

5210

631.416.2
63-001.5 (497.721)

EEN EN ANDER OVER HET ONDERZOEK
NAAR DE FOSFAATHUISHOUDING VAN DEN GROND, ZOOALS DAT IN HET
RIJKSLANDBOUWPROEFSTATION
TE GRONINGEN GESCHIED

BIBLIOTH. K

INSTITUUT VOOR
BODEMYRUCHTBAARHEID
GRONINGEN

DOOR

O. DE VRIES EN C. W. G. HETTERSCHIJ

SEPARAAT
No. 14550

De voedselopname door de planten en de processen, die zich daarbij in den grond afspelen, zijn zoo ingewikkeld, en het verschil in grondtype is zoo groot, dat men voor de bepaling van de fosfaathouiding van den grond met chemische middelen zich niet tot één extractiemethode kan bepalen. Aan het Rijkslanbouwproefstation worden daarom de volgende vijf methoden toegepast:

P-getal.

Enmalige extractie van den grond met gewoon gedestilleerd water in verhouding 1 : 10, door de suspensie, na eenige malen omschudden, 24 uur bij 50° C. te laten staan.

P-citr.

Enmalige extractie met een 1 %-citroenzuuroplossing volgens Lemmermann (2 uur schudden bij kamertemperatuur, na 24 uur staan nogmaals 1 uur).

Een eenheid van het P-getal of het P-citr. cijfer is 1 mg P₂O₅ per 100 gram grond.

Vastleggingsgetal.

Twee gelijke hoeveelheden grond op dezelfde wijze als voor de P-getal bepaling extraheeren met oplossingen van primair calciumfosfaat die resp. 10 en 20 mg P₂O₅ per 100 gram grond bevatten en hierin het P-getal bepalen. Het vastleggingsgetal is dan de gemiddelde procentueele vastlegging in beide oplossingen.

Nalevering.

De grond wordt op dezelfde wijze als voor de P-getal bepaling eenige malen achtereen, na telkens afzuigen van het extract, met gedestilleerd water geextraheerd.

P-totaal.

Behandeling van den grond met koningswater volgens het voorschrift van Lemmermann.

Bij de vier eerstgenoemde methoden wordt het P-gehalte van

het extract colorimetrisch volgens de molybdaenblauwmethode bepaald.

Voor de bepaling van de voedselbehoefte van den grond is het niet zoozeer van belang hoe groot de totale voorraad van de voedingsstof is, maar meer welk gedeelte voor de plant voldoende vlug en gemakkelijk beschikbaar is. Men wil weten in hoeverre de grond in staat is in het bodemvocht een concentratie aan voedingsstoffen te doen ontstaan en te onderhouden, zoodanig dat de plant daarvan gedurende de groeiperiode steeds voldoende ruim voorzien is.

Voor de bepaling van fosfaat, dat in het bodemvocht opgelost en dus direct beschikbaar is, geeft eenmalige extractie met water (P-getal) voldoende aanwijzingen. Om den voorraad aan fosfaat, dat voldoende gemakkelijk in het bodemvocht in oplossing gaat, te bepalen zou men meerdere malen kunnen extraheeren, zooals boven vermeld en zooals dit ook door verschillende andere onderzoekers wordt toegepast.

Hoewel de concentratie van het fosfaat in het bodemvocht gering is, kunnen de planten toch voldoende fosfaat daaruit opnemen doordat de grond telkens het aan de oplossing onttrokken fosfaat weer nalevert. Dit proces kan men nabootsen door herhaalde extractie en op deze wijze de totale beschikbare hoeveelheid benaderen.

In tabel 1 vindt men de op deze wijze verkregen cijfers voor twee dal- en twee zandgronden weergegeven.

Tabel 1.

Herhaalde extractie met gedestilleerd water bij dal- en zandgrond.

