

akkerbouw/tuinbouw

Fosfaatwerking van dierlijke mest

Ir. J. Prummel en dr. ir. H. A. Sissingh - Instituut voor Bodemvruchtbaarheid te Haren (Gr.)

Een belangrijk deel van het bemestingsfosfaat is in ons land afkomstig uit dierlijke mest. Deze aanvoer is belangrijk groter dan die van kunstmest. Per ha cultuurgrond wordt met kunstmest gemiddeld 41 kg P_2O_5 toegediend, terwijl met dierlijke mest op jaarbasis gemiddeld 118 kg P_2O_5 wordt geproduceerd, met voor dierlijke mest grote verschillen tussen de regio's (Landbouwcijfers 1982, gegevens over 1980 en pers. meded. T. A. van Dijk).

Het is daarom van belang de werking van dit fosfaat te kennen. Op basis van vroeger onderzoek wordt tot nu toe aangenomen dat het fosfaat in vaste mest het eerste jaar volledig ter beschikking komt van het gewas (Kolenbrander en De la Lande Cremer, 1967). De werking van het fosfaat wordt dan gelijkgesteld aan die van het in water oplosbaar superfosfaat (werkingscoëfficiënt 1.0). Deze norm wordt ook gehanteerd voor drijfmest, hoewel hierover weinig onderzoek is verricht. Er wordt wel verondersteld dat bij drijfmest de werkingscoëfficiënt lager is, omdat het fijn verdeelde fosfaat in deze vorm in de grond sterker gefixeerd zou worden dan bij mest in vaste vorm, waar het fosfaat door insluiting in deze stro-rijke mest beter tegen vastlegging zou zijn beschermd.

Dierlijke mest bevat zowel fosfaat in anorganische als in organische vorm. In verse mest kan, afhankelijk van de diersoort en de aard van de voeding, ongeveer evenveel organisch als anorganisch fosfaat aanwezig zijn (Gerritse, 1981). Met de bewaarsduur en het voortschrijden van

de mineralisatie neemt het anorganische deel toe. Het organisch fosfaat is voor microben namelijk goed toegankelijk. Na verloop van tijd is het fosfaat in dierlijke mest dan ook voor een belangrijk deel (85% en meer) in anorganische vorm omgezet (Gerritse, 1981; Vriesema en Gerritse, 1983).

Het organisch fosfaat is grotendeels in vaste vorm aanwezig; slechts een klein deel is mobiel, maar desondanks niet of weinig beschikbaar voor het gewas. Het anorganisch fosfaat is meestal slechts voor een gering deel in water opgelost (Gerritse, 1976). De rest, zeer fijn verdeeld $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$, is potentiëel oplosbaar en vertegenwoordigt in die vorm een grote nalevingscapaciteit. De werking van dit fosfaat behoeft daarom ook niet belangrijk achter te blijven bij die van kunstmest met direct in water oplosbaar fosfaat.

Teneinde meer gegevens over de werking van dierlijke mest te verkrijgen is een onderzoek uitgevoerd in een potproef op zandgrond met enkele dierlijke mestsoorten en met superfosfaat als referentie. De werking is beoordeeld aan de verhoging van

het Pw-getal (extractie met water) en van het P-AL-getal (extractie met ammonium-lactaat-azijnzuur) in de loop van een periode van 1,5 jaar na de bemesting. Tevens is bij afsluiting van de proef de reactie beoordeeld aan de opbrengst en aan de fosfaatopname door haver als proefgewas.

