

5795

BIBLIOTHEEK
Landbouwpromotie
en Bodemkundig Instituut v. O.
SEPARAAT
No. 4703

SPREKENDE PLANTEN

*Beschrijving van enkele proeven, waarbij
de fosfaatopneming door planten
werd nagegaan, door middel
van radio-actief fosfor*

63.8112
63.81.033
63.86031
5-39.26

**STICHTING
VOORLICHTINGSDIENST VOOR SUPERFOSFAAT • WAGENINGEN**

2252472

SPREKENDE PLANTEN

Beschrijving van enkele proeven, waarbij
de fosfaatopneming door planten werd
nagegaan door middel van
radio-actief fosfor.

Mededeling No. 1

van de Stichting

VOORLICHTINGSDIENST VOOR SUPERFOSFAAT

DR BOESLAAN 21A - POSTBUS 24 - TELEFOON 2133 - WAGENINGEN

INHOUD

	Blz.
VOORWOORD	3
I. WAAR HET OM GING	5
Inleiding	5
Doel van de proeven	5
II. HOE HET GAAT	6
Radio-activiteit	6
Meetmethode	8
III. HOE HET GING	9
Proefopzet	9
Resultaten	11
Nadere gegevens over proefopzet en resultaten	23
IV. WAAR HET OM GAAT	31

VOORWOORD

Tijdens de Najaarsbeurs 1951 en de Agrarische Beurs 1952 gaf de Voorlichtingsdienst voor Superfosfaat enige demonstraties met radio-actief fosfor. Hierdoor werden de toeschouwers in staat gesteld de gang van het fosforzuur in de grond en in de plant te volgen. Tengevolge van de overstelpende belangstelling was het uitgesloten, dat alle bezoekers de uiteenzettingen volledig konden beluisteren. Van verschillende zijden bereikte ons het verzoek iets te vertellen over de resultaten van deze proeven. Hieraan voldoen wij gaarne. In deze brochure zijn alle gegevens samengevat, die zijn verkregen in de tijd, voorafgaande aan en volgende op de demonstraties.

Bij demonstratieproeven wordt in het algemeen gewerkt met een beperkt aantal proefobjecten. Deze omstandigheid vormt gewoonlijk een beperking voor het vertalen van de dode cijfers in alom geldige praktijkadviezen. De resultaten van de onderhavige proeven wijzen alle evenwel zo duidelijk in één richting, dat van een uitgebreider proefopzet alleen te verwachten is, dat de gevolgtrekkingen aan het einde van dit verslag met nog meer zekerheid zullen komen vast te staan.

Teneinde het lezen te vergemakkelijken, zijn de tabellen, die op de grafieken betrekking hebben, aan het slot van het verslag opgenomen. Bovendien is daar iets meer gezegd over de opzet van elke proef.

I. Waar het om ging

INLEIDING

Eigenlijk ging het er om de planten zelf aan het woord te laten. Zo aan de buitenkant van het plantenlichaam zien we weinig van de grote gebeurtenissen, die zich in het inwendige afspeelen. Daar is het evenwel een druk gereis en getrek van scheikundige verbindingen, die in de bladeren zijn gevormd of door de wortels zijn opgenomen. Het zou niet alleen belangwekkend, maar ook uiterst leerzaam zijn, wanneer we in staat waren na te gaan, welke weg bovenbedoelde stoffen in de levende plant volgen en hoe snel ze deze weg afleggen. Zo was ongeveer onze gedachtengang. We wilden graag laten zien, hoe gemakkelijk en hoe snel in water oplosbaar fosforzuur door de planten wordt opgenomen. Weliswaar ging het hier om de bevestiging van reeds bekende feiten. In het verleden waren immers vele proefnemingen verricht met betrekking tot de opneming van fosfaat. Maar de hierbij gebruikte methodes waren omslachtig en leenden zich niet tot toepassing voor demonstratiedoeleinden. Toen ons vanuit het buitenland be-

richten bereikten over proeven met radio-actieve meststoffen, stond het al spoedig voor ons vast, dat ook de Voorlichtingsdienst voor Superfosfaat zich op dit terrein moest begeven. Met radio-actief fosfaat zouden we immers een iegelijk duidelijk kunnen laten zien, zelfs kunnen laten horen, wat de planten met het opgenomen fosforzuur doen. Spreken de planten dus? Ja, in zekere zin wel. De planten vertellen precies, wanneer het fosforzuur via de wortels in de bladeren is aangekomen en in welke delen het meeste wordt opgeslagen.

DOEL VAN DE PROEVEN

Op de volgende vragen wilden we van de planten graag een antwoord hebben:

1. Hoe snel wordt het fosforzuur opgenomen?
2. Welke invloed heeft de oplosbaarheid van de fosfaatmeststof op de snelheid van opneming en op de opgenomen hoeveelheid?
3. Waar blijft het fosforzuur in de plant?



Fotografische afdruk van een plant, die radio-actief fosfaat heeft opgenomen.

4. Bestaan er grote verschillen tussen de hoeveelheden, die verschillende plantensoorten in een bepaalde tijd opnemen?
5. Hoe is het gesteld met de snelheid, waarmee verschillende fosfaten in de grond dringen?

Zeer uitgebreide proeven zouden nodig zijn geweest om door middel van scheikundig onderzoek enig inzicht te verkrijgen in de zojuist opgesomde punten. Door gebruik te maken van radio-actief fosfor slaagden we er in, in korte tijd veel gegevens te verzamelen. Voordat we deze gegevens aan een nadere beschouwing onderwerpen, moet nog iets worden gezegd over de aard van de toegepaste werkwijze.

II. Hoe het gaat

RADIO-ACTIVITEIT

De meststoffen, die aan de grond worden toegevoegd, komen via de wortels in de plant. Wanneer we langs scheikundige weg te weten willen komen, hoeveel is opgenomen, moet de plant worden gedood. Op deze wijze is het dus uitgesloten de plaats van het fosforzuur op verschillende momenten in dezelfde plant te bepalen. Dit kan alleen, wanneer de fosfordeeltjes zo zijn gemerkt, dat ze hun aanwezigheid en hun plaats in de levende plant verraden. Maakt men de fosfordeeltjes radio-actief, dan is dit doel bereikt. Zonder de planten in hun normale ontwikkeling te hinderen, of deze te beïnvloeden, geven zij door middel van stralingen de plaats aan, waar ze zich bevinden. De radio-actieve deeltjes zijn bij wijze van spreken uitgerust met een achterlichtje.

Hoe dit allemaal in zijn werk gaat, is een ingewikkelde kwestie. Indien u iets beter van deze radio-activiteit op de hoogte wilt komen, verwijzen we u naar het E.N.C.K.-bulletin van April 1950 ¹⁾ en naar het Maandblad voor de Landbouwvoorlichtingsdienst van Januari 1952 ²⁾.

Het is echter voldoende te weten, dat radio-actieve stoffen, wat er ook mee gebeurt en waar ze zich ook bevinden, gedurende een bepaalde tijd stralen uitzenden, die met speciale meetapparaten kunnen worden opgetekend.

Zit in een willekeurig gedeelte van de plant veel fosfaat, dan is de radio-activiteit op die plaats sterk, d.w.z. er worden veel stralen uitgezonden. Op plekken, waar minder fosfaat aanwezig

¹⁾ Fosforzuur-assimilatie en -localisatie in de plant. E.N.C.K.-Bulletin April 1950, No. 4, pag. 41-46.

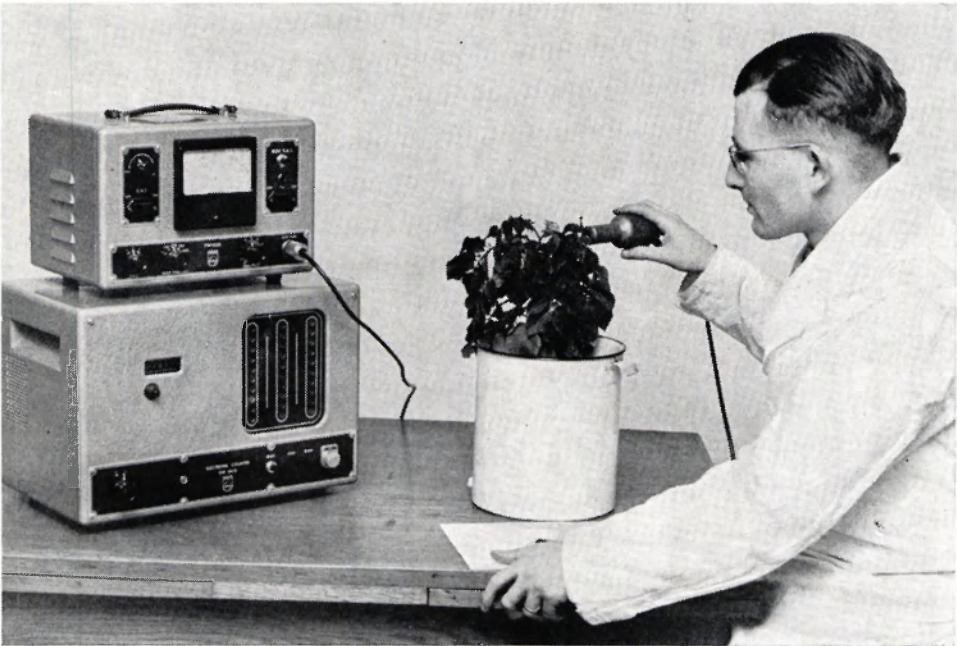
²⁾ Ir K. H. S. Haasjes, De toepassing van radio-actieve isotopen.

is, is deze activiteit vanzelfsprekend geringer. Waar geen fosfaat, ontleend aan de meststof, voorkomt, treden geen stralingen op. Dank zij deze eigenschap kunnen we dus precies nagaan, hoe de fosfaatmeststof in de plant overgaat en hoe het gedrag er van is.

