

LANDBOUWPROEFSTATION EN BODEMKUNDIG INSTITUUT T.N.O.
GRONINGEN

BEOORDELING VAN DE FOSFAATTOESTAND
VAN LIMBURGSE
LÖSS- EN RIVIERKLEIGRONDEN

WITH A SUMMARY

DETERMINATION OF THE AVAILABILITY OF PHOSPHATE
ON LOESS AND FLUVIATILE CLAY SOILS

J. RIS

IR. J. T. N. VENEKAMP

LANDBOUWHOOGESCHOOL
AFD. LANDBOUWPLANTENTEELT EN
GRASLANDCULTUUR
Haarweg 33 - WAGENINGEN
Hdb. 25 en 63
No.:



STAATSDRUKKERIJ

UITGEVERIJBEDRIJF

VERSL. LANDBOUWK. ONDERZ. No. 62.4 - 'S-GRAVENHAGE - 1956

CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS



0000 0213 4274

BOEKWINKEL
LANDBOUWPROEFSTATION
T.N.O. GRONINGEN

FS/154 201-23

INHOUD¹

	Blz.
I. AANLEIDING TOT HET ONDERZOEK	3
II. HET VERRICHTE ONDERZOEK	4
1. Opzet van het onderzoek	4
2. Bewerking van de opbrengstresultaten	5
3. Weersomstandigheden in de verschillende proefjaren	6
III. RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK	7
1. Opbrengst	7
a. Toetsing van P-citr.	7
1. Granen	7
2. Aardappelen	9
3. Bieten	11
4. Samenvatting van de resultaten met granen, aardappelen en bieten	12
b. Toetsing van P-getal	13
c. Invloeden van nevenfactoren	14
d. Vergelijking van de reactie van de opbrengst op P-citr. bij löss en rivierklei	15
2. P ₂ O ₅ -gehalte	16
3. Wijziging van P-citr. en P-getal door bemesting	17
4. Waardering van P-citr. in verband met de adviesgeving	19
IV. BESPREKING VAN DE RESULTATEN	21
SAMENVATTING	22
SUMMARY	23
LITERATUUR	24

¹ De auteurs zijn: J. RIS, assistent-landbouwkundige bij het Landbouwproefstation en Bodemkundig Instituut T.N.O. te Groningen en ir. J. T. N. VENEKAMP, landbouwkundige-statisticus bij dezelfde instelling.

I. AANLEIDING TOT HET ONDERZOEK

Over de betekenis van het chemisch grondonderzoek naar de fosfaattoestand van het bouwland op Limburgse löss- en rivierkleigrond bestonden weinig gegevens. Het was hierdoor onzeker of P-citr.¹ een bruikbare bepalingmethode is bij de beoordeling van de fosfaattoestand van deze gronden. Zonder nader onderzoek zou het voorbarig zijn om aan P-citr. eenzelfde waardering toe te kennen als op andere kleigronden. Ervaringen in de praktijk en resultaten van enkele langjarige proefvelden op Limburgse kleigrond wijzen veeleer op een afwijkende waarde. De indruk is dat het effect van fosfaatbemesting bij eenzelfde P-citr. kleiner is dan op zeeklei, zodat de fosfaattoestand van lössgrond bij een lager P-citr. reeds voldoende zou zijn. Bij het fosfaatonderzoek op zeeklei is voorts gebleken, dat behalve P-citr. ook de kalktoestand van de grond een factor van belang kan zijn (VISSER, 1942, VAN DER PAAUW, 1947 en nog niet gepubliceerde resultaten). In hoeverre in Limburg dergelijke nevenomstandigheden een rol spelen, was evenmin bekend.

Het verrichten van nader onderzoek op löss en rivierklei is dus nodig geweest om de bruikbaarheid van het grondonderzoek naar de fosfaattoestand van deze gronden na te gaan en een waardering te geven voor de hierbij in aanmerking komende bepaling(en). In aansluiting aan de praktijk, waar stalmestbemesting regelmatig wordt toegepast, is tevens nagegaan of dit gebruik van invloed is op de fosfaattoestand van de grond.

Het onderzoek beoogt voorts vast te stellen welke fosfaatbemesting bij verschillend P-citr. gegeven moet worden voor een voldoende fosfaatvoorziening van verschillende gewassen, en welke bemesting nodig is om een gewenste toestand te bereiken.

¹ Extractie van 1 deel grond met 10 delen citroenzuur (1 %) bij 20° C.

II. HET VERRICHTE ONDERZOEK

1. OPZET VAN HET ONDERZOEK

Het onderzoek is uitgevoerd op löss en rivierklei in de jaren 1947 t/m 1950. In 1947 werden 24 proefvelden aangelegd (10 proefvelden op löss en 14 op rivierklei), waarvan er in volgende jaren 6 werden opgeheven. Voor zover zich geen tegenslagen hebben voorgedaan, zijn gedurende 4 jaren (1947 t/m 1950) opbrengsten bepaald. In tabel 1 wordt een overzicht gegeven van het aantal geslaagde proefvelden¹ met de proefgewassen, welke zijn verbouwd.

TABEL 1. Overzicht van de proefvelden

Gewassen	Jaren met aantal geslaagde proefvelden				Totaal
	1947	1948	1949	1950	
Haver + zomergerst (oats + spring barley)	0	1	0	2	3
Haver (oats)	7	1	3	1	12
Winterrogge (winter rye)	0	3	1	3	7
Wintertarwe (winter wheat)	0	5	2	3	10
Zomertarwe (spring wheat)	0	1	0	0	1
	GRANEN (cereals)				33
	6	3	2	3	14
	AARDAPPELEN (potatoes)				
Voederbieten (mangolds)	4	2	3	0	9
Suikerbieten (sugar beets)	3	1	0	3	7
	BIETEN (beets)				16
Totaal (total)	20	17	11	15	63
	1947	1948	1949	1950	
Crops	Years with number of succesful experimental fields				Total

TABLE 1. Survey of the experimental fields

Het geringe aantal in 1949 (11) is een gevolg van zware legering (op 6 proefvelden). Bij de keuze van de proefpercelen is er voor gezorgd, dat een ruime variatie in P-citr. (10-37, en één perceel met P-citr. = 66) en grote verschillen in kalktoestand (pH-H₂O 5,25-7,30) voorkwamen. De proefvelden op rivierklei zijn bovendien aangelegd bij belangrijke verschillende gehalten aan afslibbare delen (15-41%).

Voor alle proefvelden is een gelijke opzet gekozen: geen fosfaatbemesting (2-voud) en 4 opklimmende hoeveelheden fosfaat naar 30, 70, 120 en 200 kg/ha P₂O₅ in enkelvoud, zonder- en met stalmestbemesting (naar 20 ton/ha). De stalmest is alleen in het voorjaar van 1947 gegeven. Het fosfaat werd elk voorjaar toegediend in de vorm

¹ Niet geslaagd zijn de proefvelden waar geen opbrengst is bepaald of waar deze zeer onbetrouwbaar is door zware legering of hagelschade.

van dubbelsuperfosfaat, na 1947 echter in halve hoeveelheden om een te groot cumulatief effect te vermijden. Stikstof, meestal in de vorm van kas, en kali, meestal in de vorm van k-40, werden eveneens in het voorjaar in voldoende hoeveelheden gegeven. Deze giften werden aan de eisen van de betreffende grond en het gewas aangepast.

Grondmonsters werden steeds per veldje genomen; in 1947 vóór de bemesting in het voorjaar en na de oogst, in volgende jaren alleen na de oogst.

Gewasmonsters werden in alle jaren genomen van de objecten 0, 70 en 200 kg/ha P_2O_5 in 1947, resp. 0, 35 en 100 kg P_2O_5 in 1948 t/m 1950 zonder en met stalmest, van haver, gerst en haver gemengd (korrel en stro), voederbieten, suikerbieten (bieten en loof) en van aardappelen (knollen).¹

2. BEWERKING VAN DE OPBRENGSTRESULTATEN

Langs grafische weg werd het verband tussen de in het voorjaar gegeven fosfaatbemesting en de opbrengst van elk proefveld in alle jaren vastgesteld, met en zonder stalmest afzonderlijk. Zo mogelijk werden hierbij systematische vruchtbaarheidsverschillen vereffend. Uit het gevonden verband van fosfaatbemesting en stalmest met opbrengst werden voor alle proefvelden en proefjaren de volgende berekeningen uitgevoerd:

- 1e het effect van fosfaatbemesting zonder stalmest,
- 2e het effect van fosfaatbemesting met stalmest,
- 3e het effect van stalmest zonder fosfaat,
- 4e het effect van stalmest met fosfaat.

Bij deze berekening is de opbrengst van het 0-object uitgedrukt in % van de opbrengst bij de zwaarste bemesting (relatieve opbrengst). Uit dezelfde opbrengstcurven zijn ook de relatieve opbrengsten bij bemesting naar 30, 70 en 120 kg/ha P_2O_5 in 1947, resp. 15, 35 en 60 kg/ha P_2O_5 in 1948 t/m 1950 (in het vervolg aangeduid als 30 (15), 70 (35), 120 (60)) afgelezen. Deze zijn alle met de resultaten van het grondonderzoek in verband gebracht. Hierbij is voor P-citr. en P-getal² steeds gebruik gemaakt van het grondonderzoek dat uitgevoerd is vóór de in elk voorjaar gegeven fosfaatbemesting. De relatieve opbrengsten zonder fosfaatbemesting bij weglaten en toediening van stalmest (resp. 1e en 2e) zijn uitgezet tegen het P-citr. (en P-getal) van het object zonder fosfaat, resp. zonder en met stalmest. Op dezelfde wijze zijn de relatieve opbrengsten zonder stalmest bij weglaten en toediening van fosfaat (resp. 3e en 4e) uitgezet tegen P-citr. (en P-getal) van de veldjes, welke geen stalmest, resp. geen en wel fosfaat hebben gekregen.

