

DE OPLOSBAARHEID VAN MANGAAN IN DE GROND

door

D. STENUIT & R. PIOT

Directeur en Assistent van de Bodemkundige Dienst van België.

INHOUD

Inleiding.

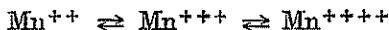
1. Invloed van de pH op de opneembaarheid van het mangaan in de grond.
2. Invloed van de microorganismen op de vorm van mangaan in de grond.
3. Invloed van de verluchting van de grond op de vorm en opneembaarheid van het mangaan.
4. Invloed van de verschillende anionen op de vorm en opneembaarheid van het mangaan.

Samenvatting — Résumé — Summary.

Bibliographie.

INLEIDING

Mangaan bevindt zich in de grond in een dynamische toestand die men best als volgt kan voorstellen :



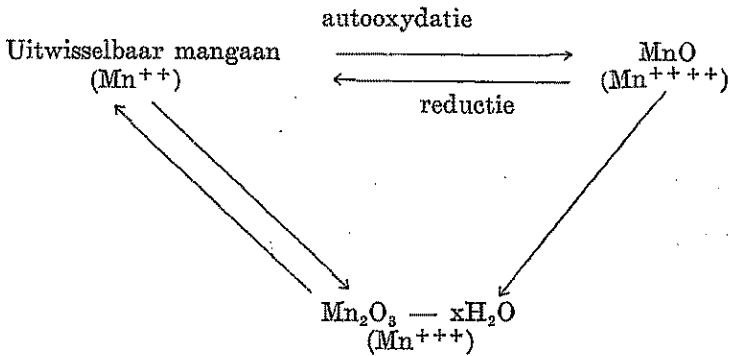
Te velde is de vorm, waarin het mangaan zich bevindt, van groter belang dan de totale hoeveelheid mangaan in de grond aanwezig. Er zijn ons trouwens menigvuldige gevallen bekend waar bij eenzelfde totale hoeveelheid mangaan enerzijds mangaangebrek en anderzijds mangaanvergiftiging bij de gewassen optrad.

Volgens DION en MANN kan men het mangaan in de grond door volgende cyclus voorstellen :

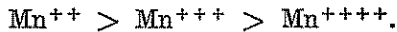
LB5 9722308



GK 33333



Hierbij neemt de oplosbaarheid en opneembaarheid af volgens :



Vandaar het groot belang van het redox-potentiaal van de grond, wat o.a. ook inhoudt dat een aantal factoren, zoals de pH, het microbenleven, de verluchting en waterhuishouding van de grond enz., een invloed hebben op de vorm en de opneembaarheid van het mangaan in de grond.

1. Invloed van de pH op de opneembaarheid van het mangaan in de grond.

Talrijke auteurs (1-12) wezen reeds vroeger in hun publicaties op het verband tussen de pH en de oplosbaarheid van mangaan in de grond. Bij hogere pH oxydeert het Mn^{++} , wordt hierdoor minder oplosbaar en kan aldus mangaangebrek veroorzaken. Daar deze oxydatie in de grond reeds bij pH_{KCl} 5,5 en hoger kan beginnen en zulks in steriel midden slechts plaats grijpt vanaf pH 8,0 kan men aannemen dat de microorganismen van de grond hierbij een rol te vervullen hebben.

Bij een onderzoek in verband met de veenkoloniale haverziekte op zandgronden in 1954 en 1955 uitgevoerd door de Bodemkundige Dienst van België, werd de pH van de grond vergeleken met het voorkomen van mangaangebrek. Hiertoe beschikten we over 51 velden die in sterke mate mangaangebrekverschijnselen vertoonden en 90 velden met normale groei. De pH toestand kan als volgt worden samengevat :

TABEL I.

Verband tussen het voorkomen van mangaangebrek en de pH in Belgische zandgronden.

