande herfst met slak bemeste veldjes.

3. SAMENVATTING VAN DE PROEVEN MET ORGANISCHE BEMESTING

Om na te gaan of het opmerkelijke verschil in werking tussen slakkenmeel en superfosfaat op heidegrond wellicht aan de zwakke microbiologische activiteit van deze grond zou kunnen worden toegeschreven en of hierin door een gelijktijdige toediening van een organische bemesting voor het slakkenmeel verbetering zou kunnen worden aangebracht, zijn een tweetal proeven genomen.

Bij bemesting met stadsvuilcompost zijn enige aanwijzingen in deze richting verkregen, waar tegenover evenwel ook enkele tegengestelde ervaringen staan. De met stalmest verkregen resultaten leveren geen aanwijzing in deze richting.

Hoewel uit deze proeven niet afgeleid mag worden, dat een organische bemesting voor de fosfaathuishouding zonder betekenis is, lijkt toch wel, dat met slakkenmeel op deze wijze geen verbeterd resultaat is te verkrijgen en dat de ongunstige uitkomst niet aan de geringe microbiologische activiteit van deze grond behoeft te worden toegeschreven.

Om een sterker effect te verkrijgen, zou men misschien tot een menging van de fosfaatmeststof met de organische mest moeten overgaan, zoals door MIDGLEY en DUNKLEE (8) is gedaan, wat evenwel in ons geval slechts theoretische betekenis kan hebben.

4. SAMENVATTING VAN ALLE PROEVEN OP HEIDEGROND, BESPROKEN IN DE HOOFDSTUKKEN I-III

In Hoofdstuk I zijn de resultaten van de veldproef Pr 391 op heideontginning en van de potproef met heidegrond VPr 66 besproken. Van de in Hoofdstuk II behandelde proeven over de invloed van kalk is evenwel ook een gedeelte op heidegrond verricht, namelijk de veldproef Pr 122 en de potproef VPr 56. Hetzelfde geldt voor de in Hoofdstuk III behandelde proeven, waarbij de invloed van organische bemesting is nagegaan. Hoewel voor de afzonderlijke uitkomsten naar de reeds gegeven samenvattingen (blz. 22, 29, 35, 53, 66) kan worden verwezen, zal in het volgende van alle op heidegrond verkregen uitkomsten een samenvattend overzicht worden gegeven.

Bevestigd is, dat het verschil in werking tussen superfosfaat en slakkenmeel op heidegrond bij verschillende gewassen zeer belangrijk kan zijn. Deze conclusie geldt zowel voor het eerste als, bij voortgezette toepassing, voor de hierop volgende jaren. De nawerking bleek een jaar na de toediening nog duidelijk verschillend te kunnen zijn. De grootte

van het verschil tussen beide meststoffen is echter afhankelijk van de wijze, waarop de bemesting wordt toegediend.

Diepe inbrenging en tijdige aanwending kunnen het verschil verkleinen. Voorts is gebleken, dat de vochtvoorziening van betekenis is: te velde bleek droogte voor de opneembaarheid van het in de bovenste lagen aanwezige slakkenmeel ongunstig; in een potproef bleek zeer grote vochtigheid van de bovenlaag eenzelfde effect te hebben. De vochtvoorziening kon bij deze potproef zelfs zo gekozen worden, dat slakkenmeel in een bepaald geval superfosfaat in werking overtrof.

In een geval, waarin de vastlegging van het fosfaat zeer sterk was, mogelijk als gevolg van intensieve vermenging met de grond, was de met monocalciumfosfaat (m.a.w. superfosfaat) verkregen voorsprong zeer gering.

Kalk bleek de werking van slakkenmeel meestal wat sterker te verminderen dan van superfosfaat, en daar op nieuw ontgonnen gronden gewoonlijk een bekalking zal worden gegeven, zal dit de werking niet ten goede komen. De eigenschap zelf kalk te bevatten is voor het tot werking komen op deze gewoonlijk weinig gebufferde gronden niet bevorderlijk, temeer omdat deze kalk rondom de fosfaatdeeltjes zal zijn opgehoopt. De geringe microbiologische activiteit en CO_2 -ontwikkeling van deze grond zal een belemmering kunnen vormen voor het verwijderen van deze overmaat aan kalk. Toch bleek een gelijktijdig gegeven organische bemesting (stalmest of compost) geen noemenswaardige verbetering in vergelijking met superfosfaat te geven, hetgeen uiteraard niet uitsluit, dat de microbiologische activiteit op oudere gronden een belangrijker rol zou kunnen spelen.

De betere oplosbaarheid van superfosfaat kwam tot uiting in een iets grotere verspreiding in de grond.

Het gewas haver (maar ook aardappelen, vgl. 15) bleek vooral in het jeugd stadium een gering vermogen te hebben om fosfaat op te nemen. Als gevolg van het afwezig zijn van een fosfaatvoorraad bij een ontginningsgrond leidt de moeilijke opneembaarheid van slakkenmeel terstond tot een achterstand in ontwikkeling, die bezwaarlijk ingehaald kan worden. Bij granen treedt geen of een geringere uitstoeling op, waardoor de stand hol blijft. In tegenstelling hiermee zal op een oudere grond fosfaat uit de grond zelf ter beschikking staan en zal een aanvankelijke geringere opneembaarheid van het bij de bemesting gegeven fosfaat gemakkelijker overbrugd kunnen worden zonder belangrijke schade voor het gewas.

IV. INVLOED VAN DE TIJD VAN AANWENDING

In een in 1939 in het Landbouwkundig Tijdschrift verschenen mededeling (11) hebben wij een aantal gegevens bijeengebracht, die aantoonen dat het tijdstip, waarop het slakkenmeel wordt toegediend, van groot belang is voor de beschikbaarheid. Bij late toediening werkt deze meststof belangrijk ongunstiger. De op verscheidene proefvelden vastgestelde

geringere werking van slak, in vergelijking met sup, kan voor een deel op een minder juiste toepassing van eerstgenoemde meststof berusten.

De reeds eerder in bovengenoemde publicatie meegedeelde resultaten zullen tezamen met een aantal nieuwere gegevens, die het vroeger gevondene nader bevestigen, ook op deze plaats vermeld worden. Tevens zullen enkele bijzonderheden over de invloed van de tijd van toediening op de werkzaamheid van sup worden meegedeeld.

1. PROEFNEMINGEN OP BOUWLAND

a. Pr 374, E. SIJBRING Midlaren. Op dit op zeer fosfaatarme zandgrond gelegen, eenjarige proefveld, is in 1937 rogge verbouwd, waarop o.a. de meststoffen slak en monocalciumfosfaat (mcf) naar 100 kg/ha P_2O_5 in het najaar voor het zaaien op 15 October en als overbemesting over het gewas op 17 Maart zijn aangewend. De meststoffen zijn na het uitstrooien ingeëgd. Het betreffende perceel was weliswaar reeds een 30-tal jaren in cultuur, maar steeds zeer onvoldoende, of in het geheel niet, met fosfaatmeststoffen bemest. Het P-citr van de grond bedroeg slechts 22; het P-getal $\frac{1}{2}$; de reactie op fosfaatbemesting is dan ook zeer groot. De toegediende bemesting was ongetwijfeld nog niet voldoende, zoals uit de vergelijking met de resultaten van het op hetzelfde perceel gelegen proefveld Pr 280 bleek (vgl. 12, blz. 155-162; in deze publicatie is ook het proefveld Pr 374 al uitvoeriger besproken).

Deze zandgrond bevat 5.7% humus, de pH bedraagt 5.5. Tabel 8 geeft enige opbrengstresultaten van dit proefveld, benevens resultaten van een telling van het aantal korrels per aar.

