

Zure en alkalische meststoffen.

Prof. dr. O. DE VRIES, hoofddirecteur van het Rijkslandbouwproefstation te Groningen, schrijft ons het volgende.

Dat de kunstmeststoffen een zuur of alkalisch effect kunnen hebben, is hier te lande reeds sinds jaren gemeengoed in landbouwkringen; ongetwijfeld heeft onze landbouw er groot nut en voordeel van gehad dat hier, eerder dan elders, aan dit punt volle aandacht werd geschonken. Het vraagstuk is echter ingewikkeld; niet altijd worden de verschillende aspecten ervan duidelijk genoeg uit elkaar gehouden. Een overzichtelijke samenvatting van de voornaamste punten zal den lezers van dit tijdschrift wellicht welkom zijn.

Een meststof kan een zuur effect (waartoe wij ons in dit artikel zullen beperken) hebben, doordat deze zelf zuur is, of doordat het een *zuurvormende* meststof is. Bij de laatste kan men dan nog onderscheiden *physiologisch zuur* en *bacteriologisch zuur*.

I. Zure (chemisch zure) meststoffen.

Door den scheikundige wordt aan het woordje „zuur” een chemisch begrip verbonden; maar de landbouw gebruikt het ook in anderen zin, bijv. als men bij slecht ontwaterde, slecht doorluchte gronden van „zure gronden” spreekt. In populaire uiteenzettingen zou men dus duidelijkheidshalve bij een meststof, die uit zichzelf zuur is, wel van chemisch zuur kunnen spreken, ter onderscheiding van *physiologisch zuur* of *bacteriologisch zuur*.

Een zure (chemische zure) meststof geeft, bij oplossen in water, een zuur reageerende vloeistof. Lost zoo'n meststof echter in het bodemvocht op, dan vinden er dadelijk omzettingen plaats en wordt de zure reactie voor een deel, soms geheel weggenomen. Bevat de grond carbonaten, dan binden deze het zuur onder vrijworden van koolzuur; zijn er onoplosbare ijzerverbindingen in den grond, dan wordt het zuur vaak door deze gebonden, en in het algemeen vinden tusschen meststof en grondbestanddeelen steeds wisselwerkingen plaats, waarbij men populair kan zeggen, dat het sterke zuur uit de meststof wordt geneutraliseerd en vervangen door het zwakke bodemzuur. Wetenschappelijk juist kan men over ionenevenwicht tusschen bodemvocht en vaste bodemdeeltjes spreken; het practische resultaat is dat het zure effect door den grond opgevangen en geheel of grotendeels weggenomen of weggebufferd wordt, zoodat de plant er weinig of niets van merkt.

Een zure meststof is bijvoorbeeld *zwavelzure ammoniak*; de pH in water kan 4½ of lager zijn. Zuiver ammoniumsulfaat is ook zuur (pH in water 5.1). In den grond vindt echter dadelijk

wisselwerking plaats, waarbij o.a. calcium uit de bodembestanddeelen door ammonium vervangen wordt. Het bodemvocht bevat dan neutraal calciumsulfaat (gips), dat bij droog weer als wit uitslag op de grondkluitjes uitkristalliseert; het eigen zure effect van de meststof wordt in den grond direct weggenomen. Men merkt er dus op het land niet van. Wel zou men er soms van kunnen merken als men het zout lang bewaarde in niet zuurvaste zakken of op een niet zuurvasten vloer.

Ook superfosfaat is een zure meststof; ten eerste omdat het voornaamste bestanddeel, het monocalciumfosfaat, in water zuur reageert, en ten tweede omdat het superfosfaat bij de fabriekmatige bereiding een kleine hoeveelheid vrij zuur blijft bevatten. Voor den landbouw heeft deze zure reactie echter weinig betekenis; meestal wordt die door den grond opgevangen en weggenomen, zoodat men er na toediening niets van merkt, alhoewel dit bij weinig bufferende gronden toch wel het geval kan wezen.

Een zure meststof is ook ammoniumnitraat; een waterige oplossing van dit zout heeft een pH van ongeveer 5.2. Het ammoniumsalpeter S.M. (klei-ammoniumsalpeter) is echter niet zuur (pH bij schudden in water ruim 7) omdat de iets alkalische, mergelhoudende klei, die als vulstof dient, de zure reactie heeft weggenomen. Kalkammoniumsalpeter, dat als vulstof kalkverbindingen bevat, is daardoor niet zuur, maar duidelijk alkalisch.

Ofschoon het goed is om te weten of een meststof (chemisch) zuur is, heeft men bij de bemestingsleer daarmee dus practisch niet veel te maken.

II. Zuurvormende meststoffen.

Van meer belang is daarentegen of een meststof zuurvormend is, waaronder men verstaat of deze door de omzettingen, die in den grond plaats vinden, aanleiding tot zuurvorming geeft. Naar gelang deze omzettingen bewerkt worden door het gewas zelf bij de voedselopname, dan wel door bacteriën, kan men physiologische en bacteriologische zuurvorming onderscheiden.