No.	Proefveld	Object	P-getal in extract						
			1	2	3	4	5	10	15
Pr. 8	A. G. Mulder. W. oude dalgrond	N.P.K. onbemest	15 3½	10½ 2+	6 2-	4 1	4- 1	2- ½	2- ½
Z.Gr. 1	Alg. bem. proefv. B.C. oude dalgrond	N.P.K. onbemest	7 2+	4½ 2	4 2	2½ 1	2 1	2- 1	1 1
Pr. 10	Spitsbergen zandgrond	alcalisch bemest sinds 1917	9½	5	3½	2½	2	2-	1
O.O. 51	Markelo zandgrond	100 P ₂ O ₅ 0 P ₂ O ₅	2 2	2 2-	2- 2-	1 1	1 1	1 1	1 1

Men ziet hoe zowel bij de onbemeste als de bemeste objecten tenslotte in latere extracten steeds nog een kleine hoeveelheid fosforzuur in oplossing gaat. Verder blijkt dat de som van alle extracten die van het eerste aanmerkelijk overtreft. Eenmalige extractie (**P-getal**) geeft dus den voorraad niet aan, doch is alleen een maat voor de oplosbaarheid en daardoor voor de **directe beschikbaarheid** van het fosforzuur.

Om nu den gemakkelijk beschikbaren voorraad te bepalen, zou men de som van alle gemakkelijk oplosbare hoeveelheden moeten nemen. Men zou dus de rij extracties op een daarvoor geschikt punt moeten afbreken. Men weet echter niet waar de overgang is van het gemakkelijk oplosbare fosfaat in het fosfaat dat slechts langzaam in oplossing gaat. Den voorraad kan men op deze wijze niet zuiver vaststellen. Deze is trouwens ook niet constant. Door de werking der meststoffen en doordat de planten fosforzuur onttrekken en koolzuur afstaan kunnen nieuwe hoeveelheden oplosbaar worden en kunnen de planten direct in de omgeving der wortels fosfaat opnemen. Neerslag, uitdroging, verwerking, vorst en biologische processen kunnen in den loop der jaren den voorraad gemakkelijk oplosbaar fosforzuur veranderen. Ook de reactie (pH) van den grond speelt een rol.

Het geheel van deze processen kan men nu eenigermate benaderen door het gebruik van een zuur extractiemiddel. Hiermede wil men in eenmaal bereiken wat in den grond over een langere periode gebeurt.

De directe beschikbaarheid bepalen we derhalve door eenmalige extractie met gewoon gedestilleerd water; den **voorraad** aan fosfaat, dat onder invloed van het koolzuur of van het zuurdere milieu rondom den plantenwortel in oplossing gaat, door den grond te extraheeren met een 1 %-ige oplossing van citroenzuur (**P-citr.**)

Het is gebleken dat men bij de beoordeeling van het P-getal onderscheid moet maken tusschen de verschillende grondsoorten. Bij dalgrond stijgen zowel P-getal en P-citr. regelmatig en duidelijk mer de toegediende fosfaatgiften. De oplosbaarheid van het fosforzuur wordt hier weinig beïnvloed door vastleggingsverschijnselen. Alleen moet men er rekening mee houden dat uitspoeling bij dergelijken grond niet uitgesloten is en in daarvoor gunstige gevallen 15 tot 30 kg/ha P_2O_5 per jaar kan bijdragen.

Als voorbeeld volgen hier eenige cijfers van het fosfaatproefveld op nieuwen dalgrond te Emmer-Compasuum (Pr. 87).

Tabel 2.

Pr. 87, P-proefveld op nieuwen dalgrond op de proefboerderij te Emmer-Compasuum.