Van elke gevonden samenhang werd de rangcorrelatiecoëfficiënt berekend (KENDALL, 1948) en de betrouwbaarheid vastgesteld. Met de tekentoets werd de betrouwbaarheid berekend van het verschil in fosfaatreactie bij weglaten en bij toediening van stalmest.

Bij de toetsing van het grondonderzoek is gebleken, dat de relatieve opbrengsten beter bruikbaar zijn dan de absolute verschillen (in q/ha) tussen de opbrengsten zonder

¹ De uitvoering van de proeven geschiedde door de Dienst van de Rijkslandbouwconsulent te Roermond. Met waardering kan de geslaagde samenwerking worden vermeld.

² Extractie van 1 deel grond met 10 delen niet koolzuurvrij gedestilleerd water bij 50° C.

en met bemesting. Een samenvatting van de resultaten van verschillende gewassen is ook alleen mogelijk als het effect van de bemesting procentueel is berekend.

Voor het verkrijgen van een juiste indruk van de opbrengstdepressie, welke zonder fosfaatbemesting wordt geleden, is vereist dat de fosfaatvoorziening bij de zwaarste fosfaatbemesting optimaal is. Hieraan is, zoals nog nader zal worden besproken, bij een gift van 200 (100) kg/ha P_2O_5 , misschien niet geheel voldaan, als van een lage fosfaattoestand is uitgegaan. De depressies als gevolg van weglaten van fosfaatbemesting zouden dus hier mogelijk groter, en de relatieve opbrengsten dus wat lager zijn geweest, als nog zwaarder met fosfaat was bemest. Voor de toetsing van het grondonderzoek heeft dit evenwel geen betekenis.

Bij de bewerking van de opbrengstresultaten van granen zijn gevallen met legering buiten beschouwing gelaten, omdat het optreden van legering in dit onderzoek geen verband houdt met de fosfaattoestand van de grond en daarom bij toetsing van het grondonderzoek naar de fosfaattoestand een storende foutenbron zou betekenen.

3. WEERSOMSTANDIGHEDEN IN DE VERSCHILLENDE PROEFJAREN¹

- 1947 Na een strenge winter volgde een zonnig en vrij warm voorjaar met te weinig regen. Ook de zomermaanden waren zonnig en warm. De totale hoeveelheid neerslag was ongeveer normaal, maar viel slechts in enkele korte perioden (begin juli en begin augustus). Vooral op de lichte gronden was de watervoorziening onvoldoende, waardoor de werking van fosfaat en stalmest mogelijk niet maximaal is geweest.
- 1948 Het najaar van 1947 was zacht en veel te droog. Met uitzondering van januari, waarin ongeveer tweemaal de normale hoeveelheid regen viel, was de hoeveelheid neerslag in de wintermaanden normaal. Slechts in de tweede helft van februari kwam een korte vorstperiode voor. Het voorjaar was warm en zonnig. In de zomer viel voldoende regen. 1948 was een goed jaar.
- 1949 Op een droog najaar volgde een zeer zachte droge winter en voorjaar. Eind mei was zeer nat. Juni was zeer droog en te koud. De zomermaanden waren droog en warm; alleen in het begin van augustus vielen belangrijke hoeveelheden regen. Bij de granen kwam zware legering voor.
- 1950 Het najaar gaf zacht en groeizaam weer. Ook de winter was zacht, alleen in de tweede helft van januari kwam vorst voor. Na een zachte en droge periode in maart en april volgde guur en nat weer. De zomer was vrij warm en gaf voldoende regen. De gewassen hadden weinig van droogte te lijden.

¹ De gegevens voor dit korte overzicht zijn welwillend beschikbaar gesteld door dr. J. P. M. WOUDEBERG van het Koninklijk Ned. Meteorologisch Instituut te De Bilt.

III. RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK

1. OPBRENGST

a. Toetsing van P-citr.

1. Granen. Het verband tussen P-citr. en de relatieve opbrengst zonder fosfaatbemesting, bij weglaten van stalmest, is weergegeven in fig. 1. Hierbij zijn de resultaten met haver en zomergerst in mengcultuur (3 ×), haver (12 ×), winterrogge (7 ×), wintertarwe (10 ×) en zomertarwe (1 ×), samengevoegd. Resultaten welke op hetzelfde proefveld in verschillende jaren zijn verkregen, zijn in fig. 1 verbonden met een stippellijntje. Op de proefvelden komen grote verschillen in reactie voor tussen de verschil-

FIG. 1. Samenhang tussen P-citr. en de relatieve korrelopbrengst (zonder fosfaatbemesting) van granen, bij weglaten van stalmest (volgetrokken lijn met verschillende tekens) en bij toediening van 20 ton/ha stalmest in 1947 (streeplijn zonder tekens) in 1947 (●), 1948 (○), 1949 (+) en 1950 (×).

Met een stippellijntje verbonden tekens hebben betrekking op 1 proefveld.

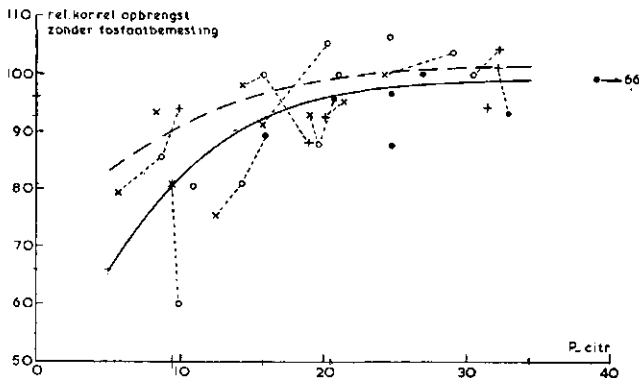


FIG. 1. Relation between P-citr. (P_2O_5 soluble in 1% citric acid in 0.001 percents) and the relative yield of cereals (yield of grain without phosphate dressing in percents of the yield obtained with a sufficient dressing with phosphate), without farmyard manure (full line and different dots) and after applying 20 tons/ha in 1947 (broken line without dots) in 1947 (●), 1948 (○), 1949 (+) and 1950 (×).

Connected dots refer to the same exp. field.

lende jaren en granen. Deze verschillen lijken weinig systematisch. Het laat zich aanzien dat de fout van de bepaling van de reactie van de opbrengst het grootst is (de proefvelden zijn zeer eenvoudig van opzet geweest). Ondanks deze fout staat het zeer betrouwbaar vast dat er een samenhang is tussen P-citr. en de reactie van de opbrengst op fosfaatbemesting (weergegeven door de door de verschillende tekens volgetrokken lijn in fig. 1), zoals blijkt uit de betreffende rangcorrelatiecoëfficiënt in tabel 2 (blz. 10). Deze uitkomst is zeer bevredigend. Hieruit blijkt dat P-citr. een belangrijke inlichting geeft over de beschikbaarheid van fosfaat.

Hierbij is controle nodig of er een samenhang bestaat tussen P-citr. en opbrengstniveau (gemiddelde opbrengst in q/ha) van de proefvelden. In geval van een positieve samenhang zouden bij stijgend P-citr. stijgende relatieve opbrengsten gevonden worden, welke een gevolg kunnen zijn van een betere vruchtbaarheidstoestand van de grond en met een grotere beschikbaarheid van het bodemfosfaat niet te maken behoeven te hebben. Bij geen van de verbouwde gewassen is een dergelijke samenhang gebleken.

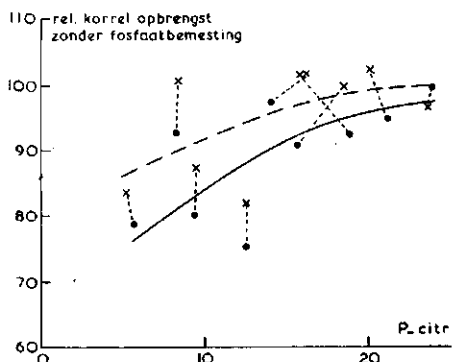


FIG. 2. Samenhang tussen P-citr. en de relatieve korrel-opbrengst (zonder fosfaatbemesting) van granen in 1950, bij weglaten van stalmestbemesting (volgetrokken lijn met stippen) en bij toediening van 20 ton/ha stalmest in 1947 (streeplijn met kruisjes). Per proefveld zijn de beide relatieve opbrengsten verbonden door een stippellijntje.

FIG. 2. Relation between P-citr. and the relative yield (without phosphate dressing) of cereals (grain) in 1950, without farmyard manure (full line and dots) and after applying 20 tons/ha in 1947 (broken line and crosses). Both relative yields of the same exp. field are connected by a dotted line.

Bij toediening van stalmest bestaat eveneens een zeer betrouwbare samenhang (tabel 2). Dit verband is in fig. 1 met een streeplijn weergegeven. Om verwarring te voorkomen zijn hierbij de betreffende waarnemingen weggelaten.

Uit fig. 1 blijkt dat met stalmest (alleen in 1947 gegeven) het effect van fosfaatbemesting kleiner is dan bij weglaten van stalmest.

