

RIJKSLANDBOUWPROEFSTATION TE GRONINGEN

STIKSTOFBEMESTING VAN WINTERGRANEN IN HET
NAJAAR IN VERBAND MET DE BEMESTING MET FOS-
FORZUUR EN DE VOORJAARS-STIKSTOFBEMESTING

DOOR

DR. F. VAN DER PAAUW

onder medewerking van Dr. M. P. BOTH¹⁾

(Ingezonden 22 November 1939)

Inleiding

Bij de bemesting van wintergranen worden gewoonlijk bepaalde regels gevolgd, die in de praktijk hun bruikbaarheid bewezen hebben. De fosforzuur- en kalibemesting plegen bij het zaaien in den herfst te worden gegeven, de stikstofbemesting als overbemesting in het voorjaar. Soms wordt hiervan afgeweken, zooals b.v. het geval is, wanneer fosforzuur als overbemesting wordt toegediend. Minder gebruikelijk is een stikstofbemesting in den herfst, die op schrale gronden wel toepassing vindt.

Naarmate het bemestingsonderzoek voortgang vindt, zal het noodig zijn de gebruikswijzen op hun juistheid te toetsen. Wellicht zullen de toepassingsmogelijkheden van kunstmeststoffen verruimd kunnen worden, naarmate hun invloed op den plantengroei nader bekend wordt. Een voorbeeld hiervan is de voor zandgronden soms aangeraden kalibemesting in twee trappen, ten einde verliezen door uitspoeling te ontgaan en toch het gewas tijdig de noodige hoeveelheid kali toe te voeren. Een andere mogelijkheid is het gewas door een geringe stikstofbemesting in het najaar ook op betere grondsoorten tijdig van dit bestanddeel te voorzien, en daardoor tevens de opname van de andere voedingsstoffen gunstig te beïnvloeden. Ook de reeds genoemde toediening van het fosforzuur in het voorjaar, eventueel als overbemesting, is een mogelijkheid, die de aandacht waard is.

De directe aanleiding tot de studie van enkele dezer problemen, waartoe in het volgende een eerste bijdrage geleverd wordt, vormde een tweetal proefvelden, waarop de werking van ammoniumfosfaten met die van calciumfosfaten vergeleken werd. Bij het opzetten van deze proef deed zich de moeilijkheid gevoelen op welke wijze een stikstof-bevattend ammoniumfosfaat bij

¹⁾ Dr. BOTH verleende belangrijke medewerking bij het uitwerken van de proefresultaten en het op schrift stellen van deze publicatie.

een wintergraan moest worden toegepast. Daar het onderzoek naar de fosfaatwaarde bij deze proeven op den voorgrond stond, werd besloten de meststoffen op den voor fosforzuurbemesting gebruikelijken tijd aan te wenden. Hierdoor werd echter in den herfst een zeer ongebruikelijke, vrij zware stikstofbemesting gegeven. Aangezien vermoed werd, dat deze meststoffen eerder als overbemesting in het voorjaar dan bij den zaai in het najaar toepassing zouden kunnen vinden, werd de behoefte gevoeld om een vergelijking te krijgen tusschen beide wijzen van aanwending. Toen deze in 1937 genoemen proeven de mogelijkheid aanwezen, dat de stikstofbemesting in het najaar een gunstigen invloed kon hebben, en zij tevens aantoonde dat een overbemesting met fosforzuur in het voorjaar geen volledig effect gaf, werd bij een in 1938 genomen proef speciale aandacht aan het eerste punt gegeven, waarbij tevens op de beteekenis van het gelijktijdig toedienen van stikstof en fosfaat werd gelet.

Deze proeven zijn uitgevoerd in het kader van onderzoekingen over de toepassingsmogelijkheden van ammoniumfosfaten, waarover ten deele reeds eerder is bericht (1, 2). Het spreekt echter vanzelf, dat de hier aangestipte problemen ook op zichzelf beteekenis hebben.

I. Beschrijving van de proefvelden

a. Proeven in 1937

Deze proeven hadden naast een vergelijking van verschillende fosfaatmeststoffen ten doel na te gaan, welke tijd van aanwending van de meststoffen N en P afzonderlijk, en in combinatie, de beste is. De proefvelden lagen elk naast een fosforzuursoorten-hoeveelheden proef, die in een volgende publicatie besproken zullen worden (2). Op deze proefvelden waren de P-meststoffen in het najaar aan het wintergraan gegeven. De toen gerezen vraag of dit voor ammoniumfosfaten wel de meest aanbevelenswaardige handelwijze was, werd zooals gezegd de aanleiding tot deze nieuwe proeven.

Vergeleken werden de meststoffen mono- en diammoniumfosfaat, mono- en dicalciumfosfaat en de ter plaatse meest gebruikelijke handelsmeststof; op het proefveld op zandgrond was dit slakkenmeel, op het andere proefveld op kleigrond superfosfaat. Bij stikstofvrije meststoffen werd de stikstof in gelijke hoeveelheid als in de samengestelde meststoffen in den vorm van zwavelzure ammoniak gegeven. De hoeveelheden waren 100 kg/ha P_2O_5 en 38 kg/ha N. Bovendien kreeg het op zandgrond aangelegde proefveld in het voorjaar nog 22 kg/ha N in den vorm van chilisalpeter.

Bij de eerste groep objecten werden zowel de stikstof als de 5 fosforzuurmeststoffen geheel in het voorjaar aangewend. De tweede groep objecten

kreeg de fosforzuurbemesting in het najaar en de geheele hoeveelheid stikstof in het voorjaar (alleen mogelijk met de N-vrije fosfaten). Bij de derde groep werd het fosforzuur eveneens in het najaar gegeven en bovendien nog de helft van de stikstof (niet mogelijk met diammoniumfosfaat), terwijl de andere helft van de stikstof in het voorjaar gegeven werd. Tenslotte kreeg de vierde groep zoowel de fosforzuurmest als de stikstof geheel in het najaar. Er waren dus 17 objecten. Deze lagen in drievoud, zoodat er totaal 51 veldjes waren. De veldjes waren ongeveer 0,5 are groot.

Op de gebruikelijke wijze werd de opbrengst bepaald door dorschen en wegen op het veld. Voorts werden nog bepaald het 1000-korrelgewicht, het aantal korrels per aar en het aantal halmen, en eindelijk het P_2O_5 -gehalte van korrel en stroo.

Pr 373, P. ten Have, Nieuwolda

Het proefveld ligt op ouden Dollardkleigrond van de volgende samenstelling.

| pH | Humus | Grof zand | Fijn zand | Klei | CaCO ₃ | P-getal | P-citr | Kali % in 0,1 n. HCl |
|------|-------|-----------|-----------|------|-------------------|---------|--------|----------------------|
| 7,85 | 2,1 | 0,6 | 27,4 | 69,6 | 0,15 | 0 | 33 | 0,027 |

Zooals op het aangrenzende fosforzuurproefveld Pr 298 was gebleken, is een fosfaatbemesting op dit perceel noodzakelijk, daar anders belangrijke oogstdepressies optreden.

Verbouwd werd wintergerst, die op 7 October werd gezaaid. De najaarsbemesting met N en P werd op 6 October volgens plan gegeven, op dien datum werd over het heele proefveld 145 kg/ha K₂O als kalizout 40 % gestrooid. De voorjaarsbemesting met N en P had plaats op 30 Maart.

De gerst kwam goed gelijkmatig op. De stikstofbemesting is te gering geweest op de veldjes, die de N in het najaar gekregen hadden, zoodat het gewas daarop ernstig N-gebrek vertoonde. De gerst werd op 29 Juli geoogst.

Pr 374, E. Sijbring, Midlaren

Het proefveld ligt op ongeveer dertig jaar geleden uit bosch ontgonnen zandgrond.

Grondanalyse na den oogst:

| pH | humus | grof zand | fijn zand | klei | P-getal | P-citr | K-getal |
|-----|-------|-----------|-----------|------|---------|--------|---------|
| 5,5 | 5,7 | 5,5 | 85 | 4,5 | ½ | 25 | ± 18 |

Het grondonderzoek wijst evenals de resultaten van het er naast gelegen fosforzuurproefveld Pr 280 aan, dat ruime fosfaatbemesting noodzakelijk is.

Op 10 October was het proefveld bekalkt met 1000 kg/ha mergel, die ingeëgd werd. Op 15 October is de P-mest volgens plan toegediend, en is over het heele veld 200 kg/ha K_2O als kalizout 40 % uitgestrooid. Op 16 October 1936 werd rogge (Petkuser, 1e nabouw) gezaaid. De stikstofmest werd op 20 October volgens plan gegeven. Op 17 Maart 1937 werd de P- en N-voorjaarsbemesting gegeven, bovendien over het geheele proefveld nog 22 kg/ha N in den vorm van chilisalpeter.