Jaarlijksche bemesting, kg/ha P_2O_5	0	25	50	75	100	150	200
P-getal, gemiddelde van voor- en najaarsbemonstering	1½	2½	4½	7	10	14	19
P-citr., gemiddelde van voor- en najaarsbemonstering	8½	13½	14½	19	25	32	39
Aardappels, knollen, 100 = 291 q/ha	100	128	133	133	136	138	136
Zetmeel, 100 = 52.4 q/ha	100	134	139	140	144	145	143

Geheel anders is het verloop van het P-getal op zandgrond. Van de velerlei factoren, die de oplosbaarheid van het fosforzuur beheerschen, hebben de beperkende factoren de overhand. Men zegt dan dat zulke gronden het fosfaat vastleggen, daarmee bedoelende, dat door binding aan bepaalde elementen zooals calcium, ijzer en aluminium het fosfaat in zeer weinig oplosbare verbindingen wordt omgezet. Het toegediende fosfaat geeft dan slechts een geringe of geen verhooging van het P-getal. Om een indruk te krijgen van het vastleggend vermogen, bepaalt men op de op blz. 1 aangegeven wijze het **vastleggingsgetal**.

Voor dalgrond is de vastlegging meestal minder dan 50 %, en in sommige gevallen zooals bij bovengenoemd voorbeeld (Tabel 2) slechts 15—20 %. Bij zandgrond ligt het cijfer als regel boven de 50 % en is dikwijls 75—85 % en hooger.

Tabel 3 geeft een voorbeeld van een sterk vastlegenden nieuwen heidegrond met een vastleggingsgetal van 98 %.

Tabel 3.

Pr. 113. P-proefveld Hooghalen I, op nieuwen heidegrond.

kg/ha P_2O_5 als prim. calc. fosf. in 1932 en 1934	geen	100	200	400	600	900
P-getal, gemiddelde van voor- en najaarsbemonstering	0	0	0	1½	4	6½
P-citr., gemiddelde van voor- en najaarsbemonstering	7½	16	23	43	60	78
Vastleggingsgetal	100	90	75	75	65	65
Aardappels, knollen, kg/veldje	2.0	2.6	5.1	7.6	7.8	8.2
P_2O_5 onttrekking door de knollen, g/veldje	1.4	2.1	3.8	9.4	11.8	13.5

Om het P-getal van 0 op 4 te brengen was tweemaal een gift van 600 P_2O_5 noodig. Het P-citr. getal was daardoor reeds gestegen tot 60. De toenemende hoeveelheden fosfaat hebben de vastlegging geleidelijk verminderd, zooals uit de vastleggingscijfers blijkt. Niettemin bedraagt de vastlegging bij $2 \times 900 P_2O_5$ toch nog 65 %. Bij een P-getal $6\frac{1}{2}$ en een P-citr. cijfer van 78 werd in 1934 de hoogste opbrengst bereikt. Vergelijkt men deze cijfers met die van een maximale opbrengst op den dalgrond uit tabel 2 (P-getal 10—14, P-citr. circa 30) dan blijkt hieruit duidelijk hoe geheel verschillend deze beide grondtypen zich gedragen. Het is dus noodzakelijk om bij de beoordeeling van P-getal en P-citr. hiermede rekening te houden.

Een tweede voorbeeld van een zandgrond geeft tabel 4. Het betreft hier een ijzerhoudenden zandgrond met 4 % ijzer, oplosbaar in sterk zoutzuur, nadat door een zeef met openingen van 13 mm de grootste klompjes reeds uit den grond verwijderd waren.

Tabel 4.

Vakkenproef met ijzerhoudenden zandgrond van de proefboerderij te Heino.

Totaal toegediende kg/ha P_2O_5	geen	150	600	1200	1800	2700	3600
P-getal, gemiddelde van voor- en najaarsbemonstering	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	2	4	8	19	26
P-citr., gemiddelde van voor- en najaarsbemonstering	12	14	22	46	62	98	130
Vastleggingsgetal	80	80	75	70	65	55	50
Sterhaver, korrel, 100 = 14.3 g/vak	100	101	130	167	236	219	227
P_2O_5 onttrekking door korrel + stroo, mg/vak	90	110	160	220	345	380	440

Het ijzer legt hier het fosfaat sterk vast. Een toediening naar 600 kg P_2O_5 per hectare geeft wat meer dan een halve oogst. Het P-getal is daardoor slechts gestegen van $\frac{1}{4}$ op 2, de vastlegging gedaald van 80 tot 75. Een voorraad van ongeveer 2000 kg/ha P_2O_5 is blijkbaar gewenscht om het vastlegend effect van dit ijzerhoudend zand voldoende te verminderen.