Voor de jaren 1948 t/m 1950 gezamenlijk, staat dit resultaat zeer betrouwbaar vast (tekentoes: $P^1 = 0,01$); het is ook in elk van deze 3 jaren afzonderlijk verkregen. Zelfs in 1950, 3 jaar na toediening, is de nawerking van stalmest duidelijk (fig. 2) en betrouwbaar.

FIG. 3. Samenhang tussen P-citr. en de relatieve korrelopbrengst (zonder stalmest) van granen, bij weglaten van fosfaatbemesting (volgetrokken lijn met verschillende tekens) en bij toediening van fosfaatbemesting naar 200 kg/ha P_2O_5 in 1947 en 100 kg/ha P_2O_5 in 1948 t/m 1950 (streeplijn zonder tekens) in 1947 (●), 1948 (○), 1949 (+) en 1950 (×). Met een stippellijntje verbonden tekens hebben betrekking op 1 proefveld.

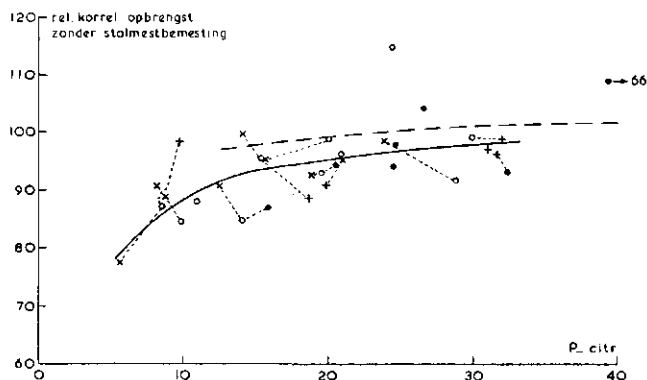


FIG. 3. Relation between P-citr. and the relative yield (without farmyard manure) of cereals (grain), without phosphate dressing (full line and different dots) and after applying 200 kgs/ha P_2O_5 in 1947 and 100 kgs/ha P_2O_5 in 1948/1950 (broken line without dots) in 1947 (●), 1948 (○) 1949 (+) and 1950 (×). Connected dots refer to the same exp. field.

¹ P geeft de kans dat het gevonden verschil op toeval berust (ongeacht het teken). In dit geval is deze kans zeer klein, nl. 1 op 100.

Bij een bezoek aan de proefvelden in dit jaar bleek de in 1947 gegeven stalmest in 7 van de 10 gevallen de reactie op fosfaatbemesting te verminderen. Het gewas op de 0 P-veldjes was nl. forser of dichter als in 1947 stalmest was gegeven. Zoals gezegd is dit ook in de opbrengsten tot uiting gekomen.

Een schatting kan worden gemaakt met hoeveel P-citr.-eenheden de gevonden vermindering van het effect van fosfaatbemesting overeenkomt. Zo is een gemiddelde opbrengstdepressie van 10% (rel. opbrengst = 90) verkregen bij P-citr. 9 en P-citr. 14 bij resp. toediening en weglaten van stalmest (fig. 1). De gemiddelde invloed van stalmest komt bij deze lage fosfaattoestand dus overeen met de invloed van ongeveer 5 P-citr.-eenheden en is dus belangrijk.

Het effect van stalmest op de korrelopbrengst blijkt uit fig. 3. Stalmest is bij ruime fosfaatbemesting niet tot werking gekomen. Zonder fosfaatbemesting is er een duidelijke werking van stalmest, welke betrouwbaar (tabel 2) afneemt bij stijgend P-citr.

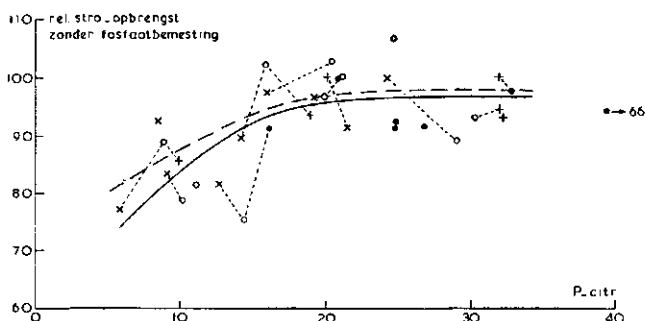


FIG. 4
Als fig. 1 voor de relatieve stro-opbrengst (zonder fosfaatbemesting) van granen

FIG. 4
Same as fig. 1 for the relative yield of straw (without phosphate dressing)

De resultaten met stro (fig. 4) vertonen veel overeenkomst. De stro-opbrengsten reageren echter, vooral bij P-citr. < 20, zonder stalmestbemesting minder sterk op fosfaat, terwijl ook de stalmestnawerking op het effect van fosfaatbemesting minder groot is, hoewel hij wel vaststaat ($P = 0,01$). Deze in verhouding tot korrel zwakke reactie van stro is bekend (VAN DER PAAUW, 1951).

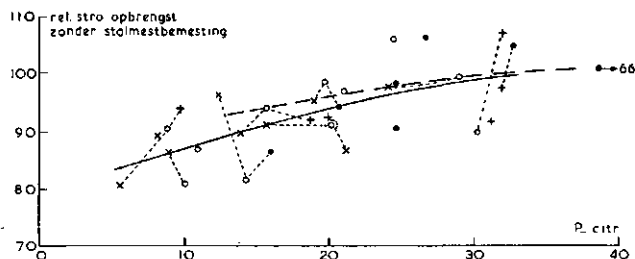


FIG. 5
Als fig. 3 voor de relatieve stro-opbrengst (zonder stalmest) van granen

FIG. 5
Same as fig. 3 for the relative yield of straw (without farmyard manure)

De reactie van de stro-opbrengst op stalmestbemesting is in fig. 5 gegeven. De samenhang met P-citr. is duidelijk (tabel 2). Ook bij ruime fosfaatbemesting bestaat er enig verband tussen P-citr. en het effect van stalmest.

2. Aardappelen. Het effect van fosfaatbemesting (in de jaren 1947-1950) is bij aardappelen (fig. 6) gemiddeld wat groter dan bij granen. Evenals bij granen is dit

TABEL 2 Rangcorrelatiecoëfficiënten τ (vlg. KENDALL) van de samenhang van P-citr. en P-getal met de relatieve opbrengsten (reactie op fosfaat- en stalmestbemesting) van granen, aardappelen en bieten. De getallen tussen haakjes achter de coëfficiënten hebben betrekking op de nummers van de afgebeelde figuren.

Gewassen	Samenhang van de relatieve opbrengst zonder fosfaatbemesting				Samenhang van de relatieve opbrengst zonder stalmestbemesting			
	met P-citr.		met P-getal		met P-citr.		met P-getal	
	geen stalmest	wel stalmest	geen stalmest	wel stalmest	geen fosfaat	wel fosfaat	geen fosfaat	wel fosfaat
Granen (korrel) . . . (cereals-grain)	0,48†(1)	0,37†(1)	0,40†	0,24°	0,45†(3)	0,18°(3)	0,40†	-0,10°
Granen (stro) . . . (cereals-straw)	0,36†(4)	0,26*(4)	0,23°	-0,06°	0,49†(5)	0,38†(5)	0,36†	0,15°
Aardappelen (potatoes)	0,45*(6)	0,42*(6)	0,64*	0,58†	0,55†(7)	0,09°(7)	0,38°	0,05°
Bieten (beets)	0,51†(8)	0,49†(8)	0,61†	0,28°	0,09°	0,12°	0,13°	-0,05°
Granen Aardappelen } . . . Bieten (cereals) (potatoes) (beets)	0,47†(9)		0,48†(11)					
Crops	no farmyard manure	with farmyard manure	no farmyard manure	with farmyard manure	no phosphate	with phosphate	no phosphate	with phosphate
	with P-citr.		with P-number		with P-citr.		with P-number	
	Relation of the relative yield without phosphate dressing				Relation of the relative yield without farmyard manure			

†: samenhang is zeer betrouwbaar ($P^1 \leq 0,01$)

*: samenhang is betrouwbaar ($P > 0,01, \leq 0,05$)

°: samenhang is onbetrouwbaar ($P > 0,05$)

†: relation is highly significant ($P^1 \leq 0,01$)

*: relation is significant ($P > 0,01, \leq 0,05$)

°: relation is not significant ($P > 0,05$)

¹ P geeft de kans aan dat door toeval een correlatiecoëfficiënt kan worden verkregen, die gelijk of groter is dan de gevonden waarde (ongeacht het teken).

¹ P indicates the probability that the correlation coefficient observed in absolute value will be attained at or exceeded by chance.

TABEL 2 Rankcorrelation coefficients τ (by KENDALL) of the relation of P-citr. and P-number with the relative yields (effect of phosphate dressing and farmyard manure) of cereals, potatoes and beets (also mangolds). The numbers in brackets behind the coefficients refer to the numbers of the graphs.

effect bij stalmest (alleen toegediend in 1947) kleiner dan bij weglaten van stalmestbemesting. Dit verschil staat hier echter, ook bij P-citr. < 20 , niet betrouwbaar vast ($P = 0,40$). In beide gevallen is de samenhang met P-citr. betrouwbaar aanwezig (tabel 2).

In fig. 7 is de relatieve opbrengst zonder stalmest met P-citr. in verband gebracht.