<i>pH_{KCl}</i>	<i>zandgronden met normale groei van de haver in %</i>	<i>zandgronden waarop sterk mangaangebrek voorkwam bij haver in %</i>
< 5.0	31.2	0
5.1 — 5.5	24.6	0
5.6 — 6.0	30.6	16.7
6.1 — 6.5	8.3	25.9
6.6 — 7.0	5.3	33.3
+ 7.0	0	24.1

Op de Belgische zandgronden bestaat dus bij $pH_{KCl} \geq 5.6$ gevaar voor het optreden van mangaangebrek, dit gevaar is vooral groot bij $pH_{KCl} > 6.1$.

De schommelingen van het mangaangehalte van de grond als gevolg van een wijziging van pH werden ook nagegaan in potproeven. Deze potproeven liepen over twee maanden, gingen door zonder teelten en waren zó opgevat dat geen percolatie kon plaats hebben.

Onderstaande tabel geeft een samenvatting van de ontledingsuitslagen :

TABEL II.

Verband tussen pH en uitwisselbaar mangaangehalte van de grond in potproeven.

<i>Behandeling</i>	<i>pH_{H₂O}</i>	<i>pH_{KCl}</i>	<i>MnO in Morgan-Venema extract van de grond in mg per 100 g grond.</i>
Getuige	4.8 ± 0.03	4.0 ± 0.03	0.97 ± 0.19
Verzuurd door toevoegen van 12 g S per pot van 7 kg grond	3.2 ± 0.05	3.1 ± 0	5.08 ± 0.21
Hogere pH door toevoeging van 40 g CaCO ₃ per pot van 7 kg grond	6.8 ± 0.07	6.6 ± 0.07	0.28 ± 0.02

Dat na een bekalking reeds zeer snel de mangaantoeestand van de grond gewijzigd wordt, bewijst een andere potproef waarbij het mangaangehalte van een waterig percolaat gemeten werd respectievelijk 7 en 21 dagen nadat de grond van een aantal potten gemengd werd met CaO.

TABEL III.

Proef op de snelheid
waarmede een bekalking het mangaangehalte van de grond beïnvloedt.

Tijdstip van percolatie na aanzet van de proef.	mg MnO/ 50 ml waterig percolaat		
	zonder kalk	6 g CaO per pot	12 g CaO per pot
na 7 dagen	0.080	0.050	0.020
na 21 dagen	0.187	0.015	0.012

Hieruit kan men afleiden dat een dosis kalk, goed gemengd met de grond, vlug gebeurlijke mangaanvergiftiging bij de planten kan verminderen of gans wegnemen. Mangaan toegediend op kalkrijke grond zal daarentegen betrekkelijk snel tot minder oplosbare vormen omzetten.

2. Invloed van de microorganismen van de grond op de vorm van mangaan in de grond.

Dat de microorganismen bij de dynamiek van mangaan in de grond een belangrijke rol te vervullen hebben werd vroeger reeds door meerdere auteurs (MULDER, GERRETSEN, BÉTRÉMIEUX, enz.) bewezen.

BÉTRÉMIEUX ondervond dat het uitspoelen van ijzer en mangaan veel sneller plaats greep als hij gronden percoleerde met een glucoseoplossing dan wel bij percolatie met zuiver water. Zulks was zelfs waar bij gronden waaraan een aanzienlijke hoeveelheid CaCO₃ werd toegevoegd. Hij schreef dit toe aan de activiteit van de bodemmicroben, deels door hun invloed op de pH van de grond, doch vooral omdat er tijdens de fermentatieprocessen in de grond een speciaal reducerend midden geschapen wordt.

TABEL IV.

