



Ziekteverschijnselen van enkele cultuurgewassen als gevolg van de inwerking van keukenzout

<https://hdl.handle.net/1874/313868>

ZIEKTEVERSCHIJNSELEN VAN
ENKELE CULTUURGEWASSEN ALS
GEVOLG VAN DE INWERKING VAN
KEUKENZOUT

ZIEKTEVERSCHIJNSELEN
VAN ENKELE CULTUURGEWASSEN ALS GE-
VOLG VAN DE INWERKING VAN KEUKENZOUT

ZIEKTEVERSCHIJNSELEN VAN ENKELE CULTUURGEWASSEN ALS GEVOLG VAN DE INWERKING VAN KEUKENZOUT

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN
DOCTOR IN DE WIS- EN NATUURKUNDE
AAN DE RIJKS-UNIVERSITEIT TE UTRECHT,
OP GEZAG VAN DEN RECTOR MAGNIFICUS
Dr. C. G. N. DE VOOYS, HOOGLEERAAR IN
DE FACULTEIT DER LETTEREN EN WIJS-
BEGEERTE, VOLGENS BESLUIT VAN DEN
SENAAT DER UNIVERSITEIT TEGEN DE
BEDENKINGEN VAN DE FACULTEIT DER
WIS- EN NATUURKUNDE, TE VERDEDIGEN
OP DONDERDAG 6 JULI 1933 DES NAMIDDAGS
TE VIER UUR

DOOR

HENDRIK DE JAGER

GEBOREN TE ROTTERDAM

BAARN — N. V. HOLLANDIA-DRUKKERIJ — 1933

BIBLIOTHEEK DER
RIJKSUNIVERSITEIT
UTRECHT.

Het is mij een genoegen aan het einde van mijn academische studietijd, allen die tot mijn wetenschappelijke vorming hebben bijgedragen, mijn dank te betuigen.

U, Hooggeleerde Westerdijk, Hooggeachte Promotor, wil ik in de eerste plaats dank brengen voor de belangstelling die ik bij de bewerking van mijn proefschrift van U mocht ondervinden. Dat Gij mij groote vrijheid hebt gelaten, echter ook steeds klaar stond met Uw raad, heb ik zeer gewaardeerd. Voor alles wat ik van U geleerd heb, zal ik U steeds erkentelijk blijven.

Hooggeleerde Nierstrasz, zeer speciaal wil ik U danken voor wat Gij mij in Uw colleges gegeven hebt. Gij hebt mij getoond dat moeilijke biologische problemen het best met eenvoudige woorden kunnen worden behandeld.

Hooggeleerde Pulle, Went en Jordan, Uw colleges en practica zijn voor mij van groot belang geweest.

Zeergeachte van Luik, Uw hulpvaardigheid, waarop ik nooit tevergeefs een beroep deed, stemt mij tot groote dankbaarheid.

Den Heer Ir. Bosma dank ik voor de voorkomende wijze, waarop hij mij in de Wieringermeerpolder behulpzaam was.

Ten slotte rest mij een woord van dank aan het Bestuur van de Stichting „Willie Commelin Scholten” voor de gastvrijheid in haar laboratorium genoten.

INHOUD

	blz.
Hoofdstuk I. Inleiding	1
Hoofdstuk II. Materiaal en Methodiek	4
Hoofdstuk III. Symptomen van Beschadiging door Keukenzout.	11
§ 1. Literatuuroverzicht	11
§ 2. Eigen Onderzoek.	15
§ 3. Enkele Waarnemingen in de Wieringermeerpolder	26
§ 4. Vergelijking van de gevonden Symptomen met Ge- gevens uit de Literatuur	27
§ 5. Voortgezet Onderzoek	33
Hoofdstuk IV. Factoren die de schadelijke Wer- king van het Keukenzout beïnvloeden	35
A. Temperatuur	35
B. Stikstofvoeding	37
C. Antagonistische Werkingen	39
§ 1. Literatuuroverzicht	39
§ 2. Eigen Onderzoek	42
a. Calcium	42
b. Koper	55
Hoofdstuk V. Poging tot Analyse van de Wer- king van het Keukenzout	58
§ 1. Inleiding	58
§ 2. Eigen Onderzoek	65
Summary	82
Literatuur.	85

HOOFDSTUK I

INLEIDING

Als één der meest voorkomende zouten, is het keukenzout reeds zeer veel in zijn werking op de plant bestudeerd.

In de praktijk van land- en tuinbouw heeft men al vroeg getracht het goedkoope keukenzout bij de bemesting te gebruiken, vaak met zeer wisselend resultaat, afhankelijk van bodem en gewas. Het is wel duidelijk dat het keukenzout zelden een directe voedingsfunctie zal vervullen, daar het natrium, noch het chloor, als voor de plant noodzakelijke elementen moeten worden beschouwd, tenzij dan in minimale hoeveelheden, die wel in elke bodem worden aangetroffen. De soms waargenomen gunstige werking zou op stimulatie door kleine hoeveelheden natrium- of chloor-ionen kunnen berusten; in vele gevallen is echter wel gebleken dat men hier met een indirecte werking van het Na-ion te doen heeft, hetzij door vrijmaking van belangrijke elementen in de bodem, hetzij door zijn werking als vulmateriaal in de plant, waarbij het vooral een meer economische verdeeling van het kalium in de plant mogelijk maakt. In vele gevallen is echter, bij bemestingsproeven, een ongunstige invloed van het keukenzout geconstateerd.

Behalve bij keukenzout-bemesting zijn er een aantal situaties bekend, waar de bodem ten gevolge van speciale omstandigheden een hoog chloornatrium-gehalte vertoont en waar een schadelijke werking op de plantengroei werd waargenomen. Hiertoe behooren de gevallen waar zouthoudend afvoerwater van fabrieken de aangrenzende terreinen beïnvloedde; van meer algemeen belang zijn de situaties waarbij gronden, gelegen in gebieden met een aride

klimaat, van nature een hoog gehalte aan keukenzout (en vaak ook andere zouten) bezitten; speciaal voor ons land zijn echter van belang die gevallen waar door een tijdelijke overstrooming met zeewater of na het droogmaken van gebieden die oorspronkelijk door de zee overspoeld werden, zeer veel chloornatrium in de bodem wordt aangetroffen.

Hoewel in de literatuur omtrent bovengenoemde gevallen vaak van een schadelijke werking van het keukenzout gesproken wordt, vindt men doorgaans niets vermeld van de aard van de beschadiging der planten; hoogstens worden hieromtrent terloops eenige korte opmerkingen gemaakt.

Ook bij de onderzoeken van meer theoretische aard waarbij de invloed van het chloornatrium op de plant werd nagegaan, blijft de aard van de beschadiging meestal bijzaak.

Het was daarom van belang, vooral in verband met de jonge Zuiderzeepolders, de beschadigingen te onderzoeken, welke het keukenzout bij verschillende planten teweeg kan brengen. Voor het geval dat deze beschadigingen karakteristiek zouden blijken te zijn, zou het resultaat van waarde kunnen zijn voor de praktijk. De ongunstige werking van het keukenzout zou dan n.l. aan de symptomen herkend kunnen worden; zodoende zou ook verwarring met andere ziektebeelden vermeden kunnen worden.

In verband hiermee was het in de eerste plaats de bedoeling naar kenteekenen te zoeken, die aan het uiterlijk van de plant opvallen; op anatomische kenmerken werd slechts een enkele maal gelet, n.l. wanneer het uiterlijk van de plant daartoe aanleiding gaf.

Ten einde het onderzoek niet overmatig te compliceeren werd steeds met planten in watercultuur gewerkt; men schakelt zodoende allerlei secundaire werkingen van het chloornatrium uit, zooals: invloed op de bacteriënflora van de bodem, op de bodemstructuur, op het adsorbeerend bodemcomplex. Bovendien is het, bij proeven met grond, moeilijk om de zoutconcentraties in de bodemoplossing constant te houden. Weliswaar heeft de watercultuurmethode het bezwaar eenigszins onnatuurlijk te zijn; het is echter uit vele onderzoeken wel gebleken dat deze methode toch zeer geschikt kan zijn, vooral in het beginstadium van een onderzoek, wanneer het om essentiele kwesties gaat.

Eveneens ter vereenvoudiging, werden alle proeven uitgevoerd

met chloornatrium, en niet met zeewater (hetwelk in verband met het voorgaande van belang zou zijn), vooral ook omdat bij een voorloopig onderzoek aan het Rijkslandbouwproefstation te Groningen (*Verslagen en Mededeelingen*, enz. 1931) geen verschillen in werking van kunstmatig zeewater en van chloornatrium werden waargenomen (verg. ook Coupin, 1898).

Behalve aan de symptomen die bij keukenzoutbeschadiging optreden, werd verder aandacht besteed aan enkele factoren, die deze beschadiging zouden kunnen beïnvloeden. Ten slotte werd getracht de werking van het chloornatrium te analyseeren, vooral om na te gaan of een speciale schadelijke werking van het chloorion zou kunnen worden aangetoond, in overeenstemming met een vaak verkondigde opvatting. Ook bij dit deel van het onderzoek werd in de eerste plaats gelet op de daarbij optredende beschadigingen.

HOOFDSTUK II

MATERIAAL EN METHODIEK

Als proefplanten werden gebruikt: tarwe (zomer-), maïs (paardetand), haver, koolzaad (Hamburger ¹), erwt (stamdopper „Wonder van Amerika”) en tabak (Braziliaansche).

Bij voorloopige proeven gaven vooral de planten van de gebruikte zomertarwe-variëteit groote individueele verschillen te zien, zoowel in groei als in het optreden van beschadigingen. Er werd daarom nagegaan of dit euvel vermeden zou kunnen worden door van genetisch homogeen materiaal uit te gaan. Het bleek dat een zuivere lijn van wintertarwe, door Dr. Sirks te Wageningen welwillend ter beschikking gesteld, hierin geen verbetering bracht. Verder werd daarom uitsluitend de bovengenoemde zomertarwe gebruikt; ook bij de andere proefplanten werd van gewoon handelszaad uitgegaan.

Met maïs en haver werden slechts enkele proeven uitgevoerd, uitsluitend ter vergelijking met de resultaten met tarwe verkregen.

De planten werden gekweekt in watercultuur, volgens de methode, ook door s' J a c o b (1927) en M e s (1930) gevolgd, waarbij geverfde jampotten en doorboorde en geparaffineerde metalen deksels werden gebruikt. Voor elke proef werden potten en deksels steeds met een 4% formaline-oplossing gedesinfecteerd. Voor tarwe en tabak werden potten van ongeveer 700 c.c. inhoud gebruikt („tweeponds-jampotten”). Om groote veranderingen in de

¹) Alleen in proef XIX werd een vorm met verdikte wortel („koolraap onder de grond”) gebruikt.

concentratie van de voedingsoplossing door verdamping (die hier bij volwassen planten in 24 uur reeds aanmerkelijk kan zijn) te voorkomen; voor koolzaad en erwt werden potten gebruikt van ongeveer 350 c.c. inhoud (gewone model jampot). Bij erwt kwamen twee planten per pot; bij de andere gewassen steeds één. Bij de granen werd er, bij de bevestiging van de plant in het deksel, steeds op gelet dat de ontwikkeling van bijwortels uit het basale deel van de stengel niet door de wattenprop werd belemmerd.

De zaden werden gedesinfecteerd in 0,25% Germisan-oplossing gedurende ongeveer 10 minuten en daarna uitgezaaid in gesteriliseerd zand; alleen voor tabak werd steriele bladaarde gebruikt, daar in zand geen voldoende ontwikkeling verkregen werd. Wanneer de kiemplantjes een zekere ontwikkeling hadden bereikt en gemakkelijk te hanteeren waren (in het gunstig seizoen voor tarwe en erwt na ± 8 dagen; voor koolzaad na ± 14 dagen; voor tabak na ± 30 dagen), werden ze in de potten met voedingsoplossing bevestigd. Ten einde aan dit milieu te gewennen, werden de planten 5—8 dagen in de voedingsoplossing gelaten; alleen koolzaad werd 20—30 dagen doorgekweekt, daar de ontwikkeling anders te gering was. Pas daarna werden de planten in de definitieve oplossing gebracht, welke steeds bestond uit de normale voedingsoplossing, waaraan het zout (of de zouten) was toegevoegd, waarvan de invloed op de plant onderzocht werd. Er werd dus niet gewerkt met oplossingen die uitsluitend één zout bevatten. Tegenover het nadeel van de beïnvloeding van de werking van een bepaald zout door de zouten van de voedingsoplossing, staat het voordeel van het minder onnatuurlijke milieu dat aldus verkregen wordt. Het is overigens bekend dat de werking van zouten in enkelvoudige oplossing opvallend sterk kan zijn en belangrijk kan afwijken van de werking in samengestelde oplossing. Bovendien zou het in enkelvoudige oplossing onmogelijk zijn, de planten gedurende een langer tijdsverloop waar te nemen, daar voedselgebrek spoedig tot afsterven zou leiden.

Het vinden van een geschikte voedingsoplossing voor tarwe en koolzaad ontmoette aanvankelijk moeilijkheden. Door Amerikaanse onderzoekers wordt veel gebruik gemaakt van voedingsoplossingen die slechts drie verschillende zouten bevatten, zooals b.v. de oplossingen van Shive. Het gelukte echter niet met dergelijke

lijke, door Livingston en Tottigham¹ (1918) en Bakke en Erdman (1923) speciaal voor tarwe aangeraden oplossingen, gezonde tarweplanten te verkrijgen; de planten waren min of meer slap en geelachtig van kleur. Ook de bekende oplossing van v. d. Crone (1904) gaf geen beter resultaat. Voor koolzaad gaven de oplossingen van Knop (zie Benecke-Jost I, 1924, p. 135), van v. d. Crone en van Shive (1915) een zeer onbevredigende groei, terwijl ook hier de kleur te wenschen overliet. Ten slotte bleek, voor zoowel tarwe als koolzaad, één der oplossingen door Zinzadze (1927) samengesteld, zeer goed te voldoen. Daar deze oplossing echter KCl bevat, werd ze zoodanig veranderd dat de hoeveelheid KNO_3 werd verhoogd, terwijl alle KCl werd weggelaten. Aangezien verder was gevonden (Trelease, 1920) dat bij tarwe een magnesiumbeschadiging op kan treden in een voedingsoplossing waar de ionen-verhouding $\text{Mg}/\text{Ca} > 0,8$ bedraagt, werd door vermindering van de hoeveelheid MgSO_4 de Mg/Ca verhouding op 0,7 gebracht. De zoo verkregen oplossing (in de tabel aangeduid als gemodificeerde Zinzadze) bevatte dus natrium- noch chloor-ionen, vanzelfsprekend een noodzakelijke voorwaarde als men de invloed van natriumchloride na wil gaan. De gemodif. Zinzadze-oplossing bleek echter bij tarwe, af en toe, vooral bij zeer warm weer, geringe bladbeschadiging te veroorzaken; dit bezwaar verviel door de concentratie van alle zouten tot op de helft te reduceeren.

Voor erwt werd, in navolging van s' Jacob (1927), v. d. Crone-oplossing gebruikt; de Zinzadze-oplossing bleek voor deze plant minder geschikt, waar door Zinzadze (1927) ook reeds op werd gewezen.

Voor tabak werd de door Mes (1930) gebruikte oplossing, een gemodificeerde v. d. Crone-oplossing, vergeleken met Zinzadze-oplossing. Deze laatste oplossing gaf planten met iets betere groei (doch lager drooggewicht!) en donkerder groene kleur; voor tabak werd daarom ook gemodif. Zinzadze-oplossing gebezigd.

