

FOSFAATWERKING VAN STALMEST EN  
AFGEWERKTE CHAMPIGNONMEST  
BIJ KROPSLA ONDER GLAS

WITH A SUMMARY  
PHOSPHATE EFFECT OF FARMYARD MANURE AND SPENT MUSHROOM COMPOST  
ON LETTUCE IN GREENHOUSES

MIT EINER ZUSAMMENFASSUNG  
PHOSPHORSÄUREDÜNGEWIRKUNG VON STALLDÜNGER UND GEBRAUCHTEM  
CHAMPIGNONMIST BEIM KOPFSALAT IN GEWÄCHSHÄUSERN

J. P. N. L. ROORDA VAN EYSINGA

PROEFTUIN „NOORD-LIMBURG“, VENLO  
INSTITUUT VOOR BODEMVRUCHTBAARHEID, GRONINGEN



GENTRUM VOOR LANDBOUWPUBLIKATIES EN LANDBOUWDOCUMENTATIE

# INHOUD

INLEIDING . . . . .	5
2 VELDPROEVEN . . . . .	5
3 POTPROEVEN . . . . .	8
3.1 Potproef 1958 . . . . .	8
3.2 Potproef 1959 . . . . .	9
4 BESPREKING VAN DE RESULTATEN . . . . .	12
4.1 Invloed van de fosfaatbemesting . . . . .	12
4.2 Invloed van organische bemesting . . . . .	12
4.3 Interactie tussen fosfaatbemesting en organische bemesting . . . . .	14
4.4 Werkingscoëfficiënt van fosfaat in organische mest . . . . .	14
5 CONCLUSIE . . . . .	18
SAMENVATTING . . . . .	19
SUMMARY . . . . .	19
ZUSAMMENFASSUNG . . . . .	19
LITERATUUR . . . . .	19
WOORDENLIJST / GLOSSARY / GLOSSAR . . . . .	20
BIJLAGEN . . . . .	22

## 1 INLEIDING

Bij de teelt van kropsla onder glas in het voorjaar is de fosfaatvoorziening van grote betekenis (ROORDA VAN EYSINGA, 1961). Volgens gegevens van het Landbouw-Economisch Instituut wordt stalmest onder glas gebruikt in hoeveelheden tussen 500 en 1000 kg per are per jaar. Het fosfaatgehalte van rotte stalmest is 0,35 %  $P_2O_5$  (KOLENBRANDER EN DE LA LANDE CREMER).

Bij de vaststelling van de hoeveelheid fosfaat die naast stalmest (of andere organische mest) in de vorm van kunstmest aan voorjaarssla moet worden gegeven, is het noodzakelijk de werkingscoëfficiënt van fosfaat in de stalmest of andere mestsoort te kennen.

Om de fosfaatwerking van stalmest en afgewerkte champignonmest te leren kennen zijn in 1958 en 1959 elk een veldproef en een potproef met kropsla opgezet.

## 2 VELDPROEVEN

Beide veldproeven waren opgezet in een koud warehouse, in 1958 in een enkele jaren oud warehouse op een humushoudende, iets slibrijke zandgrond (plaatselijk bekend als baand- of baamdgrond) op de proeftuin 'Noord-Limburg' te Venlo. De proef in 1959 lag op oude bouwland-zandgrond in een pas gebouwd warehouse op een bedrijf te Maasbree. Voor verdere gegevens betreffende de grondsoorten en gehalten aan voedingsstoffen zie bijlage I. Het grondonderzoek heeft plaatsgevonden op het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek te Oosterbeek; alleen P-water is bepaald door het Proefstation voor de Groente- en Fruitteelt onder Glas te Naaldwijk.

Beide veldproeven omvatten 12 objecten in zeventvoud. De 12 objecten zijn samengesteld uit 4 fosfaattrappen gelegd over 3 behandelingen, t.w. kunstmest en 2 organische meststoffen. De fosfaattrappen bedroegen in beide jaren: 0, 5, 10 en 20 kg dubbelsuperfosfaat (met 43 %  $P_2O_5$  oplosbaar in mineraal zuur en 40 %  $P_2O_5$  oplosbaar in water) per are.

In 1958 werden organische meststoffen toegediend in hoeveelheden naar 300 kg per are, in 1959 naar 600 kg per are. De mestsoorten waren in 1958 rotte koemest en afgewerkte champignonmest; de champignonmest, afkomstig uit Zuidlimburgse grotten, bevatte veel mergel. De mestsoorten in 1959 waren rotte mest van koeien en varkens en afgewerkte champignonmest. De laatste was afkomstig uit een champignonhuis met teelt in kisten waarbij slib als dekaarde was gebruikt. Voor de analyse van de mestsoorten zie men bijlage II; dit onderzoek is verricht door het Rijkslandbouwproefstation te Maastricht.

De bemesting met kunstmestkali bedroeg 2 kg zwavelzure kali per are in 1958, terwijl in 1959 geen kali werd gegeven. Stikstof werd over het gehele proefveld gegeven; in 1958 werd 4 kg en in 1959 3 kg kalkammonsalpeter (20,5 % N) per are gegeven.

De meststoffen werden enkele dagen voor het uitplanten van in perspotjes opge-

kweekte slaplanten gegeven. In beide jaren werd omstreeks 10 februari uitgeplant. Na het uitstrooien werden de meststoffen ingefreesd, in 1958 ruim 5 cm en in 1959 ruim 10 cm diep. Het gebruikte slaras is steeds Meikoningin geweest.

Als grootte der veldjes is een half vakje of pootje van een normaal Venlo-warenhuis gekozen. De behandeling mestsoort of kunstmest werd per heel vakje of pootje gegeven. Onder een vakje of pootje wordt verstaan de bijna vierkante, door 4 stijlen begrensde rechthoek met een oppervlakte van 9,60 m<sup>2</sup>. De vakjes zijn in de richting van de nok middendoor gedeeld. Twee kunstmestfosfaatrapen zijn per vakje volgens split-plot gegeven.

