

OVERDRUK

UIT HET LANDBOUWKUNDIG TIJDSCHRIFT, MAANDEBLAD VAN HET
 NED. GENOOTSCHAP VOOR LANDBOUWWETENSCHAP. GRONINGEN

51ste JAARGANG No. 620

JANUARI 1939

De bemestingswaarde van „geammoniseerd
 superfosfaat” („ammoniated superphosphate”,
 „Kalkammonphosphat”, „Kalkammonphos-
 phatsalpeter”, „Kampdünger”, „Superam”)

door

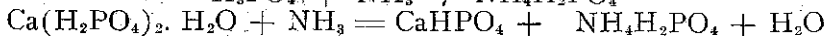
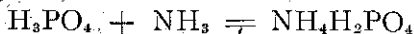
Dr. F. VAN DER PAAUW.

*The fertilizing value of ammoniated superphosphate.**Summary p. 14.*

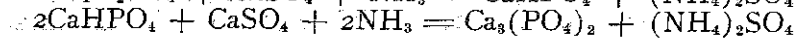
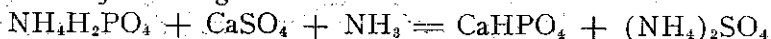
De behandeling van superfosfaat met ammonia of vloeibare ammoniak ter winning van een N- en P bevattende samengestelde meststof nam in het laatste tiental jaren in vele landen een groote vlucht. Hoewel het ons niet bekend is, dat er reeds pogingen zijn aangewend het product op de Nederlandsche markt te introducereen, lijkt het gewenscht de mogelijkheid te openen tot het vormen van een oordeel over de waarde van deze in het buitenland veel gebruikte meststof.

Als voordeelen van het „ammoniseeren” van superfosfaat worden genoemd (4, 10, 12): 1. weder dienstbaar maken van het bij de superfosfaatbereiding benutte zwavelzuur voor de binding van ammoniak tot zwavelzure ammoniak, waardoor er belangrijk op zwavelzuur bespaard wordt en het productieproces wordt verkort; 2. aanzienlijke verbetering van de physische eigenschappen en van de houdbaarheid van het superfosfaat; 3. geen aantasting van het zakkenmateriaal, waardoor besparing verkregen wordt; 4. de voordeelen welke gewoonlijk ten gunste van het gebruik van een samengestelde meststof worden genoemd, zooals goede menging, besparing op transportkosten, enz.

De ammoniak reageert gemakkelijk met het vrije fosforzuur en het monocalciumfosfaat van het superfosfaat onder vorming van monoammoniumfosfaat en dicalciumfosfaat volgens onderstaande vergelijkingen (9, 12):



Dit onvolledig geammoniseerde superfosfaat bevat ongeveer 2% N, het gedeeltelijk in water en grootendeels in citraat oplosbare P_2O_5 is in de vorm van monoammonium- en dicalciumfosfaat aanwezig. De verdere ammoniseering, waarbij het gips in de reactie treedt, is een langzamer verlopend proces, dat alleen onder bepaalde omstandigheden tot stand komt. De plaatsvindende reacties zijn de volgende:



Naarmate er meer NH_3 wordt ingeleid, gaat het monoammoniumfosfaat over in dicalciumfosfaat en dit laatste in tricalciumfosfaat. De oplosbaarheid van het fosforzuur in water gaat geheel, en die in ammoniumcitraat gedeeltelijk verloren.

Het in Duitschland (4) door de fabriek Kalk in de handel ge-

631.811.2
 631.815
 631.859.13
 631.859.412
 631.842.6

10019

brachte Kalkammonphosphat, dat 7 % N naast 17 % P_2O_5 bevat, is op te vatten als een mengsel van di- en tricalciumfosfaat en zwavelzure ammoniak. Behalve dit Kalkammonphosphat I kent men het Kalkammonphosphat II, dat een mengsel is van I met zwavelzure ammoniak in een N/P_2O_5 verhouding 12/12, en eindelijk de Kalkammonphosphatsalpeter 13/13, die een mengsel is van I met ammonsalpeter, en dus ook eenige N in salpetervorm bevat. De drie genoemde meststoffen worden ook aangeduid als „Kampdünger“ (afkorting van Kalk-Ammoniak-Phosphorsäure).