De rogge, die goed opkwam, was met veel onkruid verontreinigd. De in het voorjaar gegeven hoeveelheid N bleek onvoldoende te zijn op de veldjes, die een gedeelte van de N in het najaar gekregen hadden, zoodat daar N-gebrek optrad. Op 23 Juli werd de rogge gezicht.

b. Proef in 1938

Het proefveld in 1938 was aangelegd naar aanleiding van het resultaat van de proeven in 1937, en had voornamelijk tot doel de werking van de op verschillende tijdstippen aangewende stikstof na te gaan. Volgens het plan (zie blz. 811) werd de fosforzuurbemesting op 24 objecten in het najaar gegeven naar 100 kg/ha P_2O_5 ; 10 objecten ontvingen geen fosforzuur. De 24 objecten met P variëeren naar den fosfaatvorm en naar de hoeveelheid N in ammoniakvorm, die tegelijk met de verschillende P-bemesting gegeven werd, de 10 objecten zonder P ontvingen in het najaar geen N, of N in 2 hoeveelheden in den vorm van zwavelzure ammoniak. Verder werden in het voorjaar verschillende hoeveelheden N als kalkammonsalpeter gegeven om te voorkomen, dat een onjuiste voorjaarsbemesting gekozen zou worden, zooals in het voorgaande jaar het geval is geweest.

De 34 objecten lagen in drievoud, zoodat er 102 veldjes waren. De grootte der veldjes bedroeg 42 m². Hier volgt de beschrijving van het proefveld.

Pr 448, E. Sijbring te Midlaren

Het proefveld lag op een perceel zandgrond in de omgeving van het perceel, waarop Pr 374 gelegen had; de grond is echter ouder, maar ook zeer arm aan fosfaat.

De pH van den grond bedroeg bij aanleg 5,15, het humusgehalte 6,3 %, het P-getal 1 en het P-citr-cijfer 16.

Verbouwd werd winterrogge (Petkuser, 2e nabouw). Op 25 October 1937 werd de N- en P-mest volgens plan gegeven. Het heele proefveld kreeg bovendien 200 kg/ha K_2O in den vorm van kalizout 40 %.

De voorjaarsbemesting met stikstof werd begin Maart gegeven, terwijl

Bemestingsplan Pr 448

| Vorm fosfaatbemesting en hoeveelheid in kg P ₂ O ₅ /ha | N in P-mest najaar kg/ha | N-bem. als za najaar kg/ha | N-bem. als kas voorjaar kg/ha |
|--|--------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| 100 monocalciumfosfaat | 0 | 0 | 0 |
| idem | 0 | 0 | 30 |
| idem | 0 | 0 | 50 |
| idem | 0 | 0 | 70 |
| 50 monoammoniumfosfaat, 50 monocalciumfosfaat | 10 | 0 | 30 |
| idem | 10 | 0 | 50 |
| idem | 10 | 0 | 70 |
| 75 monoammoniumfosfaat, 25 monocalciumfosfaat | 15 | 0 | 30 |
| idem | 15 | 0 | 50 |
| idem | 15 | 0 | 70 |
| 100 monoammoniumfosfaat | 20 | 0 | 0 |
| idem | 20 | 0 | 30 |
| idem | 20 | 0 | 50 |
| idem | 20 | 0 | 70 |
| 50 diammoniumfosfaat, 50 mono- calciumfosfaat | 19 | 0 | 30 |
| idem | 19 | 0 | 50 |
| idem | 19 | 0 | 70 |
| idem | 19 | 0 | 70 |
| 75 diammoniumfosfaat, 25 mono- calciumfosfaat | 29 | 0 | 30 |
| idem | 29 | 0 | 50 |
| idem | 29 | 0 | 70 |
| 100 diammoniumfosfaat | 39 | 0 | 0 |
| idem | 38 | 0 | 30 |
| idem | 38 | 0 | 50 |
| idem | 38 | 0 | 70 |
| 0 fosforzuur | 0 | 0 | 0 |
| idem | 0 | 0 | 30 |
| idem | 0 | 0 | 50 |
| idem | 0 | 0 | 70 |
| idem | 0 | 15 | 30 |
| idem | 0 | 15 | 50 |
| idem | 0 | 15 | 70 |
| idem | 0 | 29 | 30 |
| idem | 0 | 29 | 50 |
| idem | 0 | 29 | 70 |

bovendien nog 100 kg/ha K₂O als patentkali is toegediend. De rogge werd op 26 October 1937 gezaaid en kwam gelijkmatig op. Op 2 Augustus werd de

rogge gezicht. Om na te gaan of er verschillen in de P_2O_5 -opname tusschen de verschillende objecten bestonden, werden er op drie tijdstippen tijdens den groei en aan het eind chemische gewasanalyses gedaan.

Bij de morphologische gewasanalyse werden het aantal aren, het aantal korrels per aar en het duizendkorrelgewicht bepaald, terwijl in een jonger stadium het aantal spruiten is geteld.

II. Bespreking van de resultaten

1. De stand waarnemingen

Op verschillende data is de stand van het gewas op het veld beoordeeld en werden hiervoor waardeeringcijfers gegeven. Let men alleen op de veranderingen in de onderlinge verhouding, die in den loop van de groeiperiode optraden, en minder op deze absolute grootte, dan verschaffen deze standcijfers waardevolle gegevens over het verloop van de ontwikkeling.

De veranderingen in den stand vallen het meest op in het jaar 1937. Bij Pr 373 was aanvankelijk de stand van de objecten, die de fosfaatmest in het najaar en de stikstof ook geheel of gedeeltelijk in het najaar kregen, beter dan die van de objecten, die geen N in het najaar gekregen hebben; het slechtst was de stand op de objecten, die in het najaar niet bemest zijn en dus alleen in het voorjaar N en P kregen. De betere stand van de objecten, die in het najaar P en N ontvingen, bleef echter niet gehandhaafd doordat verschijnselen van N-gebrek optraden. De andere objecten hadden blijkbaar een betere N-voorziening, waardoor de stand op den duur beter werd. De stand was op de objecten, die de fosforzuurmest in het voorjaar gekregen hebben, gedurende de heele groeiperiode minder goed dan op de objecten, die alleen den N-mest in het voorjaar, maar den P-mest in het najaar ontvangen hebben.

De stand op Pr 374 vertoonde in hoofdzaak dezelfde veranderingen als bij Pr 373. De objecten, die de helft van de N in het najaar, de andere helft plus nog 22 kg N in het voorjaar kregen, waren op dit proefveld in het begin iets beter dan de objecten, die alle N in het voorjaar gekregen hadden; later werden de laatste echter beter. De objecten, die ook den P-mest in het voorjaar ontvingen, hadden hier in het begin den slechtsten stand; de verbetering, die op de overeenkomstige objecten van Pr 373 gevonden werd, kwam bij Pr 374 later en is van minder beteekenis.

Enkele objecten van Pr 448 zijn vergelijkbaar met een deel van Pr 374, nl. die objecten, die het fosfaat in het najaar en de stikstof deels in het najaar en deels in het voorjaar, of volledig in het voorjaar gekregen hadden. Deze objecten vertoonden dezelfde veranderingen in den stand, al waren deze

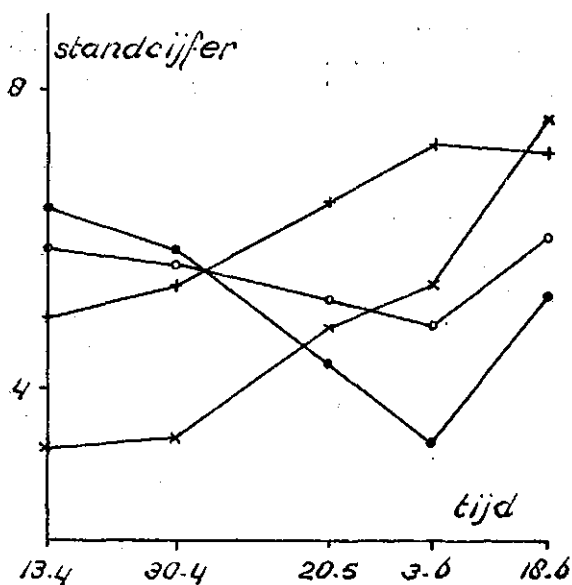


Fig. 1

Verloop van de ontwikkeling, uitgedrukt in standcijfers, van het gewas op Pr 373 bij verschillende wijze van N- en P-aanwending.

Verlauf der Entwicklung des Gewachses nach Standbeurteilungen auf Versuchsfeld Pr 373 bei verschiedener N- und P-Anwendung.

- N en P in najaar. N und P im Spätjahr.
- × N en P in voorjaar. N und P im Frühjahr.
- + N in voorjaar, P in najaar. N im Frühjahr, P im Spätjahr.
- N half in najaar, half in voorjaar, P in najaar. N zur Hälfte im Spätjahr und im Frühjahr, P im Spätjahr.