Voor de bereiding van de voedingsoplossingen werd Baarnsch leidingwater gebruikt; de voor voedingoplossing en verder onderzoek benodigde zouten en andere chemicaliën, werden in gezui-

¹⁾ Voor de samenstelling van deze en de andere genoemde oplossingen, zie de tabel op pag. 7.

Voedingsoplossing van	Water	NH_4NO_3	KNO_3	KCl	KH_2PO_4	MgSO_4	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	CaSO_4	FeCl_3	$\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$	FePO_4	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$
Bakke en Erdman	1000		0.55			1.62		0.63					spoor	
Livingston en Tottingham .	1000		2.91			0.60		0.61					spoor	
Shive (voor boekweit) . . .	1000				1.96	2.40	0.85						spoor	
Knop	1000			0.12	0.25	0.25	1.00				spoor			
v. d. Crone	1000		1.00			0.50			0.25	0.50		0.25		
v. d. Crone—Mes	1000		1.00			0.50		0.61		0.50		0.25		
Zinzadze ¹⁾	1000	0.33	0.17	0.61		0.50			0.70	0.40				0.25
gemodific. Zinzadze	1000	0.33	1.00			0.24			0.70	0.40				0.25

¹⁾ Afgerond op 2 decimalen.

verde vorm van de „Pharmaceutische Groothandel” te Utrecht betrokken.

Daar door Mes (1930) de noodzakelijkheid van kleine hoeveelheden borium voor tabak was aangetoond, werd aan de voedingsoplossing voor deze plant 0,5 m.gr. boorzuur per L. toegevoegd. Hetzelfde bleek noodzakelijk voor koolzaad; zonder borium vertoonden de planten na eenige tijd een zeer karakteristieke rood-groene marmering van de onderste bladen, terwijl t.o.v. de planten die wél borium kregen de algemeene ontwikkeling duidelijk minder was.

De gebezigde voedingsoplossingen waren derhalve:

Tarwe (maïs, haver)	. . .	gemodif. Zinzadze in halve concentratie
Koolzaad	. . .	} gemod. Zinzadze + 0,5 m.gr. H ₃ BO ₃ /L.
Tabak	. . .	
Erwt	. . .	v. d. Crone.

In deze voedingsoplossingen werden gezonde planten verkregen, welke ook vlot fructificeerden indien de cultuur lang genoeg werd voortgezet (maïs en haver werden te kort gekweekt om dit te kunnen constateeren). Het jaargetijde en de weersgesteldheid oefenden echter steeds een duidelijke invloed uit op de groei.

De cultuuroplossingen werden elke 7—14 dagen ververscht, al naar ontwikkelingsstadium en groeierkte van de plant. Vermindering van het volume der voedingsoplossing door verdamping van de plant werd tegengegaan door geregeld bijvullen met water.

De pH van de gebruikte voedingsoplossing vertoonde een bevredigende constantie; de oplossingen van Z i n z a d z e zijn overigens met dit oogmerk samengesteld (zelfs zonder ververschen gedurende de groeiperiode). De gemodif. Z i n z a d z e-oplossing had een pH van ongeveer 6,0, welke zeer gunstig is voor de groei van tarwe (Salter en Mc Ilvaine, 1920; Bryan, 1923; Arrhenius, 1926), koolzaad (eigen proefnemingen gaven als resultaat een optimum bij pH = 6) en tabak (Mes, 1930). De v. d. Crone-oplossing had een pH van ongeveer 7,0, waarbij erwt goed groeit (hoewel het optimum bij pH = 6,0 ligt; s' Jacob, 1927). Toevoeging van de verschillende zouten (vaak in groote hoeveel-

heden) waarvan de werking op de plant moest worden nagegaan, gaf slechts onbeteekenende veranderingen in de pH, zoodat het tijdroovende pH-bijregelen onnoodig bleek. Wel werd bij alle proeven de pH geregeld gecontroleerd; hierbij bleek dat het maximale verschil tusschen twee series (met verschillende samenstelling van de cultuurvloei-stof) van één proef ongeveer een halve pH-eenheid bedroeg. Daarentegen bleek er wel eenig verschil te zijn bij vergelijking van de verschillende proeven onderling, wellicht een gevolg van het jaargetijde. Zoo schommelde de pH van de verschillende series van één proef met gemodif. Z i n z a d z e-oplossing soms om de 5,8, bij een andere proef om de 6,5 als gemiddelde.

Bij erwten treden meestal wortelknolletjes op, vaak echter in zeer geringe mate. Markante verschillen tusschen met verschillende zouten behandelde series traden niet op; de grootere verschillen waren te vinden tusschen de verschillende proeven in verschillende tijden van het jaar.

In verband met de mate van variabiliteit, die bij tarwe en erwten grooter was dan bij koolzaad en tabak (M e s, 1930) werden voor elke serie (van gelijkbehandelde planten) bij tarwe en erwten 10 planten, bij koolzaad en tabak 5 planten genomen (tenzij anders vermeld). Reeds bij de keuze van kiemplanten uit de zaaibakken werden, bij het brengen in watercultuur, zooveel mogelijk, gelijke planten gebruikt; na de groei van 5—8 dagen in voedingsoplossing werden echter vaak weer verschillen zichtbaar. Bij de rangschikking in series van 5 of 10 planten bij het begin van de proef, werden de planten daarom zoo regelmatig mogelijk over de verschillende series verdeeld, extreme varianten werden uitgeschakeld.

Hoewel steeds de nadruk werd gelegd op het uiterlijk van de plant, werden bij enkele proeven ook drooggewichten bepaald. De planten werden bij 95—100° C. gedroogd totdat geen gewichtsvermindering meer optrad. De getallen voor drooggewichten, bij enkele proeven opgegeven, duiden het gemiddelde van de serie aan. In alle gevallen bleek er een duidelijk parallelisme te bestaan tusschen de algemeene ontwikkeling naar het uiterlijk beoordeeld, en het drooggewicht; alleen bij tabak was dit soms minder duidelijk.

Tabak werd steeds in de warme kas gekweekt (15—30° C.);

's winters groeide erwt in de warme kas, tarwe en koolzaad in de koude kas ($0-15^{\circ}$ C.); 's zomers (Mei—September) stonden tarwe, koolzaad en erwt buiten, onder een afdak dat de planten tegen regen en felle zon beschermde.

HOOFDSTUK III

SYMPTOMEN VAN BESCHADIGING DOOR KEUKENZOUT

§ 1. Literatuuroverzicht

Zooals reeds in de inleiding werd opgemerkt, zijn onderzoekingen waarbij de nadruk wordt gelegd op de symptomen, die ten gevolge van schadelijke hoeveelheden chloornatrium optreden, in de literatuur schaars vertegenwoordigd. Waar de werking van het keukenzout bestudeerd werd, beperkte men zich veelal tot quantitative criteria, zooals toxische grensconcentraties en drooggewichten.

Ten einde een breede basis voor vergelijkingen te verkrijgen, zal ook de literatuur worden besproken waar het gaat om de werking van andere natriumzouten en andere chloriden dan het chloornatrium.

N o b b e (1861) nam bij suikerbiet op het veld, ten gevolge van een toevoeging van een hoeveelheid keukenzout, een kleine en gekroesde bladlamina waar.

S t o r p (1883) vermeldt dat de naalden van jonge sparplanten een roodachtige kleur kregen door teveel NaCl in de grond; later worden de naalden bruin en vallen af.

L e s a g e (1890) kweekte erwt, vlas en *Lepidium* in potten met grond, waaraan NaCl was toegevoegd. Bij deze proefplanten werd een diktetoename van het blad geconstateerd; het sterkst bij *Lepidium*, waar de dikte ongeveer het dubbele van de normale bedroeg. In hogere zoutconcentraties werd een meer geelachtige kleur waargenomen. S t a n g e (1892) kreeg dezelfde resultaten bij een dergelijk onderzoek.

Behrens (1899) constateerde dat tabaksplanten die zwaar bemest waren met kaliumsulfaat en chilisalpeteer (NaNO_3) dikbladiger en vleeziger waren dan planten van de contrôlevelden.

Höstermann (1902) kweekte verschillende grassen met toevoeging van NaCl aan het substraat (watercultuur of grond). Als werking van het keukenzout vermeldt hij: gele bladtoppen, bladlamina kleiner en dunner dan bij de contrôle, sterkere beharing.

Raciborski (1906) vond dat van tarwe, gegroeid in een oplossing van 0.18% NaCl , de bladlamina kort en dik werd.

Harter (1908) vermeldt dat granen, in zoute grond gekweekt, een zeer donker groene kleur vertoonen, die vaak blauwachtig wordt door een sterke waslaag.

Rudolfs (1919) geeft uitvoerige beschrijvingen van de beschadiging van eik, berk, eschdoorn en kastanje door behandeling met groote hoeveelheden steenzout. Bij kleinere hoeveelheden zijn de bladen vaak abnormaal groot en dik, en donker- tot blauw-groen van kleur; bij grootere hoeveelheden treden sterke bladbeschadigingen in verschillende vormen op. De bladrand kan geel en later bruin worden, terwijl hij zich sterk omkrult; de rest van de bladschijf is dan nog normaal groen. Soms ook wordt het blad diffuus vlekkelig; het blijft vlak en valt ontijdig af. Bij een derde type treedt een gele verkleuring van de nerven op, terwijl het parenchym nog groen is. Deze drie verschillende aspecten van bladbeschadiging kunnen bij éénzelfde boomsoort optreden.

Kelley en Thomas (1920) beschrijven beschadigingen van Citrus-soorten door hen waargenomen op „alkali soils”. Te veel NaCl veroorzaakt gele of bruine bladranden en -toppen; overmatige bemesting met NaNO_3 deed gevlekte bladen ontstaan.

Trelease (1920) meende, bij tarwe, samenhang te zien tusschen een hoog gehalte aan KCl van de voedingsoplossing en het optreden van chlorose.

Arndt (1922) beschrijft bij boekweit een omrollen van de bladen met de convexe zijde naar boven, ten gevolge van NaCl -werking; ten slotte kan een succulent-achtig uiterlijk optreden.

Dupont (1924) zag dat NaCl zijn proefplanten een donkerder groene kleur gaf.

Reed en Haas (1924) vermelden dat zoowel 0.3% Na_2SO_4 als 0.26% NaNO_3 bij walnoot-zaailingen in watercultuur, het af-

sterven van de bladranden veroorzaakte. Citrus-zaailingen vertoonden hetzelfde symptoom ten gevolge van 0,15% NaCl in de voedingsoplossing.

Haas en Reed (1926) vinden dat hoge concentraties van NaCl bij walnoot-zaailingen het afsterven van de bladranden veroorzaakt.

Fawcett en Lee (1926) geven als schadelijke werking van NaCl bij Citrus: vlekjes aan bladrand en bladtop; de bladtop sterft vaak het eerst af.

Lipman, Davis en West (1926) kweekten tarwe en erwt in watercultuur met toevoeging van verschillende hoeveelheden NaCl. Ze constateerden bij tarwe kortere en dikkere wortels, die zich vaak min of meer bruin kleurden; ten opzichte van de contrôle waren de stengels dunner en de bladen smaller. Bij erwt werd verwelken van de bladrand waargenomen.

Maiwald (1927) en Dhein (1929) vermelden dat chloriden bij de aardappel een gele bladkleur veroorzaken; KCl maakt het blad bovendien dik, stijf en bros.

Moss (1929) zag als gevolg van overmaat chloriden in de bodem bij tabak een dik, bros blad optreden.

Garner, Mc Murtrey, Bowling en Moss (1930) vermelden dat tabak op het veld, ten gevolge van bemesting met chloorzouten, bladen vertoont die lichter groen van kleur en iets dunner zijn dan de bladen der contrôleplanten.

Remy en Weiske (1930) bestudeerden de „randjesziekte” bij aalbes, zwarte bes en kruisbes, gekarakteriseerd door het verdrogen der bladranden. Bij hun onderzoek bleek dat een groote hoeveelheid chloriden in de grond, bij aalbes verkleuring en later afsterven van de bladrand veroorzaakte. Ook Vogel en Weber (1931) meenen uit hun onderzoek te kunnen concludeeren, dat overmaat chloriden een oorzaak kan zijn van deze „randjesziekte”.

Manshard (1931) nam bij kiemplanten van spar een roodworden van de naalden waar; hij meende te doen te hebben met beschadiging door chloor-ionen.

Jensen (1931) constateerde aan gerst, gegroeid op grond met een hoog NaCl-gehalte, bladen met zwarte of bruine vlekken en met gele toppen.

Van Herwijnen (1932) zag bij tomaat, die begoten werd

met water, dat 2,8 gr. NaCl per L. bevatte, dat het bovenste deel van de plant donker blauwgroen van kleur werd.

Pettinger, Henderson en Wingard (1932) namen waar dat maïs in zandcultuur bij overmaat Na (bij verschillende Na-zouten) een karakteristieke strepenchlorose vertoonde. Vageler en Alten (1932) namen bij maïs hetzelfde verschijnsel waar.

Bovenstaand overzicht heeft betrekking op onderzoeken waar het chloornatrium (of andere zouten), hetzij in de bodemoplossing, hetzij in de oplossing van de watercultuur, primair op de wortels inwerkte. Er moeten nu nog enkele onderzoeken genoemd worden, waarbij andere methoden gevolgd werden, n.l. het laten opzuigen van de zoutoplossing door de afgesneden stengel, de injectie van de zoutoplossing of de directe werking van de zoutoplossing op het blad.

Montfort (1926) nam bij afgesneden takken van sering in NaCl-oplossing waar, dat reeds na enkele uren een licht gekleurde randzone aan de bladen optrad; soms ook verspreide vlekken over de lamina. Bij afgesneden takken van *Coffea* waren na zes dagen bruinkleuringen van bladtoppen en -randen te constateeren.

Scherpe (1929) wilde bij haver de „reine Salzwirkung” nagaan op de bovenaardsche deelen en gebruikte daartoe afgesneden stengels, die in de zoutoplossing werden geplaatst. Hij meende dat de wortels door hun selectieve absorptie en ionenuitwisseling een sterke invloed uitoefenen op de samenstelling van de zoutoplossing die ten slotte in de spruit terecht komt. De methode van Scherpe sluit deze invloed uit, doch heeft het groote nadeel dat er een zeer onnatuurlijke situatie verkregen wordt, die verdere groei verhindert en een korte proefduur noodzakelijk maakt. Het valt dan ook te betwijfelen of de resultaten van Scherpe praktische beteekenis hebben voor het herkennen van schadelijke hoeveelheden van bepaalde zouten in de bodem, hetwelk toch het oogmerk van zijn onderzoek was. Scherpe vond dat zwakke oplossingen van NaCl en KCl een verkleuring van de toppen der oudere bladen veroorzaakte; in sterkere NaCl- en KCl-oplossingen nam hij waar dat het bovenste deel van de bladen afstierf, van de top af aan beginnend, zonder duidelijke verkleuring.

Rumbold (1920) injecteerde zout-oplossingen in de stam van

Castanea. Natriumzouten in hooge concentraties veroorzaakten bladbeschadigingen, waarbij de bladrand zich bruin kleurde met scherpe overgang tusschen bruin en gezond deel van het blad; de bladrand is vaak omgekruld. Ook andere zouten gaven deze symptomen.

Ten slotte moet nog worden genoemd de schadelijke werking die chloornatrium en andere zouten uitoefenen, wanneer ze in zeer geconcentreerde oplossing op de bladen gebracht worden. Deze werking is van groot belang voor de praktijk n.l. bij de onkruidbestrijding. Vroeger werd vaak gewerkt met oplossingen van NaNO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ of 40% kalizout (dit bevat $\pm 65\%$ KCl en 20—27% NaCl); tegenwoordig wordt meer kaïniet (dit bevat 20% KCl en 30—70% NaCl) gebruikt, dat als droog poeder wordt uitgestrooid, liefst op door dauw of regen bevochtigde planten. De bladen van de onkruidplanten verwelken snel en sterven meestal spoedig af; daarna wordt ook de stengel aangetast en gaat de plant te gronde. (Zie Remy en Vasters, 1914).

