

SINKBENUTTING DEUR MIELIES UIT VERSKILLENDE GRONDE*

(With summary in English)

A D P BOTHA, P E LE R VAN NIEKERK, R E PREHN, W J WILKINS & J F RANWELL Fedmis (Edms) Bpk

Uittreksel

Die benutting van sink-sulfied, sink-sulfaat en sink-chelaat, elk teen vier peile 0, 2, 8 en 32 kg Zn per hektaar is in drie grondsoorte met mielies ondersoek.** Sink-sulfied was in aldre gronde 'n ondoeltreffende bron van sink. In die gevalle waar sink-sulfaat en sink-chelaat toegedien is, het die mielies uit aldre gronde by die hoër sinkpeile meer sink opgeneem.

Twee veldproewe, die een op 'n alkaliese en die ander op 'n suurgrond, is uitgevoer om die effek van sink-sulfaat teen ses toedieningspeile op die opbrengs van mielies te ondersoek. Onder die alkaliese grondtoestande het 4 en 20 kg Zn per hektaar die opbrengs betekenisvol laat toeneem.*** Op die suurgrond het hoër sinktoedienings die mielie-opbrengs verlaag.

Inleiding

Die vergeling van mielies het gedurende die vroeë vyftiger jare groot kommer gewek. Gedurende 1955/56 is dit eers vasgestel dat sinktekorte die oorsaak van hierdie vergeling in Suid-Afrika was.

Baie navorsing oor hierdie onderwerp is dwarsoor die wêreld gedoen. Die effek van verskillende faktore op die beskikbaarheid van sink is deur Bauer & Lindsay (1965) ondersoek en hulle het vasgestel dat grond wat 'n tyd lank aan lae temperature blootgestel was die groei van mielies as gevolg van 'n sinktekort beperk.

Ander navorsers het weer bevestig dat hoë fosfor die voorkoms van sinktekorte vererger. So het Warnock (1970) gevind dat fosfortoedienings die sinkinhoud van die plante verlaag maar nie die opname nie. Hy vind dat sinkgebrekige plante groot hoeveelhede yster akkumuleer en dat dit laasgenoemde is wat blykbaar die fisiologiese prosesse in 'n sinkgebrekige plant abnormaliseer. Daar is ook navorsers wat meen dat 'n interreaksie tussen fosfor en sink aanleiding gee tot sinktekorte. In hierdie verband het Keefer & Singh (1968) vasgestel dat P en Zn nie in die grond en ook nie in die plant presipiteer nie. Hulle maak die afleiding dat 'n toename van fosfor in die grond die fisiologiese vermoë van die plant om sink te absorbeer verander, maar hulle kon nie met sekerheid vasstel of die permeabiliteit van die selwand verander en of dit met ander faktore geassosieer moet word nie. Dit is gevind deur Boehle & Lindsay (1969) dat sink saam met kunsmis breedwerpig gestrooi en

ingeploug of met die kunsmis gebandplaas kan word om hierdie vergeling te voorkom.

In d'e handel is verskillende verbindings onder die naam sinkbemestingstof 22% Zn aangebied. Gedurende 1970 het kunsmisnywerheid 15 000 ton sinkbemestingstof teen 'n waarde van R1 miljoen verkoop. Die gevaar bestaan dat sinkverbindinge wat oneffektief is aan boere aangebied kon word. So was sink-sulfied (ZnS) beskikbaar om gebruik te word maar ons het bedenkinge daarteen gehad.

Omdat Steyn, Rossouw & van Zyl (1964, 1965) bevestig het dat sink-sulfaat 'n effektiewe bron van sink is het ons 'n vergelykende potproef-studie onderneem om die doeltreffendheid van sink-sulfaat te vergelyk met sink-sulfied en sink-chelaat wat vermoedelik beter resultate sou lewer. 'n Chelaat waarvan Polgar (1965 en 1968) die patenthouer is, is ingesluit in hierdie studie. Drie bronne van sink is op drie gronde in 'n potproef uitgetoets.

