

KALKBEHOEFTE*

P S FOUCHÉ, Zebediela

As inleiding kan ons kalkbehoefte definieer as die hoeveelheid kalk of ander basis wat benodig word om die ongedissosieerde en gedissosieerde suur te neutraliseer na 'n voorafvasgestelde pH-waarde. Hierdie pH-waarde is normaalweg die gebied waar die gewas onder verbouing die optimum oesopbrengs sal gee en mag wissel vanaf pH 5,5 tot 6,5 afhange van die tipe suurgrond. Gewoonlik word kalkbehoefte uitgedruk as CaCO_3 ekwivalent in me/100 g of ton/ha/15 cm.

Voordat ons kyk na verskillende metodes van kalkbehoeftebepaling is dit nodig om die oorsaak van grondsuurheid na te gaan.

Faktore wat die kalkbehoefte van suurgrond beïnvloed

Graad van verwerking

'n Suurgrond ontstaan hoofsaaklik deur oormatige verwerking in die natuur. Indien kalk nie by 'n versuurde grond bygevoeg word nie sal meer en meer loging van basiese katione plaasvind terwyl hul posisies beset word deur H^+ . Soos wat die kleikompleks versadig word met H^+ raak dit onstabiel en Al^{+3} word vanaf interne struktuur vrygestel. Primêre bronne van H^+ is oksidasie van gereduseerde organiese vorme van C, N en S na CO_2 , NO_3 en SO_4 wat op hul beurt in oplossing H_2CO_3 , HNO_3 en H_2SO_4 vorm. Hoe sterker die grond verweer is hoe meer H^+ en Al^{+3} word gevorm wat die kalkbehoefte van 'n grond aansienlik verhoog.

Klei-inhoud

Hoe groter die konsentrasie klei in die grond hoe meer suurkatione (Al^{+3} , H^+ . . . ens) kan geadsorbeer word. Chemiese onstabieleit van kleikristalle as gevolg van versadiging met H^+ kan met tyd hoë kalkbehoefte tot gevolg hê as gevolg van 'n wye reeks van Al-vorme wat tussen kleilae akkumuleer. (Jackson, 1960.)

Organiese materiaalinhoud

Indien 'n grond 'n redelike hoë persentasie organiese materiaal bevat is daar meer uitruilingsgebiede beskikbaar vir suurkatione en 'n positiewe verband tussen kalkbehoefte en organiese materiaalinhoud van suurgrond word algemeen verkry. (Keeney, D R & R B Corey, 1963.) Suurkatione soos $\text{Fe}(\text{OH})_2^+$, $\text{Al}(\text{OH})_2^+$ ensovoorts word ook deur organiese materiaal gekomplekseer en meer oplosbaar gemaak wat dan hoër kalkbehoefte tot gevolg het.

Vorms van suurheid in suurgrond (Figuur 1)

Behalwe vir H^+ kom daar ook verskeie ander vorms van suurheid in suurgrond voor. Wanneer 'n sekere konsentrasie van H^+ in die grond opgebou is begin die H^+ sekere reaksies toon met die kleikristal en ingeboude Al^{+3} word stelselmatig verplaas. In die proses verlaag die konsentrasie van H^+ in die grondoplossing namate dit Al^{+3} verplaas en die pH van die grondoplossing styg effens en vrygestelde Al^{+3} begin dan hidrokxi-aluminiumione vorm soos $\text{Al}(\text{OH})_2^+$. Hierdie ione kan verder polimeriseer en op en tussenin kleimineraal adsorbeer en sodoende reaktiewiteit met basiese verhoog. (Fouché, 1974.)

Terselfdertyd neutraliseer die positiefgelaaide polimere die negatiefgelaaide oppervlaktes van klei en die kationadsorpsie kapasiteit van die suurgrond word verlaag. (De Villiers & Jackson, 1967.)