Het gewas is volgens praktijknormen verzorgd. Bij de oogst zijn per veldje aantal en gewicht van de volgens veiligingsvoorschrift gesorteerde slakroppen bepaald. Uit het

TABEL 1 Gemiddeld kropgewicht in grammen, van sla uit twee veldproeven

bemesting per are	kg dubbelsuperfosfaat			
	0	5	10	20
<i>veldproef 1958</i>				
kunstmest	189	199	204	205
300 kg stalmest	197	208	200	205
300 kg champignonmest	190	200	207	213
<i>veldproef 1959</i>				
kunstmest	142	163	185	189
600 kg stalmest	180	194	202	211
600 kg champignonmest	153	180	190	205

TABLE 1 Mean head weight in grams of lettuce from two experimental fields

TABELLE 1 Durchschnittsgewicht bei Kopfsalat in Gramm aus zwei Parzellenversuchen

TABEL 2 Fosfaatgehalte in % op droge stof van slakroppen uit twee veldproeven

bemesting per are	kg dubbelsuperfosfaat			
	0	5	10	20
<i>veldproef 1958</i>				
kunstmest	1,27	1,49	1,65	1,81
300 kg stalmest	1,43	1,53	1,62	1,79
300 kg champignonmest	1,29	1,47	1,58	1,73
<i>veldproef 1959</i>				
kunstmest	0,96	1,11	1,40	1,62
600 kg stalmest	1,42	1,42	1,54	1,76
600 kg champignonmest	0,90	1,19	1,41	1,67

TABLE 2 Phosphate content in % on dry matter in lettuce from two experimental fields

TABELLE 2 Phosphorsäuregehalt in % auf Trockensubstanz in Kopfsalat aus zwei Parzellenversuchen

totale aantal kroppen en het totale gewicht is per veldje het gemiddelde kropgewicht berekend.

Bij de oogst zijn gewasmonsters genomen door volgens toeval 6 kroppen bovengronds af te snijden en van geheel of gedeeltelijk gele, rotte of met veel grond besmeurde bladeren te ontdoen. Deze monsters zijn van elk veldje op hun gehalten aan droge stof en aan fosfaat onderzocht; in 1958 zijn ook de gehalten aan andere hoofdvoedingselementen bepaald.

De opbrengstgegevens, gecorrigeerd op vruchtbaarheidsverloop, zijn samengevat in tabel 1. De fosfaatgehalten in het gewas zijn opgenomen in tabel 2. Korthheids-

TABEL 3 Gehalte aan droge stof in % van het verse gewicht en aan hoofdvoedingselementen (behalve fosfaat) in % op de droge stof van sla (veldproef 1958)

bemesting per are	kg dubbelsuperfosfaat			
	0	5	10	20
<i>droge stof</i>				
kunstmest	4,5	4,3	4,4	4,4
300 kg stalmest	4,4	4,3	4,3	4,3
300 kg champignonmest	4,6	4,3	4,3	4,4
<i>N</i>				
kunstmest	5,28	5,38	5,38	5,37
300 kg stalmest	5,27	5,37	5,39	5,40
300 kg champignonmest	5,33	5,41	5,36	5,30
<i>K<sub>2</sub>O</i>				
kunstmest	9,44	9,32	9,27	9,04
300 kg stalmest	9,13	9,29	9,20	9,09
300 kg champignonmest	9,47	9,34	9,25	9,14
<i>CaO</i>				
kunstmest	1,41	1,52	1,55	1,55
300 kg stalmest	1,43	1,51	1,57	1,55
300 kg champignonmest	1,42	1,46	1,51	1,59
<i>MgO</i>				
kunstmest	0,31	0,33	0,33	0,34
300 kg stalmest	0,32	0,34	0,35	0,33
300 kg champignonmest	0,31	0,32	0,35	0,33

TABLE 3 Content of dry matter in % of fresh weight and of major nutrients (except phosphate) in % of dry matter in lettuce (experimental field 1958)

TABELLE 3 Gehalt an Trockensubstanz in % auf Frischgewicht und an Hauptnährstoffen (mit Ausnahme von Phosphorsäure) in % auf Trockensubstanz in Kopfsalat (Parzellenversuch 1958)

halve zijn de gegevens voor de opneming van fosfaat weggelaten. Deze opneming is voor elk veldje berekend door het droge gewicht te vermenigvuldigen met het fosfaatgehalte van het gewas. De gehalten aan droge stof en aan hoofdvoedingselementen behalve fosfaat, die in 1958 werden bepaald, zijn in tabel 3 opgenomen.

### 3 POTPROEVEN

Hiervoor werden Mitscherlich-potten (inhoud ruim 5 l) gebruikt. De potten waren, in een vorstvrije, overigens niet verwarmde kas op het terrein van het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid te Groningen opgesteld. Op elke pot werden 4 planten (ras Meikoningin) uitgeplant. Drie à vier weken na het uitplanten werden per pot 2 planten weggenomen zodat 2 planten zich tot krop konden ontwikkelen. In 1958 werd begin maart, in 1959 half februari geplant.

Door ook de organische mestsoorten in toenemende hoeveelheden toe te dienen is het aantal objecten in de potproeven groter dan bij de veldproeven.

#### 3.1 POTPROEF 1958 (VP 349)

De proef werd met 4 potten per behandeling aangezet. Er waren 24 behandelingen (tabel 4).

TABEL 4 Behandelingen in de potproef 1958 (VP 349). Een x geeft aan welke behandelingen werden uitgevoerd

bemesting in kg per are tussen haakjes in g per pot	dubbelsuperfosfaat			
	0(0)	5(1,57)	10(3,14)	20(6,28)
kunstmest	x	x	x	x
150 stalrest (47,1)	x			
300 stalrest (94,2)	x	x	x	x
600 stalrest (188,4)	x			
1200 stalrest (376,8)	x	x	x	x
150 champignonmest (47,1)	x			
300 champignonmest (94,2)	x	x	x	x
600 champignonmest (188,4)	x			
1200 champignonmest (376,8)	x	x	x	x

TABEL 4 *Treatments of the pot experiment 1958. An x refers to the treatment applied*

TABELLE 4 *Versuchsglieder aus dem Gefäßversuch 1958. Ein x gibt an welche Versuchsglieder durchgeführt wurden*

Behalve de bemesting volgens schema kregen alle potten 0,8 g N in de vorm van  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  en 0,5 g  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{aq}$ . De kaligift als  $\text{K}_2\text{SO}_4$  liep uiteen van 0,5 g tot 1 g  $\text{K}_2\text{O}$  waarbij rekening werd gehouden met de grootte van de stalmestgift. De potten waren gevuld met grond uit de bouwvoor van het warenhuis waarin de veldproef in 1958 lag (baandgrond). Dezelfde mestsoorten werden gebruikt als in de veldproef.

