

# GRONDONTLEDING EN SINKOPNAME DEUR MIELIEPLANTE OP VERSKILLENDE GRONDTIPES

(With Summary in English)

J H GROBLER Departement Bodemkunde, Potchefstroomse Universiteit  
vir Christelike Hoër Onderwys

## Uittreksel

Die opneembaarheid van sink vir mielies in drie grondtipes naamlik swart klei, 'n rooibruin kleileem en 'n ligbruin sandgrond is deur middel van 'n potproef ondersoek. Verskillende chemiese ekstraksiemiddels is gebruik om die totale reserwe en die labiele fraksies van sink in gronde te bepaal.

Die opname van sink deur mielieplante is bepaal op onbehandelde grond en waar die ekwivalent van 13 kg sink-sulfaat en 39 kg sink-sulfaat respektiewelik toegedien is. Plantgewigte het slegs op die kleigrond toegeneem met toenemende sinktoedienings. Loof- en wortelmasse op die kleigrond was beduidend laer as op die ander gronde. Sinktoedienings het 'n verhoogde sinkgehalte vir plante op al drie grondtipes tot gevolg gehad, terwyl die totale sinkopname per pot ook toegeneem het. Die sinkopname deur die wortels het beter ooreenstemming getoon met die wat deur 0,1 N HCl as met die wat deur ditison en EDTA geëkstraheer is.

## Inleiding

Die voorsiening van 'n voedingselement deur die grond aan die plant is afhanklik van 'n kapasiteitsfaktor en 'n intensiteitsfaktor (Schuffelen en Koenigs 1962). Die kapasiteitsfaktor is die reserwe wat in ewewig met die grondoplossing is, terwyl die intensiteitsfaktor bepaal word deur die konsentrasie van die element in die grondoplossing. Die aard van die kapasiteitsfaktor naamlik of dit labiel of stabiel is sal ook 'n invloed op die intensiteitsfaktor uitoefen.

As die reserwe van sink bestaan uit geadsorbeerde sinkkatione sal 'n ewewig vinnig ingestel word as dit versteur word, deur óf opname deur plante óf byvoeging van oplosbare sinkverbindings. As die sinkkonsentrasie in die grondoplossing afhanklik is van oplosbaarheidsewewigte, kan oorsadigingstoestande voorkom afhange van die snelheid waarmee die swakoplosbare verbindings vorm.

Die beskikbaarheid van geadsorbeerde sinkkatione sal afhang van die adsorpsie-energie. Brown (1950) toon aan dat wisselende hoeveelhede sink geadsorbeer word afhange van die loon waarmee die grond versadig is. Volgens Thorne (1957) is die adsorpsie van sink op grondminerale, selfs in die kristalstruktuur, moontlik 'n rede waarom sink swak oplosbaar is en 'n lae toeganklikheid kan hê. Keefer en Singh (1968) het vasgestel dat P en Zn nie in die grond en ook nie in die plant presipiteer nie. Warnock (1970) het gevind dat fosfortoedienings die sinkinhoud van plante verlaag maar nie die opname nie.

Die meeste ekstraheermiddels wat gebruik word is swak suuroplossings soos 0,1 N HCl (Wear & Sommer, 1948; Tucker & Kurtz, 1955; Brown, et al, 1960). As 'n groot verskeidenheid gronde ingesluit word is die korrelasie swak (Nelson, et al 1959). Laasgenoemde outeurs postuleer dat die hoeveelheid sink wat vir plante beskikbaar is ook afhang van die titreerbare alkaliniteit, d w s die hoeveelheid suur wat benodig word om die grond tot by pH 5,0 te kry.

Shaw & Dean (1952) het 'n goeie verwantskap tussen ditison-ekstraheerbare sink en die voorkoms van tekortsymptome by gewasse gevind. Viro (1955) het 'n oplossing van etileen-di-ammien tetra-asynsuur (EDTA) gebruik en goeie korrelasie gevind met grondproduktiwiteit. Ravikovitch et al (1961) het ook bevredigende resultate met EDTA verkry.