Ila. Physiologisch zuur effect.

Van een meststof als kaliumsulfaat of kaliumchloride heeft de plant niet beide bestanddeelen in gelijke mate noodig; naar verhouding zal door de meeste planten meer kalium opgenomen worden. Wanneer de voedingszouten in een watercultuur worden toegediend en men de samenstelling daarvan voor en na de voedselopname nagaat, zal men constateeren, dat deze zuurder geworden is, en wel meer, naarmate de plant meer kalium heeft opgenomen en in verhouding minder sulfaat of chloor. Men zegt dan wel dat zoo'n zout door de plant „zuur verwerkt" wordt.

Men kan niet in het algemeen zeggen, dat een zout physiologisch zuur, neutraal of alkalisch is. Hoe de verhoudingen zijn, hangt namelijk af van de plant en van de omstandigheden. Zoo vond Prjanischnikow dat haver en gerst in watercultures kaliumchloride „neutraal" verwerken, dus kalium en chloor in gelijke verhouding opnemen, maar dat aardappelen en erwten meer kalium opnemen en het zout dus „zuur verwerken". Bij een bepaalde proef namen zonnebloemen de eerste uren veel meer kalium op en gaven dus een physiologisch zuur effect, maar later was de verhouding vrijwel gelijk en het physiologisch effect neutraal.

Men ziet uit deze enkele voorbeelden al hoe gecompliceerd de verhoudingen zelfs in watercultures kunnen zijn.

De aanwijzingen, die watercultures ons geven, zijn van veel belang; maar men moet er zich altijd terdege van bewust blijven, dat men de resultaten niet zonder meer op grond mag overbrengen. Immers in grond vinden allerlei wisselwerkingen plaats. Zoo zal kaliumsulfaat, evenals ammoniumsulfaat, in wisselwerking met calciumverbindingen kunnen treden, waardoor een kaliumverbinding van het bodemcomplex ontstaat, en gips in het bodemvocht opgelost blijft. In het algemeen zal er in bodemvocht en bodemcomplex beide, kalium en calcium voorkomen; de onderlinge verhoudingen kan men niet door een eenvoudig reken-sommetje bepalen, daarvoor gelden vrij gecompliceerde absorptiewetten, die nog onoverzichtelijker worden omdat er in het bodemvocht zooveel andere bestanddeelen (natrium, magnesium, ammonium, koolzuur, fosfaat, nitraat en zooveel meer) voorkomen, die alle met elkaar in wisselwerking treden en die alle het evenwicht, dat er ontstaat, tot op zekere hoogte beïnvloeden. Ook bij inwerking van kaliumsulfaat kan men zich eenvoudigheidshalve denken, dat de plant voornamelijk met de kaliumverbinding van het bodemcomplex te maken heeft, zoodat er bij de physiologische omzettingen geen sterk zuur vrij komt. Van een physiologisch zuur effect van kaliumsulfaat of kaliumchloride merkt men dan ook in goeden cultuurgrond, die een flink buffereend vermogen heeft, practisch niets.

IIB. Bacteriologisch zuur effect.

In den grond vindt, door bacteriënwerking, omzetting van ammoniumverbindingen in nitraten plaats. Daarbij wordt dus, door oxydatie, base omgezet in zuur. De nitrificatie vindt het sterkst bij hooger pH plaats en komt bij pH 5 of lager meer en meer tot stilstand; verder is deze omzetting, als alle bacterieele ontledingen, natuurlijk afhankelijk van vocht en temperatuur, en moeten de noodige stoffen als voedsel voor de bacteriën aanwezig zijn. In goeden cultuurgrond wordt de ammoniak snel genitrificeerd en verdwijnen de ammoniumverbindingen geheel; de zuurvorming telt dan als het ware dubbel, want er wordt een equivalent base weggenomen en door een equivalent zuur vervangen.

Het is duidelijk, dat de ammoniumverbindingen een bacteriologisch zuur effect kunnen geven, maar de kalium-, calcium-, natrium- en magnesiumverbindingen niet. Er zijn nog wel eenige andere bacteriologisch zure stoffen, bijv. zwavel, die door bacteriën in zwavelzuur wordt omgezet, eiwitverbindingen en organische stoffen, die door bacteriën geoxydeerd worden; maar onder de kunstmeststoffen nemen de ammoniumverbindingen door hun bacteriologisch zuur effect een bijzondere plaats in. Men denkt er gewoonlijk niet veel over na waarom ammoniumsulfaat een ontkalkende meststof is en kaliumsulfaat niet, terwijl de plant toch de stikstof en het kalium als voedingsstof noodig heeft en van het sulfaat in beide gevallen maar weinig opneemt. Dat bacteriologische zuurvorming bij dit verschillend gedrag de grootste rol speelt, blijkt o.a. heel sprekend uit proeven van Belling, waarbij in sommige potten de nitrificatie door een ontsmettingsmiddel belet werd. Voor de vergelijking werden potten met en zonder zwavelzure ammoniak gebruikt, waarin de pH (zuur-

graad) na afloop van de proef bepaald werd; in de onbeplante potten konden alleen de bacteriologische omzettingen in het spel zijn, in de beplante daarenboven de physiologische omzettingen door de plant. De cijfers waren als volgt:

