

INSTITUUT VOOR

BODEMVRUCHTBAARHEID

GRONINGEN

OVERDRUK

DEPARTEMENT  
No. 21433

UIT HET LANDBOUWKUNDIG TIJDSCHRIFT, MAANDBLAD VAN HET  
NED. GENOOTSCHAP VOOR LANDBOUWWETENSCHAP.

54ste JAARGANG No. 669

OCTOBER 1942

K 2367

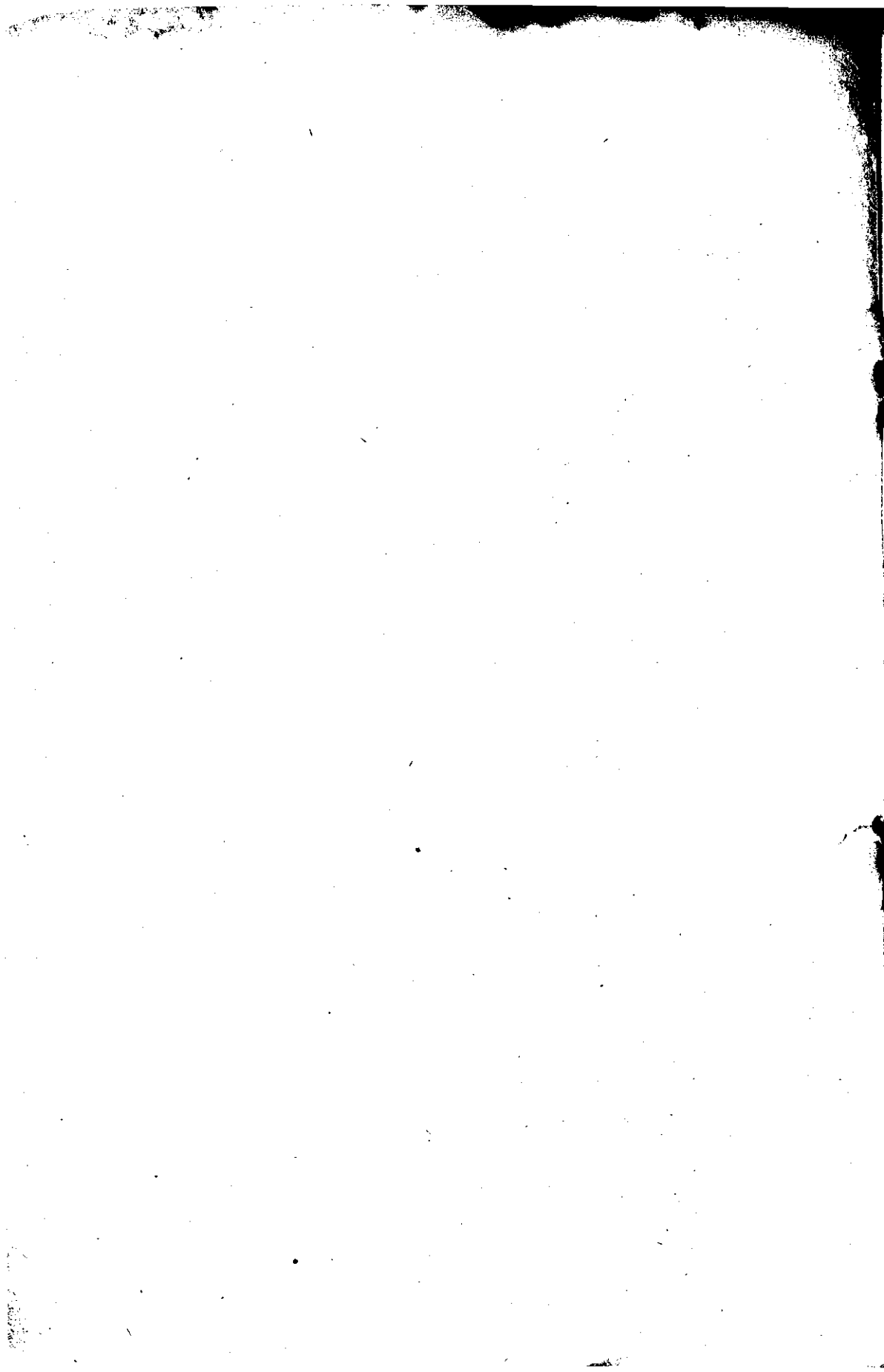
# HET ORGANISCH GEBONDEN PHOSPHAAT IN DEN GROND