Mitchell (1956) beweer dat die totale hoeveelheid sink hoofsaaklik ferromagnesiese minerale soos horingblende, augiet en biotiet aanwesig is. Hulle verweer maklik en 'n aanhoudende vrystelling van sink kan dus verwag word.

Grobler & Hugo (1969) het aangetoon dat die totale hoeveelheid sink wat in 'n aantal gronde aanwesig is sterk positief gekorreleer is met die slikinhoud van die gronde. Waar tekorte van sink deur plante ondervind word is dit nie altyd te wyte aan 'n absolute gebrek van die totale hoeveelheid wat in die grond aanwesig is nie, maar 'n gevolg van faktore wat die konsentrasie in die grondoplossing beïnvloed.

Stanton (1964) het 'n hoogs beduidende korrelasie gevind tussen die totale Zn, swaksuuroplosbare sink, ditison en EDTA ekstraheerbare sink in gronde van die Oranje Vrystaat. Al die fraksies van sink is 'n maatstaf van die kapasiteitsfaktor en enige ooreenkoms met die voorkoms van sinkgebreksimptome sal in 'n mate toevallig wees omdat die intensiteitsfaktor deur veranderlike faktore soos pH, (Powers en Pang, 1947 en Nair & Mehta, 1959) temperatuur (Bauer & Lindsay, 1965) en stikstoftoedienings (Olson, Stuckenholtz & Hooker, 1965) beheer word.

Die enigste betroubare maatstaf vir die beskikbaarheid van sink is die hoeveelheid wat deur die plant opgeneem word. Waar verskillende hoeveelhede deur die plant opgeneem word behoort dit dus 'n weerspieëling van die konsentrasie in die grondoplossing te wees.

Aangesien sinkverbindings op groot skaal as bemestingstof aangewend word om 'n sinkgebrek by mielies op te hef

is dit nodig om vas te stel of sinkverbindings op verskillende gronde toeganklik is en of die opname van sink verband hou met verskillende sink fraksies. In hierdie ondersoek is die opneembaarheid van sink in verskillende grondtipes vir mielies deur middel van 'n potproef bepaal. Chemiese ekstraksiemiddels is gebruik om 'n aanduiding te kry van die totale reserwe en die labiele fraksie wat in ewewig met die grondoplossing is.

### Proefprosedure

Drie grondtipes is vir die proef gebruik: 'n Sandgrond afkomstig van die Wesselsbronse distrik ('n individu van die Viljoenskroon-series). 'n Rooibruin kleierige leem van die Klerksdorpse distrik ('n individu van die Blinkklip-series). 'n Swart kleigrond van die Potchefstroomse distrik ('n individu van die Rensburg-series).

Genoeg van die bogrond (0–20cm) van elke grondtipe om nege swart plastiese potte (5 kg) te vul, is gedroog en die k'uite fyngemaak. Aan al die potte is gelyke hoeveelhede N, P en K toegedien deur kalksteenammoniumnitraat, superfosfaat en kaliumchloried met die droë grond te meng teen 3541 kg, 3405 kg, en 278 kg per hektaar om met die boons-te 20 cm grond vermeng te word. Konstante hoeveelhede spoorelemente Mn, Cu en Mo is toegedien deur oplossings van mangaansulfaat, kopersulfaat en ammoniummolibdaat aan elke pot toe te dien ekwivalent aan 22 kg, 13 kg en 227 gram onderskeidelik per hektaar (vir 20 cm bogrond).

Drie peile van sinktoedienings ekwivalent aan 0 (Zn<sub>0</sub>), 13 (Zn<sub>1</sub>) en 39 (Zn<sub>2</sub>) kg sinksulfaat per hektaar is aan drie herhalings van elke grondtipe deur middel van 'n sinksulfaatoplossing toegedien.

