

RIJKSLANDBOUWPROEFSTATION GRONINGEN.

Bemestingsproeven met verschillende soorten thomasmeel.

(Onderzoek omtrent de vraag of het gehalte aan citroenzuur-oplosbaarphospherzuur een juiste maatstaf is voor de waarde van thomasmeel)

DOOR

DR. B. SJOLLEMA en DR. J. C. DE RUIJTER DE WILDT.

Bij den opzet dezer proeven was het de bedoeling twee punten te onderzoeken n.l.:

Ten eerste: een onderzoek in te stellen naar de juistheid der methode van Wagner als maatstaf voor de waardebeoordeling van thomasmeel.

Ten tweede: na te gaan of er reden bestaat om aan het Duitsch thomasmeel eene hoogere waarde toe te kennen dan aan het Belgisch.

Voor het eerst genoemde onderzoek bestond aanleiding in de omstandigheid, dat de methode van Wagner in sommige landen algemeen wordt gevolgd als eenige methode ter waardebepaling van thomasmeel, terwijl in andere landen die methode geen ingang vindt, wat vooral daaraan is toe te schrijven, dat verschillende landbouwscheikundigen niet van de juistheid der methode van Wagner overtuigd zijn.

Door uiterlijke omstandigheden ¹⁾ hebben onze proeven over het tweede punt weinig gegevens kunnen verschaffen; daarentegen komt het ons voor, dat betreffende het eerste punt deze proeven wel eene bijdrage van eenige waarde vormen.

De directe aanleiding tot het nemen dezer proeven was de wensch, door het College van Directeuren der Rijkslandbouwproefstations uitgesproken, om over de bovenbedoelde punten meerdere gegevens te verkrijgen.

¹⁾ Door gebrek aan medewerking van Duitse thomasmeelfabrieken.

Onze proeven werden verricht in de jaren 1905 en 1906. In beide jaren werden ze genomen met behulp van cultuurpotten zoowel als met zinken vakjes. Van deze laatste wordt verderop eene nadere beschrijving gegeven.

Terwijl de grond, waarmede in 1906 onze potten gevuld waren zeer sterk op eene phosphorzuurbemesting reageerde, bleken de potten in 1905 gevuld te zijn met grond, die te veel voor planten opneembaar phosphorzuur bevatte, niettegenstaande het gehalte aan totaal-phosphorzuur van dezen grond bepaald laag was. Door deze omstandigheid zijn de verschillen tusschen de op ongelijke wijze bemeste potten in 1905 te gering geweest om er met zekerheid conclusies uit te trekken. Wij meenen derhalve beter te doen met hierover geene verdere mededeelingen te laten volgen.

Proeven in cultuurpotten, verricht in 1906.

Bij deze proeven werd het thomasmeel niet alleen als zoodanig aangewend, doch werden bovendien eenige potten bemest met de rest, welke terug blijft wanneer het thomasmeel geëxtraheerd wordt met eene oplossing van 2 pCt. citroenzuur, zooals Wagner dit aangeeft in zijne methode ter bepaling van het P_2O_5 -gehalte oplosbaar in dat zuur van genoemde sterkie.

Voor deze proeven werden 13 soorten thomasmeel gebruikt. Alle verderop aangeduid door een P en een daarachter geplaatst getal. Een dezer, nl. P 38, was ons door eene Duitsche fabriek geleverd; de andere soorten waren afkomstig van Belgische (een of twee wellicht uit gedeelten van Lotharingen en Luxemburg). Ze werden ons in ongemalen toestand verstrekt dank zij de welwillendheid van den heer Gregoire, Directeur de l'Institut chimique et bactériologique de l'Etat à Gembloux.

Thomasmeel P 38 werd in fijngemalen toestand ontvangen. Het fijnmeelgehalte bedroeg 77,9 pCt. Alleen het fijnmeel van dit monster werd bij de proeven gebruikt.

De uit Gembloux ontvangen monsters werden aan het proefstation in den vorm van brokken van vuistgrootte ontvangen, deze werden met hamer en vijzel fijngemaakt, totdat alles in fijnmeel was overgegaan en dus het geheel de thomaszeef passeerde, waarvan de onderlinge stand der draden 0,17 m.M. bedroeg.

Zooals verderop zal blijken werden sommige potten en vakjes bemest met het residu verkregen na behandeling van het thomasmeel met een 2 pCt.-citroenzuuroplossing op de wijze als door Wagner voor het onderzoek van thomasmeel is aangegeven. Daarbij werd, na het schudden gedurende den voorgeschreven tijd, zoo snel mogelijk de vloeistof afgezogen en het residu met water volkomen uitgewassen. Deze residu's worden steeds aangeduid als rest.

De cilindrische potten hadden een oppervlak van 483,05 c.M². dus circa $\frac{1}{10}$ M². Onder in deze potten was eene half cilindrische buis van geperforceerd zink aangebracht, die verbonden was met twee recht-opstaande buizen van vertind ijzer, welke boven den grond in de potten uitmondten en voor luchtcirculatie dienden.

De hoogte der potten was 33 c.M. Op den bodem werd een laagje schoon grind gebracht om de toetreding der lucht in den grond te vergemakkelijken en tevens om de potten op gelijk gewicht te brengen. Op dit grind kwam 17,5 K.G. van een mengsel bestaande uit 16,5 K.G. geel zand (zoogenaamd straatzand)¹⁾ en 1 K.G. veen (bonkselveen). De vermenging met veen geschiedde om te voorkomen, dat het zeer fijne en nagenoeg humusvrije zand zich te vast zoude zetten, tengevolge waarvan de planten niet goed met hare wortels tot in de diepere lagen zouden kunnen dringen. In elken pot werd bovendien nog gebracht 2 K.G., overeenkomende met een laagdikte van 3 à 4 c.M., van een donkeren sterk humeus zandgrond, die aan kokend salpeterzuur van 11 pCt.: 0,16 pCt. P₂O₅ afgaf. Het fosforzuurgehalte van het gele zand bedroeg slechts 0,013 pCt. Alvorens de genoemde laag humeuze zandgrond van 3 à 4 c.M. op de potten gebracht werd, is ze eerst met eene laag van 6 à 7 c.M. van het gele straatzand gemengd. De aldus verkregen teeltlaag van ± 10 c.M. bestond dus uit ± 2 deelen geelzand en ± 1 deel zwartzand.

De totale water-capaciteit van den grond in de potten bedroeg circa 5 K.G. De vochtigheidstoestand werd gedurende de proef geregeld naar 60 pCt. dezer capaciteit.

De voor alle potten gelijke bemesting bestond uit chloorkalium en chilisalpeter naar 200 K.G. K₂O en 100 K.G. N per H.A. (deze beide meststoffen werden in oplossing gegeven) en koolzure kalk overeenkomende met eene bemesting van 400 K.G. CaCO₃ per H.A. (N.B. Het straatzand is uitermate arm aan kalk).

In den vorm der verschillende soorten slakkenmeel werd eene hoeveelheid P₂O₅ gegeven overeenkomende met 80 K.G. P₂O₅ per H.A. Van de verschillende thomasmeel-soorten werden zoodanige hoeveelheden aangewend, dat alle potten evenveel totaal fosforzuur ontvingen. Op sommige potten werd de dubbele hoeveelheid gebruikt, dus naar 160 K.G. P₂O₅ per H.A. Ter vergelijking ontvingen eenige potten geen fosforzuur-bemesting en enkele het fosforzuur in dezelfde hoeveelheid als van thomasmeel doch in den vorm van superphosphaat. De proeven hadden in triplo plaats.

Een en ander geven wij voor een gemakkelijk overzicht in de volgende tabel weer.

¹⁾ Leemvrij ondergrondzand van Drentsche heidevelden.

Tabel I.

Nummer van den pot.	Aangewende Phosphaatmest.	Gehalte aan P_2O_5		Hoeveelheid Phosphaat- meststof per pot in gr.	P_2O_5 (Wagner) in pCt. van het totaal P_2O_5 - gehalte.
		totaal.	Wagner.		
126	geen P_2O_5	—	—	—	—
127		—	—	—	—
128		—	—	—	—
100	Superphosphaat	18,— pCt.	—	2,147	—
102					
104					
105	Superphosphaat dubbele hoeveelh.	18,— "	—	4,294	—
107					
113					
55	P 38	17,3 "	14,3 pCt.	2,233	82,6 pCt.
99					
101					
114	P 38 (rest)	15,0 "	—	2,576	—
116					
123					
110	P 38 (dubbele rest)	15,0 "	—	5,152	—
112					
119					
95	P 49	14,3 "	12,3 pCt.	2,800	86,0 pCt.
106					
109					
52	P 50	15,6 "	13,7 "	2,564	87,8 "
54					
120					
89	P 51	18,1 "	13,7 "	2,210	75,7 "
121					
122					
50	P 55	12,9 "	10,7 "	3,101	83,0 "
84					
86					
115	P 55 (dubbel)	12,9 "	10,7 "	6,202	83,0 "
117					
129					
51	P 58	17,6 "	16,3 "	2,273	92,6 "
91					
99					
83	P 60	17,9 "	13,7 "	2,235	76,5 "
85					
88					
92	62	16,7 "	14,0 "	2,314	83,8 "
93					
98					
94	P 63	15,3 "	10,9 "	2,526	71,2 "
97					
108					
53	P 64	13,6 "	10,5 "	2,841	77,2 "
96					
103					
111	P 64 (rest)	9,4 "	—	5,094	—
124					

De bemesting met phosphorzuur en kalk had op 26, 27 en 28 Febr. plaats door de meststoffen gelijkmatig op de potten te strooien en ze daarna goed met de bovenste 5 c.M. zand te mengen. Daarna bleven de potten staan tot den 22en Maart, op welken datum de bemesting met eene oplossing van choorkalium en chilisalpeter plaats had. De noodige hoeveelheid hiervan werd opgelost in 50 cc. water, zoo gelijkmatig mogelijk over den grond gegoten en daarna goed met de bovenlaag vermengd.