TABEL 8 Opbrengsten van rogge en gemiddelde aantallen korrels per aar bij bemesting met monocalciumfosfaat in het najaar en bij overbemesting in het voorjaar.

fosfaat	aanwending	korrel q/ha	stro q/ha	korrels per aar
monocalciumfosfaat	15-10	18.3 \pm 0.7	38.0	44 \pm 1.3
slakkenmeel <i>basic slag</i>	15-10	15.7	32.4	41 \pm 2.6
monocalciumfosfaat	17-3	14.6	31.3	41 \pm 2.0
slakkenmeel <i>basic slag</i>	17-3	9.2	26.7	33 \pm 1.8
<i>phosphate fertilizer</i>	<i>date of application</i>	<i>grain q/ha</i>	<i>straw q/ha</i>	<i>seeds per ear</i>

TABLE 8 Yields of rye and average number of seeds per ear obtained after manuring with monocalciumphosphate in autumn and spring.

Bij vroegtijdige aanwending heeft mcf weliswaar een betere uitwerking gehad dan slak, maar het verschil (2.6 ± 0.9 q/ha korrel) is minder groot dan bij late toediening (5.4 ± 0.9). In dit laatste geval heeft ook mcf minder gewerkt, maar lijkt slak bijna niet tot werking te zijn gekomen

b. Pr 577, H. NABER, Emmen. Dit proefveld ligt op een nieuwe dalgrond-ontginning. In het eerst proefjaar was het perceel voor het derde jaar in gebruik. De fosfaattoestand was nog onvoldoende, P-citr bedroeg 20, P-getal $3\frac{1}{2}$. De pH van de grond was 5.35, het humusgehalte 6%.

Naast andere fosfaten (vgl. VAN DER PAAUW en PRUMMEL, 17) worden op dit proefveld sup en slak bij vroege en late aanwending vergeleken in hoeveelheden naar resp. 30, 80 en 150 kg/ha P_2O_5 .

In het eerste jaar zijn Thorbecke-, in het derde jaar Voran-aardappelen verbouwd. De in het tweede jaar verbouwde haver reageerde in het geheel niet op de fosfaatbemesting en wordt buiten beschouwing gelaten.

De najaarsbemesting voor het oogstjaar 1940 is gegeven op 7 December. Tengevolge van de vorst is het niet mogelijk geweest de meststof in te eggen. In het voorjaar vond de bemesting plaats op 4 April. Daarna is het gehele proefveld met de cultivator en de eg bewerkt en vervolgens geplogd.

Hoewel de verschillen in opbrengst vrij gering zijn, is er een duidelijke aanwijzing, dat de vroege toediening betere resultaten heeft afgeleverd dan de late (fig. 32). Dit geldt zowel voor sup als slak. Bij

FIG. 32 Invloed van vroege en late toediening van superfosfaat en slakkenmeel op de opbrengst van aardappelen op nieuwe dalgrond (Pr 577, 1940). . geen fosfaat en superfosfaat vroeg toegediend, o superfosfaat laat toegediend, x slakkenmeel vroeg toegediend, + slakkenmeel laat toegediend.

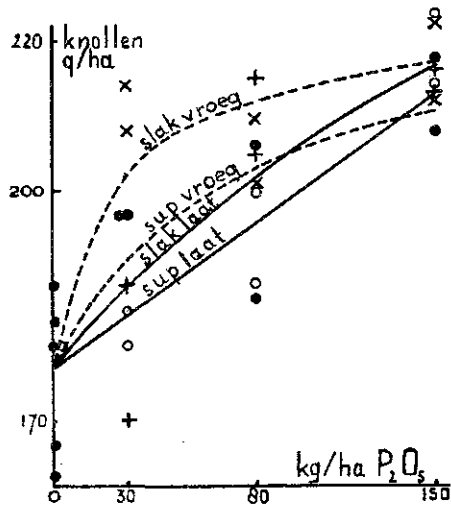


FIG. 32 Influence of early and late application of superphosphate and basic slag on the yield of potatoes on reclaimed moor soil in 1940. . no phosphate and early applied superphosphate, o late application of same, x and + early and late application of basic slag respectively.

beide tijden van aanwending is met slak een beter resultaat verkregen, vooral bij toediening in de herfst. Ook tijdens de groei is deze iets betere werking van slak zichtbaar geweest.

Het is niet overbodig op te merken, dat ook natuurlijke fosfaten, die eveneens op dit proefveld beproefd werden, maar in dit verband buiten beschouwing blijven, een zeer bevredigende werking hebben gehad. Deze grondsoort is dus, zoals trouwens wel bekend is (9), in staat moeilijk toegankelijke fosfaten voor het gewas beschikbaar te maken; dit verklaart ook de gunstige werking van slak bij late toediening.

Het chemische gewasonderzoek geeft in hoofdzaak een bevestiging van het gevondene. Terwijl het P_2O_5 -gehalte van de knollen zonder fosfaatbemesting 0.50% bedroeg, was dit bij opklimmende sup-bemesting resp. 0.60, 0.66 en 0.73% bij vroege en resp. 0.54, 0.62 en 0.65% bij late toediening. Bij vroege slak-bemesting bedroegen de gehalten resp. 0.61, 0.64 en 0.66%, ondanks de hogere met slak-bemesting verkregen opbrengsten iets lager dan met sup, wat dus toch wellicht op een iets geringere beschikbaarheid van het fosfaat als zodanig zou kunnen wijzen, terwijl het verschil in opbrengst misschien op een nevenwerking (kalk in slak, schade door sup?) zou kunnen berusten. Bij late aanwending van slak zijn onregelmatige cijfers verkregen, namelijk resp. 0.57, 0.54 en 0.77%; beide laatste cijfers lijken weinig waarschijnlijk.

Voor 1942 is de bemesting op 21 November en op 1 Mei toegediend. Na de bemesting is geëgd. Enige dagen voor 1 Mei was geploegd. De vroeg gegeven bemesting is dus bovendien dieper ingebracht.

De uitkomsten zijn iets onregelmatiger dan in het eerste proefjaar (fig. 33). Het wekt de indruk, alsof vroeg gegeven sup en laat gegeven

FIG. 33 Hetzelfde als in fig. 32 in 1942.

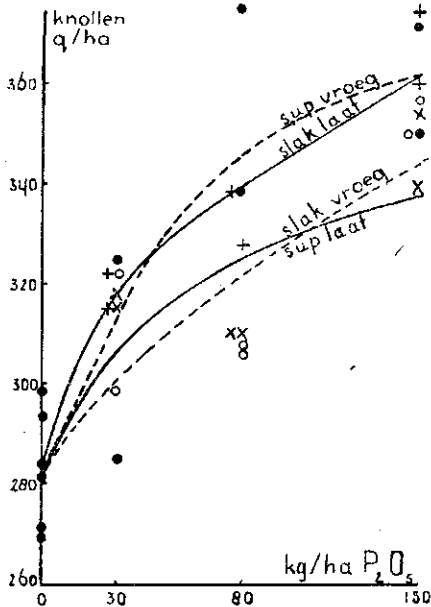


FIG. 33 Same as fig. 32 in 1942.

slak de beste resultaten hebben gegeven. De lagere ligging van de met laat aangewend sup en vroeg aangewend slak verkregen lijnen berust bij nader toezien in beide gevallen op de lage, bij de middelste fosfaat-gift verkregen opbrengsten. Het lijkt niet onmogelijk dat de gevonden verschillen voor een groot deel van toevallige aard zijn. Bij buiten beschouwing laten van de tijd van toediening zouden sup en slak ongeveer aan elkaar gelijkwaardig zijn.

Het chemische gewasonderzoek heeft geen duidelijke verschillen opgeleverd.

c. Pr 391, R. Tel, Marum. De resultaten van dit op heide-ontginning. gelegen proefveld zijn in het voorgaande uitvoerig besproken (blz. 5-23). Wij vermelden hier nog de bij vroege en late toepassing van P_2O_5 naar 150 kg/ha met Zwarte haver verkregen korrel- en stro-opbrengsten. Van het verschil in grondbewerking wordt hier afgezien (tabel 9).

TABEL 9 Invloed van de tijd van aanwending van superfosfaat en slakkenmeel op de opbrengst van haver op heideontginning.

fosfaat	tijd van aanwending	korrel q/ha	stro q/ha
slakkenmeel <i>basic slag</i>	27-11	15	17
superfosfaat	27-11	26	32
slakkenmeel <i>basic slag</i>	4- 3	11	15
superfosfaat	4- 3	15	26
<i>phosphate fertilizer</i>	<i>date of application</i>	<i>grain q/ha</i>	<i>straw q/ha</i>

TABLE 9 Influence of time of application of superphosphate and basic slag on the yield of oats on a reclaimed heath soil.