Bij dergelijke sterk vastleggende gronden kan men ook, in plaats van een grooten voorraad in eens, jaarlijks een behoorlijk ruime fosfaatgift toedienen. De plant is dan dikwijls in de gelegenheid het fosforzuur op te nemen voordat het te sterk door den grond

is vastgelegd, terwijl de overmaat fosforzuurmest, die men gegeven heeft, in den loop der jaren geleidelijk het vastleggend vermogen van den grond afstompt.

Van grooten invloed op het P-getal kan de zuurgraad van den grond zijn. Tabel 5 geeft hiervan een voorbeeld.

Terwijl het P-getal sterk daalt wanneer door opklimmende bekalking de pH grooter is geworden, heeft er bij het P-citr. slechts een geringe stijging plaats. Eenig verband tusschen P-getal of P-citr. en de oogst is er niet. De korrelobbrengst regelt zich eenvoudig naar de pH op de wijze zooals wij dat bij tarwe gewoon zijn. Ook de stroo-opbrengst, welke geen duidelijk maximum vertoont,

Tabel 5.

Tuinbouwwak I. pH-trappenproef met zandgrond van een ouden akker te Grootegast.

pH (door bekalking verkregen) . .	4.3	4.5	4.7	5.4	5.8	6.2	6.7
P-getal	20	18	18	14	12	7	4
P-citr.	36	30	33	38	38	42	42
v. Hoek's zomertarwe, korrel 100 = 29.8 q/ha	84	106	117	136	129	112	100
Stroo, 100 = 74.4 q/ha	67	75	78	94	98	94	100
P ₂ O ₅ % in de droge stof v. d. korrel	1.07	1.06	1.04	1.08	1.06	1.08	1.08
P ₂ O ₅ % in de droge stof v. h. stroo	0.42	0.37	—	0.35	0.39	0.44	0.46

houdt geen verband met het P-getal, maar wel met de pH. Hetzelfde geldt voor de fosfaatonttrekking die parallel aan de opbrengst loopt. In een dergelijk geval geeft het P-getal dus geen bruikbare aanwijzing en moeten wij ons op het P-citr. getal verlaten, dat in dit geval aangeeft, dat voor alle pH-objecten de fosfaatvoorziening in orde is.

Een ander geval, waarin het P-getal geen uitsluitsel geeft, doet zich voor bij die gronden waarbij ondanks een behoorlijke bemesting het P-getal zoo laag blijft, dat het in de buurt van de bepalingfout ligt en men dus niet voldoende zeker is hoe groot het cijfer eigenlijk is. Voor gewoon advieswerk kan men dan het beste op het P-citr. cijfer afgaan.

Hoewel er tegen herhaalde extractie theoretische bezwaren zijn in te brengen, vormt deze toch wel een bruikbaar middel om een indruk te verkrijgen van de nalevering.

Wij geven daarvan het volgende voorbeeld.

Tabel 6.

Herhaalde extractie met gewoon gedestilleerd water.

No.	Proefveld	Object	P-getal in extract						
			1	2	3	4	5	10	15
Pr. 8	A. G. Mulder. W.	superfosfaat	16	15½	10½	7½	6-	2	1
Pr. 10	Spitsbergen	alcalisch bemest sinds 1917	9½	5	3½	2½	2	2-	1

Uit de cijfers van tabel 6 ziet men hoe de grond van proefveld Pr. 8, wat de nalevering betreft, in veel gunstiger omstandigheden verkeert dan die van proefveld Pr. 10. Bij den eersten grond is het P-getal in het tweede extract vrijwel gelijk aan dat van het eerste, terwijl ook in de drie volgende extracten nog behoorlijke hoeveelheden fosforzuur beschikbaar komen. Bij Pr. 10, dat in het eerste extract een behoorlijk P-getal gaf, daalt in het tweede extract het P-getal reeds op de helft. De nalevering is hier dus veel kleiner.