Met radio-actief fosfor is ons een prachtig middel in handen gegeven om vergelijkingen te maken ten aanzien van de werking van fosfaten met een uiteenlopende oplosbaarheid. Aan planten, die evenveel fosforzuur in verschillende vormen hebben ontvangen, kunnen metingen worden verricht. Hierbij wordt nagegaan hoe sterk de radio-activiteit is van in leeftijd en ontwikkeling overeenkomstige plantendelen.

Wanneer het gaat om het vaststellen van de snelheid van opneming, meet men een plant met bepaalde tussentijden van onder tot boven af. Om voorts een indruk te krijgen van de diepte, waartoe het fosfaat in een zeker tijdsduur in de grond dringt, verricht men metingen aan het profiel van die grond. Zo moet voor elk afzonderlijk onderzoek een bepaalde meetmethode worden gevolgd, die zijn eigen technische voorzorgen vereist. Indien men tijdens de metingen hiermede voldoende rekening houdt, verkrijgt men zeer goed vergelijkbare gegevens.

Bij de radio-activiteitsmetingen werd de van een loodmantel voorziene telbuis van de Geiger-Müller teller tegen de bladeren gehouden.



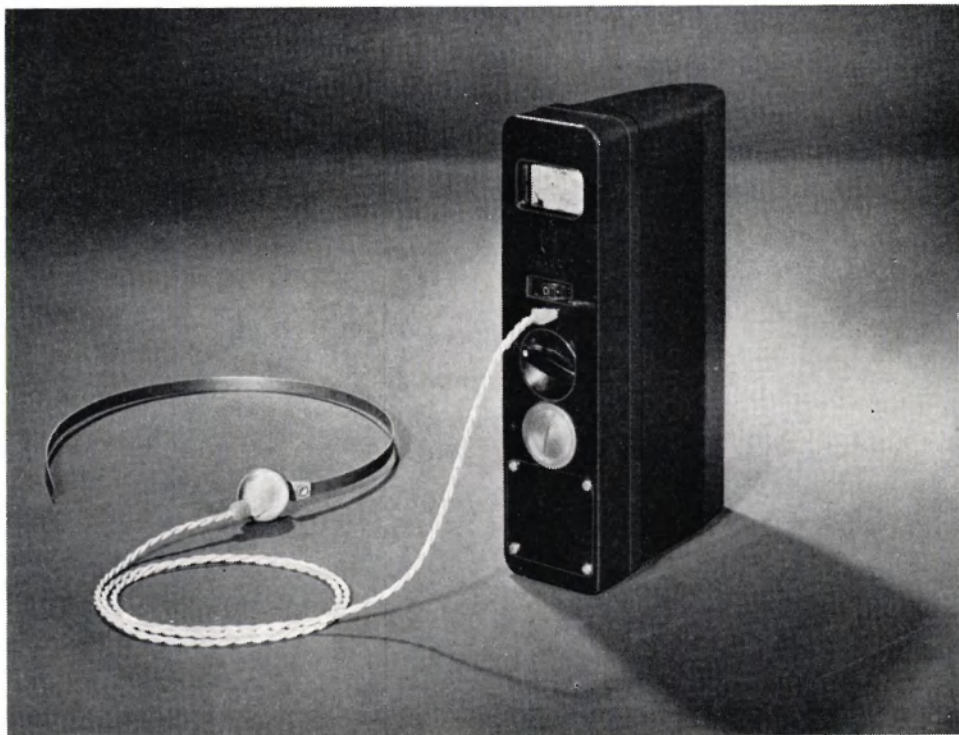
MEETMETHODE

Het instrument, dat de radio-activiteit registreert, heet Geiger-Müllerteller. Aan deze teller is met een snoer een telbuis bevestigd. Het oog van de telbuis wordt gericht op het te onderzoeken gedeelte van de plant. Bij vergelijkende metingen wordt de afstand tussen dit oog en het te meten voorwerp steeds gelijk gehouden.

Door middel van een ingewikkeld stelsel lampen enz. zet de teller de stralen, die door de planten worden uitgezonden om in hoorbare tikken of in lichtreflexen. Het aantal hiervan wordt door een telmechanisme opgetekend.

Dit aantal is een maatstaf voor de hoeveelheid fosfaat, die zich in het onderzochte voorwerp begint. Als een getal verschijnt dit aantal in het venster van het telmechanisme. Men behoeft de metingen evenwel niet geheel af te wachten om een indruk te krijgen van de opgenomen hoeveelheid meststof. Tijdens de metingen zijn verschillen direct zichtbaar. Elke uitstraling, die het oog van de telbuis treft, doet een lampje in de teller oplichten. Zodoende is het mogelijk, afgaande op de snelheid waarmee de lichtflitsen elkaar opvolgen, direct te beoordelen

Monitor met oorstukje. — Foto N.V. Philips, Eindhoven.



of er veel of in verhouding weinig fosfaat in het onderzochte gedeelte van de plant zit

In het volgende zal een enkele maal de kosmische straling worden genoemd. Hiermee wordt bedoeld dat in de lucht altijd een geringe radio-activiteit aanwezig is, tengevolge van stralingen, die ons uit het heelal bereiken. De Geiger-teller tekent dus altijd iets op, ook wanneer zich geen radio-actief voorwerp voor de telbuis bevindt. Deze kosmische straling moet bij de metingen aan radio-actieve voorwerpen dus steeds van de waarnemingen worden afgetrokken.

Het is ook mogelijk de uitstraling van het radio-actieve fosfaat te horen. Dan wordt gewerkt met een ander apparaat, de Monitor. Deze zet de stralen om in tikken, die kunnen worden waargenomen met behulp van een oorstukje, zoals dat bij gehoorapparaten wordt gebruikt. Een plantendeel, dat veel fosfor bevat, vergast de waarnemer op een geluid als van een mitrailleurvuur; snel volgen de tikken elkaar op. Naarmate het fosfaatgehalte lager is, zijn de tussenpozen tussen de afzonderlijke tikken groter. Op deze wijze hoort men het onderscheid in de fosfaatopneming van diverse plantensoorten of de verschillen in directe werking van diverse fosfaatvormen.

III. Hoe het ging

PROEFOPZET

Proef 1.

In het najaar van 1951 werden drie verschillende planten bemest met eenzelfde hoeveelheid radio-actief fosfaat in opgeloste vorm. Het was de bedoeling na te gaan, hoe snel het fosforzuur werd opgenomen en of de planten bij deze opneming grote verschillen vertoonden.

Proef 2.

In het voorjaar van 1952 namen we twee proeven. Bij de eerste hiervan werd een viertal gewassen in potten gekweekt. De fosfaatbemesting van elke post was gelijk wat de hoeveelheid radio-actief fosforzuur betreft (100 kg P_2O_5 /ha). De fosfaatvormen waren echter verschillend. Gebruikt werden: superfosfaat, dicalciumfosfaat en tricalciumfosfaat.

De metingen hadden plaats op verschillende dagen. Het doel was de fosfaatopneming gedurende enige tijd te controleren.

Proef 3.

De tweede proef, die in het voorjaar 1952 werd genomen, had ten doel de diepte te bepalen, waartoe verschillende fosfaten in korte tijd in de grond dringen. Hiertoe werden houten bakken met grond gevuld. In drie verschillende bakken werd de

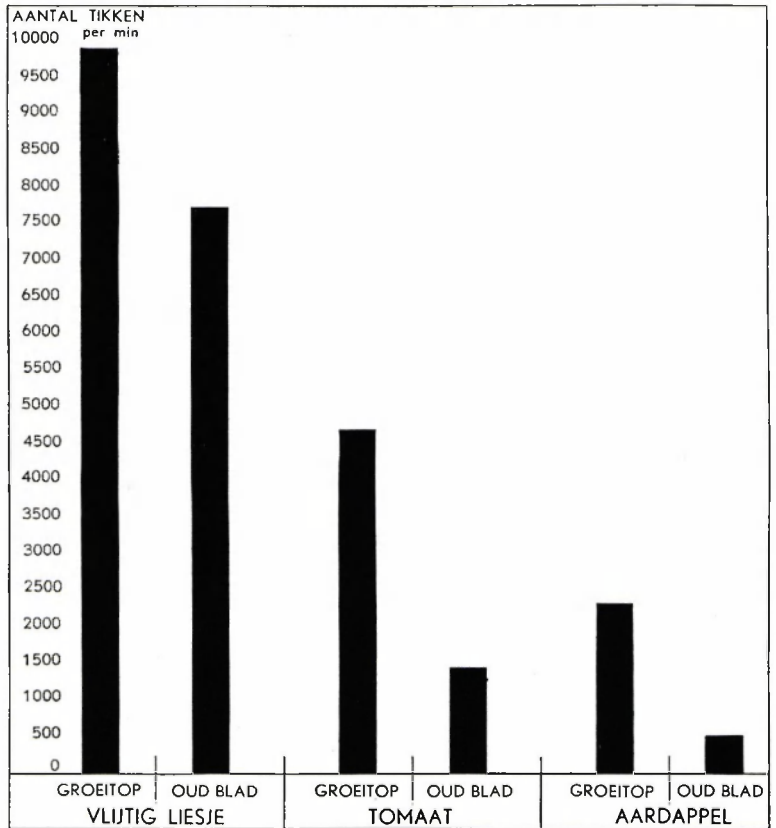


Proefbakken. Bij de linkerbak is de ijzeren plaat zichtbaar, waarmede de grondkolom is doorgesneden.

grond bemest met respectievelijk: superfosfaat, dicalciumfosfaat en tricalciumfosfaat. In het profiel van de grond werd de radio-activiteit gemeten.