Zowel de met sup als de met slak verkregen opbrengsten zijn bij late aanwending veel geringer. Zoals eerder gezegd is het droge voorjaar waarschijnlijk voor een groot deel voor dit grote verschil verantwoordelijk.

2. PROEFNEMINGEN OP GRASLAND

Het grootste aantal gegevens is op grasland verkregen.

a. De proefvelden Pr 281 en Pr 384, GEBR. WOLTERS, Dorkwerd (gem. Hoogkerk Gr) op klei-grasland lagen op eenzelfde perceel, waarvan de ene helft met Pr 281 in 1936 en 1938, de andere helft met Pr 384 in 1937 gemaaid werd. (vgl. VAN DER PAAUW, 12). Het perceel bestaat uit zware kleigrond met 67% afslibbaar, 15% humus en pH 5.75 in de zodelaag. De grond is nogal fosfaatarm, P-citr bedraagt 23, P-getal 7.

Op deze proefvelden werden de fosfaatmeststoffen in 1936 en 1937 laat, namelijk half Maart, gegeven. In 1938 werd evenwel het slak op Pr 281 eerder toegediend, namelijk op 3 December, het sup eerst op 17 Maart. Bovendien is slak toegediend op veldjes, die in 1936 geen bemesting hadden ontvangen, op sommige veldjes vroeg, op andere laat.

In 1936 en 1937 was slakkenmeel zeer belangrijk bij sup achterbleven (vgl. fig. 12, fig. 11 en 12, blz. 179 en 181). In 1938 was het verschil echter gering. Bovendien bleek het voor de eerste maal vroeg gegeven slak bij de zwaarste gift een belangrijk betere opbrengst te geven dan het laat toegepaste slak. (tabel 10).

TABEL 10 Invloed van de tijd van aanwending van superfosfaat en slakkenmeel op de opbrengst van klei-grasland.

fosfaatbemesting	Opbrengsten aan gras (droge stof) in q/ha bij verschillende P_2O_5 -bemesting (kg/ha)					
	0	20	40	65	100	
superfosfaat voor de 2e maal, voorjaar	49.3	55.6	58.8	64.6	65.7	<i>sup for 2nd time in spring slag for 2nd time in autumn slag for 1st time in autumn slag for 1st time in spring</i>
slakkenmeel voor de 2e maal, najaar		56.3	60.1	60.9	64.9	
„ voor de 1e maal najaar			57.2		60.0	
„ voor de 1e maal, voorjaar			57.5		54.6	
<i>application of phosphate</i>	<i>yields of grass (air-dried matter) in q/ha with different amounts of P_2O_5 (kg/ha)</i>					

TABEL 10 Influence of time of application of superphosphate and basic slag on the yield of grass on a marine clay soil.

Ook uit het ontwikkelingsverloop van het gras is duidelijk gebleken, dat vroegtijdig toegediend slak een veel betere werking heeft gehad. Bovendien is het P_2O_5 -gehalte van het gras bij vroege toediening van slak iets hoger geweest; bij bemesting naar 40 kg/ha 0.52 tegen 0.47%, naar 100 kg/ha 0.59 tegen 0.57%. Van belang is verder nog, dat de laat bemeste percelen zelfs na het maaien in het etgroen nog duidelijk in groei achterbleven.

Deze uitkomsten maken het aannemelijk, dat het in beide voorgaande jaren gevonden grote verschil tussen sup en slak voor een belangrijk deel door de te late toediening van het slak is veroorzaakt.

b. Op het op dezelfde grondsoort gelegen proefveld Pr 554, E. VAN DIJKEN, Leegkerk (Gem. Hoogkerk), waar de zodelaag 52% klei en 18% humus bevat, zijn sup en slak in 1940 vergeleken bij toediening in de herfst en in het voorjaar. Het perceel is arm met slechte grasgroei. De fosfaattoestand varieert sterk, P-citr loopt uiteen van 17 tot 50, P-getal van 7 tot 20. De pH bedraagt 5.3. Sup en slak zijn gegeven op 0,25, 70 en 120 kg/ha P_2O_5 op 21 November en 20 Maart (vgl. 17).

Hoewel geen zeer regelmatige uitkomsten verkregen zijn, laten deze

toch een duidelijke lijn zien (fig. 34). Vroeg en laat gegeven sup zijn bij lage en matige gift bij benadering aan elkaar gelijk; bij hoge gift heeft het in November toegediende sup waarschijnlijk een oogstdepressie veroorzaakt. Verbranding van de zode tengevolge van de sup-bemesting is weliswaar niet geconstateerd, maar het is niet onmogelijk, dat toch enige schade is ontstaan. Wel vaker is een dergelijke daling van de op-

FIG. 34 Invloed van vroege en late toediening van superfosfaat en slakkenmeel op de opbrengst van kleigrasland (1e snede van Pr 554), stippen als in fig. 32.

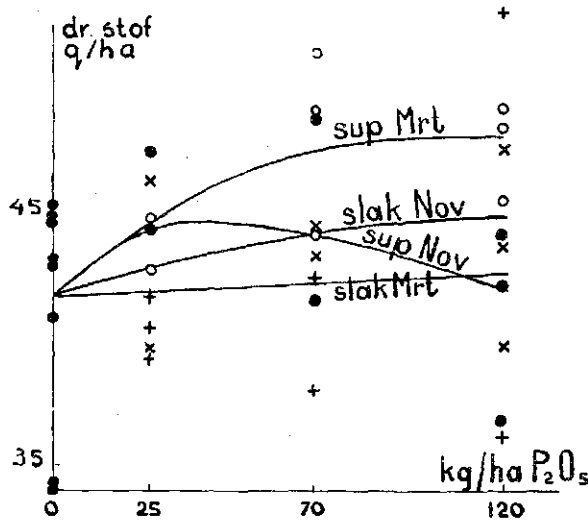


FIG. 34 Influence of early and late application of superphosphate and basic slag on the yield of grassland on a marine clay soil, (first cut, experiment Pr 554). Meaning of dots the same as in fig. 32.

brengrst bij zware sup-bemesting door ons vastgesteld, ook als geen uiterlijke kenmerken in het gewas aanwezig waren.

Slak daarentegen heeft bij late toepassing slechts een zeer geringe werking op de opbrengst gehad. Bij vroege aanwending was de werking beter en verschilde deze niet zo heel veel van die van het vroeg gegeven sup. Dit laatste leek bij lage gift wel een iets beter effect te geven, terwijl bij hoge gift slak de beste werking had.

De P_2O_5 -gehaltenes van het gras waren met sup-bemesting duidelijk hoger. Een aanwijzing, dat vroeg gegeven slak iets beter opneembaar was, is vrijwel niet verkregen. Gevonden is:

met sup vroeg:	resp. 0.55, 0.57 en 0.60%
laat:	resp. 0.52, 0.57 en 0.63%
met slak vroeg:	resp. 0.56, 0.51 en 0.55%
laat:	resp. 0.53, 0.53 en 0.54%
en zonder fosfaatbemesting	0.47%

Wegens de ongelijkmatigheid van de grond is dit proefveld niet voortgezet en in 1941 vervangen door het proefveld Pr 618, eveneens bij E. VAN DIJKEN. De zodelaag bevat hier 41% afslibbare delen, 19% humus, de pH bedraagt 5.7. De fosfaattoestand is onvoldoende, P-citr en P-getal bedragen resp. 24 en 6 (vgl. 16).

In het eerste proefjaar, 1941, is het niet mogelijk geweest de meststoffen zowel in na- als voorjaar te geven en werd de bemesting op 11 Maart toegediend. Sup gaf een belangrijk beter resultaat dan slak.

In 1942 zijn de veldjes gehalveerd en ontving een van beide helften de fosfaatbemesting op 22 November, de andere op 22 April, naar 20, 50, 90 en 140 kg/ha P_2O_5 . De tweede bemesting was dus nogal laat, maar de ontwikkeling van het gras was na de strenge winter zeer vertraagd, zodat de groei praktisch nog moest beginnen.