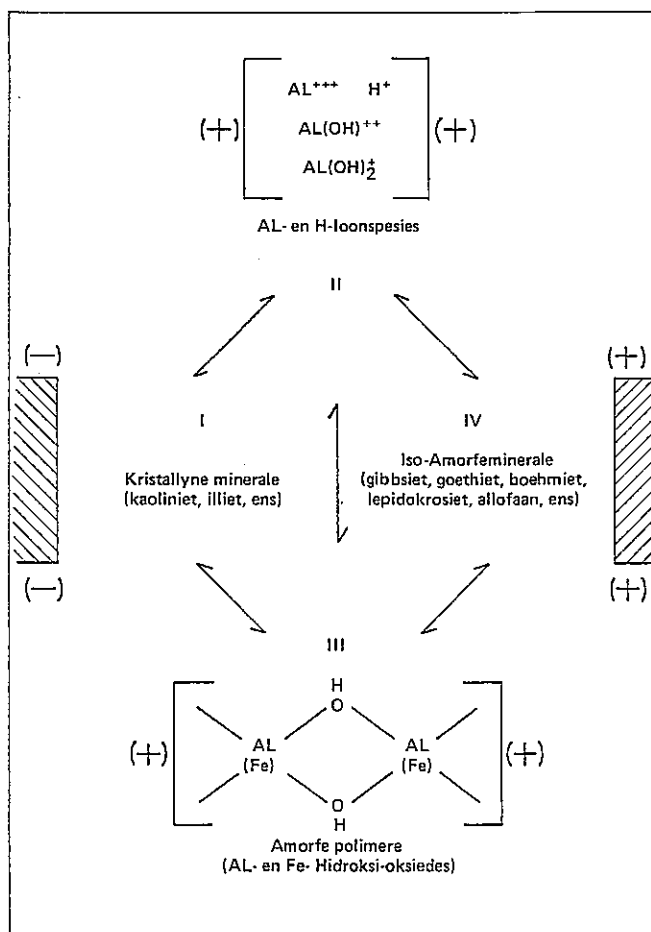


FIG 1 Voorstelling van die verskillende reaktiewe komponente in suurgrond

*Referaat gelewer tydens vergadering van MVSA Tegnieese Onderkomitee op 24 Oktober 1978.

Hidroksi-Fe speel dieselfde rol as hidroksi-Al behalwe dat hulle meer reaktief is by lae pH-waardes van 'n suurgrond. Hierdie vorms van suurheid is partymaal sterk geadsorbeer tussen lae van kleimineralen en kan dus baie stadig reageer met neutraliseermiddels. Daarom is dit dat sekere suurgronde nog maande na bekalking nog stadig geneutraliseer word. Met kalkbehoeftebepalings in die laboratorium is dit juis hierdie vorms wat moeilik reageerbaar is en probleme lewer om die ware kalkbehoefte van 'n grond vas te stel.

Volgorde van neutralisering

'n Suurgrond met 'n pH van 4,0 mag 'n klein bietjie H^+ in die grondoplossing en op die vaste fase hê. So 'n grond sal egter ook groot hoeveelhede Al^{+3} bevat en 'n klein bietjie hidroksi-Al. Inteenstelling hiermee mag 'n ander grond met pH by 4,5 baie meer hidroksi-Al-ione bevat.

Wanneer kalk met 'n suurgrond van pH₄ gemeng word is die volgorde van neutralisering soos volg: H^+ , Al^{+3} , $Al(OH)_2^+$ en ander pH afhanklike vorms van H^+ (Coleman & Thomas, 1967). As kalk nie deeglik gemeng word met die grond nie kan 'n mikrovolume van die suurgrond deur al die stappe van neutralisering gaan terwyl 'n ander grondvolume geen pH verandering ondergaan nie. Hierby is ook betrokke die graad van fynheid van die kalk.

Kalkbehoefte bepaling (Figuur 2)

Veldproewe met kalktoedienings

Die populêre metode van kalkbehoeftebepalings voor die ontwikkeling van laboratoriumtoetse was om veldproewe uit te lê met verskillende peile van kalktoedienings. Hoewel hierdie metode tydsaam is bly dit nog belangrik vir korrelasie met laboratoriumdata asook reaksie van landbougewasse in die veld.