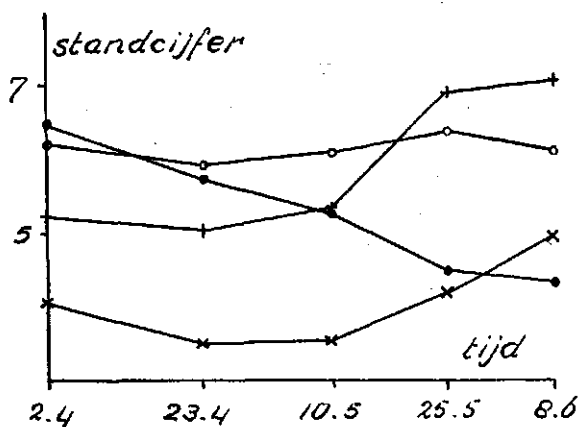


Fig. 2

Hetzelfde als in fig. 1 bij Pr 374. Dasselbe wie in Abb. 1 bei dem Versuchsfeld Pr 374.

in 1938 kleiner dan in 1937. Wanneer niet voldoende N in het voorjaar gegeven was, ging ook nu de stand t. o. v. de voldoende bemeste objecten achteruit. Bij voldoende N-bemesting in het voorjaar bleef de verkregen voorsprong gehandhaafd.

Bij Pr 448 trad een duidelijke fosforzuurwerking op. Op de objecten zonder P was de stand slechter dan op de overeenkomstige met P. Naarmate meer stikstof in het najaar is gegeven, was de stand op de met fosforzuur bemeste objecten in het begin van Maart beter. Deze gunstige stand kon zich handhaven, als in het voorjaar voldoende N gegeven werd. Bij de objecten, die geen P gekregen hebben, ging de stand langzaam achteruit, een middelmatige N-gift (50 kg N/ha) in het voorjaar had zonder P de beste werking.

Uit deze waarnemingen blijkt, dat een behoorlijke N-gift in het voorjaar het voordeel, dat het gewas in vroege ontwikkelingsstadia van een P- en N-bemesting in het najaar heeft, in stand kan houden. De ongunstige resultaten van een dergelijke bemestingswijze in 1937 waren dus een gevolg van de proefopzet, waarbij in het voorjaar geen, of te weinig, extra N is toegediend. Een stikstofbemesting in het najaar is dus blijkbaar alleen juist, als in het voorjaar bovendien vrijwel de volle, normale N-bemesting gegeven wordt. Gebeurt dit niet, dan lijdt het gewas groote schade door N-tekort.

2. De opbrengsten

a. Korrel. Op alle bepaalde opbrengstcijfers is de grafische correctiemethode van W. C. VISSER (3) toegepast.

Bij Pr 448 (tabel 1a, fig. 3a en b) was een duidelijke fosfaatwerking. De objecten, die niet met ofsforzuur bemest waren, gaven een lagere opbrengst dan de overeenkomstige objecten, die wel fosfaat gekregen hadden. De grootte van deze depressie blijkt ook afhankelijk van de N-bemesting te zijn. Is geen N in het voorjaar gegeven, dan was de oogstdepressie tengevolge van het weglaten van P 0,9 q/ha (11,2 %), bij de objecten met 30 N zijn deze cijfers 1,9 en 12,8 (gemiddelde van alle vergelijkbare objecten), met 50 N 3,5 q/ha of 19,3 % en met 70 N 5,9 q/ha of 28,8 %. Ook de in het najaar gegeven N had een dergelijken invloed. Werd geen N in het najaar gegeven, dan veroorzaakte weglaten van P gemiddeld een depressie van 3,4 q/ha of 17,6 % van de opbrengst met P, met 15 N in het najaar eveneens 3,4 q/ha of 19 %, en met 30 N 4,4 q/ha of 22,1 %.

De stikstofwerking is gemakkelijk uit de grafieken 3a en 3b af te lezen. De werking van de in het najaar gegeven N (gemiddeld 10,3 kg korrel per kg N met, en 7,0 kg korrel/kg N zonder P-bemesting), was kleiner dan die van in het voorjaar gegeven N (resp. 14,9 en 10,7 kg korrel per kg N). Toch is de

TABEL Ia

Korrelopbrengst van Pr 448 in q/ha
Kornertrag in Dz/ha bei Pr 448

| kg P ₂ O ₅ /ha | kg N/ha voorjaar <i>Frühjahr</i> | kg N/ha najaar: <i>Spätjahr</i> : | | | | | | |
|--------------------------------------|--|-----------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| | | 0 | 10 | 15 | 20 | 19 | 29 | 38 |
| 100 | 0 | 8,0 | — | — | 9,4 | — | — | 13,0 |
| | 30 | 12,9 | 14,4 | 14,6 | 14,5 | 14,4 | 16,1 | 17,5 |
| | 50 | 16,7 | 17,7 | 18,4 | 18,1 | 18,9 | 19,6 | 20,2 |
| | 70 | 19,3 | 19,9 | 19,8 | 20,7 | 20,1 | 21,9 | 23,7 |
| 0 | 0 | 7,1 | — | — | — | — | — | — |
| | 30 | 11,4 | — | 12,5 | — | — | 14,1 | — |
| | 50 | 13,5 | — | 15,4 | — | — | 15,2 | — |
| | 70 | 13,8 | — | 14,6 | — | — | 15,0 | — |

TABEL Ib

Korrelopbrengst van Pr 373 in q/ha
Kornertrag in Dz/ha bei Pr 373

| Vorm P-mest <i>Form Phosphat</i> | N- en P-bemesting | | <i>N- und P-Düngung</i> | |
|-------------------------------------|-------------------|-------|-------------------------|--------------|
| | in najaar: | | <i>in Spätjahr</i> : | |
| | 0 | 100 P | 100 P + 19 N | 100 P + 38 N |
| | in voorjaar: | | <i>in Frühjahr</i> : | |
| | 100 P + 38 N | 38 N | 19 N | 0 |
| Monoammoniumfosfaat | 28,7 | — | 27,1 | 23,2 |
| Diammoniumfosfaat | 26,7 | — | — | 23,5 |
| Monocalciumfosfaat | 27,3 | 31,4 | 28,1 | 23,6 |
| Dicalciumfosfaat | 27,4 | 30,4 | 28,1 | 24,0 |
| Superfosfaat | 28,6 | 29,8 | 25,9 | 24,1 |

TABEL Ic

Korrelopbrengst van Pr 374 in q/ha
Kornertrag in Dz/ha bei Pr 374

| Vorm P-mest <i>Form Phosphat</i> | N- en P-bemesting | | <i>N- und P-Düngung</i> | |
|-------------------------------------|------------------------|-------------|-------------------------|--------------|
| | in najaar: | | <i>in Spätjahr</i> : | |
| | 0 | 100 P | 100 P + 19 N | 100 P + 38 N |
| | in voorjaar: | | <i>in Frühjahr</i> : | |
| | 100 P + 38 N + 22 N | 38 N + 22 N | 19 N + 22 N | 22 N |
| Monoammoniumfosfaat | 13,7 | — | 14,4 | 11,3 |
| Diammoniumfosfaat | 12,6 | — | — | 11,6 |
| Monocalciumfosfaat | 14,5 | 18,2 | 16,3 | 10,9 |
| Dicalciumfosfaat | 11,1 | 16,9 | 15,5 | 11,1 |
| Thomasslakkenmeel | 9,1 | 15,6 | 13,7 | 11,8 |

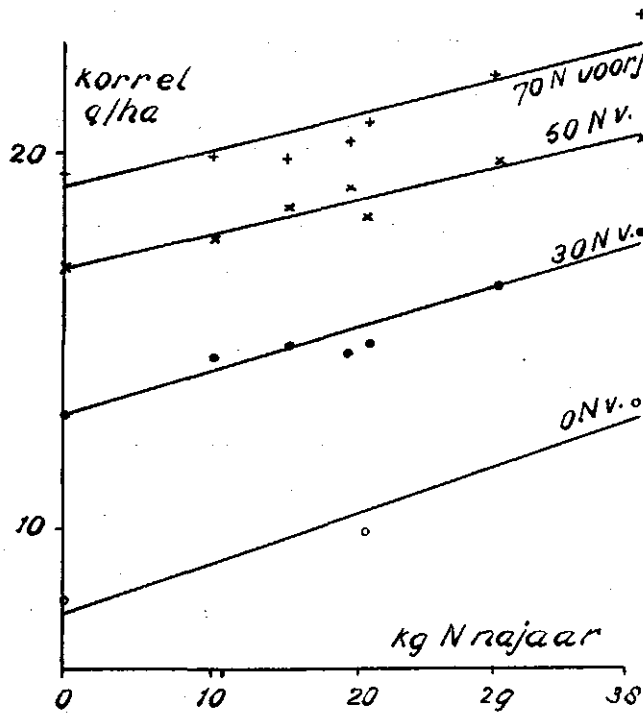


Fig. 3a

Verband tusschen de korrelopbrengst van Pr 448 en de stikstofbemesting in najaar en voorjaar, met P_2O_5 -bemesting. Körnerertrag in Abhängigkeit von Stickstoffdüngung im Frühjahr und Herbst, mit P_2O_5 -Düngung. (Abzisse kg N/ha im Spätjahr).