Uitvoering van de proef

De proef is uitgevoerd met en zonder doorspoeling van de grond met gedemineraliseerd water, in beide gevallen zonder verbouw van een gewas. In het eerste geval is de toediening van de mest in het najaar met een neerslagoverschot gedurende de winter, in het tweede geval een toediening in het voorjaar zonder een neerslagoverschot nagebootst. Als mestsoorten zijn gebruikt runderdrijfmest, varkensmest, kippemest en slachtkuikenmest. In tabel 1 zijn de analysecijfers voor drogestof, organische stof en fosfaat in de onderzochte mestsoorten gegeven. Tevens is vermeld het gedeelte van het fosfaat dat in anorganische vorm aanwezig was. De varkensmest was,

Tabel 1 Gehalte aan drogestof, organische stof en fosfaat in procenten van de mest

Mestsoort	Dr. st. %	Org. st. %	P_2O_5 %	Anorganisch fosfaat, % van totaal
Runderdrijfmest	12.5	7.9	0.234	81
Varkensmest	24.5	13.9	1.229	95
Kippemest	22.7	14.6	1.021	86
Slachtkuikenmest	62.6	50.3	2.371	74

evenals de kippemest, tamelijk vast. De slachtkuikenmest bevatte houtspaanders.

De serie met doorspoeling bestond uit plastic buizen (lengte 1 m, oppervlak 183.5 cm²), voorzien van een afvoer. In deze buizen rustte een laag van ca. 16 cm zandgrond (ca. 3 l) op een laag van 70 cm fosfaatvrij zilverzand. Het humusgehalte van de zandgrond bedroeg 3.7%, de pH was tamelijk laag (pH-KCl 4.6), de fosfaattoestand ruim voldoende (P-AL-getal 36, Pw-getal 35). Op deze buizen is in de loop van de eerste periode van 26 weken 1 of 2 maal per week water gegeven, per week gemiddeld 10.8 mm, totaal 280 mm. Het percolaat werd opgevangen in flessen. De kolom met zilverzand is aangebracht om de bovengrond op veldcapaciteit (onderdruk in het midden van de bovengrond 70 + 1/2 = 78 cm water, overeenkomende met pF 1.9) te brengen. Deze voorziening heeft niet bij alle objecten het beoogde effect gehad. Op enkele buizen (hoogste gift runderdrijfmest) stagneerde namelijk de doorstroming van het water, zodat in deze gevallen tijdelijk onder anaërobie omstandigheden is gewerkt.

Na het doorspoelen is de bovengrond uit de buizen overgebracht in plastic potten (inhoud 3.5 l, hoogte 18 cm), waarbij het vochtgehalte van de grond gedurende de verdere proefduur (1 jaar) op 65% van de watercapaciteit is gehouden. Dit werd vanaf het begin van de proef ook gedaan voor de serie potten van dezelfde afmetingen, waarvan de grond niet met water was doorgespoeld.

Beide series (buizen en potten) zijn in december 1980 bemest met dierlijke mest in hoeveelheden van 368, 736 en 1470 mg P₂O₅ per buis of pot, gemengd met de gehele grond, overeenkomende met ca. 200, 400 en 800 kg P₂O₅ per ha. Dit betekent bij de hoogste fosfaatgift een dosering bij runderdrijfmest, varkensmest, kippemest en slachtkuikenmest van resp. 335, 64, 77 en 33 ton per ha. Ter vergelijking zijn dezelfde hoeveelheden fosfaat als superfosfaat in korrelvorm toegediend, eveneens gemengd met de gehele grond. De meststoffen zijn afgewogen naar het gehalte aan totaal fosfaat. Bovendien was een niet met fosfaat bemest object aanwezig.

Van de zandgrond werden geregeld grondmonsters genomen, nl. 3, 5, 13, 26, 39, 52 en 77 weken na de bemes-