Op den 9en April zijn de potten regelmatig bepot met 22 uitgezochte korrels van Zwarte President-haver. Den 24en April zijn in die potten waar het noodig was de ontbrekende plantjes bijgepoot en daarbij het totaal aantal op 21 planten per pot gebracht. Daar bleek, dat de meeste der bijgepootte plantjes klein bleven, enkele zelfs wegwijnden, is op 26 Mei in alle gedund tot 18 planten per pot. (De uitgetrokken planten zijn stuk geknipt en op de potten gelaten.)

De planten ontwikkelden zich in het algemeen goed. In het begin van Juni waren de bladeren van de planten in eenige potten donker, zelfs zwartachtig paars, gekleurd, zoo b.v. opvallend op de potten 126, 52, 120, 91 (zeer sterk) en 108. Op andere potten daarentegen b.v. op pot 115 en 113 zeer lichtgroen, terwijl de overige potten meer normaal uitziende planten bevatten, die echter alle, al was het ook dikwijls in geringe mate, paars gekleurde bladpunten (der onderste bladeren) bezaten. ¹⁾

Daar gedacht werd aan eenigszins onvoldoende N-voeding en ook het vochtgehalte van den grond misschien iets te hoog was (de grond was op het gevoel vrij nat), is in beide richtingen verandering aangebracht. Op 13 Juni werd minder water gegeven, nl. 5 pCt. van de watercapaciteit minder en bovendien aan alle potten een overbemesting met Chilisalpeter (in oplossing) naar 25 K.G. N per H.A. gegeven. Ook is den 16 Juni aan alle potten eene overbemesting gegeven van magnesiumsulfaat ($Mg SO_4, 7Aq$) berekend naar circa 100 K.G. (of ± 16 K.G. MgO) per H.A.

De planten hebben zich in de verdere groeiperiode normaal ontwikkeld. De haver bloeide ongeveer den 1en Juli.

Op 20 Juni werd in enkele potten stuifbrand geconstateerd. De aangetaste pluim werd verwijderd door deze af te knippen; dit geschiedde in pot 101 en 50 en, eveneens op 26 Juni in pot 129.

Geoogst werd den 20en Juli, op welken datum de haver vol rijp was. Het oogsten geschiedde door de planten dicht bij den grond af te

¹⁾ Bij het opmaken van het verslag over deze proeven werd door vergelijking met de parallelpotten, welke die verschijnselen niet vertoonden nauwkeurig nagegaan of het voorkomen van het bovenstaande invloed op de opbrengsten heeft gehad. Dit bleek daarbij niet het geval te zijn.

snijden. Na droging tot lucht-droog werd gewogen, waarbij de opbrengst aan korrel en stroo afzonderlijk bepaald werd.

Gedurende de ontwikkeling der planten waren reeds duidelijke verschillen zichtbaar en was het duidelijk te zien, dat ook bij de potten welke met de zoogenaamde rest van het thomasmeel — d. i. dus hetgeen terug bleef na extractie volgens Wagner met eene 2 pCt. citroenzuuroplossing — bemest waren, het phosphorzuur tot werking kwam.

Het oogstresultaat geven wij in onderstaande tabel weer, waarbij de meer-opbrengst, verkregen bij eene bemesting met 80 K.G. phosphorzuur per H.A. in den vorm van superphosphaat, = 100 gesteld is (zie kolom 12).

Tabel II.

Nummer van den pot.	Phosphorzuur-bemesting.	Opbrengst per pot in Grammen.			Gemiddelde opbrengst per pot in Grammen.			Gemiddelde meer-opbrengst boven geen phosphorzuur.			Meeropbrengst door super = 100.	Verhouding van korrel stroo + kaf.	Opmerkingen.			
		stroo + kaf.	korrel.	totaal.	stroo + kaf.	korrel.	totaal.	stroo + kaf.	korrel.	totaal.						
126	Geen P ₂ O ₅	30,3	21,8	52,1	30,1	22,4	52,5	—	—	—	—	1:1,34	stuifbrand.			
127		28,2	21,6	49,8												
128		32,3	23,9	55,7												
55	P 38	39,3	30,0	69,3	34,4	27,0	61,4	4,3	4,6	8,9	51,1	1:1,27		stuifbrand.		
90		33,2	27,0	60,2												
101		30,6	24,1	54,7												
114	P 38 (rest)	33,4	26,7	60,1	35,3	28,1	63,4	5,2	5,7	10,9	62,6	1:1,26			stuifbrand.	
116		35,7	27,7	63,4												
123		36,9	29,8	66,7												
110	P 38 (dubbele rest)	40,4	34,2	74,6	44,1	35,6	79,7	14,0	13,2	27,2	156,3	1:1,24				stuifbrand.
112		45,9	37,3	83,2												
119		46,0	35,3	81,3												
95	P 49	38,8	31,3	70,1	40,1	31,9	72,0	10,0	9,5	19,5	112,1	1:1,26	stuifbrand.			
106		40,6	32,1	72,7												
109		40,9	32,3	73,2												
52	P 50	36,8	27,8	64,6	41,6	27,2	68,8	11,5	4,8	16,3	93,6	1:1,53		stuifbrand.		
54		48,6	27,3	75,9												
120		39,2	26,6	65,8												
89	P 51	37,8	29,6	67,4	37,1	29,1	66,2	7,0	6,7	13,7	78,7	1:1,27			stuifbrand.	
121		39,3	30,7	70,5												
122		33,8	26,9	60,7												
50	P 55	41,8	29,1	70,9	40,3	30,9	71,2	10,2	8,5	18,7	107,5	1:1,30				stuifbrand.
84		38,8	31,5	70,3												
86		40,3	32,2	72,5												
115	P 55 (dubbel)	51,7	39,0	90,7	51,2	33,1	89,3	21,1	15,7	36,8	211,5	1:1,34	stuifbrand.			
117		50,5	40,2	90,6												
129		51,5	35,0	86,5												

Nummer van den pot.	Phosphorzuur-bemesting.	Opbrengst per pot in Grammen.			Gemiddelde opbrengst per pot in Grammen.			Gemiddelde meer-opbrengst boven geen phosphorzuur.			Meeropbrengst door super = 100.	Verhouding van korrel + kaf.	Opmerkingen.
		stroo + kaf.	korrel.	totaal.	stroo + kaf.	korrel.	totaal	stroo + kaf.	korrel.	totaal.			
51 91 99	P 55	40,7 34,7 35,0	30,9 28,6 30,3	71,6 63,3 65,3	36,8	29,9	66,7	6,7	7,5	14,2	81,6	1:1,23	
83 85 88	P 60	38,0 46,3 44,7	30,7 34,6 34,8	68,7 80,9 79,5	43,0	33,4	76,4	12,9	11,0	23,9	137,4	1:1,29	
92 93 98	P 62	38,8 38,4 39,3	20,9 31,6 30,3	68,7 70,0 69,6	33,8	30,6	69,4	8,7	8,2	16,9	97,1	1:1,27	
94 97 103	P 63	33,9 35,5 36,6	27,3 30,0 28,8	61,2 65,5 65,4	35,3	28,7	64,0	5,2	6,3	11,5	66,1	1:1,23	
53 96 103	P 64	40,4 34,4 34,6	29,5 29,4 25,4	69,9 63,8 60,0	36,5	28,1	64,6	6,4	5,7	12,1	69,5	1:1,30	
111 124	P 64 (rest)	39,4 37,7	30,2 23,6	69,6 66,3	38,5	29,4	67,9	8,4	7,0	15,4	88,5	1:1,31	
100 102 104	Super	39,9 37,0 41,1	31,6 29,9 30,1	71,5 66,9 71,2	39,4	30,5	69,9	9,3	8,1	17,4	100,0	1:1,29	
105 107 113	Super (dubbel)	48,3 49,0 51,1	35,4 36,9 36,4	83,7 85,9 87,5	40,5	36,2	83,7	19,4	13,8	33,2	190,8	1:1,37	

Uit deze tabel is vooreerst te zien, dat overal het phosphorzuur tot werking is gekomen. De kleinste gemiddelde verhooging der opbrengst door de phosphorzuurbemesting bedroeg nog 8,9 gr. droge stof, hetgeen tegenover de niet met phosphorzuur bemeste potten eene meeropbrengst van circa 17 pCt. uitmaakt.