In andere landen (Amerika, Rusland) vindt men ook de onverzadigde verbinding in gebruik; in Frankrijk onder de naam „Superam“. In Amerika is, in tegenstelling tot Duitsland, het verbruik van weinig geammoniseerde superfosfaten overwegend.

Verschillende onderzoekingen zijn uitgevoerd om na te gaan of de door de ammoniseering verminderde oplosbaarheid van het fosforzuur van beteekenis is voor de opname door de planten. Een ander punt van belang, dat onderzocht werd, is de invloed van de meststof op de zuurgraad van de grond. Eenige aandacht is ook aan de werkzaamheid van het stikstofbestanddeel gegeven.

Beschikbaarheid van het fosfaat.

In de uitkomsten van de voornamelijk in cultuurpotten, maar gedeeltelijk ook op het veld, of volgens de Neubauer-methode uitgevoerde proeven, valt ongetwijfeld een zekere lijn te ontdekken. Het is gebleken, dat een toenemende ammoniseering een minder gemakkelijke beschikbaarheid van het fosfaat medebrenkt. Deze teruggang houdt verband met de aard van de grond; in het algemeen kan vastgesteld worden, dat deze in zure gronden van weinig beteekenis is, maar in neutrale tot alkalische gronden belangrijk kan zijn.

Reeds voordat de ammoniseering in de techniek ingang had gevonden zijn door *Gerlach* (6) en *Brioux* (3) potproeven genomen, waaruit bleek, dat op verschillende grondsoorten een zelfs ver geammoniseerd product gelijkwaardige resultaten kan geven als superfosfaat. Over de eigenschappen van de gebruikte grondsoorten, speciaal de belangrijke zuurgraad, ontbreken echter nadere bijzonderheden.

De introductie van het Kalkammonphosphat gaf in *Duitschland* aanleiding tot verschillende onderzoekingen, waarbij alleen dit vrij volledig geammoniseerde product werd onderzocht.

Kappen, *Aymans* en *Hillkowitz* (11) en *Gericke* (5) pasten de kiemplanten-methode van Neubauer toe ter toetsing van de beschikbaarheid in zuiver kwartzand. Het mag twijfelachtig heeten of deze methode, welke omstandigheden schept, die met de voorwaarden te velde nauwelijks vergelijkbaar zijn, voor een dergelijk onderzoek geschikt is. In het kwartzand bleek de opneembaarheid van het geammoniseerde product belangrijk achter te staan bij die van superfosfaat. Eerstgenoemden vonden echter, dat de opneembaarheid in een alkalische leemgrond (pH 8.4) wel eenigszins, maar niet veel bij die van superfosfaat achterstond, terwijl in een zure leemgrond (pH 4.3) volkomen gelijkheid bestond.

Van meer belang lijken de uitgevoerde potproeven, waarbij bleek, dat de werking van superfosfaat, slakkenmeel en Kalkammonphos-

phat in twee, tot het neutrale punt bijgekalkte leemgronden vrijwel gelijk was, hoewel de eerstgenoemde meststof in de kleinste toegepaste hoeveelheid toch een iets grotere opbrengst gaf. In een alkalische leemgrond met pH 8.2 was de werking van de meststoffen gelijk. Op een met stijgende kalkgiften gekalkte, zure leemgrond werd gevonden, dat de werking tot het neutrale punt met die van superfosfaat gelijk te stellen was, en alleen bij een pH 8.5 een sterke depressie optrad. Het bleek bovendien in deze proeven, dat de nawerking van het geammoniseerde fosfaat op een tweede gewas gunstig was, en die van superfosfaat overtrof.

Onder leiding van de „Forschungsdienst” zijn eenige onderzoeken uitgevoerd (19, 13, 14), die onlangs gelijktijdig in dezelfde aflevering van „Bodenkunde und Pflanzenernährung” zijn gepubliceerd. Bovendien verscheen in de Juli-aflevering van „Der Forschungsdienst” een samenvatting van deze proeven van de hand van Popp (15). De proeven zijn alle in potten uitgevoerd, gebruikt zijn natuurlijke grondsoorten, in de proeven van Lehmann ook mengsels van grond en zand.

