

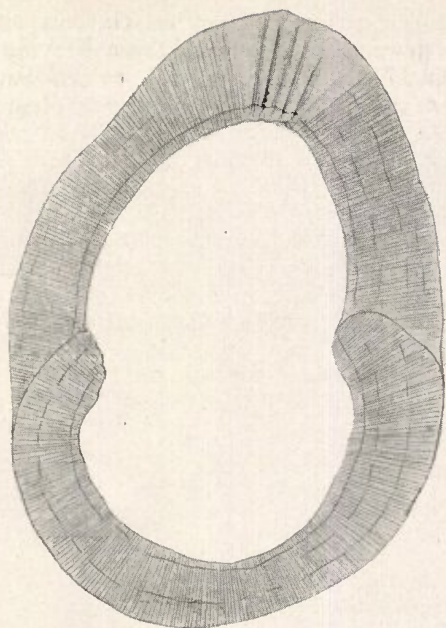


Fig. VIII. *Polymorphina gibba* d'Orbigny; X 73.
Zweikammerige Schale der unter C, a genannten Form.

Ich muss noch das Vorkommen kleiner kugelförmiger Gebilde (Fig. VII, c) erwähnen, welche im Inneren dieser Formen oft gefunden wurden, von einer ziemlich dünnen Wand, welche fein poröse Struktur zeigte, umgeben waren und vermutlich wohl jugendliche Exemplare einer bestimmten Generation darstellen. Ihre geringe Grösze aber liess sich mit keiner der gefundenen Embryonalkam-

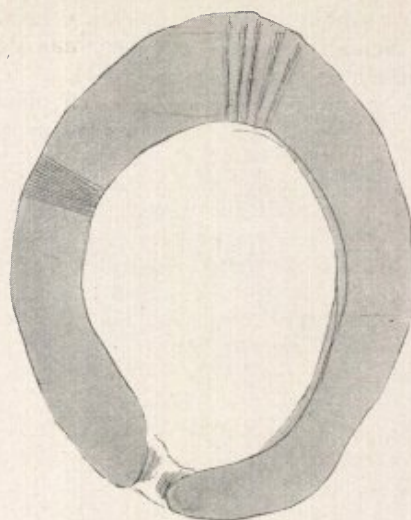


Fig. X. *Polymorphina gibba* d'Orbigny; X 73.
Einkammerige Schale der unter C, a genannten Formen. Deutlich ist die defekte Hinterseite zu sehen, welcher Mangel nicht von einer Läsion herrühren kann.

mern vereinbaren, sodass ihre Natur nicht feststeht. Ihr innerer Durchschnitt beträgt 45 μ .

Es wird, wenn man die Figuren betrachtet, sofort auffallen, dass, speziell in der letztgenannten Form, 2 Typen zu unterscheiden sind. Die einen besitzen einen kleinen Embryonalapparat, die anderen einen viel voluminöseren. Doch ist nicht ausgeschlossen, dass speziell die letzteren Formen eigentlich der vorigen, unter a genannten Form angehören, wenn man die Dicke der ersten Kammerwand nicht als wichtiges Merkmal ansehen will.

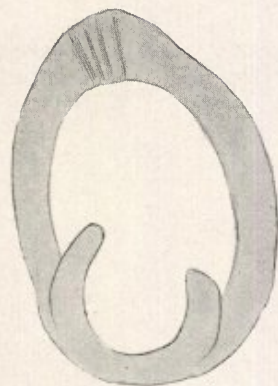


Fig. IX. *Polymorphina gibba* d'Orbigny; X 73.
Kleine Schale, welche vermutlich der unter C, a genannten Formengruppe angehört.

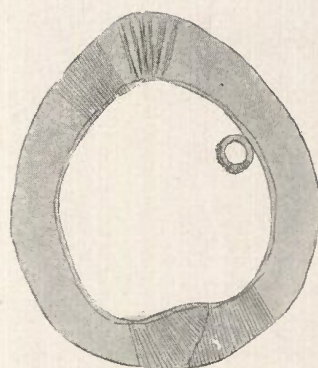


Fig. XI. *Polymorphina gibba* d'Orbigny; X 73.
Einkammerige Schale; auch hier ist ein, vermutlich wiederhergestellter Defekt an der Hinterseite der Schale zu sehen.