DOOR

J. HUDIG en W. R. DOMINGO

631.416.2: 631.417.7





# Het organisch gebonden fosphaat in den grond

door

J. HUDIG en W. R. DOMINGO.

## *Korte mededeeling.*

Het fosphaation is als component van de kerneiwitten, van de fosphatiden der celmembranen en van andere belangrijke organische verbindingen een der essentiele voedingsanionen in het plantenleven.

Het spreekt wel haast van zelf, dat de wijze waarop het fosphaat in den bodem omloopt en „in omloop kan worden gehouden” steeds in ruime mate de belangstelling van de bodemchemici heeft getrokken. Het probleem wordt echter meestal van den anorganischen kant beschouwd en bestudeerd, waarbij dan de oplosbaarheid in waterige en/of zure extracten wordt bepaald.

Door een onzer (7) wordt echter al sinds jaren bij zijn beschouwingen over den grond als productie-systeem de nadruk gelegd op de beteekenis van het organisch gebonden fosphaat en op het belang deze plantenvoedingsstof door middel van den anionen- of biologischen buffer in omloop te houden. Ook *Cleveringa* (2) heeft zulks aan de hand van zijn proefvelden meermalen betoogd. Het blijkt echter, dat velen betwijfelen of de hoeveelheid organisch gebonden fosphaat in den grond wel zoo groot is, dat dit een rol van eenige beteekenis kan spelen. Gezien dit feit, waarschijnlijk mede veroorzaakt door te weinig bekendheid met overtuigend cijfermateriaal, wil het ons nuttig voorkomen nogmaals de aandacht op deze materie te vestigen. Het zijn vooral de Amerikanen en Russen, die dit probleem reeds vrij ver hebben uitgewerkt. Wij willen derhalve aan de hand van de literatuur <sup>1)</sup> en met vermelding van cijfers, gedeeltelijk ontleend aan onderzoek op ons laboratorium verricht, dit vraagstuk bespreken.

## *Voorkomen.*

Het voorkomen van organisch gebonden fosphaat in den bouwgrond volgt reeds uit de aanwezigheid van plantaardige en dierlijke organische resten en van micro- en macro-organismen. Al in 1844 wees *Mulder* (10) op de aanwezigheid van dezen organischen bindingsvorm in den grond. Ook velen na hem, onder wien wij *Stoklasa* (18) willen noemen, vestigden hier de aandacht op.

Aan de hand van de onderzoekingen van *Aso* (1), *Shorey* (16), *Stoklasa* (18), *Wrenshall* en *Mc Kibbin* (21) kan men de in den bodem voorkomende organische fosphaatverbindingen in drie groepen indeelen, namelijk:

- a. *de nucleoproteïnen*, aanwezig in plantaardige en dierlijke

<sup>1)</sup> Wij brengen den Heer *S. Herweijer*, die een gedeelte van de literatuur voor dit onderwerp bijeenbracht, onzen dank.