In dit opzicht is de proef dus als geslaagd te beschouwen. Wij zullen de uitkomsten der thomasmeele-bemesting in de eerste plaats vergelijken met die, welke verkregen werden met het superphosphaat. Wij zien dan dat eenige soorten thomasmeele het superphosphaat in werking overtroffen hebben, n.l. de monsters P 55, P 49 en vooral P 60. Ook de dubbele hoeveelheid superphosphaat heeft minder goed gewerkt dan de dubbele hoeveelheid P_2O_5 in den vorm van P 55 thomasmeele.

De cijfers van tabel II doen duidelijk zien, dat de meeste thomasmeele-monsters tot de zeer goed werkende behooren, immers 3 werkten beter dan het superphosphaat, 2 slechts zeer weinig minder en van 2 andere was de meeropbrengst ongeveer het $\frac{1}{6}$ van die van het super-

phosphaat. Dit bewijst dat er zeer goed werkende Belgische thomasmeelsoorten bestaan (aannemende een voldoende fijnheid).

Wanneer wij de werking der verschillende soorten thomasmeel onderling vergelijken, dan zijn belangrijke verschillen te constateeren, ondanks het feit, dat de gegeven hoeveelheid phosphorzuur dezelfde was. Het slechtst werkte thomasmeel P 38, het best P 60.

Bij de rangschikking der soorten thomasmeel naar de gemiddelde meer-opbrengst (boven de potten die geen phosphorzuur ontvingen) welke zij gaven, zien wij het volgende:

Tabel III.

P ₂ O ₅ -bemesting.	Verhoudingscijfer der meeropbrengst.	Gehalte aan P ₂ O ₅ totaal.	Oplosbaarheid volgens Wagner.
Superphosphaat	100,—	18,— pCt.	—
P 38.	61,1	17,3 "	82,6 pCt.
P 63.	66,1	15,3 "	71,2 "
P 64.	69,5	13,6 "	77,2 "
P 51.	78,7	18,1 "	75,7 "
P 56.	81,6	17,6 "	92,6 "
P 50.	93,6	15,6 "	87,8 "
P 62.	97,1	16,7 "	83,8 "
P 55.	107,5	12,9 "	83,0 "
P 49.	112,5	14,3 "	86,0 "
P 60.	137,4	17,9 "	76,5 "

Hieruit blijkt vooreerst, dat het phosphorzuur van sommige soorten zeer veel beter werkt dan dat van andere. Verder schijnt er tusschen het gehalte aan phosphorzuur en de meer of minder goede werking van elk procent phosphorzuur geen verband te bestaan.

P 55 met een laag gehalte heeft uitstekend gewerkt,

P 38 " " hoog " " slecht " "

P 60 " " nagenoeg even hoog gehalte als P 38 heeft het best van alle gewerkt.

Wij behoeven hierop niet nader in te gaan; uit de tabel blijkt dit duidelijk genoeg.

Ook tusschen de oplosbaarheid van het phosphorzuur (volgens Wagner) in de verschillende soorten thomasmeel en de werking is geen verband aan te toonen. Wanneer wij eerst weder de beide uitersten beschouwen, dan zien wij, dat (bij een verschil in totaal gehalte van 0,6 pCt.) de oplosbaarheid volgens Wagner bij P 38, 82,6 pCt. is, bij P 60 maar 76,5 pCt. en toch was bij P 60 de meer-opbrengst (boven geen phosphorzuur) 2 1/2 maal zoo groot als bij P 38. P 56 met een vrijwel even hoog totaal P₂O₅ gehalte als P 38 en P 60 en de hoogste Wagner-oplosbaarheid van het phosphorzuur

van alle monsters (n.l. 92,6 pCt) bleef beneden de gemiddelde werking der verschillende soorten thomasmeeel. Aan deze twee voorbeelden zouden nog meer zijn toe te voegen om te doen zien, dat uit onze resultaten geen duidelijk verband is te zien tusschen de Wagner-oplosbaarheid van het phosphorzuur en de bemestingswaarde der verschillende soorten thomasmeeel.

Zoo zijn P 51 en P 60 nagenoeg gelijk, zoowel wat betreft het totaalgehalte als wat betreft de oplosbaarheid van het phosphorzuur, toch is de werking zeer ongelijk; de meeropbrengst, door P 60 gegeven, verhoudt zich tot die, verkregen bij P 51 als 7 : 4.

Verder staat o. a. het Thomasmeeel, dat na P 56 de grootste oplosbaarheid had, n.l. P 50, in werking achter bij 4 andere monsters. Op eene andere wijze laat zich het gemis aan een regelmatig verband nog als volgt aantoonen. Van de monsters wier oplosbaarheid grooter is dan de gemiddelde oplosbaarheid (deze bedraagt 81,6) hebben twee eene geringere meeropbrengst gegeven dan de gemiddelde, die 89,5 bedraagt. Het zijn P 38 en P 56. Daarentegen is het resultaat in omgekeerde richting bij P 50, 62, 55 en 49. Gaat men omgekeerd na in hoeveel gevallen bij eene lagere oplosbaarheid dan de gemiddelde eene hogere opbrengst verkregen werd dan de gemiddelde, dan blijkt dit aantal één te zijn, n.l. bij P 50, terwijl van deze thomasmeeel-soorten er 3 n.l. P 63, 64 en 51 inderdaad lagere opbrengsten dan de gemiddelde gaven.

Het is niet te ontkennen, dat er ook gevallen zijn dat hogere oplosbaarheid gepaard gaat met betere werking; ware dit niet zoo dan zou de Wagner-oplosbaarheid een maatstaf in omgekeerde richting zijn; zoo heeft ook P 63 met geringe oplosbaarheid slechter gewerkt dan alle andere, wanneer P 38 wordt uitgesloten.

Terwijl dus in sommige gevallen er wel eenig verband schijnt te bestaan, kunnen er andere tegenovergesteld worden, waarbij dit verband geheel ontbreekt. Volgens onze uitkomsten zoude dus de methode van Wagner geen betrouwbare maatstaf voor de bemestingswaarde van het thomasmeeel zijn.

Bovendien zoude men — wanneer het phosphorzuurgehalte, oplosbaar in eene 2 pCt. citroenzuuroplossing, eene juiste waardebepaling voor het werkzame phosphorzuur in thomasmeeel ware — moeten verwachten, dat het phosphorzuur hetwelk bij die methode onopgelost blijft, geene of nagenoeg geene waarde moet bezitten als plantenvoedsel, ten minste niet direct.

Wat zijn nu de resultaten van die potten, welke met deze onoplosbare rest bemest zijn? In de onderstaande tabel zijn zij vermeld naast die van enkele andere potten.

P ₂ O ₅ bemesting.	Verhoudingscijfer der meerophrengst.	P ₂ O ₅ -gehalte.
Superphosphaat	100,—	18,— pCt.
P 38	51,1	17,3 „
P 38 (rest).	62,6	15,0 „
P 33 (dubbele rest).	156,3	15,0 „
P 64	69,5	13,6 „
P 64 (rest).	88,5	9,4 „

Hieruit blijkt niet alleen, dat de na het behandelen met citroenzuur van 2 pCt. overgebleven rest, die dus alleen phosphorzuur bevatte, dat bij de methode Wagner niet oplost, gewerkt heeft, maar dat de werking zelfs beter is geweest dan die van het thomasmeel zelve.

Men zoude kunnen aanvoeren, dat P 38 en P 64 ook juist twee thomasmeelen zijn, die slecht gewerkt hebben en door de behandeling met de citroenzuur-oplossing de bemestingswaarde van het teruggebleven phosphorzuur een gunstigen invloed heeft ondergaan. Wij moeten toegeven, dat dit laatste tot op zekere hoogte mogelijk is. Bij de vermelding der resultaten der proeven in zinken vakjes komen wij hierop nog terug.

Uit tabel II blijkt verder, dat de aard der phosphorzuurbemesting weinig invloed heeft gehad op de verhouding waarin zich korrel en stroo gevormd heeft. Gemiddeld bedroeg deze 1 : 1,3. Eene uitzondering schijnt P 50 hierop te maken waar in verhouding meer stroo gevormd is, dan op de andere potten; de verhouding van korrel tot stroo was = 1 : 1,5; er valt hier echter bij op te merken, dat dit hoofdzakelijk veroorzaakt is door pot 54 en dat in de parallelpotten 52 en 120 eene geringe pluimbeschadiging door een vogel plaats had.

Verder werd door ons bij enkele potten nagegaan of het verschil in phosphorzuurbemesting oorzaak is geweest, dat verschillende hoeveelheden phosphorzuur in de planten zijn overgegaan en of ook in het gehalte der luchtdroge massa aan phosphorzuur verschillen waren te constateeren. Bij deze onderzoeken werd het zaad en het stroo afzonderlijk geanalyseerd. De bepaling geschiedde in de onder toevoeging van ammoniumnitraat voorzichtig veraschte plantenmassa.

De resultaten der verrichte analyses geven wij in het volgende overzicht weer.

Tabel IV.

