

NEUTRALISERING VAN SUURGROND (TEORETIES)

P S FOUCHÉ, Universiteit van Pretoria

Inleiding

Idees omtrent die aard en hantering van grondsuurheid het konstant oor die afgelope jare evolusionêre veranderinge ondergaan. Grondsuurheidseienskappe soos pH-afhanklike kationadsorpsievermoë, titreerbare suurheid, uitruilbare- en ekstraheerbare Al, fosfor- en molibdeen-sorpsie, amorfekomponente, kalkbehoefte en die gedrag van landbougewasse teenoor bekalking is sommige van die uitstaande faktore wat 'n groot rol speel in grondsuurheid. Die afgelope aantal jare het grondskeikundiges hul navorsing meer en meer toegespits op die kleifrasie van suurgronde en heelwat van die geheime ontrafel wat grondsuurheid beheer.

In die somerreëvalstreek van Suid-Afrika veral in die Oos-Transvaalse hoëveld, is grondversuring en die toestande wat daarmee gepaard gaan 'n wesenlike probleem (Gous, 1972). Hoewel die hantering van grondversuring op 'n goeie grondslag geplaas is met die grasrusprosedure (Theron & Haylett, 1953) bly daar nogtans die probleem van kontinue verbouing van gewasse op versuurde grond veral op kleiner plase waar die grasrusprosedure vanselfsprekend onekonomies mag wees.

In hierdie referaat sal 'n kort oorsig gegee word tov die vernaamste faktore wat die neutralisering van suurgrond beïnvloed en ook die hantering van hierdie faktore wanneer suurgrond geneutraliseer word.

Faktore wat die neutralisering van suurgrond beïnvloed

Grondsuurheid word in 'n groot mate beheer deur ion-uitruiling en adsorpsiereaksies en dit is belangrik om aandag te skenk aan die verskillende reaktiewe komponente in suurgrond. Figuur 1(a) toon 'n skematiese voorstelling van die verskillende reaktiewe groepe wat verwag kan word in suurgrond. Die teenwoordigheid van hierdie reaktiewe groepe in sekere verhoudings tot mekaar, kan in 'n groot mate bepaal watter suurgrondeienskappe die belangrikste rol sal speel by die neutralisering van die grond.

Indien enige neutralegrond se pH_{H_2O} drasties sou daal na onderkant 5, sou sekere van hierdie reaktiewe groepe onmiddellik aktief op die voorgrond tree. In 'n swart kleigrond (Arcadia-series) wat kunsmatig versuur is oor 'n periode van 18 maande (Fouché, 1974), is 'n NKCl-ekstraheerbare Al-waarde van 4,00 me persent gevind. Hierdie Al-waarde is heelwaarskynlik geproduseer vanaf sekere reaktiewe komponente wat reeds voor die versuringsproses in die grond teenwoordig was. Aangesien die negatief gelaaid fase (Komponent I in Figuur 1(a)) geen strukturele verandering tydens versuring ondergaan