Ofschoon de, door de verschillende auteurs beschreven beschadigingen een groote verscheidenheid vertoonen, zijn er toch enkele symptomen die men herhaaldelijk ontmoet, zooals het verkleuren van bladtoppen bij granen, het afsterven van bladranden en het optreden van een zekere mate van succulentie.

§ 2. Eigen onderzoek

Wanneer de proefplanten, nadat ze eenige tijd in de voedingsoplossing waren gegroeid, in de cultuuroplossingen werden gebracht, die aanmerkelijke hoeveelheden keukenzout bevatten, trad vaak onmiddellijk een slap hangen van de bladen op, vooral van de oudere bladen. Dit was vooral sterk bij koolzaad en tabak, minder sterk bij tarwe en erwt. Meestal herstelden de planten zich zeer snel; na 1 of 2 dagen was het verschijnsel doorgaans verdwenen.

Ten einde bij de verdere beschrijving een vast punt van uitgang te verkrijgen, werd voor elke proefplant eerst een „typisch geval” beschreven, waarbij de zoutconcentratie gekozen werd, die de meest karakteristieke beschadigingen in de sterkste mate te voorschijn riep.

1. Tarwe

Typisch Geval (zie Pl. I, VII fig. 1).

Planten die in een voedingsoplossing worden gebracht, welke 0,6% NaCl bevat, vertoonen na verloop van ongeveer 7 dagen de eerste verschijnselen van beschadiging. De jongste bladen, die zich in de afgelopen 7 dagen hebben ontwikkeld, hebben zich niet volledig ontrold. Vooral op een plaats, meestal van 3 tot 8 c.M. van de bladtop gelegen, is de ontrolling nog het minst ver; vaak zijn op deze plaats één of meer dwarsgroefjes waar te nemen, die om het blad (dat hier nog min of meer ineengerold is) heenloopen. Boven en beneden deze bladzone gaat het blad zich ontrollen; op de plaats van de groefjes echter *knikt het blad om*, zoodat het topdeel naar beneden komt te hangen. Soms blijft dit topdeel sterk ineengerold. Bij verdere groei verdroogt het topdeel met geelwitte kleur; meestal ontwikkelt het onderste bladdeel zich geheel normaal (zie Pl. I). In zeer enkele gevallen werd ook verdrogen van de bladtop waargenomen zonder duidelijk doorknikken. Hoewel de groei minder is dan in de voedingsoplossing alleen, worden toch nog in betrekkelijk snel tempo nieuwe bladen gevormd; de meeste van deze bladen vertoonen de beschreven beschadiging; soms komen aan één blad twee knikplaatsen voor. In enkele gevallen kan men waarnemen dat, in het stadium dat het jongste blad voor 3 tot 8 c.M. zichtbaar is (vaak in zeer stijf opgerolde toestand), dit niet verder naar buiten schuift. Bij sterke doorvallende belichting kan men zien dat in de scheede van het ouder blad, die het onderste deel van het jongste blad omsluit, een ineenpersing plaats heeft van het jongste blad, dat blijkbaar aan de basis doorgroeit, doch, om de een of andere reden, niet naar boven op kan schuiven. Ten slotte treedt het blad toch naar buiten uit de scheede van het ouder blad, en wel in de meeste gevallen apicaal; het ineengedrukte deel is slap en maakt den indruk van een *spiraal* (in werkelijkheid zijn het vrij onregelmatige kronkelingen). Bij verdere groei hangt de „spiraal” met de bladtop slap naar beneden en verdroogt na verloop van tijd (zie Pl. I). In enkele gevallen treedt het jongste blad zijdelings uit de scheede van het ouder blad. Bij enkele tellingen bleek de frequentie van dit spiraalsymptoom te zijn: ongeveer 1 „spiraal” op 10 gewoon



Bladbeschadigingen bij Tarwe, gekweekt in 0,6 ‰ NaCl.
(Geheel rechts „spiraal”-beschadiging).

geknikte bladen; deze verhouding bleek echter te varieeren in verschillende proeven. Soms waren ook overgangen waar te nemen tusschen de „spiraal” en de een-of-twee-dwarsgroefjes, b.v. een ineenpersing over ongeveer 2 m.M. (de normale „spiraal” is 10—20 m.M. lang). Men krijgt de indruk dat „normaal geknikte blad” en „blad met spiraal” extremen van een zelfde verschijnsel te zien geven.

De oudere (onderste) bladen van de plant vergelen en verdorren sterker en vroeger dan dit bij de contrôleplanten geschiedt. De bladkleur van de planten in NaCl-oplossing is donkerder groen dan bij de contrôle, in een later stadium ook meer blauwgroen door een sterke waslaag. De *wortels* zijn minder sterk ontwikkeld dan bij de contrôleplanten; de zijwortels 1e en 2e orde blijven veel korter. Sommige wortels vertoonen een bruingele top; soms is de centrale cilinder over een groote afstand bruin verkleurd. In tegenstelling met de contrôle komen slechts enkele planten tot *aarvorming*; de aarstengel is korter; vaak vertoont de aar een verdroogd topgedeelte. Het laatste (aarblad) en de twee voorlaatste bladen vertoonen het kniksymptoom niet; deze bladen verdrogen vaak van de top af aan, aanvankelijk zonder verkleuring.

De *algemeene ontwikkeling* is ten slotte aanmerkelijk geringer dan die van de contrôle, hetgeen ook tot uiting komt in het drooggewicht.

In verband met de *plaats* waar het bladsymptoom optreedt, n.l. meestal op 3—8 c.M. van de bladtop, is het van belang te vermelden dat de contrôleplanten op dezelfde plaats soms zeer zwakke insnoeringen of golvingen van de bladlamina vertoonden, welke echter pas bij nauwkeurige beschouwing opvielen.

Beschadiging bij verschillende zoutconcentraties

Reeds bij 0,2% NaCl treedt het symptoom van bladknikken op; in maximale sterkte vindt men het bij ongeveer 0,6% NaCl.

In een proef, waar de concentratie varieerde van 0,2 tot 1,4% NaCl, met intervallen van 0,2%, werd van elke serie van 10 planten het aantal planten geteld, dat het bladsymptoom vertoonde.

% NaCl	na 8 dagen	na 17 dagen
0,2	2	3
0,4	4	7
0,6	5	10
0,8	3	9
1,0	1	5
1,2	1	3
1,4	0	0

Bij concentraties hoger dan 0,8% treedt langzamerhand een ander ziektebeeld op de voorgrond, waarin het bladknikken ontbreekt. Zoowel de stengel als de bladen hangen slap naar beneden; de kleur van de plant is meer geelgroen. De groei is sterk geremd; de planten sterven na korte tijd geheel af. Dit ziektebeeld treedt sporadisch op bij 0,8%, is niet zeldzaam bij 1,0 en 1,2, en is bij 1,4% NaCl en hoger, typisch.

Om een indruk te krijgen van de *groei*, werd bij verschillende concentraties gemeten de lengte van het (de) nieuwgegroeide blad(en) in een bepaald tijdsverloop. Daartoe werd het jongste blad gemerkt (met O.-I. inkt) op de plaats waar het uit de scheede van het voorgaand blad te voorschijn treedt. Na een bepaalde tijd werd gemeten de afstand van het merk (dat naar boven opgeschoven is) tot de plaats waar het blad op dit moment uit de scheede van het voorgaand blad treedt; òf, als dit blad volgroeid is, tot aan het begin van zijn eigen bladscheede; in het laatste geval eventueel vermeerderd met de lengte van het zichtbaar deel van het jongere, opvolgend blad. Daar de bladgroei zuiver basaal is, kan het zoo verkregen getal (lengte in c.M.) als grove maatstaf voor de groei dienen.

conc. NaCl in %	lengte in cM. van nieuw-gegroeid blad na 8 dagen
0,2	42
0,4	36
0,6	35
0,8	30
1,0	26
1,2	19
1,4	12

Het bleek hierbij dat slechts dië bladen het kniksymptoom vertoonden, die op het moment dat de plant in de zoutoplossing gebracht werd, nog in hun eerste ontwikkelingsstadium zijn (in ieder geval van buiten af onzichtbaar). Het kniksymptoom is derhalve een *groeibeschadiging*.

De oorzaak van het ontbreken of weinig voorkomen van het kniksymptoom bij hogere zoutconcentraties, moet gezocht worden in de *geringe groei*. Het komt hier vaak nauwelijks tot de vorming van een volgroeid blad; als er een jong blad (nieuwgegroeid) zichtbaar wordt, blijft dit vaak spoedig steken en verdroogt in ingerolde toestand. De planten in 1,0 en 1,2% NaCl, die het kniksymptoom vertoonen zijn dan ook steeds de sterkst gegroeide uit die series.

Invloed van het jaargetijde

De bovenbeschreven verschijnselen werden waargenomen in de periode voorjaar—herfst, de periode die voor de groei van tarwe het gunstigst is. In de winter (en het vroege voorjaar) is, in de koude kas, de groei zeer langzaam. De gevoeligheid voor hoge zoutconcentraties schijnt verminderd te zijn. Zoo werd in Maart—April '32 bij 1,35% NaCl nog eenige groei geconstateerd, zonder optreden van het slappe-blad-en-stengel-symptoom; de groei bij 1% NaCl was aanmerkelijk beter dan 's zomers bij deze concentratie; nog bij 1,50% NaCl werd het kniksymptoom waargenomen (echter zelden). Van planten die 11-1-'32 in 0,6% NaCl waren gebracht, vertoonde op 27-2 slechts één (van de 10) plant aan één blad het kniksymptoom, hoewel in die tijd alle planten verscheidene nieuwe bladen hadden gevormd.

Invloed op oudere planten

Bij planten die in een later ontwikkelingsstadium in zoutoplossing werden gebracht, bleek de NaCl-invloed weinig te verschillen van die, welke hierboven beschreven werd. Alleen bij planten die in een laat stadium (vorming van aarstengels) in NaCl-oplossing werden gebracht (0,6%) werd, nu en dan, ook aan één of meer van de laatste drie bladen, het kniksymptoom waargenomen. In de meeste gevallen waren echter, ook in dit geval, de laatst ontwikkelde 2 à 3 bladen onbeschadigd, of vertoonden in-

drogen vanaf de top. Soms verkleurde het jongste blad geel in ingerolde toestand; ook dit werd niet waargenomen bij planten die jong in NaCl-oplossing kwamen).

1a. Maïs en haver

Bij *haver* trad het bladknikken in karakteristieke vorm op bij dezelfde concentraties, waar dit bij tarwe het geval was; het aantal beschadigde bladen was echter steeds klein.

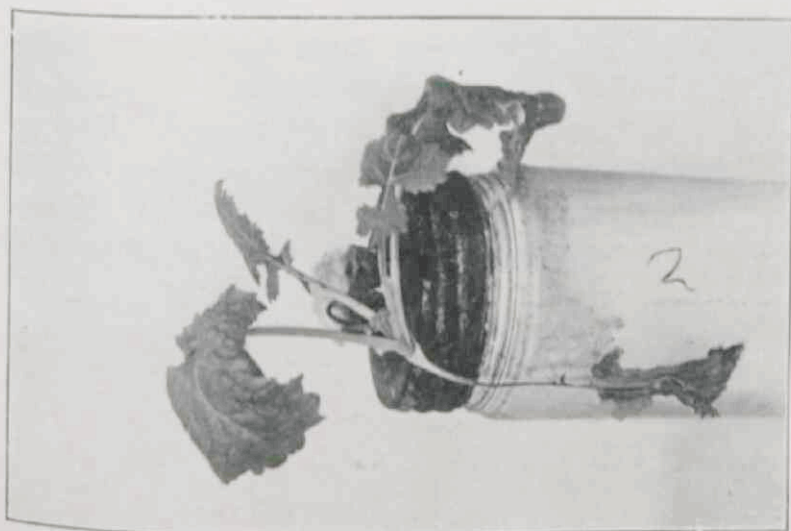
Bij *maïs* werd nooit bladknikken waargenomen. Wel ziet men bij 0,6% NaCl de bladtoppen van de jongere bladen indrogen. Vaak *begint* dit verschijnsel met het verdrogen van twee plaatsen aan de bladrand, ter weerszijden van de middennerf, op ongeveer 5 c.M. afstand van de bladtop, met bruinachtige kleur. Later zet het verdroogde deel zich voort tot de top toe, de bladrand volgende; ten slotte is dan vaak de geheele bladtop verdroogd en het oorspronkelijk beeld laat zich niet meer onderkennen. Dit symptoom treedt alleen op bij bladen die van jongs-af-aan in de zoutoplossing gegroeid zijn; het jonge, nog niet ontrolde blad vertoont de droge bladranden reeds; bij sterke beschadiging verdroogt het jongste blad geheel, met bruine kleur, in opgerolde toestand.

Het is merkwaardig dat de *plaats* van de eerste bladaantasting vaak overeenkomt met die van de eerste aantasting bij tarwe en haver.

2. Koolzaad

Typisch Geval (zie Pl. II, III).

A. Planten die *in de zomer* in 1% NaCl gebracht worden vertoonen na ongeveer 15 dagen bladen (middelste en oudere) met een *bobbelig oppervlak*; het bladweefsel tusschen de zijnerven van de 1e en 2e orde is naar boven opgebold. De bladkleur is meer geelgroen dan bij de *contrôle*. De oudere bladen vertoonen in sterkere mate vergelen en afvallen dan bij de *contrôle*planten. Wat later kromt het bobbelige blad zich (met de convexe zijde naar boven) en wordt min of meer stijf. (zie Pl. II, fig. 1). In nog later stadium wordt de opbolling minder; het blad zwelt op, wordt



Figuur 1.
Plant, gekweekt in 1 % NaCl.
Beginstadium (bobbelig blad).

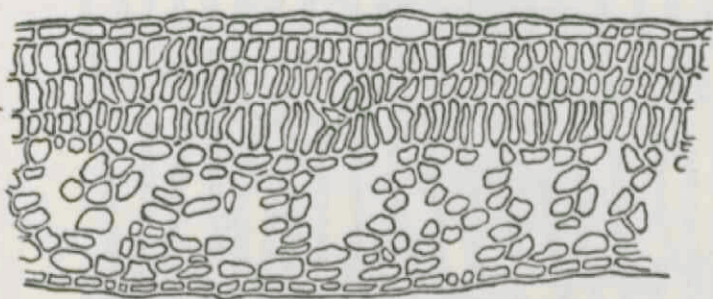


Koolzaad. Beschadiging in den Zomer.

Figuur 2.

Links: Contrôle-Plant. Rechts: Plant, gekweekt in NaCl-oplossing.
Eindstadium (succulente blad).

dik en vleezig (en erg bros), evenals de bladsteel (zie Pl. II, fig. 2). In dit stadium zijn de bladranden soms naar boven omgebogen. De bladstand is meer horizontaal dan bij de contrôle, waar de stand steiler is. Als de plant ouder wordt treedt het bobbelsymptoom op de achtergrond; de bladen worden alleen langzaam aan dikker. Ten slotte, als het verdikte blad door afvallen van de oudere bladen tot oudst-aanwezig blad geworden is, kan de dikte drie-maal de dikte van het oudste blad van de contrôleplant bedragen. De figuren 1 en 2 toonen contrôleblad en zoutblad in halfschema-



Figuur 1.