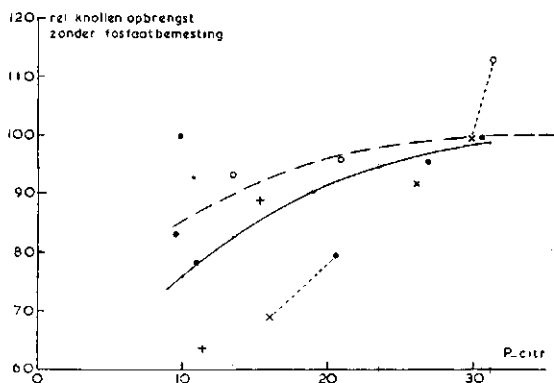


FIG. 6
Als fig. 1 voor de relatieve knollenopbrengst (zonder fosfaatbemesting) van aardappelen

FIG. 6
Same as fig. 1 for the relative yield of potato tubers (without phosphate dressing)

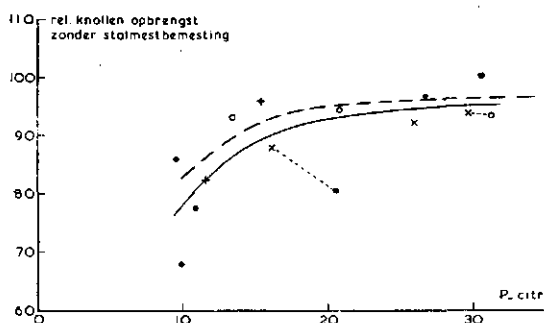


FIG. 7
Als fig. 3 voor de relatieve knollenopbrengst (zonder stal mest) van aardappelen

FIG. 7
Same as fig. 3 for the relative yield of potato tubers (without farmyard manure)

Zonder, maar ook met fosfaatbemesting, heeft stal mest de opbrengst belangrijk verhoogd. Dit is vooral bij laag P-citr. het geval.

3. Bieten. De resultaten met voederbieten (9 ×) en met suikerbieten (7 ×) zijn gecombineerd. Het aantal waarnemingen is namelijk te klein om beide gewassen te onderscheiden.

Het effect van fosfaatbemesting bij bieten in de jaren 1947–1950 (fig. 8) is, zowel bij weglaten als bij toediening in 1947 van stal mest, belangrijk groter dan bij granen en aardappelen. Hierbij moet echter worden opgemerkt, dat dit verschil voornamelijk afhangt van één proefveld met laag P-citr., waar verschillende bieten in het beginstadium van de groei op de veldjes zonder fosfaatbemesting tengevolge van fosfaatgebrek zijn afgestorven. In tegenstelling met granen en aardappelen is bij bieten bij toediening van stal mest (in 1947) geen vermindering van het effect van fosfaatbemesting gevonden. Bij een P-citr. > 20 is het effect van fosfaatbemesting met stal mest zelfs groter geweest dan zonder stal mest. Dit verschil is echter waarschijnlijk toevallig ($P = 0,80$).

Evenals bij granen en aardappelen is het resultaat van de toetsing van P-citr. met de relatieve opbrengst (zonder fosfaatbemesting) bevredigend. Zowel met als zonder stal mest staat het zeer betrouwbaar vast dat er verband is (tabel 2).

Het effect van stal mestbemesting op de bietenopbrengst is van weinig betekenis

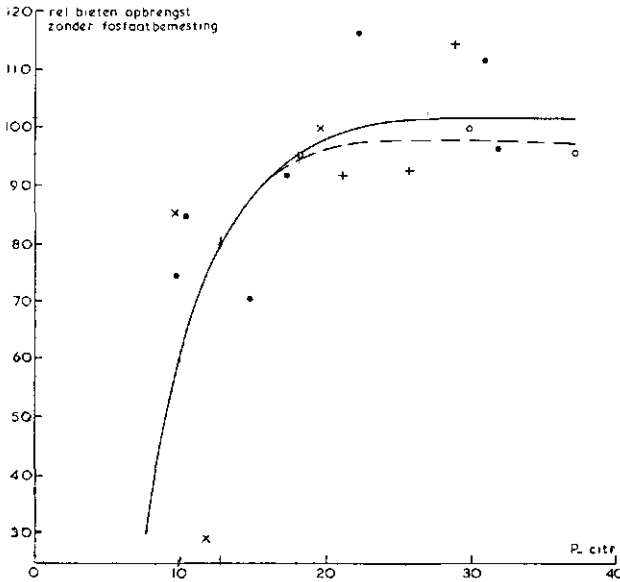


FIG. 8
Als fig. 1 voor de relatieve bietenopbrengst (zonder fosfaatbemesting) van suiker- en voederbieten

FIG. 8
Same as fig. 1 for the relative yield (without phosphate dressing) of sugar beets and mangolds

geweest (relatieve opbrengst bij weglaten van fosfaatbemesting = 96,7) en hangt niet met P-citr. samen (tabel 2).

4. Samenvatting van de resultaten met granen, aardappelen en bieten. Bij vergelijking van de figuren 1, 6 en 8 (samenhang tussen P-citr. en het effect van fosfaatbemesting op de opbrengst bij weglaten van stalmest) blijken granen bij gelijk P-citr. het minst en bieten het sterkst op fosfaatbemesting te hebben gereageerd. Het verschil tussen granen en aardappelen is klein en staat weinig vast. De sterkere reactie van bieten berust voornamelijk op de grote reactie op één proefveld. Bij uitsluiting van dit resultaat bestaat tussen granen, aardappelen en bieten geen belangrijk verschil

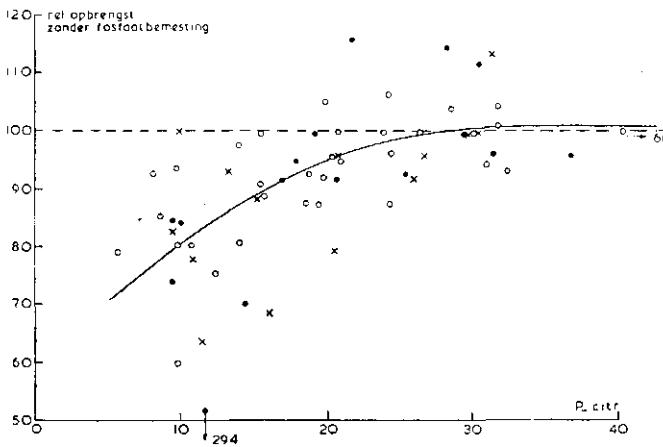


FIG. 9
Samenhang tussen P-citr. en de relatieve opbrengst (zonder fosfaatbemesting) van granen-korrel (o), aardappelen (x) en bieten (•) bij weglaten van stalmestbemesting (samenvatting van fig. 1, fig. 6 en fig. 8)

FIG. 9
Relation between P-citr. and the relative yield (without phosphate dressing) of cereals (grain) (o), potatoes (x) and beets and mangolds (•) without farmyard manure (summary of the results in fig. 1, fig. 6 and fig. 8)

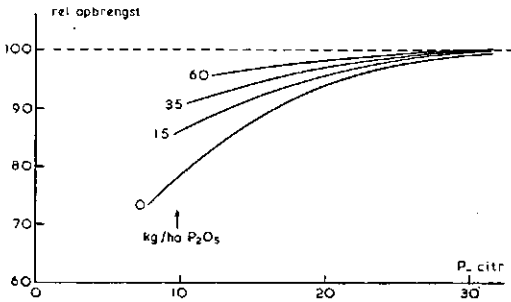


FIG. 10
Samenhang tussen P-citr. en de relatieve opbrengst (bij 0, 15, 35 en 60 kg/ha P_2O_5) van granen (korrel), aardappelen en bieten zonder stal mestbemesting, gemiddeld over de jaren 1947 t/m 1950

FIG. 10
Relation between P-citr. and the relative yield (from 0, 15, 35 and 60 kgs/ha P_2O_5) of cereals (grain), potatoes and beets (and mangolds) without farmyard manure (average of the years 1947/1950)

in reactie op fosfaat. In fig. 9 zijn daarom de in fig. 1, 6 en 8 vermelde resultaten gecombineerd. De gevonden samenhang tussen P-citr. en de relatieve opbrengsten (zonder fosfaatbemesting) van alle gewassen gezamenlijk staat zeer betrouwbaar vast (tabel 2), ondanks het verschil in gewas en in jaar en de fouten van de opbrengstbepalingen. Dit resultaat wekt vertrouwen in de bruikbaarheid van de P-citr.-methode bij löss en rivierklei.

Uit een oogpunt van toetsing van grondonderzoek zijn de relatieve opbrengsten bij bemesting naar 30 (15), 70 (35) en 120 (60) kg/ha P_2O_5 grotendeels herhalingen van de relatieve opbrengst zonder fosfaatbemesting en minder betrouwbaar, omdat de opbrengstdepressies kleiner zijn. Het verband van deze opbrengsten met P-citr. is bepaald om een indruk te geven van het bemestingseffect in afhankelijkheid van de fosfaattoestand van de grond. Hierbij is het per jaar gevonden verband bij 0, 15, 35 en 60 kg/ha P_2O_5 voor de overeenkomstige giften over de 4 proefjaren gemiddeld. Voor 1947 zijn deze relatieve opbrengsten berekend door interpolatie van de opbrengsten bij 0, 30 en 70 kg/ha P_2O_5 . De in fig. 10 getrokken krommen verschuiven bij opklimmende P-gift iets naar rechts, door een wijziging van P-citr. in de loop der jaren onder invloed van de bemesting (blz. 17). Mogelijk is het effect van de verse bemesting kleiner dan uit fig. 10 blijkt, in geval het fosfaat, dat in voorafgaande jaren is gegeven, in een beter opneembare vorm in de grond aanwezig zou zijn. Uit het gevonden gemiddelde bemestingseffect bij P-citr. 15 is met behulp van de formule van MITSCHERLICH berekend, dat de opbrengst bij bemesting naar 200 (100) kg/ha P_2O_5 gemiddeld $\pm 2\%$ beneden de maximaal mogelijke opbrengst (bij een zwaardere bemesting) is gebleven.