weefsels, in bacteriën en schimmels. Dit hoofdbestanddeel der cellen bestaat uit verbindingen van eiwitten met nucleïne-zuren. Laatstgenoemde stoffen hebben een P-gehalte van ongeveer 5,7 %. Bij ontleding van deze verbindingen door het endo-enzym nuclease komt phosphorzuur vrij. Volgens *Wrenshall* en *Mc Kibbin* (21) zou 47—65 % van het organisch fosphaat in den grond aanwezig zijn in den vorm van nucleïne-zuren, welke volgens *Schreiner* (15), werkend met watercultures, een uitstekende phosphorvoedingsbron bleken voor tarwe. Het nucleïne-zuur wordt door micro-organismen en enzymen gemineraliseerd en het vrijkomende fosphaat kan dan door de planten worden opgenomen;

b. *de phosphatiden*, verbindingen van glycerol, phosphorzuur en vetzuren. Het gehalte van den bodem aan deze verbindingen is zoo gering ( $\pm 0,3$  %), dat we ze hier verder buiten beschouwing zullen laten;

c. *phytine*, het Ca-Mg-zout van inosiet phosphorzuur. Hier-voor geldt hetzelfde als onder b gezegd.

Dan rest ons nog een groep, door *Stoklasa* (18) „humophos-phenen” genoemd, die niet nader te identificeren is. Deze onderzoeker bedoelt hiermede te zeggen, dat aan humusstoffen ook phosphorzuur gebonden kan zijn. Daar wij over den aard der humusverbindingen slecht ingelicht zijn, zegt bovengenoemde naam dan ook weinig. Ook het feit, dat Fe en Al hierbij een groote rol spelen, brengt ons voorloopig niet verder.

### Bepaling.

Over de methoden van bepaling willen wij kort zijn. Voor belanghebbenden zij verwezen naar de literatuur (4, 9, 11, 14). Slechts moge worden opgemerkt, dat in het algemeen de hoeveelheid organisch fosphaat in den grond op twee manieren kan worden bepaald:

1. door van de totale hoeveelheid P de hoeveelheid anorganisch gebonden P af te trekken, waarbij dan wordt aangenomen, dat het organisch gebonden P moeilijk of niet oplosbaar is in zuren (4, 9);

2. door het bepalen van de P in de, b.v. door alkalische extractie, geïsoleerde organische verbindingen, waarbij wordt verondersteld, dat deze stoffen vrijwel geheel oplossen in de alkalische vloeistof (11, 14).

### Hoeveelheid.

Wat betreft de hoeveelheid organisch gebonden fosphaat, uitgedrukt in procenten van het totaal fosphaat in den grond, zij verwezen naar tabel 1.

Hieruit blijkt wel, dat een groot gedeelte van het fosphaat organisch in omloop kan zijn.

Men mag verwachten, dat de hoeveelheid organisch fosphaat in den bodem onder anderen afhankelijk zal zijn van de hoeveelheid organische stof en van het organisch leven. Een zeker verband werd dan ook inderdaad gevonden (3, 4, 9, 12, 14, 21). Het moge volgen uit de vermeldde cijfers.

De aanwezigheid van kalk oefent op de omzettingen van organisch fosphaat in anorganisch een grooten invloed uit, hetgeen

TABEL I.

	% org. stof	% org. P
<i>Dickman and De Turk</i> (4) .....		
S 6769 .....	0.67	15.—
S 6763 .....	1.72	50.—
S 6755 .....	1.97	51.—
S 6767 .....	3.32	42.—
S 6761 .....	3.70	48.—
S 6765 .....	—	67.—
S 6757 .....	6.10	44.—
S 6758 .....	7.83	67.—
<i>Wrenshall and Mc Kibbin</i> (21) ..		
black muck soil .....	—	55.4
brown forest soil .....	—	31.2
<i>Potter and Benton</i> (14) .....	—	26.4—43.5
<i>v. d. Marel</i> (9) .....		
Hedel .....	1.2	23.7
Bergen op Zoom .....	1.5	14.—
Rha .....	1.5	36.6
Zevenaar .....	2.4	46.—
Goes .....	2.5	57.—
Amerongen .....	2.6	65.5
Etten .....	2.6	49.—
Langkat .....	4.9	46.5
Koeala Simpang .....	5.2	72.8
<i>Gerritsen</i> .....		
Stolwijk R 18 .....	30.1	59.—
Nieuwerbrug R 15 .....	32.4	72.—
„ R 14 .....	38.7	61.—
Wilnis R 2 .....	58.9	38.—
Waverveen .....	77.2	29.—
<i>Pearson and Simonson</i> (12) ....	% org. C	% org. P
Marshall .....	2.16	37.8
Carrington .....	2.4	45.3
Edina .....	2.51	65.2
Grundy .....	2.84	40.2
Weller .....	3.72	50.7
Fayette .....	4.11	72.6
Garwin .....	5.11	35.4