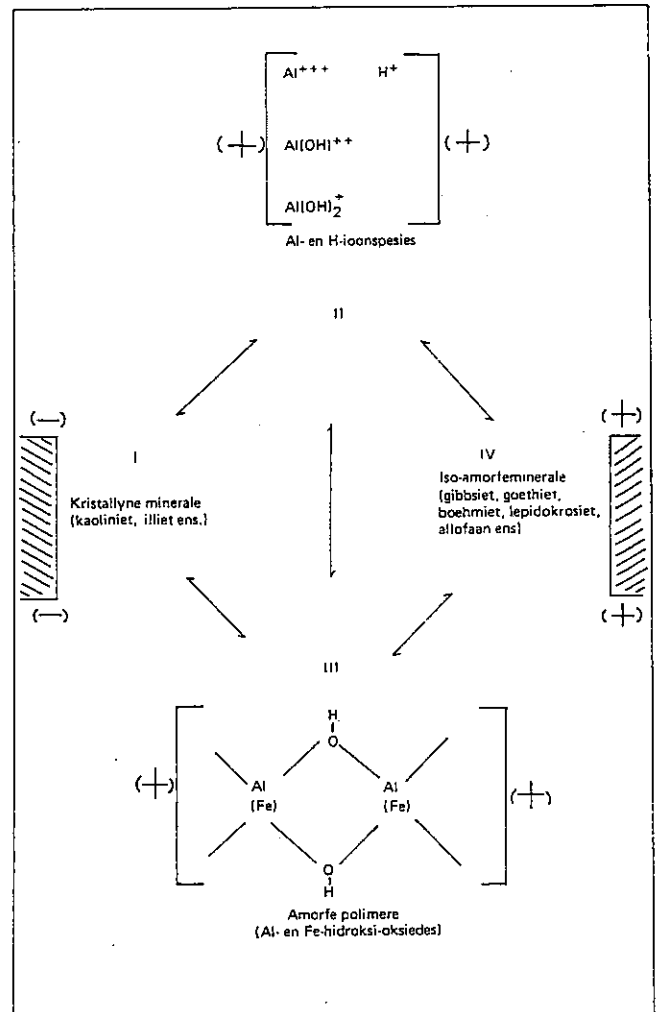


FIG 1(a) Voorstelling van die verskillende reaktiewe komponente in suurgrond

het nie soos aangedui deur mineralogiese ondersoek en Komponent II en IV nie teenwoordig was in die oorspronklike grond nie, moes Komponent III hier die vernaamste rol gespeel het in produksie van ekstraheerbare Al tydens versuring. Die teenwoordigheid van hierdie komponent waarna ook verwys word as Al-Fe-hidroksi-oksied of amorfekomponent was ook vasgestel deur mineralogiese analise. Dit is ook om hierdie rede dat navorsers hul meer aktief toespits op die eienskappe van hierdie komponent waaruit hul dan die neutralisering van suurgrond op 'n beter grondslag kan plaas. (Cremers, 1972.)

Tabel 1 toon die chemiese eienskappe van tien suurgrond-profiel (B-horisonte) afkomstig vanaf die Oos-Transvaalse hoëveld en laeveld, waarna verwys sal word in bespreking van die faktore wat die neutralisering van suurgrond beïnvloed. Indien ons nou die uiterste gevalle in Tabel 1 beskou soos profiele 5 en 6 met hoë suurheids-

TABEL 1 Chemiese eienskappe van grondmonsters

Profiel nr	Grond series	pH(H ₂ O) 1:2,5	pH(KCl) 1:2,5	(1) s	(2) T	Al me/100g	(3) Uitruilbare suurheid (me/100g) (Al ⁺⁺⁺ + H ⁺)	(4) H me/100g	(5) Totale suurheid me/100g	(6) Amorfekomponent % Al ₂ O ₃	+ % Fe ₂ O ₃	(7) F-reaksie me OH/100g	Kalkwaarde (kgCaCO ₃) per (ha 15cm)	Me-sorpsie- maksimum (ug/g)	P-sorpsie- maksimum (kg P/ha 15 cm)
1	Balmoral	5,3	5,2	1,95	4,3	0,08	0,09	1,72	7,04	3,2	11,84	25,0	1 415	40	930
2	Middelburg	4,4	4,1	0,22	2,8	1,23	1,60	2,18	5,03	2,2	14,09	17,0	2 930	88	310
3	Balmoral	4,9	4,3	0,23	3,1	1,48	2,09	3,06	6,03	9,4	18,75	33,0	3 060	175	820
4	Balmoral	4,9	4,7	0,31	3,4	0,53	0,85	3,07	8,00	12,5	20,70	39,0	4 250	333	1 270
5	Farringham	4,7	4,5	0,50	5,8	1,56	2,44	4,44	15,05	10,4	23,50	49,5	8 000	800	2 370
6	Griffin	5,2	4,7	1,86	5,4	0,44	0,74	5,36	15,08	10,5	23,00	47,0	6 300	435	2 150
7	Clovelly	4,9	4,5	0,87	3,1	0,54	0,85	3,06	8,02	11,3	17,35	31,0	3 510	300	1 090
8	Griffin	4,9	4,4	1,26	3,6	1,36	1,94	3,44	8,00	8,6	15,81	36,5	5 250	305	1 010
9	Appam	4,8	4,6	0,85	2,8	0,64	1,01	2,98	9,05	10,2	19,50	33,5	3 810	275	1 080
10	Leksand	4,7	4,4	0,77	1,7	0,85	1,24	1,15	2,01	4,0	9,90	15,5	2 280	66	200