Naarmate er dieper in de grond radio-activiteit zou worden waargenomen, zou het fosforzuur dus dieper in de grond zijn weggezakt.

Bij de proeven 2 en 3 werd de fosfaatbemesting opzettelijk laat gegeven. Eigenlijk moet het bemestingstijdstip voor dicalciumfosfaat en tricalciumfosfaat vroeger liggen dan dat voor superfosfaat. Het is immers bekend, dat alleen superfosfaat een snelle directe werking heeft. Men bedenke echter, dat het niet de bedoeling



Grafiek 1. Activiteitsmetingen bij verschillende planten.

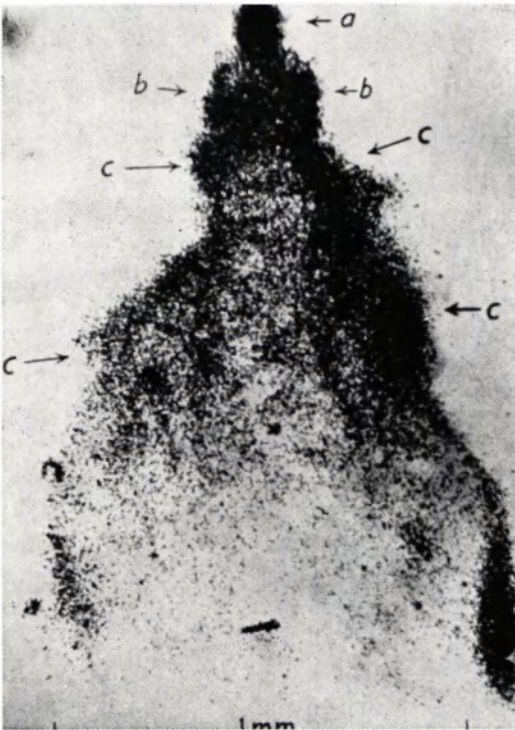
was na te gaan, welk bemestingstijdstip het gunstigst was voor de verschillende fosfaatvormen in verband met de opbrengst van het gewas. Het ging er om een antwoord te vinden op de volgende vraag. Wanneer men door bepaalde omstandigheden genoodzaakt is het fosfaat laat te geven, welke fosfaatvorm voorziet dan in de periode direct na het toedienen het best in de fosfaatbehoefte van verschillende gewassen? Dit is dus meer een plantenfysiologische kwestie. Daarom is de proefopzet gekozen, zoals in het voorgaande is beschreven.

DE RESULTATEN

Proef 1.

Herhaling: 3 plantensoorten in potten, bemest met een oplossing in water van radio-actief fosfaat.

Ruim 20 uur na het inzetten van de proef bleek, dat het fosforzuur reeds boven in alle drie planten was aangekomen. Het Vlijtig Liesje was sterk actief, de tomaat minder en de aardappel had blijkbaar nog maar weinig fosforzuur opgenomen. Tien dagen na de bemesting werden de in grafiek 1 weergegeven resultaten verkregen, uitgedrukt in het aantal tikken per minuut.

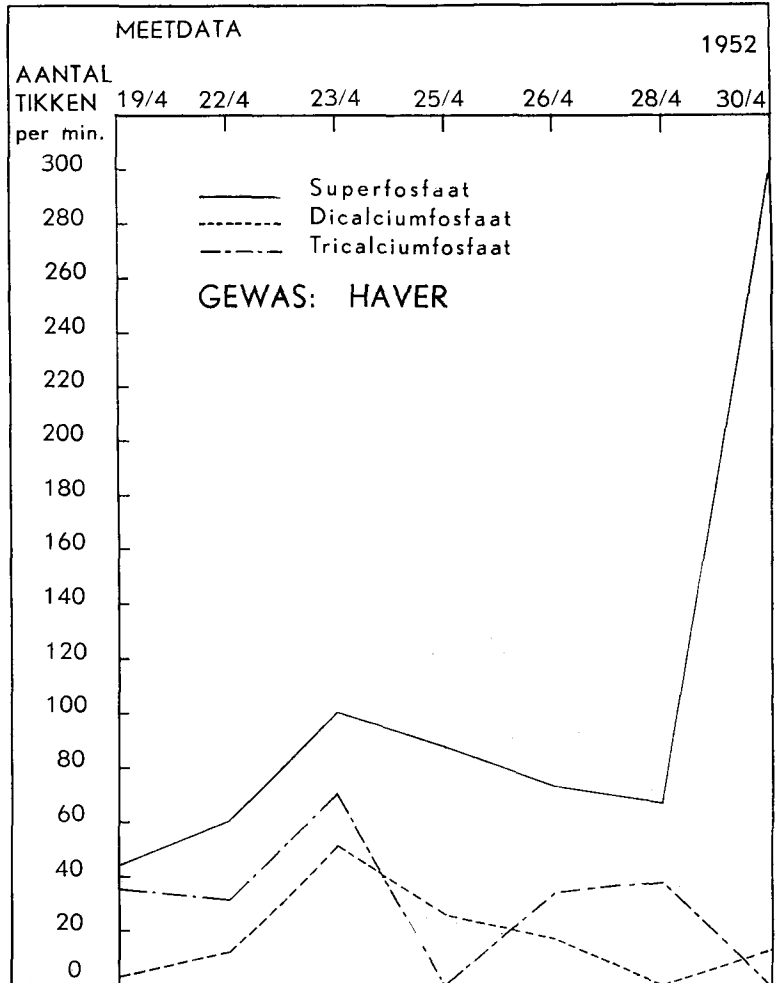


Fotografische afdruk van de groeitop van een gerstplant, die radio-actief fosfaat heeft opgenomen. De donkere plekken op de foto komen overeen met de plaatsen waar het meeste fosforzuur aanwezig is.

Duidelijk is te zien, dat het fosforzuur opgehoopt is in de delen, die het snelst groeien b.v. de knoppen.

Het is bekend, dat het fosforzuur vooral nodig is op die plaatsen in de plant, waar nieuw weefsel wordt gevormd, dus in de groeitoppen. In nevenstaande tabel zien we dit duidelijk bevestigd. Bij alle drie planten is de activiteit in de groeipunten opvallend groter dan in het volwassen blad. Voorts blijkt, dat de aardappel in dezelfde tijd veel minder fosforzuur heeft opgenomen dan de tomaat en het Vlijtig Liesje.

Blijkbaar heeft de aardappel op de hier gebruikte grond meer moeite met de fosfaatopneming dan de andere twee planten. Uit Amerikaanse proeven bleek dan ook, dat aardappelen gedurende de gehele groeiperiode over grote hoeveelheden gemakkelijk opneembaar fosfaat moeten beschikken.



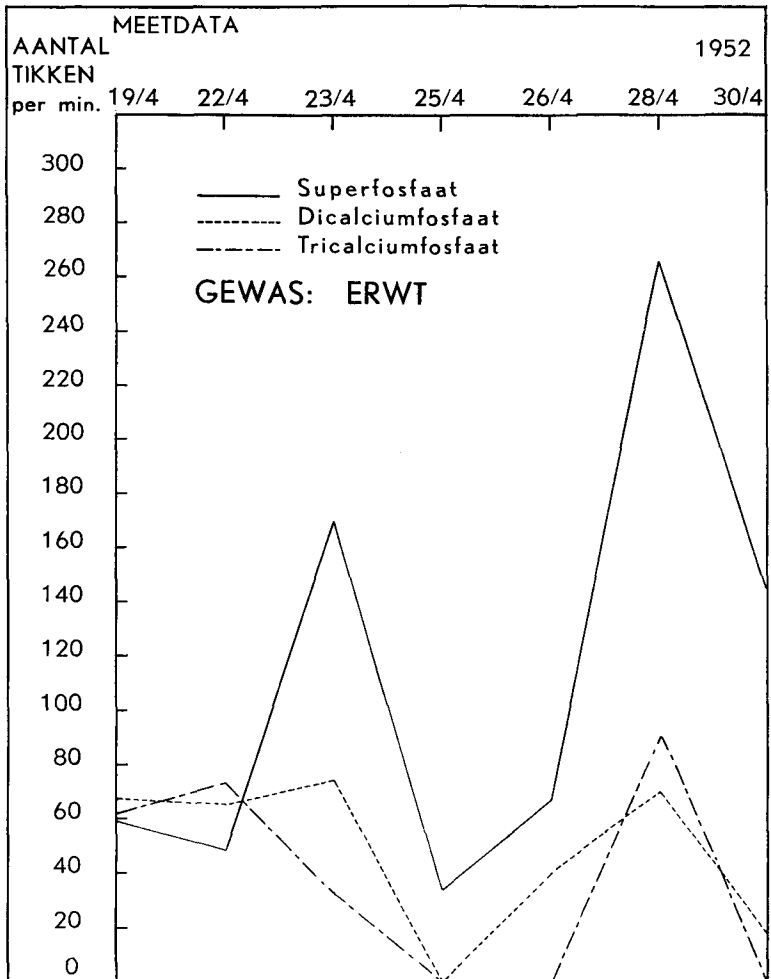
Grafiek 2. Activiteitsmetingen op verschillende tijdstippen bij haver.