Het verloop van de in fig. 35 weergegeven lijnen is, hoewel niet volledig vaststaand, toch voldoende duidelijk. De werking van in het najaar

FIG. 35 Hetzelfde als in fig. 34 voor het proefveld Pr 618 in het tweede proefjaar (1941).

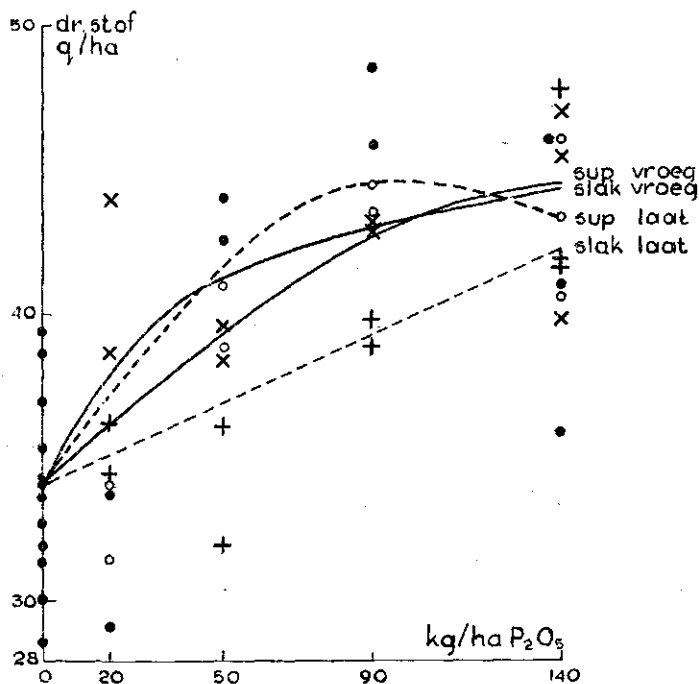


FIG. 35 Same as fig. 34 for the experimental field Pr 618 in the second year (1941).

gegeven sup en slak heeft elkaar weinig ontlopen. Ook in het voorjaar aangewend sup heeft een niet veel mindere werking gehad; laat gegeven slak is echter belangrijk achtergebleven.

Volgens het chemische gewasonderzoek verschilden de P_2O_5 -gehalten van het gras slechts onbelangrijk; alleen de sup-bemesting in het voorjaar heeft iets hogere cijfers gegeven.

In 1943 is de proef voortgezet. Voor de eerste maal is op dit proefveld een goede grasoogst verkregen. De gevonden verschillen zijn echter van geringere betekenis (fig. 36). Sup heeft slechts een iets betere werking

FIG. 36 Hetzelfde als in fig. 35 voor het derde proefjaar (1942).

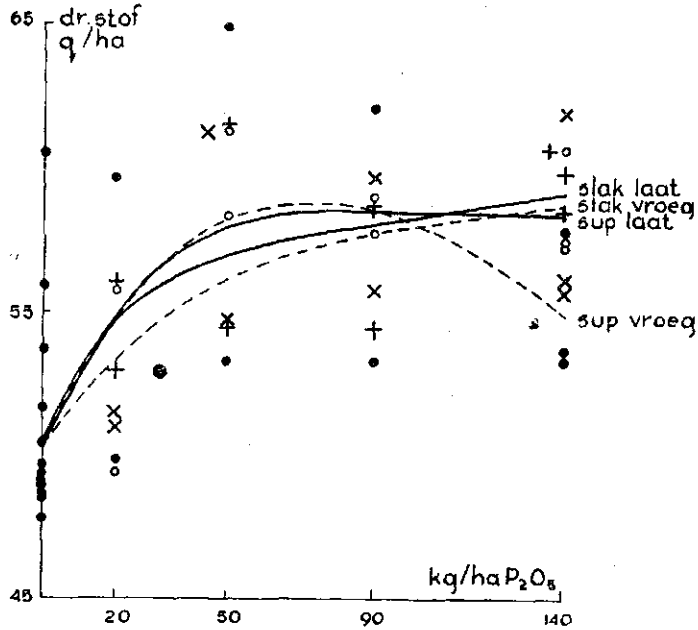


FIG. 36 Same as fig. 35 for the third year (1942).

gehad dan slak, de invloed van de tijd, waarop de meststof gegeven is, was echter van weinig belang. Nu is echter de najaars-bemesting eerst op 15 Januari toegediend, de voorjaars-bemesting op 29 Maart, zodat het tijdsverschil niet heel groot was. Bij zwaardere sup-bemesting is vermoedelijk de opbrengst weer iets teruggelopen; inderdaad heeft de vroeg gegeven sup verbrandend op de zode gewerkt.

In een derde proefjaar heeft men met een cumulatief effect te maken. De betrekkelijke gelijkheid van de verkregen opbrengsten wijst er weer op, dat de nawerking van slak in het algemeen niet belangrijk verschilt van die van sup.

c. Op het op veen-grasland in de Peizer Maden gelegen proefveld Pr 285, R. LUNSCHÉ, Peizerhorst (gem. Peize, Dr.) zijn in beide eerste proefjaren, waarin monocalciumfosfaat en slak bij voorjaarsaanwending

(beide jaren op 17 Maart) vergeleken werden, geen grote verschillen gevonden. Deze grondsoort bevat 50% humus en 9% afslibbaar, de pH van de grond bedraagt 5.65, P-getal en P-citr resp. $4\frac{1}{2}$ en 28 (vgl. 12).

In het droge, derde proefjaar, 1938, waarin de bemesting op 18 Maart is toegediend, is de werking van slak echter geringer geweest, wat zowel in de ontwikkeling van het gras, als in de opbrengsten tot uiting kwam. Deze laatste bedroeg zonder fosfaat 32.0 q/ha en met opklimmende hoeveelheden monocalciumfosfaat (naar 20, 40, 65 en 100 kg/ha P_2O_5) resp. 40.5, 39.7, 40.3 en 44.6, met slak resp. 37.9, 39.5, 40.2 en 43.0 q/ha.

Het proefveld Pr 555, J. TALENS, Peizerwoud (gem. Peize), dat in hetzelfde graslandgebied is gelegen als het vorige, heeft zeer overtuigende resultaten opgeleverd. Hoewel dit perceel vrij geregeld bemest is, en overigens ook in een goede toestand verkeerde, was de fosfaattoestand zeer laag. P-citr bedroeg namelijk slechts 8, het P-getal 1, zeer waarschijnlijk een gevolg van sterke fosfaatvastlegging op deze sterk ijzerhoudende grond. Het humus-gehalte bedraagt 60%, het kleigehalte 23%, de pH is 5.45 (vgl. 17).

Sup en slak zijn in hoeveelheden naar 25, 70 en 120 kg/ha in najaar en voorjaar in 4 opeenvolgende jaren toegediend. Er werden steeds sterke reacties op de fosfaatbemesting verkregen.

In fig. 37, is de uitkomst van het eerste proefjaar, 1940, afgebeeld. De fosfaatbemesting is gegeven op 6 December en 12 Maart.

FIG. 37 Hétzelfde als in fig. 34 voor veengrasland (Pr 555, 1e proefjaar, 1940).

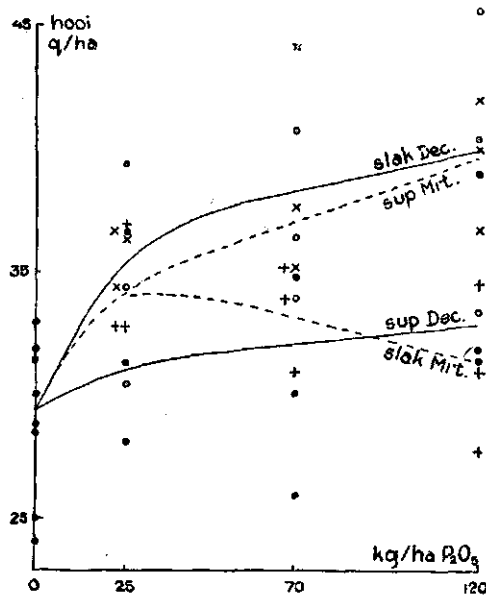


FIG. 37 Same as fig. 34 for grassland on a peat soil (experiment Pr 555, first year, 1940).