Schmitt (20) vond, dat Kalkammonphosphat op zure leemgronden en verweringsgronden gelijke, en in één geval zelfs iets betere uitkomsten gaf als superfosfaat; na sterke kalking werd de uitwerking beslist geringer, ook geringer dan van slakkenmeel. Hetzelfde bleek in nog sterkere mate op een van nature kalkhoudende lössgrond. De mindere opname kwam ook vooral in het P_2O_5 -gehalte van de droge stof tot uiting. Op beide kalkhoudende gronden was de nawerking van het geammoniseerde fosfaat in het volgende jaar zeer veel minder dan van superfosfaat en slakkenmeel. Een zeer zure, met opklimmende praktijkhoeveelheden kalk behandelde leemgrond, gaf in alle gevallen gelijke uitkomsten van Kalkammonphosphat en superfosfaat. De pH steeg echter bij de zwaarste bekalking niet meer dan 0.6, zoodat de grond ook bij de hoogste kalkgift nog in zure toestand bleef. Uit Schmitt's onderzoek blijkt dus de volwaardigheid van Kalkammonphosphat op zeer zure tot zwak zure grond, maar een minderwaardigheid in werking en nawerking ten opzichte van superfosfaat en slakkenmeel op kalkhoudende en zwaar gekalkte grond.

Bij een tweetal zwakzure leemgronden (pH ¹⁾ 6.6 en 6.2), die in een verhouding 3 : 11 met kwartzand gemengd waren, vond Lehmann (13) een gelijke werking van Kalkammonphosphat, superfosfaat en slakkenmeel bij kleine gift, maar bij grotere giften een geringere opbrengst met eerstgenoemde meststof; nog grotere giften gaven opnieuw gelijke opbrengsten. In dit laatste geval werd echter na bemesting met Kalkammonphosphat een duidelijk lager P_2O_5 -gehalte in de droge stof gevonden, zoodat overtuigend blijkt, dat de P_2O_5 -opname reeds bij deze pH bemoeilijkt was. In een andere proef met een alkalische leemgrond met pH 8.1 was de werking, en eveneens de nawerking, van deze meststof uitermate slecht. Op een andere, zwakzure leemgrond, die wegens de zware, fysiologisch zure, basismesting met haver misoogsten gaf, is daarentegen de opbrengst met hennep aan die van de met ammoniak-

¹⁾ Indien niet nader aangegeven is, wordt de pH in water bedoeld.

superfosfaat ¹⁾ bemeste potten gelijk. Toevoeging van kalk in een hoeveelheid, die de pH van de niet met P bemeste grond van 5.6 tot 6.75 deed stijgen, gaf reeds een verminderde werking van het Kalkammonphosphat, en nog sterkere bekalking deed de werking nog veel meer verminderen. Tenslotte voerde *Lehmann* nog een serie proeven uit met onvermengde gronden. Op een drietal gronden met een pH 8.1—8.2 bleek het geammoniseerde product niet te voldoen in vergelijking met het ammoniak-superfosfaat en slakkenmeel, dat op deze alkalische gronden wel goed voldeed. Op een zure zandgrond (pH 4.8), voor de helft met zand vermengd, voldeed Kalkammonphosphat zonder toevoeging van kalk nog minder dan het eveneens te zure ammoniak-superfosfaat. Na een toevoeging van kleine hoeveelheden kalk is de opbrengstvermeerdering met de door superfosfaat en slakkenmeel verkregen vermeerdering gelijk. Een kalktoevoeging, die de pH tot 6.7 deed stijgen, gaf echter reeds een aanzienlijk geringere toename van de opbrengst. Het onderzoek van *Lehmann* geeft dus overeenkomstige uitkomsten als dat van *Schmitt*, maar brengt verder aan het licht, dat de beschikbaarheid van het Kalkammonphosphat al bij zwak zure toestand van de grond verminderen kan, en dat het alleen bij matig zure grond een volle werking ontvouwt.