- 1) Totaal, uitruilbare katione (me/100g) — NH_4OAc (pH7)
- 2) Katione adsorpsie kapasiteit (me NH_4^+ / 100g) — $\text{N NH}_4\text{OAc}$ (pH7)
- 3) Suurheid (Al⁺⁺⁺ + H⁺) ge-ekstraheer met IN KCl
- 4) H⁺ ekstraheer met IN NH_4OAc (pH7)
- 5) Totale suurheid ge-ekstraheer met $\text{BaCl}_2\text{-TEA}$
- 6) % Al₂O₃ - ekstraksie met kokende NaOH
% Fe₂O₃ - Na-dithioniettraat
- 7) 10 ml INK-F-reaksie vir 30 minute met 1g grond by pH8,0.

waardes* en profiel 2 en 10 met lae suurheidswaardes, is daar opvallende verskille in hul amorfekomponent-waardes. By neutralisering van Profiel 6 tot $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ 6,5, is die hoeveelheid kalksteen gebruik (6 300 kg) baie hoër as by Profiel 2 (2 940 kg). In teenstelling hiermee dui die $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ van Profiel 6 (5,2) en KCl-ekstraheerbare Al (0,44 me persent) daarop, indien 'n persoon homself sou laat lei deur hierdie waardes, dat hierdie grond minder suur behoort te wees as Profiel 2 met $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ 4,4 en KCl-ekstraheerbare Al 1,23 me persent. Dit volg egter hieruit indien die kalkwaardes inageneem word dat ander faktore as pH en ekstraheerbare Al 'n rol moet speel by die neutralisering van Profiel 6. Met verwysing na Figuur 1(a) sou Komponent II waarskynlik meer aktief optree in Profiel 2 en Komponent III in Profiel 6 tydens neutralisering. Hierdie twee komponente vorm waarskynlik saam 'n ewewigskondisie met die negatiewe fase (Komponent I) en die aktiewe hoeveelheid van elkeen sal grootliks beheer word deur die pH van die grond. Profiel 5 met 'n hoër kalkwaarde (8 000 kg) in vergelyking met Profiel 6 is 'n goeie voorbeeld waar Komponent II aktief begin raak teenoor neutralisering as gevolg van die laer grond pH. Hier sou die amorfekomponent III, ekstraheerbare Al (komponent II) geproduseer het as gevolg van onstabiliteit by die laer pH.

'n Elektronmikroskopiese studie van die kleifraksies van die verskillende reeds bespreekte suurgronde, het aangetoon dat die gronde met hoër suurheidseienskappe (Profiele

*Die suurheidswaarde word beskryf deur die kalkwaarde en die totale suurheidswaarde.

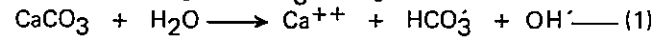
3-9) kleimineraal (kaoliniet) bevat wat swak gekristalliseerd is. Los geslagtige Al-ryke materiaal kom ook tussen die minerale voor terwyl fyn verdeelde deeltjies met 'n hoër Fe-komponent op die oppervlakte van die minerale geadsorbeer is. Fosfaat- en molibdaatsorpsiestudies (Tabel 1) het ook daarop gedui dat hierdie tipe gronde met die hoër Al-Fe-komponent, hoër sorpsiewaardes toon. In teenstelling hiermee is die voorkoms van die Al-Fe-komponent baie minder of afwesig in gronde met lae suurheidseienskappe (Profiel 2 en 10).

In korrelasiestudies is gevind dat amorfekomponente positief gekorreleer is met kalkwaarde ($r = 0,81^{**}$), totale suurheid ($r = 0,87^{**}$) P-sorpsie ($r = 0,86^{**}$) en Mo-sorpsie ($r = 0,95^{**}$). 'n Kwalitatiewe identifikasie vir die amorfekomponent is die mate van OH-vrystelling vanaf die komponent deur F-ione. 'n Sterk positiewe korrelasie is ook gevind tussen die amorfekomponent en F-reaksie ($R = 0,92^{**}$).

Meganisme van neutralisering

Die meganisme van die reaksie van CaCO_3 kan redelik kompleks wees veral as verskillende kombinasies van reaktiewe komponente soos in Figuur 1(a) geïllustreer, in die grond mag voorkom.