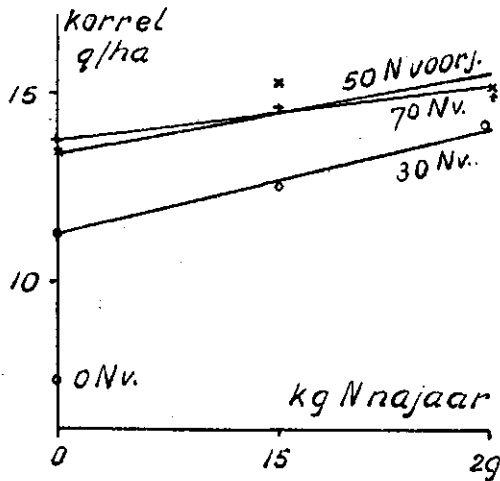


Fig. 3b

Als fig. 3a, idem zonder P_2O_5 -bemesting. Wie Abb. 3a, idem ohne P_2O_5 -Düngung.

najaarsbemesting met N ongetwijfeld rendabel geweest. Veronderstellen wij, dat de stikstof in den vorm van zwavelzure ammoniak gegeven was, dan zou 1 kg N ongeveer 28 ct kosten. Als kalkammonsalpeter of ammoniumfosfaten gebruikt waren, zou de stikstof iets duurder komen. 1 kg N brengt op 10 kg roggekorrel, dat is gerekend naar een prijs van f 9,— per 100 kg f 0,90. Zonder P bedraagt de opbrengst 7 kg en heeft dus een waarde van f 0,63. De meerdere opbrengst van het stroo is buiten rekening gehouden, zoodat de rentabiliteit van de N-bemesting in het najaar in ieder geval vast staat. Uit de boven gegeven getallen blijkt ook, dat de werking van de N-bemesting gunstig beïnvloed wordt door de P-bemesting. Een zeer belangrijk resultaat is verder, dat de werking van de najaars-N practisch niet beïnvloed wordt door de grootte van de voorjaars N-gift. Bij alle voorjaarsgiften stijgt de opbrengst evenredig met de toenemende najaarsgift, en deze lijnen loopen volgens fig. 3 alle vrijwel parallel. Hieruit volgt dat de aard van de werking van op verschillende tijden aangewende N verschillend is, en dat deze werkingen tamelijk onafhankelijk van elkaar zijn. Blijkbaar hebben bij ongelijktijdige aanwending van de stikstof verschillende groeiprocessen invloed ondergaan.

Pr 374 (tabel Ic) laat conclusies toe over de werking van in het najaar aangewende, vergeleken met in het voorjaar gegeven fosfaatbemesting. De laatste gaf een lagere korrelopbrengst dan de eerste. Aanwending van de fosfaatbemesting in het voorjaar was dus blijkbaar te laat.

Bij toediening van de stikstof geheel of gedeeltelijk in het najaar trad meer of minder ernstig N-gebrek op, waaronder de opbrengst ten zeerste leed. Deze wijze van N-bemesting is dus niet de juiste. Deze proef laat echter geen conclusie toe of het voordeel van de goede N-werking in najaar en winter behouden zou kunnen blijven, als er in het voorjaar wel voldoende N gegeven was, zonder dat daarbij met de reeds in het najaar toegediende stikstof rekening zou worden gehouden.

De korrelopbrengst van de gerst op Pr 373 vertoont hetzelfde beeld als die van de rogge op Pr 374. Een verschil tusschen de fosfaatmeststoffen was echter niet aanwezig, hoewel de fosforzuurbemesting op zichzelf duidelijk werkte.

Uit de cijfers van Pr 448 blijkt, dat de fosforzuur- en stikstofwerking van mono- en diammonium-, en monocalciumfosfaat aangevuld met zwavelzure ammoniak, gelijk was. Voor verschillen tusschen de fosfaten bij Pr 374 verwijzen wij naar een volgende publicatie, waar deze uitvoerig besproken zullen worden (2).

b. *Stroo*. Er was bij Pr 448 ook een zeer duidelijke fosforzuurwerking op de opbrengst aan stroo. Deze fosforzuurwerking werd in mindere mate door de stikstofbemesting beïnvloed dan bij de korrelopbrengst het geval was. In het najaar gegeven stikstof oefende in het geheel geen invloed op de relatieve

grootte van de P-werking uit. Bij toediening van verschillende hoeveelheden N in het voorjaar werden wel eenige verschillen in de mate van P-werking gevonden.

In het algemeen kan gezegd worden, dat de bemesting met stikstof de stroo-productie verhoogde. Wanneer fosforzuur gegeven werd, gaf iedere vergroting van de N-gift ook een verdere stijging van de opbrengst; zonder fosforzuur-bemesting gaf een gift van 70 N geen grootere opbrengst dan 50 N. Ook de werking van de in het najaar gegeven N was grooter, wanneer tevens fosforzuur gegeven werd.

Op het vergelijkbare proefveld op zandgrond in 1937 (Pr 374) reageerde de stroo-opbrengst gelijk als de korrelopbrengst. Het gunstigst was dus de aanwending van den P-mest in het najaar en den N-mest in het voorjaar.

Bij Pr 373 (gerst op klei) zijn de verhoudingen eenigszins anders. Hier gaven de objecten, die de P- en N-mest beide in het voorjaar gekregen hebben, de grootste opbrengst aan stroo. In het voorjaar gegeven fosforzuur heeft hier dus op de stroo-productie een gunstiger invloed dan een in het najaar gegeven P-bemesting, in tegenstelling tot wat bij de korrelopbrengst gevonden was. Daar deze laatste lager was bij aanwending van de P-bemesting in het voorjaar, ontstaat een ongunstiger korrel-stroo verhouding: bij P in najaar en N in voorjaar bedraagt b.v. de korrelopbrengst 45,8 % van de totale opbrengst, en bij toediening van beide meststoffen in het voorjaar 42,5 %.

Trouwens ook bij Pr 374, waar het gedrag van korrel- en stroo-productie bij verschillende wijzen van aanwending van de meststoffen vrij goed overeenstemt, is de verhouding korrel: stroo toch iets ongunstiger bij aanwending van het fosfaat in het voorjaar dan bij toediening in het najaar; in het eerste geval bestaat de totale productie gemiddeld voor 31,9 % uit korrels, in het laatste voor 32,9 %. Het schijnt dus, dat de stroo-productie iets meer profijt trekt van een late P-bemesting dan de korrelproductie.

3. Morphologische analyse van den oogst

Om een nader inzicht in de reactiewijze van het gewas te krijgen is nog een morphologische analyse van de oogstproducten toegepast. Bij alle proefvelden werden het aantal aren per $\frac{1}{2}$ meter rij, het duizendkorrelgewicht en het aantal korrels per aar bepaald.

De eerste waarde werd bepaald door het aantal aren op 5 plaatsen van elk veldje te tellen, dat in $\frac{1}{2}$ m rij voorkomt. Het duizendkorrelgewicht werd op de gebruikelijke wijze door telling en weging van 200 korrels in duplo bepaald. Voor de bepaling van het aantal korrels per aar werden uit een schoofje willekeurig 36 aren getrokken en het aantal korrels van elke aar geteld. Verder is in een vroeger stadium van de ontwikkeling het aantal spruiten per $\frac{1}{2}$ m rij op dezelfde wijze bepaald als het aantal aren.

TABEL 2a

Aantal korrels per aar bij Pr 373
Zahl der Körner pro Ähre bei Pr 373

| Vorm P-mest Form Phosphat | N- en P-bemesting | | N- und P-Düngung | |
|-------------------------------|-------------------|------------|------------------|--------------|
| | in najaar: | | in Spätjahr: | |
| | — | 100 P | 100 P + 19 N | 100 P + 38 N |
| | in voorjaar: | | in Frühjahr: | |
| | 100 P + 38 N | 38 N | 19 N | — |
| Monoammoniumfosfaat | 28,7 ± 2,3 | — | 33,8 ± 2,4 | 29,9 ± 1,8 |
| Diammoniumfosfaat | 32,7 ± 2,7 | — | — | 39,9 ± 1,7 |
| Monocalciumfosfaat | 28,0 ± 1,0 | 33,0 ± 2,6 | 29,5 ± 2,0 | 29,8 ± 2,0 |
| Dicalciumfosfaat | 31,1 ± 2,1 | 34,1 ± 2,5 | 31,4 ± 2,0 | 29,4 ± 1,6 |
| Superfosfaat | 35,0 ± 2,2 | 32,2 ± 2,4 | 35,1 ± 2,2 | 29,7 ± 2,1 |

TABEL 2b

Aantal korrels per aar bij Pr 374
Zahl der Körner pro Ähre bei Pr 374

| Vorm P-mest Form Phosphat | N- en P-bemesting | | N- und P-Düngung | |
|-------------------------------|------------------------|-------------|------------------|--------------|
| | in najaar: | | in Spätjahr: | |
| | — | 100 P | 100 P + 19 N | 100 P + 38 N |
| | in voorjaar: | | in Frühjahr: | |
| | 100 P + (38 + 22) N | (38 + 22) N | (19 + 22 N) | 22 N |
| Monoammoniumfosfaat | 38,3 ± 2,1 | — | 38,7 ± 1,9 | 35,7 ± 1,8 |
| Diammoniumfosfaat | 36,3 ± 2,1 | — | — | 36,2 ± 2,2 |
| Monocalciumfosfaat | 40,9 ± 2,0 | 44,2 ± 1,3 | 40,4 ± 2,3 | 34,9 ± 2,0 |
| Dicalciumfosfaat | 34,9 ± 2,1 | 46,9 ± 2,2 | 39,5 ± 2,3 | 32,9 ± 1,9 |
| Thomasslakkenmeel | 32,9 ± 1,8 | 41,2 ± 2,6 | 36,8 ± 2,3 | 35,1 ± 2,4 |

In de eerste plaats dienen wij hier op te merken, dat de fouten, die er aan de bepaling van het aantal korrels per aar kleven, vrij groot zijn, zooals uit de bijgevoegde middelbare fouten blijkt. Statistisch vaststaande verschillen kunnen wij slechts in enkele gevallen constateeren. Alleen van regelmatig terugkomende verschillen is waarschijnlijk, dat ze werkelijk met een verschil in behandelingswijze samenhangen.