Popp (14) vond op een zavelgrond, die kalkhoudend genoemd wordt, maar die in KCl-oplossing een pH 6.0 heeft, en waaruit in 10% HCl slechts 0.33% CaO oploste, en die o.i. vermoedelijk geen of slechts sporen vrij CaCO₃ bevat, dat de werking zeer belangrijk minder is dan van superfosfaat en slakkenmeel. Op een meer alkalische zavelgrond (pH KCl = 7.0) is de verhooging van de opbrengst niet geringer dan bij bemesting met superfosfaat, hoewel de opgenomen hoeveelheid P₂O₅ wel iets minder is. Het is opmerkelijk, dat slakkenmeel in dit geval grootere opbrengsten gaf en beter opgenomen werd dan superfosfaat; in een volgend jaar was de uitkomst echter omgekeerd. Op zure zandgrond vond *Popp* een tamelijk gelijke werking als met superfosfaat, en een iets mindere dan met slakkenmeel. In een ander geval, een neutrale, slecht gebufferde zandgrond met pH KCl 7.0 gaf Kalkammonphosphat belangrijk mindere werking dan slakkenmeel. De resultaten van *Popp* stemmen in zooverre met die van de beide vorige onderzoekers overeen, dat de werking van geammoniseerd superfosfaat op zure grond vrijwel gelijk is aan die van gewoon superfosfaat, en dat op zwak-zure tot neutrale grond reeds een merkbare vermindering in de werking van eerstgenoemde meststof optreedt. De eenige afwijking is de met superfosfaat gelijkkomende werking op een neutrale zavelgrond ²⁾, waar echter ook de ten opzichte van superfosfaat bijzonder goede werking van slakkenmeel opvalt, zodat deze grond in een bepaald opzicht een uitzondering schijnt te vormen.

¹⁾ Het hier ter vergelijking gebezigde ammoniak-superfosfaat is het bekende, vooral vroeger bij ons veel gebruikte mengsel van superfosfaat en zwavelzure ammoniak. Na de menging treden chemische omzettingen op, o.a. reageert het monocalciumfosfaat met het ammoniumsulfaat onder vorming van monoammoniumfosfaat en gips.

²⁾ Bij bepaling van de pH in water, zoals bij ons gebruikelijk is, zou een iets hogere pH gevonden zijn, en zou de grond zwak alkalisch genoemd worden.

In *Rusland*²⁾ zijn pot- en veldproeven uitgevoerd, om de fosfaatwaarde van tot verschillende graad geammoniseerde superfosfaten te bepalen. Het bleek aan *Schapiro* (19), dat een product met 3 % N zich in potproeven gelijkwaardig toonde aan gewoon superfosfaat, maar dat de beschikbaarheid van een product met 6.3 % N duidelijk was teruggegaan, hoewel dit verschijnsel zich op zure grond minder deed gelden.

Turtschin (21) stelt eveneens op grond van potproeven vast, dat het volledig geammoniseerde fosfaat alleen op zure podsolgrond zonder noemenswaardige vermindering van het effect te gebruiken is. Het 5 % N bevattende product blijkt daarentegen op meerdere gronden goed te voldoen, terwijl de beschikbaarheid in het tot 3 % N geammoniseerde fosfaat op geen van de voornaamste grondsoorten van Rusland ten opzichte van superfosfaat achteruit is gegaan.

Belsky (2) deelt een eensluitend resultaat van veldproeven mee. Het 3 % N bevattende product is voor alle grondsoorten en alle gewassen even bruikbaar als superfosfaat en dicalciumfosfaat. Een verdergaande ammoniseering is z.i. te ontraden, daar het een verminderde beschikbaarheid medebrengt. Volledige ammoniseering brengt de werkzaamheid op tchernozem-grond terug tot het peil van natuurlijk fosfaat, hoewel deze sterke teruggang niet op alle andere grondsoorten werd waargenomen.

Evenals in Duitsland werd het onderzoek in *Amerika* centraal georganiseerd en aan verschillende Proefstations uitgevoerd. Een overzicht van alle proeven gaven *Ross* en *Jacob* (16, 17).

De eerste mededeeling betreft de proeven, die gedaan zijn ter vergelijking van de waarde van het in water oplosbare gedeelte, met het niet in water of in citraat oplosbare residu. Deze niet oplosbare rest blijkt wel opneembaar, hoewel in mindere mate dan het in water oplosbare monocalciumfosfaat. De beschikbaarheid blijkt bepaald te worden door die van beide componenten, di- en tricalciumfosfaat, die beide een geringere beschikbaarheid hebben, vooral het laatste. In een noot wordt de opzet van deze proeven door *Truog* bekritiseerd, die de meening uit, dat het onjuist is de bestanddeelen van een samengestelde meststof afgezonderd van de bijbestanddeelen te onderzoeken; hij vestigt de aandacht op het in de meststof aanwezige NH_4 , dat volgens oudere onderzoekingen de opneembaarheid van fosfaat kan beïnvloeden.