Nummer van den pot.	Soort der P_2O_5 -bemesting.	Opbrengst aan korrel (in Gr.)	Opgenomen P_2O_5 in pCt.	Opgenomen P_2O_5 in Gr.	Opbrengst aan stroo (in Gr.)	Opgenomen P_2O_5 in pCt.	Opgenomen P_2O_5 in Gr.	Totaal opgenomen P_2O_5 in Gr.	Gemiddeld opgenomen.	Opgenomen boven geen P_2O_5 .	P_2O_5 opgenomen in pCt. van het gegeven P_2O_5 .
126	geen	21,8	0,526	0,115	30,3	0,032	0,010	0,125	0,130	—	—
128	P_2O_5	23,9	0,504	0,120	32,8	0,047	0,015	0,135			
55	P 38	30,0	0,520	0,156	39,3	0,040	0,016	0,172	0,160	0,020	5,0
101		24,1	0,485	0,117	30,6	0,034	0,010	0,127			
114	P 38	26,7	0,524	0,140	33,4	0,045	0,015	0,155	0,165	0,035	8,75
123	(rest)	29,8	0,552	0,164	36,9	0,028	0,010	0,174			
112	P 38 (dubbele rest)	37,3	0,576	0,215	45,9	0,059	0,027	0,242	0,238	0,108	13,5
119		35,3	0,592	0,209	46,0	0,055	0,025	0,234			
95	P 49	31,3	0,492	0,154	38,8	0,053	0,020	0,174	0,180	0,050	12,5
109		32,3	0,540	0,174	40,9	0,029	0,012	0,186			
84	P 55	31,5	0,580	0,183	38,8	0,031	0,012	0,195	0,188	0,053	14,5
86		32,2	0,520	0,167	40,3	0,035	0,014	0,181			
117	P 55 (dubbel)	40,2	0,583	0,236	50,5	0,054	0,027	0,263	0,264	0,134	16,7
129		35,0	0,640	0,224	51,6	0,077	0,040	0,264			
85	P 60	34,6	0,592	0,205	46,3	0,048	0,022	0,227	0,221	0,091	22,75
88		34,8	0,556	0,193	44,7	0,047	0,021	0,214			
100	super	31,6	0,472	0,149	39,9	0,033	0,013	0,162	0,153	0,023	5,75
102		29,9	0,452	0,135	37,0	0,023	0,009	0,144			
105	super (dubbel)	35,4	0,556	0,197	48,3	0,035	0,017	0,214	0,220	0,090	11,25
113		36,4	0,552	0,201	51,1	0,052	0,026	0,227			

Bij deze cijfers valt op te merken, dat, waar de verschillen in de hoeveelheden opgenomen phosphorzuur bij de parallelpotten wat groot zijn (b.v. bij P 38), dit veroorzaakt wordt, doordat bij eenigszins grootere verschillen in opbrengst der drie triplicaatpotten, juist de beide uitersten geanalyseerd zijn. Men mag aannemen, dat de derde pot daarom juist het gemiddelde cijfer zou opgeleverd hebben en is daarom toch met dit gemiddelde cijfer gerekend.

Uit de in tabel IV medegedeelde analyseresultaten blijkt, dat het gehalte aan phosphorzuur zoowel in de korrel als in het stroo laag was en dat bovendien de soort thomasmeel geen invloed van beteekenis op het gehalte heeft uitgeoefend. Een verschil in phosphorzuur-gehalte van beteekenis tusschen de planten bemest met P 38 en P 38 (rest) trad niet op. Naarmate meer phosphorzuur toegediend was, steeg het phosphorzuur-gehalte in den oogst. De met superphosphaat bemeste planten hadden een lager phosphorzuur-gehalte dan de met thomasmeel bemeste.

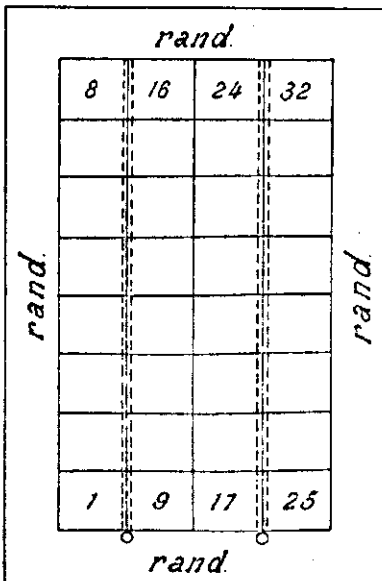
Gaan wij de hoeveelheid phosphorzuur na, welke door de bovenaardsche plantendeelen uit het toegediende phosphorzuur is opgenomen, dan vallen belangrijke verschillen te constateeren. Terwijl van P 38 maar 5 pCt. is opgenomen, bedraagt dit bij P 49 12,5 pCt., bij P 55 14,5 pCt. en bij P 60 22,75 pCt. Een verband tusschen deze cijfers en de Wagner-oplosbaarheid van het phosphorzuur is niet waar te nemen, want waar uit P 60 het meeste phosphorzuur is opgenomen was b.v. de Wagner-oplosbaarheid van het phosphorzuur het geringste (nl. 76,5 pCt. tegen bv. 82,6 pCt. bij P 38).

Vergelijken wij de phosphorzuuropname uit P 38 en uit P 38 (rest), dan is deze uit de laatste beter.

Op te merken valt dat P 38, uit welke de geringste hoeveelheid en P 60, uit welke de grootste hoeveelheid phosphorzuur werd opgenomen, ook wat de opbrengst aan plantenmassa betreft, de uitersten waren. P 55 en P 49 gaven nagenoeg eene even groote meeropbrengst en verschilden in procenten opgenomen phosphorzuur ook niet veel, ofschoon in omgekeerde richting.

Proeven in zinken vakjes, verricht in 1906.

De proefneming had plaats in vierkante, aan elkaar grenzende zinken vakjes, die een oppervlak hadden van $25 \times 25 = 625$ c.M², terwijl de hoogte 73 c.M. was. Ze waren van onderen open, rustten op eene onderlaag van straatzand, waardoor twee drainbuizen liepen, zooals in de teekening is aangegeven en nagenoeg geheel in den grond weggegraven zoodat de bovenkant van het zink slechts een paar centimeter boven den grond uitstak. De lengterichting der



vakken (32 in aantal) was Noord-Zuid. Rondom de vakjes was een strook van ± 50 c.M. eveneens tot een diepte van 73 c.M. met straatzand gevuld, deze diende als rand van het proefperceel en was eveneens met haver bebouwd.

De vulling der 32 verschillende vakjes was volkomen gelijk en bestond van af den ondergrond tot 45 c.M. beneden den bovenrand uit geel straatzand. Hierop, tot 10 c.M. beneden den bovenrand (dus eene laag van 35 c.M.), kwam eene laag bestaande uit hetzelfde straatzand gemengd met 5 pCt. veen. Het veen was eerst gedroogd en gemalen en daarna in fijnen toestand met het zand in de genoemde

verhouding gemengd. De bovenste 10 c.M., uitmakende de bouwvoor, bestonden uit een mengsel van het 5 pCt. veenhoudende straatzand en denzelfden donkeren humeusen zandgrond als voor de potproeven is gebruikt. De verhouding dezer grondmengsels was zoodanig dat 192 K.G. geel zand (met 5 pCt. veen er in) gemengd werd met 83,2 K.G. van het zwarte humeuze zand. Van dit mengsel werd 8,6 K.G. per vakje gebruikt. Voor het phosphorzuurgehalte der gebruikte gronden kan naar de beschrijving der potproeven verwezen worden.

Als grondbemesting werd gegeven chloorkalium, chilisalpeter en koolzure kalk, naar dezelfde hoeveelheden berekend als bij de potproeven is aangegeven. De meststoffen werden op 31 Maart met 6 K.G. van de bovenlaag der vakjes gemengd en alsdan op de vakjes gebracht. Bij deze proeven werd niet zooals bij de potproeven begoten met water.

De rand om de vakjes werd op 5 April bemest met superphosphaat, patentkali, chilisalpeter en gebluschte schelpkalk, berekend naar resp. 400 K.G., 400 K.G., 300 K.G. en 200 K.G. dezer meststoffen per H.A.

De verschillende phosphorzuurbemestingen op de zinken vakjes werden 31 Maart verricht naar eene bemesting van 80 K.G. P_2O_5 per H.A. d. i. dus per vakje $\frac{1}{2}$ gr. P_2O_5 . Bij deze proeven werden eenige van de uit Gembloux ontvangen monsters thomasphosphaat gebruikt, nadat zij op dezelfde wijze behandeld waren als bij de potproeven is aangegeven. Een der bij de potproeven gebruikte monsters, nl. P 49, werd ook bij de proeven in zinken vakjes genomen, teneinde eene vergelijking te kunnen maken.

De volgende tabel geeft een overzicht over de aanwending der phosphorzuurbemesting in de verschillende vakjes; het totaal P_2O_5 -gehalte en de Wagner-oplosbaarheid van het phosphorzuur zijn mede aangegeven.

Tabel V.