blijkt uit de onderzoekingen van *Vincent* (19). Van het organisch fosphaat in de door hem onderzochte gronden werd in 2 maanden tijd zonder toevoeging van  $\text{CaCO}_3$  slechts 7,76 % en met  $\text{CaCO}_3$  tot 20,30 % gemineraliseerd.

Wat betreft de verhouding, waarin anorganisch en organisch gebonden fosphaat naast elkander in den bodem voorkomen, kan aan de hand van de onderzoekingen van *Stoklasa* (18) en *Sing Chen Chang* (17) worden opgemerkt, dat dit afhankelijk is van de mate, waarin de bacteriënflora zich kan ontwikkelen. Zoolang er voor de bacteriën voldoende voedingsstoffen als b.v. stalmest, groenbemesting, compost aanwezig zijn, zijn deze organismen in

staat de verhouding steeds ten gunste van het organisch gebonden fosphaat te doen uitvallen. De aanwezigheid van voldoende kalk is daarbij noodzakelijk ter neutralisatie van de, onder anderen ten gevolge van de nitrificatie, ontstane zuren.

*Betekenis voor de plantenvoeding.*

Uit de proeven van *Stoklasa* (18) en *Schreiner* (15) is wel gebleken, dat de plant zich met het fosphaat uit organische verbindingen (lecithine, nucleïnezuur) kan voeden. De opbrengsten, vergeleken met die van de serie, welke van anorganische P was voorzien, vielen bij *Schreiner* (15) met een toename van 74 % uit ten voordeele van het organisch fosphaat. Dit wil echter nog niet zeggen, dat het fosphaat als organische verbinding door de plant wordt opgenomen. Het meest waarschijnlijk is het, dat deze verbindingen door enzymen (phosphatasen, nucleasen, phytasen) worden afgebroken, terwijl de daarbij vrijkomende anorganische P-verbindingen voor een deel door de plant worden geassimileerd.

Soortgelijke proeven werden ook door *Heck* en *Whiting* (6) gedaan in verband met de opneembaarheid van phytine door haver en roode klaver.

Onder steriele omstandigheden werd door *Weissflog* en *Mengdehl* (20) in watercultures gewerkt met mais. Gebruikt werden anorganische en organische phosphaten, terwijl als contrôle met bacteriën geënte proeven meeliepen. Uit hun onderzoek bleek onder anderen, dat nucleïnezuur en phytinezuur door de plant werden opgenomen.

*Pierre* en *Parker* (13) werkten het probleem nog verder uit. Uit hun proeven met graan-, soja- en boekweitplanten bleek, dat deze het anorganisch fosphaat prefereren boven het organisch gebondene.

Wij zelf namen, in navolging van enkele buitenlandsche onderzoekers, bemestingsproeven met Ca-glycerophosphaat. Deze verbinding is oplosbaar in water en wordt niet door Fe of Al neergeslagen. Wij vonden, dat het een uitnemend plantenvoedsel is, dat minstens evengoed werkt als de andere phosphaten.