In de tweede publicatie zijn alle uitkomsten vermeld, die aan 25 proefstations verkregen zijn. De resultaten betreffen potproeven, en in een geval proeven volgens de kiemplanten-methode. Eerstgenoemde uitkomsten zijn gerangschikt naar het feit, of de pH lager of hoger dan 6 is. De verdere bewerking beperkt zich tot het berekenen van het gemiddelde van de met de verschillende fosfaten op allerlei grondsoorten en met verscheidene gewassen verkregen relatieve opbrengstvermeerderingen, waarbij de met monocalciumfosfaat verkregen meerdere opbrengst op 100 is gesteld. Deze methode lijkt ons zeer bezwaarlijk. O.a. wordt berekend, dat het gemiddelde van 12 gevallen, waarin op zure gronden met een zeer sterk, tot 8.66 % NH_4 geammoniseerd, product is bemest,

²⁾ Het tijdschrift, waarin de Russische mededeelingen verschenen zijn, is in ons land niet aanwezig, zoodat wij de gegevens moesten ontleenen aan referaten in de „*Annales agronomiques*”.

93 bedraagt. De conclusie luidt nu, dat dit product op zure gronden (die in Amerika sterk overheerschend zijn) een werkzaamheid heeft, die minstens 90 % bedraagt van die van monocalciumfosfaat. De verkregen resultaten waren echter als volgt: 93, 92, 61, 80, 94, 97, 95, 184, 111, 42, 83, 79. Berekent men de middelbare fout van dit gemiddelde, dan wordt 9 gevonden; een werkzaamheid 93 ± 9 staat echter allerminst voldoende vast om deze conclusie te rechtvaardigen. Het gemiddelde ondergaat sterk de invloed van de uitzonderlijk hoge opbrengst van 184. In dit bijzondere geval voldeed monocalciumfosfaat op de vrij zure grond met pH 5.2 ook belangrijk minder dan slakkenmeel; het vermoeden ligt daarom voor de hand, dat de beschikbaarheid van het fosfaat als zodanig niet zuiver is bepaald, maar dat een bijverschijnsel storend is opgetreden.

Evenals in andere landen blijkt de beschikbaarheid van de sterk geammoniseerde producten bij meer alkalische gronden veel geringer te zijn. Met het boven besproken product werd op gronden met $\text{pH} > 6.0$ de volgende relatieve werkzaamheid gevonden: 85, 52, 9, 15. Echter blijken, in afwijking van de elders verkregen resultaten, ook de minder geammoniseerde fosfaten eenigszins minder werkzaam, hetgeen blijkt bij beschouwing van de resultaten van beide resp. 2.69 en 2.48 % NH_3 bevattende producten. De uitkomsten waren: 78, 79, 85, 82, 38, 77, 93, 66 tegen resp. 89, 91, 105, —, 57, ± 96 , ± 103 , ± 74 bij de oorspronkelijke superfosfaten, waaruit deze producten zijn bereid (monocalciumfosfaat = 100).

De onderzoeken volgens de methode Neubauer leverden overeenkomstige uitkomsten als de Duitse onderzoekers verkregen. In zand is de opneembaarheid van de sterk geammoniseerde fosfaten vrij laag, terwijl de beschikbaarheid in een zure leemgrond minstens even goed is als van superfosfaat.

Eenige onderzoekers vermeldden de hierboven besproken proeven afzonderlijk in uitvoerige vorm, soms nog uitgebreid met andere proefnemingen.

Salter en Barnes (18), die ook een veldproef uitvoerden, zijn van meening, dat de 2.5 % N bevattende fosfaten bij alle pH's slechts zeer weinig minder effectief zijn dan de onbehandelde superfosfaten; de 5—7 % N bevattende fosfaten vertoonen echter bij pH 6—7 een sterke vermindering van de werkzaamheid, welke parallel gaat aan de verminderde beschikbaarheid van tricalciumfosfaat.