Een samenvoeging van de reacties van de verschillende gewassen op fosfaatbemesting bij toediening van stal mest is nagelaten (de invloed van stal mest op het effect van fosfaatbemesting bij de verschillende gewassen is namelijk verschillend).

b. Toetsing van P-getal

Op grasland is P-citr. een betere maat voor de fosfaattoestand gebleken dan P-getal. Bovendien gaf variatie in P-getal bij gelijk P-citr. weinig of geen informatie (VAN DER PAAUW, 1951).

Ook op bouwland wordt aan P-citr. wegens de meer algemene toepasbaarheid bij verschillende grondsoorten meestal de voorkeur gegeven. Een vergelijking van beide methoden is ook bij dit onderzoek mogelijk. Het zou te ver voeren alle met P-citr. afgebeelde figuren met P-getal te herhalen. Volstaan wordt met een samenvatting van de resultaten, welke met de verschillende gewassen is verkregen (fig. 11). Het staat

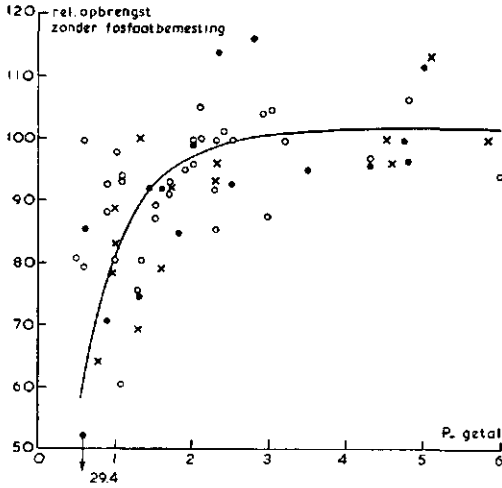


FIG. 11
Als fig. 9 voor P-getal

FIG. 11
Same as fig. 9 for P-number ($P\text{-getal} = P_2O_5$
soluble in water)

zeer betrouwbaar vast (tabel 2) dat er verband is tussen de relatieve opbrengst (zonder fosfaatbemesting) en P-getal. Dezelfde relatieve opbrengsten waren in fig. 9 tegen P-citr. uitgezet. Bij gelijke mate van samenhang (τ resp. 0,48 en 0,47) is de aard van samenhang van P-getal en P-citr. met de reactie op fosfaatbemesting sterk verschillend. Kleine verschillen in P-getal gaan samen met grote verschillen in reactie. Om deze reden is P-getal bij de beoordeling van de fosfaattoestand minder bruikbaar dan P-citr.

Evenals bij gelijk P-citr. is ook bij gelijk P-getal (bij granen en aardappelen) een geringere reactie op fosfaatbemesting door stalmest gevonden.

De rangcorrelatiecoëfficiënten in tabel 2 geven een indruk van de mate van samenhang van P-getal met de relatieve opbrengsten van de verschillende gewassen afzonderlijk, bij weglaten en toediening van stalmest- en fosfaatbemesting. Voor de toetsing van het grondonderzoek zijn alleen de correlatiecoëfficiënten van belang, welke betrekking hebben op de relatieve opbrengst zonder fosfaatbemesting. Het blijkt dat deze opbrengst bij granen (korrel en stro) bij weglaten en toediening van stalmest met P-getal minder sterk samenhangt dan met P-citr. Bij bieten is de samenhang gelijkwaardig. De reactie van aardappelen op fosfaatbemesting houdt echter zowel bij weglaten als bij toediening van stalmest nauwer verband met P-getal dan met P-citr. Deze verschillen hebben geleid tot een gelijke mate van samenhang van P-getal en P-citr. met de gecombineerde resultaten van alle gewassen, zoals hierboven is aangetoond.

c. Invloeden van nevenfactoren

De kalktoestand van de grond (pH-H₂O en CaCO₃%) en het gehalte aan humus, afslibbare delen en gróf zand werden bepaald. De laatste 3 factoren vertonen onderling een sterke samenhang. De invloed van deze factoren werd nagegaan op het effect van fosfaat- en stalmestbemesting bij weglaten en toediening van resp. stalmest- (1947) en fosfaatbemesting. Dit gebeurde zowel bij granen, aardappelen en bieten afzonderlijk, als bij combinatie van deze gewassen. Van elke gevonden samenhang tussen P-citr. en de relatieve opbrengst werden de verticale afwijkingen van deze opbrengsten t.o.v. de getrokken gemiddelde lijn met pH-H₂O, CaCO₃%, slib-, humus- en grófzand-

gehalte in verband gebracht bij $P\text{-citr.} < 20$ en $P\text{-citr.} > 20$. De grens werd bij $P\text{-citr.} = 20$ gelegd om het traject met sterke reactie te scheiden van het traject met zwakke reactie. Ook $P\text{-getal}$ is op gelijke wijze met dezelfde afwijkingen in verband gebracht om na te gaan of de variatie in $P\text{-getal}$ bij gelijk $P\text{-citr.}$ nog nadere inlichtingen geeft over de beschikbaarheid van fosfaat in de grond.

Van bovengenoemde factoren zijn geen duidelijke invloeden op het effect van fosfaat- en stalmestbemesting gevonden. Dit wil nog niet zeggen dat deze invloeden er niet zijn geweest. Door de onnauwkeurigheid, waarmee het effect van de bemesting op elk proefveld is vastgesteld (blz. 7), is namelijk ook de bepaling van neveninvloeden weinig zeker. Het staat wel vast dat deze invloeden aanzienlijk geringer zijn dan de invloed van $P\text{-citr.}$, welke ondanks de onnauwkeurigheid bij alle gewassen duidelijk is.

d. Vergelijking van de reactie van de opbrengst op $P\text{-citr.}$ bij löss en rivierklei

Voor het maken van een vergelijking van de reactie van de opbrengst op fosfaatbemesting in afhankelijkheid van $P\text{-citr.}$ op löss en rivierklei zijn de in fig. 9 afgebeelde uitkomsten in fig. 12 onderscheiden naar grondsoort. De proefvelden op lössgrond

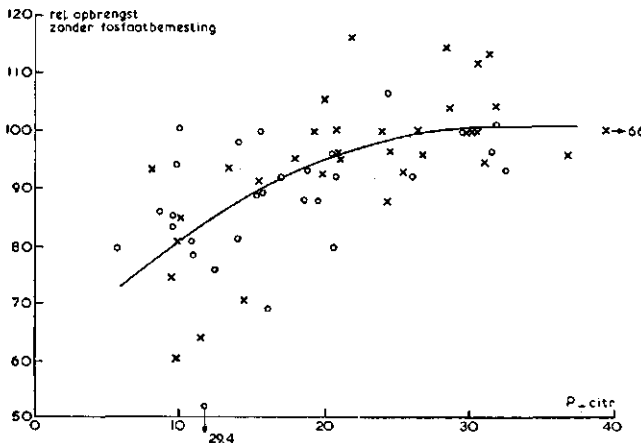


FIG. 12
Als fig. 9, zonder onderscheiding in gewassen, met onderscheid naar grondsoort (lössgrond als O, rivierklei als X)

FIG. 12
Same as fig. 9, difference between soils instead of difference between crops (loess soil as O, fluvial clay soil as X)

zijn gemiddeld bij een lager $P\text{-citr.}$ aangelegd dan de proefvelden op rivierklei, zodat de laatste bij $P\text{-citr.} < 20$ gering in aantal zijn. De gemiddelde reactie van de proefvelden op rivierklei en op lössgrond verschilt nauwelijks. Dit verschil is bij de grote variatie in de opbrengsten (bij gelijk $P\text{-citr.}$) van geen betekenis. Het ziet er niet naar uit, dat $P\text{-citr.}$ bij löss en rivierklei sterk verschillend gewaardeerd zal moeten worden.

Nog minder goed is vast te stellen of de invloed van stalmest op het effect van fosfaatbemesting op deze grondsoorten verschillend is geweest. Voor deze vergelijking is nl. een splitsing naar het gewas nodig omdat granen, aardappelen en bieten in dit opzicht verschillend hebben gereageerd. Hierdoor blijven bij $P\text{-citr.} < 20$, vooral van rivierklei, te weinig waarnemingen ter vergelijking over.

2. P_2O_5 -GEHALTE

Van 1947 t/m 1950 werden van haver en van zomergerst en haver in mengcultuur gewasmonsters (korrel en stro) genomen. Van aardappelen werden de knollen, van voederbieten en suikerbieten de wortels en het loof bemonsterd.

De samenhang tussen P-citr. en het fosfaatgehalte van het gewas is gering. Voor zover een beoordeling mogelijk is, wijzen de verkregen resultaten niet op een verhoging van het P_2O_5 -gehalte bij stijgend P-citr. Doordat het aantal waarnemingen te klein is, kan niet worden nagegaan in hoeverre het verschil in ras en in proefjaar invloed heeft gehad op de opname. Omdat ras en jaar enige samenhang met P-citr.