Onbeskadigde sade van die mieliekultivar PPxK64R is uitgesoek vir uniforme grootte. Vier pitte is 5 cm diep in elke pot geplant. Die potte is met gedeioniseerde water, wat bereken is om ekwivalent te wees aan 60% van veldkapasiteit, benat. Die potte is daarna daagliks nat gegooi om vir vogverliese te vergoed.

Vier dae nadat die plantjies opgekom het is hulle uitgedun tot twee per pot. Na sewe weke is die plante afgesny, gewas en gedroog. Die wortels is afsonderlik gewas en gedroog. Die nat- en droëmassas van die bogrondse dele en die wortels is bepaal. Grondmonsters is van elke pot vir ontledingsdoeleindes geneem.

Die plantmateriaal is na droging in 'n meule met vlekvrystaallemme gemaal. Vyf gram plantmateriaal is nat veras, behalwe in die geval van die wortels waar al die materiaal geneem is. Grondmonsters is ontleed vir totale sink. Die sinkinhoud is bepaal deur 10 g van die lugdroë grond met 50 ml gekonsentreerde HCl te kook vir 4 uur. Die labiele fraksie van sink is bepaal volgens die 0,1 N HCl ekstraksiemethode van Wear & Sommer (1948). 5 g lugdroë grond is met 50 ml 0,1 N HCl geskud vir 15 minute. Die ekstraksie met ditisoos is gedoen volgens Shaw & Dean (1952), waar 2,5 g grond met 25 ml 1 N NH<sub>4</sub>OAc en 25 ml ditisoos – CCl<sub>4</sub> reagens geskud word vir 15 minute.

Die EDTA-ekstraheerbare sink is volgens die metode van Viro (1955) gedoen deur 5 g grond met 50 ml 0,2 persent Na – EDTA opgelos in 1 N NH<sub>4</sub>OAc by pH 7, te skud vir 15 minute.

Die sink in die ekstrakte is met 'n Hilger-Watts atoomabsorpsiemeter bepaal.

Die pH van die grond is gemeet mbv 'n glaselektrode in 1:2,5 grond: water suspensie.

Die kationadsorpsievermoë (KAV) is met neutrale 1N ammoniumasetaat bepaal.

### Resultate

Die samestelling van die gronde wat in die ondersoek gebruik is en die sinkgehalte daarvan ná sinkbehandeling en ekstrahering volgens verskillende metodes, word in Tabel 1 gegee tesame met sinkopname deur die plante.

Die sterksuuroplosbare sink van die gronde neem toe met die KAV van die gronde. Dit stem ooreen met die resultate van Grobler & Hugo (1969) dat die sinkinhoud sterk positief gekorreleer is met die slik plus klei-inhoud van gronde. Geen van die labiele fraksies toon egter enige ooreenstemming met die sterksuuroplosbare sink nie. Dit is opvallend dat die kleigrond wat die meeste totale sink bevat die minste labiele sink het, afgesien van welke ekstraksie proses gevolg is. Dit is bevestig deur die feit dat die mielieplante op die swart kleigrond ernstige sinkgebrek-simptome vertoon het in teenstelling met die plante op die ander grondtipes, wat normaal vertoon het.

Toedienings van sinksulfaat het egter op al drie grondtipes 'n invloed op die sinkgehalte van die loof en wortels en op die sinkopname gehad. Die loof- en wortelmassas op die kleigrond, wat geen sink en 13 kg sinksulfaat per hektaar ontvang het, was beduidend minder as die van die ooreenstemmende behandelings op die ander twee grondtipes. Die toediening van 13 en 39 kg sinksulfaat per hektaar het slegs op die kleigrond 'n vermeerdering van die droëmassa van die loof en die wortels tot gevolg gehad. (Kyk Tabel 2).