Proef 2.

Herhaling: vier gewassen in potten, elk afzonderlijk bemest met superfosfaat, dicalciumfosfaat of tricalciumfosfaat.

In de grafieken 2 t.m. 5 zijn de resultaten verwerkt.

In de grafieken 2 tot en met 5 zien we, dat het verloop van de blokken onregelmatig is, waarschijnlijk tengevolge van fysiologische invloeden en van een relatief grote storing, veroorzaakt door de kosmische straling. Duidelijk blijkt evenwel, dat bij een oppervlakkige bemesting na enkele dagen het fosforzuur uit superfosfaat de planten ten goede komt. De opname van fosforzuur uit dicalciumfosfaat en tricalciumfosfaat is na 11 dagen nog maar matig. Vooral de aardappelen

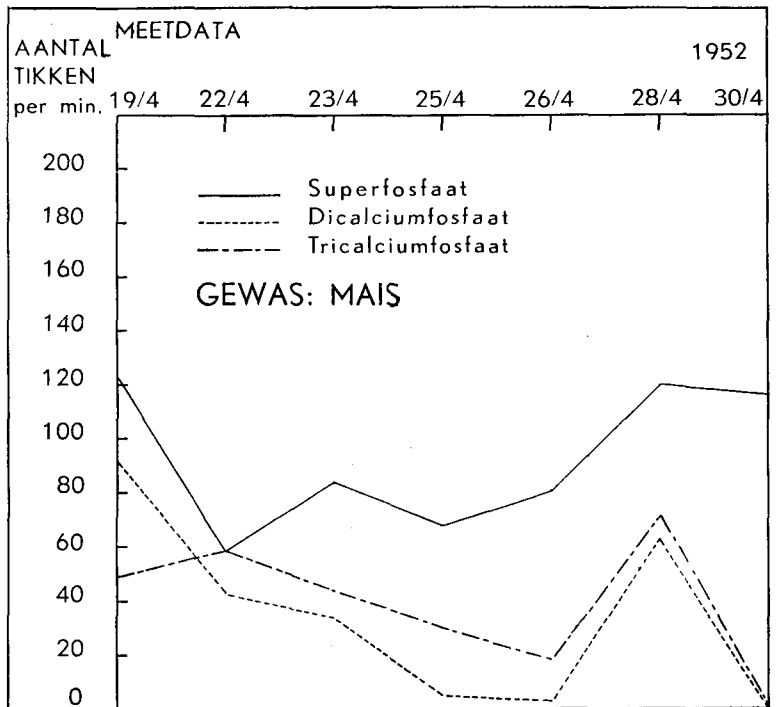


Grafiek 3. Activiteitsmetingen op verschillende tijdstippen bij erwten.

nemen hier snel zeer grote hoeveelheden fosforzuur uit superfosfaat op.

In vrijwel alle gevallen ligt superfosfaat aanmerkelijk boven dicalcium- en tricalciumfosfaat. In tegenstelling met beide laatstgenoemde meststoffen geeft superfosfaat een gestadige stijging te zien.

De physiologische verschillen tussen de planten kunnen belangrijk zijn. Teneinde hiervan een indruk te geven, laten we de resultaten van de metingen, 11 dagen na de bemesting, volgen. Per pot groeiden drie haver-, erwten- of maisplanten of één aardappelplant. In grafiek 6 zijn de waarnemingen van de serie met superfosfaat per plant weergegeven.



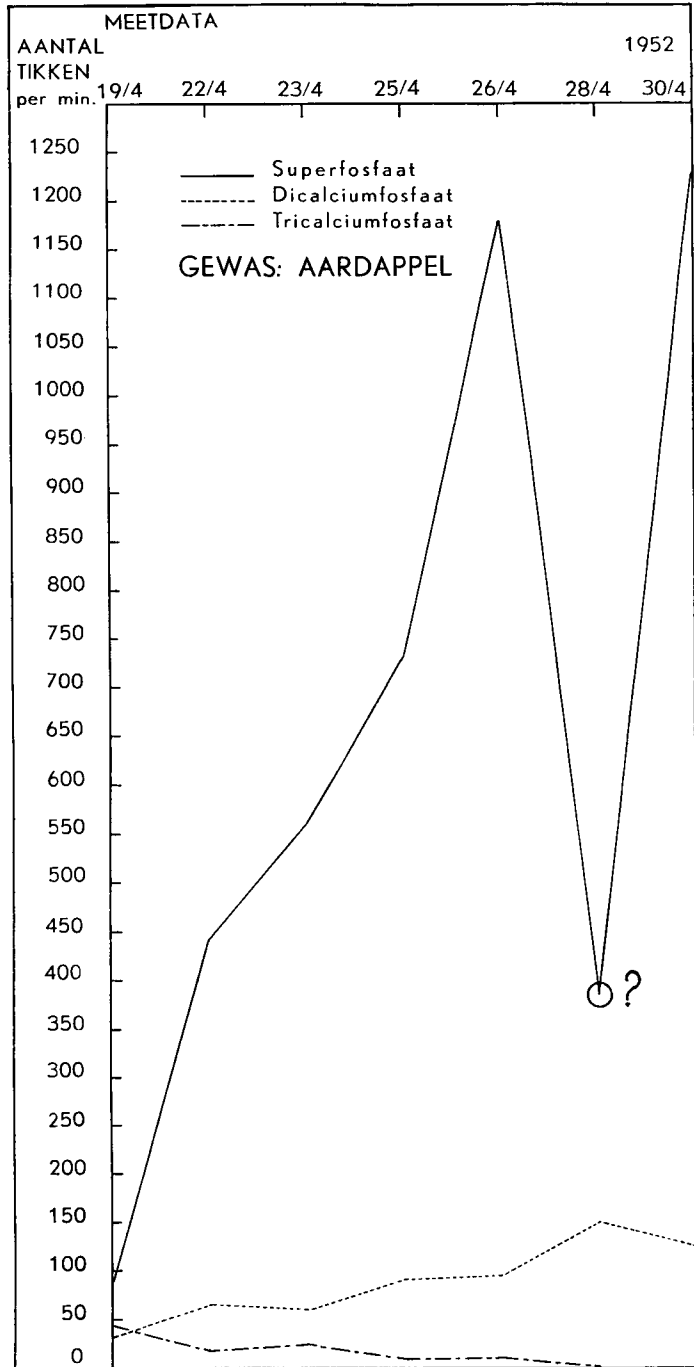
Grafiek 4. Activiteitsmetingen op verschillende tijdstippen bij maïs.

Uit deze grafiek blijkt, dat niet alleen bij verschillende planten per pot de fosfaatopneming soms sterk uiteenloopt, maar zelfs bij verschillende stengels van eenzelfde (aardappel) plant. De aardappel + super bevat in stengel 2 drie-maal zoveel fosforzuur als in stengel 1. De fysiologische verschillen zijn dus wel zeer groot, zodat alleen een zeer uitgebreid cijfermateriaal betrouwbare conclusies toelaat. Gezien dit feit moet de meeste waarde worden gehecht aan de grote getallen.

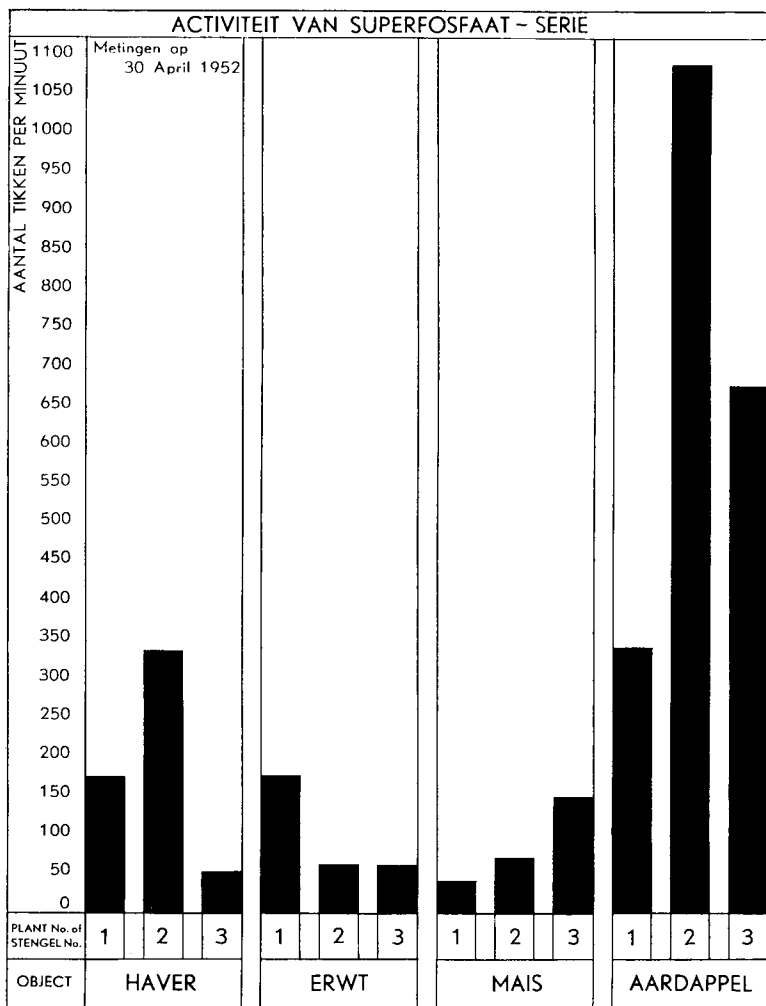
In grafiek 7 is de som van de metingen aan drie planten of aan drie stengels 11 dagen na de bemesting uitgezet. We zien, dat het verloop van de fosfaatopneming beantwoordt aan de verwachtingen. In water oplosbaar fosforzuur werkt het snelst. Door alle vier gewassen is het fosforzuur uit superfosfaat reeds opgenomen. Van dicalciumfosfaat heeft vrijwel alleen de aardappel iets opgenomen. Tricalciumfosfaat is nog niet tot werking gekomen.