Gilbert en Pember (8) vinden ook bij lagere pH (4.4—6.0) duidelijk geringere beschikbaarheid van meer dan 4 % N bevattende fosfaten. Daarentegen zijn de uitkomsten met zwak geammoniseerde fosfaten ook bij hoge pH gunstig te noemen. De opneembaarheid van zeer sterk geammoniseerd product komt die van tricalciumfosfaat nabij.

Williamson (22) bericht over in totaal 185 veldproeven met katoen op verschillende grondsoorten van Alabama. Bij een dergelijk groot aantal proeven kan het middelen van de uitkomsten met minder bezwaar gebeuren. Stelt hij de meeropbrengst met superfosfaat 100, dan blijkt deze met tot 2 % N geammoniseerd fosfaat eveneens 100, en met tot 4 % geammoniseerd product 90 te zijn, terwijl met tricalciumfosfaat 85 gevonden werd. Wordt

tegelijk met de bemesting een bekalking gegeven, dan is het effect van 4 % geammoniseerd fosfaat ten opzichte van superfosfaat nog iets verminderd. Gevonden werd een meeropbrengst 97, tegen 122 met superfosfaat. Bijzonderheden van de grondsoorten worden niet vermeld, het is daarom niet uit te maken, of de mindere beschikbaarheid van het sterker geammoniseerde product speciaal aan de meer alkalische gronden verbonden is. *Williamson* kon verder vaststellen, dat het 4 % product bij meerjarige toediening langzamerhand een betere werking gaf; na 4 jaren was de werking met die van superfosfaat gelijk. Op den duur schijnt dit fosfaat dus niet minder dan superfosfaat ter beschikking te komen.

Werking van het geammoniseerde superfosfaat op de zuurgraad van de grond.

Kappen, Aymans en Hillkowitz (11) en *Gericke* (5) onderzochten bij hun proeven volgens de kiemplantenmethode tegelijkertijd de veranderingen in de zuurgraad van de grond, terwijl *Beling* (1) een onderzoek uitsluitend aan deze kwestie wijdde. Het resultaat van deze onderzoeken is, dat Kalkammonphosphat de pH verlaagt, maar niet in zulk een sterke mate als superfosfaat tezamen met zwavelzure ammoniak. De verzurende werking is voornamelijk toe te schrijven aan de nitrificatie van het zwavelzure ammoniakbestanddeel in het geammoniseerde product. Tegen deze onderzoeken geldt weer ons vroeger genoemde bezwaar, namelijk dat de Neubauerproef zeer afwijkende omstandigheden schept, o.a. is de toegediende mesthoeveelheid in vergelijking met de onder normale omstandigheden gegeven hoeveelheid uitermate groot.

Aanwijzingen van meer beteekenis geven de potproeven van *Lehmann* (13), temeer omdat o.a. met geheel normale bemestingen gewerkt is. Onderstaande tabel geeft de na de oogst in de potten bepaalde pH (gemiddelde van 4 parallelbepalingen; aanvullende N-bemesting is als zwavelzure ammoniak gegeven).

P ₂ O ₅ kg/ha	Superfosfaat	Kalkammon- phosphat %	Slakkenmeel
0	5.3	5.3	5.3
32	5.1	5.0	5.3
64	4.9	4.9	4.9
96	4.8	4.8	4.9
143	4.9	4.9	5.1
287	4.8	5.1	5.5
382	4.9	5.1	6.3

Blijkens de tabel loopen de pH-cijfers na bemesting met gewoon en geammoniseerd superfosfaat vrijwel parallel en ontstaat alleen bij zeer zware bemesting een klein verschil ten gunste van Kalkammonphosphat. Wij meenen in deze uitkomst een steun te zien voor onze kritiek op de volgens de kiemplantenmethode verkregen resultaten. Bij normale bemesting is het verzurende effect zeker niet veel minder dan van de zeer zure combinatie superfosfaat en zwavelzure ammoniak.

Aanwijzingen van andere aard over de schadelijke zuurheid van het volledig geammoniseerde product worden ook gevonden in de door *Lehmann* waargenomen ongunstige invloed op de vorming van de korrel. Deze verliep bij bemesting met slakkenmeel veel normaler, en zelfs ammoniak-superfosfaat bracht minder schade. Ter verduidelijking dient te worden opgemerkt, dat de opbrengst aan stroo in al deze gevallen gelijk was.