Zoo is het vrij zeker, dat de fosforzuurbemesting bij Pr 448 (fig. 4) het aantal korrels per aar verlaagde, wanneer geen N in het najaar gegeven is, maar de in het najaar gegeven stikstof dit aantal bij alle N-giften in het voorjaar verhoogde, onverschillig hoe de invloed van deze voorjaarsbemesting was. Zonder voldoende fosfaat had deze N daarentegen een iets verlagenden

invloed, zoodat de P-bemesting bij hooge N-najaarsgift het omgekeerde effect had als bij weglaten van N in het najaar, en dus integendeel de vulling van de aar bevorderde. Een voorjaarsstikstofgift van 50 kgN/ha schijnt, zoowel met als zonder P, optimaal te zijn.

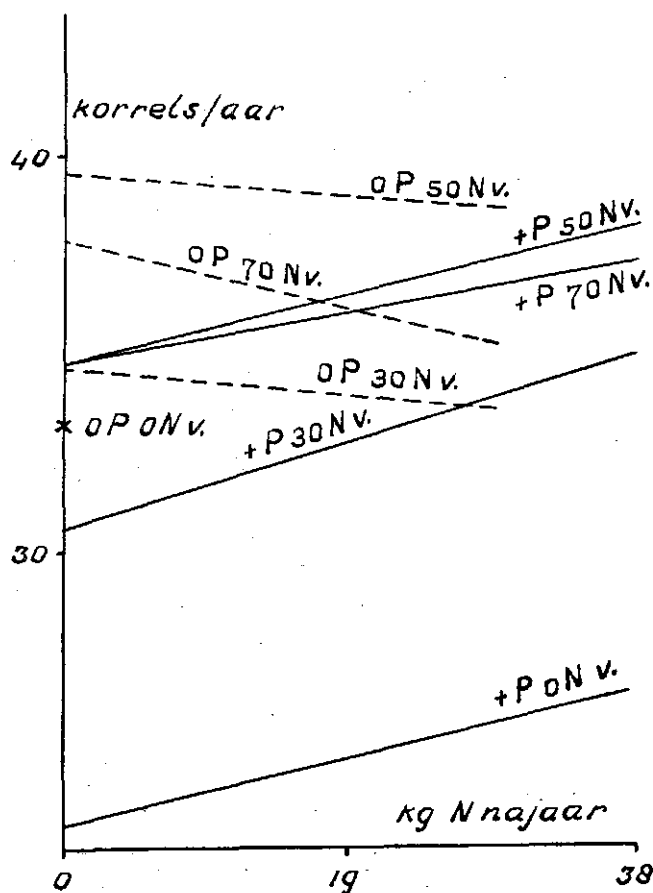


Fig. 4

Verband tusschen het aantal korrels per aar en de bemesting bij Pr 448. Zahl der Körner pro Ähre in Beziehung zu der Düngung bei Pr 448. (Abzisse kg N/ha im Spätjahr).

Bij Pr 373 (tabel 2a) is er geen regelmaat in het aantal korrels per aar te vinden.

Bij Pr 374 (tabel 2b) komt het grootste aantal korrels per aar voor bij aanwending van het fosforzuur in het najaar en van de stikstof in het voorjaar. Aanwending van fosforzuur is hier dus te laat voor een goede vulling van de aar.

Dit is vooral duidelijk bij bemesting met het in water minder goed oplosbare dicalciumfosfaat en slakkenmeel.

Duizendkorrelgewicht

Het gewicht van de korrel is bij Pr 448 (fig. 5) in de eerste plaats afhankelijk van de P_2O_5 -bemesting. Is die gegeven, dan bereikt het duizendkorrelgewicht een bepaalde hoogte (29,7), die door stikstofbemesting practisch niet beïnvloed wordt. Wordt echter geen P gegeven, dan heeft de N-bemesting

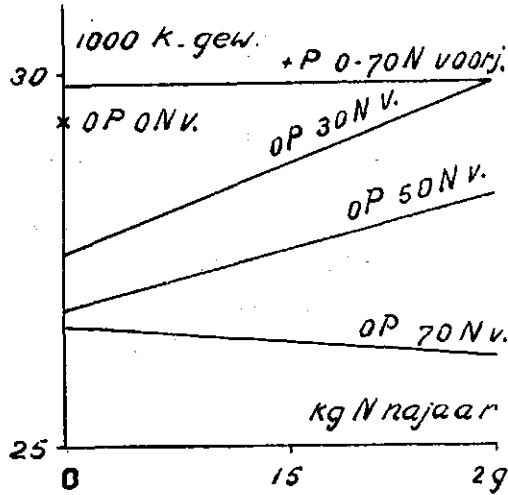


Fig. 5

Verband tusschen het gewicht van 1000-korrels en de bemesting. 1000-Körnergewicht in Beziehung zu der Düngung bei Pr 448.

wel invloed op het duizendkorrelgewicht. Een najaarsbemesting werkt gunstig als de voorjaarsgift niet te groot is. Bemesting met stikstof in het voorjaar heeft evenwel een ongunstigen invloed. Het verband is blijkbaar zeer ingewikkeld. Het blijkt hier nogeens zeer duidelijk, dat najaars- en voorjaars-N een zeer verschillende werking uitoefenen.

Bij Pr 374 (tabel 3b) is een P_2O_5 -bemesting in het voorjaar te laat gekomen: het duizendkorrelgewicht is lager dan wanneer het fosforzuur in het najaar gegeven is. Werd echter het grootste gedeelte van de stikstof in het najaar gegeven, ten gevolge waarvan N-gebrek optrad, dan had dat ditmaal wel een lager duizendkorrelgewicht tot gevolg.

De gerst van Pr 373 (tabel 3a) gedroeg zich anders, want in het voorjaar gegeven fosforzuur werkte het gunstigst op het duizendkorrelgewicht. Als de P in het najaar gegeven werd, had de verdeling van de N practisch weinig invloed.

TABEL 3a

Pr 373 Duizendkorrelgewicht bij Pr 373
Tausend-Körnergewicht bei Pr 373

| Vorm P-mest Form Phosphat | N- en P-bemesting | | N- und P-Düngung | |
|-------------------------------|-------------------|-------|------------------|--------------|
| | in najaar: | | in Spätjahr : | |
| | — | 100 P | 100 P + 19 N | 100 P + 38 N |
| | in voorjaar: | | in Frühjahr : | |
| | 100 P + 38 N | 38 N | 19 N | — |
| Monoammoniumfosfaat | 53,5 | — | 53,1 | 52,7 |
| Diammoniumfosfaat | 54,8 | — | — | 52,8 |
| Monocalciumfosfaat | 54,7 | 53,5 | 52,7 | 52,9 |
| Dicalciumfosfaat | 54,5 | 53,2 | 52,4 | 52,1 |
| Superfosfaat | 55,2 | 52,8 | 51,7 | 52,2 |

TABEL 3b

Pr 374, Duizendkorrelgewicht bij Pr 374
Tausend-Körnergewicht bei Pr 374

| Vorm P-mest Form Phosphat | N- en P-bemesting | | N- und P-Düngung | |
|-------------------------------|------------------------|-------------|------------------|--------------|
| | in najaar: | | in Spätjahr : | |
| | — | 100 P | 100 P + 19 N | 100 P + 38 N |
| | in voorjaar: | | in Frühjahr : | |
| | 100 P + (38 + 22) N | (38 + 22) N | (19 + 22) N | 22 N |
| Monoammoniumfosfaat | 28,2 | — | 27,2 | 28,5 |
| Diammoniumfosfaat | 28,8 | — | — | 28,4 |
| Monocalciumfosfaat | 29,0 | 30,1 | 29,5 | 28,4 |
| Dicalciumfosfaat | 28,3 | 30,3 | 29,8 | 28,8 |
| Thomasslakkenmeel | 27,5 | 29,4 | 29,3 | 29,0 |

Het aantal aardragende halmen

Bij Pr 448 werd het aantal halmen zeer duidelijk door de P-bemesting beïnvloed (fig. 6). De invloed van fosforzuur was ongunstig, als er geen N in het najaar gegeven werd, behalve wanneer in het voorjaar zeer veel N gegeven was; te veel N werkte namelijk zonder P beslist ongunstig. N in het najaar had echter wel een zeer gunstig effect als tevens P gegeven was, zoodat het forforzuur tezamen met een lichte najaars-N-bemesting wel gunstig op de aarvorming werkte.