Omdat boere jaar na jaar, reeds vir vyftien jaar al, sink aan hulle mielielande toedien, was gevrees dat toksiese konsentrasies van sink in die grond bereik kan word. Die versuring van gronde soos beïnvloed deur die gebruik van groter hoeveelhede stikstof kan ook lei tot toksisiteit van sink soos bevestig deur Olson, Stukenholtz & Hooker (1965). Barnette (1936) het gevind dat sink toksies kan raak en dat landboukalktoedienings die toksisiteit oorkom. Milikan (1947) het vasgestel dat die toksisiteit van sink verminder kan word deur molibdeen toe te dien. Om vas te stel of sink wel toksies sal raak na jarelange toediening is twee veldproewe aangepak, die een op 'n alkaliese en die ander op 'n suurgrond. Die hoogste peil van sink het met een toediening net soveel sink aan die grond toegevoeg as wat met 'n normale jaarlikse toediening van 2 kg Zn per hektaar oor tien jaar toegedien sou geword het.

Prosedure

1 Potproef

'n Potproef waarin drie bronne van sink en drie gronde gebruik is, met mielies as toetsgewas is in 'n glashuis uitgevoer om die opname van sink te bepaal.

Sinkbronne

- (1) Sink-sulfied, ZnS met 52% Zn.
- (2) Sink-sulfaat, $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ met 22% Zn.
- (3) Sink-chelaat met 7% Zn.

Gronde

Die drie verkose gronde het in die verlede mielies geproduseer wat sinkgebreksimptome getoon het. 'n Sandgrond van Middelburg (Transvaal), 'n leemsand van Waterberg en 'n swart kleigrond van Rustenburg is gebruik.

Behandelings

Een-en-'n-half kilogram lugdroë grond van elke grondsoort is uitgeweeg in ses-en-dertig asbessement potjies wat vooraf met bitumenverf geverf is. In totaal is eenhonderd-

*Referaat voorgedra by die Vierde Kongres Suid-Afrikaanse Bodemkundige Vereniging — 28 September 1971.

**Werklike peile van potproewe 4 lb/morg = 2,1 kg/ha
16 lb/morg = 8,5 kg/ha
64 lb/morg = 33,9 kg/ha

***Werklike peile van veldproewe 1 lb/morg = 0,5 kg/ha
2 lb/morg = 1,1 kg/ha
4 lb/morg = 2,1 kg/ha
8 lb/morg = 4,2 kg/ha
40 lb/morg = 21,2 kg/ha

en-agt genommerde potjies gebruik. Die twee sanderige gronde het die ekwivalent van een ton per hektaar dolomitiese kalk ontvang. Alle gronde het daarna uitgeweege hoeveelhede van die kunsmengsel 2:3:4 (21) S teen die ekwivalent van 3/4 ton per hektaar op 'n massabasis ontvang. Die drie sinkbronne is toegedien teen die ekwivalent van 0, 2, 8 en 32 kg Zn per hektaar en deeglik met die grond vermeng. Elke behandeling is drie keer herhaal. Vir die benutting van die grond is gedeïoniseerde water gebruik. Die loogwater is vir elke potjie afsonderlik opgevang en gehersirkuleer. Die meliecultivar PPK x 64r is op 3 Junie, 1968 teen drie pitte per potjie geplant. 'n Koppbemesting ekwivalent aan 100 kg ammoniumsulfaat is drie weke na opkoms toegedien gevolg deur 'n verdere 100 kg ammoniumsulfaat en 100 kg kaliumchloried ses weke na opkoms.

Na drie maande is die plante op 3 September 1968 bokant d'e grond afgesny, in 'n geventileerde oond by 60°C gedroog, geweeg en met alle voorsorg gemaal en in glassies toegeprop.

Sinkbepaling

Die gemaalde plantmateriaal is noukeurig uitgeweeg, veras, in oplossing gebring en na 'n gerieflike volume verdun. Die sink is daarna met behulp van die atoomabsorptietegniek bepaal. Vanaf die massa en die sinkinhoud van die plantmateriaal is die hoeveelheid sink wat per potjie in die bogronde materiaal opgeneem is, bereken.

II Veldproewe

Twee veldproewe is uitgevoer, die een te Bothaville op 'n alkaliese fynsandgrond en d'e ander een op 'n suur leemsandgrond in die Waterberg-distrik.

Alle persele is geplant met 200 kg per hektaar van 2:3:2 (22) waarby sinksulfaat teen die ekwivalent van 0, 0,5, 1, 2, 4 en 20 kg Zn per 200 kg kunsmis gemeng is. Gedurende die 1969/70 seisoen is die hoogste sinkpeil te Waterberg weggelaat. Te Bothaville is die proef op dieselfde persele herhaal terwyl dit in Waterberg elke seisoen op 'n nuwe stuk land uitgelê is. 'n Koppbemesting van 13 kg N is ongeveer ses weke na planting te Waterberg toegedien.