**Plaats-
bepaling
van het
fosforzuur
in de plant.**

Voor het beëindigen van de proef zijn op 9 en 10 Mei, dat is 20 dagen na de bemesting, voor zover mogelijk, d.w.z. indien de bladeren groot genoeg waren om het venster van de telbuis geheel te bedekken, bladeren langs de gehele stengel van elke



Grafiek 5. Activiteitsmetingen op verschillende tijdstippen bij aardappel.



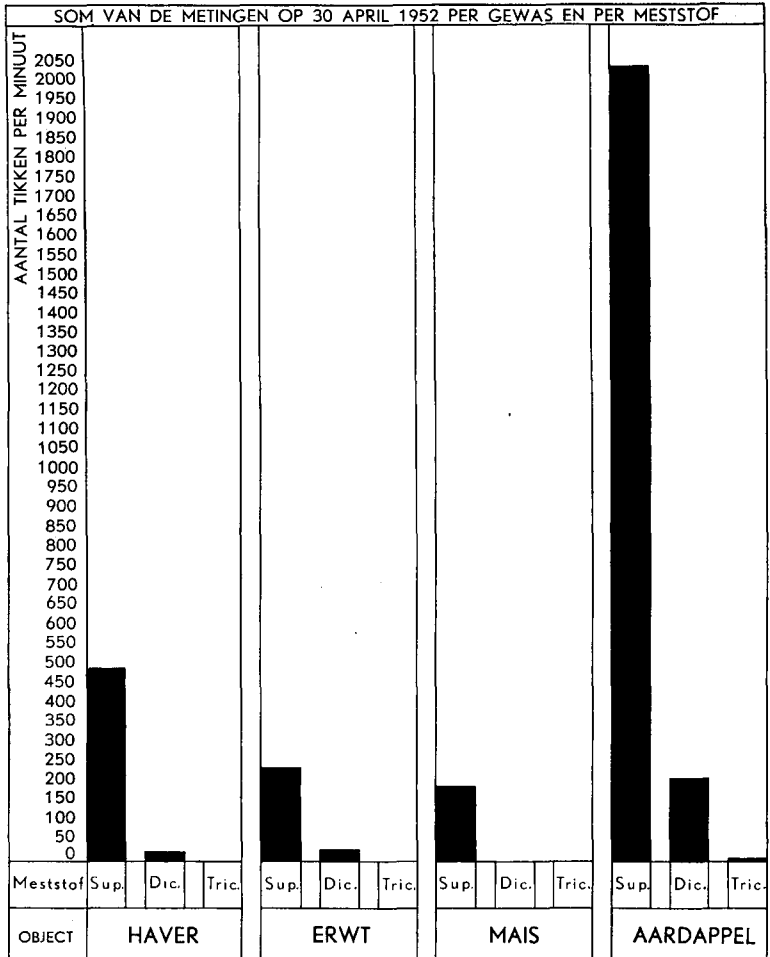
Grafiek 6. Metingen per plant, 11 dagen na de bemesting.

erwt-, mais- en aardappelplant gemeten. Daar de bladeren van de haverplanten over het algemeen te smal waren zijn deze niet gemeten.

ERWT

Bij de erwt werd het beeld van grafiek 8 verkregen.

Ook hier neemt de opgenomen hoeveelheid fosforzuur af met toenemende leeftijd van het blad. De opneming van het dicalciumfosfaat is begonnen mee te tellen. Die van superfosfaat is al lang volop aan de gang.



Grafiek 7. Som van de metingen per plant 11 dagen na de bemesting.

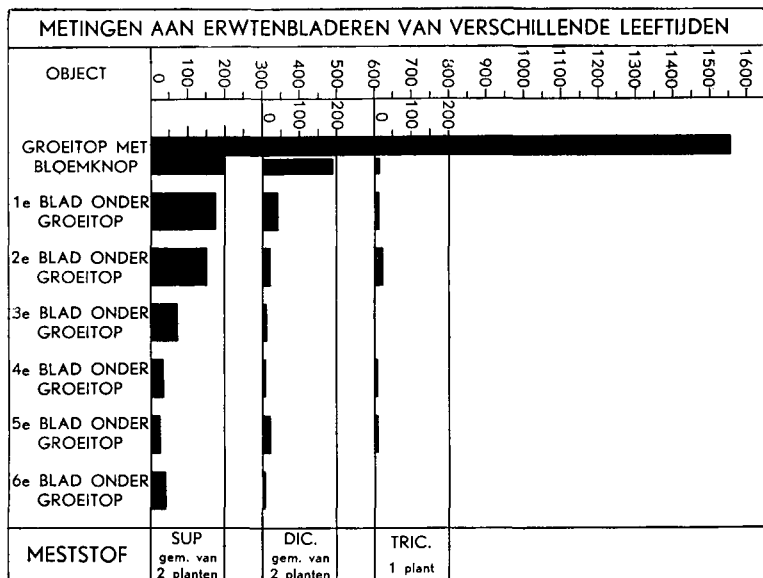
MAIS

Na 20 dagen hadden de maisplanten blijkbaar alleen van de toediening van superfosfaat kunnen profiteren. De dicalciumplanten gaven een twijfelachtige activiteit te zien. De metingen aan de tricalciumplanten wezen niet op de aanwezigheid van enig fosforzuur, afkomstig van de meststof. In grafiek 9 zijn de resultaten weergegeven.

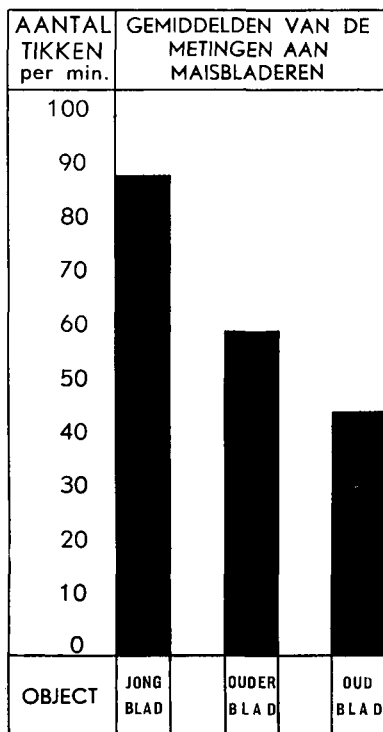
We kunnen vaststellen, dat de jongere bladeren duidelijk meer fosforzuur bevatten dan de oudere.

AARDAPPEL

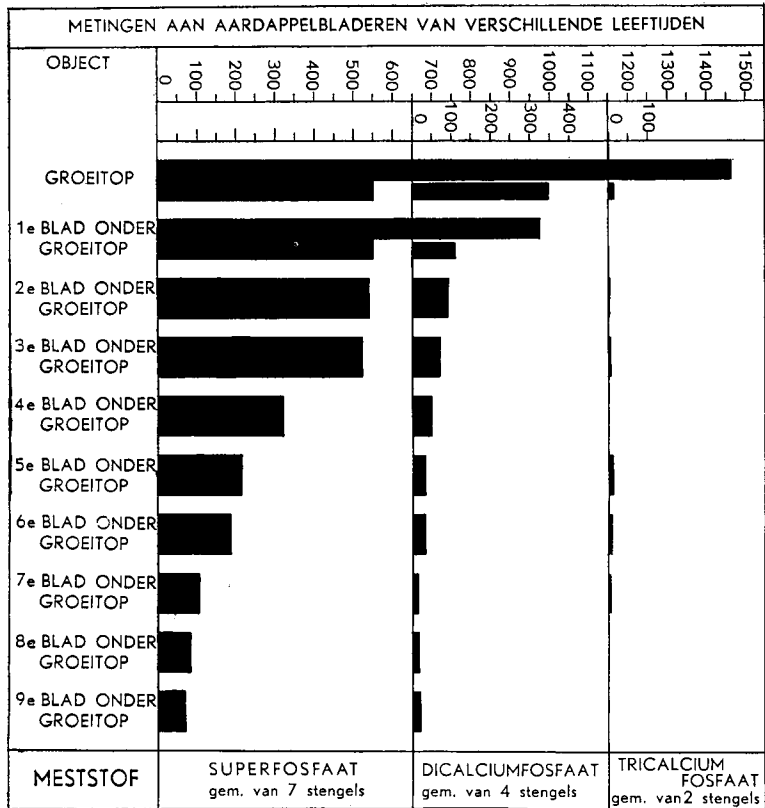
Bij de aardappel hebben we te maken met een samengesteld blad. Gemeten is het topblaadje en in sommige gevallen het 1e, 2e of 3e blaadje onder de top van elk blad.