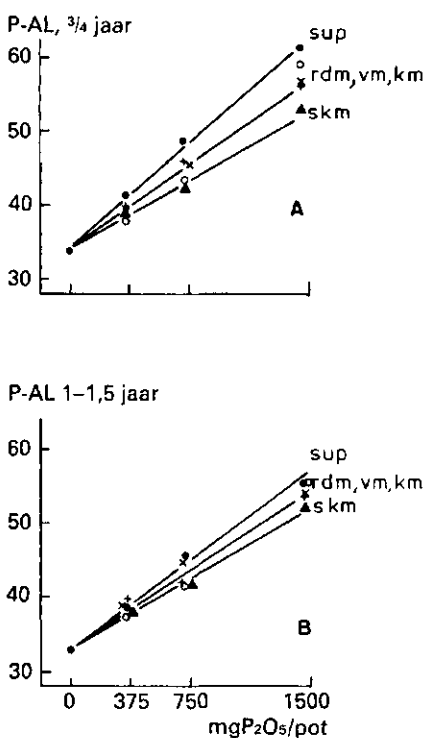


Fig. 1 Invloed van de fosfaatbemesting op het P-AL-getal van zandgrond in de loop van de eerste 3/4 jaar na de bemesting (A) en voor de daaropvolgende periode van 1 tot 1,5 jaar (B). ● = superfosfaat (sup), ○ = runderdrijfmest (rdm), + = varkensmest (vm), × = kippemest (km), ▲ = slachtkuikenmest (skm)

ting. Per bemonstering werd telkens een serie buizen en potten opgeleverd. In deze monsters zijn P-AL-getal en Pw-getal bepaald. Van elk object zijn dus bepalingen uitkomsten van zeven in de loop van de tijd genomen monsters beschikbaar. Aan het einde van de proef (na 1.5 jaar) is na de laatste bemonstering op de overgebleven potten in juni 1982 haver als proefgewas verbouwd, ras Alfred, 26 zaden per pot. Als basisbemesting is in oplossing 0.7 g N (NH₄NO₃), 0.8 g K₂O (K₂SO₄) en 1.7 g MgSO₄·7H₂O gegeven. Het gewas is in juli vroegtijdig geoogst, namelijk op het moment van in pluim komen. In het geoogste product (loof) zijn de gehalten aan drogestof en fosfaat bepaald.

Resultaten

Fosfaatgehalte van de grond

De invloed van de bemesting op het fosfaatgehalte van de grond is voor

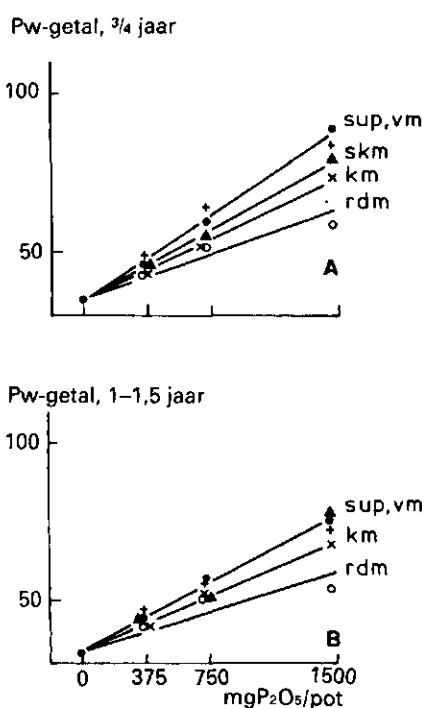


Fig. 2 Als fig. 1 voor het Pw-getal

P-AL-getal weergegeven in figuur 1 en voor Pw-getal in figuur 2, in beide gevallen voor de eerste periode van 3/4 jaar van de proef (gemiddelde van 5 bepalingen) en voor de daarop volgende periode van 1 tot 1.5 jaar (gemiddelde van 2 bepalingen). Tijdens de percolatie trad in de buizen geen uitspoeling van fosfaat van enige betekenis op. De periode van percolatie was hiervoor waarschijnlijk te kort (26 weken).

In beide perioden verhoogden de dierlijke mestsoorten het fosfaatgehalte van de grond minder sterk dan superfosfaat. Met verloop van tijd nam de werking van superfosfaat meer af dan van de dierlijke mestsoorten, waardoor de werking van laatstgenoemde relatief beter werd. Er bleef echter een achterstand ten opzichte van superfosfaat. Dit verschil in werking tussen de meststoffen werd zowel bij de objecten met, als bij die zonder doorspoeling waargenomen. De uitkomsten voor de potten en buizen worden daarom samen behandeld.

De werking van de dierlijke meststoffen in vergelijking met superfosfaat is berekend door in de figuren 1 en 2 af te lezen welke hoeveelheden van deze mestsoorten een even sterke verhoging van resp. P-AL-getal en Pw-getal hebben gegeven als superfosfaat. De verhouding tussen deze

giften geeft de relatieve werking ten opzichte van deze laatste meststof. De resultaten zijn weergegeven in tabel 2.