Mangaangehalte van het percolaat van de grond na percolatie respectievelijk met water en met een 1 % glucoseoplossing gedurende 14 dagen

Behandeling	MnO in de percolaten (mg MnO per pot)			MnO (d.p.m.) in de grond				pH van de grond na percolatie gedurende 14 dagen		Totaal actief mangaan- gehalte in mg per pot (9)
	percolaat van de 1 ^e tot de 7 ^e dag (1)	percolaat van de 7 ^e tot de 14 ^e dag (2)	totaal (3)	in water oplosbaar MnO (4)	uitwissel- bare MnO (5)	gemakke- lijk redu- ceerbaar MnO (6)	actief MnO (7)	pH _{H₂O} (8)	pH _{KCl}	
percolatie met water	0.02	0.02	0.04	0.8	1.4	9.4	11.6	7.4	6.3	7.0
percolatie met glucose 1 %	0.08	1.2	1.28	1.3	17.3	8.5	27.1	6.8	5.9	17.4
Grond + CaCO ₃ gepercoleerd met water	0.01	0.02	0.03	0.6	1.4	9.4	11.4	8.1	7.1	6.8
Grond en CaCO ₃ gepercoleerd met glucose 1 %	0.16	1.59	1.75	0.9	7.8	9.8	18.5	7.8	6.9	12.8

Door de Bodemkundige Dienst van België werden een aantal potproeven uitgevoerd in de aard van de proeven van BÉTRÉ-MIEUX. Hierbij vertrokken we van grond waarop te velde mangaangebrek in sterke mate voorkwam en die dus arm was aan opneembare mangaan. In een gedeelte van de proefpotten werd de grond vóór het begin van de proef gemengd met 1 % CaCO_3 . Elke pot bevatte 600 g grond. De helft van de potten werd gedurende 14 dagen gepercoleerd met 60 cc zuiver water per dag. De andere helft daarentegen met 60 cc van een 1 % glucoseoplossing. Op het percolaat werd de bepaling van het mangaan om de 8 dagen uitgevoerd. Na het beëindigen van de proef werd op de grond eveneens een mangaanbepaling gedaan volgens de methode SHERMAN - MC HARGUE - HODGKISS (13).

Uit de uitslagen van het totaal actief mangaangehalte (col. 7 en 9) blijkt duidelijk dat de glucose, en bijgevolg ook de microbenactiviteit, het actief mangaangehalte in de gegeven omstandigheden bijna verdrievoudigd heeft. Ook in de potten waaraan CaCO_3 was toegevoegd verdubbelde het gehalte aan actieve mangaan, dit spijs een gevoelige pH stijging ten opzichte van de getuigen.

Wij mogen hieruit besluiten dat, zelfs in kalkrijk midden, een grote hoeveelheid van het geoxydeerd en onactief mangaan door de bodemmicroben in bepaalde omstandigheden terug actief kan gemaakt worden.

3. Invloed van de verluchting van de grond op de vorm en opneembaarheid van het mangaan.

Het is vanzelfsprekend dat de verluchting van de grond de oxydatie van mangaan tot minder oplosbare vormen zal in de hand werken.

Bij een eenvoudige potproef, uitgevoerd met éézelfde zandgrond, werden twee potten gedurende 14 dagen kunstmatig verlucht. Daarnaast werden twee soortgelijke potten in een atmosfeer van CO_2 gehouden. Al de andere factoren als druk en vochtigheidsgraad waren voor beide objecten gelijk. Na veertien dagen werd de grond uit deze potten ontleed volgens de methode SHERMAN en Co waarvan de uitslagen vermeld staan in tabel 5.

TABEL V.

Invloed van de verluchting van de grond
op de dynamiek van mangaan in de grond.

Behandeling	pH _{H₂O}	pH _{KCl}	MnO van de grond in d.p.m.			
			water- oplosbaar MnO	uitwissel- baar MnO	gemakke- lijk redu- ceerbaar MnO	Totaal actief MnO
Verluchte grond	7.1	6.3	0.8	0.8	8.7	10.3
Grond met CO ₂ - atmosfeer	7.4	6.5	0.8	2.9	8.9	12.6

Na deze korte periode van 14 dagen bleef het in wateroplosbaar mangaangehalte nog hetzelfde. Het uitwisselbaar mangaan daarentegen nam in sterke mate toe in een CO₂-atmosfeer.