Grafiek 8. Hoeveelheid fosforzuur in erwtenbladeren van verschillende leeftijd.



Grafiek 9. Hoeveelheid fosforzuur in maisbladeren van verschillende leeftijd. Meststof: superfosfaat.



Grafiek 10. Hoeveelheid fosforzuur in aardappelbladeren van verschillende leeftijd.

De metingen zijn in beeld gebracht in grafiek 10. Deze grafiek geeft hetzelfde beeld te zien als die van de erwten en maïs. De jongere bladeren bevatten meer fosforzuur uit de meststof dan de oudere. Vrijwel met zekerheid kan worden gezegd, dat er geen tricalciumfosfaat is opgenomen. Dicalciumfosfaat begint reeds te werken. Het superfosfaat is evenwel veel beter tot de plantenwortels doorgedrongen.

Proef 3.

Herhaling: zes bakken met grond, twee bemest met superfosfaat, twee met dicalciumfosfaat en twee met tricalciumfosfaat.

In grafiek 11 komt duidelijk tot uiting, dat de meststof dieper in de grond gedrongen is, naarmate de oplosbaarheid er van groter is. Duidelijkheidshalve zij er aan herinnerd, dat de waardebeoordeling voor superfosfaat gebaseerd is op het gehalte aan in water oplosbaar P_2O_5 , voor dicalciumfosfaat op het gehalte aan P_2O_5 oplosbaar in ammoniumcitraat en voor trical-

ciumfosfaat op het gehalte aan P_2O_5 , oplosbaar in sterke zuren. Op 30 April, dus 11 dagen na de bemesting, werd bij één serie de grondkolom middendoor gesneden. De metingen aan het aldaar verkregen profiel wezen op een diepere indringing dan op 22 April. In grafiek 12 zijn de resultaten weergegeven.

Op 16 Mei zijn de drie overgebleven duplo's doorgesneden. Alle lagen werden afzonderlijk uit het profiel gelicht en gemeten.

De resultaten hiervan zijn in grafiek 13 in beeld gebracht.

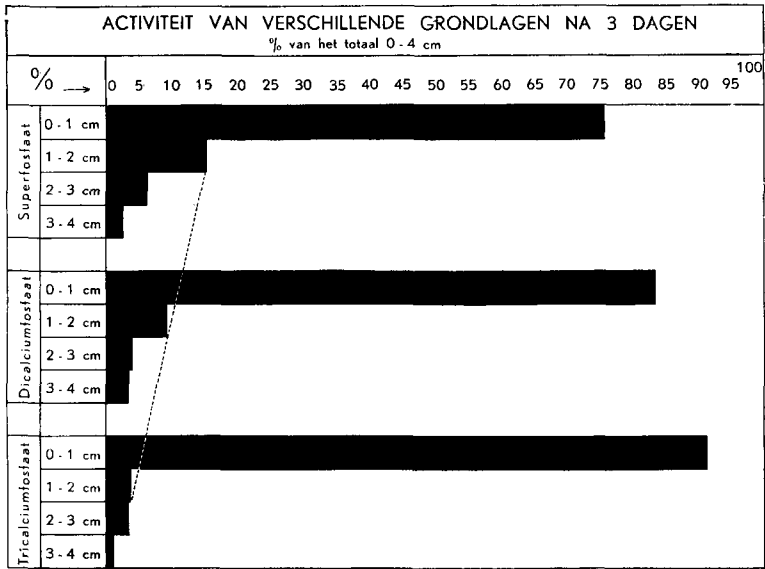
Er bestaat een principieel verschil tussen de getallen van de grafieken 11 en 12 en die van grafiek 13. Bij de eerstgenoemde konden de stralingen van de bovenliggende lagen tijdens de metingen het oog van de telbuis bereiken. Deze waarnemingen zullen dus aan de hoge kant zijn. Daarom benaderen de resultaten van de waarnemingen aan de afzonderlijke grondlagen (grafiek 13) de werkelijke toestand dichter.

Evenals uit de proeven met planten, blijkt ook uit deze proeven met grond, dat het superfosfaat in korte tijd is doorgedrongen tot de grondlagen, waar zich plantenwortels bevinden, die actief aan de voeding van de plant deelnemen.

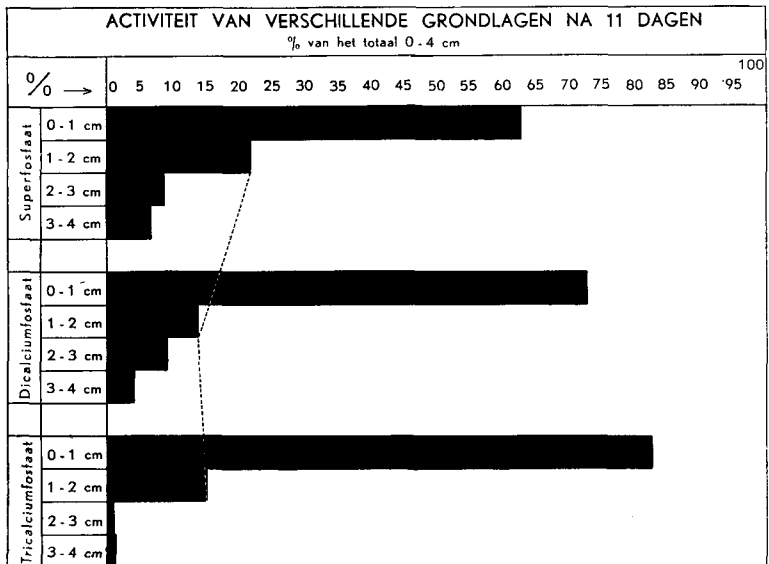


Wortelstelsel van een gerstplant, die radio-actief fosfaat heeft opgenomen.

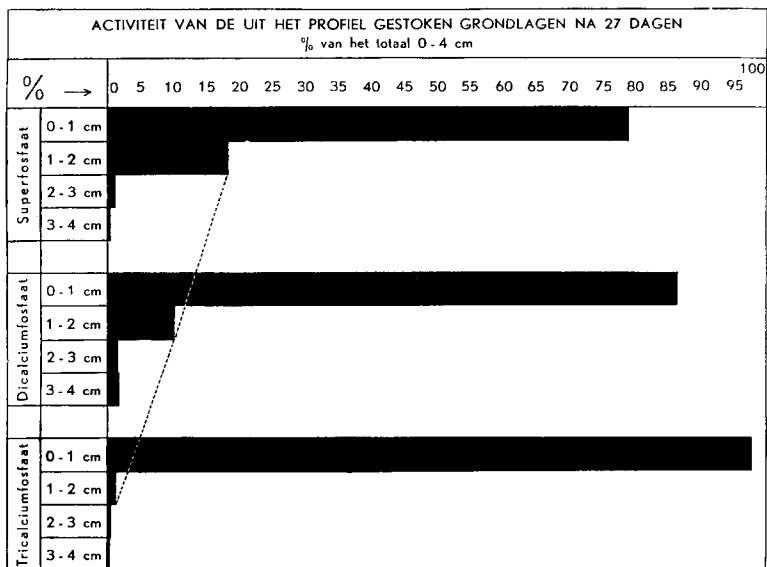
De worteltoppen bevatten in vergelijking met het oudere gedeelte van het wortelnet het meeste fosforzuur.



Grafiek 11. De indringingsdiepte van verschillende fosfaten, 3 dagen na de bemesting.



Grafiek 12. De indringingsdiepte van verschillende fosfaten 11 dagen na de bemesting.



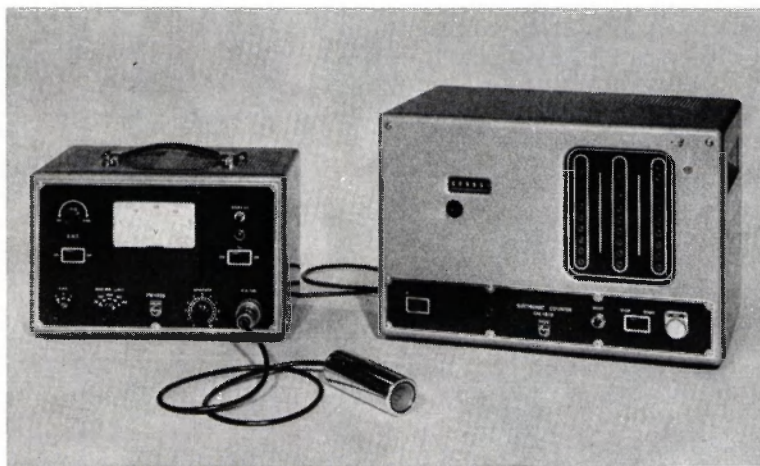
Grafiek 13. De indringingsdiepte van verschillende fosfaten 27 dagen na de bemesting.

NADERE GEGEVENS OVER PROEFOPZET EN RESULTATEN

Dit hoofdstuk bevat uitsluitend cijfers, die op de grafieken betrekking hebben. Zij, die hierin geen belang stellen, kunnen het klein gedrukte gedeelte overslaan, en op blz. 31 verder lezen.

Bij geen van de proeven was het de opzet uit te maken, welke hoeveelheden fosforzuur, uitgedrukt in mg, in een bepaalde tijd door verschillende planten werden opgenomen. Het was te doen om de verhoudingen. Daar het aantal tikken van de Geiger-teller een maatstaf is voor de hoeveelheid, is dit aantal tikken tot basis van vergelijking gekozen. Daarom konden de resultaten van proef 1 en 3 hiervoor zonder meer dienst doen. De cijfers van de metingen van proef 2 moesten evenwel een bewerking ondergaan.