IETS OVER ZINKVEGETATIES

door

Dr. F. Kurris, Scheik. Ing.

Indien men de literatuur over het voorkomen van het element zink in de planten, die op zinkhoudenden bodem groeien nagaat, dan merkt men op, dat zink steeds in dergelijke planten voorkomt. Na verzameling der analyse-resultaten kwam ik tot bij-

gaande tabel, welke voldoende voor zich zelf spreekt. Ofschoon deze analyse-uitkomsten niet te verwonderen zijn, hetzelfde geldt vrijwel ook voor planten, welke op lood- en koperhoudenden bodem voorkomen, wijst het toch niet op een regel zonder uitzonderingen. Zoo gaf von Gorup Bezanetz (1) aan de planten *Secale cereale*, *Polygonum fagopyrum* en *Pisum sativum* zinkzouten en vond toch geen zink in de asch dezer planten.

Omgekeerd schijnt een plant, welke eenmaal opgenomen metaalzout bevat, dit weer aan den bodem te kunnen afgeven. (Niklewski 2).

Uit het voorkomen van zink in een plant mag nog niet besloten worden, dat dit element daarom een noodzakelijk bestanddeel ervoor is. Een blik op bijgaande tabel toont dit duidelijk aan. Moeilijk toch zou men planten als graanvruchten, wikken, witte boonen en boomen als beuken, berken, populieren en eiken als een zink-vegetatie kunnen aanmerken.

Het ligt voor de hand, dat het element zink op verschillende planten een zeer verschillenden invloed zal uitoefenen en de studie van dezen in-

De tusschen () geplaatste cijfers wijzen op de literatuur verzameld aan het einde van dit artikel.

vloed is een onderwerp van verschillende onderzoekers geweest. Zoo onderzochten Freytag (6), Baumann (7) en Jensen (8) den invloed van zink in zuivere oplossingen bij verschillende planten en bevonden, dat zink reeds schadelijk is bij concentraties van 22 mgr. ZnSO_4 per liter met groote individueele verschillen. Bij aanwezigheid van andere voedingszouten was deze schadelijke invloed ook aanwezig. Proefnemingen zijn bekend van Krauch (9), Storp (10), True en Gies (11) en Branchley (12). Alle onderzochte planten, meest gerst, erwten en granen bleken reeds door zeer kleine voor elke plant verschillende hoeveelheden zink te worden benadeeld. Vermeld vindt men getallen van 4 mgr. ZnSO_4 per liter voor gerst en 20 mgr. voor erwten.

ZINKGEHALTE IN PLANTEN.

A. Zinkplanten.

	% Zn van de asch	% Zn lucht- droog	% Zn in HCl extract der asch	% Zn op droge stof	Auteur
<i>Viola lutea.</i>					
blad	0,93				Risse (30)
wortel	1,22				
bloem	0,79				
stengel	0,50				
geheele plant	3,44	0,29			Baumann (7)
blad		0,09			
geheele plant			0,41—1,60		Kurris en Pagnier (31)
<i>Thlaspi alpestre.</i>					
blad	10,5				Risse (30)
wortel	1,33			0,134	
stengel	2,63			0,31	
bloem	2,60				
geheele plant	17,1	1,06			Baumann (7)
blad		1,20			
geheele plant			4,23—6,02		Kurris en Pagnier (31)
<i>Ameria vulgaris Halleri.</i>					
blad	0,94				Risse (30)
wortel	0,30				
stengel	2,86				
bloem	0,92				
geheele plant	5,02			0,30	Baumann (7)
<i>Arabis Halleri.</i>					
geheele plant	0,75				Schulz (45)
<i>Silena inflata.</i>					
wortel	0,59				Risse (30)
stengel, bloem en blad	1,54				
geheele plant	2,13	0,35			Baumann (7)
blad	0,21	0,18			
<i>Molinia altissima</i>					
		aanwezig			Beck (41)
<i>Anagallis collina.</i>					
		aanwezig			
<i>Cistus monspeliensis.</i>					
		aanwezig			Wehmer (42)
B. Andere planten gegroeid op Zn houdenden bodem.					
Planten zonder nadere aanduiding.	10,69—29,37				Cappa (43)