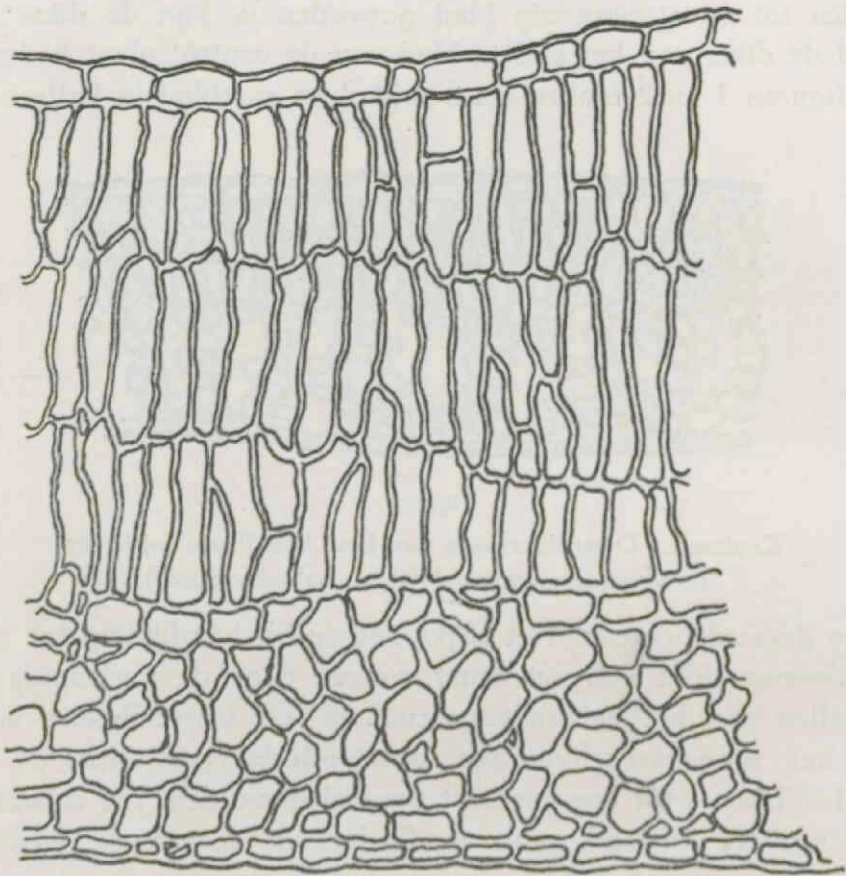
Koolzaad. Dwarsdoorsnede van Blad van Plant, gekweekt in Voedingsoplossing (100 $\times$, halfschematisch).

tische dwarsdoorsnede. Het blijkt dat de bladverdikking tot stand is gekomen door celvergroting, vooral door de verlenging van de cellen van het palissadenparenchym. De intercellulaire holten van het sponsparenchym zijn grootendeels verdwenen; dit deel van het blad is tot een compact weefsel geworden. De celwanden zijn ongeveer even dik gebleven. Gedurende de geheele ontwikkeling is de zoutplant meer geelgroen dan de contrôle. De algemeene ontwikkeling is ten slotte minder dan die van de contrôleplanten.

B. Planten die in het najaar in 1% NaCl gebracht worden, vertoonen na ongeveer 60 dagen aan bladen van gemiddelde ouderdom of aan oudere bladen. (echter nooit aan het oudste blad) grijs-groene *droogvlekken* langs de bladrand, hetzij plaatselijk, hetzij een aaneensluitende rand rondom het blad vormend. In later stadium krijgen de droge gedeelten een meer geelgrijze kleur, die met een scherpe overgang in de normale groene bladkleur overgaat. (zie plaat III, fig. 2). Soms vallen deze bladen (vooral als ze sterker zijn aangetast) af vóór het (de) lagere, oudste blad(en), dat (die)

niet is aangetast (zijn). De algemeene ontwikkeling is duidelijk geringer dan die der contrôleplanten.

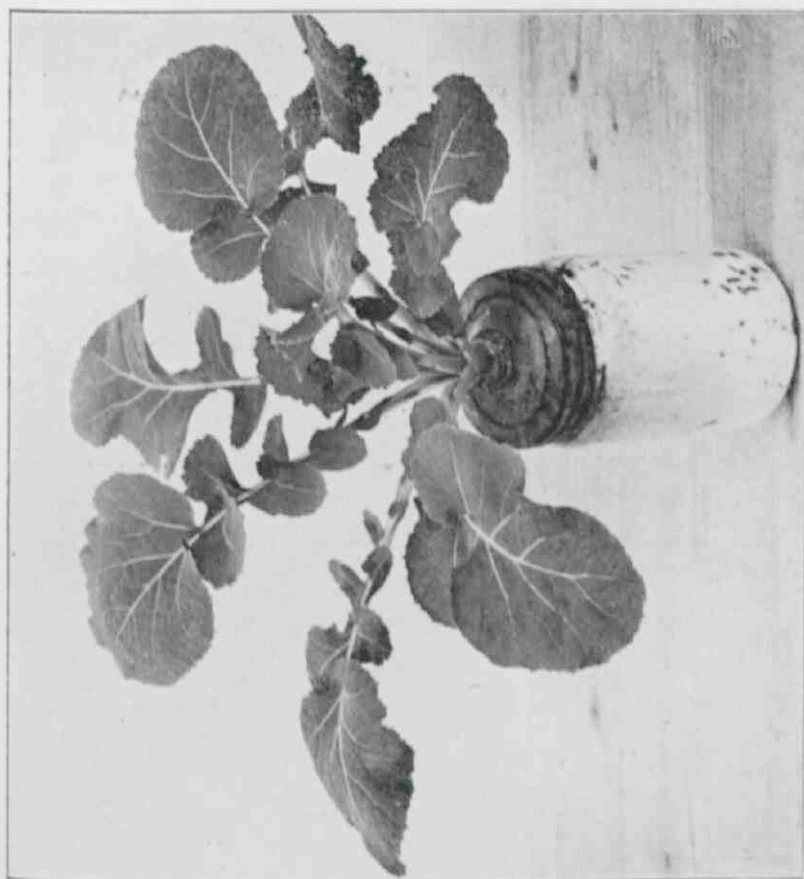
De typen A en B komen beiden in zuivere vorm voor. Dikwijls zijn overgangen waar te nemen, echter met dien verstande dat een



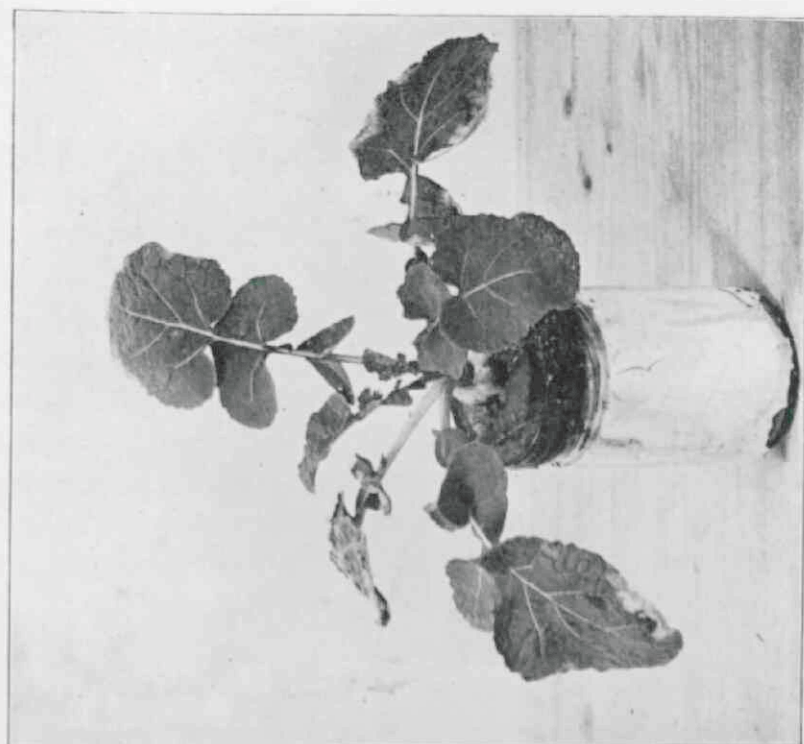
Figuur 2.

Koolzaad. Dwarsdoorsnede door Blad van Plant, gekweekt met toevoeging van 1 % NaCl (100 $\times$, halfschematisch).

blad dat sterk bobbelsymptoom vertoont, *nooit* droogvlekken krijgt, (ook *nooit* sterk verdikt blad met droogvlekken). Daarentegen werden waargenomen: *enkele* droogvlekken bij in de zomer gegroeide planten aan bladen die zwak bobbelig waren; verder ook zwak bobbelige bladen aan in herfst en winter gegroeide planten, waar aan dezelfde bladen een droge rand optrad.



Figuur 1. Controle-Plant.



Koolzaad. Beschadiging in den Winter. (Proef XIX).

Figuur 2. Plant, gekweekt in 0,9 % NaCl.

Beschadiging bij verschillende zoutconcentraties

1. Zomer

Bij 0,5% NaCl werd nooit bobbelsymptoom geconstateerd; de planten bij deze concentratie gegroeid verschilden niet zichtbaar van de contrôleplanten. Bij 0,7% NaCl werd zwak bobbelig blad waargenomen, vaak van voorbijgaande aard. Bij 1,0% NaCl werd steeds het bobbelsymptoom aangetroffen; bij hogere concentraties in sterkere mate. Het typisch *succulente blad* trad voor 't eerst op bij 1,0% NaCl. *Droogvlekken* in het blad werden niet bij 0,7% NaCl, wel bij 1,0% NaCl (echter slechts bij een deel der planten) waargenomen. Het maximum waar nog groei plaats vindt ligt hoog; planten die aanvankelijk in lagere concentratie groeiden, later werden overgebracht in steeds hogere concentraties, ten slotte in 2,0% NaCl, groeiden ruim een maand in deze laatste oplossing zonder af te sterven.

2. Winter.

De invloed werd nagegaan van 1,0% tot 3,0% NaCl met intervallen van 0,5%. Typisch *bobbelig blad* werd waargenomen vanaf 2,0% NaCl (later in mindere mate ook bij 1,5% NaCl); het was zeer sterk bij 2,5 en 3,0% NaCl. Bij deze laatste concentraties vertoonen ook de *jongere* bladen het symptoom zeer sterk; het komt hier vaak tot zeer sterke kromming, zelfs tot oprolling van het blad. Bij 2,0% NaCl en hoger treedt een nieuw symptoom op: het grijs-groen verdrogen van bladsteel en hoofdnerf van de sterk bobbelige jongere bladen; dit verschijnsel schijnt de water-toevoer niet te verhinderen, daar het blad nog geruime tijd in leven blijft. *Droogvlekken* traden in deze serie in typische vorm op bij een deel van de planten van de 1% NaCl-serie. Bij enkele planten van de 1,5% NaCl-serie trad bij de oudere bladen een nieuw verschijnsel op: het knikken van de bladlamina ter $\frac{1}{2}$ of $\frac{1}{3}$ hoogte (gerekend vanaf de basis van de lamina) t.g.v. een grijs-groene droogvlek in de hoofdnerf. Bij 2,0% NaCl en hoger traden nooit droogvlekken op; op den duur ziet men hier zeer sterke succulentie.

De planten in 3,0% NaCl bleven zeer klein en stierven na $\pm$ 1 maand af; die in 2,5% NaCl na $\pm$ 2 maanden (geringe groei).

Reeds de planten in 1% NaCl waren aanmerkelijk minder ontwikkeld dan de contrôleplanten.

3. Erwt

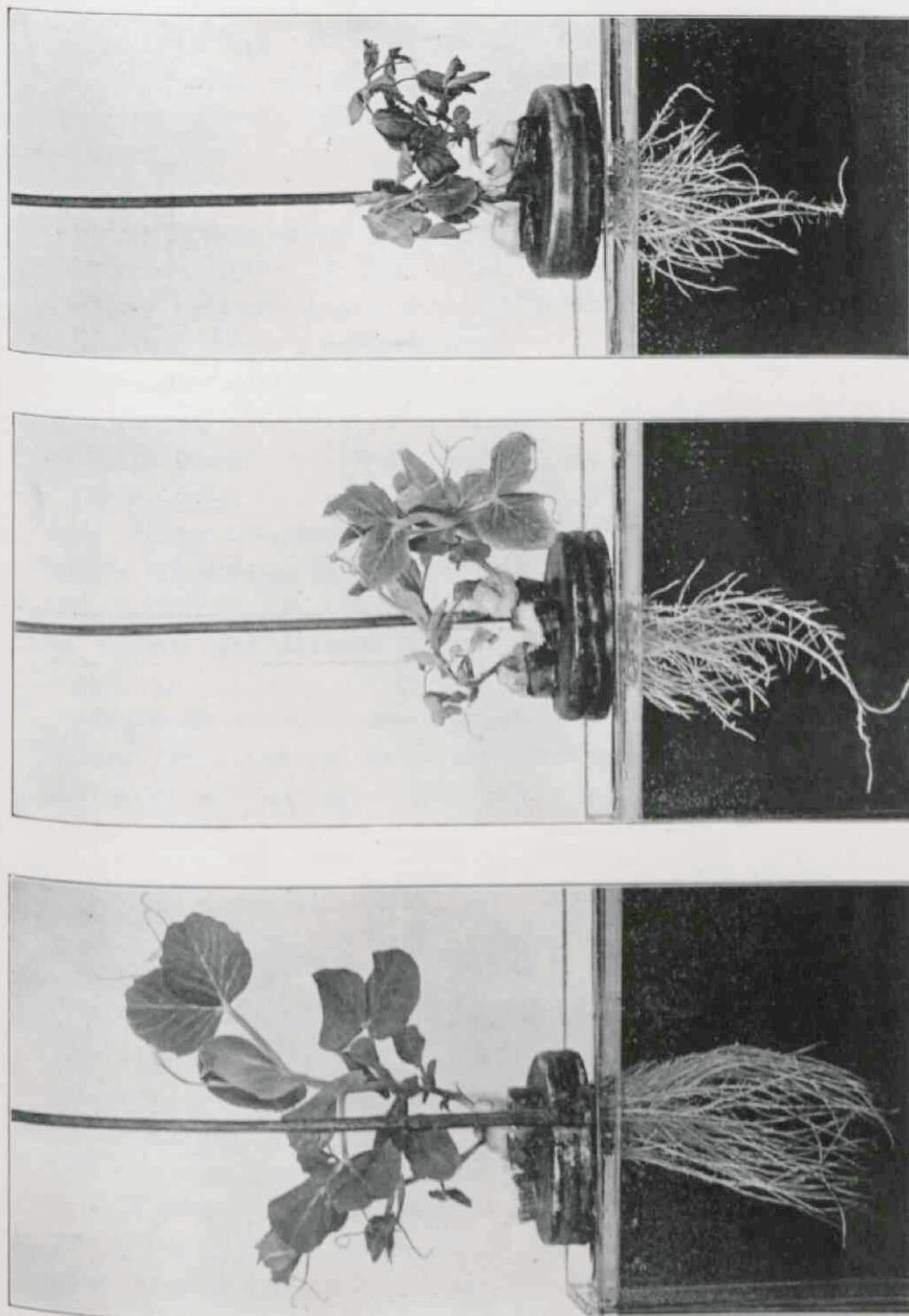
Typisch Geval. (Zie Pl. IV, fig. 2).