-
- (i) Veldproewe met kalktoedienings
 - (ii) Grond – kalk inkubasie
 - (iii) Grond – basis titrasies
 $Ca(OH)_2$, NaOH, $Ba(OH)_2$, ensovoorts
 - (iv) Deur suurgrond in ewewig te bring met bufferoplossings.
 - (a) Loging en titrasie
 $BaCl_2$ –TEA (8,2) (Mehlica)
 $Ba(OAc)_2$, $Ca(OAc)_2$ (Jackson)
 - (b) Direkte pH meting in suspensie
p-nitrofenol + $Ca(OAc)_2$ (Woodruff)
p-nitrofenol + $K_2Cr_2O_4$ + $CaCl_2$ + TEA (Schoemaker, Mclean, Pratt)
 - (v) Ekstraheerbare – Al^{+3}
-

FIG 2 Metodes van kalkbehoefte bepaling

Grond – kalk inkubasie

Hierdie metode berus daarop dat inkrementale van kalk met 'n voorafgeweegde hoeveelheid grond gemeng word, gebring by veldkapasiteit en dan geïnkubeer word vir 'n sekere periode. Na meting van pH van grondmonsters word 'n grafiek opgetrek van pH teen ekwivalent kalk waaruit kalkbehoefte bereken word. Aangesien mikrobiologiese aktiwiteit onder inkubasie kondisies verhoog sal heelwat nitrifikasie van gereduseerde vorms van stikstof plaasvind wat verdere versuring tot gevolg mag hê. Hierdie suurvorming moet ook in ag geneem word by berekening van kalkbehoefte. Hierdie metode is ook tydsaam en nie geskik vir roetine-analise nie.

Grond – basis titrasies

Hierdie metode berus daarop dat die suurkatione direk titreer word met 'n basis tot by 'n sekere pH-waarde. Die nadeel hier is dat baie van die suurkatione veral H^+ beskerm word deur amorfe Al-Fe komponente en nie dadelik reageer met 'n basis nie en neutralisering is dus onvolledig. (Fouché & Fölscher, 1978.) (Figuur 4.)

Deur suurgrond in ewewig te bring met 'n bufferoplossing

Die probleem by die titrasiemetodes is, wanneer om die titrasie te voltooi asook tot watter pH getitreer moet word om voldoende neutralisasie van grond te verkry. Soos reeds verduidelik reageer sekere suurkomponente vinnig terwyl ander weer stadig met 'n basis reageer. Vir hierdie doel is verskeie buffermetodes ontwikkel om die grond by 'n konstante pH te neutraliseer.

By sekere buffermetodes (Melich, 1939) word die bufferoplossing na reaksie verwyder en dan getitreer na die oorspronklike pH-waarde. Ander metodes meet slegs die verandering in pH van 'n buffer soos dit reageer met suurkatione waaruit kalkbehoefte waardes dan bepaal word. (Schoemaker, Mclean & Pratt, 1962; Woodruff, 1948.) Die SMP-metode word vandag op grootskaal gebruik in VSA-grondlaboratoriums as 'n roetine-analysiemetode vir kalkbehoeftebepaling. Hierdie metode is veral geskik vir suurgrond wat 'n kalkbehoefte van 2 tot 4 ton per hektaar en meer besit asook pH kleiner as 5,8 organiese-materiaal minder as 10 persent en heelwat oplosbare aluminium. (Mclean *et al*, 1966.) Die Woodruff-buffer blyk meer geskik te wees vir suurgronde met 'n kalkbehoefte van minder as 2 ton per hektaar.

Uitruilbare- of ekstraheerbare aluminium

Al^{+3} word met behulp van N KCl-oplossing vanuit suurgrond geëkstraheer en met 'n basis getitreer. In so 'n ekstraksie-oplossing word beide Al^{+3} en H^+ getitreer en die kalkbehoefte word dan volgens hierdie waarde bereken. (Reeve & Sumner, 1970.) Hierdie metode is dieselfde as die suurbasis titrasiemetodes en slegs 'n gedeelte van die totale suurheid in 'n suurgrond word gemeet.