	% Zn van de asch	% Zn lucht- droog	% Zn in HCl extract der asch	% Zn op droge stof	Auteur
				0.20	Laband (44)
		aanwezig			Schimper (30)
		aanwezig			Batemann en Wells (46)
Graanvruchten.	0,4—0,8			0,002	Freytag (6)
Wikke, witte boonen,					Javillier (14)
Amerikaansche maïs, gerst,					
tarwe, beuken en berken.	sporen.				Lechartier en
<i>Zostera marina</i> .	0,03				Bellamy (40)
<i>Fusus vesiculosus</i>	aanwezig				
<i>Tussilago farfara</i>					
bladsteel	0,31 en 1,70				Jensch (18)
bladschede	0,91 en 0,85				
wortel	1,51 en 1,47				
<i>Polygonum aviculare</i>					
bladsteel	1,17 en 1,49				
bladschede	0,64 en 0,78				
wortel	0,92 en 1,00				
Graansoorten	0,19				cit. von Linstow (2)
Zieke rogge	0,06				
Eiken en berken	aanwezig				Freytag (6)
Populier	0,83—1,78				Emmerling en Kolkwitz (49)
Eikenhout		aanwezig			Forschhammer (49)
Westphaalsche steenkolen		aanwezig			
Kentucky blauw gras					
jong blad				0,017	Mc. Hargue (51)
zaad				0,036	

Voor kleinere Zn-concentraties vond men een stimulerende werking bij waterculturen. True en Gies (11) vonden dit bij lupine, Kanda (13) bij erwten en Javillier (14) bij tarwe bij uiterst kleine Zn-concentratie, terwijl Brenchley (12) bij erwten en gerst een twijfelachtige stimulerende werking vond en Jensen (8) geen kon waarnemen.

De hoeveelheid zink, welke stimulerend werkt is echter uiterst klein b.v. op tarwe 2—4 mgr. ZnSO_4 per liter (Javillier) en op erwten 0,05 mgr. (Brenchley).

De grens der schadelijke werking van Zn weet men dus voor enkele planten groeiend in waterculturen, de stimulerende werking is waarschijnlijk. Deze conclusie is echter alleen geldig voor deze wijze van proefneming. De waterculturen toch zullen een zuurgraad moeten hebben van lager dan $p. = 6$, aangezien anders $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ of CaHPO_4 neerslaan. Alle toegevoegd fosfaat moet als H_2PO_4^- aanwezig zijn, waaruit een veel hogere zuurgraad volgt voor waterculturen dan voor bodemculturen. Waar de meeste planten slechts in neutraal milieu normaal groeien is de watercultuur een abnormaal milieu en mogen bevindingen gewonnen bij watercultures slechts met het noodige voorbehoud overgebracht worden op bodemculturen.

Getracht is dan ook de invloed te vinden van Zn bij zandculturen en bodemculturen op verschillende planten. Voor zandculturen vond Jensen (8)

een stimuleering bij een 1/2000—1/10000 n. ZnSO_4 oplossing voor tarwe, welke hij niet waarnam bij waterculturen van 1/100 000 n. oplossing.

Voor deze wijze van cultuur, maar nog veel meer voor bodemculturen heeft men de moeilijkheid der reproduceerbaarheid der uitkomsten. Voegt men een zinksulfaat-oplossing aan den vasten voedingsbodem toe dan weet men niet wat met deze oplossing zal gebeuren. Een zinkbepaling van den grond geeft geen inzicht in den toestand, waarin zich het Zn bevindt. Zodoende weet men niet hoeveel zink de plant feitelijk ter beschikking wordt gesteld. Ofschoon men dus met deze bepalingen de werkelijke groeiomstandigheden beter nabootst, voert men nieuwe onzekerheden in het onderzoek in.