Behandeling	Effect	pH na afloop.		
		Geen stikstof	Met za	Ver-schil
a. Onbeplant, ontsmet	Geen	6.09	6.04	0.05
b. Beplant, ontsmet	Physiologisch zuur	6.04	5.88	0.16
c. Onbeplant, niet ontsmet	Bacteriologisch zuur	5.77	5.23	0.54
d. Beplant, niet ontsmet	Physiologisch en bacteriologisch zuur	5.77	5.50	0.27

Men ziet bij b het physiologisch, bij c het bacteriologisch zuur effect. Bij d komen beide in het spel, en men zal misschien eenigszins verwonderd zijn, dat daarbij de pH slechts 0.27 is gedaald, dus minder dan bij c. De verklaring is echter eenvoudig; want de plant kan nitraat opnemen, dus zuur wegnemen, en verder ook ammoniak-stikstof opnemen, waardoor er daarvan minder overblijft voor de bacteriën en er minder verzuring door nitrificatie zal kunnen zijn. Een voorbeeld dus tevens hoe ingewikkeld de processen door elkaar loopen en hoe voorzichtig men bij bemestingskwesaties met redeneeringen moet zijn. Redeneeren en theoretiseeren brengen ons in dit moeilijke vak niet ver, alleen het experiment en de werkelijkheid kunnen ons leeren hoe de omzettingen precies verlopen.

Ammoniumnitraat (ammonsalpeter).

Bovenstaande korte, zeer eenvoudig gehouden uiteenzettingen zullen voldoende zijn om duidelijk te maken hoe verschillend een verbinding als ammoniumnitraat kan werken. Er zijn daarover van verschillende zijden uitgebreide onderzoeken gedaan, waarbij bleek dat in watercultures niet alleen de eene plant gretiger het ammoniak, de ander naar verhouding meer nitraatstikstof opneemt, maar dat allerlei omstandigheden zooals de concentratie van de ammoniumnitraat-oplossing, de zuurgraad daarvan, de aanwezigheid van verschillende zouten, de ouderdom van kiemplantjes, hun zetmeelvoorraad, enz. de verhouding beheerschen, waarin ammoniak- of nitraatstikstof uit watercultures worden opgenomen. Neemt de plant sneller ammoniakstikstof op, dan wordt het ammoniumnitraat physiologisch zuur verwerkt, en dat is voor groene planten in normale voedingsoplossingen het gewone geval; neemt de plant ammoniak en nitraat gelijkelijk op, dan is het effect physiologisch neutraal; gaat de nitraatopname sneller, dan kan men een physiologisch alkalisch effect krijgen.

In den grond werden in verschillende, deels zeer recente proeven de verhoudingen vaak omgekeerd gevonden, dus sneller opname van de nitraat- dan van de ammoniakstikstof. In grond krijgt men, als de omstandigheden voor nitrificatie gunstig zijn, bacteriologische zuurvorming uit de ammoniakstikstof; maar hoe groot die zuurvorming zal zijn, hangt er natuurlijk van af

hoeveel ammoniakstikstof het gewas opneemt, hoeveel er eventueel naar dieper lagen gespoeld is voordat bacterieele omzetting heeft plaats gehad, en hoeveel van het oorspronkelijk toegebrachte en het door bacteriën gevormde nitraat door het gewas opgenomen wordt.

Ammoniumnitraat vereenigt als combinatie van ammoniak- en nitraatverbinding de voordeelen van beide en verdeelt het risico; als ammoniumverbinding zal het in algemeenen zin eenig bacteriologisch zuur effect kunnen hebben en daarnaast, afhankelijk van gewas en omstandigheden, mogelijk ook eenig physiologisch zuur effect, maar in andere gevallen een physiologisch neutraal of physiologisch alkalisch effect. Welk effect er als resultante in den cultuurgrond optreedt, en wat de eventuele grootte daarvan is, hangt van een samenspel van zoo ingewikkelde factoren af, dat daarover a priori geenerlei uitspraken te doen zijn. Alleen goede waarnemingen en proeven in het veld, op diverse grondsoorten, met diverse gewassen en onder diverse omstandigheden kunnen ons leeren wat er in de practijk in werkelijkheid gebeurt, dus welke van de theoretisch mogelijke effecten practisch te voorschijn treedt en zoo ja, in welke gevallen. Men houde dus zijn oogen goed open en verzamele waarnemingen op Nederlandsch-degelijke wijze, waarbij het Rijkslandbouwproefstation zich voor mededeeling zeer aanbevolen houdt; maar men vestige geen oordeel alleen op theoretische beschouwingen, wat licht een vooroordeel zou kunnen worden, en late zich in de eerste plaats leiden door wat de proefvelden en de werkelijkheid leeren.