De werking van dierlijke mest is in vrijwel alle gevallen geringer geweest dan die van superfosfaat. Wat betreft het P-AL-getal was vooral de waarde van slachtkuikenmest laag; hetzelfde geldt voor runderdrijfmest ten aanzien van Pw-getal. De werkingscoëfficiënt bedroeg voor de 4 mestsoorten na $\frac{3}{4}$ jaar voor P-AL- en Pw-getal gemiddeld 0.77. Na 1 tot 1.5 jaar bedroeg de werkingscoëfficiënt gemiddeld 0.86 en gerekend over de gehele periode gemiddeld 0.79.

Varkensmest werkte volgens dit onderzoek ten aanzien van Pw-getal even goed als superfosfaat, evenals slachtkuikenmest na verloop van tijd. Arnold (1979) vond voor fosfaat in vaste mest gemeten aan de verhoging van het P-AL-getal eveneens een geringere werking dan in kunstmest (werkingscoëfficiënt 0.7 à 0.8). Werner (1977) komt op grond van eigen onderzoek en van anderen volgens de gewasreactie ook tot een lagere waarde voor fosfaat in drijfmest ten opzichte van kunstmest. De werking neemt in volgende jaren bij herhaalde toepassing evenwel toe (Arnold en Prins, pers. meded.).

Er zijn aanwijzingen dat de werking van de mestsoorten samenhangt met de in tabel 1 vermelde verschillen in het anorganisch gedeelte van het totaal aanwezige fosfaat. Het direct opneembaar zijn van anorganisch fosfaat maakt het aannemelijk dat een hoog gehalte aan anorganisch fosfaat samengaat met een relatief betere werking, zoals het geval was met de onderzochte varkensmest en omgekeerd een relatief laag gehalte aan anorganisch fosfaat met een minder goede werking. Dit laatste was het geval met de onderzochte runderdrijfmest en aanvankelijk

ook met de slachtkuikenmest. Een en ander vraagt evenwel een nadere bevestiging.

Opgemerkt moet worden, dat het Pw-getal in de buizen gedurende de percolatieperiode bij alle objecten hoger was dan in de potten zonder percolatie. Dit deed zich vooral in de periode van 5 tot 39 weken na de toediening van de mest. Het Pw-getal was met doorspoeling in het begin van deze periode gemiddeld 7, en later gemiddeld 10 eenheden hoger dan zonder doorspoeling. Daarvoor en daarna was de stijging geringer. Dit verschijnsel, dat zich niet voordeed bij het P-AL-getal, moet waarschijnlijk worden toegeschreven aan een lagere elektrolytconcentratie bij doorspoeling. Het evenwicht tussen het fosfaat in de oplossing en uitwisselbaar fosfaat aan de vaste fase wordt bij extractie met water gemakkelijk beïnvloed door de aanwezigheid van neutrale elektrolyten. Bij het lager worden van de elektrolytconcentratie gaat meer fosfaat over naar de oplossing.

Behalve een hoger Pw-getal had de grond in de buizen met dierlijke mest tijdens de percolatie een hogere pH-KCl dan zonder percolatie. Dit bijkomende effect deed zich in het bijzonder voor bij bemesting met runderdrijfmest en met kippemest (pH-stijging in beide gevallen bij de hoogste gift bijna 0.9 eenheden). Hoewel hiernaar geen onderzoek is ingesteld, zou deze pH-verhoging een gevolg geweest kunnen zijn van de vorming van ammoniak bij de ontleding van eiwitten uit de mest onder tijdelijk anaërobe omstandigheden. Dit laatste is reeds gememoreerd in de beschrijving van de uitvoering van het onderzoek. Nadat de grond uit de buizen in potten was overgebracht en de watercapaciteit op 65% was ingesteld, verdween dit effect, waarschijnlijk als gevolg van nitrificatie.