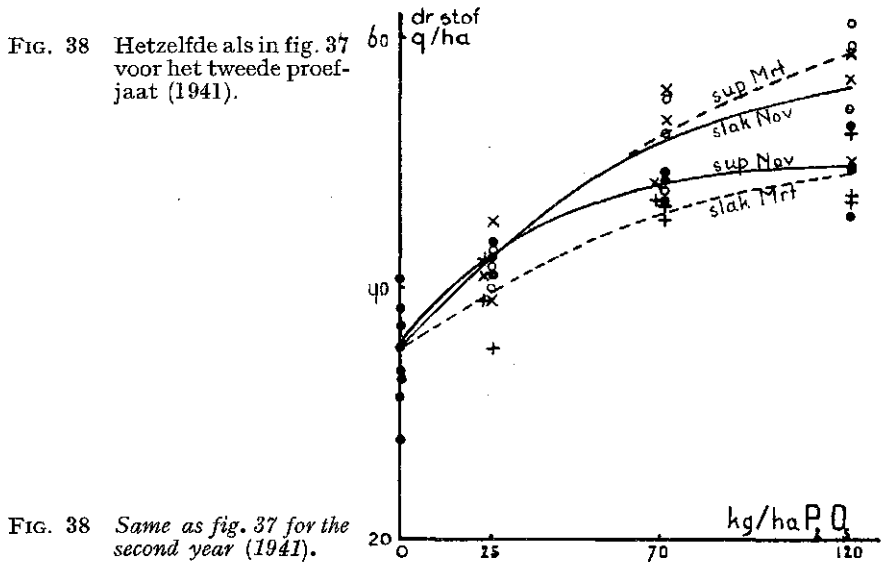
Zeer overtuigend blijkt dat een vroegtijdige bemesting met slak en een voorjaarsbemesting met sup de beste resultaten hebben afgeworpen. Een late bemesting met slak werkte veel minder. Het wekt de indruk

alsof grotere hoeveelheden slak de opbrengst hebben doen dalen.

Verder valt op dat vroeg gegeven sup slechts een zeer matige werking heeft gehad. Zeer waarschijnlijk kan dit aan een geleidelijk voortgaande vastlegging van het superfosfaat worden toegeschreven, welke het veel trager inwerkende slak niet, of in veel geringere mate heeft ondergaan. Wij vinden hier dus voor het eerst een duidelijk geval, waarin de tijd van aanwending ook voor de beschikbaarheid van het sup van grote betekenis is. Deze is echter juist tegengesteld aan de invloed, welke als regel bij bemesting met slak wordt vastgesteld.

Opmerkelijk is, dat de P_2O_5 -gehaltenes van het gras veel minder karakteristieke verschillen vertonen (tabel 11). Vroeg en laat aangewend sup hebben practisch dezelfde stijging van het gehalte gegeven, en zelfs laat toegediend slak heeft practisch niet veel minder effect gehad. In een vroegere publicatie (13) hebben wij de mening uitgesproken, dat het gehalte vooral wordt bepaald door de beschikbaarheid van het betreffende bestanddeel op het moment van de oogst. Het is niet onmogelijk dat de beschikbaarheid van het laat gegeven sup op dat ogenblik reeds teruggelopen was tot het peil van de vroeg met op bemeste grond en het laat aangewende slak al in een beter opneembare vorm is overgegaan. De beschikbaarheid in het begin van de ontwikkeling is echter in hoge mate beslissend voor het aan de gang komen van de groei en de uiteindelijk verkregen oogst. Ook de mogelijkheid, dat het achterlijke gewas "fysiologisch" jonger is en daardoor een hoger P_2O_5 -gehalte heeft, moet in het oog worden gehouden.

In het volgende jaar werden deze uitkomsten volledig bevestigd. Op 28 November toegediend slak en op 27 Maart gegeven sup hebben vrijwel gelijke resultaten opgeleverd (fig. 38). Duidelijk minder was



de werking van vroeg gegeven sup, hoewel het verschil niet zo groot was als in 1940. In dit tweede proefjaar berust de werking echter ook voor een deel op de in het voorgaande jaar gegeven bemesting en het is zeer waarschijnlijk, dat de toen vroeg en laat aangewende sup in naderking gelijkwaardig is.

Ook het chemische gewasonderzoek gaf vrijwel overeenkomende uitkomsten (tabel 11). De gehalten zijn echter met laat gegeven sup nu wel het hoogst en met laat aangewend slak inderdaad het laagst.

In 1942 waren de uitkomsten alleen in zoverre afwijkend, dat de werking van het op 3 December toegediende sup niet minder, maar misschien zelfs iets beter was dan van op 30 Maart gegeven sup (fig. 39).

FIG. 39 Hetzelfde als in fig. 37 voor het derde proefjaar (1942).

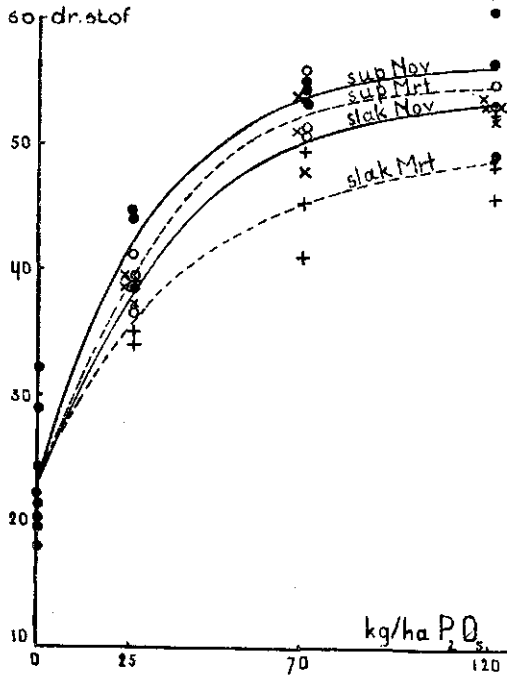


FIG. 39 Same as fig. 37 for the third year (1942).

De nawerking van de in voorgaande jaren gegeven bemesting speelt een steeds belangrijker rol, zodat eventuele, door de tijd van aanwending veroorzaakte verschillen, uiteraard op den duur minder duidelijk zullen worden. Laat gegeven slak bleef echter wederom belangrijk in werking achter. De P_2O_5 -gehalten zijn echter in dit geval practisch niet lager.

In het vierde proefjaar zijn de verschillen het geringst geweest, hoewel toch wel weer overeenkomstige uitkomsten zijn verkregen (fig. 40). De vroege bemesting is pas op 20 Januari gegeven, de late op 29 Maart. Dit geringe tijdsverschil verklaart misschien ten dele waarom de verschillen in dit jaar klein waren.

FIG. 40 Hetzelfde als in fig. 37 voor het vierde proefjaar (1943).

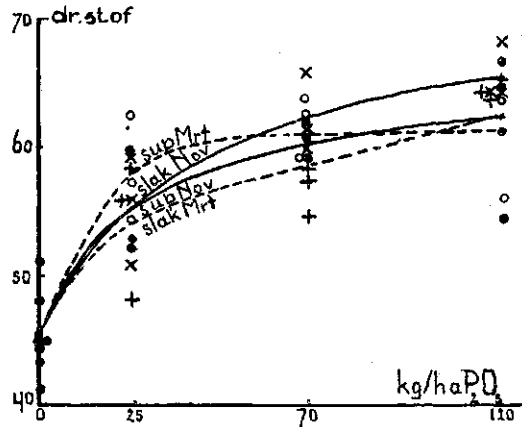


FIG. 40 Same as fig. 37 for the fourth year (1943).