Nummer van het vakje.	Soort der P_2O_5 -bemesting.	P_2O_5 -gehalte totaal pCt.	P_2O_5 -gehalte Wagner pCt.	Oplosbaarheid volgens Wagner in pCt. van het totaal-gehalte.	Hoeveelheid phosphaatmest per vakje in Grammen.
23	Geen P_2O_5	—	—	—	—
13					
18					
32	Superphosphaat	18,0	—	—	2,778
1					
14					
20	Superphosphaat (dubbel)	18,0	—	—	5,556
13					
17	P 49	14,3	12,3	86,0	3,496
5					
11					
25					

Nnummer van het vakje.	Soort der P ₂ O ₅ -bemesting.	P ₂ O ₅ -gehalte totaal pCt.	P ₂ O ₅ -gehalte Wagner pCt.	Oplosbaarheid volgens Wagner in pCt. van het totaal-gehalte.	Hoeveelheid fosphaatmest per vakje in Grammen.
30 10	P 49 (rest)	2,9	—	—	17,241
15 19 29					
9 27 3	P 54	16,4	14,2	86,6	3,049
7 23 28					
4 31 8	P 57	18,6	17,7	95,2	2,475
2 16 26					
6 21 24	P 57 (rest)	7,1	—	—	7,042
3 8					
2 16 26	P 57 (dubbel)	18,6	17,7	95,2	4,950
6 21 24					
2 16 26	P 57 (dubbele rest)	7,1	—	—	14,084
6 21 24					
2 16 26	P 58	18,4	17,3	94,0	2,717
6 21 24					

Daar abusievelijk eerst het P₂O₅ gehalte van P 57 op 20,2 pCt. berekend was, is hier te weinig bemest.

Zie de opmerking bij P 57.

Gezaaid werd den 4^{en} April met eveneens uitgezochte Zwarte Presidenthaver en wel 3 rijen, elk van 7 korrels per vakje, zoodat dus 21 planten per vakje kwamen. De rijafstand was dus ± 8 c.M. Het zaad kwam goed op en wel tusschen 14 en 19 April.

De rand om de zinken vakjes werd 6 April bezaaid, eveneens in rij-afstand van ± 8 c.M.

De haver ontwikkelde zich normaal en vielen hier niet die donker gekleurde bladeren waar te nemen, welke bij sommige potten voorkwamen. Den 26^{sten} April is het aantal planten in alle vakjes op 18 planten gebracht; hiervoor moest in enkele vakjes 1 haverplant bijgepoot worden, hetgeen met gelijk groote planten uit den rand geschiedde.

Den 16en Juni is evenals bij de potten eene overbemesting gegeven met magnesiumsulfaat (MgSO₄, 7 Aq.) naar ± 16 K.G. MgO per H.A. Dit zout werd in oplossing van gelijke concentratie toegediend als bij de potten n.l. 20 gr zout opgelost in 2080 c.c., zoodat per vakje 65 c.c. gegeven werd.

De haver bloeide ongeveer tezelfder tijd als in de potten n.l. omstreeks 1 Juli.

Geogst werd de haver den 24en Juli, uitgezonderd de vakjes 11, 18, 22, 10, 12, 6, 14 en 15 welke 3 dagen later, n.l. den 27en Juli, geogst werden, omdat het gewenscht was enkele halmen in deze vakjes nog iets rijper te laten worden. Het oogsten had plaats door de

halmen dicht bij den grond af te snijden. Na drogen tot luchtdroog werd de opbrengst per vakje, zoowel aan stroo als aan schoone korrel, bepaald.

Het oogstresultaat geven wij in de volgende tabel weer, waar wederom de meeropbrengst door superphosphaat = 100 gesteld is.

Tabel VI.

Nummer van het vakje.	Soort der P ₂ O ₅ -bemesting	Opbrengst per vakje in Gr.			Gemiddelde opbrengst per vakje in Gr.			Gemiddelde meer opbrengst per vakje in Gr.			Meer-opbrengst door super = 100.	Verhouding korrel: stroo + kaf.
		Stroo + kaf.	korrel.	totaal.	Stroo + kaf.	korrel.	totaal.	Stroo + kaf.	korrel.	totaal.		
22	geen P ₂ O ₅	19,1	10,1	29,2	20,2	11,0	31,2	—	—	—	—	1:1,84
12		22,8	13,0	35,8								
18		19,4	10,0	29,4								
32		19,6	10,8	30,4								
5	P 49	40,4	26,6	67,0	30,0	26,8	65,8	13,8	15,8	34,6	142,4	1:1,46
11		36,7	25,8	62,5								
25		39,8	28,0	67,8								
30	P 49 (rest)	28,1	15,8	43,9	28,5	17,1	45,6	8,3	6,1	14,4	50,3	1:1,87
10		28,9	18,3	47,2								
9	P 57	32,7	23,4	56,1	32,9	21,9	54,8	12,7	10,9	23,6	97,1	1:1,50
27		32,1	18,7	50,8								
3		33,8	23,7	57,5								
7	P 57 (rest)	42,0	28,9	70,9	43,2	29,0	72,2	23,0	18,0	41,0	168,7	1:1,43
23		42,3	28,0	70,3								
28		45,5	30,0	75,5								
4	P 57 (dubbel)	51,8	35,9	87,7	44,3	32,5	76,8	24,1	21,5	45,6	185,7	1:1,36
31		41,9	31,1	73,0								
8		39,3	30,5	69,8								
2	P 57 (dubbel rest)	56,4	40,7	97,1	58,4	39,8	96,2	36,2	28,8	65,0	267,4	1:1,42
16		54,3	40,7	95,0								
26		58,7	37,0	96,6								
6	P 58	37,8	25,6	63,4	36,0	25,6	61,6	15,8	14,6	30,4	125,1	1:1,40
21		34,5	24,4	58,9								
24		35,3	26,7	62,5								
15	P 54	33,0	22,4	55,4	35,1	25,4	60,5	14,9	14,4	29,3	120,6	1:1,38
19		35,9	27,2	63,1								
29		36,5	26,5	63,0								
1	Super	33,6	21,9	55,5	33,7	21,8	55,5	13,5	10,8	24,3	100	1:1,55
14		33,7	23,3	57,0								
20		33,7	20,3	54,0								
13	Super (dubbel)	53,1	29,1	82,2	49,8	32,0	81,8	29,6	21,0	50,6	208,2	1:1,56
17		46,6	34,8	81,4								

Ook uit deze tabel is te zien, dat het phosphorzuur zeer goed tot werking is gekomen, zelfs nog beter dan bij de potproeven het geval was. Terwijl de zonder phosphorzuur bemeste vakjes gemiddeld totaal 31,2 gr. oprachten, heeft de slechtst gewerkt hebbende phosphorzuurbemesting nog 45,6 gr. opgebracht, dus eene verhooging van ruim 14 gr. of ± 45 pCt.

Vergelijken wij wederom allereerst de werking van superphosphaat tegenover thomasmeel, dan blijkt dat de verschillende soorten thomasmeel beter hebben gewerkt dan het superphosphaat.

Wat de verschillende soorten thomasmeel onderling betreft, werkte P 57 het minst, doch in elk geval even goed als dezelfde hoeveelheid superphoshaat. Het best werkte P 49. Bij de potproeven werd P 49 slechts door één ander monster overtroffen.

Rangschikken wij de monsters wederom naar de gemiddelde meeropbrengst, welke zij gaven, daarbij die van het superphosphaat = 100 stellend, dan zien wij:

Tabel VII.

P ₂ O ₅ -bemesting.	Verhoudingscijfer der meeropbrengst.	Gehalte P ₂ O ₅ totaal.	Oplosbaarheid volgens Wagner.
Superphosphaat	100,0	18,0 pCt.	—
P 57	97,1	18,6 "	95,2 pCt.
P 54	120,6	16,4 "	86,6 "
P 58	125,1	18,4 "	94,0 "
P 49	142,4	14,3 "	80,0 "

Wij zien vooreerst hieruit, dat ook hier blijkt, dat het phosphorzuurgehalte op zich zelf geen aanwijzing is voor de werking van het thomasmeel. Verder, dat eene gunstigere werking evenmin een regelmatige samenhang heeft met eene grootere oplosbaarheid van het phosphorzuur in eene 2 pCt. citroenzuuroplossing.

P 49 heeft hier het best gewerkt, terwijl dit monster de laagste citroenzuuroplosbaarheid bezat. Bij onze potproeven heeft P 49 eveneens zeer gunstig gewerkt, de werking werd daar alleen nog overtroffen door die van P 60, welke bij de zinken vakjes echter niet aangewend werd. P 57 met de grootste citroenzuuroplosbaarheid gaf van alle soorten de laagste opbrengst. Wel is waar werd van dit thomasmeel iets te weinig aangewend, doch hieraan kan de veel te lage opbrengst niet alleen worden toegeschreven.

Evenals bij onze potproeven werd ook bij die in zinken vakjes de rest van een paar thomasmeelsoorten aangewend, welke terugblijft na schudden van het meel met de 2 pCt. citroenzuuroplossing. Wanneer wij in tabel VI de resultaten nagaan, dan zien wij dat bij P 49 de rest veel minder heeft gewerkt dan het slakkenmeel zelf, bij P 57 is juist het omgekeerde het geval.