TABEL 3

Gewas	Jaar	Aantal proefvelden	Gemiddeld P_2O_5 %					
			zonder stalmest			met stalmest (in 1947)		
			0 P	70 (35) P	200 (100) P	0 P	70 (35) P	200 (100) P
Haver, korrel (oats-grain)	1947	7	1,04	1,10	1,11	1,08	1,12	1,12
Haver, korrel (oats-grain)	1948 t/m 1950	6	0,97	1,00	1,01	0,97	1,00	1,01
Haver, stro (oats-straw)	1947	7	0,19	0,23	0,30	0,21	0,26	0,29
Haver, stro (oats-straw)	1948 t/m 1950	5	0,25	0,28	0,35	0,25	0,25	0,37
Aardappelen (potatoes)	1947	5	0,51	0,51	0,55	0,51	0,51	0,53
Aardappelen (potatoes)	1948 t/m 1950	7	0,50	0,52	0,62	0,51	0,54	0,59
Bieten, wortel (beets-roots)	1947	7	0,33	0,36	0,38	0,37	0,37	0,39
Bieten, wortel (beets-roots)	1948 t/m 1950	8	0,37	0,40	0,46	0,36	0,43	0,42
Bieten, loof (beets-leaves)	1947	6	0,44	0,43	0,45	0,46	0,44	0,47
Bieten, loof (beets-leaves)	1948 t/m 1950	4	0,61	0,58	0,69	0,62	0,63	0,67
Crop	Year	Number of exp. fields	0 P	70 (35) P	200 (100) P	0 P	70 (35) P	200 (100) P
			no farmyard manure			with farmyard manure		
			Average P_2O_5 %					

TABLE 3

vertonen, kan de invloed van P-citr. op het P_2O_5 -gehalte hierdoor vertroebeld zijn. Het is evenmin uitgesloten dat zich hier het verschijnsel voordoet (VAN ITALLIE, 1939), dat een gewas met ernstig fosfaattekort soms een wat hoger gehalte heeft dan een gewas met minder ernstig gebrek.

De resultaten van het gewasonderzoek zijn voor de toetsing van P-citr. dus niet bruikbaar.

Het effect van fosfaat- en stalmestbemesting (tabel 3) wordt niet door ras- en jaarverschillen verward. In deze tabel is het jaar 1947 afzonderlijk opgenomen, omdat in dat jaar de stalmest (naar 20 ton/ha) is toegediend en $2 \times$ zoveel fosfaat is gegeven als in 1948 t/m 1950.

De invloed van fosfaatbemesting op het P_2O_5 -gehalte is duidelijk, zowel bij weglaten als bij toediening van stalmest. Stalmest heeft alleen in het eerste jaar het P_2O_5 -gehalte van haver en bieten verhoogd, vooral als geen fosfaat is gegeven. Deze werking komt ongeveer overeen met de invloed van 50 kg P_2O_5 /ha als dubbel superfosfaat. Een positieve nawerking van stalmest (in de jaren 1948 t/m 1950) op het gehalte is niet aantoonbaar.

Het effect van P-citr. en de nawerking van stalmest, welke bij de opbrengsten zo duidelijk zijn gebleken, worden door de resultaten van het gewasonderzoek dus niet bevestigd. Het is niet mogelijk hiervoor een bevredigende verklaring te geven.

3. WIJZIGING VAN P-CITR. EN P-GETAL DOOR BEMESTING

De wijziging van P-citr. onder invloed van jaarlijkse fosfaatbemesting (bij een normale vruchtwisseling) blijkt uit fig. 13. In deze figuur is onderscheid gemaakt naar rivierklei (gemiddeld P-citr. in 1947 = 27), fosfaatarme rivierklei (gem. P-citr. = 10) en lössgrond (gem. P-citr. = 18). Van de op deze grondsoorten voorkomende proefvelden (resp. 6, 2 en 8 proefvelden) is het gemiddelde verschil tussen het P-citr. vóór

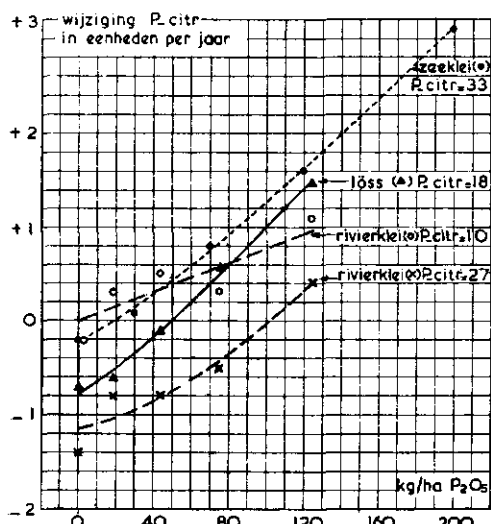


FIG. 13

De jaarlijkse wijziging van P-citr. onder invloed van fosfaatbemesting op fosfaatarme rivierklei (2 proefvelden, gemiddeld P-citr. = 10), op fosfaatrijke rivierklei (6 proefvelden, gemiddeld P-citr. = 27), op lössgrond (8 proefvelden, gemiddeld P-citr. = 18) en op zeeklei (14 proefvelden, gemiddeld P-citr. = 33)

FIG. 13

Effect of phosphate dressing on the yearly change of P-citr. on fluvial clay poor in phosphate 2 exp. fields, average P-citr. = 10), on less poor fluvial clay soil (6 exp. fields, average P-citr. = 27), on loess soil (8 exp. fields, average P-citr. = 18) and on marine clay soil (14 exp. fields, average P-citr. = 33)

de bemesting in 1947 en het P-citr. na de laatste oogst in 1950 bepaald voor elke bemestingsgift (naar 0, 30 (15), 70 (35), 120 (60) en 200 (100) kg/ha P_2O_5). Dit verschil is, evenals de fosfaatgift, per jaar omgerekend. Een vergelijking is gemaakt met de invloed van fosfaatbemesting op P-citr. op zeeklei. Voor deze grondsoort zijn de resultaten van 14 meerjarige proefvelden (interprovinciale proefvelden serie 1) in het Noorden en het Westen van het land op gelijke wijze verwerkt.

Bij toetsing (t-toets) bleken de in fig. 13 voor zeeklei, lössgrond en rivierklei getrokken krommen betrouwbaar boven elkaar te liggen. Op grond hiervan moet met een verschillend verloop van P-citr. op deze grondsoorten rekening worden gehouden. De verandering van P-citr. op fosfaatarme rivierklei staat weinig vast (gemiddeld resultaat van slechts 2 proefvelden). Dit resultaat is afzonderlijk gegeven, omdat bij deze lage fosfaattoestand geen achteruitgang heeft plaats gevonden, in tegenstelling met fosfaatrijkere rivierklei, waar de daling van P-citr. aanzienlijk is.

De gevonden niveauverschillen tussen zeeklei, löss en rivierklei wijzen op een verschillend fosfaatfixerend vermogen van deze gronden, omdat verschillen in onttrekking niet zo groot kunnen zijn en de gemiddelde bouwvoordikte elkaar weinig ontloopt (resp. gem. 24, 21 en 21 cm). Zo blijkt uit fig. 13 dat fixatie op zeeklei geen of weinig betekenis heeft; zonder fosfaatbemesting is P-citr. namelijk vrijwel niet gedaald. Rivierklei fixeert waarschijnlijk het sterkst. Een tweede aanwijzing voor verschillen in fosfaatfixatie zou verkregen kunnen worden uit de verschillen in helling van de in fig. 13 getrokken lijnen. De helling verschilt echter weinig en staat niet betrouwbaar vast. Wel kan worden opgemerkt dat de zwakke helling van de lijn voor fosfaatarme rivierklei (gering effect van de bemesting) er op wijst, dat hier sterke fixatie van het toegeediende fosfaat heeft plaats gevonden.

Stalmestbemesting naar 20 ton/ha alleen in 1947 heeft P-citr. na 4 jaar (t.o.v. geen stalmest) gemiddeld met 1,1 eenheid verhoogd. Deze verhoging lijkt wat groter dan met de toegeediende hoeveelheid P_2O_5 ($1 \times \pm 50$ kg/ha P_2O_5) overeenkomt. Door fosfaat in de vorm van kunstmest (naar gem. 65 kg/ha P_2O_5 per jaar) is namelijk de verhoging na 4 jaar (gemiddeld 3,9 eenheden) in verhouding minder groot.