Die sinkgehalte van die loof op die sandgrond het egter progressief vermeerder met verhoogde sinktoedienings. Op die kleileemgrond is geen betekenisvolle invloed waargeneem nie, terwyl die sinkgehalte van die loof op die kleigrond vermeerder het vir die toediening van 13 kg sinksulfaat terwyl geen verdere toename plaasgevind het vir die 39 kg toediening nie.

Die sinkgehalte van die wortels in die sand- en kleileemgronde het progressief vermeerder met groter sinktoedienings terwyl dit in die geval van die kleigrond vir alle praktiese oorwegings konstant gebly het.

Die totale hoeveelheid sink wat deur die loof en die wortels uit die grond verwyder is, het vir al drie gronde toegeneem met toenemende sinktoedienings. Die meeste is opgeneem

TABEL 1 Sinkopname deur plante en grondsamesstelling ná sinkbehandeling

Komponent	Grondserie		
	Viljoenskroon	Blinkklip	Rensburg
pH (water)	5,9	5,4	7,9
Weerstand (Ohm)	6 300	425	140
K A V me/100 g	5,2	15,4	54,8
Sinkgehalte van grond:			
Zn – HCl (c) dpm	4,90	30,65	61,10
Zn – Ditisoon dpm	1,50	1,48	0,57
Zn – EDTA dpm	3,10	3,80	2,20
Zn – HCl (0,1 N) dpm	2,41	3,00	0,50
Sinkopname deur plant:			
Zn in loof mg/pot	0,99	0,85	0,13
Zn in wortels mg/pot	0,66	0,86	0,15
Zn totaal mg/pot	1,65	1,71	0,28

TABEL 2 Sinkinhoud, plant- en wortelmassas van mielies

Behandeling	Droëmassa g/pot		Sinkinhoud mg/kg		
	Plante	Wortels	Plante	Wortels	
Sand (Viljoenskroon)	Zn <sub>0</sub>	32,5	14,2	30,4	46,3
	Zn <sub>1</sub>	33,9	10,2	36,8	71,3
	Zn <sub>2</sub>	31,8	9,2	64,5	134,0
Kleileem (Blinkklip)	Zn <sub>0</sub>	30,2	11,7	28,0	73,9
	Zn <sub>1</sub>	30,8	9,8	33,6	81,2
	Zn <sub>2</sub>	30,0	11,2	31,2	91,5
Klei (Rensburg)	Zn <sub>0</sub>	9,1	3,3	14,3	45,6
	Zn <sub>1</sub>	22,2	6,4	19,6	45,1
	Zn <sub>2</sub>	25,9	8,7	19,7	41,3

by 39 kg per ha sinksulfaat op die sandgrond, terwyl slegs 'n kwart van hierdie hoeveelheid uit die ooreenstemmende behandeling op die kleigrond verwyder is.

Die waardes vir die beskikbare of labiele sink, soos bepaal volgens die drie verskillende metodes, was vir die kleigrond heelwat laer as vir die ander gronde. Uit Tabel 1 blyk dit dat die sinkopname deur die wortels uit onbehandelde gronde die beste verband hou met die beskikbare sink soos bepaal volgens die 0,1 N HCl-metode, terwyl die ander

ekstraheermiddels dieselfde neiging vertoon as die totale sinkopname.

### Bespreking en Gevolgtrekkings

Die kleigrond wat die grootste sinkvoorraad gehad het, was die enigste waar sinkgebreksimptome waargeneem is. Waar die ekwivalent van 39 kg sinksulfaat per hektaar toegedien is het die gebreksimptome verdwyn, en is die droëmassa van die loof en wortels van dieselfde orde as die van die ander twee gronde waar geen gebreksimptome voorgekom

het nie. Die sinkgehalte van die plante van die Zn-behandelings by die kleigrond was egter nog laer as die van die onbehandelde plante by die sand- en kleileemgronde.