Wij zeiden bij de bespreking der potproeven, dat, waar de rest beter gewerkt had dan het thomasmeel zelve, het ook juist minder goed werkende soorten betrof en men zoude kunnen aanvoeren, dat door de behandeling met de citroenzuuroplossing de bemestingswaarde van het teruggeblevene een gunstigen invloed onderging, waardoor dit beter ging werken dan het zonder die behandeling gedaan zoude hebben. ¹⁾

Wij hadden bij de proeven in potten toevallig juist geen pot bemest met de rest van een thomasmeel, die door zijne werking tot de beste behoorde. In dit opzicht zijn wij bij de keuze bij de proef in de zinken vakjes gelukkiger geweest, daar wij hier resten aangewend hebben van juist twee soorten thomasmeel, waarvan de eene het minst goed (P 57), de andere het best gewerkt heeft nl. P 49. Thans zien wij, dat bij het thomasmeel dat op zich zelf zeer gunstig werkte, de rest minder gunstig werkte, hoewel toch nog, zooals wij zagen de opbrengst ± 45 pCt. verhoogd werd. Het thomasmeel dat op zich zelf daarentegen van de vergeleken soorten het minst werkte (hoewel altijd nog nagenoeg even goed als superphosphaat), gaf na schudden met citroenzuur een rest, die uitstekend werkte. Deze rest gaf zelfs een opbrengst, die van alle potten, welke bemest waren naar 80 KG. per HA., het hoogst was.

Aan den eenen kant mogen wij wel uit deze proefneming concluderen, dat, ook in verband met de resultaten verkregen door bemesting met de Wagnersche resten, het phosphorzuur, dat bij de Wagnersche methode als onoplosbaar gevonden wordt, wel degelijk bemestingswaarde heeft; aan de andere zijde echter te besluiten dat het, volgens Wagner als onoplosbaar gevonden phosphorzuur beter werkt bij sommige soorten thomasmeel dan het totale phosphorzuur, zoude te gewaagd zijn, daar het mogelijk is, dat door de behandeling met citroenzuur het resteerende phosphorzuur verandering ondergaan heeft en daardoor aan bemestingswaarde is toegenomen.

Ofschoon bij onze proeven maar één Duitsch fosphaat is gebezigd (n.l. P 38), blijkt wel dat men in elk geval niet gerechtvaardigd is om zonder meer als regel te stellen, dat Duitsch fosphaat beter werkt dan Belgisch fosphaat zooals wel gedaan wordt. P 38 toch werkte bij onze proefneming het slechtst van alle monsters.

Wanneer wij thans nagaan hoe de verhouding was van korrel tot stroo, dan zien wij dat de soort van phosphorzuurbemesting hierop weinig invloed heeft gehad, ofschoon de schommelingen wel iets

¹⁾ Ten opzichte van dit punt wijzen wij er op dat Schneidewind, Meijer en Frese (Landw. Jahrb. Bd. 33, p. 937) bij proeven met het onoplosbaar phosphorzuur van een monster thomasmeel constateerden dat dit phosphorzuur in 't geheel geen werking uitoefende. Wij willen naar aanleiding daarvan thans geen andere opmerking maken, dan dat de hierboven bedoelde invloed door behandeling met citroenzuur zeker bij onze proeven dan wel niet groot zal zijn geweest.

grooter zijn dan bij de potproeven het geval was. Tevens zien wij dat de verhouding bij de pot- en vakproeven eene andere is. In verhouding is op de vakjes meer stroo gevormd, zoodat daar de verhouding van korrel tot stroo gemiddeld circa 1:1,5 is (bij de zonder P_2O_5 bemeste vakjes zelfs 1:1,8, daarentegen circa 1:1,3 bij de potproeven). De opbrengsten der zinkenvakjes waren, voor zoover er vergelijking gemaakt kan worden, lager dan die der cultuurpotten (men vergelijke de uitkomsten bij superphosphaat, superphosphaat dubbel en P 49) ofschoon de bemestingen per eenheid van oppervlak dezelfde waren en het aantal planten even groot (zoodat de stand op de potten dichter was). Wij beschouwen niettemin de proeven in de zinkenvakjes als zeer goed geslaagd. Bij een normaal verloop behooren potproeven hooger opbrengsten te geven.

Ook bij de proef in zinken vakjes hebben wij voor sommige vakjes het P_2O_5 -gehalte van den oogst nagegaan, zoowel van korrel als van stroo en tevens berekend hoeveel phosphorzuur van de bemesting in den oogst is overgegaan (d.w.z. in de bovenaardsche stengeldeelen, de wortels en stoppel zijn door de wijze van oogsten buiten beschouwing gelaten).

De resultaten dezer analyses geven wij in de volgende tabel weer.

Tabel VIII.

Nummer van het vakje.	Soort der P_2O_5 -bemesting.	Opbrengst aan korrel (in Gr.)	Opge-nomen P_2O_5		Opbrengst van stroo (in Gr.)	Opge-nomen P_2O_5		Totaal opge-nomen P_2O_5 in Gr.	Ge-middeld opge-nomen.	Opge-nomen boven geen P_2O_5 .	P_2O_5 opge-nomen in pCt. van het gegeven P_2O_5 .
			in pCt.	in Gr.		in pCt.	in Gr.				
22	Geen	10,1	0,807	0,061	19,1	0,086	0,016	0,077	0,079	—	—
32	P_2O_5	10,8	0,643	0,070	19,6	0,055	0,011	0,081			
11	P 49	25,8	0,440	0,113	36,7	0,038	0,014	0,127	0,123	0,049	9,8
25		28,0	0,408	0,114	39,8	0,036	0,014	0,128			
30	P 49 (rest)	15,8	0,480	0,076	28,1	0,051	0,014	0,090	0,096	0,017	3,4
10		18,3	0,480	0,088	28,9	0,050	0,014	0,102			
9	P 57	23,4	0,460	0,108	32,7	0,044	0,014	0,122	0,125	0,046	9,2
3		23,7	0,490	0,116	33,8	0,033	0,012	0,128			
7	P 57 (rest)	28,9	0,492	0,142	42,0	0,033	0,016	0,158	0,160	0,081	18,2
23		28,0	0,508	0,142	42,3	0,047	0,020	0,162			
4	P 57 (dubbel)	35,9	0,480	0,172	51,8	0,044	0,023	0,195	0,179	0,100	10,0
8		30,5	0,484	0,148	39,3	0,038	0,015	0,163			
2	P 57 (dubbele rest)	40,7	0,532	0,217	56,4	0,030	0,017	0,234	0,234	0,155	15,5
16		40,7	0,536	0,218	54,3	0,030	0,016	0,234			
14	Super	23,3	0,480	0,112	33,7	0,052	0,017	0,139	0,126	0,047	9,4
20		20,3	0,516	0,105	33,7	0,055	0,018	0,123			
13	Super (dubbel)	29,1	0,472	0,137	53,1	0,038	0,020	0,157	0,169	0,090	9,0
17		34,8	0,480	0,167	46,6	0,031	0,014	0,181			

Hierbij is op te merken, dat het groote verschil in phosphorzuur-opname bij de duplicaat-vakjes die bemest zijn met P 57 (dubbel) veroorzaakt is door de uiteenlopende opbrengstcijfers (vakje 4 n.l. totaal 87,7 gr. en vakje 8 slechts 69,8 gr.). Het triplicaatvakje gaf een opbrengst daar tusschengelegen n.l. 73,0 gr.; daarom is toch met de gemiddelde opname rekening gehouden. Van de vakjes, bemest met de dubbele hoeveelheid superphosphaat waren slechts twee vakjes aanwezig, van vakje n°. 13 is door een onbekende oorzaak de korrelopbrengst vermoedelijk iets te laag.

Wanneer wij de resultaten, in tabel VIII weergegeven, nader bezien, dan valt in het oog dat de verschillen in phosphorzuurgehalte van den oogst grooter zijn dan bij de potproeven. Het phosphorzuurgehalte was over het geheel lager dan bij de potproeven. Ook onderzocht dit gehalte meer den invloed der soort fosphaatbemesting. Hier schijnt uit het phosphorzuurgehalte van den oogst met P 49 en van dien met P 57 verkregen, eenig verband te blijken tusschen dit gehalte en de Wagnersche oplosbaarheid van het phosphorzuur. Bemesting met P 57 gaf een hooger phosphorzuurgehalte in den oogst dan met P 49 en ook de Wagneroplosbaarheid van het phosphorzuur was bij P 57 grooter (zie tabel VII).

Waar echter toch nog de totaal opgenomen hoeveelheid phosphorzuur bij P 49 grooter is dan bij P 57 daar mag aan bovenbedoelde uitkomst niet de beteekenis worden toegekend van een steun te geven aan het zoeven bedoeld verband.