In die water reageer CaCO_3 as volg:



Die tempo van die reaksie en so ook die CaCO_3 in oplossing is direk verwant aan die tempo waarteen OH' en

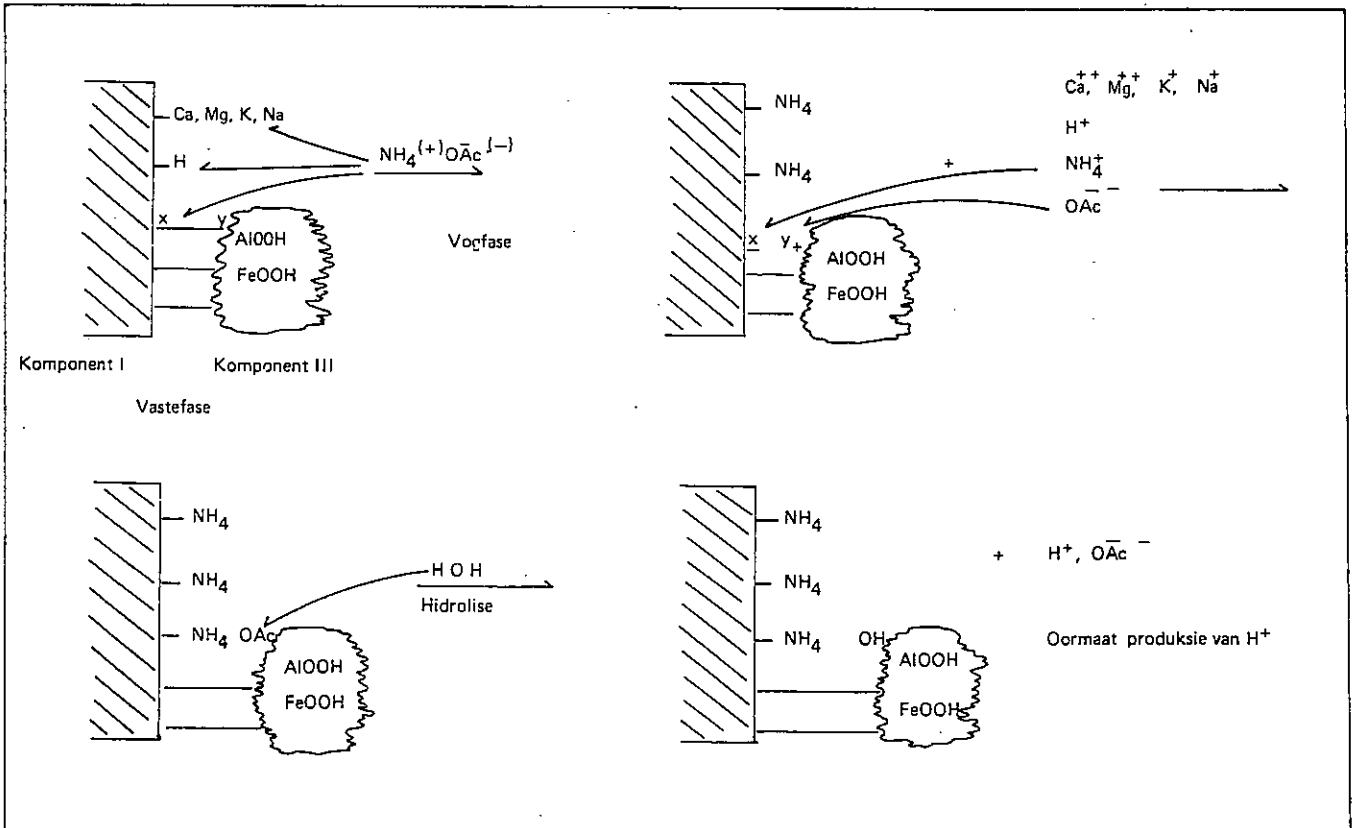
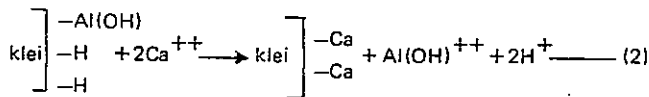
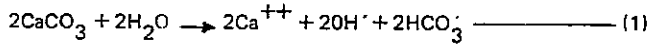
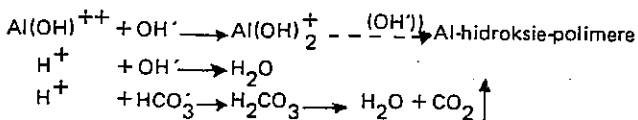