De betekenis van het organisch gebonden fosphaat schuilt in het feit, dat bij de mineralisatie, in hoofdzaak door enzymreacties veroorzaakt, anorganisch fosphaat vrijkomt. Dat zulks inderdaad het geval is, werd door *Stoklasa* (18), *Sing Chen Chang* (17) en *Lockett* (8) aangetoond. Tevens bleek hierbij, dat een gedeelte van de gemineraliseerde P door de bacteriën wordt geassimileerd.

Uit het bovenstaande blijkt:

1. dat de bodem inderdaad niet te verwaarloozen hoeveelheden organisch gebonden fosphaat bevat;
2. dat de plant in staat is om uit deze verbindingen het fosphaat op te nemen.

Nu kan men de vraag stellen, waarom wij aan het organisch gebonden fosphaat in den grond zooveel waarde toekennen. Vooruitlopend op het antwoord mag worden opgemerkt, dat de betekenis van deze verbindingen mede afhankelijk is van het type grond en van den toestand, waarin de bodem zich bevindt. Daar komt nog bij, dat men bij de beoordeeling niet met één factor, doch met een complex van factoren rekening heeft te houden.

Immers, een grond, rijk aan organisch gebonden fosfaatverbindingen, die goed mineraliseeren, zal:

- a. een behoorlijk gehalte aan organische stof bevatten;
- b. een behoorlijken kalktoestand hebben;
- c. een goed ontwikkelde micro- en macro- flora en fauna bezitten;

tengevolge waarvan hij zich tevens in een gunstigen structuurtoestand bevindt.

Het anorganisch fosfaat zal, afgezien van de mogelijkheden van anionenadsorptie, in de meeste gronden als Fe-, Al-, Ca-fosfaat worden neergeslagen.

Voor al de eerstgenoemde verbindingen zijn, in het voor de landbouw belangrijke pH-traject, sterk onoplosbaar, zoodat het op deze wijze gebonden P voor de plant vrijwel geen beteekenis meer heeft. Nu is het een bekend feit, dat organisch materiaal desactiveerend werkt op Fe en Al. Dit op zichzelf is reeds belangrijk genoeg om voor een goede verzorging van den grond met organisch materiaal te pleiten. De bacteriëngroei wordt hierdoor gestimuleerd en oefent een gunstigen invloed uit op de fosfaatopname van de plant, zooals door Gerretsen (5) werd aangetoond. Zeer essentieel is hierbij, dat men het fosfaat dan tevens organisch in omloop brengt (17), zooals we zagen voor een vrij groot deel in den vorm van nucleoproteïnen, die vrij stabiel zijn en niet door Fe en/of Al worden gefixeerd. Bij de mineralisatie komt het fosfaat gedurende de vegetatie-periode voortdurend ter beschikking van de plant en van de micro-organismen, terwijl ook het Fe, Al en Ca zullen trachten ermede in reactie te treden. Is de microflora echter voldoende actief ontwikkeld, dan zullen verliezen ten gevolge van laatstgenoemde elementen tot een minimum beperkt blijven.

Men krijgt hier soortgelijke verschijnselen als bij de bemesting van Fe- en Al-rijke gronden met onoplosbare fosphaten, met dien verstande echter, dat in ons geval de aanwezigheid der organische stof ook nog gunstig werkt op vele andere productiefactoren van den grond.

Zowel de literatuur als eigen ervaring noodzaken ons de aandacht op het organisch gebonden phosphorzuur gevestigd te houden. *Wij meenen, dat de tot nog toe gevolgde methode van fosfaatbepaling door extractie met waterige en/of zure oplossingen te eenzijdig den fosfaattoestand van den grond weergeeft.*

Landbouwscheikundig laboratorium der Landbouwhoogeschool te Wageningen.

21 April 1942.

#### LITERATUUR.

1. Aso, K. Über das Vorkommen von Phosphorsäure in organischen Verbindungen im Boden. Biedermann's Zentralbl. f. Agrik. Chem. 34: 3-4, 1905.
2. Cleveringa, O. J. De beteekenis van organischen mest voor het behoud van de vruchtbaarheid der cultuurgronden.
3. Dean, L. A. An attempted fractionation of the soil phosphorus. J. Agric. Sci. 28: 234-246, 1938.