### 3.2 POTPROEF 1959 (VP 384)

Deze proef werd met 5 potten per behandeling opgezet. Er werden 16 bemestingen bij 2 grondsoorten toegepast (tabel 5). De ene grondsoort was afkomstig uit de bouwvoor van het warenhuis waarin in 1959 de veldproef lag (zandgrond uit Maasbree), de andere was uit het warenhuis waarin het jaar tevoren de veldproef had gelegen (baandgrond uit Venlo). Als organische mest is de rotte mest van de veldproef genomen. Voor het uitplanten van de sla kregen alle potten nog een bemesting met 0,2 g N in de vorm van  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , 0,5 g  $\text{K}_2\text{O}$  als  $\text{K}_2\text{SO}_4$  en 0,5 g  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{aq}$ .

Na de sla werden begin mei nog 2 andijvieplanten per pot uitgeplant. Voor het uitplanten van de andijvie kreeg elke pot nog 0,5 g N en 0,5 g  $\text{K}_2\text{O}$  in de vorm van de genoemde meststoffen.

In de proeven is van sla en andijvie vers gewicht, droog gewicht en fosfaatgehalte bepaald. De opnemng van fosfaat is berekend door per pot het droge gewicht te ver-

TABEL 5 Behandelingen in de potproef 1959 (VP 384). Een x geeft aan welke behandelingen werden uitgevoerd

bemesting in kg per are tussen haakjes in g per pot	dubbelsuperfosfaat							
	baandgrond (Venlo)				zandgrond (Maasbree)			
	0(0)	2½(0,78)	5(1,57)	10(3,14)	0(0)	2½(0,78)	5(1,57)	10(3,14)
kunstmest	x	x	x	x	x	x	x	x
150 stalmest (47,1)	x			x	x			x
300 stalmest (94,2)	x	x	x	x	x	x	x	x
600 stalmest (188,4)	x			x	x			x
1200 stalmest (376,8)	x	x	x	x	x	x	x	x

TABLE 5 Treatments of the pot experiment 1959. An x refers to the treatment applied

TABELLE 5 Versuchsglieder aus dem Gefässversuch 1959. Ein x gibt an welche Versuchsglieder durchgeführt wurden

menigvuldigen met het fosfaatgehalte van het gewas. De resultaten zijn weergegeven in de tabellen 6, 7, 8 en 9. De gegevens in tabel 6 zijn gecorrigeerd op uitbijters aan de hand van de droge gewichten. De gegevens van tabel 8 en 9 zijn vereffend volgens DE HAAN (1959). Ter vereenvoudiging zijn de gegevens betreffende de opneming van fosfaat niet opgenomen.

TABEL 6 Gemiddeld kropgewicht in grammen van sla uit de potproef 1958 (VP 349)

bemesting in kg per are	dubbelsuperfosfaat			
	0	5	10	20
kunstmest	71	81	99	112
300 stalmest	89	103	108	107
1200 stalmest	96	103	109	115
300 champignonmest	74	86	91	110
1200 champignonmest	64	74	80	110

TABLE 6 Mean head weight in grams of lettuce from the pot experiment 1958

TABELLE 6 Durchschnittsgewicht bei Kopfsalat in Gramm aus dem Gefäßversuch 1958

TABEL 7 Fosfaatgehalte, in % op droge stof, van slakroppen uit de potproef 1958 (VP 349)

bemesting in kg per are	dubbelsuperfosfaat			
	0	5	10	20
kunstmest	0,96	1,10	1,23	1,37
300 stalmest	0,96	1,11	1,18	1,33
1200 stalmest	1,04	1,20	1,22	1,29
300 champignonmest	0,78	0,98	1,10	1,21
1200 champignonmest	0,86	0,99	1,09	1,22

TABLE 7 Phosphate content, in % of dry matter, of lettuce from the pot experiment 1958

TABELLE 7 Phosphorsäuregehalt, in % auf Trockensubstanz, in Kopfsalat aus dem Gefäßversuch 1958



TABEL 8 Gemiddeld kropgewicht in grammen van sla en nateelt andijvie, uit de potproef 1959 (VP 384)

bemesting in kg per are	dubbelsuperfosfaat							
	baandgrond (Venlo)				zandgrond (Maasbree)			
	0	2½	5	10	0	2½	5	10
<i>sla</i>								
kunstmest	77	77	78	79	62	67	61	76
300 stalrest	81	83	84	85	77	80	78	79
1200 stalrest	90	95	98	95	98	100	100	100
<i>andijvie</i>								
kunstmest	129	134	136	138	51	77	92	112
300 stalrest	144	145	147	148	90	98	107	122
1200 stalrest	152	153	154	155	123	134	140	143

TABLE 8 Mean head weight in grams of lettuce and of endive, grown as a succession crop, from the pot experiment 1959

TABELLE 8 Durchschnittsgewicht in Gramm bei Kopfsalat und bei Endivien als Folgekultur, aus dem Gefäßversuch 1959

TABEL 9 Fosfaatgehalte, in % op droge stof, van sla en van andijvie uit de potproef 1959 (VP 384)

bemesting in kg per are	dubbelsuperfosfaat							
	baandgrond (Venlo)				zandgrond (Maasbree)			
	0	2½	5	10	0	2½	5	10
<i>sla</i>								
kunstmest	1,06	1,10	1,12	1,14	0,64	0,73	0,81	0,93
300 stalrest	1,11	1,15	1,17	1,20	0,78	0,85	0,90	0,99
1200 stalrest	1,15	1,21	1,24	1,25	1,06	1,09	1,12	1,15
<i>andijvie</i>								
kunstmest	0,78	0,80	0,81	0,84	0,65	0,70	0,75	0,80
300 stalrest	0,80	0,82	0,84	0,87	0,71	0,75	0,78	0,84
1200 stalrest	0,84	0,86	0,89	0,91	0,77	0,79	0,84	0,87

TABLE 9 Phosphate content in % on dry matter of lettuce and of endive from the pot experiment 1959

TABELLE 9 Phosphorsäuregehalt, in % auf Trockensubstanz, in Kopfsalat und in Endivien aus dem Gefäßversuch 1959

## 4 BESPREKING VAN DE RESULTATEN

### 4.1 INVLOED VAN DE FOSFAATBEMESTING

De fosfaatbemesting blijkt een gunstige invloed op de opbrengst te hebben. Deze invloed is bij de wiskundige bewerking in alle proeven behalve in de potproef 1959 (VP 384) betrouwbaar of zeer betrouwbaar<sup>1</sup> aangetoond.