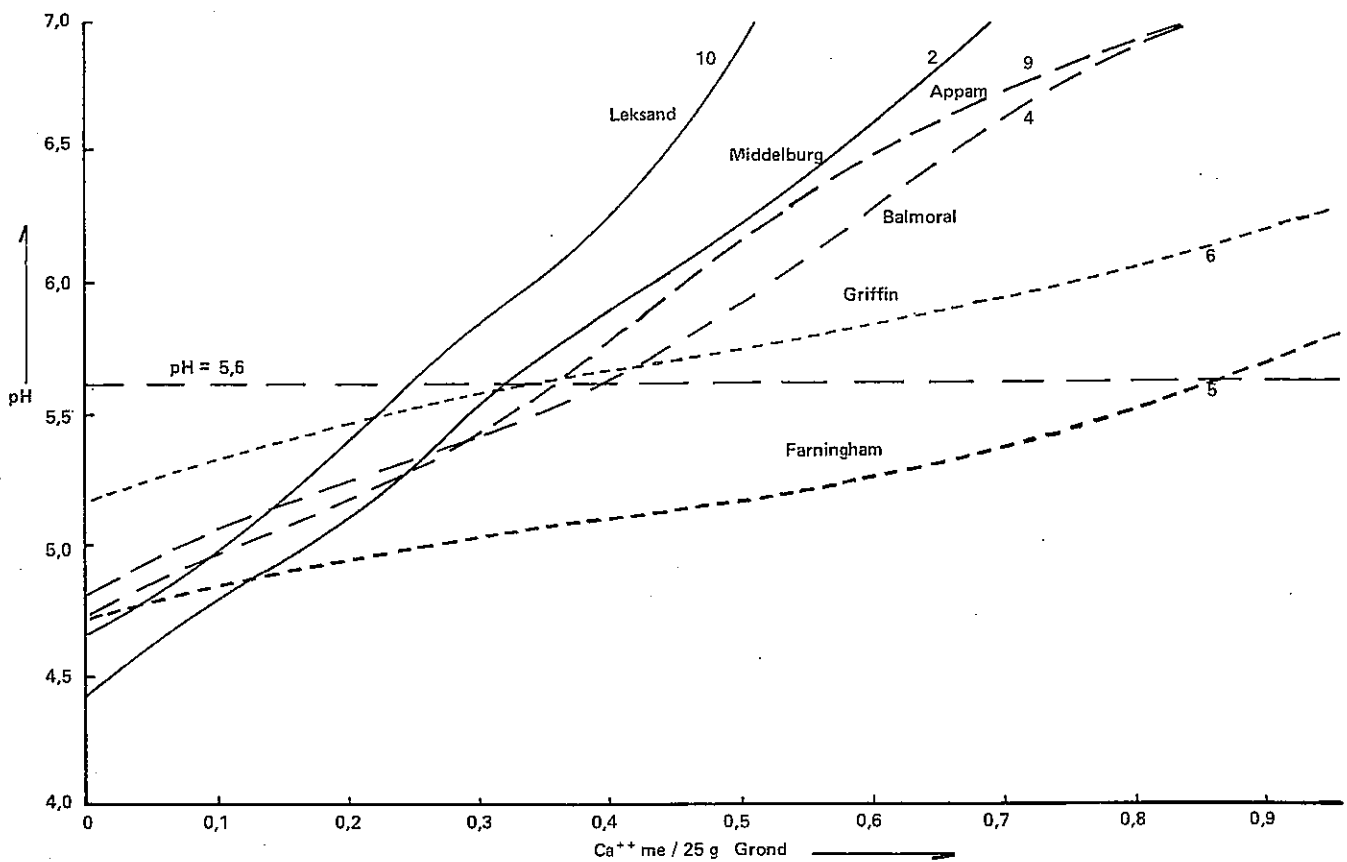


FIG 3 Neutraliseringskrommes van suurgrond met $\text{Ca}(\text{OH})_2$

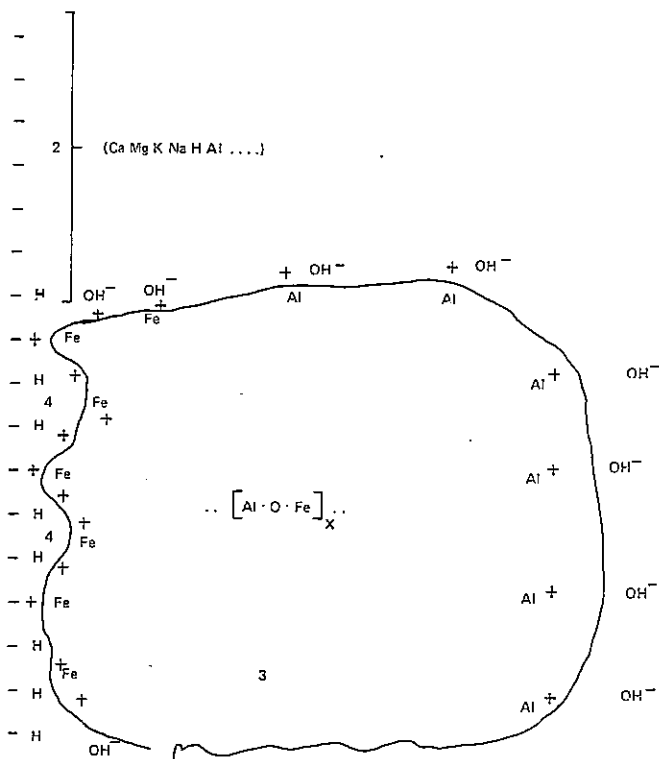


FIG 4 Skematiese voorstelling van negatiefgelaaiide kleimineraaloppervlak (1), met posisies vir koppeling van "uitruibare" katione (2), polariseerde (Fe-Al-OH) (3), en "fikseerde H" (4)

Vergelyking van SMP-metode met twee metodes van kalkbehoeftebepaling

Die SMP-metode is met twee metodes van kalkbehoeftebepaling vergelyk te wete:

- (a) Neutralisering van suurgrond met 'n reeks inkremte van $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -suspensie (1,65 mg/ml) is uitgevoer en die pH gemeet na 24 uur van inkubasie. Neutraliseringskrommes is toe opgetrek vir ses Transvaalse gronde. Kalkbehoefte waardes om gronde tot op pH 6,0 te neutraliseer, is afgelees vanaf die krommes en omgewerk na ton CaCO_3 per hektaar (15 cm) (Jackson, 1969) (Figuur 3).
- (b) 'n NKCl-ekstrasie van ses suurgronde is uitgevoer waarin Al^{3+} bepaal is volgens die metode van Reeve en Sumner (1970). Kalkbehoefte is bereken volgens die aanname dat 1 me Al^{+++} /1 000 g grond = 3 metrieke ton CaCO_3 /ha (15 cm).