Planten die in 0,8% NaCl worden gebracht, vertoonen na ongeveer 7 dagen voor een klein deel: sterk verwelken van de geheele plant (deze pl. verdrogen gaandeweg geheel). De rest vertoont een min of meer geelgroene kleur (enkele pl. vergelen in sterke mate). De oudere (onderste) bladen vergelen en verdrogen sterker dan bij de contrôle. Aan sommige jongere bladen (soms nog on-ontplood) kan men aan de blaadjes (en steunblaadjes) die het blad samenstellen een *top- en rand-zône* waarnemen, die slap en verwelkt is en grijs-groen van kleur (zelden gelig). De randzône kan hierbij naar beneden omgekruld zijn; de rest van het blad vertoont dan een zwakke opbolling naar boven. De drie rankarmpjes van de samengestelde rank, waarin het blad uitloopt, vertoonen vaak een lokaal verdrogen op eenigen afstand van de top van het rankarmpje. Later *verdroogt* de verwelkte top- en rand-zône van het blad met geel-grijze kleur; er is dan een scherpe overgang naar het levende groene bladweefsel. Vaak sterft het zoodanig beschadigde blad toch eerder af dan normaal, zoodat dan lagere (oudere) bladen nog geheel intact zijn. De, in later stadium, nieuw-gegroeide jonge bladen vertoonen dikwijls *geen* beschadiging meer. Men verkrijgt dan het aspect van planten, waarvan de middelste bladen beschadigd zijn, terwijl oudere en jongere bladen intact zijn. De groei van de planten is dikwijls *sterk gedrongen*, door sterke verkorting van de internodiën. — De algemeene ontwikkeling is steeds aanmerkelijk slechter dan die van de contrôle; de planten komen niet tot bloei en sterven vroegtijdig af.

De bovenbeschreven beschadigingen komen *zelden* bij *alle* planten voor. Haast altijd zijn er planten, die naast de $\pm$ geelgroene kleur en meer gedrongen groei, *geen* bepaalde blad-beschadigingen vertoonen.

Beschadiging bij verschillende zoutconcentraties

De laagste concentratie waar de verdrogende bladrandjes op-



Figuur 3.

Plant, gekweekt in 0,64 % KCl.

Figuur 2.

Plant, gekweekt in 0,50 % NaCl.

Beschadigingen bij Erwt. (verg. Proef XXII).

Figuur 1.

Contrôle-Plant.

treten was 0,5% NaCl en dan nog maar sporadisch (terwijl toch deze concentratie zeer schadelijk is voor de planten, die in ontwikkeling aanmerkelijk van de contrôle verschillen en ook veel vroeger afsterven). Bij hogere concentraties, zooals 1,0% NaCl treedt het symptoom van slappe en verdrogende bladrandjes sterk op; steeds meer ook ziet men het verschijnsel dat een aantal planten zeer spoedig geheel verwelken en afsterven (veel meer dan bij 0,8%).

Bij verschillende concentraties ziet men soms grijzige droogvlekjes (midden) in de lamina van jongere bladen. De planten die in hogere concentratie (1% NaCl) niet verwelken vertoonen haast alle een zeer sterk gedrongen groei: de bladen zitten uiterst dicht opeen; de groei is slecht; vroegtijdig afsterven.

Bij lagere concentratie: 0,2 — 0,4 (— 0,6)% NaCl komen de planten nog wel (soms voor een deel) in bloei. Veelal treedt hier de bloei eerder op dan bij de contrôle.

Door merken (met O.-I. inkt) van het jongste, pas ontplooid blad, kon worden geconstateerd, dat slappe en verdrogende bladranden alléén aan deze gemerkte of aan de later gegroeide bladen optreden. De bladen die volwassen waren op het moment dat de planten in de zout-opl. gebracht werden, vertoonen de beschadiging dus niet.

Ten slotte moet worden opgemerkt dat bij het normale vergelen en (of) verdrogen van de oudere bladen, dit proces ook vaak aan de top en de rand begint. Men ziet hier echter nooit voorafgaand welken van top en rand.

4. T a b a k

Typisch Geval (Zie Pl. V, VI).

Planten die in 1,0% NaCl worden gebracht, vertoonen na ongeveer 5 dagen één of twee jongere bladen, waarvan het bladweefsel tusschen de zijnerfen van de 1e orde licht naar boven opgebold is. Bij verdere groei neemt de opbolling van deze bladen toe; ze zijn wat meer bros dan normale bladen. Door gestadig afsterven van de onderste bladen worden de opgebolde bladen ten slotte tot onderste, levende bladen. In dit stadium is het opbollingssymptoom meestal het sterkst. De hooger geïnserieerde bladen, d.w.z.

de bladen die na het eerst beschadigde blad gegroeid zijn, vertoonen het symptoom in mindere mate. Vaak zijn in dit stadium een aantal jongere bladen (soms zelfs de meeste bladen van de plant) geheel vlak en normaal. De later gegroeide bladen reageeren blijkbaar veel minder of geheel niet met het bovenbeschreven symptoom. Men vindt wel steeds dat de sterkst gegroeide planten de meeste bladen met het opbollingssymptoom vertoonen. Deze bladen geven onder het microscoop een doorsnede te zien, die in afmeting niet afwijkt van die van de bladen der controleplanten. Gedurende de geheele groeiperiode is de kleur van de zoutplanten meer geelgroen van kleur dan de controle.

De lengte (hoogte) van de planten bedraagt vaak slechts $\frac{1}{3}$ van de controle; het aantal gevormde bladen is slechts weinig kleiner.

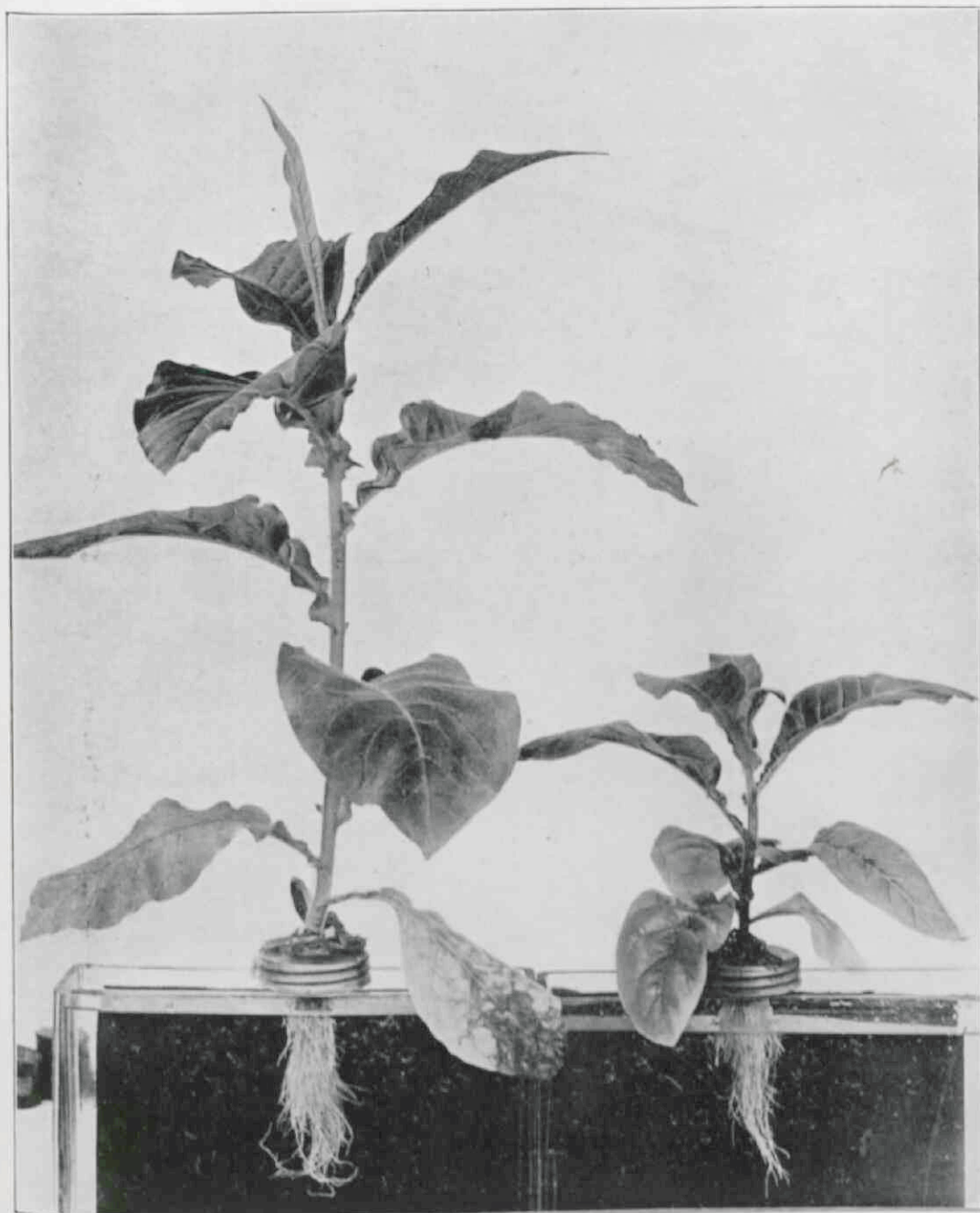
Beschadiging bij verschillende concentraties

Het opbollingssymptoom treedt voor 't eerst op bij 0,4% NaCl, echter hier in zeer zwakke mate en pas na geruime tijd. Het neemt geleidelijk in sterkte toe bij hogere concentraties. Bij 1,5% NaCl is het zeer sterk en treedt reeds bij de jongste, nog zeer kleine bladen op; in later stadium vertoonen ook de pas-gegroeide jongere bladen het symptoom. Bij 1,5% NaCl zijn de planten sterk geelgroen.

Door middel van het nameten der bladen (gemerkt) werd geconstateerd dat alleen de bladen, die nog *groeien*, het opbollingssymptoom kunnen vertoonen. Dit bleek geheel overeen te stemmen met de waarneming dat, indien men *oudere* planten in 1,0% NaCl brengt, het aantal bladen dat het symptoom vertoont 3 à 4 bedraagt (tegenover 1 of 2 bij de jongere plant). Door meting werd hier inderdaad gevonden dat bij de oudere plant een grooter aantal jonge bladen (3 à 4) nog groei vertoont.

§ 3. Enkele waarnemingen in de Wieringermeerpolder

In begin Juli 1932 werd in een deel van de nieuwe Wieringermeerpolder gezocht naar beschadiging door keukenzout bij de daar gekweekte gewassen. Deze polder werd in 1930 drooggelegd en was in 1932 nog slechts ten deele bezaaid. Verschillende gewassen



Beschadiging bij Tabak.

Links: Contrôle-Plant.

Rechts: Plant, gekweekt in 1 % NaCl.



Beschadiging bij Tabak.
Plant, gekweekt in 1 % NaCl.

vertoonden een slechte stand zonder bepaalde, in het oog loopende beschadigingen te vertoonen.

De *granen* (tarwe, haver, gerst), die grootendeels reeds in de aar stonden, gaven veel droge bruine toppen aan de bladen te zien; de kleur van het gewas was veel geler dan van het in de nabijheid in oude polders gekweekte. Bij tarweplanten die in nog betrekkelijk jong stadium waren (de aar nog niet zichtbaar) werd het, in de vorige § beschreven verschijnsel van geknikte bladtoppen aan verscheidene bladen herhaaldelijk geconstateerd; bij haverplanten werd het slechts een enkele maal waargenomen. Deze planten vertoonden geheel en al hetzelfde ziektebeeld als de planten die in watercultuur met hoge NaCl-concentraties gegroeid waren.

Bij erwten, die een zeer slechte stand vertoonden, werden vaak bladen waargenomen met een verdroogde, bruinverkleurde rand; in de plaats van de beschadiging is hier dus eenige overeenkomst met het ziektebeeld in watercultuur vast te stellen.

§ 4. Vergelijking van de gevonden symptomen met gegevens uit de literatuur

De verwelkingsverschijnselen die optraden wanneer de planten in sterke zoutoplossingen werden gebracht en die vooral bij koolzaad en tabak (zie ook Buckner, Peter en Kinney, 1920) opvielen, zullen wel moeten worden beschouwd als een belemmering van de wateropname t.g.v. de hoge zoutconcentraties. De oudste bladen worden het eerst slap en in de sterkste mate; in verband hiermee kan worden gewezen op een onderzoek van Pringsheim (1906), die bij verwelkende planten de hoogste osmotische waarde in de jongere spruitdeelen constateerde. Het vermogen van de plant de osmotische waarde te reguleeren in verband met de zoutconcentratie in het substraat (zie b.v. Stange, 1892), zal zonder twijfel een groote rol spelen bij het herwinnen van de turgescentie.

Het voortijdig verkleuren en afsterven van de oudste bladen, hetwelk alleen bij tabak minder duidelijk was, werd o.a. door Turner (1922) waargenomen bij gerst in voedingsoplossingen met hoge nitraat-concentraties, door s'Jacob (1927) bij erwt in oplossingen met sterke doses kalium of nitraat en door Mes

(1930) bij tabak bij te lage of te hoge concentratie van de voedingsoplossing. Mogelijk bestaat er verband met de sterke opvoering van zouten in de oudere bladen, die door Sideris, Krauss en Masunaga (1928) bij ananasplanten werd waargenomen, welke in sterk geconcentreerde voedingsoplossingen werden gekweekt; ze vonden, vergeleken met hun controleplanten in verdunde voedingsoplossing, een verhooging van het gehalte aan zouten der jonge volgroeide bladen met 25—50%, van de oudere bladen met 50—150%.

De invloed van het jaargetijde op de tolerantie van tarwe voor sterke NaCl-concentraties, werd voor gerst ook door Davis (1923) waargenomen; ook hier werden 's winters hogere concentraties verdragen.

In overeenstemming met vroegere onderzoeken werd een sterke invloed van het chloornatrium op de bladkleur vastgesteld; de door Harter (1908) bij granen beschreven waslaag op de bladen bij een meer donkergroene kleur, viel ook bij tarwe waar te nemen.

De door Pettinger, Henderson en Wingard (1932) beschreven chloroseverschijnselen bij maïs (zie p. 14) konden niet worden geconstateerd. Daarentegen werd dit symptoom eenmaal, in karakteristieke vorm, waargenomen in een controleserie, welker voedingsoplossing dus natrium-vrij was!

Bladknikken bij tarwe en haver

De, in de controle-series van tarwe waargenomen zwakke insnoeringen of golvingen van de bladlamina, die door hun localisatie samenhang met het kniksymptoom zouden doen vermoeden, zijn ook in de praktijk niet onbekend. Volgens Enecke (1915) zijn insnoeringen van de bladlamina op eenige afstand van de bladtop, bij tarwe, haver en gerst, elk jaar in meer of minder sterke mate op het veld waar te nemen. Hij neemt de samensnoering van het jonge blad door de top van de bladscheede van het voorafgaand blad als oorzaak aan; in laatste instantie zou het verschijnsel op de weersomstandigheden berusten.

De symptomen die de granen vertoonen bij enkele z.g. *bodemziekten*, geven bij oppervlakkige beschouwing wel eenige punten van overeenkomst met het beschreven bladsymptoom. Bij de z.g. „veenkoloniale haverziekte” (Hudig, 1912) wordt ook het voor-

komen van geknikte bladen vermeld; de localisatie van het knikpunt en de verdere symptomen, vooral het feit dat de bladtop het langst groen blijft, sluit echter elke nadere samenhang uit. Bij de „ontginningsziekte” (Meyer en Hudig, 1922; Smith, 1927) verdroogt de bladtop met geel-witte kleur en hangt vaak (doch niet altijd) naar omlaag. Er wordt hier echter nooit van knikken gesproken; ook de afbeeldingen van de genoemde auteurs geven nergens duidelijk geknikte bladen te zien.

Droge, verdorde bladpunten kunnen overigens ook door andere oorzaken optreden; zoo noemt Smith (1927): sterke wind of zonnig, droog weer.

Lundegårdh (1932) gaf afbeeldingen van haverbladen met slap neerhangende toppen; deze bladen traden op in culturen met Ca-gebrek of met K-gebrek; de gelijkenis met het bladkniksymptoom schijnt echter niet sterk.