Die persele is afsonderlik geoes, die koppe geweeg, 'n dorspersentasie bepaal en die graan per perseel bereken.

Proefbesonderhede	Bothaville		Waterberg	
	1969/70	1970/71	1969/70	1970/71
Plantdatum	10.11.69	4.11.70	20.11.69	12.11.70
Koppbemesting	—	—	12. 1.70	6. 1.71
Oesdatum	26. 5.70	2. 6.71	17. 6.70	10. 5.71
Cultivar	DS 19	DS 63	PPK64r	PPK64r
Rywydte	2m	2m	2m x 1m	2m
Netto perseelgrootte	4,6mx12,3m	4,6mx12,4m	6,4mx36,6m	4,6mx16,9m
Herhalings	4	4	4	4

Resultate en besprekings

Potproef

Die ontledingresultate wat die verskille tussen die gronde aantoon, word in Table 1 aangegee.

TABEL 1 Ontledingresultate van die potproefgronde

Herkomst	Ontleding					
	P	K	Ca	Mg	pH (KCl)	Tekstuur
	dpm	dpm	dpm	dpm	—	—
Middelburg	7,5	130	340	220	4,7	S
Warmbad	15	40	240	110	5,3	LS
Rustenburg	10	60	4 500	2 500	5,6	SKI

Die konsentrasie van sink in die plantmateriaal varieer van 17 dpm Zn tot 188 dpm Zn. Die gemiddelde sinkopname per potjie word in Tabel 2 aangegee.

(a) Sinkpeile

Dit blyk dat sink teen 32 kg per hektaar in die algemeen die sinkopname betekenisvol verhoog. Op die leemsand van Warmbad het 2 kg Zn per hektaar amper die opname van sink betekenisvol verhoog terwyl dit by 8 kg Zn wel betekenisvol was.

(b) Sinkbronne

In die geval van die twee sandgronde was die opname van sink uit die drie bronne as volg: sinksulfaat < sinksulfaat < sinkchelaat.

Die sinkopname uit die swart kleigrond is:
sinksulfaat < sinksulfaat ≈ sinkchelaat.

(c) Afsonderlike effek van sinkbronne teen verskillende peile

(i) Die sinkopname as gevolg van die *sinksulfaat* het in al drie gronde, ongeag die toedieningspeil, nie betekenisvol van die kontroles verskil nie.

(ii) In die gevalle waar *sinksulfaat* toegedien is, is gevind dat die sinkopname uit die sand van Middelburg slegs by die 32 kg Zn per hektaar peil betekenisvol hoër is as die kontrole. By die leemsand van Warmbad het selfs die 2 kg Zn per hektaar reeds die opname betekenisvol bo die kontrole verhoog en die resultaat vir al die onderskeie peile is as volg: 0 < 2 kg Zn ≈ 8 kg Zn < 32 kg Zn. In die swart kleigrond van Rustenburg het die sinksulfaat nie die opname betekenisvol verhoog nie.

(iii) Wanneer *sinkchelaat* toegedien is, blyk dit dat die 32 kg Zn per hektaar peil in al drie gronde die sinkopname betekenisvol verhoog het. Teen 8 kg Zn per hektaar is die sinkopname in die geval van die leemsand van Warmbad ook betekenisvol verhoog.

(d) Samevatting

In die geheel blyk dit dat *sinksulfaat*toedienings nie die sinkopname deur mielies verhoog n'e en daarom kan dit nie as bron van sink aanbeveel word nie.

Sinkchelaat het 'n effens duideliker invloed op die sinkopname uit die swart kleigrond getoon omdat dit moontlik n'e deur die klei geadsorbeer is nie. Daar is egter geen oortuigende bewys gevind dat sinkchelaat by mielieverbouing by voorkeur bo *sinksulfaat* gekies moet word nie.