Een N-gift in het voorjaar had eveneens een zeer goeden invloed; bij

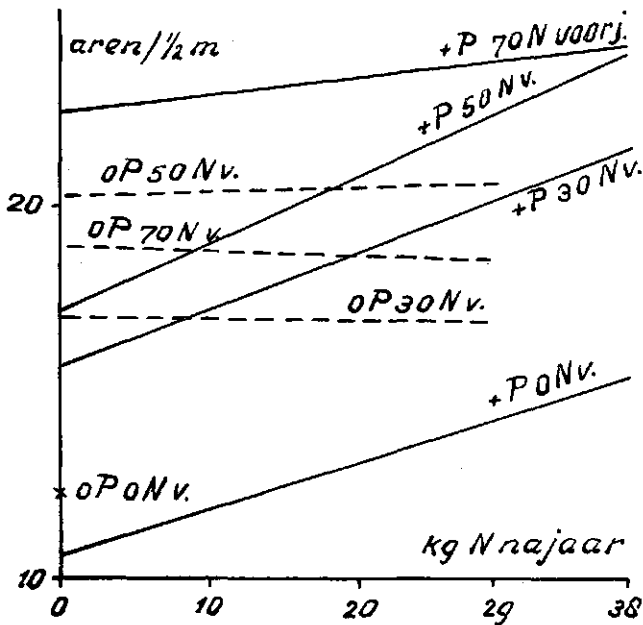


Fig. 6

Verband tusschen het aantal aren per $\frac{1}{2}$ m rij en de bemesting bij Pr 448. Zahl der Ähre pro $\frac{1}{2}$ m in Beziehung zu der Düngung.

zwaardere bemesting leek het effect iets geringer te worden. Zonder P werd een optimum bereikt en heeft zooals gezegd een al te zware N-bemesting het aantal aren verminderd.

TABEL 4a

Aantal aren per $\frac{1}{2}$ m rij bij Pr 373

Zahl der Ähre pro $\frac{1}{2}$ m Reihe bei Pr 373

| Vorm P-mest Form Phosphat | N- en P-bemesting | | N- und P-Düngung | |
|-------------------------------|-------------------|-------|------------------|--------------|
| | in najaar: | | in Spätjahr: | |
| | — | 100 P | 100 P + 19 N | 100 P + 38 N |
| | in voorjaar: | | in Frühjahr: | |
| | 100 P + 38 N | 38 N | 19 N | — |
| Monoammoniumfosfaat | 34,5 | — | 36,4 | 32,7 |
| Diammoniumfosfaat | 32,3 | — | — | 36,0 |
| Monocalciumfosfaat | 36,6 | 36,7 | 37,4 | 35,3 |
| Dicalciumfosfaat | 37,4 | 41,2 | 37,2 | 33,3 |
| Superfosfaat | 34,7 | 39,0 | 39,7 | 34,4 |

TABEL 4b

Aantal aren per $\frac{1}{2}$ m rij bij Pr 374
Zahl der ohre pro $\frac{1}{2}$ m Reihe bei Pr 374

| Vorm P-mest Form Phosphat | N- en P-bemesting | | N- und P-Düngung | |
|-------------------------------|------------------------|-------------|------------------|--------------|
| | in najaar: | | in Spätjahr: | |
| | — | 100 P | 100 P + 19 N | 100 P + 38 N |
| | in voorjaar: | | in Frühjahr | |
| | 100 P + (38 + 22) N | (38 + 22) N | (19 + 22) N | 22 N |
| Monoammoniumfosfaat | 26,7 | — | 23,3 | 26,3 |
| Diammoniumfosfaat | 19,0 | — | — | 22,3 |
| Monocalciumfosfaat | 29,3 | 22,3 | 26,0 | 22,7 |
| Dicalciumfosfaat | 18,7 | 25,0 | 24,0 | 21,3 |
| Thomasslakkenmeel | 20,7 | 23,7 | 18,0 | 23,3 |

Bij Pr 373 (tabel 4a) blijkt ook de groote invloed van de P-bemesting op het aantal aren; aanwending van P in het najaar is met voldoende stikstof in het voorjaar gunstiger dan aanwending in het voorjaar. Bij aanwending van alle stikstof in het najaar veroorzaakte het optredende stikstofgebrek een vermindering van het aantal halmen.

Bij Pr 374 (tabel 4b) vertoont het aantal aren weinig regelmaat. Wanneer P en N beide in het voorjaar gegeven werden, zijn er groote verschillen tusschen de verschillende fosforzuurmeststoffen: slakkenmeel, dicalcium- en diammoniumfosfaat werkten ongunstig vergeleken met monoammonium-, en vooral monocalciumfosfaat.

Het aantal spruiten

Het aantal spruiten, dat een maat is voor de uitstoeling, is alleen bij Pr 448 geteld, en wel op 26 April, toen de uitstoeling reeds afgelopen was. Het blijkt sterk afhankelijk te zijn van de P-bemesting en van de stikstof-bemesting in het najaar, die alleen dan een sterke werking heeft, als tevens P gegeven is (fig. 7).

Deze gunstige werking van de najaars-N is veel grooter, wanneer in het voorjaar nog wat N (30 kg/ha) overbemest wordt, dan wanneer in het voorjaar geen N gegeven wordt. Grootere hoeveelheden N in het voorjaar gaven maar een geringe verdere versterking van de uitstoeling. Zeer opvallend is de geringe invloed van zware giften N in het voorjaar, als in het najaar geen N gegeven was. Dit is trouwens wel begrijpelijk, want na de N-bemesting viel weinig

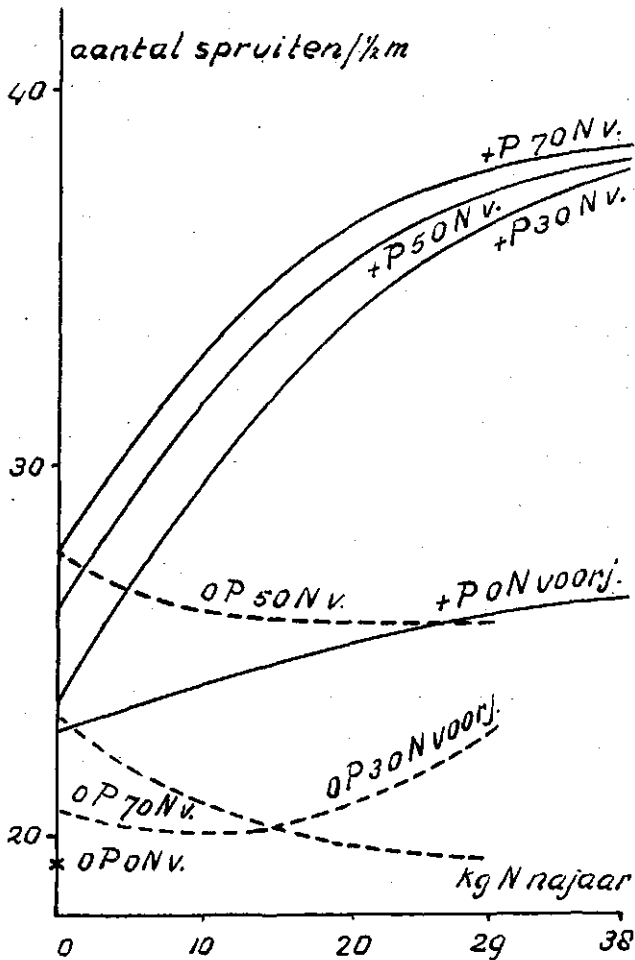


Fig. 7

Verband tusschen het aantal spruiten per $\frac{1}{2}$ m rij en de bemesting bij Pr 448: *Zahl der Sprösse pro $\frac{1}{2}$ m in Beziehung zu der Düngung.*

regen, en eerst op 14 April kon de uitwerking van deze bemesting op het gewas vastgesteld worden.

Bij weglaten van het fosforzuur is de N-werking nogal onregelmatig. Teveel N blijkt in dat geval de uitstoeling te schaden.

4. Chemisch gewasonderzoek

Bij alle proeven werden de oogstproducten op P_2O_5 -gehalte onderzocht. Bij Pr 373 varieerde het P_2O_5 -gehalte van de korrel vrij sterk, zonder dat er regelmaat in de variatie te vinden is.

Bij Pr 374 was het P_2O_5 -gehalte het laagst bij de objecten, die de P in het najaar en de N in het voorjaar gekregen hebben. Ook verder geldt bij dit proefveld, dat het P_2O_5 -gehalte kleiner is, naarmate de opbrengst groter is. De verschillen in opbrengst zijn echter in verhouding veel groter, zoodat de P_2O_5 -opname van de beide proeven in 1937 voornamelijk parallel loopt aan de grootte van de opbrengst.