P-getal is aan grotere schommelingen onderhevig dan P-citr. Dit blijkt door vergelijking van fig. 14 met fig. 15, die de samenhang tussen resp. P-citr. en P-getal in het voorjaar van 1947 en in het najaar van 1950 weergeven. Dit geldt voor alle objecten. Deze grotere schommeling is vermoedelijk niet geheel als een grotere fout van de

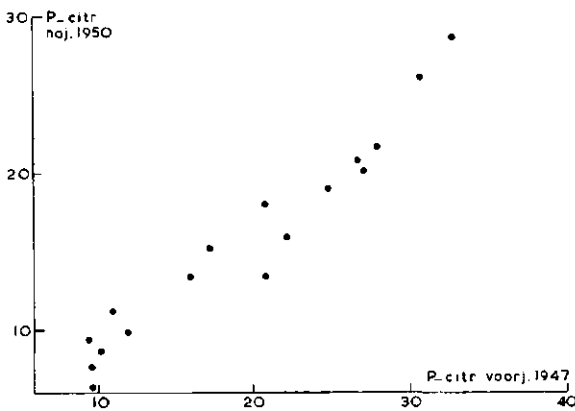


FIG. 14
Samenhang tussen P-citr. voorjaar 1947 en P-citr. najaar 1950, bij weglaten van fosfaat- en stalmestbemesting

FIG. 14
Relation between P-citr. in spring 1947 and P-citr. in autumn 1950, without phosphate dressing and without farmyard manure

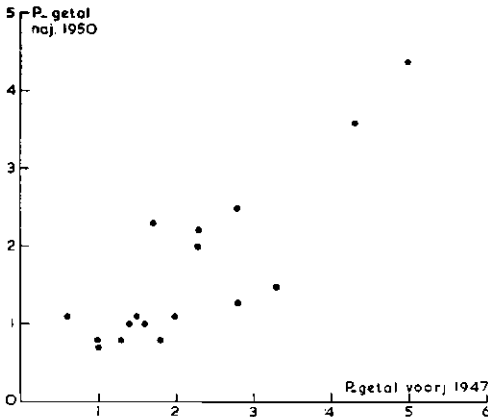


FIG. 15
Als fig. 14 voor P-getal

FIG. 15
Same as fig. 14 for P-number

methode op te vatten, omdat in de mate van samenhang van de resultaten van beide bepalingmethoden met de relatieve opbrengst (weergegeven door de rangcorrelatiecoëfficiënt τ , tabel 2) geen verschil is gevonden. Voor een deel geven deze schommelingen van P-getal dus variaties in de beschikbaarheid van het fosfaat aan, die door het gewas als zodanig worden ondervonden.

P-getal is door bemesting in 1947 met stalmest naar 20 ton/ha (± 50 kg/ha P_2O_5) na 4 jaren met gemiddeld 0,4 eenheden, door fosfaat (als kunstmest naar gem. 65 kg/ha P_2O_5 per jaar) met gemiddeld 0,5 eenheden gestegen. De stijging van P-getal door stalmest lijkt in vergelijking met kunstmest aanzienlijk.

Aan bovenstaande vergelijkingen tussen de invloed van stalmest en kunstmest op P-citr. en P-getal kan echter geen grote waarde worden toegekend, omdat kunstmest in dit onderzoek niet op nawerking heeft gelegen en omdat de invloed van de bemesting in het laatste geval weinig zeker is door de grote schommelingen van P-getal in de loop der jaren.

4. WAARDERING VAN P-CITR. IN VERBAND MET DE ADVIESGEVING

Gebleken is dat P-citr. in belangrijke mate inlichtingen geeft over de fosfaattoestand van löss en rivierklei (fig. 9).

In fig. 10 is van de werking van verschillende fosfaatgiften (gemiddeld over de jaren 1947 t/m 1950), in afhankelijkheid van P-citr., een overzicht gegeven. Een onderscheid naar de grondsoort en het gewas leek niet nodig.

Met behulp van deze proefveldresultaten kunnen adviezen voor fosfaatbemesting op praktijkpercelen worden opgesteld aan de hand van P-citr.

Hoewel in het onderzoek geen invloeden van nevenfactoren (kalktoestand, humusgehalte, gehalte aan afslibbare delen) zijn aangetoond en dus bij de beoordeling van de fosfaattoestand ook niet kunnen worden betrokken, zal het toch veiliger zijn enigszins met de mogelijkheid rekening te houden dat het uitgevoerde onderzoek voor een nauwkeurige bepaling van kleine invloeden weinig geschikt is geweest (blz. 15). Het is dus gewenst het bemestingsadvies, dat uit dit onderzoek volgt, niet te scherp te stellen. Bovendien moet er rekening mee worden gehouden dat de in fig. 10 afgebeelde opbrengstdepressies groter (2% bij P-citr. = 15) geweest zouden zijn als zwaarder was bemest dan 200 (100) kg/ha P_2O_5 (blz. 13).

In onderstaande tabel 4 zijn richtlijnen voor een voldoende fosfaatbemesting gegeven bij verschillende P-citr.-klassen. In de tabel zijn bij deze giften de wijzigingen van P-citr. vermeld (afgelezen uit fig. 13) voor lössgrond en rivierklei afzonderlijk. Hierdoor kan men zich een indruk vormen hoeveel jaren de giften, welke voor één oogstjaar gelden en op de gemiddelde behoefte van alle gewassen betrekking hebben, gehandhaafd kunnen blijven.

TABEL 4. Richtlijnen voor fosfaatbemesting bij verschillende P-citr.-klassen

P-citr.	Richtlijn voor fosfaatbem. in kg/ha P_2O_5	Wijzigingen P-citr. in eenheden per jaar	
		lössgrond	rivierklei
6-10	200	+3,0	+1,8
11-15	140	+1,8	+0,7
16-20	100	+1,0	0,0
21-25	70	+0,4	-0,5
26-30	40	-0,2	-0,8
31-35	20	-0,5	-1,0
36→	0	-0,8	-1,1

P-citr.	Scheme for phosphate dressing in kgs/ha P_2O_5	loess clay	fluvatile clay
		Changes P-citr. in units per year	

TABLE 4. Scheme for phosphate dressing

Als P-citr. 26-30 een gewenste fosfaattoestand van löss en rivierklei wordt genoemd, waarbij een lichte bemesting nog rendabel is, moet wel in het oog worden gehouden, dat deze gift vooral op rivierklei waarschijnlijk niet toereikend zal zijn om deze toestand in stand te houden, zodat de grond na verloop van enkele jaren weer zwaarder zal moeten worden bemest.

Bemesting met stalmest heeft een groter effect op de opbrengst gehad dan men op grond van het hiermede toegevoegde fosfaat zou verwachten. Dit blijkt duidelijk uit fig. 1 en 6 (resp. bij granen en aardappelen), maar vooral uit fig. 2 (nawerking in 1950 van de in het voorjaar van 1947 gegeven stalmest). De gevonden vermindering van het effect van fosfaatbemesting door 20 ton/ha stalmest komt bij granen en aardappelen overeen met de invloed van ± 5 P-citr.-eenheden (blz. 9). Bij bieten heeft stalmest geen effect gehad. Dit verschil tussen de gewassen staat echter niet betrouwbaar vast. Het is om deze reden veiliger om geen verschil tussen de gewassen aan te nemen. De gemiddelde relatieve opbrengst zonder fosfaatbemesting van alle gewassen bedraagt bij P-citr. < 20 (32 waarnemingen) 83,7 als geen stalmest is gegeven en 89,8 bij een stalmestgift naar 20 ton/ha in 1947. Uit fig. 9 is af te leiden dat het gemiddelde verschil van 6,1 % overeenkomt met de invloed van 4 P-citr.-eenheden. Hierdoor kan bij toediening van een dergelijke stalmestgift en ook als deze enkele jaren tevoren gegeven is op fosfaat (b.v. 20 kg/ha P_2O_5) bespaard worden. Bij verse stalmestbemesting kan waarschijnlijk bovendien het hiermee gegeven fosfaat in rekening worden gebracht.

IV. BESPREKING VAN DE RESULTATEN

Een belangrijk resultaat van het uitgevoerde onderzoek is de duidelijke samenhang, welke tussen P-citr. en de reactie van de opbrengst van alle gewassen (granen, aardappelen en bieten) op fosfaatbemesting is gevonden (fig. 9). Hiermee is zekerheid verkregen dat de toegepaste methode van grondonderzoek voor Limburgse löss- en rivierkleigronden bruikbaar is om de fosfaattoestand te bepalen. De P-getal-methode is hiervoor wegens de kleinere schaal minder geschikt (verg. fig. 11 met fig. 9).

Op lössgrond en rivierklei is, bij eenzelfde P-citr., voor het gewas minder fosfaat nodig dan op zeeklei. Eenzelfde P-citr. moet dus voor löss en rivierklei hoger gewaardeerd worden. Op löss en rivierklei is echter belangrijk meer fosfaat nodig om P-citr. te verhogen, terwijl de daling van P-citr. bij weglaten van bemesting veel groter is dan op zeeklei. Vooral op rivierklei, waar de vastlegging waarschijnlijk het sterkst is, is een aanzienlijke daling gevonden (fig. 13). In het advies is geen verschil gemaakt tussen löss en rivierklei (tabel 4), omdat de gewassen niet duidelijk verschillend op fosfaatbemesting hebben gereageerd (fig. 12). Er moet echter op rivierklei in volgende jaren met een sterkere achteruitgang van de eerder bepaalde fosfaattoestand rekening worden gehouden.