Een sterkere overeenkomst valt te constateeren tusschen het kniksymptoom en het verschijnsel dat door Amerikaansche onderzoekers als *magnesiumbeschadiging* beschreven is. Bij hun onderzoekingen over de juiste samenstelling van voedingsoplossingen voor tarwe, namen zoowel Tottingham in 1914, als Shive in 1915 (zie Trelease en Trelease, 1932) waar, dat bij een te hooge verhouding van magnesium tot calcium in de voedingsoplossing, bladbeschadigingen optraden. Hetzelfde werd door Trelease (1920) opgemerkt. Door Gericke (1922) en Trelease en Trelease (1932) werd dit verschijnsel nader bestudeerd.

Gericke (1922) kweekte tarwezaailingen in voedingsoplossingen met betrekkelijk groote hoeveelheden magnesiumsulfaat en zag als gevolg het veelvuldig afsnoeren van de bladtoppen; toevoeging van calciumzouten verminderde de mate van beschadiging. Ten einde de werking van andere zouten te toetsen bracht hij tarwezaailingen in „single-salt”oplossingen van verschillende Mg, Ca en K-zouten (conc. meestal 0,01M). Hij vond de bovengenoemde beschadiging bij $Mg(NO_3)_2$ en $MgSO_4$ in sterke mate, doch niet bij $MgHPO_4$; eveneens bij K_2SO_4 en KNO_3 , in mindere mate ook bij KH_2PO_4 ; de Ca-zouten gaven geen beschadiging. De beschadiging in oplossingen van K- en Mg-zouten is geheel identiek. Gericke concludeert dat de verhoudingen Ca/Mg en Ca/K

een groote rol spelen bij de beschadiging van het afsnoeren der bladtoppen, en dat fosfaat-ionen de mate van beschadiging doen afnemen.

Trelease en Trelease (1932) gaven in een uitvoerige publicatie een minutieuze beschrijving van de beschadigingen van tarweplanten, gekweekt in complete voedingsoplossingen met wisselende hoeveelheden magnesiumzouten. Het door Gericke geconstateerde afsnoeren der bladtoppen werd waargenomen. Als meer karakteristiek symptoom van Mg-beschadiging vonden ze echter een spiraalvormige deformatie van het zich ontwikkelende blad; het spiraalvormig deel volgt op een stijf ineengerold topdeel. Zoowel het ontwikkelingsverloop als het eindstadium van het beschadigde blad komt tot in bijzonderheden overeen met de waarnemingen van spiraalbeschadiging ten gevolge van hoge NaCl-concentraties, zooals deze in § 2 beschreven zijn. Trelease en Trelease wijten de spiraalvormige oprolling van het blad aan de vaste ineenrolling van het bovenste deel van de scheede van het voorafgaande blad, ten gevolge waarvan het verder opschuiven van het jonge blad tijdelijk zou worden belet. Niet de absolute hoeveelheden Mg, doch de verhouding Ca/Mg in de voedingsoplossing bleek de mate van beschadiging te bepalen. In verband hiermee wordt de mogelijkheid geopperd dat Ca-gebrek de oorzaak van de beschadiging zou kunnen zijn. Bij haver, gerst en rogge werden identieke symptomen waargenomen; bij maïs verschijnselen die er eenigszins op geleken (verdraaide bladen). In de beschrijving, noch in de afbeeldingen, is eenige aanduiding te vinden dat deze auteurs ook geknikte topjes *zonder* spiraal hebben waargenomen.

Resumeerende kan men dus zeggen dat van de symptomen die door Mg-zouten worden veroorzaakt, er één ook door K-zouten kan worden teweeggebracht (afsnieren van bladtoppen, Gericke) en een ander ook ten gevolge van een hoge NaCl-concentratie kan optreden (spiraalvormige deformatie, eigen onderzoek). In ieder geval blijkt hieruit dat de door Trelease en Trelease beschreven symptomen zeker niet karakteristiek voor magnesiumbeschadiging zijn.

Droge bladranden bij koolzaad en erwten

Bij vele in het literatuuroverzicht genoemde gevallen werd verdrogen van bladranden ten gevolge van NaCl-vergiftiging waargenomen. Het verdrogen van bladranden is overigens een symptoom dat vele verschillende oorzaken schijnt te kunnen hebben. Het is zelfs vaak het beginstadium van het normale afsterven van bladen. — Bij *kaliumgebrek* zijn droge bladranden een veel voorkomend symptoom (Wilfarth en Wimmer, 1903; Roemer en Wimmer, 1907; Remy en Weiske, 1930). Ook sterke wind kan deze beschadiging veroorzaken (Hansen, 1904). Free (1917) beschrijft bladrandbeschadigingen bij *Pelargonium* ten gevolge van lithium en borium in het substraat; hij meent dat de sterke transpiratie aan de bladrand, juist daar, hoge concentraties van de schadelijke stoffen zal doen ontstaan. s' Jacob (1927) nam bij erwten verdroogde bladranden waar ten gevolge van sterke doses borium.

Bij injectieproeven met verschillende zouten vonden Rumbold (1920), Müller (1926) en Collison, Harlan en Sweeney (1932) vaak beschadiging in de vorm van verdroogde bladranden. Deze onderzoekers vonden dat een zout dat in lage concentratie de bladranden doet afsterven, in hoge concentraties toegediend, het aspect van de beschadiging vaak geheel wijzigt, daar in dat geval de bladnerven het eerst verkleuren en afsterven. De verschillende bladsymptomen die Rudolfs (1919) door NaCl-beschadiging verkreeg (zie p. 12) zullen ook wel terug te brengen zijn op verschillende concentraties in verschillende deelen van de plant. Geheel hiermee in overeenstemming is de beschadiging die bij koolzaad in hogere NaCl-concentratie werd waargenomen (p. 23), waar de bladsteel en de hoofdnerf van het blad de eerste beschadiging vertoonden.

Opbolling van het bladparenchym bij koolzaad en tabak

Het opbollen van het bladweefsel tusschen de nerven is bij sommige planten een gewoon verschijnsel bij overmatige bemesting, zoo b.v. bij aardbei, wijnstok en perzik (Sorauer 1921, p. 354). Bij enkele onzer cultuurgewassen is een zekere mate van opbolling een normaal verschijnsel b.v. bij sla en koolsoorten; bij verwilde-

ring verdwijnt deze eigenschap echter weer nagenoeg (S o r a u e r, 1921, p. 354). L o r e n z (1931) vermeldt dat sterke bemesting bij *Pelargonium* „Buckelung” van de bladen kan veroorzaken. S c h r o p p (1932) constateerde bij aardappel, in een voedingsoplossing van 3 $\times$ de normale concentratie, een welving van het bladweefsel tusschen de nerven. M e s (1930) nam bij tabak zwak bobbelige bladen waar bij boriumgebrek en bij kaliumgebrek.

Sommige virusziekten van de tabak, zooals „krul” en „kroepoek” (T h u n g, 1932) gaan gepaard met sterke opbolling van het bladweefsel; het aspect van de aangetaste bladen verschilt echter aanmerkelijk van die, welke keukenzoutbeschadiging vertoonen. Ook bij andere virusziekten b.v. van de aardappel, ziet men bobbelige bladen optreden.

Succulentie bij koolzaad

Uit het literatuuroverzicht blijkt dat sommige planten op hooge NaCl-concentraties reageeren met de vorming van min of meer vleezige bladen.

Succulentie mag echter zeker niet als karakteristieke NaCl-werking worden beschouwd, evenmin als zoutwerking in het algemeen. Wel is waar kunnen hooge concentraties van verschillende zouten hierbij een groote rol spelen, b.v. overmaat nitraat (P e a r s a l l en E w i n g, 1929), overmaat kalium (C h a p m a n, 1931), overmaat voedingszouten met relatief stikstofgebrek (M o t h e s, 1932); ook is bij succulente halophyten de samenhang tusschen succulentiegraad en zouten-concentratie van het substraat zeer duidelijk (K e l l e r, 1925; S t o c k e r, 1928). Aan de andere kant heeft men echter ook succulentie waargenomen ten gevolge van stikstofgebrek of ijzergebrek (C h a p m a n, 1931).

De meeste symptomen, die bij beschadiging door keukenzout werden waargenomen, bleken dus weinig karakteristiek te zijn, daar de meeste van de opgetreden beschadigingen ook door andere oorzaken konden worden teweeggebracht. Nauwkeurige vergelijkende waarnemingen zullen dergelijke beschadigingen echter nog vaak kunnen ontleden in, voor specifieke agentia kenmerkende symptomen.

§ 5. Voortgezet onderzoek

Bladknikken bij tarwe

Het resultaat van de vergelijking van eigen waarnemingen met enkele feiten uit de literatuur, deed het wenschelijk schijnen, enkele punten nog nader door experimenten te belichten.

Men kan zich de volgende vragen stellen:

1. Speelt de concentratie der Mg-ionen in de voedingsoplossing wellicht een rol bij de waargenomen beschadiging door NaCl?

Daar de verhouding Mg/Ca in de voedingsoplossing 0,7 was, en door T release (1920) was geconstateerd dat bij een verhouding Mg/Ca $> 0,81$ Mg-beschadiging op kan treden, lag dus deze verhouding in de gebruikte voedingsoplossing dichtbij de grens van Mg-beschadiging. Het zou mogelijk kunnen zijn dat de toegevoegde groote hoeveelheden NaCl de Mg-beschadiging a.h.w. tot uiting brachten.

Om dit na te gaan werden oplossingen van de volgende samenstelling in hun werking op tarweplanten vergeleken:

1. Normale voed. opl. + 0,6% NaCl.¹⁾
2. Voed. opl. met $\frac{1}{5}$ van de normale hoeveelheid Mg (dus 0,05 gr. MgSO₄/L.) + 0,6% NaCl.

Na 3 weken bleken planten in 1 en 2 dezelfde beschadigingen in dezelfde mate te vertoonen; deze beschadigingen waren voor beide series: veel geknikte topjes en enkele typische „spiralen”.

Conclusie: Hooge NaCl-concentratie in de oplossing kan zowel geknikte toppen als spiraalbeschadiging veroorzaken, onafhankelijk van de concentratie der Mg-zouten.

2. Kan NaCl ook het afsnoeren van bladtoppen veroorzaken?

Dit verschijnsel was door Gericke gevonden als gevolg van de werking van „single-salt”-oplossingen van Mg- en K-zouten ($M = 0,01$).

¹⁾ Hier, en in 't vervolg, gebruikt als verkorte aanduiding voor: zóoveel NaCl toegevoegd dat de concentratie daarvan in de cultuurvloeistof 0,6% bedraagt.

Tarweplanten werden gebracht in een 0,06% NaCl-oplossing in aqua distillata, met toevoeging van een spoor FeCl_3 (in afwijking met alle andere proeven van dit onderzoek, werd hier dus *niet* met voedingsoplossing gewerkt).

Na 3 weken kon *geen* afsnoeren van bladtoppen worden geconstateerd; ook het symptoom van bladknikken trad niet op. De planten waren geelgroen van kleur en groeiden slecht; de jongste bladen waren vaak slecht ontrold en vertoonden soms insnoeringen.

3. Hoe uit zich magnesiumbeschadiging in de hier gegeven proefomstandigheden?

Hiertoe werden planten gekweekt in oplossingen die extra-hoeveelheden MgSO_4 bevatten (totaal $\pm 1,85$ gr./L.). Na verloop van eenigen tijd vertoonden deze planten, naast de door Trelease en Trelease beschreven spiraalbeschadiging en afge worpen bladtoppen, vele geknikte bladtoppen in volkomen karakteristieke vorm.

De geknikte bladtop is dus blijkbaar *niet* kenmerkend voor NaCl-beschadiging, doch treedt ook op t.g.v. groote hoeveelheden Mg-zouten. Het feit dat Trelease en Trelease dit symptoom niet hebben waargenomen, zal vermoedelijk zijn oorzaak vinden in verschillen in gebruikte tarwe-variëteit of proefomstandigheden.

HOOFDSTUK IV

FACTOREN DIE DE SCHADELIJKE WERKING VAN HET KEUKENZOUT BEÏNVLOEDEN

A. TEMPERATUUR

Koolzaad

Het verschijnsel, waargenomen bij koolzaad, dat doorgaans 's winters een ander symptoom optrad dan 's zomers, gaf een aanwijzing dat de oorzaak van dit verschil mogelijk in de *temperatuur* kon liggen. Om dit na te gaan werden van één zaaisel 20 planten in de koude kas des winters opgekweekt. Op 28-10-'32 werd de helft hiervan in 1% NaCl gebracht. Op 5-11-'32 werden 5 planten van de contrôle-serie en 5 planten van de 1% NaCl-serie in de warme kas gezet; de overige in de koude kas gelaten. Het proefverloop was als volgt:

1. *Warme kas* (temp. 20—30° C.).
- 11-11. De zout-pl. blijven in ontwikkeling achter bij contrôle; 1 pl. met 1 blad met zwak bobbelsymptoom.
- 24-11. sterk verschil in ontwikkeling met contrôle; het bobbelig blad treedt nu overal op in karakteristieke vorm (ook krommen van het blad, meer gele kleur).
- 10-12. 3 pl. (van de 5) afgestorven; de 2 overige met sterk bobbelige en $\pm$ gekromde bladen (alleen de jongste bladen zijn vlak).
- 20-12. het bobbelsymptoom treedt op de achtergrond; de bladen worden $\pm$ dik ('t eerst de oudere bladen).

3-1-'33. alle pl. †; de contrôle groeit nog goed; de bladen zijn wat kleiner dan die van de contrôle in de koude kas.

2. *Koude kas* (temp. 5—15° C.).

11-11. Ontwikkeling van de zout-pl. *beter* dan van de zout-pl. in de warme kas; 1 pl. met 1 zeer zwak bobbelig blad.

24-11. enkele pl. met zeer zwak bobbelig blad; de pl. blijven duidelijk achter bij contrôle.

10-12. 1 pl. met 2 zeer zwak bobbelige bladen.

3-1-'33. 2 van de 5 planten van de zoutserie vertoonen plaatselijk grijsgroen verdrogen van de bladrand aan resp. 1 en 2 bladen.

10-1. randdrogen aan 3 pl.

7-2. de planten, waarvan 1 of meer bladen randdrogen vertoonden, hebben deze bladen (die $\pm$ snel vergeelden en verdroogden) afgeworpen; in zoutserie nu *geen* beschadiging meer te zien.

Conclusie:

In de *warme kas* kwam uitsluitend het gebobbeld-blad-symptoom voor; in *koude kas* hoofdzakelijk het blad-rand-symptoom. De planten in zout-opl. in de warme kas stierven eerder af dan in de koude kas. Ofschoon in warme en koude kas, behalve de temperatuur, wellicht de overige factoren niet geheel dezelfde waren (de belichting was ongeveer gelijk), spreken de resultaten sterk voor een overwegende invloed van de temperatuur op de aard van de symptomen bij de gebezigde zout-concentratie. Deze laatste toevoeging is noodzakelijk, omdat, zooals reeds werd opgemerkt (p. 23), in de koude kas ook het bobbelig-blad-symptoom te verkrijgen is bij *hoogere zoutconcentraties*. Zoo werd van hetzelfde zaaisel waarvan de planten van bovenbeschreven proef afkomstig waren, een deel van de planten gebruikt om de invloed van hoogere concentraties van NaCl in de *koude kas* na te gaan. Hierbij werd gevonden dat planten, die op 11-11 in 2,0% NaCl werden gebracht, op 19-12 sterke gelijkenis vertoonden met de planten van bovenbeschreven proef, die vanaf 5-11 in de *warme kas* in 1,0% NaCl groeiden.