Zeker is, dat als men zinksulfaat bij een koolzurekalkhoudenden bodem brengt, dit zinkzout niet als zoodanig blijft. Waarschijnlijk zal het zink neerslaan als het een of ander normaal of basisch carbonaat, zoodat de hoeveelheid zink, welke in het bodemwater in opgelosten toestand is, zeer gering zal zijn. Voor het bodemwater zou zodoende het stelsel gelden $\text{ZnO}-\text{H}_2\text{O}-\text{CO}_2$ met het een of ander carbonaat als bodemstof naast de andere bekende stelsels. De hoeveelheid Zn als gevolg hiervan aanwezig, is dan een functie van den zuurgraad en zal des te grooter zijn naarmate de pH kleiner is. Het zink wordt dan tevens gemakke-

lijk uitgewasschen uit den bodem door het regenwater!

Het is mijn bedoeling niet de toestandsveranderingen van een zinksulfaat-oplossing bij toevoegen aan „grond” verder uit te werken. Voldoende is het nog in dit verband te wijzen op adsorpties, welke kunnen plaats hebben, zoodat ook colloïd-chemische reacties hierbij zeker een rol zullen spelen.

Het was dan ook Baumann (7), welke dit vasthouden van zink door den grond aantoonde en tot de bevinding kwam, dat humus-, klei- en mergel-gronden het beste zinksulfaat-oplossingen vasthouden in tegenstelling met arme zandige grond. Freytag (6) geeft daar zelfs cijfers voor op en vindt, dat „grond” uit zinksulfaat-oplossingen van 0,21—0,24 % ZnO kan opnemen!

Baumann (7) wees er reeds op, dat de selectiviteit van opnamen van zink door den bodem een verschil opleverde in de vergiftigende werking van Zn op de planten.

Uit deze enkele, niet volledige beschouwingen volgt, dat bodemculturen zeer onzekere uitkomsten moeten geven. Het begrip „bodem” toch is van te gevarieerden en te complexen aard, dat men dit als een eenvoudig iets zou kunnen beschouwen. De proefnemingen met zinkhoudende bodemculturen vermeld in de literatuur, zijn daarom dan ook zeer verward.

Nog verwarder zal de toestand worden als men niet met voedingsbodems werkt, waaraan men kunstmatig zink heeft toegevoegd, maar die van nature zink bevat. Alle mogelijke onoplosbare en geadsorbeerde verbindingen kan men dan verwachten, waardoor een vergelijking der proefnemingen onderling zelfs geheel onmogelijk is.

Als bewijs mogen hier enkele opgaven volgen: Von Gorup Bezanetz (1) meent, dat 1 gram ZnSO_4 aan 1 L. grond toegevoegd aan de vroeger reeds genoemde planten geen schade doet, Holderfleiss (15) meent dat voor 2 % Zn en Lipman en Wilson (16) voor 0,05 % ZnSO_4 , terwijl Lundegärth (17) meent, dat reeds een gehalte van 0,027 % Zn in den bodem de plantengroei kan doen ophouden. Ook de proefnemingen van Storp (10), Jensch (18), Nobbe, Baessler en Will (19), Tacke (20) en Meyer (21) wijzen op een groote nadeeligheid op den plantengroei, terwijl nog onlangs Bortels (50) dit nog ten overvloed komt aantoonen voor gerst, haver, tarwe en rogge.

Tusschen deze beide meeningen in staan Haselhoff en Gössler (22) die meenen, dat 0,235 % ZnO in den bodem onschadelijk is voor tarwe, maar dat ZnSO_4 zeer vergiftig is. Ook Völcker (23) wijst erop, dat de goed oplosbare zinkzouten veel schadelijker zijn dan de meer onoplosbare!

Tenslotte wil ik nog wijzen op onze proefnemingen (31). Waar wij de zinkhoudende gronden langs de Geul tusschen Epen en Mechelen onderzochten, vonden wij zink-gehalten van 0,01—0,75 % Zn (ber. op droge stof). Een invloed op de normale flora van broekland, behoudens de z.g. zinkflora hebben wij niet opgemerkt.