TABEL 2 Gemiddelde hoeveelheid sink opgeneem per potjie volgens grondsoort, sinkbron en peil van toediening

Grondsoort	Behandeling kg Zn/ha	Sinkbronne			
		ZnS	ZnSO ₄ ·7H ₂ O	Zn Chelaat	Gemiddeld
Sandgrond van Middelburg		mg Zn	mg Zn	mg Zn	mg Zn
	0	0,370	0,402	0,379	0,384
	2	0,280	0,496	0,289	0,355
	8	0,251	0,641	0,673	0,522
	32	0,442	0,986	1,547	0,992
	Gemiddeld	0,336	0,631	0,722	—
Standaardfout = ± 0,199; KV = 61,3% KBV (p = 0,05) = 0,578 binne tabel, 0,091 Zn bronne, 0,334 peile					
Leemsand van Warmbad	0	0,312	0,186	0,250	0,249
	2	0,354	0,437	0,290	0,361
	8	0,347	0,442	0,550	0,446
	32	0,283	0,717	1,346	0,782
	Gemiddeld	0,324	0,446	0,609	—
	Standaardfout = ± 0,076; KV = 28,7% KBV (p = 0,05) = 0,218 binne tabel, 0,110 Zn bronne, 0,128 peile				
Swart kleigrond van Rustenburg	0	0,193	0,273	0,202	0,223
	2	0,160	0,292	0,304	0,252
	8	0,170	0,358	0,322	0,283
	32	0,292	0,404	0,651	0,449
	Gemiddeld	0,204	0,332	0,370	—
	Standaardfout = ± 0,52; KV = 29,6% KBV (p = 0,05) = 0,150 binne tabel, 0,075 Zn bronne, 0,087 peile				

Veldproewe

Die variasie in grondvrugbaarheid, volgens verteenwoordigende grondmonsters wat van elke herhaling geneem is, word in Tabel 3 aangegee.

Die mees opvallendste verskille tussen die twee gronde is die hoë fosfaatstatus en die hoë pH van die Bothaville grond.

Die opbrengsresultate wat by die twee lokaliteite behaal is, word in Tabel 4 aangegee.

TABEL 3 Grondontledingresultate

Bepalings	Herkoms	
	Bothaville	Waterberg
Organiese materiaal	0,4-0,5%	0,5-0,7%
N	0,01-0,02%	0,02-0,03%
P	66-116 dpm	5-11 dpm
K	90-130 dpm	38-68 dpm
Ca	580-720 dpm	14-56 dpm
Mg	380-620 dpm	6-22 dpm
KUV	3,0-3,6 me%	2,1-3,0 me%
pH (H ₂ O)	7,9-8,2	5,0-5,3
PH (KCl)	6,9-7,4	4,0-4,3
Tekstuur	fynsand	leemsand

TABEL 4 Mielieopbrengs in metrieke ton per hektaar vir ses peile van sink te Bothaville en Waterberg vir twee agter- eenvolgende seisoene

Sinkpeile kg Zn/ hektaar	Persentasie Zn in kunsmis	Gemiddelde opbrengs in metrieke ton per hektaar			
		Bothaville		Waterberg	
		1969/70	1970/71	1969/70	1970/71
0	0	0,33	0,41	0,83	1,38
0,5	0,25	1,07	0,86	0,83	1,70
1	0,50	0,99	0,82	0,84	1,58
2	1,00	1,26	1,13	0,73	1,50
4	2,00	1,51	1,87	0,59	1,33
20	10,00	2,77	3,41	—	0,94
KV		23,7%	27,1%	21,3%	13,7%
Standaardfout sak/ morg		+ 0,15	+0,19	+0,08	+0,10
KBV (p = 0,05)		0,47	0,88	0,25	0,44

Alkaliëse grond te Bothaville

Die verskille was gedurende die eerste seisoen baie opvallend. Alle behandelings het beter opbrengste gelewer as die kontrole terwyl die 20 kg Zn per hektaar behandeling baie beter presteer het as die ander peile.

Gedurende die tweede seisoen het slegs die 4 en 20 kg Zn per hektaar toediening die opbrengs betekenisvol bo die kontrole en lae sinkpeile verhoog.

Dit lyk asof die sink by hierdie hoë pH-waardes in die grond vir die mielieplante ontoeganklik word.

Suurgrond te Waterberg

Gedurende die 1969/70 seisoen was die plantestand as gevolg van oorstromings swak en die verskille gevolglik nie betekenisvol nie.

In 1970/71 het die opbrengs vanaf die kontrole na die 0,5 kg Zn per hektaar peil toegeneem, alhoewel die toename nie statisties betekenisvol was nie. Met die verdere vermeerdering in sink, het die opbrengs begin daal tot by die 20 kg Zn per hektaar peil, waar die opbrengs betekenisvol benadeel is.