Bij Pr 448 was het P_2O_5 -gehalte eveeens lager bij een hogere opbrengst. Zoo hebben de objecten met P en zonder N gemiddeld een P_2O_5 -gehalte in de droge stof van de korrel van 0,85 %, die met 30 kg N in het voorjaar van 0,77 %, met 50 en 70 kg N in het voorjaar elk van 0,71 %. Deze verschillen zijn echter vrij gering. De opgenomen hoeveelheid loopt daarvoor tamelijk parallel met de opbrengsteijfers (fig. 8, vgl. met fig. 3). Uit fig. 8 blijkt, dat de indirecte invloed van in najaar of voorjaar gegeven N op de P-opname zeker niet minder belangrijk is dan die van de directe werking van den P-mest zelf.

Bij Pr 448 is het P_2O_5 -gehalte van de planten op een drietal tijdstippen tijdens den groei bij enkele objecten onderzocht, om de invloed van de verschillende wijzen van N-bemesting op de P_2O_5 -opname na te gaan (tabel 5).

TABEL 5

P_2O_5 -gehalte tijdens den groei bij enkele objecten van Pr 448
 P_2O_5 -Gehalt während des Wachstums bei einigen Objekten von Pr 448

| P_2O_5 bemesting kg/ha <i>Düngung</i> | N in voor- jaar kg/ha <i>N in Früh- jahr</i> | 0 N najaar <i>Spätjahr</i> | | | 29 N najaar <i>Spätjahr</i> | | |
|--|---|----------------------------|---------------------|----------------------|-----------------------------|---------------------|----------------------|
| | | 17 April <i>April</i> | 9 Mei <i>Mai</i> | 30 Mei <i>Mai</i> | 17 April <i>April</i> | 9 Mei <i>Mai</i> | 30 Mei <i>Mai</i> |
| | | 100 | 0 | 1,03 | 0,64 | 0,52 | — |
| | 30 | 0,97 | 0,68 | 0,41 | 0,78 | 0,64 | 0,37 |
| | 70 | 0,98 | 0,72 | 0,48 | 0,91 | 0,64 | 0,43 |
| 0 | 0 | 0,86 | 0,67 | 0,55 | — | — | — |
| | 30 | 1,18 | 0,65 | 0,47 | 0,95 | 0,64 | 0,47 |
| | 70 | 1,03 | 0,64 | 0,49 | 0,82 | 0,61 | 0,46 |

Het gehalte aan P_2O_5 neemt bij het ouder worden regelmatig af. Overigens zijn de verschillen van weinig beteekenis, zoodat door dit onderzoek geen aanwijzingen verkregen zijn over den invloed van de verschillende wijzen van N-bemesting op de P_2O_5 -opname. Hoogstens kan men zeggen, dat het P_2O_5 -gehalte bij N-bemesting in het najaar een kleinigheid lager is. Daar staat echter tegenover, dat het gewas bij deze objecten reeds veel verder ontwikkeld was.

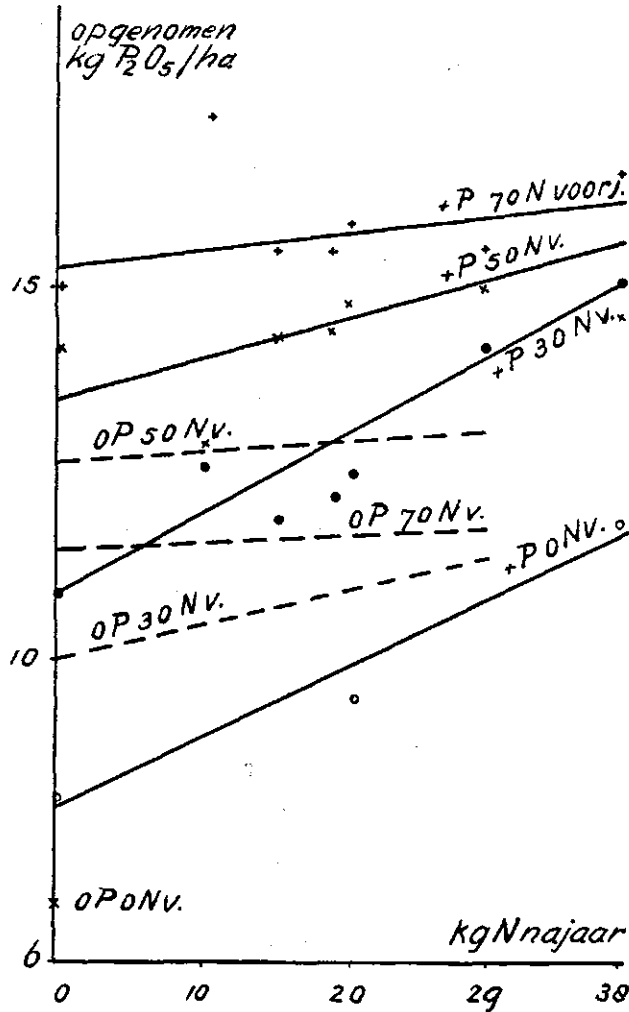


Fig. 8

Invloed van de N-bemesting in najaar en voorjaar en de P-bemesting op de P_2O_5 -opname bij Pr 448. *Einfluss der N-Düngung in Spätjahr und Frühjahr und der P-Düngung auf die P_2O_5 -Aufnahme bei Pr 448.*

III. Beschouwingen

Ofschoon het aantal proeven nog beperkt is, zijn er toch verschillende conclusies te trekken.

Op twee proefvelden zijn verschillende wijzen van aanwending van de stikstof- en fosfaatmest toegepast. Hoewel op deze beide proefvelden op

sommige objecten het eerder genoemde tekort aan N voorkwam, waren er toch twee groepen objecten aanwezig, die de N-mest in het voorjaar gekregen hadden, en waar voldoende stikstof gegeven was. Bij bedoelde objecten werd de najaars- en voorjaarsaanwending van de fosforzuurmest vergeleken. Het bleek, dat een voorjaarsbemesting met fosforzuur voor een goede korrelopbrengst te laat was. Met de stroo-opbrengst werd op één proefveld een ander resultaat gevonden. De gerst van Pr 373 gaf namelijk, in tegenstelling met de rogge van Pr 374, een hoogere stroo-opbrengst, wanneer fosfaat- en stikstofmest beide in het voorjaar gegeven werden.

Bij deze proeven van 1937 geven de standwaarnemingen een aanwijzing, dat het gewas in het voorjaar veel beter ontwikkeld is, als de stikstof geheel of gedeeltelijk in het najaar gegeven is. Dit voordeel ging bij dezen proefopzet in den loop van den groei evenwel verloren door het optredende stikstofgebrek. Hieruit blijkt dus, dat het niet juist is een gedeelte van de normale stikstofbemesting in het najaar te geven, daar er dan in het voorjaar tekort optreedt. De mogelijkheid bestaat echter, dat een stikstofbemesting in het najaar voordeel kan hebben, als in het voorjaar wel voldoende stikstof gegeven wordt om het dan bestaande voordeel te handhaven. Hierover werd uitsluitel verkregen door de resultaten van Pr 448, waar het fosfaat altijd in het najaar, de stikstof in verschillende hoeveelheden in voor- en najaar gegeven werd. Zoowel de korrel- als de stroo-opbrengst profiteerden van beide stikstofgiften.

Vermoedelijk is de hoogste stikstofgift in het voorjaar (70 kg/ha) niet ver beneden het optimum geweest. Wanneer geen fosfaat gegeven werd, leidde de hoogste N-gift tot een oogstdepressie. Toch wordt zelfs bij deze zware N-bemesting nog een gunstige invloed van in het najaar gegeven stikstof gevonden. Het optimum hiervan is bij 38 kg/ha stikstof waarschijnlijk nog niet bereikt. Het effect van een stikstofbemesting in het najaar was minder groot dan dat van een voorjaarsbemesting, maar zeker rendabel (zie blz. 817). Deze gunstige werking van een stikstofbemesting in het najaar is terug te voeren op een beter door den winter komen, waardoor de stand van het gewas in het voorjaar veel beter is. De werking van de verschillende vormen, waarin de N-mest in het najaar gegeven was, was gelijk.

Behalve de opbrengst werden in den oogst nog bepaald het aantal halmen, het aantal korrels per aar en het duizendkorrelgewicht. Bij deze morfologische analyse werd vastgesteld, dat elk bestanddeel van den oogst op andere wijze op de verschillen in bemesting kan reageeren. Zoo is bij Pr 373 het aantal halmen in de eerste plaats bepalend geweest voor de opbrengst, bij Pr 374 daarentegen het aantal korrels per aar, terwijl bij Pr 448 beide een rol speelden. Een opmerkelijk voorbeeld, dat eenzelfde resultaat op verschillende wijze bereikt kan worden, levert de vergelijking tusschen de naast elkaar liggende,

en bijna gelijk behandelde proefvelden Pr 374 en Pr 280 (zie ook 2). Was bij het eerste het aantal korrels per aar voor de grootte van de opbrengst beslissend, bij Pr 280 werd de opbrengst voornamelijk door het aantal halmen bepaald!