De belangrijke nawerking van stalmest op de fosfaatvoorziening bij granen (fig. 1, 2 en 4) en aardappelen (fig. 6) is opmerkelijk. Bij bieten (fig. 8) is deze niet waargenomen. Het gevonden effect, dat alleen bij granen betrouwbaar vast staat, is in de jaren 1948 t/m 1950 niet het gevolg van een verhoging van P-citr. door stalmest, omdat tegen P-citr. is uitgezet, waarin de eventueel door stalmestbemesting ontstane verhoging reeds is verdisconteerd (voor 1947 was dit niet uitvoerbaar, omdat de stalmest in hetzelfde jaar is gegeven). De oorzaak van een dergelijke verbeterde beschikbaarheid is zonder meer niet duidelijk. Men zou kunnen denken aan een betere nawerking van het als stalmest gegeven fosfaat. Ook zou de bodemtoestand verbeterd kunnen zijn, waardoor het bodemfosfaat beter opneembaar is geworden, hetzij door een andere chemische vorm, hetzij doordat de verbeterde bodemtoestand tot een betere wortelfunctie aanleiding heeft gegeven. Er zou ook aan de mogelijkheid gedacht kunnen worden dat het aangetoonde stalmesteffect op een directe werking van andere bestanddelen (b.v. van stikstof of van magnesia) berust. Bij ruime fosfaatbemesting heeft stalmest echter op de korrelopbrengst van granen geen werking gehad (fig. 3, gemiddelde relatieve opbrengst = 100,8) zodat deze verklaring althans bij granen onwaarschijnlijk is.

Als deze verbeterde fosfaatvoorziening (bij granen en aardappelen) een gevolg zou zijn van een beter opneembare vorm van het bodemfosfaat, is het aannemelijk dat dit in het P-getal, dat het in water oplosbare fosfaat aangeeft, tot uiting zou komen. Deze aanwijzing werd inderdaad verkregen (blz. 19). De gevonden stijging van het P-getal verklaart de nawerking van stalmest (op de opbrengst van granen en aardappelen) echter slechts gedeeltelijk. Na de enkele jaren tevoren (1947) gegeven stalmest is het effect van fosfaatbemesting toch geringer, ook al wordt dit bij hetzelfde P-getal bepaald (blz. 14). Bij bieten, een gewas dat eveneens op fosfaat reageert, heeft stalmest niet gewerkt, zodat de aanwijzing dat het bodemfosfaat door stalmest in een beter opneembare vorm is gebracht, toch zwak blijft. Het is om deze reden misschien wat aannemelijker dat de nawerking van stalmest bij granen en aardappelen meer op een betere ontwikkeling van het gewas berust, zodat het beter in staat is geweest het bodemfosfaat op te nemen.

De resultaten van het chemisch gewasonderzoek zijn te onduidelijk om hierover te kunnen inlichten (blz. 16).

Er moet dus volstaan worden met het noemen van enige mogelijkheden ter verklaring van de invloed van de stalmest op de fosfaatwerking. Dit neemt niet weg, dat er in de praktijk rekening mee kan worden gehouden. De grootte van het effect kan uitgedrukt worden in het aantal kg/ha P_2O_5 (blz. 20), dat bij bemesting bespaard kan worden.

SAMENVATTING

Gedurende 4 jaren (1947 t/m 1950) is een onderzoek uitgevoerd naar de fosfaattoestand van Limburgse löss- en rivierkleigrond. In 1947 werden 24 proefvelden (10 proefvelden op löss en 14 op rivierklei) aangelegd op percelen met onderling grote verschillen in P-citr., P-getal (methoden van grondonderzoek ter bepaling van de fosfaattoestand van de grond), kalktoestand en gehalte aan afslibbare delen. Op deze proefvelden werd fosfaatbemesting (in 1947 naar 0, 30, 70, 120 en 200 kg/ha P_2O_5 , in 1948 t/m 1950 de halve hoeveelheden) jaarlijks gevarieerd, bij weglaten en toediening van stalmest (naar 20 ton/ha in 1947).

In totaal werden 63 bruikbare oogstjaren met granen, aardappelen en bieten verkregen.

Een toetsing van P-citr. en P-getal is uitgevoerd aan de relatieve opbrengst (opbrengst zonder fosfaat in percenten van de bij ruime bemesting verkregen opbrengst) (blz. 7), welke bevredigende resultaten heeft opgeleverd. Beide methoden bleken namelijk in de beschikbaarheid van het bodemfosfaat een belangrijk inzicht te geven. P-citr. is beter bruikbaar dan P-getal. De in het voorjaar van 1947 gegeven stalmest had tot in 1950 een belangrijke nawerking, wat tot uiting kwam in een duidelijke vermindering van het effect van een ruime fosfaatbemesting op de opbrengst van granen en aardappelen.

Bepaald werd het effect van verschillende fosfaatgiften in afhankelijkheid van P-citr. Op grond van P-citr. konden richtlijnen voor bemesting worden opgesteld, waarbij een verschillende waardering op lössgrond en rivierklei niet nodig leek. Bij de beoordeling van de fosfaattoestand behoeft aan de kalktoestand en het gehalte aan afslibbare delen geen grote betekenis te worden toegekend.

In vergelijking met zeeklei moet P-citr. op löss en Limburgse rivierklei hoger worden gewaardeerd.

Voor lössgrond, rivierklei en zeeklei (14 meerjarige proefvelden in het Noorden en het Westen van het land) bleek dat bij gelijke bemesting met een verschillende verandering van P-citr. in de loop der jaren rekening moet worden gehouden. Rivierklei moet, om de fosfaattoestand op peil te houden, het zwaarst worden bemest. Zeeklei is in dit opzicht het minst fosfaatbehoefstig.

Toetsing van P-citr. en P-getal aan het P_2O_5 -gehalte van haver (korrel en stro), aardappelen (knol), voederbieten en suikerbieten (wortel en loof) gaf onduidelijke resultaten.

SUMMARY

DETERMINATION OF THE AVAILABILITY OF PHOSPHATE ON LOESS AND FLUVIATILE CLAY SOILS

Soil testing on the availability of phosphate on loess and fluvial clay soils in the province of Limburg (southern part of the Netherlands) has been evaluated by means of experimental fields (10 on loess and 14 on fluvial clay), carrying different crops in 1947–1950. For this purpose the trial-fields were laid down on various parcels varying widely in P-citr. (P_2O_5 soluble in 1% citric acid in 0.001% at 20° C) and in P-number (P_2O_5 soluble in distilled water in 0.001% at 50° C). Besides, the lime status and the clay content of the soil were determined, as these factors may also affect the availability of phosphate.

The field-trials consisted of 12 plots of 6 × 8 m each. Phosphate dressing was varied yearly on 6 plots without farmyard manure (without phosphate in duplicate, with 30, 70, 120 and 200 kgs/ha P_2O_5 in 1947 and 15, 35, 60 and 100 kgs/ha P_2O_5 in 1948, no replications) and on 6 plots after applying 20 tons/ha farmyard manure in 1947. The reason why farmyard manure is employed is to investigate if it affects the availability of soil phosphate.

Nitrogen was added as nitrochalk, potash as k-40 in different amounts according to the needs of the crops and the fields.

In total, 63 yields were obtained with cereals, potatoes, sugar beets and mangolds (table 1). The results of soil testing were related to the relative yields (yields without phosphate dressing in percents of the yields obtained by a sufficient dressing with phosphate) of these crops separately and in combination (figs. 1, 2, 4, 6, 8 and 9, 11, 12, respectively). Satisfactory results were obtained with the P-citr. and with the P-number method as well. The rankcorrelation coefficients (KENDALL, 1948) of both methods with the summarized relative yields were highly significant (table 2). The application of both methods, therefore, appeared to be justified for the soils investigated. The P-citr. method, however, is more practical than the P-number method, as the part of the scale in which reaction occurs is small (comp. fig. 9 with fig. 11).

It is not likely that the value of P-citr. on loess soil is different from that on fluvial clay soil. Farmyard manure in 1947 (20 tons/ha) has decreased the effect of phosphate (only on cereals and potatoes) up to 1950 inclusive (figs. 1, 2, 4, 6) (at the same P-citr. value). This effect of farmyard manure on an average agrees with the influence of ca. 4 units of P-citr. in 1947–1950 (relating to all crops).

The effect of different phosphate dressings was estimated in dependence on P-citr. (fig. 10). It was possible to project an advisory scheme (table 4) for phosphate dressing based on P-citr. Lime status and clay content need not be taken into account. A comparison between the effect of phosphate dressing on loess and fluvial clay soils and marine clay soils (VISSER, 1942, VAN DER PAAUW, 1947), shows that P-citr. must be evaluated higher on loess and fluvial clay.

The change of P-citr. on loess, fluvial and marine clay soils (14 long-term field trials in the north and the west of the country) is significantly different (fig. 13). Fluvial clay soil needs the heaviest dressing to raise and maintain the phosphate status. Marine clay soil is least deficient in this respect.

The results obtained with crop analysis proved to be unsuitable to the evaluation of the soil test.

LITERATUUR

- ITALLIE, TH. B. VAN De betekenis van het gewasonderzoek bij fosforzuur- en kaliproefvelden in Nederland. *Versl. Landbouwk. Onderz.* 45 (24) A, (1939) 679.
- KENDALL, M. G., Rankcorrelation methods (1948).
- PAAUW, F. VAN DER, Onderzoekingen over fosfaat- en kalibemesting op de kleigronden van de Zuid-Hollandsche eilanden. *Versl. Landbouwk. Onderz.* 53, 5 A (1947).
- Toetsing van grondonderzoek naar fosfaattoestand op Nederlands grasland. *Versl. Landbouwk. Onderz.* 57, 15 (1951).
- Hectolitergewicht, duizend-korrelgewicht en korrelpercentage in afhankelijkheid van de bemestingstoestand. *Landbouwk. T.* 63 (1951) 116.
- VISSER, W. C., Een onderzoek naar de kali- en fosforzuurhuishouding van de Groninger klei- en zavelgronden. *Versl. Landbouwk. Onderz.* 48 (3) A (1942).