Het fosfaatgehalte in het gewas en de opnemings van fosfaat ( $P_2O_5$ -gehalte  $\times$  droog gewicht) blijken door de fosfaatbemesting vrijwel steeds betrouwbaar te zijn toegenomen.

Bij de opbrengst is vooral het verschil tussen de niet en wel met fosfaat bemeste objecten betrouwbaar. In overeenstemming hiermee is in de veldproeven de invloed van fosfaat op de opbrengst als kwadratisch effect betrouwbaar aangetoond.

De resultaten met kunstmestfosfaat in de veldproeven zijn in overeenstemming met door auteur eerder verkregen resultaten (ROORDA VAN EYSINGA, 1961). De relatieve opbrengst (gem. kroggewicht van het 0-object uitgedrukt in het hoogst bereikte gem. kroggewicht) van de proef in 1959 op zand (relatieve opbrengst 75) ligt wel lager dan mocht worden verwacht op grond van de extrapolatie van de zojuist aangehaalde gegevens (ROORDA VAN EYSINGA, 1961). Dit is echter verklaarbaar door aan te nemen dat het verband tussen relatieve opbrengst en fosfaatgehalte van de grond bij het zeer lage fosfaatiniveau van de zandgrond uit Maasbree niet meer rechtlijnig verloopt. In dit verband valt ook op te merken dat het fosfaatgehalte in het gewas op dit proefveld op zand in 1959 bijzonder laag is. Het fosfaatgehalte op het alleen met kunstmest bemeste (echter niet met fosfaat) bemeste object ligt zelfs beneden 1 %.

In de potproef 1959 met baandgrond valt de invloed van kunstmestfosfaat tegen in vergelijking met de resultaten in 1958. Dit moet worden toegeschreven aan de in 1958 toegediende bemestingen. Hierdoor is de fosfaattoestand van de grond zodanig verbeterd dat de reactie op fosfaat in 1959 gering is. Volgens de analyses is het fosfaatgehalte inderdaad aanmerkelijk gestegen (zie bijlage I).

Het stikstofgehalte in het gewas blijkt in de veldproef in 1958 onder invloed van toenemende giften kunstmestfosfaat wiskundig betrouwbaar toe te nemen. Voor calcium werd ook een wiskundig betrouwbare stijging gevonden, die verklaarbaar is doordat met de toenemende giften dubbelsuperfosfaat niet onbelangrijke hoeveelheden calcium aan de grond worden toegevoegd.

### 4.2 INVLOED VAN ORGANISCHE BEMESTING

Evenals voor de bemesting met fosfaat is de invloed van organische bemesting, zowel voor de opbrengst als voor fosfaatgehalte in het gewas en opnemings van fosfaat door het gewas, bijna steeds wiskundig betrouwbaar aangetoond. De invloed op de op-

<sup>1</sup> Wiskundig betrouwbaar is met onbetrouwbaarheidsdrempel  $P = 0,05$ ; wiskundig zeer betrouwbaar met  $P = 0,01$ ; wiskundig bijna betrouwbaar met  $P = 0,1$ .

brengst – zonder ten opzichte van met organische bemesting – was in de veldproef 1958 niet wiskundig betrouwbaar.

De vraag welke mestsoort (stalmest of afgewerkte champignonmest) de beste resultaten geeft, is niet zonder meer te beantwoorden. In de veldproef in 1958 werd de zwaarste sla bij een object met champignonmest verkregen. Gemiddeld geeft stalmest echter de beste resultaten.

Vermeld dient nog te worden dat de met champignonmest bemeste veldjes in de veldproef 1958 oppervlakkig droog waren, in tegenstelling tot de met kunstmest of stalmest bemeste. Vermoedelijk is de grote kalkrijkdom van de gebruikte champignonmest oorzaak van dit verschijnsel.

De gehalten der hoofdvoedingselementen (behalve fosfaat) in het gewas werden in de veldproef in 1958 door de verschillende mestsoorten niet wiskundig betrouwbaar beïnvloed.

FIG. 1 Invloed van toenemende giften dubbelsuperfosfaat op het gemiddelde kropgewicht van sla, bemest met kunstmest of stalmest.

Veldproef 1959 op zandgrond te Maasbree.

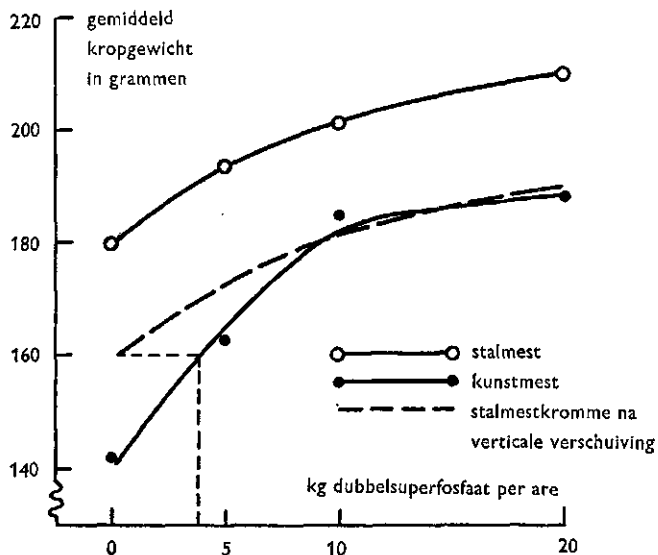


FIG. 1 Effect of increasing gifts of triphosphosphate on mean head weight of lettuce with mineral fertilization or with farmyard manure.