FIG 1(b) Die produksie van H^+ deur amorfekomponente in seskwioksiedrykegrond tydens NH_4OAc (pH7)-ekstraksie

HCO₃⁻ verwyder word uit die oplossing. Dus H⁺-ione in oplossing sal bepaal of Ca⁺⁺ in oplossing toeneem en dus ook die oplosbaarheid verhoog. In suurgrond is die konsentrasie van H⁺-ione egter 'n funksie van verplaasbare H⁺-ione en die hidroliese tempo van Al- en Fe-hidroksie-polimere. Die reaksie van CaCO₃ in suurgrond kan waarskynlik chemies soos volg verloop:



Uit (1) en (2):



Die monomeriese aluminiumioon (Al(OH)⁺⁺) indien in groot konsentrasies teenwoordig kan egter verder polimeriseer met 'n toename in (OH) om Al-hidroksie-polimere te vorm wat met verloop van tyd geleidelik sal kristalliseer na gibbsiet. Alle uitruilbare vorme van Al en H⁺ word onmiddellik geneutraliseer nadat dit deur Ca-ione verplaas is vanaf die kleikompleks. Die proses van neutralisasie sal hierna baie langer neem namate die Al-Fe-amorfe-komponente begin reageer.

Die meganisme van H⁺-produksie agv hidroliese van die amorfekomponent tydens reaksie met 'n bufferoplossing soos NH₄OAc(pH7) word in Figuur 1(b) voorgestel. 'n Tipe van ontkoppelingreaksie vanaf die negatiefgelaaide kleikompleks vind heelwaarskynlik plaas. Ingeval van neutralisering met kalk sou Ca⁺⁺ as ontkoppelingkation optree, terwyl die positiewe lading wat ontstaan op die amorfekomponent, deur OH⁻ ingeneem word. Hierdie proses is baie stadig aangesien werkers soos Moschler et al (1962) gevind het dat die pH van bekalckte suurgrond met 'n hoë amorfekomponent-inhoud, nog na 5 jaar stadig toegeneem het. Die eienskap dat suurgronde 'n pH-afhanklike kation-adsorpsiekapasiteit besit kan grootliks deur hierdie ontkoppelingreaksie verklaar word.

Buffereienskappe tydens neutralisering van suurgrond

Wanneer 'n suurgrond titreer word met 'n basis in terme van gekonsentreerde soutoplossing vertoon die kromme (pH teenoor (OH⁻)) 'n baie sterk buffering (swaksuurkarakter). By ondersoek van die verskynsel word gevind dat die sterk buffering gepaard gaan met 'n hoë Al- en Fe-hidroksie-ioon-gehalte in die sisteem. (Coleman & Thomas, 1967). Jackson (1963) het aangetoon dat met bogenoemde titrasieprosedure 'n potentiometriese kurwe verkry word wat altesaam vier buffergebiede aantoon wat korre-