Die hoeveelheid sink wat deur die loof verwyder word vanuit die onbehandelde gronde toon egter 'n geleidelike afname met toenemende KAV van die gronde. Dit dui daarop dat die sinkkonsentrasie in die grondoplossing in 'n groot mate bepaal word deur adsorpsiekragte. Dit word bevestig deur die sinkopname van die verskillende behandelings. Op die sandgrond waar die adsorpsiekapasiteit laag is en die adsorpsiekragte swak is, is dit te verwagte dat die konsentrasie sal toeneem met verhoogde toedienings van sinksulfaat. Op die kleileemgrond is die adsorpsievermoë reeds hoog en is daar 'n baie geringe toename in sinkgehalte van die loof waar sinktoedienings gemaak is. Op die kleigrond is die sinkgehalte van die loof selfs by die hoogste sinktoedienings maar 19,7 dpm teenoor 30,4 dpm van die kontrole plante op die sandgrond. Daar is 'n toename van die O Zn tot die 13 Zn behandeling op die kleigrond. Die toediening van 39 kg sinksulfaat het egter geen verdere toename in sinkgehalte van die loof tot gevolg gehad nie. Die adsorpsiekragte op die kleigrond was dus so groot dat 'n konsentrasieverhoging nie plaasgevind het nie.

Die sinkgehalte van die wortels toon ook die neiging dat die opname van toegediende sink swakker is by 'n hoër adsorpsievermoë van die grond. Die grootste toename is by die sandgrond verkry, 'n geringe toename by die kleileemgrond en geen toename by die kleigrond nie. Die verskillende reaksies van loof en wortels op toegediende sink dui daarop dat ophoping van Zn in die wortels kan plaasvind sonder 'n ooreenstemmende translokasie na die bopgrondse dele. Dit wil voorkom asof in die gevalle waar die bindingsenergie groot is, die translokasie van die wortels na die bopgrondse dele nadeling beïnvloed word.

Uit die verwagte omgekeerde verhoudings tussen konsentrasie sink in die grondoplossing en die kationadsorpsievermoë skyn dit geregverdig te wees om af te lei dat die sinkgehalte van die loof en die wortels direk eweredig is met die konsentrasie van sink in die grondoplossing.

Die feit dat die sinkinhoud van die wortels in die kleigrond konstant gebly het by verskillende sinktoedienings, maar dat die wortelmassas toegeneem het, dui daarop dat die wortels 'n minimum konsentrasie sink benodig vir groei en translokasie na die bopgrondse dele. Dit kan dus verwag word dat die hoeveelheid sink wat in die wortels geakkumuleer het, 'n weergawe van die labiele fraksie van die grondsink sal wees. Op grond hiervan moet afgelei word dat 0,1 N HCl-ekstraheerbare sink 'n beter aanduiding van labiele sink is as die ander twee ekstraksiemiddels.

Dit is egter ook duidelik dat die labiele poel se ewewig met die grondoplossing verskil in die verskillende gronde soos blyk uit die sinkgehalte van die loof wat 'n meer direkte weerspieëling van die grondoplossing se sinkkonsentrasie is.

## Summary

### SOIL ANALYSIS AND ZINC UPTAKE BY MAIZE PLANTS ON DIFFERENT SOIL TYPES

*The availability of soil zinc from three soil types for maize were investigated in a pot experiment. Each soil type received the equivalent of 0, 13 and 39 kg zinc sulphate per hectare. The reserve zinc content of the three soils was determined by extracting the soil with concentrated hydrochloric acid. The labile zinc fractions were estimated from the 0,1 N HCl, dithizone and EDTA extracts.*

*The total zinc content of the three soils used in this experiment increased with the clay content. Zinc deficiency symptoms were encountered only on the clay soil which had the highest Zn content. Addition of 39 kg zinc sulphate per hectare eliminated zinc deficiency symptoms in the clay soil and resulted in dry matter yields for both roots and foliage similar to that obtained from the other two soils. The zinc content of the roots and foliage similar to that obtained from the other two soils. The zinc content of the roots and foliage of maize plants on the clayey soil was very much lower than that of the corresponding treatments on the other two soils. The dry masses of both roots and foliage obtained from the untreated clay soil were also appreciably lower than those for the remaining two soil types.*