Vraagt men zich af van welke aard de nadeelige invloed van de temperatuur op ontwikkeling en groeiduur zou kunnen zijn, dan

zou men eenerzijds kunnen vermoeden dat het bekende feit van verhooging van de (wortel-)permeabiliteit bij hogere temperatuur, hier een rol speelt; anderzijds is het ook denkbaar dat de planten die in de warme kas zijn gegroeid, bij een temperatuur die blijkbaar voor de ontwikkeling minder gunstig is dan die in de koude kas, een geringere resistentie zullen hebben tegen de schadelijke werking van het keukenzout dan de planten die bij een optimale temperatuur gegroeid zijn.

De vermoedelijk sterkere verdamping in de warme kas mag niet worden beschouwd als een oorzaak van versterkte zoutopname, daar een samenhang tusschen deze processen bij verschillende onderzoeken niet kon worden aangetoond (Muenscher, 1922; Prat, 1923; Arrhenius, 1923; Scott en Priestley, 1928).

B. STIKSTOFVOEDING

Mothes (1932) vond dat sterke vermindering van de hoeveelheid stikstof in de voedingsoplossing van tabaksplanten in watercultuur, een zeer verschillend effect had, afhankelijk van de concentratie van de voedingsoplossing aan andere zouten. Werd een normale voedingsoplossing gegeven, dan verminderde de groei slechts weinig als de hoeveelheid N in de oplossing tot op een klein gedeelte van de normale hoeveelheid gereduceerd werd. Werd een meer geconcentreerde voedingsoplossing gegeven (b.v. $6 \times$ de normale concentratie), dan had reductie tot op dezelfde hoeveelheid N een zeer schadelijke werking (terwijl de $6 \times$ normale concentratie van de voedingsoplossing bij normale hoeveelheid N de groei niet benadeelt). Mothes meent hier te doen te hebben met een schadelijke werking van hoge zoutconcentraties, welke vooral bij stikstofgebrek tot uiting zou komen.

Daar het nu bovendien bleek dat de gewassen in de jonge Andijker-proefpolder met zijn min of meer zoute bodem, zeer gevoelig waren voor stikstofbemesting (Mededeelingen van de Commissie, enz. 1932), terwijl toch het stikstofgehalte van de bodem zeker niet laag genoemd mag worden (Mededeelingen van de Commissie, enz. 1929; Hissink en Spithorst, 1932), was het van belang na te gaan of de schadelijke

werking van het keukenzout bij vermindering van de hoeveelheid stikstof in de voedingsoplossing wellicht in sterkere mate zou zijn waar te nemen.

De gebruikte Zinzadze-voedingsoplossing bevat als stikstofzouten NH_4NO_3 en KNO_3 ; voor de volgende proef werd de samenstelling zoodanig veranderd dat alle stikstof als NH_4NO_3 gegeven werd. Door variatie van de hoeveelheid NH_4NO_3 wordt zodoende alleen de hoeveelheid N veranderd. Kalium werd gegeven als K_2SO_4 .

Tarwe

6 series:	Proefduur 55 dagen	Drooggewicht
1. voed.opl., alle N als NH_4NO_3		0,60
2. idem	+ 0,6% NaCl	0,31
3. als 1, doch $\frac{1}{5}$ van de hoeveelheid N		0,55
4. idem	+ 0,6% NaCl	0,27
5. als 1, doch $\frac{1}{20}$ van de hoeveelheid N		0,53
6. idem	+ 0,6% NaCl	0,28

In uiterlijk waren geen verschillen waar te nemen tusschen de series 1, 3 en 5 en de series 2, 4 en 6.

De N-voeding bleek hier dus *geen* invloed te hebben uitgeoefend op de zoutbeschadiging.

Tabak

6 series	Proefduur 48 dagen	Drooggewicht
1. Voed.opl., alle N als NH_4NO_3		5,67
2. idem	+ 1,0% NaCl	1,41
3. Als 1, doch $\frac{1}{5}$ van de hoeveelheid N		3,69
4. idem	+ 1,0% NaCl	1,56
5. Als 1, doch $\frac{1}{20}$ van de hoeveelheid N		2,08
6. idem	+ 1,0% NaCl	1,38

Ten slotte was serie 3 iets geelgroen, serie 5 sterk geelgroen tot geel. Tusschen series 2, 4 en 6 bestond geen verschil, alleen was 6 iets geler.

Ook hier bleek dus de N-voeding zonder invloed op de zoutbeschadiging.

C. ANTAGONISTISCHE WERKINGEN

§ 1. Literatuuroverzicht

Het verschijnsel van *ionenantagonisme* berust op de invloed van de *verhouding* tusschen bepaalde ionen op het levend organisme, afgezien van de zuivere voedingsfuncties. Zoo kunnen b.v. oplossingen van CaCl_2 en MgCl_2 , elk op zichzelf, zeer toxisch werken, terwijl een oplossing die deze zouten tezamen bevat, niet of weinig schadelijk is. Dit is dan een geval van wederzijdsch (mutueel) ionenantagonisme; ook eenzijdig ionenantagonisme komt voor. Vooral in geconcentreerde zoutoplossingen zijn dergelijke invloeden van groot belang.

Er bestaat voor de verklaring van het ionenantagonisme nog geen bevredigende theorie (Rubinstein, 1928); wellicht zal het een verzamelbegrip blijken te zijn. De verschillende opvattingen die er omtrent dit verschijnsel bij planten bestaan, zou men kunnen indeelen naar de plaats, waar volgens de verschillende auteurs de eigenlijke antagonistische werking optreedt. Men komt zoo tot 3 groepen:

I. Het ionenantagonisme wordt veroorzaakt door de wisselwerking van de ionen in het uitwendig milieu.

Deze opvatting telt weinig aanhangers. Maume en Dulac (1929) meenen dat de antagonistische zouten in de oplossing zoodanig op elkaar zullen werken dat de dissociatiegraden, en daarmee de ionenconcentratie rondom de plant (wortel), verminderen. Deze theorie is wel zeer onwaarschijnlijk (verg. Kaho, 1926a); overigens ook niet op feiten gebaseerd. Wel is het merkwaardig dat deze auteurs de verhouding, waarbij het antagonisme tusschen twee zouten maximaal is (d.w.z. waar hun tarwe in watercultuur de beste groei vertoonde) van te voren kunnen berekenen uit de dissociatiecoëfficiënten van deze zouten.

Ook de opvatting van Boas (1928) schijnt in deze richting te gaan; hij waarschuwt ertegen het ionenantagonisme te veel in de cel te leggen en meent dat de processen rondom de cel belangrijker zijn dan die aan de oppervlakte van, en in de cel.

II. Het ionenantagonisme wordt veroorzaakt door de invloeden van de ionen op de grenslaag van het protoplasma.

Volgens deze opvatting zouden de antagonistische ionen de per-

meabiliteit (bij hogere planten van de wortels) in de eerste plaats beïnvloeden; de antitoxische werking van een ion zou zijn oorzaak vinden in het beletten van de opname van een ander, toxisch ion. Deze voorstelling wordt door een groot aantal onderzoekers geaccepteerd en schijnt voor vele gevallen, waar een dergelijk eenzijdig of mutueel beletten van de ionenopname is geconstateerd, als de juiste te mogen worden beschouwd: Loeb (zoöl. object, 1905), Szücs (1913), Stiles en Jörgensen (1914), Waynick (1918), True (1922), Netter (1923), Stiles (1923), Kaho (1926a, b), Skeen (1930).

Er moet echter op worden gewezen dat deze zienswijze voor een groot deel gebaseerd is op permeabiliteitsproeven van korte duur; de geldigheid voor gevallen waar planten gedurende langere tijd worden gekweekt, is daarmee nog niet aangetoond.

III. Het ionenantagonisme wordt veroorzaakt door de wisselwerking van de ionen binnen de cel.

De ionen zouden wel de cel binnendringen, doch hun beider aanwezigheid zou toxische werking verhinderen. Deze opvatting is o.a. verkondigd (zonder nadrukkelijke pretentie van algemeene geldigheid) door Reed (1918) en Le Clerc en Breazeale (1920), op grond van het feit dat vermindering van absorptie bij antagonistische werking bij hun proeven niet kon worden vastgesteld. Ook Loew (zie 1932) moet tot de aanhangers worden gerekend (in de eerste plaats voor het antagonisme $\text{Ca} : \text{Mg}$). De zienswijze van Osterhout (1912, 1916, 1922), die als eerste het ionenantagonisme aan botanische objecten bestudeerde en die aanvankelijk de doorlaatbaarheidstheorie aanhing, richtte zich later ook meer naar deze derde mogelijkheid; de werking op de permeabiliteit zou meer secundair zijn. Feiten die voor deze derde opvatting pleiten, echter zonder commentaar in dien zin, vindt men ook bij Cholodny (1923a).

De mogelijkheid van een „inwendig antagonisme” bestaat zeker, daar bij allerlei kolloïde systemen antagonistische ionenwerkingen geconstateerd zijn, welke eenigszins met het fysiologisch antagonisme te vergelijken zijn (Clowes, 1916; Prat, 1924; Bungenberg de Jong 1932).

De antagonistische werkingen die men bij planten heeft waar-

genomen hebben voor het meerendeel betrekking op *kationen*. Wel zijn ook tusschen *anionen* onderling antagonismen geconstateerd (Miyake 1914; Lipman en Gericke, 1915; zie ook Osterhout 1922); deze zijn echter zeer zwak en onbeteeknend in vergelijking met de kationen-antagonismen. Höber (1926) ziet de oorzaak hiervan in de overheersching van negatief geladen kolloïden in het protoplasma.

Gaat men na, welke ionen antagonistisch zouden kunnen werken t.o.v. de ionen van het keukenzout, dan vindt men in de literatuur daaromtrent talrijke opgaven. Osterhout (1909a) vond bij tarwe antagonisme tusschen Na en respect. Ca, Mg, NH_4 en K; Hansteen (1910) kon bij tarwe tusschen Na en K slechts een zeer zwak antagonisme aantoonen; McCool (1913) geeft voor erwt en tarwe antagonisme tusschen Na eenerzijds, Ca, Sr, Mg, NH_4 en K (t.o.v. het laatste zwak) anderzijds; Miyake (1914) bij rijst tusschen Na en respect. Mg, Ca en K; Maschhaupt (1916) bij maïs tusschen Na en Ca, echter niet tusschen Na en K, en Na en Mg; Cholodny (1923b) vond geen antagonisme tusschen Na en K; Philipson (1924, 1930) constateerde antagonisme tusschen Na en Ca, bij haver; Maume en Dulac (1929) bij tarwe tusschen Na en Ca, niet tusschen Na en K.

Vele van bovengenoemde auteurs pasten bij hun onderzoek, in navolging van Osterhout (1914, 1922), een methode toe die niet geheel juist mag worden genoemd. Door McCool (1913) en Maschhaupt (1916) werd hier reeds op gewezen. Om na te gaan of er een antagonisme bestaat tusschen twee zouten A en B, worden, bij deze methode, oplossingen van bepaalde concentratie gemaakt van zoowel A als B; daarna worden planten gekweekt in A-oplossing, in B-oplossing en in *mengsels* van deze twee oplossingen. In zulk een mengsel is dus de concentratie van elk zout afzonderlijk, lager dan in de oorspronkelijke oplossingen. Is nu de groei in de gemengde oplossingen beter dan in de zuivere oplossingen van A en B, dan behoeft dit nog niet op antagonisme te wijzen, zooals vele auteurs aannemen. Het is ook mogelijk dat de lagere concentratie van de zouten A en B een betere groei mogelijk maakte. De resultaten van Osterhout (zie vooral 1922), Hansteen (1910), Miyake (1914), Maschhaupt (1916),

Philipson (1924, 1930) en vele anderen, moeten daarom met eenige voorzichtigheid worden beschouwd.

Bij het bestudeeren van het ionenantagonisme zijn vele verschillende criteria gebezigd, zooals groen- en drooggewichten, hoogte van de plant, wortellengte, geotropische gevoeligheid van de wortel; slechts zelden werd veel aandacht besteed aan de aard van de beschadiging (Trelease en Trellease, 1932; bij Ca/Mg antagonisme).

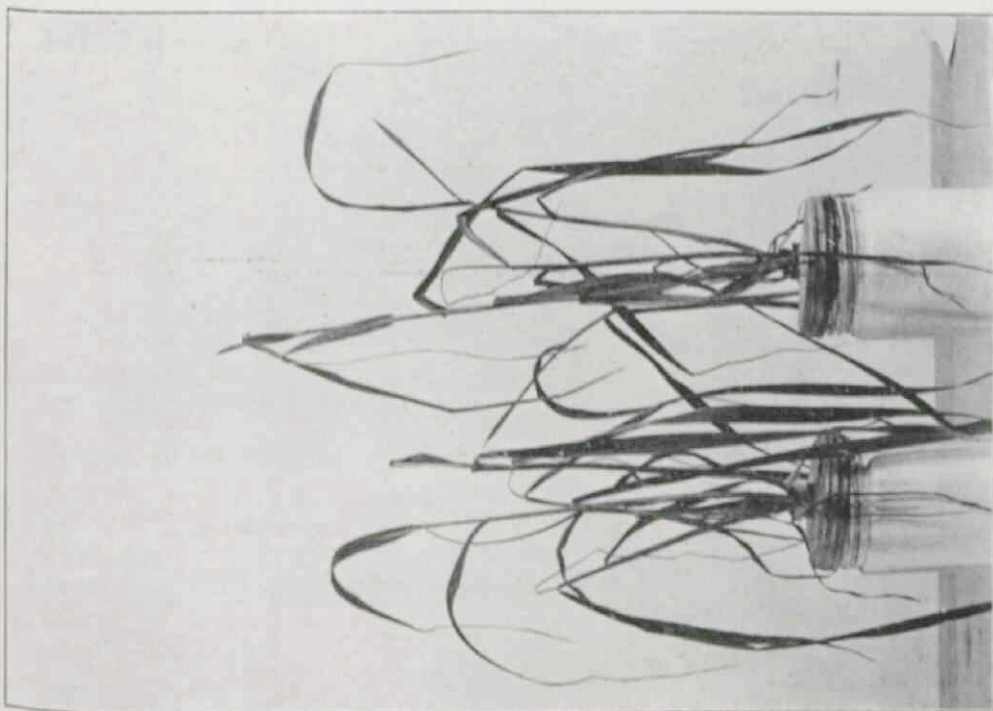
§ 2. Eigen onderzoek

a. Calcium

Daar bij talloze onderzoeken het calcium-ion zeer werkzaam was gebleken t.o.v. de invloeden van het natrium-ion, en ook in de praktijk een gunstige werking van Ca-zouten op de plantengroei van zoute gronden was waargenomen. (Söderbaum, 1918; Harris, Thomas en Pittman, 1923; Trabut 1927), werd de invloed van dit ion op de beschadiging door chloornatrium nagegaan. Als criterium voor antagonisme werd in de eerste plaats de aard en de mate van beschadiging genomen; soms werden ook drooggewichten vergeleken.