Experimental field 1959 on sandy soil at Maasbree.

ABB. 1 Einfluss von gesteigerten Doppelsuperphosphatgaben auf Durchschnittsgewicht von Kopfsalat, rein mineralisch oder mit Stallmist gedüngt.

Parzellenversuch 1959 auf Sandboden in Maasbree.

#### 4.3 INTERACTIE TUSSEN FOSFAATBEMESTING EN ORGANISCHE BEMESTING

Bij een belangrijk fosfaateffect van de organische mest mag men een duidelijke interactie tussen fosfaatbemesting en organische bemesting verwachten. Bij de wiskundige bewerking is deze interactie slechts in enkele gevallen betrouwbaar aangetoond. In tabel 10 is de wiskundige betrouwbaarheid van de interactie tussen fosfaatbemesting en organische bemesting met tekens aangegeven.

#### 4.4 WERKINGSCOËFFICIËNT VAN FOSFAAT IN ORGANISCHE MEST

De werkingscoëfficiënt van fosfaat in organische mest kan worden bepaald door aan te nemen dat deze mest een tweeledige werking heeft, nl. een fosfaatwerking die overeenkomt met die van kunstmestfosfaat, en een algemene, opbrengst beïnvloedende werking, die los staat van de fosfaatwerking. In dat geval kan de werkingscoëfficiënt van het fosfaat grafisch worden bepaald door de opbrengstkromme voor de mestsoorten in verticale richting zodanig te verschuiven dat de kromme in het gebied van de hoogste twee giften dubbelsuperfosfaat zoveel mogelijk samenvalt met de kromme voor kunstmest (ter verduidelijking zie fig. 1). Door het niet met kunstmestfosfaat bemeste punt van de verticaal verschoven kromme in horizontale richting te projecteren op de kromme voor kunstmest, is de werkingscoëfficiënt van de mest te bepalen.

Hetgeen hierboven is opgemerkt ten aanzien van de opbrengst, geldt ook voor fosfaatgehalte in en opnemering van fosfaat door het gewas. In tabel 10 zijn de op deze wijze verkregen werkingscoëfficiënten van fosfaat in organische mest samengevat. Hierbij is uitgegaan van de gehalten aan fosfaat oplosbaar in mineraalzuur. Het fosfaatgehalte in de gebruikte mestsoorten is ook nog volgens andere methoden bepaald (zie bijlage II). Gezien de grote variatie in werkingscoëfficiënt heeft een discussie over de beste methode van fosfaatbepaling weinig zin.

In tabel 10 valt onder meer op dat sommige werkingscoëfficiënten ver boven 100 % uit komen. Vooral de in 1958 gebruikte baandgrond geeft zeer hoge coëfficiënten. Omdat niet meer fosfaat werkzaam kan zijn dan in de mestsoort aanwezig is, moet worden aangenomen dat het vergelijkingsobject (fosfaat in dubbelsuperfosfaat) onvoldoende heeft gewerkt. Dit is verklaarbaar uit de min of meer fosfaatfixerende eigenschap van baandgrond. Uit vroeger onderzoek is bekend dat baandgrond door een ongunstige fosfaathuishouding wordt gekenmerkt (ROORDA VAN EYSINGA, 1961).

Verder komt in tabel 10 naar voren dat de werkingscoëfficiënt kleiner wordt naarmate de gift organische mest groter is. Dit verschijnsel wordt in de literatuur ook voor stikstof vermeld (DE LA LANDE CREMER, 1961).

Opvallend zijn in tabel 10 enkele negatieve werkingscoëfficiënten. Een illustratie van een negatieve werkingscoëfficiënt vormt fig. 2. Afgewerkte champignonmest blijkt vaak een negatieve werkingscoëfficiënt op te leveren, zodat de vraag opkomt of deze mest mogelijk fosfaat vastlegt. Volgens de fosfaatgehalten in het gewas van de veldproeven (tabel 2) is er geen, maar volgens de fosfaatgehalten in het gewas (tabel

TABEL 10 Overzicht van de werkingscoëfficiënten van fosfaat uit organische meststoffen ten aanzien van gemiddeld kropgewicht, fosfaatgehalte in en opneming van fosfaat door gewas. De wiskundige betrouwbaarheid voor de interactie tussen fosfaatbemesting en organische bemesting is aangegeven

gewas	bemesting in kg per are	werkingscoëfficiënten ten aanzien van		
		gemiddeld kropgewicht	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - gehalte	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> op- neming
<i>veldproef 1958 baandgrond</i>		—	(+)	—
sla	300 stalrest	50%	215%	227%
	300 champignonmest	negatief?	75%	26%
<i>potproef 1958 baandgrond</i>		+	(+)	+
sla	300 stalrest	328%	76%	177%
	1200 stalrest	120%	38%	95%
	300 champignonmest	26%	0%	45%
	1200 champignonmest	negatief?	16%	14%
<i>veldproef 1959 zandgrond</i>		—	—	—
sla	600 stalrest	53%	85%	67%
	600 champignonmest	negatief?	negatief?	negatief?
<i>potproef 1959 zandgrond</i>		—	+	+
sla	300 stalrest	133%	113%	100%
	600 stalrest	85%	120%	106%
	1200 stalrest	50%	?	?
<i>potproef 1959 baandgrond</i>		—	+	—
sla	300 stalrest	negatief?	0%	negatief?
	600 stalrest	negatief?	0%	negatief?
	1200 stalrest	negatief?	0%	negatief?
<i>potproef 1959 zandgrond</i>		—	—	—
andijvie	300 stalrest	83%	9%	48%
	600 stalrest	66%	20%	37%
	1200 stalrest	27%	8%	22%
<i>potproef 1959 baandgrond</i>		—	—	—
andijvie	300 stalrest	80%	negatief?	20%
	600 stalrest	32%	negatief?	20%
	1200 stalrest	18%	negatief?	27%

+ = betrouwbaar P < 0,05 = significant at 5% level = gesichert  
 (+) = bijna betrouwbaar P = 0,05 — 0,1 = significant at 10% level = schwach gesichert  
 — = niet betrouwbaar P > 0,1 = not significant = nicht gesichert

TABLE 10 Survey of phosphate effect of organic manures on mean head weight, on phosphate content in crop and on phosphate uptake by crop. The significance of the interaction between phosphate dressing and organic manuring is given

TABELLE 10 Zusammenstellung der Wirkungskoeffizienten für Phosphorsäure aus Mistarten in Bezug auf Durchschnittskopfgewicht, auf Phosphorsäuregehalt der Pflanze und auf Phosphorsäureaufnahme durch die Pflanze. Die Signifikanz der Wechselwirkung zwischen Phosphorsäuredüngung und organischer Düngung ist angegeben

FIG. 2 Invloed van toenemende giften dubbelsuperfosfaat op het gemiddelde kropgewicht van bemest met kunstmest of afgewerkte champignonmest. Veldproef 1958 op humeuze sliohoudende zandgrond („baandgrond”) te Venlo.