- tion of the organic phosphorus of soils. *Soil Sci.* 45: 29—37, 1938.
5. *Gerretsen, F. C.* Bodem-bacteriologie in dienst van land- en tuinbouw. 1939.
  6. *Heck, A. F. and Whiting, A. L.* Assimilation of phosphorus from phytin by red clover. *Soil Sci.* 24: 17—29, 1927.
  7. *Hudig, J.* Modern grondonderzoek. *Landb.k. Tijdschr.* 46; 354—64, 1934.  
*Hudig, J.* Chemisch onderzoek van tropische gronden. *Landb.k. Tijdschr.* 49: 378—401, 1937.  
*Hudig, J.* Klinisch grondonderzoek in de tropen. *Landb.k. Tijdschr.* 51: 372—389, 1939.
  8. *Lockett, J. L.* Nitrogen and phosphorus changes in the decomposition of rye and clover at different stages of growth. *Soil Sci.* 45: 13—24, 1938.
  9. *Marel, H. W. v. d.* Onderzoek naar het voorkomen van organische fosforverbindingen in den grond. *Landb.k. Tijdschr.* 47: 85—88, 1935.
  10. *Mulder, G. J.* Über die Bestandtheile der Ackererde. *Journ. Prakt. Chem.* Bd. 32: 326, 1844.
  11. *Pearson, R. W.* Determination of organic phosphorus in soils. *Ind. & Eng. Chem. Anal. Ed.* 12: 198—200, 1940.
  12. *Pearson, R. W. and Simonson, Roy W.* Soil Phosphorus and Soil Organic Matter. Organic Phosphorus in seven Iowa Soil Profiles: Distribution and Amounts as compared to organic Carbon and Nitrogen. *Journal paper No. J-700 of the Iowa Agr. Exp. St., Ames, Iowa.* Projects 617 and 635.
  13. *Pierre, W. H. and Parker, F. W.* Soil phosphorus studies: II. The concentration of organic and inorganic phosphorus in the solution and soil extracts and the availability of the organic phosphorus to plants. *Soil Sci.* 24: 119—128, 1927.
  14. *Potter, R. S. and Benton, T. H.* The organic phosphorus of soil. *Soil Sci.* 2: 291—298, 1916.
  15. *Schreiner, O.* Organic phosphorus in soils. *Journ. Amer. Soc. Agron.* 15: 117—124, 1923.
  16. *Shorey, E. C.* Some organic soil constituents. *U.S. Dep. of Agr. Bur. of Soils. Bull.* 88, 1913.
  17. *Sing Chen Chang.* Assimilation of phosphorus by a mixed soil-population and by pure cultures of soil fungi. *Soil Sci.* 49: 197—210, 1940.
  18. *Stoklasa, J.* Biochemischer Kreislauf des Phosphat-Ions im Boden. *Jena*, 1911.
  19. *Vincent, V.* Combinaisons organiques du phosphore des sols acides assimilation par les végétaux. *Compt. Rend. 17e Congr. chem. ind. Paris* 2: 861, 1937.
  20. *Weissflog, J. und Mengdehl, H.* Studien zum Phosphorstoffwechsel in der höheren Pflanze. III. Aufnahme und Verwertbarkeit organischer Phosphorsäureverbindungen durch die Pflanze. *Planta* 19: 182—241, 1933.
  21. *Wrenshall, C. L. and Mc Kibbin, R. R.* Pasture studies: XIII. The nature of the organic phosphorus in soils. *Can. Journ. Res.* 15 B: 475—479, 1938.





# HET ORGANISCH GEBONDEN PHOSPHAAT IN DEN GROND

DOOR

J. HUDIG en W. R. DOMINGO

*631.416.2: 631.417.7*