4. Invloed van de verschillende anionen op de vorm van opneembaarheid van het mangaan.

Bij potproeven uitgevoerd op een zandgrond, afkomstig van een veld dat in sterke mate leed onder mangaangebrek, werd de invloed nagegaan van volgende anionen : sulfaten, chloriden, nitraten en fosfaten.

Hiertoe werd gebruik gemaakt van dezelfde techniek als deze beschreven in § 2 van dit artikel. Er werd evenwel gepercoleerd met een glucose-oplossing 1 % waaraan volgens het geval (NH₄)₂SO₄, NH₄Cl, NH₄NO₃ of (NH₄)₂HPO₄ werd toegevoegd. De hoeveelheid (NH₄)₂SO₄ die gebezigd werd bedroeg 10 g per liter oplossing. Van de andere zouten werd het gewicht zodanig berekend dat een equivalente hoeveelheid N werd toegediend.

In tabel 6 worden de ontledingsuitslagen van grond en percolaten aangegeven.

TABEL VI.

Schommelingen in de mangaandynamiek van de grond
 onder invloed van verschillende anionen.

Behandeling	MnO in de percolaten (mg MnO per pot)			MnO (d.p.m.) in de grond				pH van de grond na percolatie gedurende 14 dagen		Totaal actief mangaan- gehalte in mg MnO per pot (9)
	percolaat van de 1 ^e tot de 7 ^e dag (1)	percolaat van de 7 ^e tot de 14 ^e dag (2)	totaal (3)	in water oplosbaar MnO (4)	uitwissel- baar MnO (5)	gemakke- lijk redu- ceerbaar MnO (6)	actief MnO (7)	pH _{H₂O} (8)	pH _{KCl}	
Percolatie met glucose 1 %	0.22	2.24	2.46	0.87	17.0	8.2	26.07	6.7	5.9	18.1
id. + (NH ₄) ₂ SO ₄	0.15	1.21	1.36	0.75	17.7	10.0	28.45	6.4	5.8	18.4
id. + NH ₄ Cl	0.17	2.34	2.51	0.93	17.9	8.3	27.13	6.3	5.6	18.8
id. + NH ₄ NO ₃	0.03	1.03	1.06	0.75	12.4	10.5	23.65	6.6	5.9	15.2
id. + (NH ₄) ₂ HPO ₄	0.05	1.42	1.47	0.75	11.3	7.9	20.00	6.6	5.8	13.1

Uit tabel 6 blijkt duidelijk dat de nitraten en de sulfaten een belemmerende invloed uitoefenen in verband met de reductie van mangaan in de grond. De invloed van sulfaten en chloriden daarentegen schijnt zeer gering te zijn, voor de chloriden zelfs licht gunstig. BÉRRÉMMEX (12) besloot eveneens tot een schadelijke invloed van sulfaten en chloriden. Deze gegevens lijken ons van veel belang te zijn voor de bemesting van mangaanarme gronden. Het ligt in onze bedoeling deze gegevens ook op het veld te testen.

SAMENVATTING

In bovenstaande studie werd nagegaan welke de invloed is van de pH, het microbenleven, de verluchting van de grond en de verschillende anionen op de vorm en opneembaarheid van het mangaan in de grond.

Op de Belgische zandgronden komt mangaangebrek praktisch alleen voor bij $pH_{KCl} \geq 5.6$. Dit gevaar is vooral groot bij $pH_{KCl} > 6.1$.

Het microbenleven van de grond vervult een belangrijke rol in verband met de oplosbaarheid van het mangaan.

Een sterke verluchting van de grond werkt onoplosbaarheid in de hand. Nitraten en fosfaten hebben eveneens een ongunstige invloed. Sulfaten en chloriden hebben daarentegen weinig invloed op de opneembaarheid van het mangaan.