Geen gegevens zijn beschikbaar over de werking van minder geammoniseerde superfosfaten op de zuurgraad van de grond. Het vermoeden ligt voor de hand, dat deze fosfaten een minder ongunstige werking zullen hebben. Bovendien is het N-gehalte van deze mengsels laag en bestaat er gelegenheid bij de aanvullende N-bemesting een meer alkalische verbinding toe te dienen, die het verzurende effect weer gedeeltelijk opheft. Bij sterk geammoniseerd fosfaat bestaat deze mogelijkheid weliswaar eveneens, maar in veel mindere mate. Zoo vond *Lehmann*, dat Kalkammonphosphatsalpeter die zooals gezegd uit een mengsel van Kalkammonphosphat en ammoniumnitraat bestaat, op zure grond een gunstiger uitwerking had dan Kalkammonphosphat met een aanvullende bemesting in de vorm van zwavelzure ammoniak.

De waarde van het stikstofbestanddeel

Gerlach (6, 7) leidde reeds uit zijn proeven af, dat aan het stikstofgedeelte in het hoog geammoniseerde superfosfaat dezelfde waarde toekomt als aan in andere vorm gegeven N. Tot dezelfde conclusie komen *Kappen*, *Aymans* en *Hillkowitz* (11) op grond van eenige veldproeven, hoewel in een geval de werking wat minder was dan van kalksalpeter en van zwavelzure ammoniak.

Het is naar onze meening uiterst waarschijnlijk, dat het Kalkammonphosphat, dat de N vrijwel volledig als zwavelzure ammoniak bevat, ook dezelfde eigenschappen als deze meststof bezit. Over de werking van het N-bestanddeel in minder volledig geammoniseerd superfosfaat, waarin de N geheel of gedeeltelijk in de vorm van monoammoniumfosfaat aanwezig is, zijn naar ons weten geen gegevens bekend.

S a m e n v a t t i n g.

De beschikbaarheid van het fosforzuurbestanddeel in het superfosfaat hangt in hooge mate af van de graad van ammonisatie. Tot een N-gehalte van 3 % is de beschikbaarheid vrijwel geheel met die van superfosfaat gelijk te stellen. Bij hoogere ammonisatie loopt de beschikbaarheid met de toenemende vorming van tricalciumfosfaat terug. Dit doet zich in stijgende mate gevoelen op zwakzure, neutrale en alkalische grondsoorten (behoudens eenige uitzonderingen). Op zure en sterk zure gronden is de beschikbaarheid echter vrijwel aan die van superfosfaat en slakkenmeel gelijk. De zure werking, die de meststof uitoefent, welke weinig minder is dan die van superfosfaat + zwavelzure ammoniak, kan echter op zure gronden schadelijk zijn.

De conclusie moet dus luiden, dat het volledig geammoniseerde product (het Deutsche Kalkammonphosphat) voor ons land geen aanwinst zou beteekenen, daar bij een pH hoger dan ongeveer 6 een geringere beschikbaarheid van het fosforzuur, en bij een pH lager dan ongeveer 5.5 de verzurende werking van het zwavel-

zure ammoniak-bestanddeel te duchten is. Slechts in een betrekkelijk klein pH-gebied zou het Kalkammonfosfaat een bruikbare meststof kunnen zijn, maar ook dan dient een geregeld gebruik van het zwavelzure ammoniak bevattende product te worden ontraden. Tegen het gebruik van het zwak geammoniseerde product gelden deze bezwaren niet, of in veel geringere mate.

LITERATUUR.