Uit het bovenstaande volgt wel duidelijk, dat het

voor elke plant ondoenlijk is een grens aan te geven waarbeneden een zinkgehalte niet schaadet, zoodat men dat voor waterculturen zoo ongeveer heeft kunnen aangeven. Het kan dan ook niet anders dan dat het gebied waar binnen het Zn stimuleerend werkt, nog in het geheel niet is afgebakend, ofschoon de gedane proefnemingen wel wijzen op het bestaan van dit gebied.

Een verbeterde groei vond Nakamura (24) door toevoeging van 1/2300 gram ZnSO_4 aan 100 gram grond bij uien, geen verbetering bij erwten en nadeel bij gerst. Ghedroiz (25) vond stimuleering bij mosterdzaad, maar vergiftiging bij gerst. Völcker (23) een stimuleering bij 0,01 % Zn op tarwe, maar Molinari en Ligol (26) geen stimuleering bij haver en gerst. Nog vond Fellers (27) gunstige werking op zaadproductie bij soyaboonen, Roxas (29) op rijst en Javillier (14 en 28) bij gebruik van 1—10 Kgr. ZnSO_4 per H.A. op tarwe, maïs, lupine en erwten. Deze laatste is over zijn resultaten zoo tevreden, dat hij zinkzouten als complementaire meststof voor enkele planten aanbeveelt!

Uit al de proefnemingen over den invloed van zink op de planten kan men tot het volgende besluiten: Zinkzouten werken bij geschikte concentratie stimuleerend! Dit is vrij zeker voor bodem en waarschijnlijk voor waterculturen door proeven aangetoond. Te hooge beschikbare hoeveelheden zink werken als vergift. Dit is door talloze proeven aangetoond, waaruit tevens bleek, dat de hoeveelheid zink welke of giftig of stimuleerend werkt zeer individueel is voor elke plant.

Wat is er nu bekend over den invloed van zink op de planten, die in de botanie onder den naam zinkplanten bekend staan? Tot deze zinkflora worden de volgende planten gerekend:

- * *Viola lutea*.
- * *Thlaspi alpestre* var. *calaminare*.
- * *Alsine verna* var. *calaminare*.
- * *Armeria halleri* = *vulgaris* var. *elongata*.
- Armeria bottendorffensis* A. Schulz.
- * *Silene inflata* var. *glaberrima* = *vulgaris*.
- Arabis halleri* L.
- * *Festuca ovina* var. *calaminare*.
- Thlaspi capaeae-folium* Koch.
- Molinia altissima*.
- Anagallis collina* Schou.
- Cistus monspeliensis* L.

Reeds lang was van deze planten bekend, dat ze op zinkhoudenden bodem voorkomen, voordat kwantitatieve bepalingen werden gedaan over het zinkgehalte der planten en over het verband van het voorkomen in verband met een zinkhoudenden bodem. Als eerste bepaalde dit Risse (30), daarna Baumann (7) en Kurris en Pagnier (31) voor planten verzameld in de omgeving van het „Drielandenpunt”, terwijl Schulz (45), Beck (41) en Wehmer (42) dit deden voor planten uit andere

(De planten met een * gemerkt komen voor in de omgeving van het „Drielandenpunt” (Nederland, Duitschland en België).

maal bestaan in de vrije natuur. Of daarmee een grooter stimulantie-gebied van zink gepaard gaat is dan nog de vraag, noodzakelijk is dit niet. In alle geval zou men een onderscheid moeten kunnen bemerken bij kweekproeven op zinkhoudende en zinkvrije voedingsbodems.

Welke voedingsbodems gebruikt dienen te worden en waarin het onderscheid zal bestaan is nog na te gaan. Wat het laatste van de twee aangaat behoeft zich dit niet noodzakelijk alleen in een krachtiger plant te uiten. Zoo vond Brenchley (32), dat mangaansulfaat de groei van gerst stimuleert, maar het rijpen vertraagt.

Zelf heb ik getracht gekiemd *Viola*-zaad op een voedingsoplossing samengesteld volgens Knop, waaraan 0, 0,05, 0,1, 0,5, 1, 5, 10 en 25 mgr. Zn^{++} ion per liter was toegevoegd in den vorm van $ZnSO_4$, verder te kweken. In geen der gevallen gelukte dit! De plantjes, telkens in series van 6 stuks, vertoonden geen voortgang in groei. Dit negatieve resultaat kan zeer goed verklaard worden uit den voor de bereiding van een voedingsoplossing noodzakelijk te hoog en zuurgraad, waarover ik reeds handelde.