TABEL 11 Invloed van de tijd van aanwending van superfosfaat en slakkenmeel op het P_2O_5 -gehalte van het gras op veengrond in opeenvolgende jaren.

fosfaat-bemesting	hoeveelheid kg/ha P_2O_5	P_2O_5 -gehalte droge stof		
		1940	1941	1942
—	0	0.55	0.58	0.44
sup, vroeg <i>superph. early</i>	25	0.59	0.58	0.45
	70	0.77	0.63	0.62
	120	0.79	0.78	0.72
sup, laat <i>superph. late</i>	25	0.61	0.55	0.45
	70	0.77	0.70	0.59
	120	0.79	0.82	0.70
slak, vroeg <i>b. slag, early</i>	25	0.63	0.57	0.48
	70	0.68	0.65	0.58
	120	0.74	0.78	0.69
slak, laat <i>b. slag, late</i>	25	0.63	0.53	0.53
	70	0.71	0.72	0.63
	120	0.76	0.72	0.64
phosphate	amount of P_2O_5 kg/ha	1940	1941	1942
		P_2O_5 -content of dry matter		

TABEL 11 Influence of time of application of superphosphate and basic slag on the P_2O_5 -content of the grass of an experimental field on a peat soil in subsequent years.

Uit de resultaten van het proefveld Pr 555 is dus wel zeer overtuigend gebleken, dat een tijdige toediening van slak op grasland veel gunstiger resultaten geeft en dat deze meststof onder die omstandigheden weinig of niet voor sup onderdoet. Vroege aanwending van sup kan echter op een grondsoort met sterke vastlegging van het fosfaat een belangrijk verminderde werking tot gevolg hebben.

d. Het eveneens op veengrond, in de Gelderse Vallei gelegen proefveld CIGr 24, GEBr. WOLLESWINKEL, Bennekom, is geen eigenlijk tijd

van aanwending-proefveld, maar voor het eerst proefjaar, 1941, is de fosfaatbemesting reeds op 1 Augustus van het voorgaande jaar, in het volgende jaar op 25 Maart 1942 gegeven. Het effect van beide wijzen van bemesting is zeer verschillend geweest.

FIG. 41 Invloed van fosfaatbemesting, in de vormen van superfosfaat en slakkenmeel toegepast in de voorafgaande zomer, op de opbrengst van veengrasland (CI Gr 24, 1941). I Oorspronkelijke zode, II geschijfd, III gescheurd. . sup, × slak.

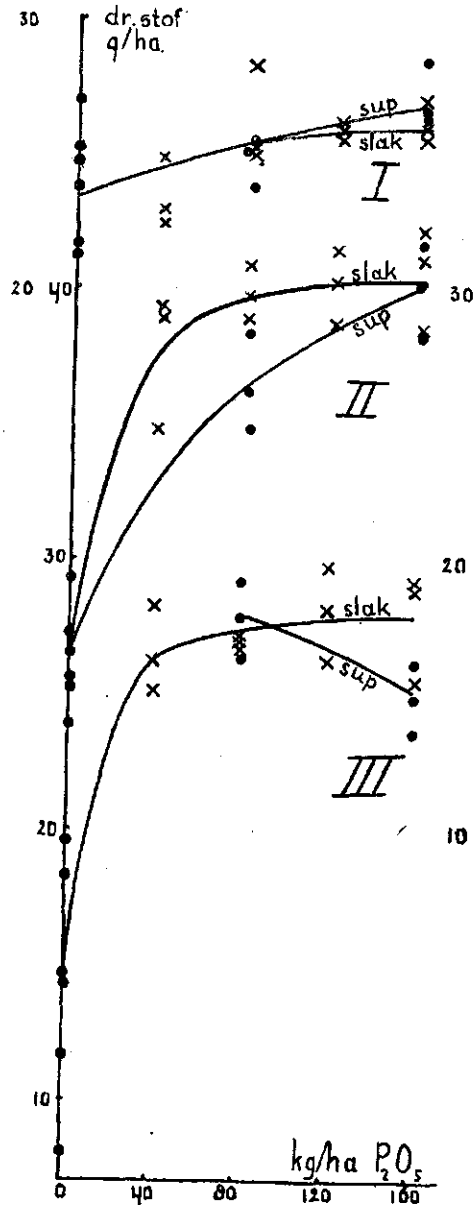


FIG. 41 Influence of manuring with superphosphate and basic slag, applied in the foregoing summer on the yield of grassland on a peat soil (experiment CI Gr 24, 1941). I original grassland, II harrowed and sowed, III ploughed up and sowed.

Deze grond bevat in de zodelaag 44% humus en 51% afslibbare delen. De pH bedraagt 5.9. Het proefveld omvat een gescheurde en nieuw ingezaaide strook, verder een strook, die met de schijvenegge bewerkt en ingezaaid is, en een geheel onbehandelde strook met de oorspronkelijke zode. Deze laatste verkeerde door onvoldoende ontwatering en langdurige inundatie in 1939-1940 in zeer ongunstige toestand.

De fosfaattoestand van deze stroken was na de bewerking zeer verschillend, als gevolg van het bovenkomen van zeer fosfaatarme ondergrond. Op de gescheurde strook was P-citr in de bovenste 5 cm dikke laag 7, op de geschijfde strook 13 en op de onbehandelde 20. De grond is dus zeer arm aan fosfaat. De reactie op de fosfaatbemesting is dan ook zeer groot geweest, het grootst op de geschijfde, het kleinst op de onbehandelde strook.

Slak is op dit proefveld gegeven naar 40, 80, 120 en 160 kg/ha P_2O_5 , sup alleen naar 80 en 160 kg. De objecten liggen in 3-voud, het nul-object in 6-voud. Aangezien de uitkomsten met sup slechts met 2 objecten verkregen zijn, staan deze uiteraard minder vast dan de uitkomsten met slak.

Op de onbehandelde strook was het verschil tussen het lang tevoren gegeven sup en slak van geen betekenis (fig. 41). Op de gescheurde strook heeft slak een duidelijke, en vrij waarschijnlijk vaststaande, betere werking gehad (het verschil tussen de opbrengsten van beide naar 80 kg/ha P_2O_5 bemeste objecten bedraagt 3.2 ± 1.5 q/ha. De opbrengsten van het naar 80 kg met slak bemeste object ondervinden overigens ook steun van de naar 40 en 120 kg/ha P_2O_5 met deze stof bemeste objecten). Het is niet onmogelijk, dat deze geringere werking van sup, evenals bij Pr 555, op een sterkere vastlegging van deze meststof berust. Na scheuren komt de meststof namelijk het meest met fosfaatarme grond in aanraking. Op de alleen geschijfde strook is het verschil tussen sup en slak weer van geen betekenis. Het wekt de indruk, alsof een zware sup-bemesting hier een ongunstige invloed heeft gehad.

Op dit proefveld worden ook andere fosfaatmeststoffen beproefd, o.a. Algiersfosfaat. Hoewel verder in dit verband van geen belang, kan toch vermeld worden, dat ook deze, in het algemeen slechts langzaam ter beschikking komende meststof, bij tijdige aanwending bijna gelijke resultaten als sup en slak heeft gegeven.

Bij late toediening zijn de uitkomsten echter geheel anders, behalve op de onbehandelde strook, waar beide meststoffen weer gelijke resultaten hebben opgeleverd (fig. 42). Op beide andere stroken was de uitkomst met sup echter duidelijk beter dan met slak. Het laat gegeven Algiersfosfaat bleef zeer belangrijk achter.

3. SAMENVATTING VAN DE PROEVEN OVER DE TIJD VAN AANWENDING VAN SUPERFOSFAAT EN SLAKKENMEEL

Op overtuigende wijze is uit de beschreven proeven, welke voor het grootste deel op grasland zijn uitgevoerd, gebleken, dat het tijd-

stip, waarop de meststoffen worden toegediend, van grote betekenis is voor de werkzaamheid en dat met deze factor bij de onderlinge vergelijking van beide meststoffen ter dege rekening moet worden gehouden. Een late toediening kan een ongunstige invloed hebben op het effect

FIG. 42 Als fig. 41 in het tweede proefjaar (1942). Toediening van de fosfaatmeststoffen in het voorjaar.