Aangezien de stralingswerkzaamheid van het radio-actieve fosfor afneemt, naarmate dit fosfor ouder wordt, kan men de metingen, die op een dag zijn uitgevoerd wel onderling vergelijken. Bij proef 2 zijn aan dezelfde planten echter vele dagen achtereenvolgende metingen verricht. Teneinde in staat te zijn de latere toestand te vergelijken met die op de eerste dag, zijn de resultaten van de latere metingen omgerekend aan de hand van een semi-logarithmische grafiek, waarin de procentsgewijze afnemende van de activiteit was uitgezet tegen de tijd.



Geiger-Müller teller - Foto N.V. Philips, Eindhoven

PROEF 1.

OPZET

De planten waren: tomaat, aardappel en als kamerplant Vlijtig Liesje. Ze groeiden in bloempotten. De meststof was mononatriumfosfaat, opgelost in water. Deze werd toegediend op 10 September 1951.

Bij blz. 9

RESULTATEN

De metingen hadden plaats op 20 September daaropvolgend, dus 10 dagen na de bemesting. De resultaten zijn samengevat in tabel 1. Het betreft hier het aantal tikken per minuut als gemiddelde van 3 waarnemingen.

**Bij grafiek 1
blz. 10**

TABEL 1. Activiteitsmetingen aan verschillende planten.

Meetpunt	Vlijtig Liesje	Tomaat	Aardappel
Groeipunt	9913	4716	2333
Volwassen blad	7750	1449	519
Grond	54427	62783	51905

PROEF 2

Bij blz. 12

OPZET

TABEL 2. Schema van proef 2.

Gewas	Bemesting in kg/ha			Vorm van het fosfaat
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Haver	80	100	130	Superfosfaat
	80	100	130	Dicalciumfosfaat
	80	100	130	Tricalciumfosfaat
Erwten	50	100	120	Superfosfaat
	50	100	120	Dicalciumfosfaat
	50	100	120	Tricalciumfosfaat
Mais	80	100	160	Superfosfaat
	80	100	160	Dicalciumfosfaat
	80	100	160	Tricalciumfosfaat
Aardappel	140	100	200	Superfosfaat
	140	100	200	Dicalciumfosfaat
	140	100	200	Tricalciumfosfaat

Opm.: N als kalksalpeter, K als patentkali.

Zaai- of plantdatum: 20 Maart 1952.

N- en K-bemesting: 20 Maart 1952.

P-bemesting: 19 April 1952.

De proef werd genomen in enkelvoud. Er waren dus 12 Mitscherlichpotten.

Gegevens met betrekking tot de grond, die afkomstig was uit Zuilichem.

			Granulaire samenstelling			d.p.m.								
pH	Vrij CaCO ₃	Org. stof	37½ µ	16 µ	2 µ	K	Mg	Ca	Mn	Fe	PO ₄	SO ₄	NH ₄	NO ₃
7.0	0.9%	1.9%	79.8%	11.6%	6.4%	12½	40	1100	5	1	40	—	5	25

Aangenomen mag worden, dat deze grond geen belangrijke hoeveelheden fosfaat vastlegt.

In elke pot groeiden drie haver-, erwt- en maisplanten. Bij de aardappelserie was één knol per pot geplant.

RESULTATEN

In verband met de late opkomst van 2 planten zijn bij het middelen de waarnemingen van één erwt + superfosfaat en van één mais + tricalciumfosfaat weggelaten. Daar deze in een veel jonger groeistadium verkeerden, gaven ze afwijkend hoge activiteiten te zien. Overigens zijn de nu volgende cijfers dus een gemiddelde van de waarnemingen aan drie planten per pot. Bij de aardappelserie zijn ze het gemiddelde van de metingen aan de bladeren van drie verschillende stengels per plant, omdat zoals hierboven reeds gezegd, slechts één plant in elke pot groeide. Gewoonlijk werd bij alle planten het derde blad van af de top tot meetobject gekozen.

**Bij grafiek
2, 3, 4 en 5
blz. 12, 13,
14 en 15**

TABEL 3. Radioactiviteitsmetingen aan planten, bemest met verschillende fosfaten.

Meet- datum 1952	Aantal tikken per minuut											
	Haver			Erwt			Mais			Aardappel		
	Sup.	Dic.	Tric.	Sup.	Dic.	Tric.	Sup.	Dic.	Tric.	Sup.	Dic.	Tric.
19 April	44	3	35	59	67	62	123	91	49	87	32	45
22 April	60	12	31	48	65	73	59	43	59	440	66	19
23 April	100	51	70	169	74	33	84	34	44	558	60	24
25 April	87	26	—	34	—	—	68	5	30	731	90	9
26 April	75	17	34	67	40	—	81	3	18	1177	94	12
28 April	67	—	38	265	70	90	120	63	71	384	149	—
30 April	298	13	—	145	18	—	116	—	—	1225	127	—

Waar in de tabel een streepje is ingevuld, was de activiteit vrijwel gelijk aan die van de kosmische straling.

Bij blz. 16

Alvorens gevolgtrekkingen te maken, moeten ten aanzien van de nauwkeurigheid van de waarnemingen enige opmerkingen worden gemaakt. Bij de lage aantallen is de invloed van de kosmische straling, die ook door de Geigerteller wordt geregistreerd, groot ten opzichte van de activiteit van de bladeren. De getallen zijn weliswaar het gemiddelde van drie metingen per object, maar elke meting duurde in de meeste gevallen slechts 1 minuut in verband met het grote aantal te verrichten waarnemingen. Daarom zijn de hogere getallen het meest betrouwbaar.

Bij grafiek 6 en 7, resp. blz. 16 en 17

In tabel 4 zijn de niet verwerkte metingen per plant van 30 April opgenomen. Hieruit blijkt, dat er grote physiologische verschillen bestaan.

TABEL 4. Metingen per minuut op 30 April 1952.

Plant no.	Haver			Erwt			Mais		
	Sup.	Dic.	Tric.	Sup.	Dic.	Tric.	Sup.	Dic.	Tric.
1	175	28	15	176	24	10	41	10	20
2	337	31	18	67	39	14	71	24	13
3	52	31	19	66	35	17	149	21	14
Som	564	22	52	309	98	41	261	55	47
Som - k.s.	496	90	—	241	30	—	193	—	—

Stengel no.	Aardappel		
	Sup.	Dic.	Tric.
1	342	92	31
2	1091	83	25
3	677	108	19
Som	2110	283	75
Som-k.s.	2042	215	7

k.s. is:
kosmische straling.

Plaatsbepaling van het fosforzuur in de plant.

Op 9 en 10 Mei, 20 dagen na de bemesting, werd een aantal bladeren van elke plant of pot gemeten, met uitzondering van haver. De resultaten volgen in de tabellen 5 t.m. 7.

Met de procentsgewijze afneming van de activiteit is rekening gehouden, zodat de nu volgende resultaten vergelijkbaar zijn met de gegevens in tabel 3 en de hierop gebaseerde grafieken 2 t.m. 5.

Bij grafiek 8 blz. 18

TABEL 5.

Erwt. Metingen aan erwtenbladeren van verschillende leeftijden.

Voorwerp	Superfosfaat Gem. van 2 planten	Dicalciumfosfaat Gem. van 2 planten	Tricalciumfosfaat 1 plant
Groeitop met bloemknop:	1557	190	13
1e blad onder groeitop:	176	41	13
2e blad id.:	151	21	23
3e blad id.:	73	12	—
4e blad id.:	34	9	7
5e blad id.:	28	21	7
6e blad id.:	40	6	—
7e blad id.:	25	—	—

Steeds werd het eerste blaadje van elk samengesteld blad genomen.

**Bij grafiek 9
blz. 18**

TABEL 6. Mais.

Metingen aan maisbladeren van verschillende leeftijden als gemiddelde van drie planten.

Meststof: superfosfaat.

Bladgedeelte				
Voorwerp	Onderste gedeelte	Midden-gedeelte	Top	Gemiddeld
Jong blad	117	67	82	89
Ouder blad	78	56	46	60
Oud blad	46	51	37	45
Gemiddeld	80	58	55	65

Van een dicalciumfosfaatplant werd een zeer jong en een jong blad gemeten. De activiteit van het middengedeelte bedroeg resp. 3 en 6. Deze was dus verwaarloosbaar gering. De andere bladeren gaven, evenmin als alle bladeren bij tricalciumfosfaat, enige activiteit te zien.

Wat de vraag betreft, welk bladgedeelte het meeste fosforzuur bevat, moeten we voorzichtig zijn. De metingen hebben betrekking op een oppervlakte-eenheid. In verband met de wisselende dikte van de verschillende bladgedeeltes komt deze oppervlakte-eenheid niet altijd overeen met de gewichtseenheid.

TABEL 7. Aardappel.

De cijfers zijn het gemiddelde van alle meetplaatsen per blad. Hiervoor werd genomen het topblaadje en soms bovendien het 1e, 2e en 3e blaadje onder het topblaadje van elk blad.

Metingen aan aardappelbladeren van verschillende leeftijden.

**Bij grafiek 10
blz. 19**

Blad van onderen:	Superfosfaat Gem. v. 7 st.	Dicalciumfosfaat Gem. v. 4 st.	Tricalciumfosfaat Gem. v. 2 st.
1	70	21	—
2	83	16	—
3	107	13	7
4	188	34	10
5	212	34	12
6	320	50	—
7	523	69	8
8	540	92	2
9	976	109	—
10	—	194	—
Groetop	1465	349	15

Bij blz. 19

PROEF 3.