Vergelijken wij de bemesting met de onoplosbare resten en de overeenkomstige thomasmeelsoorten, zoo heeft in beide onderzochte gevallen de rest een hooger phosphorzuurgehalte van den oogst veroorzaakt dan het thomasmeel zelf. Er is echter een zeer groot verschil in de hoeveelheid phosphorzuur welke van het toegediende is opgenomen. Terwijl bij P 49 en bij P 57 nagenoeg evenveel is opgenomen, n.l. 9,4 en 9,2 pCt. heeft de plant uit de onoplosbare rest van P 49 maar 3,4 pCt. en van P 57 daarentegen 16,2 pCt. of bijna 5-maal zooveel opgenomen. Bij het thomasmeelmonster P 57 is in elk opzicht het phosphorzuur in de rest beter tot werking gekomen, want ook de met dubbele hoeveelheid van P 57 bemeste vakjes staan ten achter bij die vakjes welke met de dubbele rest van dat monster bemest zijn, bij de eerste is 10 pCt., bij de laatste is 15,5 pCt. van het phosphorzuur in den oogst overgegaan. Wat bij behandeling met citroenzuur onopgelost blijft is bij het eene monster veel werkzaam, en dus wellicht van geheel andere samenstelling, als bij het andere. Men mag daaruit afleiden, dat de Wagnermethode niet voor alle thomasmeelsoorten een even onjuiste maatstaf is. Waar de rest groote werkzaamheid bezit zal deze methode van onderzoek het meest onjuiste resultaat geven.

Wij willen nog op het volgende wijzen. Het is mogelijk dat niet

alleen het phosphorzuur voor eene gunstigere werking der rest aansprakelijk gesteld moet worden. Men zou zich kunnen voorstellen dat bij sommige soorten thomasmeeel de een of andere stof in de onoplosbare rest terugblijft, welke ten opzichte van de plant, in den grond in het minimum is en dat door bemesting met het thomasmeeel als zoodanig dit minimum niet wordt opgeheven, omdat het thomasmeeel te weinig van deze stof bevat. Bij bemesting met de rest daarentegen zal wanneer die stof bij extractie van het thomasmeeel met 2 pCt. citroenzuur terugblijft, meer van deze stof worden gegeven, bovendien ook nog doordat het phosphorzuurgehalte van de rest lager is. Wij geven slechts eene denkbare mogelijkheid aan. Misschien zoude in die richting een onderzoek belangrijke resultaten kunnen opleveren. Ook stoffen die volgens onderzoekingen van den laatsten tijd een stimulans voor den groei zijn gebleken te zijn, zouden bij de zoo verschillende werking van het thomasmeeel een rol kunnen spelen, b.v. mangaan. Het feit echter, dat de rest (van P 49) met het laagste P, O₅ gehalte, waarvan dus de grootste hoeveelheid werd aangewend, de laagste opbrengst gaf, steunt deze veronderstelling niet.

Ook blijft toch altijd over, dat de haverplanten uit de resten ongeveer evenveel phosphorzuur opnamen als uit het thomasmeeel zelf; soms zelfs meer.

Uit de hier vermelde proeven is het ons niet mogelijk een regelmatig optredend verband te vinden tusschen de werking van thomasmeeel en de oplosbaarheid van het phosphorzuur volgens Wagner. Met meer recht zouden wij op grond der vermelde resultaten de aanwezigheid van zulk een verband mogen ontkennen.

Ten einde nog eenig meerder inzicht te verkrijgen in de werking van verschillende soorten thomasmeeel hebben wij op de zinken vakjes nagegaan of in hetzelfde jaar nog nawerking der phosphorzuurbemesting te constateeren viel en of nog onderlinge verschillen in nawerking optraden.

Nadat op 24—27 Juli de haver geoogst was, werd op 22 Augustus de grond in de vakjes oppervlakkig losgemaakt en de haverstoppel ondergewerkt. In den vorm eener oplossing werd thans eene bemesting gegeven met chilisalpeter en chloorkalium en wel naar 45 K.G. N en 60 K.G. K, O per H.A. Als proefgewas werd mosterd genomen omdat dit gewas uitmunt door een snellen groei. De mosterd werd op rijen van 12½ cM. afstand gezaaid en kwamen per vakje 7 à 8 korrels in elke rij. De rand om de vakjes werd bemest met chilisalpeter, chloorkali en superphosphaat naar 45 K.G. N, 60 K.G. K, O en 50 K.G. P, O₅ per H.A. De mosterd werd hier eveneens op rijen van 12½ cM. gezaaid.

Op 7 September werd in alle vakjes het aantal mosterdplanten op 11 gebracht. Hiervoor moesten alleen in vakje No. 9 2 planten en in vakje No. 15 1 plant bijgeplant worden. Deze werden genomen van de planten die in vakje No. 18 overmatig gezaaid waren.

De mosterd ontwikkelde zich goed, ofschoon duidelijk te zien was, dat alle planten gebrek hadden aan phosphorzuur. De mosterd kwam over het algemeen nog in bloei en ging zelfs hier en daar nog tot zwakke vruchtzetting over.

Geoogst werd den 23sten November omdat door het koude weder geen verdere groei te constateeren viel en beschadiging der mosterdplanten door langer staan verwacht kon worden. Het oogsten had plaats door de planten kort bij den grond af te snijden, waarna ze in luchtdrogen toestand gewogen werden.

Vakje n°. 18 werd niet medegerekend omdat, zooals gezegd, hier meerdere planten voor reserve gezet waren. Ook vakje n°. 25 moest afvallen wegens het groote aantal planten dat door eene vergissing hierop aanwezig was. Verder bleken bij het oogsten de vakjes n°. 27 en 29 elk ééne plant te veel te bevatten; van deze vakjes is daarom op elk ééne plant minder geoogst. Hoewel dit laatste niet geheel juist is, zal het op het resultaat zeer weinig invloed hebben gehad. Op te merken valt verder nog dat vakje n°. 9 één zeer weinig ontwikkelde mosterdplant bevatte.

De luchtdroge opbrengst der diverse vakjes is in de volgende tabel weergegeven; tevens is hierin de gemiddelde opbrengst van den 1sten oogst (haver) opgenomen.

Tabel IX.

Nummer van het vakje.	Soort der P_2O_5 -bemesting.	Luchtdroge opbrengst in Gr.	Gemiddelde opbrengst in Gr.	Gemiddelde opbrengst van den haver oogst.
22	geen P_2O_5	15,2	14,9	31,2
12		14,8		
18		—		
32		14,8		
5	P 49	12,7	13,6	65,8
11		14,4		
25		—		
30	P 49 (rest)	14,8	14,75	45,6
10		14,7		
9	P 57	14,6	13,8	54,8
27		13,0		
3		13,9		
7	P 57 (rest)	12,3	12,4	72,2
23		12,4		
23		12,4		
4	P 57 (dubbel)	11,8	12,2	76,8
31		13,0		
8		11,8		

Nummer van het vakje.	Soort der P ₂ O ₅ -bemesting.	Luchtdroge opbrengst in Gr.	Gemiddelde opbrengst in Gr.	Gemiddelde opbrengst van den haver oogst.
2	P 57 (dubbele rest)	13,7	13,8	96,2
16		15,0		
26		12,8		
6	P 58	12,0	13,2	61,6
21		14,4		
24		13,2		
5	P 54	13,8	12,3	60,5
19		11,6		
29		11,6		
1	Super	13,0	13,1	55,5
14		13,4		
20		13,0		
13	Super (dubbel)	13,4	12,9	81,8
17		12,4		

Eigenlijk is volgens deze resultaten niet van eene nawerking te spreken, daar de oogstopbrengst zonder uitzondering beneden die der vakjes bleef, waar bij het 1ste gewas geen bemesting met phosphorzuur had plaats gehad. De resultaten der nawerkingsproeven doen eenigszins vermoeden, dat eene andere groeifactor als het phosphorzuur in het minimum is geweest. De uitkomst, dat de vakjes zonder phosphorzuur thans de hoogste opbrengst geven, wijst vooral daarop. Was bijv. kali of stikstof in het minimum dan zou dit bij deze vakjes, omdat ze bij het eerste gewas de laagste opbrengsten gaven, in mindere mate het geval zijn als bij de andere vakjes. In elk geval zijn de verschillen tusschen de opbrengsten bij deze nawerkingsproeven te klein om er gevolgtrekkingen uit te maken.

Ofschoon het mogelijk is, dat de gunstige resultaten soms verkregen met de bemesting met de onoplosbare resten voor een deel eene oorzaak kan vinden in eene gunstige verandering van het resterende phosphorzuur door de behandeling van het thomasmeel met de 2 pCt. citroenzuuroplossing (zie hierover ook de noot op blz. 17) voor een deel misschien gedacht zou kunnen worden aan het zich ophoopen in de rest van een den groei bevorderende stof, meenen wij toch dat, waar uit de onoplosbare rest door de planten zooveel phosphorzuur werd opgenomen, aan het phosphorzuur dat volgens de methode Wagner als onoplosbaar wordt gevonden, wel degelijk nog bemestingswaarde mag worden toegekend.

Conclusies.