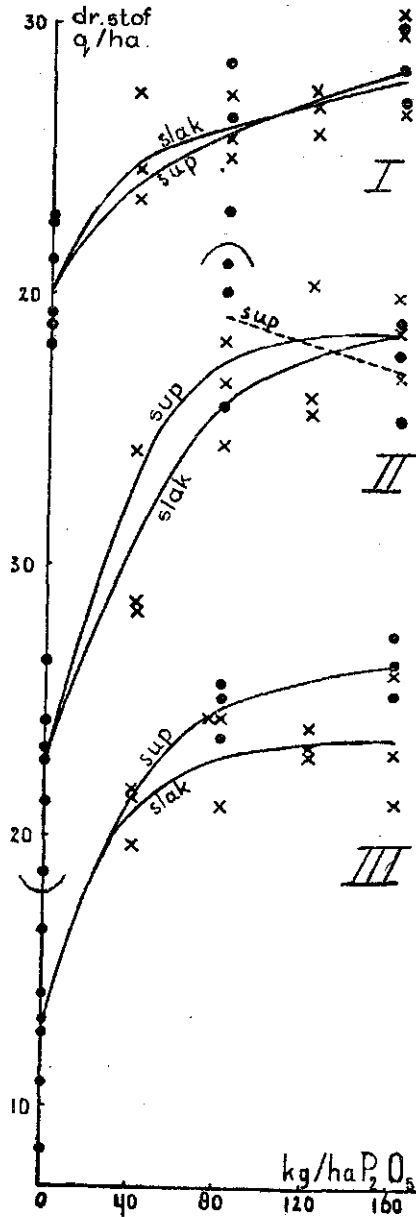


FIG. 42 Same as fig. 41 in the second year (1942). Fertilizers were applied in the spring.

van beide fosfaten, maar het is wel duidelijk geworden, dat vooral het in vele gevallen langzaam ter beschikking komende slakkenmeel verreweg de ongunstige invloed van een late toepassing ondervindt, al mag er dan een enkel geval zijn, waarin slakkenmeel, op een grondsoort die de eigenschap bezit beide fosfaten snel ter beschikking te doen komen, toch bij late toepassing een gunstige werking heeft. De tijd van aanwending schijnt voor superfosfaat van minder belang. Een te late toepassing of een overbemesting over het graan kan evenwel ook een mindere werking tot gevolg hebben. Op grondsoorten met sterk fosfaatvastleggende eigenschappen, zoals een sterk ijzerhoudende veengrond, kan de snelle vastlegging van het fosfaat bij een te vroege toediening ook tot verminderde werking leiden.

Vele van de vroeger vastgestelde verschillen tussen superfosfaat en slakkenmeel¹, welke een ongunstige indruk geven van de werkzaamheid van laatstgenoemde meststof, zullen ongetwijfeld voor een belangrijk deel door een minder juiste toepassing te verklaren zijn. Op de meeste graslandproefvelden zijn b.v. de meststoffen in het voorjaar toegediend, hoewel het duidelijk is, dat dit niet de geschiktste tijd van aanwending voor slakkenmeel is.

¹ hiervoor zij verwezen naar een volgende publicatie.

SAMENVATTING

Onderzoekingen zijn ingesteld om een inzicht te verkrijgen in de oorzaken van de verschillen in werking, die tussen superfosfaat en Thomas-slakkenmeel herhaaldelijk in veldproeven zijn geconstateerd.

Aangezien deze verschillen in sterke mate tot uiting komen op pas ontgonnen heidegronden, waar superfosfaat meestal een belangrijk betere werking heeft, is naar dit verschijnsel op deze grondsoort een nader onderzoek ingesteld. Verder is onderzocht welke invloed de kalktoestand en een gelijktijdig gegeven organische bemesting op de werking van beide fosfaten uitoefent en is de invloed van de tijd van aanwending nagegaan.

Alleen op sterk zure grond werkt slakkenmeel beter dan superfosfaat. Naarmate de kalktoestand echter hoger is, vermindert de beschikbaarheid van slakkenmeel sterker dan van superfosfaat. Van de aanwezigheid van kalk in slakkenmeel kan daardoor zowel een gunstige (op zeer zure grond), als een ongunstige invloed (op zwak zure) op de beschikbaarheid van het fosfaat uitgaan. De soms geconstateerde relatief geringere werking van zeer zware bemesting in deze vorm zal aan dit laatste kunnen worden toegeschreven. Bovendien gaf slakkenmeel op sterk zure grond uiteraard het voordeel van een lichte bekalking en bevorderde het in een uitzonderlijk geval de Ca-voeding. In geval van een nadelige invloed van kalk kan deze op droge grond groter zijn dan bij ruime vochtvoorziening. De ongunstige invloed deed zich vooral gelden in het begin van de ontwikkeling. In latere stadia verbeterde kalk zelfs de opneembaarheid van slakkenmeel, de invloed van het in het beginstadium opgenomen fosfaat is echter voor de opbrengst de belangrijkste.

Het gelijktijdig toedienen van organische bemesting verbeterde de opneembaarheid van slakkenmeel in verhouding tot superfosfaat niet van belang.

Vroegtijdige aanwending, namelijk in de herfst, is in het algemeen zeer gunstig. In dit geval komt de werking van slakkenmeel, met uitzondering van heideontginning, meestal ongeveer gelijk aan de werking van superfosfaat. Op sterk fosfaat vastleggende grond kan een vroege toediening van dit laatste een geringere werking tot gevolg hebben, zodat late aanwending dan aanbevelenswaardig is.

Goede vermenging van de fosfaatmeststof met de grond verbeterde op heidegrond de werking, vooral van slakkenmeel, en bevorderde een diepere beworteling en grotere weerstand tegen droogte. Al te sterke vermenging kan op sterk fosfaat vastleggende grond nadelig zijn, in een dergelijk geval ging de voorsprong van superfosfaat grotendeels verloren.

De relatief geringe werkzaamheid van slakkenmeel op heideontginning, die zich niet alleen in het eerste, maar ook bij voortgezette bemesting, in volgende jaren deed gelden en ook bij nawerking nog merkbaar was, moet aan het samenwerken van verschillende factoren worden toegeschreven, waarvan de volgende kunnen worden genoemd:

1. Late aanwending (vooral als het perceel in de winter is aangemaakt).
2. Oppervlakkige verspreiding door onvoldoende inwerking, welke vooral bij droogte (welke op lichte grond tot spoedig indrogen van de bovengrond leidt) vooral op de opneembaarheid van slakkenmeel een ongunstige invloed heeft.
3. Nadelige invloed van een meestal gelijktijdig gegeven bekalking, vooral als het bufferend vermogen van de grond gering is. De in het slakkenmeel aanwezige kalk zal vermoedelijk aanvankelijk rondom de fosfaatdeeltjes opgehoopt blijven en ongunstig op de werkzaamheid van het fosfaat inwerken.
4. Ontbreken van een eigen fosfaatvoorraad van de grond, waardoor het gewas geheel op kosten van de bemesting moet leven. Het opnemend vermogen van het gewas is in de jeugd zeer gering, zodat een verschil in beschikbaarheid belangrijke gevolgen heeft.
5. De geringe beschikbaarheid van het fosfaat in de jeugd leidt tot een achterstand in ontwikkeling (bij granen b.v. geen of geringe uitstoeling), die later slechts zeer ten dele kan worden ingehaald.
6. Hoewel een gelijktijdig gegeven organische bemesting geen duidelijke verbetering van de beschikbaarheid van slakkenmeel in verhouding tot superfosfaat bleek te geven, blijft de mogelijkheid bestaan, dat de grotere microbiologische activiteit van een oudere grond de omzetting van slakkenmeel sterker bevordert dan bij heideontginning het geval is.

Thomasslakkenmeel deed zich bij deze onderzoeken dus kennen als een meststof, die langzamer tot werking komt dan superfosfaat en voornamelijk daardoor een andere werking heeft dan laatstgenoemd fosfaat, dat direct opneembaar is, maar eerder aan vastlegging bloot staat. Vooral als gevolg hiervan is het verschil op heideontginning, waar de omstandigheden zodanig zijn, dat slakkenmeel moeilijk ter beschikking komt, meestal groot. Een stijgende kalktoestand wijzigt de waardeverhouding tussen slakkenmeel en superfosfaat, die op sterk zure grond ten voordele van het eerste is, in ongunstige zin.