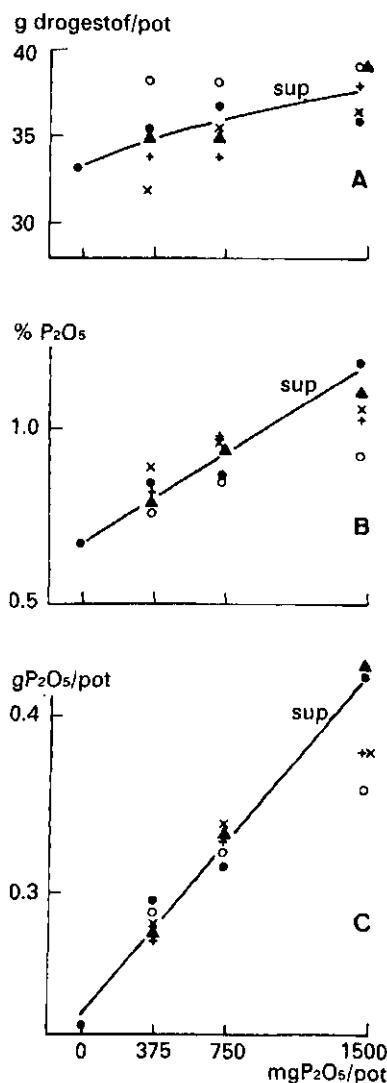


Fig. 3 Invloed van de fosfaatbemesting op de drogestofopbrengst (A), het fosfaatgehalte (B) en fosfaatopname (C) van haverloof. ● = superfosfaat, ○ = runderdrijfmest, + = varkensmest, x = kippemest, ▲ = slachtkuikenmest

Opbrengst en fosfaatgehalte van haver

In de potten zonder doorspoeling werd de kieming en de ontwikkeling van het gewas bij de objecten met dierlijke mest, vooral bij hoge dosering, ernstig vertraagd, waardoor onregelmatige uitkomsten werden verkregen. De resultaten van deze serie moesten daarom buiten beschouwing worden gelaten.

In de serie met doorspoeling reageerde het gewas in opbrengst, fosfaatgehalte en fosfaatopname duidelijk op de toegediende bemesting (figuur 3). In opbrengst waren er 1,5 jaar na de toediening geen duidelijke

Tabel 2 Werkingscoëfficiënt voor fosfaat van dierlijke mest ten opzichte van superfosfaat

Mestsoort	Beoordeling volgens P-AL-getal		Beoordeling volgens Pw-getal	
	$\frac{3}{4}$ jaar	1 tot 1.5 jaar	$\frac{3}{4}$ jaar	1 tot 1.5 jaar
Runderdrijfmest	0.8	0.9	0.55	0.6
Varkensmest	0.8	0.9	1.0	1.0
Kippemest	0.8	0.9	0.7	0.8
Slachtkuikenmest	0.65	0.8	0.825	1.0

verschillen door fosfaatbemesting tussen de mestsoorten. De hogere opbrengsten met runderdrijfmest zijn mogelijk toe te schrijven aan andere oorzaken. De fosfaatgehalten waren bij de eerste en tweede fosfaatgift voor dierlijke mest ook praktisch even hoog als voor superfosfaat, uitgezonderd runderdrijfmest met een lager gehalte. Dit laatste was ook het geval bij de hoogste fosfaatgift, waar het gehalte in de volgorde superfosfaat, slachtkuikenmest, kipmest, varkensmest en runderdrijfmest afnam. Het gewas reageerde ten aanzien van de fosfaatopname op vrijwel overeenkomstige wijze.

Zoals wij hebben gezien (tabel 2) blijft de werking van de dierlijke mestsoorten, beoordeeld naar de stijging van het P-AL-getal en het Pw-getal 1,5 jaar na de toediening, meestal weinig achter bij superfosfaat, uitgezonderd runderdrijfmest ten aanzien van het Pw-getal. In overeenstemming hiermee werken de meststoffen volgens de reactie van het daarna verbouwde gewas dan ook vrijwel even goed als superfosfaat. Een uitzondering vormt ook in dit geval runderdrijfmest, waarvoor het fosfaatgehalte enigszins achterblijft. Drijfmest met een tamelijk hoog gedeelte van het fosfaat in organische vorm lijkt volgens dit onderzoek dan ook minder goed te werken dan een in water oplosbare fosfaatmeststof.