Een voorloepige bodemproef door mij uitgevoerd leidde tot meer resultaat. Aan een bakje met „tuingrond” werd zinksulfaatoplossing toegevoegd en hierin en in tuingrond, waarin geen zink was toegevoegd, *Viola*-plantjes gezet. Duidelijk was een betere groei te constateeren op zinkhoudenden grond. Deze kwantitatieve proef dient als voorloepig te worden beschouwd en mag geen aanleiding zijn tot conclusies op de eerste plaats wegens haar ongedefinieerdheid, maar ook wegens haar geringen omvang.

Het werk, dat zodoende gedaan is over deze zinkplanten is zodoende gering, hoewel de enkele gedane waarnemingen wel aantoonen, dat zink in de z.g. zinkplanten geen toevallig bestanddeel is.

Tenslotte dan de kwestie hoe zink dan zou kunnen werken. Reeds Freytag (6) meende dat de vergiftigende werking van zink, een stimuleerende werking van zink kende hij nog niet, toe te schrijven was aan zijn invloed op de wortels der planten. Het zink zou de wortels corrodeeren. Deze meening baseerde hij vooral hierop, dat het zink vooral in de wortels der planten voorkwam, hetgeen zeker voor zinkplanten niet juist is. De meening, dat zink het protoplasma zou coaguleeren weerlegde Krauch (9) door er op te wijzen, dat dan geen enkele plant op zinkhoudenden grond zou kunnen groeien. Hij en Brenchley (33) meenen dan ook, dat een verklaring van de vergiftigende werking van zink tot op het oogenblik nog niet gegeven is.

Wat de verklaring van de stimuleerende werking van zinkzouten aangaat, zou men in verband met de andere stimuli zoals Cu, Mn, B en As twee theoriën kunnen aannemen en wel de oude voedingstheorie waarbij het zink de functie van voedingselement inneemt, zoals K. P. N. enz., en de katalytische theorie, waarbij aangenomen wordt, dat de stimulans als katalysator zou optreden bij bepaalde enzymatische processen, welke in de plant optreden. Gustavson (34), welke deze theorie in-

luidde, meende dat dergelijke stoffen door de plant opgenomen, verbindingen vormden, welke het ontstaan van andere verbindingen bevorderden zonder dat de eerste stof ten gevolge daarvan verdween: een katalysator dus. Deze stof is dus niet absoluut noodig maar bevordert wel bepaalde functies der plant. Deze theorie werd vooral door de Fransche school met Bertrand aan het hoofd voor de elementen Mn en B verdedigd. Is dus een dergelijke stof voor den groei der plant noodzakelijk, vooral voor zinkplanten meen ik, dat ze wel noodzakelijk is om aan de concurrentie met andere planten het hoofd te kunnen bieden. Voor deze zinkplanten nadert het element zink dan ook zeer sterk de functie der voedingselementen. Zooals ijzer b.v. voor de chlorophylvorming noodzakelijk is, zoo kan zink voor een ander proces noodzakelijk zijn ev. kan dit proces te langzaam verlopen voor een normalen groei zonder de aanwezigheid van zink. De katalytische theorie nadert zodoende sterk de voedingstheorie.

Mochten de stimulantieproeven met zink voor zinkplanten in de richting uitvallen, zooals ik reeds boven beschreef, dan zou dat kunnen wijzen op een volkomen aangepast zijn van het enzymesysteem aan zink. Voor deze planten werd zink dan zeker een voedingsstof. Zonder zink zou de samenstelling der enzymcomplexen zijn opgeheven ev. verstoord of de snelheid der enzymatische reacties zijn verminderd met als gevolg een vermindering der concurrentiekracht.