RÉSUMÉ

L'étude qui précède a pour objet d'examiner l'influence du pH, de la vie microbienne, de l'aération du sol et des différents anions sur la forme et l'assimilabilité du manganèse dans le sol.

Dans les sols sablonneux belges, la carence en manganèse n'est constatée que pour un $pH_{KCl} \geq 5.6$. Ce danger est surtout grand lorsque le pH_{KCl} est supérieur à 6.1.

La vie microbienne du sol joue un rôle important sur l'assimilabilité du manganèse.

Une forte aération du sol favorise l'insolubilité du manganèse. Les nitrates et les phosphates ont également une influence défavorable. Les sulfates et les chlorures ont par contre peu d'influence sur l'assimilabilité du manganèse.

SUMMARY

The authors make a study on the influence of the pH, the microbiological activity, the aeration of the soil and the different anions on the form and availability of the manganese in the soil.

On belgian sandy soils, manganese deficiency practically only appears at $pH_{KCl} \geq 5.6$; particularly at $pH_{KCl} > 6.1$, the risk is very great.

The microbiological activity of the soil is very important with regard to the solubility of the manganese.

The insolubility of the manganese is favoured by a good aeration of the soil. Nitrate and phosphate too have an unfavourable influence. Sulfate and chloride have little or no influence on the availability of the manganese.

BIBLIOGRAPHIE

1. K. SCHARRER: *Biochemie der Spurenelemente*. Verlag Paul Parey, Berlin (1944).
 2. E. G. MULDER & F. C. GERRETSEN: *Soil manganese in relation to plant growth*. *Advances in Agronomy*, volume IV. Academic Press Inc. Publishers. New York (1952).
 3. F. SCHEFFER & E. WELTE: *Lerhbuch der Agrikulturchemie und Bodenkunde*. II. Teil: *Pflanzenernährung*. Verlag Ferd. Enke, Stuttgart (1955).
 4. T. WALLACE: *The diagnosis of mineral deficiencies in plants by visual symptoms*. His Majesty's Stationery Office, London (1951).
 5. D. STENUIT, R. PRIOR & R. BOON: *Relation entre le pH et la teneur en manganèse des sols sablonneux et l'apparition des symptômes de carence en manganèse chez l'avoine*. *Pédologie, Comptes Rendus de la Société belge de pédologie* (1957).
 6. P. SCHACHTSCHABEL: *Das Mangan. — Die Phosphorsäure*. Bd. 15, Folge 3 (1955).
 7. P. SCHACHTSCHABEL: *Der Nährstoffgehalt des idealen Bodens*. 6. Sonderheft zur Zeitschrift *Landw. Forschung* (1955).
 8. A. FINCK: *Methoden zur Bestimmung des für Hafer verfügbaren Mangans*. *Zeitschrift für P.D.B.*, Bd. 67, Heft 3 (1954).
 9. STEENBERG: *The exchangeable manganese in danish soils and its relation to plant growth*. *Transact. Congr. Soil Sci. Oxford* 1, 198 (1935).
 10. G. W. LEEPER: *Soils and manganese deficiency*. *J. Austral. Inst. Agr. Sci.* 1 (1935).
 11. L. GISIGER: *Von den Ursachen der Überkalkungsschäden*. 5. *Kalkung und Mangammangel*. *Zeitschrift für Pflanzenernährung*. Bd. 45, Heft 1-3 (1949).
 12. R. BÉTRÉMIEUX: *Etude expérimentale de l'évolution du fer et du manganèse dans les sols*. *Annales Agronomiques*, n° 3 (1951).
 13. G. SHERMAN, J. S. MCHARGUE & W. S. HODGKISS: *Determination of active manganese in soil*. *Soil Sci.*, Vol. 54, No 4 (1942).
-