1. Uit onze onderzoekingen is niet gebleken, dat het in mineraalzuur oplosbaar phosphorzuur van thomasmeel met een hoog

- gehalte meer of minder goed werkt dan dat van thomasmeel met een laag gehalte aan in mineraalzuur oplosbaar phosphorzuur.
2. Bij onze proeven was geen regelmatig optredend verband waar te nemen tusschen het gehalte aan het in citroenzuur oplosbaar phosphorzuur en de werking van het thomasmeel. Voor de bij onze proeven gebruikte monsters thomasmeel mogen wij het bestaan van dat verband op grond der verkregen uitkomsten ontkennen.
 3. In overeenstemming met conclusie 2 toonde het in citroenzuur onoplosbaar phosphorzuur eene duidelijke werking, die bij slecht werkend thomasmeel hooger was dan bij goed werkend; zelfs was bij drie van de vier monsters de werking van dit onoplosbaar phosphorzuur beter dan van het totaal phosphorzuur.
 4. Aangezien wij slechts één monster Duitsch thomasmeel gebruikten, verkregen wij geen voldoende gegevens om de werking van Duitsch met Belgisch thomasmeel te vergelijken.

Wel doen onze proeven zien, dat er zonder de Belgische thomasmeelsoorten zeer goed werkende voorkomen.

Düngungsversuche mit verschiedenen Thomasmehlsorten.

(Ist es richtig den Wert des Thomasmehles nach dem Gehalt
an citronensäurelöslicher Phosphorsäure zu bestimmen?
Kurze Zusammenfassung obiger Ausführungen).

Wir hatten bei diessen Versuchen die Absicht zu untersuchen, ob die Methode Wagner (Bestimmung der Phosphorsäure, welche löslich ist in Citronensäure von 2 pCt.) ein zuverlässiges Kriterium für die Wertbestimmung des Thomasmehles bietet und ob deutsches Thomasmehl besser ist als belgisches.

Im Bezug auf diesen letzten Punkt liefern unsere Versuche jedoch leider wenige Ergebnisse, da von 13 Thomasmehlproben, welche angewendet wurden, nur eine (P 38) deutscher Herkunft war. Die 12 belgischen (resp. luxemburgischen) kamen in grossen Stücken an und wurden in der Versuchsstation zu Feinmehl gemahlen. Das deutsche Thomasmehl erhielten wir in der gewöhnlichen Form.

Die Versuche wurden in von unten offenen Zinkfächern, welche im Boden eingegraben waren, sowie in Kulturtöpfen angestellt. Die Kulturtöpfe (Oberfläche $1/20 \text{ M}^2$; Höhe 33 cM.) wurden mit Sand gefüllt (die oberen 10 cM. waren humoser Sand.) Die Grunddüngung bestand aus Chlorkali (nach 200 KG. K_2O), Chilisalpeter (nach 100 KG. N) und Kohlensaurer Kalk (nach 400 KG. pro Ha.)

Von dem Thomasmehle (resp. Superphosphat) wurde soviel gegeben, dass alle dieselbe Quantität total (resp. wasserlösliche) Phosphorsäure erhielten, und zwar nach 80 KG. pro Ha. (einige Töpfe bekamen jedoch die doppelte Quantität). Von einigen Thomasmehlen wurde

auch das bei der Behandlung nach Wagner ungelöst gebliebene (in den Tabellen mit *rest* angedeutet) zur Düngung angewendet, und zwar in solcher Menge als übereinstimmte mit 80 KG. total- P_2O_5 pro Ha.

Im Juni fand noch eine Kopfdüngung mit Chilisalpeter (nach 25 KG. Stickstoff pro Ha.) und mit schwefelsaurer Magnesia statt (nach 16 KG. MgO pro Ha.).

Gesüet wurde am 9 April 1906. Auf jedem Topf liessen wir 18 Pflanzen zur Entwicklung kommen. Auf einigen Töpfen trat Staubbrand auf (die betreffenden Körner wurden entfernt).

Aus dem Vergleich der Erträge von den mit und von den nicht mit Phosphorsäure gedüngten Pflanzen geht hervor, dass die verabreichte Phosphorsäure genügend zur Wirkung gekommen ist.

Einige Thomasmehlproben (P 55, 49 und besonders 60) gaben höhere Erträge als das Superphosphat; andere gaben niedrigere Erträge; P 38 ergab den kleinsten Ertrag.

Nimmt man den Mehrertrag, welchen das Superphosphat im Gegensatz zu der phosphorsäurefreien Düngung lieferte als 100 an, so war der durchschnittliche Mehrertrag der 10 Thomasmehlproben, welche für die Töpfe angewendet wurden: 89,5; derselbe variierte von 51,1 bis 137,4. Zwischen der Citratlöslichkeit nach Wagner und der Wirksamkeit des Thomasmehles konnte kein Zusammenhang beobachtet werden.

Das am besten wirkende (P 60) hatte eine Citratlöslichkeit von 76,5, das am schlechtesten wirkende (P 38) eine solche von 82,6.

Die Probe (P 56) mit der höchsten Citratlöslichkeit (92,6) zeigte eine niedrigere Wirkung als die durchschnittliche (d. h. 81,6).

Es zeigten die Versuche jedoch, dass von den Thomasmehlen mit einer Citratlöslichkeit höher als die durchschnittliche, (resp. niedriger als dieselbe) der grössere Teil einen Mehrertrag höher als der durchschnittliche (resp. kleiner als der durchschnittliche) ergab.

Ein zuverlässiges Kriterium für die Wertbestimmung des Thomasmehles ist jedoch nach diesen Versuchen die Wagnersche Methode nicht.

Gegen die Zuverlässigkeit der Methode zeugten auch die Resultate, welche wir mit den Resten erhielten, die bei der Behandlung nach der Wagnerschen Methode von dem Thomasmehle zurückgeblieben waren. Diese Reste wirkten nämlich in den meisten Fällen besser als die betreffenden Thomasmehle selbst.

Der Phosphorsäuregehalt der mit den verschiedenen Thomasmehlproben gedüngten Pflanzen war nahezu derselbe.

Die obengemeinten Zinkfächer, welche für die zweite Reihe von Düngungsversuchen mit Thomasmehlen angewendet wurden, haben eine Oberfläche von 25×25 cM. und eine Tiefe von 73 cM. und waren, wie schon erwähnt, im Boden eingegraben. Sie waren mit demselben Boden gefüllt als die Kulturtöpfe.

Auf den Fächern und um dieselben herum wurde Hafer angebaut.

Die Grunddüngung war dieselbe wie bei den Kulturtöpfen (im Juni fand noch Kofüftung mit Schwefelsaurer Magnesia statt (16 Kg. Mg O); nicht mit Chilisalpeter.

Der Hafer wurde am 4 April 1906 gesät. Auf jedem Fache kamen 18 Pflanzen zur Entwicklung.

Die Phosphorsäure hat hier einen grösseren Mehrertrag ergeben als bei den Kulturtöpfen (die Mehrerträge waren beim Thomasmehle 45—110 pCt.)

Die Thomasmehle wirkten ebenso gut oder besser als das Superphosphat. Wird der Mehrertrag durch Superphosphat erzielt, ad 100 angenommen, so war derselbe für die 4 Thomasmehlproben 97,1—142,4. Das Thomasmehl (P 57), von welchem die Phosphorsäure die grösste Citronensäurelöslichkeit hatte, ergab den niedrigsten Ertrag.

Ein Parallelismus zwischen der Löslichkeit nach Wagner und der Wirkung der Phosphorsäure ist auch hier nicht vorhanden.

Mehrere von den belgischen Thomasmehlen haben also eine sehr gute Wirksamkeit entwickelt. Die deutsche Probe war hier die unwirksamste, worauf wir, weil nur mit einer Probe experimentiert wurde, jedoch keinen besonderen Wert legen wollen.

Von den in Citronensäure unlöslichen Rückständen, mit welchen hier experimentiert wurde, wirkte ein Rest besser (derjenige von P 57) und ein anderer schlechter (derjenige von P 49) als das Mehl selbst. Sehr gut wirkendes Thomasmehl lieferte also einen wenig gut wirkenden Rest und umgekehrt Thomasmehl, von geringer Wirksamkeit einen sehr gut wirkenden Rest.

Man muss jedoch die Möglichkeit in Betracht ziehen, dass durch die Behandlung mit Citronensäurelösung die Phosphorsäure des Restes, obgleich nicht gelöst, dennoch eine chemische Umsetzung erlitten haben kann.

Ob irgend ein Bestandteil (Z. B. Mn.) des Restes eine ernstesteigernde Wirkung ausgeübt hat (es wurde wegen des ziemlich niedrigen Phosphorsäuregehaltes des Restes viel Substanz angewendet) wissen wir nicht. Auf jeden Fall haben die Reste viel Phosphorsäure den Pflanzen zur Verfügung gestellt.

Im Nachsommer 1906 wurde mit Senf untersucht, ob das Thomasmehl noch in demselben Jahre Nachwirkung ergab.

Die Grunddüngung bestand aus Chilisalpeter und Chlorkali (nach 45 Kg. N und 60 Kg. K, 0 pro H.A.)

Es zeigte sich, dass das Thomasmehl, ebensowenig wie das Superphosphat, den Senfpflanzen noch Phosphorsäure zur Verfügung stellte, obgleich nur ein kleiner Teil ($\pm 1/8$ Teil) der Phosphorsäure von der ersten Frucht dem Boden entnommen war. Es lässt sich einigermassen vermuten, dass ein anderer Wachtstumsfactor als Phosphorsäure im Minimum gewesen ist.