Ook de niet-zinkplanten kunnen blijkens de tabel zink opnemen en volgens de medegedeelde proefnemingen gestimuleerd worden. Blijkbaar worden ook hier bepaalde enzymatische reacties gestimuleerd, maar juist als gevolg hiervan kan de samenwerking der reacties worden verstoord met als gevolg een benadeeling van den groei: grotere hoeveelheden zink werken dan hier vergiftigend!

Indien deze theorie juist is moet er dus een verschil zijn in de mate van beïnvloeding van de enzyme reacties bij de zink- en niet-zinkplanten. In verband hiermede zijn de volgende feiten merkwaardig. Rush (35) constateerde, dat een oplossing van zinksulfaat van 0,0002—0,001 n. de protoplasmastroom van *Elodea*-cellen deed versnellen met 14,85 %, terwijl 0,001 n. $ZnSO_4$ oplossing bij *Chara*-cellen deze een versnelling gaf van 20,58 %. Over den invloed van zink op planten-weefsels berichten de proeven van Silberberg (36), welke een stimuleering der ademhalingsweefsels en weefsels voor reservevoedsel waarnam bij 1/16 n. zinksulfaat oplossing. Zaleski en Reinhard (37) meenen, dat de kiemingsenergie van zaden tijdelijk wordt vergroot door zink, terwijl Storp (38) meent, dat zink een nadeeligen invloed heeft op de chlorophylvorming, hetgeen hij meende aan te toonen met kiemende klaverzaad, welke bij daglicht in een zinkmilieu ophielden te groeien, terwijl zich geen bladgroen vormde. Nog wijs ik op de mededeeling van Richet en Braumann (52) dat geringe hoeveelheden zink de melkzuurgisting bevorderen.

Deze enkele proeven mogen dienen den invloed van zink toe te lichten op enkele onderdeelen van

de levensverrichtingen van enkele planten, zonder eenige klaarheid op dit gebied te brengen. Merkwaardig is trouwens ook nog, dat zink minder schadelijk is voor schimmels en gisten dan voor hogere planten. Ook hier werd een stimuleering waargenomen! (voor literatuur zie Brenchley (12)).

Waar uit het voorgaande blijkt, dat het zink een invloed ten voordeele of ten nadeele van planten heeft zou dan een dergelijk element geen nieuwe variaties kunnen induceeren, m.a.w. zou b.v. een *Viola*-soort juist door eeuwenlangen groei op een zinkbodem zich niet zoo aangepast hebben aan de nieuwe omstandigheden, dat de soort constant is geworden, wellicht schijnbaar constant. Deze natuurlijk uiterst complexe en moeilijke vraag mag men niet zonder meer negeeren zooals Winkler (38) dat doet. Typisch is in alle geval, dat de botanisten de zaadvaste variaties *calaminaris* van *Viola*, *Thlaspi* en *Alsine* in het leven moesten roepen! Maar ook de proefnemingen van Mc. Dougal (39) wijzen in deze richting. Deze meent het genotype van planten te hebben veranderd door insputting van zinksulfaat voor de bevruchting. Ook Jensch (18) nam afwijkingen waar bij verschillende planten, die op zinkhoudenden bodem groeien.

Ik geef in dezen slechts enkele feiten der literatuur zonder in deze kwestie een oordeel te durven uitspreken. Het probleem toch is van te ingrijpenden en te verstrekkenden aard, dan dat deze enkele proefnemingen en waarnemingen dit probleem kunnen tot oplossing brengen.

Het bovenstaande moge voldoende zijn enkele kanten van het veelzijdige zinkflora-probleem te hebben aangeduid. De proefnemingen zijn momenteel nog te beperkt dan dat en het probleem zelf en de physiologische en genetische zijden ervan tot klaarheid zijn te brengen. Het is aan de toekomst dit vraagstuk te benaderen.

LITERATUUR.