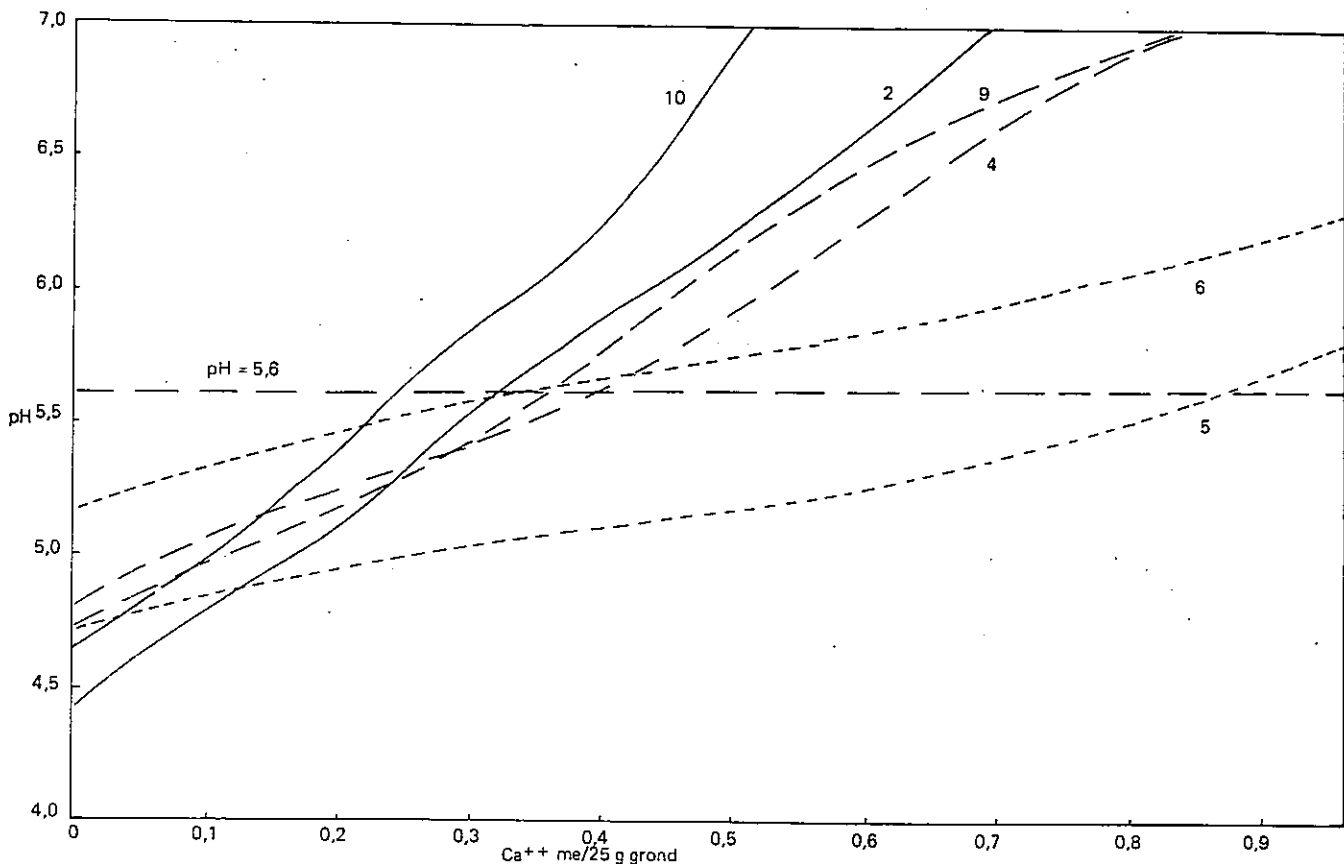


FIG 2 Neutraliseringskrommes van suurgrond met Ca(OH)₂

spondeer met die volgende voorstelling:

Gebied	pH	Reaktant met basis
I	4	H_3O^+
II	4,0 – 5,6	$Al(H_2O)_6^{3+}$
III	5,6 – 7,6	'Sterk' hidroksie-Al
IV	7,6	'Swak' hidroksie-Al

Volgens Coleman & Thomas (1967) is dit egter moeilik om te onderskei tussen uitruilbare en nie-uitruilbare hidroksie-Al ione. Hulle voer aan dat die tempo van neutralisasie varieer en afhang van dié ioon spesies in 'n suurgrond. Indien die voorstelling van reaktiewe komponente in Figuur 1(a) weer beskou word sal uitruilbare H^+ en Al (komponent II) vinnig reageer terwyl hidroksie-Al polimere (komponent III) stadiger sal reageer met dié neutraliseringsmiddel.

Figuur 2 toon die neutraliseringskurwes van ses suurgronde met $Ca(OH)_2$ as neutraliserende basis. Neutralisering is hier uitgevoer in grondsuspensies van $Ca(OH)_2$ oplossing, deur te skud vir 24 uur. Genoegsame tyd is dus hier gegun om volledige neutralisering te laat plaasvind. 'n Algemene variasie in die vorm van die neutraliseringskrommes kom voor maar spesifieke buffergebiede is moeilik bepaalbaar. Die ses gronde kan egter in drie groepe verdeel word indien die algemene helling van die kurwes beskou word. Gevalle 2 en 10 (uit Tabel 1) is redelik swak gebuffer met kalkwaardes (pH 6,5) van 2 280 – 2 940 kg $CaCO_3$ /ha; 9 en 4 (3 810 – 4 250 kg $CaCO_3$ /ha) is 'n intermediêre klas en 5 en 6 vorm 'n sterk gebufferde groep (6 300 – 8 000 kg $CaCO_3$ /ha).