Dit wil voorkom asof die sink in die suurgrond moontlik oplosbaar bly en toksiese konsentrasies by die hoër peile bereik. Hierdie bevinding ondersteun Olson et al (1965) se resultate waarin hy die verswakte opbrengs verklaar deur 'n wanbalans en selfs toksisiteit van sink in suurgronde.

Gevolgtrekkings

Met die potproef is vasgestel dat beide sink-sulfaat en sink-chelaat ewe goeie sinkbronne vir mielies is en dat daar geen rede bestaan waarom sink-chelaat bo sink-sulfaat gekies moet word nie.

Sink-sulfied is deur die mielies swak benut en dit kon nie die sink suksesvol aanvul nie. Hierdie sinkverbinding behoort nie as sinkbron in gronde gebruik te word nie.

Die veldproewe het getoon dat die mielieopbrengs op 'n alkaliëse grond toeneem namate meer sink aan die grond toegevoeg word maar dat die opbrengs op 'n suurgrond benadeel kan word deur die buitengewoon hoë sinktoedienings. Boere moet dus vermaan word om nie onoordeelkundig sink op suurgronde toe te dien nie.

Erkenning

Opregte dank word betuig aan die medewerkers ten opsigte van die pot- en veldproewe naamlik mnr H G Snyman, F Keyser en J J van Zyl. Dr O B Barta word bedank vir die sink-chelaat en mnr E R Bosman vir die sink-bepalings in die plantmateriaal.

Summary

THE EFFECT OF ZINC AND ITS UTILISATION BY MAIZE IN DIFFERENT SOILS

In a pot experiment with maize, using three soil types, viz a sand, a loamy sand and a clay and four levels of zinc, viz 0, 2.8 and 32 kg Zn per hectare, the efficiency of zinc sulphide, zinc sulphate and zinc chelate as three zinc carriers was compared. At the low application rate no significant increases in zinc uptake could be indicated. On all three soils it was found that the zinc sulphide had no effect on the zinc uptake. Zinc applied in the sulphur or chelate form had on all three soil types a significant beneficial effect on the uptake of zinc at the higher application rates.

Two field trials with maize, using zinc sulphate as zinc carrier, at six application rates were carried out during two successive seasons. One trial was laid down on an alkaline soil and the other on an acid soil. Under alkaline conditions the yield increased significantly when zinc was applied. On the acid soil, on the other hand, the higher zinc applications caused a decline in the yield of maize.

Verwysings

- BARNETTE, R. M., 1936. The occurrence and behaviour of less abundant elements in soils. Florida University Agr. Expt. Sta. Ann. Rep.
- BAUER, A. & LINDSAY, W. L., 1965. The effect of soil temperature on the availability of indigenous soil zinc. Proc. Soc. Am. 29, 413-416.
- BOEHLE, J. & LINDSAY, W. L., 1969. Micronutrients — The fertilizer shoemakers. Fertilizer Solutions Magazine Jan.-Feb.
- KEEFER, R. F. & SINGH, R. N., 1968. The mechanism of P and Zn interaction in soils as revealed by corn growth and composition. Cong. Soil Sci. Trans. Vol. II 367-374.
- MILLIKAN, C. R., 1947. Effect of molybdenum on the severity of toxicity symptoms in flax, induced by an excess of either manganese, zinc, copper, nickel or cobalt in nutrient solutions. J. Australian Inst. Agr. Sci. 13, 180-186.
- OLSON, R. A., STUKENHOLTZ, D. D. & HOOKER, C. A., 1965. Phosphorus-Zinc relations in corn and sorghum production. Better crops 49. No. 1 19-24.
- POLGAR, A., 1966. Sesquestering agents. Chem. Abstracts Vol. 64, 138 08 (b).
- POLGAR, A., 1968 Sesquestering agents derived from Urea and method of manufacturing same. French Patent 1, 111, 694. 1.5.1968.
- STEYN, M. S., ROSSOUW, J. H. & VAN ZYL, J. J. C., 1964. The recovery of zinc from zinc from zinc compounds added to phosphatic fertilizers. S. Afr. J. Agric. Sci., 7, 411-416.
- STEYN, M. S., ROSSOUW, J. H. & VAN ZYL, J. J. C., 1965. Recovery of zinc from zinc compounds added to soils with different pH values. S. Afr. J. Agric. Sci., 8, 343-346.
- WARNOCK, R. E., 1970. Micronutrient uptake and mobility within corn plants (*Zea mays* L.) in relation to phosphorus-induced zinc deficiency. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 34, 765-769.