De morfologische analyse kan een inzicht verschaffen in de reactiewijze van de plant. Zoo is b.v. het aantal spruiten bij Pr 448 duidelijk door de in het najaar gegeven stikstof gunstig beïnvloed, als tevens fosforzuur gegeven wordt. Door andere factoren wordt dan weer bepaald hoeveel van deze spruiten uit zullen groeien tot aardragende halmen. Het gewas kan zich op verschillende wijzen (meer halmen, meer korrels per aar, of zwaardere korrels) aan de omstandigheden aanpassen. Hetzelfde vonden b.v. ook RUSSELL en WATSON (4) in een samenvattende bewerking van proefveldresultaten met brouwerst.

Bij de chemische gewasanalyse werden geen belangrijke verschillen tusschen de P_2O_5 -gehalten van verschillend bemeste objecten gevonden. De objecten met de gunstigste bemesting hadden wel meer P_2O_5 opgenomen dan de andere, maar deze grootere hoeveelheid was geheel gebruikt voor het vormen van een hogere opbrengst. Dit wijst er op, dat het fosforzuur in alle gevallen nog onvoldoende beschikbaar was.

Uit dit onderzoek is dus wel gebleken, dat een stikstofbemesting in het najaar van beteekenis kan zijn. Dit resultaat opent ook een mogelijkheid voor een toepassing van stikstofhoudende ammoniumfosfaten als najaarsbemesting van de wintergranen.

Samenvatting

Een fosforzuurbemesting in het voorjaar werkte op twee proefvelden op de korrelopbrengst van wintergranen aanmerkelijk minder gunstig dan een bemesting in het najaar. Op één proefveld gold hetzelfde ook voor de stroopbrengst van rogge, maar op het andere profiteerde het stroo van gerst iets meer van een toediening in het voorjaar.

Een stikstofbemesting in het najaar deed het gewas beter door den winter komen. Werd evenwel een normale hoeveelheid stikstof gedeeltelijk in najaar en voorjaar gegeven, dan leidde dit tot ernstig N-gebrek en oogstdepressie. De verkregen voorsprong kon wel tot een verhoogde opbrengst leiden, als bovendien in het voorjaar een normale stikstofbemesting gegeven werd. De in het najaar extra gegeven N bleek dan volkomen rendabel.

Nadere bevestiging van dit resultaat door verdere proeven onder andere omstandigheden is ongetwijfeld gewenscht. De verkregen resultaten openen mogelijkheden voor de toepassing van ammoniumfosfaten als N-P-meststoffen bij wintergranen in den herfst.

Een stikstofbemesting in najaar of voorjaar bleek tot een verhoogde P-opname te leiden.

Morphologische analyse van den oogst belichtte de door de diverse bemestingswijzen uitgeoefende werkingen. Hierbij bleek de in het najaar gegeven stikstof een principieel andere werking op het gewas uit te oefenen dan in het voorjaar toegediende stikstof.

ZUSAMMENFASSUNG

STICKSTOFFDÜNGUNG VON WINTERGETREIDE IM SPÄTJAHR IN BEZIEHUNG ZU DER DÜNGUNG MIT PHOSPHORSÄURE UND DER STICKSTOFFDÜNGUNG IM FRÜHJAHR

Die Düngung des Wintergetreides erfolgt meistens nach in der Praxis bewährten Regeln. Die Phosphorsäure- und Kali-Düngung werden im Herbst gegeben, die Stickstoff-Düngung im Frühjahr.

Bei einem Vergleich von Ammoniumphosphaten mit anderen Phosphorsäuredüngern stellte sich die Frage ein welche die beste Anwendungszeit dieser erstgenannten Dünger wäre. Auf zwei Versuchsfeldern (Pr 373 und Pr 374) wurden verschiedene Anwendungsweisen der Phosphorsäure- und Stickstoffdünger in dreifacher Wiederholung untersucht. Pr 373 lag auf Tonboden, das Gewächs war Gerste, Pr 374 lag auf Humussandboden und trug Roggen. Beide Böden waren phosphorsäurebedürftig. Auch wurde ein Vergleich zwischen Monoammonium-, Diammonium-, Monokalzium-, und Dikalziumphosphat und Superphosphat (Pr 373), oder Thomasmehl (Pr 374) gemacht. Die Phosphorsäure wurde im Herbst oder im Frühjahr gegeben, der Stickstoff entweder im Herbst oder im Frühjahr, oder zur Hälfte im Herbst, zur anderen Hälfte im Frühjahr.

Die Totalmenge Phosphorsäure und Stickstoff war in allen Fällen gleich gross. Wenn der Phosphorsäuredüngstoff nicht, oder nicht genügend N enthielt, wurde das Fehlende in der Form von schwefelsaurem Ammoniak zugesetzt.

Auf diesen Versuchsfeldern wurden folgende Ergebnisse erhalten: Eine Phosphorsäuredüngung im Frühjahr ist zu spät, der Kornertrag ist geringer als wenn die Phosphorsäure im Herbst gegeben wurde (Tab. 1b und 1c). Bei Roggen wurde dasselbe für den Strohertrag gefunden, in den anderen Fall bei Gerste war jedoch der Strohertrag höher, wenn die Phosphorsäure im Frühjahr angewandt wurde.

Der im Herbst angewandte Stickstoff hat zur Folge, dass das Getreide besser überwintert und der Stand des Gewachses im Vorsommer wesentlich besser ist. Bei Anwendung der gleichen totalen N-Menge trat bei dieser

Düngungsart infolge ungenügender N-Düngung N-Mangel auf und wurde der Stand schlechter als auf die Objekte, die nur im Frühjahr mit Stickstoff gedüngt worden waren (Abb. 1 und 2); der Ertrag erlitt eine starke Depression.

Auf einem dritten Versuchsfeld (Pr 448, Roggen auf phosphorsäurebedürftigem humösem Sandboden, Düngungsplan siehe S. 811), wurde untersucht, ob das durch eine N-Düngung im Herbst verursachte Vorteil eines besseren Standes, durch eine zweckmässigere N-Düngung im Frühjahr behalten wurde, und dem Ertrag zum Nutzen kommen kann. Die Phosphorsäure wurde im Herbst gegeben, der Stickstoff in verschiedenen Gaben im Herbst und Frühjahr.

Auch hier war der Stand am besten auf den Objekten, welche im Herbst neben Phosphorsäure auch Stickstoff bekommen hatten. Wenn im Frühjahr eine normale Stickstoffgabe angewandt wurde, blieb dieser Vorsprung bestehen. Sowohl Körner- (Abb. 3) wie Strohertrag, zeigten die günstige Wirkung der Herbststickstoffdüngung, sowie eine starke Phosphorsäurewirkung. Bei dieser Anwendungsweise wird also total mehr Stickstoff gegeben, aber auch ein grösserer Ertrag erhalten.

Auf den drei besprochenen Versuchsfeldern wurde die Zahl der Ähren auf $\frac{1}{2}$ m Reihe, Zahl der Körner pro Ähre und das Tausendkörnergewicht bestimmt.

Es zeigt sich, dass das Gewächs auf verschiedener Weise reagieren kann. So bestimmt bei Pr 373 die Zahl der Ähren an erster Stelle den Ertrag, bei Pr 374 die Zahl der Körner pro Ähre, während bei Pr 448 beide eine Rolle spielen (Tab. 2—4, Abb. 4—7).

Der im Spätjahr angewandte Stickstoff hatte eine prinzipiell andere Wirkung auf die Entwicklung des Gewachses als später angewandte Stickstoff. Bei früherer Anwendung wurde z. B. die Zahl der Körner pro Ähre, oder das Korngewicht erhöht (Abb. 4 und 5), obwohl zu schwere Frühjahrgabe eine deutliche Depression ergab.

Der P_2O_5 -Gehalt der Trockensubstanz weist keine wichtigen Unterschiede zwischen den Objekten auf. Bei hohen Erträgen ist folglich dem Boden mehr Phosphorsäure entnommen (Abb. 8). Die N-Düngung im Spät- und Frühjahr förderte also tatsächlich die Aufnahme der Phosphorsäure.

LITERATUUR

1. O. DE VRIES en F. VAN DER PAAUW: De indringing van eenige fosfaten in verschillende Nederlandsche grondsoorten. *Versl. landb. onderz.* 43, 677 (1937).
2. F. VAN DER PAAUW: Vergelijkend onderzoek over de waarde van ammoniumfosfaten als fosforzuurmeststof. *Versl. landb. onderz.* 46, 109 (1940).
3. W. C. VISSER: De ongelijkmatigheid van den grond en de nauwkeurigheid van proefvelden. *Versl. landb. onderz.* 43, 225 (1937).
4. E. J. RUSSELL en D. J. WATSON: The Rothamsted Field Experiments on Barley 1852—1937. Pt. III. The Composition and Quality of the Barley Grain. *The Emp. Exp. Agr.* 7, 193 (1939).