Die amorfte-komponent (Fe-Al hidroksie-oksiedes) is ook kwantitatief bepaal in die kleifrasies van die gronde volgens die metode van Jackson (1969).

TABEL 1 Kalkbehoefte (ton CaCO_3/ha), KCl ekstraheerbare Al en persentasie amorfe-komponente van ses Transvaalse suurgronde

Grondseries	Plek van voorkoms	pH		Al (NKCl) me/100 g	Persentasie Amorfe-komponent	Kalkbehoefte ton CaCO_3/ha (15 cm)		
		H_2O	KCl			SMP	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	KCl-Al
Middelburg	Middelburg	4,4	4,1	0,80	14,1	1,4	1,9	2,4
Balmoral	Nelshoogte	4,9	4,7	0,29	20,7	2,9	2,3	0,9
Griffin	Belfast	5,2	4,7	0,18	23,0	5,5	3,3	0,5
Farningham	Carolina	4,7	4,5	1,05	23,5	4,9	4,7	3,2
Appam	Panbult	4,8	4,6	0,53	19,5	2,6	2,0	1,6
Leksand	Hendrina	4,7	4,4	0,67	9,9	1,2	1,5	2,0

Die $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -metode van kalkbehoeftebepaling is 'n goeie kontrole om ander metodes mee te standaardiseer aangesien die metode dieselfde prosedure volg as wat met bekalking in die praktyk uitgevoer word.