SUMMARY

CAUSES OF THE DIFFERENT EFFECTS OF SUPERPHOSPHATE AND BASIC SLAG

Different results have been obtained on many experimental fields with superphosphate and basic slag; it is intended to summarize the results in another paper. The present paper deals with the experiments performed to investigate the causes of the different behaviour of both fertilizers.

Differences are most apparent on reclaimed heath soils, superphosphate here being much superior to basic slag. A thorough investigation has been performed to find out the causes of these differences (Chapter I). Furthermore, special attention has been paid to the influences of the lime state of the soil (Ch. II), organic manuring (Ch. III), and the time of application (Ch. IV) on the effect of both phosphates.

A higher pH of the soil diminishes the availability of basic slag to a larger degree than the availability of superphosphate. The effect of the former surpasses that of the latter only on highly acid soils. Therefore the presence of an excess of lime in basic slag may as well have a favourable (on the very acid soils), as an unfavourable influence (on weakly acid and alkaline soils) on the availability of the phosphate. The relatively little effects found sometimes after application of very large dressings of basic slag may be attributed to this lime content. Of course the presence of lime has the advantage of raising the pH of the too acid soils and sometimes favours the intake of calcium. An unfavourable effect of the excess of lime was the more serious the dryer the soil was and influenced especially the early development of the plants. Though the intake of phosphate in later stages of the growth was better, the phosphate absorbed during the early development appeared to be of greater importance for the yield.

The simultaneous application of organic materials, such as stable dung or town refuse, and phosphatic fertilizers did not change the ratio between the effects of superphosphate and basic slag to any appreciable extent.

Generally an early application of basic slag in autumn is very favourable. On most soils the effect equals the effect of superphosphate, with the exception of reclaimed heath soils and soils fixing phosphate to a high degree. In the latter case also an early application of superphosphate may result in a large fixation so that a late application (in spring) should be recommended.

Mixing basic slag thoroughly through a heath soil improved its effect. However this may not hold for superphosphate on soils with a strong fixing power.

The relatively little effect of basic slag on heath soil was not only

observed in the year of application but also in the following ones and showed itself too in a smaller after-effect. The following causes of the incomplete action of this fertilizer on heath soils were established:

1. Too late application (especially when the field has been reclaimed in the preceding winter).
2. Superficial distribution as a consequence of insufficient treatment of the soil. Especially with drought this is unfavourable for the intake of phosphate by the crop from basic slag.
3. Unfavourable influence of a dressing of lime, which is generally given at the same time. This is especially disadvantageous for the absorption of phosphate as the buffering capacity of this type of soil is small. Besides the high lime content of basic slag presumably brings about an accumulation of lime around the phosphate particles and diminishes their availability.
4. Lack of an appreciable stock of phosphate in the soil, so that the crop for its phosphate nutrition is thrown exclusively on the fertilizer applied. The absorbing power of the plants is for phosphate very small in the early stage. Therefore the availability of the fertilizer is of great importance, as the soil itself supplies hardly any phosphate.
5. The small availability of basic slag in the early stage retards the the development of the crop (e.g. none or little tillering of cereals), which can not be offset in later stages of the growth.
6. The simultaneous application of organic manure and phosphatic fertilizer on heath soils did not improve the relative availability of basic slag to any appreciable extent. However, there is a possibility that a greater microbiological activity of older soils may stimulate the reversion of this phosphate in the soil stronger than is the case on virgin soils.

The different effect of basic slag apparently depends to a large degree on its slower availability. Superphosphate on the other hand is assimilated more quickly, but brings along the risk of being fixed earlier by soils with a high fixing power. Consequently the differences are great on reclaimed soils, where conditions are unsuitable for basic slag. A higher pH of the soil changes the valuation of basic slag and superphosphate, which on very acid soils is for the benefit of the former (liming effect).

SOME ABBREVIATIONS USED

sup	=	superphosphate
slak	=	basic slag
mcf	=	monocalciumphosphate
dcf	=	dicalciumphosphate

GECITEERDE LITERATUUR.

- 1 BAKHUYZEN, H. L. VAN DE SANDE: Studies on wheat grown under constant conditions. A monograph on growth. *Miscell. Publ. No. 8* (1937). *Food Research Institute. Stanford University, California.*
- 2 ——— Wetten bij den groei van tarwe en andere landbouwgewassen. *Landbouwk. T. 49*, (1937) 885.
- 3 BRUIN, P. en TEN HAVE, J.: De invloed van Thomasslakkenmeel resp. koolzure kalk op de pH en het V-cijfer van een zuren humusrijken zandgrond. *Versl. Landbouwk. Onderz. 47 A*, (1941) 1025.
- 4 GERRETSEN, F. C.: Bodem-bacteriologie in dienst van land- en tuinbouw. 's-Gravenhage. Alg. Landsdrukkerij (1939).
- 5 ——— The influence of microorganisms on the phosphate intake by the plant. *Plant and Soil 1*, (1948) 51.
- 6 GOEDEWAAGEN, M. A. J.: Het wortelstelsel der landbouwgewassen. 's-Gravenhage, Alg. Landsdrukkerij (1942).
- 7 ITALLIE, TH. B.: De chemische samenstelling van gewassen in verband met landbouwkundige vraagstukken. 's-Gravenhage, Alg. Landsdrukkerij (1938).
- 8 MIDGLEY, A. R. en DUNKLEE, D. E.: The availability to plants of phosphates applied with cattle manure. *Agr. Exp. Sta. Univ. Vermont and State Agr. Col. Burlington, Vermont, Bul. 525* Dec. 1945.
- 9 PAAUW, F. VAN DER: Samenvattend overzicht van de resultaten verkregen met verschillende vormen van fosfaatmeststoffen op Nederlandsche proefvelden. *Versl. Landbouwk. Onderz. 41 A*, (1935) 265.
- 10 ——— Samenvattende beschouwing over de oplosbaarheid van Thomasslakkenmeel in enkele met het natuurlijke bodemvocht enige gelijkenis hebbende zwakke oplosmiddelen. *Landbouwk. T. 50*, (1938) 497.
- 11 ——— Het tijdstip van aanwending van Thomasslakkenmeel. *Landbouwk. T. 51*, (1939) 621.
- 12 ——— Vergelijkend onderzoek over de waarde van ammoniumfosfaten als fosforzuurmeststof. *Versl. Landbouwk. Onderz. 46 A*, (1940) 111.

- 13 PAAUW, F. VAN DER Grondonderzoek naar fosfaat- en kalitoestand op grasland. *Versl. Landbouwk. Onderz.* 49 A, (1943) 915.
- 14 ——— Een onderzoek naar den invloed van het in gekorrelde vorm toepassen van fosfaat bevattende meststoffen op de beschikbaarheid van dit bestanddeel. *Versl. Landbouwk. Onderz.* 50 A, (1945) 207.
- 15 ——— Opname, vorming en verdeling van de stof door de aardappelplant bij gevarieerde fosfaatvoeding. *Versl. Landbouwk. Onderz.* 54. 3 (1948)
- 16 ——— Fosfaatbemesting in de landbouw. *Landbouw* no 1, 's-Gravenhage (1948).
- 17 PAAUW, F. VAN DER en PRUMMEL, J.: Bemestingswaarde van Hyperfosfaat Reno. *Versl. Landbouwk. Onderz.* 55. 1 (1949)
- 18 SEKERA, S. F.: Lokaliserte Wirkungen im Boden. *Forschungsdienst*, Sonderh. 2 (1936) 185.
- 19 VRIES, O. DE en HETTERSCHIJ, C. W. G.: Der Phosphorsäure-Haushalt in moorkolonialem Boden. *Phosphorsäure* 5, (1935) 38.
- 20 ——— Der Phosphorsäure-Haushalt im Heidesandboden. Sonderdruck Rijkslandbouwproefstation Groningen, Niederlande (1936).
- 21 ——— Fosfaathuishouding in een ijzerhoudenden zandgrond. *Versl. Landbouwk. Onderz.* 43, (1937) 191.