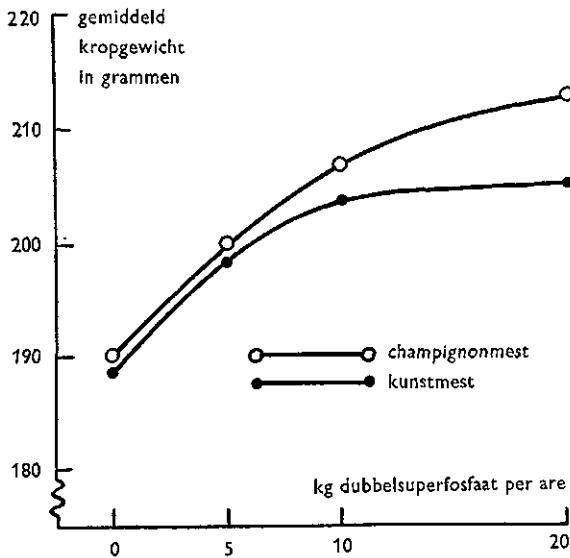


FIG. 2 Effect of increasing gifts of triplesuperphosphate on mean head weight of lettuce with mineral fertilization or with spent mushroom compost.

Experimental field 1958 on a humic, light loamy sand at Venlo.

ABB. 2 Einfluss von gesteigerten Doppelsuperphosphatgaben auf Durchschnittsgewicht von Kopfsalat rein mineralisch oder mit gebrauchtem Champignonmist gedüngt.

Parzellenversuch 1958 auf humosen leicht lehmigem Sandboden in Venlo.

7) en ook volgens de cijfers voor de opneming van fosfaat in de potproef (fig. 3) wel een aanduiding voor een verminderde opneming bij toepassing van champignonmest.

Behalve een eventuele vastlegging van fosfaat door champignonmest is het waarschijnlijk dat de aanneming in het begin van deze paragraaf, nl. dat een fosfaatwerking van mest onafhankelijk zou zijn van een algemene, opbrengst beïnvloedende werking, niet juist is en er in tegendeel wel een verband is tussen de fosfaatwerking en de algemene werking van organische mest. Zo zou men kunnen veronderstellen dat het verzoutende effect van een grote gift dubbelsuperfosfaat (ROORDA VAN EYSINGA, 1961) kleiner is wanneer naast deze gift een hoeveelheid bufferend werkende, organische mest wordt toegediend. Ook kan men veronderstellen dat een grote gift dubbelsuperfosfaat tot een beter rendement (i.c. een grotere opbrengst) zal leiden wanneer daarnaast andere voedingselementen, afkomstig uit een gift organische mest, aan de planten worden toegediend.

Zonder een uitspraak te doen omtrent een mogelijk negatieve werking van champignonmest zal de uitdrukking negatieve werkingscoëfficiënt verder worden gebruikt.

FIG. 3 Invloed van de toenemende giften afgewerkte champignonmest op de opneming van fosfaat ( $P_2O_5$ -gehalte x droog gewicht) door sla bij verschillende giften dubbelsuperfosfaat. Potproef 1958 met humeuze slibhoudende zandgrond („baandgrond”).

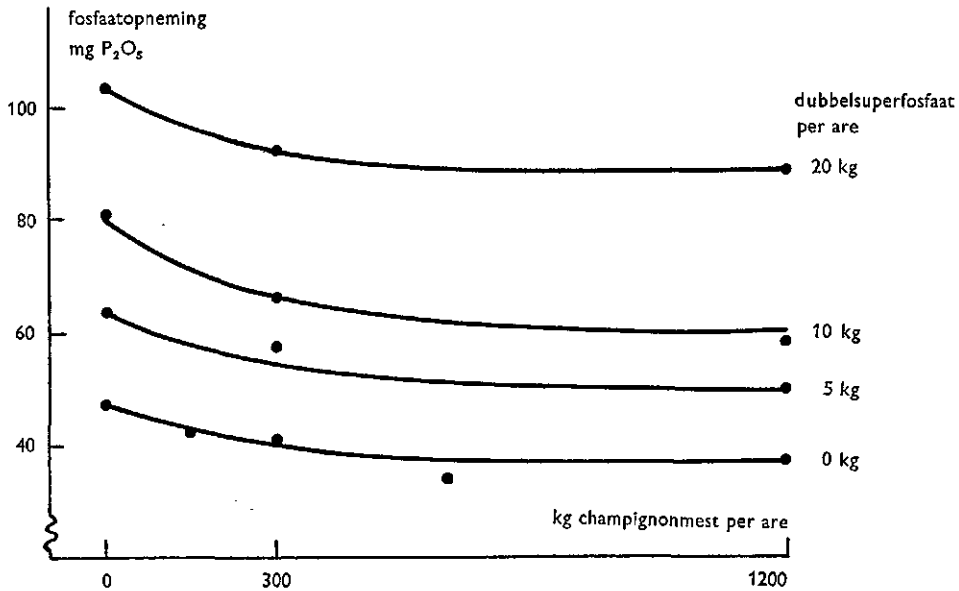


FIG. 3 Effect of increasing gifts of spent mushroom compost on phosphate uptake ( $P_2O_5$ -content x dry weight) by lettuce at different dressings of triplesuperphosphate.

Pot trial 1958 with a humic, light loamy sand.