- Gorup Bezanetz Ann. Chimie en Physi. 1863, 127 p. 247.
- von Linstow Bodemanzeigende Pflanzen, Berlin 1929 p. 184.
- Kolkwitz Ber. Bot. Ges. 1917 (35) p. 518-526.
- o. c. 2 p. 94.
- Ueber die Vegetation und Entstehung des Hochmoores von Augstimal im Memel Delta. Berlin 1902 p. 150.
- Freytag Bot. Zeitung 1885, 13 p. 365.
- Baumann Landw. Vers. Stationen 1885, 31 p. 1—55.
- Jensen. Bot. Gazette 1907, 43, p. 11—44.
- Krauch. Journ. Landw. 30, p. 271—291.
- Storp. Landw. Jahrb. 12, p. 795—844.
- True en Gies. Bull. Torrey Bot. Club 1903, 30 p. 390—402.
- Brenchley en Winnifred. Inorg. Plant Poisons and Stimulants, Cambridge 1927 p. 40.
- Kanda. Journal Col. Sci. Imp. Tokyo 1904, 19 Art. 13 p. 1—37.
- Javillier. Ann. Inst. Pasteur 1908, 22. p. 720—727.
- Holdefleiss. Landwirtsch. Vers. Stationen 1883, 38, 472.
- Lipmann en Wilson. Bot. Gazette 1913, 55, 409—420.
- Lundegärth. Ardeleingen für Landsbruksbotanik 1927, 42 Medd. nr. 326.
- Jensch. Z. f. Anorg. Ch. 1894, p. 14—15.
- Nobbe Baessler en Will. Landw. Vers. Stationen 1884, 30, 380—423.
- Tacke. Fühling's Land. Z. 1905, 54, p. 331—332.
- Meyer. Fühling's Land. Z. 1905, 54, p. 761—767.
- Haselhoff en Gössler. Zt. Pflanzenkrankheiten 1904, 14, 193—201.
- Völcker. Woburn Exp. Stat. 1910—12 Rpt. 27—30.
- Nakamura. Bul. Col. Agr. Tokyo Imp. U. 1908, 7, p. 635—636.
- Ghedroiz. Selsk. Khoz. i. Liesow. 1914, 344, p. 625—627.
- Moliari en Ligot. Ann. Gembloux 1908, 18, p. 609—611.
- Fellers. Soil. Sci. 1918, 6, p. 81—129.
- Javillier. 7e Int. Congres App. Chem. 1910, Sect. 7 Agr. Ch. 163—164.
- Roxas. Phillippine Agr. and Forester 1 nr. 5, p. 89—97.
- Cit. in Schimper Pflanzengeografie auf. Phys. Grundlage 1908 p. 98—102.
- Kuris en Pagnier. Natuurhistorisch Maandblad 1926, p. 86—89.
- o. c. p. 104.
- o. c. p. 43.
- Gustavson. Mittl. Landw. Forstwirtschaft. Ac. Petrowski-Rasumwsky, 1881, 3 p. 1—15.
- Rush. Bull. Torrey Bot. Club 1920, 47, p. 425—431.
- Silbernberg. Torrey Bot. Club 1909, 36, p. 489—500.
- Zaleski en Reinhard. Bioch. Z. 1909, 23, p. 193—214.
- Winkler. Handwörterbuch der Naturw. 10, p. 69.
- Mc. Dougall. Bot. Gazette 1911, 51, p. 241—257.
- Lechartier en Bellamy. C. R. 1877, 84, p. 688.
- Beck. Lehre von der Erzlagertätte III. Aufl. 2. Bd. 1909, 497.
- Wehmer. Pflanzenstoffe bot. Syst. Bearbeitet Jena 191, p. 937.
- Cappa. Ostr. Z. F. Berg und Hüttenwesen 1905, 53, p. 479.
- Laband. Z. Nahr. u. Genussm. 1901, 4, p. 489—492.
- Schuz. Jahr. Westphal. Prov. Ver. f. Wiss. u. Kunst Münster 1912, p. 209—227.
- Platz. Fischers Jarb. 1887, 15, 1889, p. 12.
- Emmerling en Kolkwitz. Mittl. Kgl. Landeramt f. Wasserhygiene 1914, 19, p. 177—194.
- Forchhammer. Ann. Ch. et Phys. 1855, p. 90.
- Bortels. Z. F. Angew. Bot. 1929, 11, p. 285.
- Mc. Hargue. J. Ind. and Eng. Ch. 1927, p. 274.
- C. R. 1929, 188, 1198.