*The constancy of the zinc content of the maize roots in the clay soil coupled with the increase in dry mass seems to indicate a minimum concentration of zinc required for root growth and translocation to the foliage. It can therefore be expected that the quantity of zinc accumulated in the roots, will be a reflection of the labile fraction of zinc in the soil. This is in agreement with the better correlation between root Zn and 0,1 N HCl extractable zinc.*

## Verwysings

- BAUER, A. & LINDASY, W.L., 1965. The effect of soil temperature on the availability of indigenous soil zinc. Soil Sci. Soc. America. Proc. 29, 413-416.
- BOAWN, L.C., VIETS, F.G. (Jr.), CRAWFORD, C.L. & NELSON, J.L., 1960. Effect of nitrogen carrier, nitrogen rate, zinc rate and soil pH on zinc uptake by sorghum, potatoes and sugar beets. Soil Sci. 90, 329-337.
- BROWN, A.L., 1950. Zinc relationships in Aiken clay loams. Soil Sci. 69, 349-358.
- GROBLER, J.H. & HUGO, P.H.J., 1967. Suuroplosbare sink in gronde van die Hoëveldstreek. Suid-Afr. Tydskr. Landbouwet 10, 841-842.
- KEEFER, R.F. & SINGH, R.N., 1968. The mechanism of P and Zn interaction in soils as revealed by corn growth and composition. Int. Soil Sci. Soc. Congr. Trans. Vol. 11, 367-374.
- MITCHELL, R.L., 1956. Soil analyses and trace elements. The organisation and rationalisation of soil analysis. Project 156, OEEC, Paris.

- NAIR, G.G.K. & MEHTA, B.V., 1959. Status of zinc in soils of Western India. *Soil Sci.* 87, 155-159.
- NELSON, J.L., BOAWN, L.C. & VIETS, F.G. (Jr.), 1959. A method for assessing zinc status of soils using acid-extractable zinc and titratable alkalinity values. *Soil Sci.* 88, 275-283.
- OLSON, R.A., STUCKENHOLTZ, D.D. & HOOKER, C.A., 1965. Phosphorus-Zinc relations in corn and sorghum production. *Better Crops* 49, 19-24.
- POWERS, W.L. & PANG, T.S., 1947. Status of zinc in relation to Oregon soil fertility. *Soil Sci.* 64, 29-36.
- RAVIKOVITCH, S., ARGOLUN, M. & NAVROT, J., 1961. Microelements in soils of Israel. *Soil Sci.* 92, 85-89.
- SCHUFFELEN, A.C. & KOENIGS, F.F.R., 1962. Plant nutrients in soils of different genesis. *Trans. Int. Soil Conf. New Zealand*, 105-120.
- SHAW, E. & DEAN, L.A., 1952. Use of dithizone as extractant to estimate the zinc nutrient status of soils. *Soil Sci.* 73, 341-347.
- STANTON, D.A., 1964. Studies on zinc in selected Orange Free State soils. M.Sc. Thesis University, O.F.S.
- THORNE, W., 1957. Zinc deficiency and its control. *Adv. in Agron.* 9, 31-65.
- TUCKER, T.C. & KURTZ, L.T., 1955. A comparison of several chemical methods with the bio-assay procedure for extracting zinc from soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 19, 477-481.
- VIRO, P.J., 1955. Use of EDTA in soil analysis. I. *Experimental. Soil Sci.* 79, 459-466.
- 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.
- WEAR, J.L. & SOMMER, A.L., 1948. Acid extractable zinc in soils in relation to the occurrence of zinc deficiency of corn: A method of analysis. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 12, 143-144.