Indien die twee uiterste groepe se chemiese eienskappe in Tabel 1 nagegaan word is die amorfekomponent-inhoud van die sterk gebufferde groep (23–23,5 persent) baie hoër as die van die swakgebufferde groep (10–14 persent). 'n Betekenisvolle korrelasie ($r = 0,81^{**}$) tussen die amorfekomponent en kalkwaarde was ook gevind vir die verskillende suurgronde. In teenstelling hiermee het die KCl-ekstraheerbare Al-waarde geen betekenisvolle verband getoon met die kalkwaarde van al die suurgronde. Definitiewe pH-grensgebiede vir $Al(H_2O)_6^{3+}$ soos voorgestel deur Jackson (1963) is ook moeilik bepaalbaar. Die 'sterk' hidroksie-Al-groep blyk egter die oorheersende rol te speel by die buffering van suurgrond en kan gekoppel word aan die amorfekomponentinhoud.

Vormingsprodukte en die verandering van eienskappe in 'n suurgrond tydens neutralisering

H^+ -ioon gevolg deur monomeriese Al is die eerste ione wat sal reageer met neutraliseringsmiddels. In die algemeen word baie min monomeriese Al nog gevind in grond bokant pH 5,5. Die produkte vir 'n voltooid bekalkingsreaksie is uitruilbare Ca^{++} en Mg^{++} (in die geval van dolomietiese kalk), $Al(OH)_3$ en $Fe(OH)_3$. In so 'n geïdealiseerde toestand is die grond pH omtrent 8,3 en volledige basisversadiging bereik. So 'n toestand word egter

min bereik aangesien in die algemeen hoogstens tot 'n pH 6,5 bekalk word.

Basisversadiging na neutralisering tot pH 6,5 mag egter van grond tot grond verskil en in sommige gevalle mag titreerbare suurheid en onreaktiewe kalksteen nog voorkom. Moschler et al (1962) het gevind dat in meeste gevalle 'n basisversadiging van hoogstens 65 persent gevind kan word met bekalking. Al-Fe-amorfekomponente maak nog 'n belangrike deel uit van die sisteem waar titreerbare suurheid nog gevind word na bekalking hoewel hul bokant pH 6,5 redelik onreaktief sal wees.

Die uitruilingseienskappe van suurgrond verander ook met neutralisering wanneer monomeriese-Al indien teenwoordig gepresipiteer word, hidroksie-Al of Fe verder gehidroliseer word en uitruilingsgebiede beset word deur Ca en Mg. Dit beteken ook dat die verhouding van Ca en Mg tot ander elemente soos K, mag verander en in gronde waar 'n K-tekort reeds ondervind word mag 'n verdere K-tekort geïnduseer word agv kompetisie-effek met ioonopname deur die plant.

Met neutralisering van suurgrond tot en met pH 5,5 bestaan daar die gevaar dat die kationadsorpsiekapasiteit indirek verminder word agv die vorming van polimeriese Al-Fe-hidroksie-katione van die vorm $(R(OH)_x(3-x)^+)_n$ wat as gedeeltelik verplaasbare katione adsorbeer op die klei-kompleks. Namate die pH verder verhoog word vorm inerte bestanddele soos gibbsiet en sal beskikbare ladings weer oopgestel word wat 'n verhoging in kationadsorpsiekapasiteit tot gevolg sal hê. (Sien ook ontkoppelingreaksie in Figuur 1(b)).

Die neiging bestaan vandag om net alle uitruilbare-Al in suurgrond te neutraliseer tot en met pH 5,5. Die gevaar hieraan verbonde is dat 'n grensgebied bereik word tussen komponent II en III in Figuur 1(a) waar 'n klein hoeveelheid H^+ geproduseer deur outotrofe bakterieë die balans sal oorstoot na komponent II en Al-toksisiteit weer in 'n groeiseisoen op die voorgrond kan tree. Soos reeds genoem sal die teenwoordigheid van polimeriese Al-Fe-hidroksie-katione ook 'n groot effek uitoefen op die sorpsie van anione soos fosfaat en molibdaat asook die kationadsorpsiekapasiteit verminder. Gous & Fölscher (1972) het gevind dat op twee sanderige leemgronde van Transvaal saadopbrengs van koring toeneem met bekalking tot en met pH 6,3.