Samenvatting en conclusie

Met behulp van een potproef is gedurende een periode van 1,5 jaar op zandgrond een onderzoek ingesteld naar de fosfaatwerking van enkele dierlijke mestsoorten in vergelijking met superfosfaat. Volgens de stijging van het P-AL-getal en het Pw-getal op onbegroeide grond blijkt de werking van runderdrijfmest, varkensmest, kippemest en slachtkuikenmest in meer of mindere mate

achter te blijven bij die van superfosfaat. De werkingscoëfficiënt van deze mestsoorten bedroeg in het begin gemiddeld 0,77, later 0,86. De verschillen in werking tussen de mestsoorten hangen mogelijk samen met verschillen in gehalte aan anorganisch fosfaat. Naarmate dit deel van het totaal fosfaat hoger is, lijkt de werking gemiddeld beter. Beoordeeld aan de reactie van het gewas (fosfaatgehalte van haver) werken varkensmest, kippemest en slachtkuikenmest 1,5 jaar na de toediening vrijwel even goed als superfosfaat, runderdrijfmest met een hoog gedeelte van het fosfaat in organische vorm daarentegen iets minder.

Literatuur

- Arnold, G. H., 1979. Proeven over de fosfaatwerking van stalmest op grasland. De Buffer 24, 89-98.
- Gerritse, R. G., 1976. Phosphate compounds in pig slurry and their retention in the soil. Semin. Landspreading Manures, Modena, Italy, pap. conf. 1: 13-21.
- Gerritse, R. G., 1981. Ophoping en uitspoeling van fosfaat uit organische mest en kunstmest in de bodem. Bedrijfsontwikkeling 12, 973-976.
- Kolenbrander, G. J. en L. C. N. de la Lande Cremer, 1967. Stalmest en gier. Veenman, Wageningen, 188 pp.
- Vriesema, R. en R. G. Gerritse, 1983. Gehalten aan anorganisch en organisch fosfaat in drijfmesten. Bedrijfsontwikkeling 14, 49-50.
- Werner, W., 1977. Wirksamkeit von P in tierischen Ausscheidungen. Landw. Versuchssta-

tion der Kali-Chemie, Mitteilung 134, 11 pp.

Naschrift van het Consulentenschap in Algemene Dienst voor bodemaangelegenheden in de landbouw

Uitgaande van de in het voorgaande artikel door Prummel en Sissingh beschreven onderzoekresultaten, zal in het vervolg onderscheid moeten worden gemaakt tussen de fosfaatwerking van dierlijke mest kort na aanwending en de werking op langere termijn.

Onder fosfaatwerking kort na aanwending wordt verstaan de werking in het eerste groeiseizoen na aanwending. Hiervoor kunnen het beste de door Prummel en Sissingh in tabel 2 onder beoordeling na $\frac{3}{4}$ jaar genoemde werkingsfactoren (afgerond) t.o.v. superfosfaat worden aangehouden.

	Grasland	Bouwland
Runderdrijfmest	0,8	0,6
Varkensmest	0,8	1,0
Kippemest	0,8	0,7
Slachthuiskuikenmest	0,8	0,8

De fosfaatwerking op langere termijn in verband met de fosfaattoestand van de grond is vooral voor kippemest en slachtkuikenmest beter dan de werking in het eerste jaar na aanwending.

Op grasland zal op den duur de werking van alle soorten dierlijke organische mest vrijwel gelijk zijn aan die van superfosfaat.

Op bouwland blijft de fosfaatwerking van runderdrijfmest echter ook dan duidelijk slechter en kan met een werkingsfactor van 0,6 worden gerekend en voor kippemest met een werkingsfactor van 0,8. Varkensmest en slachtkuikenmest hebben op langere termijn dezelfde fosfaatwerking als superfosfaat.