OPZET

De opstelling bestond uit een aantal houten bakken van 4.5 x 31.5 x 39.5 cm, gevuld met grond, afkomstig van de bouwvoor (0-20 cm) van bouwland uit De Bilt. De analyse hiervan was:

pH-H ₂ O	5.00		PO ₄	4	dpm
pH-KCl	4.30		NO ₃	15	dpm
K	42	dpm	NH ₄	15	dpm
Mg	3	dpm	SO ₄	400	dpm
Ca	300	dpm	C ₁	10	dpm
Mn	15	dpm	P-citr.	39	dpm
Fe	30	dpm	Org.stof	5.6%	

Deze grond was fosfaatvastlegend.

De grond werd onbegroeid gelaten. De meststoffen waren: superfosfaat, dicalciumfosfaat en tricalciumfosfaat. De giften per bak kwamen overeen met ongeveer 200 kg P₂O₅ per ha. De proef werd in duplo uitgevoerd, zodat de proef 6 bakken omvatte.

TABEL 8.

Bak No.		Vorm van het fosfaat	Gift P ₂ O ₅ per ha.
Serie 1	Serie 2		
I	VI	Superfosfaat	200
II	VII	Dicalciumfosfaat	200
IV	VIII	Tricalciumfosfaat	200

Het fosfaat werd gegeven op 19 April 1952. Van 19–30 April werd per dag 10 mm water gegeven. Eén serie werd op 30 April gemeten; de duplo-serie op 16 Mei 1952.

RESULTATEN

De metingen in verband met de indringingsdiepte leverden op 22 April, dus drie dagen na het uitzetten van de proef de volgende resultaten op:

Bij grafiek 11 blz. 21

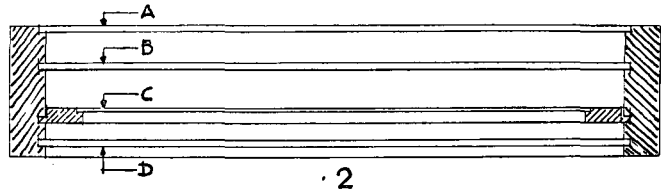
TABEL 9.

Activiteit van verschillende grondlagen na 3 dagen.

Laag in cm	Superfosfaat		Dicalciumfosfaat		Tricalciumfosfaat	
	Aantal tikken per min.	% v.h. totaal 0–4 cm.	Aantal tikken per min.	% v.h. totaal 0–4 cm.	Aantal tikken per min.	% v.h. totaal 0–4 cm.
0–1	3835	75.7	2168	83.4	2835	91.5
1–2	769	15.2	240	9.2	121	3.9
2–3	330	6.5	103	4.0	109	3.5
3–4	135	2.6	89	3.4	35	1.1
4–5	94		73		33	
5–6	43		46			
6–7	44		19			

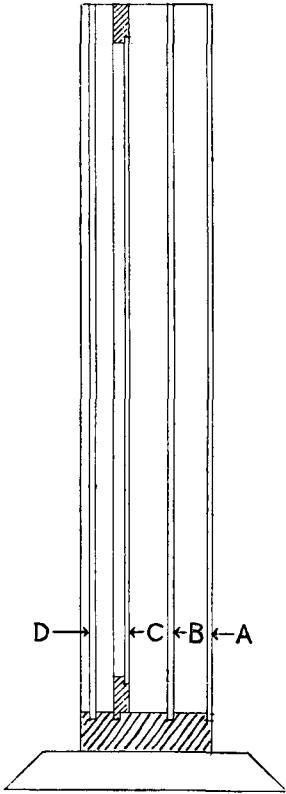
De cijfers in deze tabel zijn het gemiddelde van 6 waarnemingen, te weten op 3 meetplaatsen bij elke duplo. De metingen zijn verricht door de voorwand van de bak, die van kunsthars was.

Op 30 April zijn de grondkolommen van één serie doorgesneden. Het profiel werd bedekt met een kunstharsplaat, waarop een ruitennet was getekend. Op 6 plaatsen per bak met een horizontale afstand van 5 cm werd het profiel van boven naar onder gemeten. De cijfers in tabel 10 zijn dus het gemiddelde van de waarnemingen op zes verticale meetbanen.



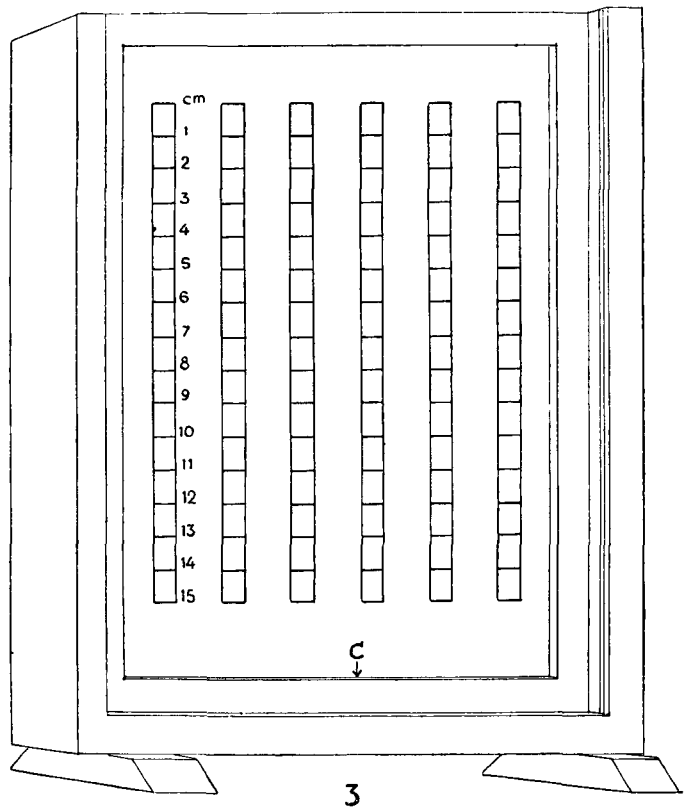
Horizontale doorsnede van een proefbak.

- A. achterwand
- B. ijzeren plaat
- C. kunsthars venster
- D. schuif van hardboard om lichtindringing te voorkomen.



1.

Verticale doorsnede van een proefbak.



3

Vooraanzicht proefbak.

Op het kunsthars-venster is een centimeterverdeling aangebracht

Bij grafiek 12 TABEL 10.
blz. 21 Activiteit van verschillende grondlagen na 11 dagen.

Laag in cm	Superfosfaat		Dicalciumfosfaat		Tricalciumfosfaat	
	Activiteit	% v.h. totaal 0-4 cm	Activiteit	% v.h. totaal 0-4 cm	Activiteit	% v.h. totaal 0-4 cm
0-1	2571	62.7	2240	72.8	7352	82.6
1-2	870	21.7	429	13.9	1342	15.1
2-3	360	8.9	281	9.2	87	1.0
3-4	271	6.7	127	4.1	116	1.3
4-5	105					

Op 16 Mei werden de grondkolommen van de tweede serie doorgesneden. De lagen werden stuk voor stuk uit het profiel gestoken en de activiteit van elke laag werd gemeten.

Bij grafiek 13 TABEL 11.
blz. 22 Activiteit van de verschillende afzonderlijk gemeten grondlagen.

Laag in cm	Superfosfaat		Dicalciumfosfaat		Tricalciumfosfaat	
	Activiteit	% v.h. totaal 0-4 cm	Activiteit	% v.h. totaal 0-4 cm	Activiteit	% v.h. totaal 0-4 cm
0-1	3190	79.0	1475	86.5	2373	97.8
1-2	746	18.4	173	10.2	34	1.4
2-3	84	2.1	28	1.6	13	0.5
3-4	19	0.5	29	1.7	6	0.3
4-5	12		11			
5-6	11					

IV. Waar het om gaat

Uit de voorgaande proeven is gebleken, dat het fosforzuur uit superfosfaat, dat in water oplosbaar is, snel in de grond dringt. Het fosforzuur uit andere fosfaten, die niet in water oplosbaar zijn, doet er langer over om de wortels te bereiken, afhankelijk van de mate, waarin ze in het bodemvocht oplosbaar zijn. Superfosfaat wordt snel door de planten opgenomen, daar het de wortels in korte tijd bereikt. Vanzelfsprekend duurt dit langer, wanneer de weersomstandigheden ongunstiger zijn. Bij betrekkelijke droogte van de grond komen in water oplosbare meststoffen evenwel beter tot werking dan niet in water oplosbare.

De planten hebben vooral in hun jonge delen veel fosforzuur nodig. Daarom moet de fosforzuurvoorziening voor jonge, sterk groeiende planten goed verzekerd zijn. Aardappelen in het bijzonder hebben een grote fosforzuurbehoefte. De praktijkervaring, dat superfosfaat de fosfaatmeststof voor aardappelen is, staat niet op losse schroeven!

Samenvattend kan worden gezegd, dat ook de in dit verslag besproken proeven hebben aangetoond, dat superfosfaat een snelwerkende meststof is. Wanneer u door bepaalde omstandigheden gedwongen bent de fosfaatmeststof laat te geven dan gaat het er niet om, welke fosfaatmeststof u moet geven. Het gaat er dan alleen om, hoe zo snel mogelijk superfosfaat op uw land te krijgen!