Door de binding van het fosforzuur in den grond tot min of meer moeilijk oplosbare fosfaten, is in het algemeen de benedenwaartsche verplaatsing van fosfaat niet groot. Bij weinig vastleggende gronden kan deze echter, zooals reeds op blz. 3 vermeld werd vrij belangrijk zijn. Ook bij sterk vastleggende gronden is de verplaatsing soms grooter dan meestal wordt aangenomen. Op grasland, waarbij geen grondbewerking plaats vindt, is tengevolge van de vastlegging de verplaatsing gering en hoopt zich het fosforzuur in de zodelaag sterk op. Daarom moet daarbij, zooals op blz. 48 van A.S.F. Nieuws No. 2, reeds is aangegeven, de laag 0—5 cm (zonder verwijdering van gras en plantenresten) bemonsterd worden, eventueel ook de lagen 5—10 en 10—20 cm.

De verdeling van het fosforzuur naar de diepte bij grasland toonen de volgende cijfers, waarbij telkens een laagje van 2 cm dikte afzonderlijk bemonsterd werd.

Tabel 7.

Laagsgewijze bemonstering op een onbemest veldje van het P-graslandproefveld Schilder, 't Zand, NH. 49.

Laag	% Humus	pH	P-getal	P-citr.	P-totaal
0— 2 cm	17	6.5	29	140	278
2— 4 „	15	6.5	16	141	276
4— 6 „	14	6.1	11	94	190
6— 8 „	12	6.0	5½	49	139
8—10 „	9	5.9	3½	36	111

Dit voorbeeld toont duidelijk hoe bij grasland het fosfaat zich in de bovenste lagen ophoopt. Om een volledig beeld van de verplaatsing te krijgen is het gewenscht in zulke gevallen ook **P-totaal** te bepalen, daar door de vastlegging niet alleen het P-getal maar ook het P-citr. cijfer kunnen dalen. IJzerhoudende gronden kunnen ook de oplosbaarheid in citroenzuur aanmerkelijk verminderen. In zulke gevallen geeft het P-citr. cijfer niet voldoende aan hoeveel fosfaat er naar diepere lagen doorgedrongen is en gebruikt men daartoe het P-totaal cijfer.

Deze voorbeelden mogen voldoende zijn om den lezer een denkbeeld te geven van de wijze, waarop de fosfaathuishouding van den grond bij de onderzoekingen van het Rijkslandbouwproefstation te Groningen wordt nagegaan. Voor praktijkmonsters, waar bij kostbaar onderzoek in den regel niet gevraagd wordt, kan volstaan worden met de bepaling van het P-getal en het P-citr. cijfer, waaruit men toch altijd ook wel voldoende aanwijzingen over de vastlegging krijgt. Plaatselijke ervaring en gegevens verkregen op de proefvelden leveren dan de basis voor de adviezen, die wij hier niet zullen bespreken.

Volledigheidshalve voegen wij hier nog even aan toe dat het boven beschrevene voornamelijk betrekking heeft op de zand- en dalgronden. Bij de zavel-, klei- en aanverwante gronden is het onderzoek nog niet zoo ver gevorderd en heeft men aan de cijfers, die men bij de analyse verkrijgt, dus nog niet zooveel houvast; wanneer er extreme gevallen voorkomen, teekenen zich deze wel af, maar voor het overige zal eerst nog meer materiaal uit onderzoek en proefvelden verzameld moeten worden om te komen tot methoden, die bij deze gronden voldoende inzicht geven.