ABB. 3 Einfluss von gesteigerten Gaben gebrauchtem Champignonmist auf die Phosphorsäureaufnahme ( $P_2O_5$ -Gehalt x Trockensubstanzgewicht) bei Kopfsalat mit verschiedenen Doppelsuperphosphatgaben.

Gefässversuch 1958 mit humosem, leicht lehmigem Sandboden.

Onder negatieve werkingscoëfficiënt wordt dan verstaan een groter rendement van kunstmestfosfaat bij gebruik van organische mest in vergelijking met dat zonder organische mest.

De fosfaatwerking van afgewerkte champignonmest is ook onder gunstige omstandigheden gering zodat het fosfaat in deze mest gemiddeld als niet werkzaam moet worden beschouwd.

De vergelijking tussen de opbrengstkromme van champignonmest met die van kunstmest, nl. een meer horizontaal verloop van de laatste in het gebied van de grote giften dubbelsuperfosfaat, geldt ook, zij het in mindere mate, voor stalmest ten opzichte van kunstmest. In sommige gevallen blijkt een deel van de kromme voor stalmest te wijzen op een positieve en een deel op een negatieve werkingscoëfficiënt (zie fig. 1). Tot 10 kg dubbelsuperfosfaat per are heeft stalmest een positieve werkingscoëfficiënt. Uit het verschil der opbrengstkrommen tussen 10 en 20 kg dubbelsuperfosfaat zou men een negatieve coëfficiënt aflezen. Ook hier vindt men dus een groter rendement voor kunstmestfosfaat wanneer stalmest wordt toegepast. Men zou de con-

clusie kunnen trekken dat de werkingscoëfficiënt van fosfaat in stalmest afhankelijk is van de naast stalmest toegediende hoeveelheid kunstmestfosfaat.

Uit vergelijking van stalmest en kunstmest, beide zonder kunstmestfosfaat, is het vooral ook door een hoger fosfaatgehalte in het gewas en door een grotere opneming van fosfaat door het gewas duidelijk dat fosfaat in stalmest een werking heeft. Wordt naast stalmest wel kunstmestfosfaat in toenemende hoeveelheden gegeven, dan wordt het fosfaateffect kleiner en is uiteindelijk te verwaarlozen.

## 5 CONCLUSIE

De fosfaatwerking van organische meststoffen is bestudeerd door in twee veld- en twee potproeven bij de teelt van kropsla onder glas (in een potproef gevolgd door andijvie) toenemende giften dubbelsuperfosfaat in combinatie met afgewerkte champignonmest of stalmest of alleen kunstmest te vergelijken.

Champignonmest vertoonde geen, een uiterst geringe, mogelijk soms een negatieve fosfaatwerking. De fosfaatwerking van stalmest is aangetoond door stalmest met kunstmest te vergelijken zonder daarbij aan een van beide kunstmestfosfaat toe te voegen. Onder deze omstandigheden is de werkingscoëfficiënt van stalmest ten aanzien van de opbrengst 50 % tot 100 %, bij grote giften lager.

Er zijn aanwijzingen verkregen dat de opbrengstkromme voor kunstmestfosfaat bij gebruik van stalmest anders verloopt dan zonder stalmest en wel in deze zin dat, evenals bij afgewerkte champignonmest, de maximale produktie wordt verhoogd door giften kunstmestfosfaat die tenminste even hoog liggen als de optimale fosfaatgift bij gebruik van kunstmest alleen. Om deze redenen is voor praktisch gebruik de werking van fosfaat in stalmest te verwaarlozen.



## SAMENVATTING

Uit twee veld- en twee potproeven met kropsla onder glas blijkt dat de fosfaatwerking van afgewerkte champignonmest vrijwel nihil is. De fosfaatwerking van stalmest is alleen duidelijk wanneer geen kunstmestfosfaat wordt gegeven. Voor het bemestingsadvies in de praktijk kan de fosfaatwerking van organische mest worden verwaarloosd.

## SUMMARY

From two fields and two pot experiments with cabbage lettuce grown in greenhouses it appears that the phosphate effect of spent mushroom compost is nearly nihil. The phosphate effect of farmyard manure is only clear if no mineral phosphate is given. For practical advice the phosphate effect of organic manures can be neglected.

## ZUSAMMENFASSUNG

Aus zwei Parzellen- und zwei Gefässversuchen bei Kopfsalat angebaut im Gewächshaus geht hervor dass die Phosphorsäuredüngewirkung von gebrauchtem Champignonmist unbedeutend ist. Die Phosphorsäuredüngewirkung von Stalldünger ist nur deutlich wenn keine mineralische Phosphorsäuredüngung gegeben wird. Für praktische Beratung kann die Phosphorsäuredüngewirkung von Mist ausser Betracht gelassen werden.

## LITERATUUR

1. HAAN, S. DE 1959 Vereffening van gegevens van een drie-factoren-proef (5 x 5 x 6) met behulp van een „vereffeningsapparaat”. *T.N.O.-Nieuws* 14, 283-286.
2. KOLENBRANDER, G. J. en L. C. N. DE LA LANDE CREMER 1961 Stalmest en gier (ter perse / on the press)
3. LANDE CREMER, L. C. N. DE LA 1961 Stikstofwerking van overjarige stalmest. *Landbouwk. Tijdschr.* 73, 366-370.
4. ROORDA VAN EYSINGA, J. P. N. L. 1961 Beoordeling van de fosfaattoestand van diluviale zandgrond voor de teelt van kropsla in het voorjaar onder glas. *Versl. Landbouwk. Onderz.* 67.6, 33 pp.