1. *Beling, R. W.*: Zur Bodenversauerung durch Ammonsalze. Landw. Jhrb. 73, 4491 (1931).
2. *Belsky, W. P.*: Expériences en plein champ avec les superphosphates ammoniacaux. Compt. rend. Inst. Scient. d. engr. et insectif. No. 126, 85 (1935). Ref. Ann. agron. 6, 624 (1936).
3. *Brioux, C.*: Un nouvel engrais. Le superphosphate d'Ammoniaque. Compt. rend. acad. agr. France, 4, 632 (1918).
4. *Ebeler, K.*: Kalkammonphosphat. Die wirtschaftliche Bedeutung der Ammonisierung von Superphosphat. Die Phosphorsäure 5, 423 (1935).
5. *Gericke S.*: Untersuchungen über Kalkammonphosphat. Die Phosphorsäure 2, 600 (1932).
6. *Gerlach*: Über die Einwirkung von gasförmigen Ammoniak auf Superphosphate und die Verwendung der gewonnenen Ammoniakphosphate. Zeitschr. angew. Chem. 29, I, 13 en 18, (1916).
7. —: Kalkammonphosphat. Zeitschr. Pflern., D. u. Bodenk. B 10, 532 (1931).
8. *Gilbert, B. E.* en *Pember, F. R.*: A study on the availability of ammoniated superphosphate and various unusual phosphatic carriers by means of vegetative pot tests. Agr. Exp. Sta. Rhode Isl. State Coll. Bul. 256 (1936).
9. *Hardesty, J. O.* en *Ross, W. H.*: Heat developed in the ammoniation of superphosphates with anhydrous ammonia. Journ. Ind. Eng. Chem. 29, 1283 (1937).
10. *Jacob, K. D.* en *Ross, W. H.*: Chemical nature and solubility of ammoniated superphosphates and other phosphates. Journ. Am. Soc. Agr. 23, 771 (1931).
11. *Kappen, H., Aymans, Th.* en *Hillkowitz, W.*: Untersuchungen über die Düngerwirkung von Kalkammonphosphat. Arch. f. Pflanzenbau 17, 272 (1931).
12. *Keenen, F. G.*: Reactions occurring during the ammoniation of superphosphate. Journ. Ind. Eng. Chem. 22, 1378 (1930).
13. *Lehmann, W.*: Gefässversuche zur Bewertung der Phosphorsäure in Kalkammonphosphat, Bodenk. u. Pflanzenern. 8, 25 (1938).
14. *Popp, M.*: Gefässdüngungsversuche über die Wirksamkeit und die Bewertung der Phosphorsäure im Kalkammonphosphat. Bodenk. u. Pflanzenern. 8, 42 (1938).
15. —: Gefässversuche zur Bewertung der Phosphorsäure im Kalkammonphosphat. Der Forschungsdienst, 6, 77 (1938).
16. *Ross, W. H.* en *Jacob, K. D.*: Availability of the reverted phosphoric acid in ammoniated superphosphates. Journ. Assoc. Off. Agr. Chem. 144, 182 (1931).
17. *Ross, W. H., Jacob, K. D.* en *Beeson, K. C.*: Composition and fertilizer efficiency of the insoluble phosphates in ammoniated superphosphate. Journ. Assoc. Agr. Chem. 15, 227 (1932).
18. *Salter, R. M.* en *Barnes, E. C.*: The efficiency of soil and fertilizer phosphorus as affected by soil reaction. Ohio Agr. Exp. Sta. Bul. 553 (1935).
19. *Schapiro, G.*: Expériences en vases de végétation avec les superphosphates ammoniacaux en sol de tchernoziem. Compt. rend. Inst. Scient. d. engr. et insectif. No. 126, 82 (1935). Ref. Ann. Agron. 6, 624 (1936).
20. *Schmitt, L.*: Versuche über die Wirkung der Phosphorsäure in Kalkammonphosphat. Bodenk. u. Pflanzenern. 8, 1 (1938).
21. *Turtschin, Th. W.*: L'ammoniation du superphosphate et son action sur l'assimilabilité de l'acide phosphorique. Compt. rend. Inst. scient. des engr. et insectif. No. 126, 72 (1935). Ref. Ann. agron. 6, 625 (1936).
22. *Williamson, J. T.*: Efficiency of ammoniated superphosphates for cotton. Journ. Am. Soc. Agr. 27, 724 (1935).

SUMMARY.

The fertilizing value of ammoniated superphosphate.

A critical survey is given of the literature on ammoniated superphosphate. It has been shown that the availability of the phosphate is depressed as the N-content of the fertilizer is increased, which is especially the case on the neutral and alkaline soils. The availability of the phosphate may be equal to that of the common phosphate fertilizers on the more acid soils; yet, the rather strongly acidifying qualities make the fertilizer less desirable for these soils.

It is concluded that the introduction of fully ammoniated superphosphate would not be an advantage for Dutch agriculture; the objection does not hold to the same degree for partly ammoniated products.