Du Plessis (1969), McGee & De Villiers (1971) vind ook dat kalktoedienings op sekere Transvaalse suurgronde 'n afname in fosfaatsorpsie tot gevolg gehad het waardeer hoër oesopbrengste verkry is. Molibdaatsorpsie neem ook drasties af namate neutralisering toeneem tot en met pH 6,5 soos gevind deur Fouché (1974) op 'n geelkleigrond van Transvaal. Op sekere Natalse suurgronde egter, blyk dit dat bekalking 'n kleiner effek toon op oesopbrengste van Trudangras bokant pH 5,5 (Reeve & Sumner 1972).

Met inagneming van genoemde besprekings blyk dit dat neutralisering van suurgrond tot 'n spesifieke waarde verskillende effekte toon op landbougewasse wat ook verskil van grond tot grond.

Gevolgtrekkings

Die neutralisering van suurgrond omvat verskillende reaksies te wete neutralisering van uitruilbare H^+ , neutralisering van uitruilbare Al, neutralisering van Al-Fe-hidroksie-oksied komponente (amorfekomponent) en ont koppeling van die amorfekomponent vanaf die negatiefgelaaide vastefase wat rofweg ooreenstem met die pH-afhanklike kationadsorpsiekapasiteit van suurgrond. Navorsing dui daarop dat klein hoeveelhede uitruilbare Al in ewewig verkeer met 'n groot hoeveelheid van labiele amorfekomponent in suurgrond. Die oplosbaarheid van Al word grootliks beheer deur die onstabiliteit van die amorfekomponent onder dalende pH-kondisies tydens grondversuring. Die teenwoordigheid van hierdie amorfekomponent moet in gedagte gehou word by die maak van bekalkingsaanbevelings. Oor die neutralisering van alle suurgronde tot en met pH 5,5 (water) moet ook ernstig besin word aangesien die aktiwiteit van die amorfekomponent tov P- en Mo-sorpsie, pH-afhanklike kationadsorpsiekapasiteit en oplosbare Al kan verskil van grond tot grond en in 'n mate nog reaktief kan bly.

Dit is ook noodsaaklik dat die meer sanderinge gronde wat 'n lae bufferkapasiteit besit beskerm behoort te word teen versuring onder bewerking dmv gereelde toedienings van kalk. Sodoende sal die labiele amorfekomponent altyd on-reaktief bly en pH-daling van die grond teengewerk word.

Verwysings

COLEMAN, N.T. & THOMAS, G.W. 1967. The basic chemistry of soil acidity. Soil acidity and liming, Agron. Series No. 12, Am. Soc. of Agron. 1-41.

CREMERS, A. 1972. Chemical and physico-chemical aspects of soil and clay acidity. Agricultura, Louvain (1972) 20 105-123.

DU PLESSIS, H.M. 1969. Die invloed van silikon op die groei en voeding van koring. MSc-verhandeling, Univ. van Pretoria.

FOUCHE, P. S. 1974. Die chemie en mineralogie van suurgrond. DSc-verhandeling, Univ. van Pretoria.

GOUS, P.J. 1972. Bekalking van gronde en die hantering van die suurheidsprobleem. Misstof S. Af., Plantvoedselnuus (1) 22-27.

GOUS, P.J. & FÖLSCHER, W.J. 1972. Growth and nutrition of wheat on acidified mineral soil. Root development and seed formation in relation to KCl-soluble Al and Mn. Proc. of Int. Sym. on acid sulphate soils, Wageningen, The Netherlands. Publ. 18 Vol II 302-309.

JACKSON, M.L. 1963. Al bonding in soils: a unifying principle in soil science. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 27 1-10.

McGEE, P.A.E. & DE VILLIERS, J.M. 1971. Short term residual effects of phosphate applications and the effect of liming on phosphate adsorption by sesquioxenic soils. Referaat gelewer voor 4de Nasionale Kongres van die Vereniging van Grondkundiges van S. Afr.

MOSCHLER, W.W., STIVERS, R.K., HALLOCK, D.L., SEARS, R.D., CAMPER, H.M., ROGERS, M.J., JONES, G.D., CARTER, M.T. & McCLAUGHERTY, F.S. 1962. Lime effects on soil reaction and base content of eleven soil types of Virginia. Virginia Agr. Exp. Sta. Tech. Bull. 159.

REEVE, N.G. & SUMNER, M.E. 1970. Lime requirements of Natal Oxisols based on exchangeable Al. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 34 595-598.

THERON, J.J. & HAYLETT, D.G. 1953. The regeneration of soil humus under a grass ley. Emp. J. Exp. Agric. 11 113-124.