## WOORDENLIJST

afslibbaar  
 andijvie  
 (per) are  
 baandgrond (=humeus  
 slijhoudend zand)  
 bemesting  
 calciumoxyde (CaO) oplos-  
 baar in mineraalzuur  
 (gebruikte) champignonmest  
 chloor (Cl) als chloride  
 aanwezig  
 dubbelsuperfosfaat  
 droge stof  
 fosforzuur (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)  
 gemiddeld kroggewicht  
 gehalte  
 gewas  
 gloeirest (-extract)  
  
 gloeiverlies (exclusief  
 kooldioxyde en vocht)  
 (in) grammen  
 grof zand  
 grondsoort  
 jaar  
 kali  
 klaring met trichloor-  
 azijnzuur  
 koemest  
 kooldioxyde (CO<sub>2</sub>)  
 uitgedreven met zoutzuur  
 kromme  
 kunstmest  
 lactaatmethode  
 met  
 mestsoort  
 mineraalzuur  
 na verticale verschuiving  
 negatief  
 oplosbaar  
 opneming  
 organische stof  
 per pot  
 (krop)sla  
 rotte mest  
 stalrest

## GLOSSARY

fraction smaller than 16  $\mu$   
 endive  
 (an) are  
 local name for a  
 humic loamy sand  
 fertilization  
 calcium oxide (CaO) soluble  
 in mineral acid  
 (spent)mushroom compost  
 chlorine (Cl) as chloride  
  
 triplesuperphosphate  
 dry matter  
 phosphoric acid (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)  
 mean head weight  
 content  
 crop  
 residue-on-ignition  
 of a water extract  
 loss on ignition (minus  
 carbon dioxide and moisture)  
 (in) grams  
 coarse sand  
 type of soil  
 year  
 potash  
 clarification-deproteinisation-  
 with trichloro acetic acid  
 cow manure  
 carbon dioxide (CO<sub>2</sub>)  
  
 curve  
 mineral fertilizers  
 lactate methode  
 with  
 kind of manure  
 mineral acid  
 after shifting down  
 negative  
 soluble  
 uptake  
 organic matter  
 per pot  
 (cabbage)lettuce  
 rotted manure  
 farmyard manure

## GLOSSAR

kleinere Fraktion als 16  $\mu$   
 Endivien  
 (je) Ar  
 Lokalbezeichnung für einen  
 humosen lehmigen Sandboden  
 Düngung  
 Mineralsäurelösliches  
 Kalziumoxyd (CaO)  
 (gebrauchter) Champignonmist  
 Chlor (Cl)  
  
 Doppelsuperphosphat  
 Trockensubstanz  
 Phosphorsäure (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)  
 Durchschnittskopfgewicht  
 Gehalt  
 Gewächs  
 Glührest einer wässrigen  
 Bodenextraktion  
 Glühverlust (exklusiv Kohlen-  
 dioxyd und Wasser)  
 (in) Gramm  
 grober Sand  
 Bodenart  
 Jahr  
 Kali  
 Abklärung durch Trichlor-  
 essigsäure  
 Kuhmist  
 Kohlendioxyd (CO<sub>2</sub>) ausge-  
 trieben mit Salzsäure  
 Kurve  
 Mineraldünger  
 Lactatmethode  
 durch  
 Mistart  
 Mineralsäure  
 nach verticaler Verschiebung  
 negativ  
 löslich  
 Aufnahme  
 organischer Substanz  
 je Gefäß  
 Kopfsalat  
 verrotteter Mist  
 Stallmist

stikstof (N) totaal  
ten aanzien van  
tussen haakjes  
veldproef  
vocht  
volgens  
water  
werkingscoëfficiënt  
zandgrond  
zoutzuur

total nitrogen  
on referring to  
between hooks  
field experiment  
moisture  
according to  
water  
effect  
sandy soil  
hydrochloric acid

Gesamtstickstoff  
in Bezug auf  
zwischen Klammern  
Parzellenversuch  
Wasser  
nach  
Wasser  
Wirkungskoeffizient  
Sandboden  
Salzsäure

BIJLAGE I Analyse van de grondmonsters van de veld- en potproeven

	veldproef 1958 te Venlo, humeus slibhoudend zand (baandgrond)	potproef 1959 (VP 384) humeus, slib- houdend zand (baandgrond)	potproef 1959 (VP 384) zandgrond	veldproef 1959 te Maasbree, zandgrond
pH-H <sub>2</sub> O	6,4	—	—	5,8
pH-KCl	5,8	5,8	5,2	4,9
organische stof %	11,0	10,7	5,0	5,1
afslibbaar < 16 μ %	17	—	—	6
grof zand > 90 μ %	58	—	—	45
CaCO <sub>3</sub> %	0,1	—	—	0,0
K <sub>2</sub> O-HCl 0,001 %	24	46	30	16
MgO-NaCl 0,0001 %	226	207	100	60
N-water 0,001 %	4	—	—	2
gloeirest (-extract) %	0,06	—	—	0,03
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -HCl %	0,90	—	—	0,07
P-water mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,1	1,8	0,1	0,1
P-getal per 100 g	2,2	5,8	1,5	1,3
P-AL droge	72	119	45	38
P-totaal grond	320	330	130	130

APPENDIX I *Soil analysis of field and pot experiments*

ANHANG I *Bodenanalysen der Parzellen- und Gefässversuche*

BIJLAGE II Chemisch onderzoek van de mestsoorten

	mestsoort			
	1958		1959	
	rotte koemest	afgewerkte champignon- mest	rotte mest	afgewerkte champignon- mest
stikstof (N) totaal	0,40%	0,55%	0,52%	0,43%
kali (K <sub>2</sub> O) oplosbaar in water	0,20%	0,60%	0,41%	0,26%
calciumoxyde (CaO) oplosbaar in mineraalzuur	0,5%	9,2%	0,5%	1,4%
kooldioxyde (CO <sub>2</sub> ) uitgedreven met zoutzuur	0,1%	6,8%	0,1%	0,3%
vocht (140 °C)	79,8%	57,1%	79,1%	69,5%
gloeiverlies (exclusief kooldioxyde en vocht)	10,4%	14,3%	12,2%	14,0%
chloor (Cl) als chloride aanwezig	0,06%	0,14%	0,1%	0,05%
pH	8,4	7,4	7,8	7,1
fosforzuur (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) oplosbaar in mineraalzuur	0,29%	0,38%	0,50%	0,19%
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> oplosbaar in 0,1 N zoutzuur (klaring met trichloorazijnzuur)	0,23%	0,29%	0,41%	0,13%
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> volgens lactaatmethode (P-AL)	0,22%	0,17%	0,38%	0,08%
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> volgens lactaatmethode (Wiesmann & Nehring)	0,11%	0,05%	—	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> oplosbaar in water	0,06%	0,04%	0,09%	0,02%

APPENDIX II *Chemical analysis of the organic manures*

ANHANG II *Chemische Analyse der Mistarten*