Die metode is egter tydrowend en nie geskik vir roetine-laboratorium analise nie. Indien die SMP-metode hiermee vergelyk word is daar (behalwe vir Griffingrond) in Tabel 1 'n goeie ooreenstemming in kalkbehoeftewaardes. Die KCl-Al metode toon egter heelwat afwykende resultate. 'n Goeie korrelasie tussen kalkbehoefte volgens SMP en persentasie amorfe-komponente kom ook algemeen voor. In teenstelling hiermee toon die KCl-Al metode geen goeie korrelasie nie en 'n te lae kalkbehoefte word vir sommige gronde verkry (Balmoral, Griffin en Farningham).

Bekalking van 'n baie suurgrond neutraliseer die suurreaktiewe groepe in die volgende ordé: H^+ , Al^{3+} , Al-Fe hidroksieoksiedes. Die SMP-metode neutraliseer al die groepe terwyl die KCl-Al metode hoofsaaklik H^+ en Al^{3+} neutraliseer. Op grond van resultate in Tabel 1 sou aanbeveel word dat die SMP wat 'n vinnige metode van kalkbehoeftebepaling is as standaardmetode van kalkbehoeftebepaling gebruik word. Aangesien die SMP buffer chemikalië bevat wat sterk reageer met al die suurkomponente, is dit belangrik dat pH-lesings op 'n standaard tyd na skud (10 minute) geneem word. Foutiewe kalkbehoeftewaardes mag verkry word by langer periodes van skud of staan.

Verwysings

COLEMAN, N.T. & THOMAS, G.W., 1967. The basic chemistry of soil acidity: Soil acidity and liming. *Agron. Ser.* No. 12; 1 : 41. Wisconsin: Am. Soc. of Agron., Madison.

- DE VILLIERS, J.M. & JACKSON, M.L., 1967. Cation exchange capacity variations with pH in soil clays. *Proc. Soil Sci. Soc. Am.* 31, 473-476.
- FOUCHÉ, P.S., 1974. Die chemie en mineralogie van suurgrond. D.Sc. (Agric.)-verhandeling, Univ. Pretoria.
- FOUCHÉ, P.S. & FÖLSCHER, W.J., 1978. Suurheids-eienskappe van oksisols. *Hand. van 8ste Kongres, Grondkunde Vereniging van S.A.*
- JACKSON, M.L., 1960. Structural role of hydronium in layer silicates during soil genesis. *Trans. of 7th. Int. Congr., Soil Sci.* Vol. II, 445-455.
- JACKSON, M.L., 1969. Soil chemical analysis advanced course. 5th Print. 841-855.
- KEENEY, D.R. & COREY, R.B., 1963. Factors affecting the lime requirements of Wisconsin soils. *Proc. Soil Sci. Soc. Am.* 27, 277-280.
- MCLEAN ET AL., 1966. A comparison of several methods of determining lime requirement of soils. *Proc. Soil Sci. Soc. Am.* 30, 26-30.
- MEHLICH, A., 1939. Use of TEA-OAC- $\text{Ba}(\text{OH})_2$ buffer for determination of some base exchange properties and lime requirement of soil. *Proc. Soil Sci. Soc. Am.* 3, 162-166.
- REEVE, N.G. & SUMNER, M.E., 1970. Lime requirements of Natal exisols based on exchangeable aluminium. *Proc. Soil Sci. Soc. Am.* 34, 595-598.
- SCHOEMAKER, H.E., MCLEAN, E.O. & PRATT, P.F., 1962. Buffer methods for determination of lime requirement of soils with appreciable amount of exchangeable aluminium. *Proc. Soil Sci. Soc. Am.* 25, 274-277.
- WOODRUFF, C.M., 1948. Testing soils for lime requirement by means of a buffer solution and the glass electrode. *Soil Sci.* 66, 53-63.