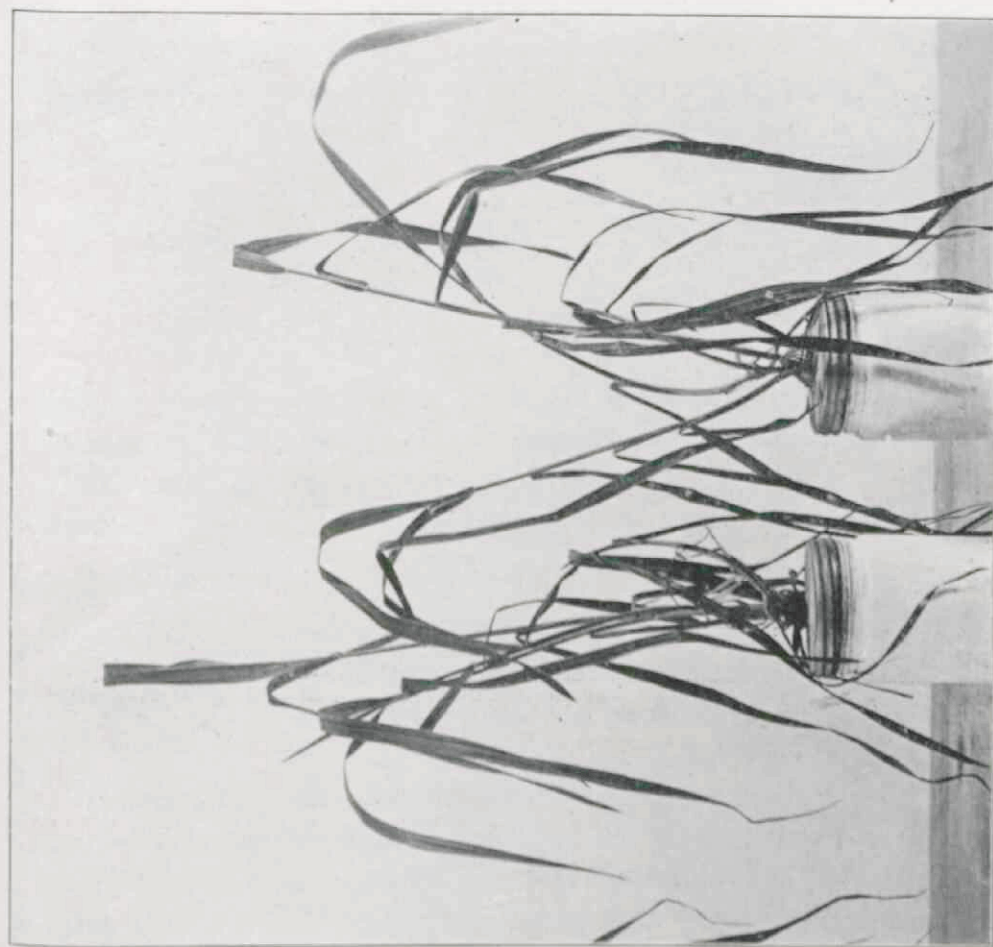
Ten einde het, in de vorige § genoemde, methodische bezwaar te vermijden, werd bij de volgende proeven vergeleken de werking van een voedingsoplossing plus een bepaalde NaCl-concentratie met de werking van dezelfde oplossing die *bovendien* een extra-hoeveelheid van een calciumzout, meestal CaCl_2 , bevatte (uit de literatuur bleek dat de invloed zeer gunstig was bij ongeveer 1 atoom Ca op 10 atomen Na). Weliswaar geeft dit het nadeel dat men zoowel de concentratie der chloor-ionen (als CaCl_2 gebruikt werd), als de osmotische druk van de oplossing iets verhoogt; men heeft echter de zekerheid dat, indien een vermindering van beschadiging optreedt, deze door de Ca/Na verhouding in de oplossing veroorzaakt wordt.

Voor de Ca/Na verhouding in de oplossing speelt ook het CaSO_4 van de voedingsoplossing een rol; het $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ is van minder belang wegens zeer geringe oplosbaarheid.



Figuur 1.

Planten, gekweekt in 0,6 % NaCl.



Figuur 2.

Planten, gekweekt in 0,6 % NaCl, met toevoeging van CaCl_2 . (Na : Ca = 8 : 1).

Calcium-antagonisme bij Tarwe. (Proef 1).

1. Tarwe

Proef I (van 17-9-'31 tot 9-11-'31)¹⁾. (Zie Pl. VII).

3 series:	Drooggewicht
1. contrôle	2,96
2. + 0,6% NaCl	2,59
3. { + 0,6% NaCl	
{ + 1,43 gr. CaCl ₂ /L.	3,00

(bij de toegevoegde zouten in serie 3 is de verhouding, in atomen uitgedrukt, $\text{Ca} : \text{Na} = 1 : 8$; houdt men ook rekening met het CaSO_4 van de voedingsoplossing, dan is $\text{Ca} : \text{Na} = 1 : 7$; in 't vervolg wordt steeds de eerstgenoemde verhouding vermeld).

Proefverloop:

9-11. serie 2 vertoont sterk kniksymptoom.

serie 3 vertoont dit symptoom hoogst zelden; de ontwikkeling is veel sterker dan van serie 2.

Conclusie: Er was een duidelijk Ca-antagonisme waar te nemen, zoowel t.o.v. de beschadiging als van de groei (drooggewicht). De mogelijkheid bestond echter dat de grootere hoeveelheid Ca in serie 3 de sterkere groei veroorzaakt had, zonder samenhang met de NaCl-beschadiging. Dit werd in de volgende proef nagegaan.

Proef II (van 11-10-'32 tot 11-1-'33).

4 series	Drooggewicht
1. Contrôle	1,38
2. + 0,6% NaCl	0,57
3. + 0,71 gr. CaCl ₂ /L.	1,47
4. { + 0,6% NaCl	
{ + 0,71 gr. CaCl ₂ /L.	0,68
(in serie 4: $\text{Ca} : \text{Na} = 1 : 16$).	

Proefverloop:

4-11. Ontwikkeling van serie 1 en 3 ongeveer gelijk.

„ „ „ 2 en 4 „ „

¹⁾ Hier, en in het vervolg, geeft de eerste datum het tijdstip aan, waarop de planten in de te onderzoeken zoutoplossingen gebracht werden.

Zoowel serie 2 als 4 vertoonen het kniksymptoom, echter serie 4 in iets mindere mate.

In serie 2 werden totaal 13 geknikte bladtoppen geteld; in serie 4: 9.

18-11. In serie 2 is het jongste volgroeide blad meestal geknikt; in serie 4 is dit bij hooge uitzondering het geval.

21-12. Tusschen serie 1 en 3 weinig verschil; serie 3 is iets voller in blad; serie 4 vertoont betere groei dan serie 2.

Serie 2	{	bij 3 planten jongste blad geknikt.
	{	bij 5 planten één-na-jongste blad geknikt.
Serie 4	{	bij 1 plant jongste blad geknikt.
	{	bij 2 planten één-na-jongste blad geknikt.

Conclusie: Ook hier duidelijk antagonisme t.o.v. het kniksymptoom.

T.o.v. serie 1 vertoont serie 3 een drooggewicht-toename van 6,5%; t.o.v. serie 2 vertoont serie 4 een drooggewicht-toename van 19,2%. Ook t.o.v. de groei is er dus een antagonisme waar te nemen.

Proef III (van 14-3-'32 tot 26-4-'32).

De invloed van verschillende hoeveelheden CaCl_2 werd nagegaan.

4 series, elk van 5 planten

- | | | |
|----|--------------|--------------------------------------|
| 1. | Contrôle. | |
| 2. | + 1,0% NaCl. | |
| 3. | { | + 1,0% NaCl |
| | { | + 2,35 gr. $\text{CaCl}_2/\text{L.}$ |
| | } | Na : Ca = 8 : 1. |
| 4. | { | + 1,0% NaCl |
| | { | + 1,17 gr. $\text{CaCl}_2/\text{L.}$ |
| | } | Na : Ca = 16 : 1. |

Proefverloop:

1-4. In ontwikkeling zijn serie 3 en 4 gelijk en beter dan serie 2.

19-4. Het aantal geknikte topjes van elke serie (voor elke plant afzonderlijk) werd nagegaan:

serie 2: 3—1—5—0—3, totaal 12.

serie 3: 0—1—0—0—0, totaal 1.

serie 4: 1—1—2—1—0, totaal 5.

In ontwikkeling is geen verschil te zien tusschen serie 3 en 4.

Conclusie: Bij verhoudingen $\text{Ca/Na} = 1/8$ en $\text{Ca/Na} = 1/16$, waren duidelijk verschillen in beschadiging waar te nemen.

Proef IV (van 11-10-'32 tot 11-1-'33).

De invloed van verschillende Ca-zouten werd nagegaan, waarbij steeds evenveel Ca werd gegeven.

5 series		Drooggewicht
1.	Contrôle	1,51
2.	+ 0,6% NaCl	0,74
3.	+ 0,6% NaCl	
	+ CaSO_4 (0,87 gr./L.)	0,90
4.	+ 0,6% NaCl	
	+ CaCl_2 (0,71 gr./L.)	0,83
5.	+ 0,6% NaCl	
	+ $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (1,05 gr./L.)	0,85
(in serie 3, 4 en 5: $\text{Na} : \text{Ca} = 16 : 1$).		

Proefverloop:

3-11. Serie 2 tot 5 ongeveer gelijk in ontwikkeling. Aan geknikte topjes werden geteld:

serie 2 totaal 21.

serie 3 „ 15.

serie 4 „ 8.

serie 5 „ 10.

21-12. Serie 2: van 5 planten is jongste blad geknikt;

van 6 planten is op-één-na-jongste blad geknikt.

serie 3 idem 2

2.

serie 4 idem 2.

1.

serie 5 idem 1.

3.

Conclusie: Het calcium-antagonisme was bij de drie getoetste Ca-zouten vast te stellen. Ze verminderen het kniksymptoom aanmerkelijk. Ze gaven een vermeerdering van het drooggewicht met 22,0, 12,6 en 15,7%.

Proef V (van 14-3-'32 tot 26-4-'32).

Het Ca-antagonisme werd nagegaan bij verschillende NaCl-concentraties.

13 series, elk van 5 planten

Drooggewicht

1.	Contrôle.	
2.	+ 0,55% NaCl.	
3.	idem + CaCl ₂ .	
4.	+ 0,80% NaCl.	
5.	idem + CaCl ₂ .	
6.	+ 1,00% NaCl.	
7.	idem + CaCl ₂ .	
8.	+ 1,175% NaCl	2,08
9.	idem + CaCl ₂	2,69
10.	+ 1,35% NaCl	1,69
11.	idem + CaCl ₂	0,90
12.	+ 1,525% NaCl	1,29
13.	idem + CaCl ₂ .	

(in alle series die CaCl₂ kregen: Na/Ca = $\frac{8}{1}$, m.a.w. van serie 3 tot 13 toenemende hoeveelheden CaCl₂).

Proefverloop:

1-4. De ontwikkeling van serie 3 is iets beter dan van serie 2.

" " " " 5 " " " " " " 4.

" " " " 7 " " " " " " 6.

" " " " 9 " " " " " " 8.

" " " " 11 is veel slechter dan van serie 10.

" " " " 13 " " " " " " 12.

De planten van serie 10 zijn nog vrij goed, met stevige stengels; daarentegen is serie 11 erg slap en geelgroen, soms beginnen de planten reeds te verdrogen.

19-4. Het aantal geknikte topjes (per serie) werd geteld.

Serie 1 totaal 0.

Serie 8 totaal 5.

" 2 " 18.

" 9 " 0.

" 3 " 6.

" 10 " 2.

" 4 " 19.

" 11 " 0.

" 5 " 3.

" 12 " 3.

" 6 " 12.

" 13 " 0.

" 7 " 1.

Conclusie: Tot ongeveer 1,2% NaCl heeft de toevoeging van CaCl_2 steeds gunstig gewerkt op de mate van de beschadiging en de ontwikkeling. Bij hogere NaCl-concentraties schijnt er een geheel andere werking de overhand te krijgen. Het ontbreken van geknikte topjes in serie 11 en 13 is wellicht voor een deel het gevolg van de Ca-werking. Voor een groot deel echter zal hier de stagneerende groei de oorzaak zijn. De schadelijke werking van het CaCl_2 vanaf serie 11, is vermoedelijk het gevolg van de te hoog geworden totale zoutconcentratie (of van de osmotische druk van de voedingsoplossing); er bestaan echter ook andere mogelijkheden.

2. Koolzaad.

Proef VI (van 4-5-'32 tot 22-7-'32).

4 series

1. Contrôle.
2. Voed.opl. zonder CaSO_4 + 1% NaCl.
3. + 1,0% NaCl.
4. $\left\{ \begin{array}{l} + 1,0\% \text{ NaCl.} \\ + 1,17 \text{ gr. CaCl}_2/\text{L.} \end{array} \right.$

(in serie 4: $\text{Na}/\text{Ca} = 16/1$; serie 2 bevat dus als eenige Ca-bron: $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$).

Proefverloop:

- 21-5. Serie 2. Alle planten met bobbelig blad; bij één plant zelfs zeer sterk; de bladen worden al krom en stijf.
- Serie 3. Vertoont 3 planten met zeer zwak bobbelig blad.
- Serie 4. Vertoont 1 plant met zeer zwak bobbelig blad.
- 1-6. Serie 2. Ontwikkeling veel slechter dan serie 3 en 4; overal bobbelig, krom en stijf blad.
- Serie 3. Alle planten met bobbelig, gekromd en stijf blad; twee planten vertoonen aan één of meer bladen grijs-groene vlekken, vooral langs de bladrand.
- Serie 4. Ontwikkeling gelijk aan serie 3; de bladkleur is grijzer (blauwachtig) dan van serie 3, door een sterke waslaag. Ook hier alle planten met stijf, krom en bobbelig blad; wellicht iets minder sterk dan in serie 3.

- 11-7. Serie 2. Planten afstervend.
 Serie 3. Bladen zeer dik; aan twee planten nog slechts sporen van bladrand-droogvlekken.
 Serie 4. Bladen zeer dik.
 22-7. Tusschen serie 3 en 4 is geen verschil te zien.

Conclusie: Het weglaten van CaSO_4 uit de voedingsoplossing versterkte de NaCl -werking, zich uitende in vroeg en sterk optreden van het bobbelig-blad-symptoom en in voortijdig afsterven van de planten. Toevoeging van CaCl_2 aan de voedingsoplossing + NaCl was zonder invloed op de groei; het had geen of weinig invloed op het bobbelig-blad-symptoom. Indrogingsverschijnselen traden op in de voedingsoplossing + NaCl aan 2 (van de 5) planten.

Proef VII (van 28-10-'32 tot 7-2-'33).

Het antagonisme werd in verschillend milieu nagegaan.

6 series

- | | | |
|-----|--|---------------------------------|
| 1. | Contrôle | } in koude kas. |
| 2. | + 1,0% NaCl | |
| 3. | { + 1,0% NaCl
+ 1,17 gr. $\text{CaCl}_2/\text{L.}$ | |
| 1a. | Contrôle | } in warme kas
(vanaf 5-11). |
| 2a. | + 1,0% NaCl | |
| 3a. | { + 1,0% NaCl
+ 1,17 gr. $\text{CaCl}_2/\text{L.}$ | |
- (in series 3 en 3a: $\text{Na}/\text{Ca} = 16/1$).

Proefverloop:

- 11-11. Serie 2. Eén plant met 1 zeer zwak bobbelig blad.
 Serie 3. Twee planten, elk met 2 zeer zwak bobbelige bladen.
 Serie 2a. Eén plant met 1 zeer zwak bobbelig blad.
 Serie 3a. Geen bladsymptomen.
 Serie 1. Wat beter ontwikkeld dan serie 1a.
 24-11. Serie 2. } Algemeene ontwikkeling ongeveer gelijk; hier en
 Serie 3. } daar een enkel zeer zwak bobbelig blad.
 Serie 2a. } Algemeene ontwikkeling ongeveer gelijk; overal
 Serie 3a. } zwak bobbelig of bobbelig blad (soms al $\pm$ stijf).

10-12. Serie 2a. 3 planten †; de 2 overige met sterk bobbelige, gekromde bladen.

Serie 3a. 2 planten †; de 3 overige als de vorige serie.

20-12. Serie 2. } In alle opzichten aan elkaar gelijk; hier en daar
Serie 3. } een enkel zeer zwak bobbelig blad.

Serie 2a. } In alle opzichten aan elkaar gelijk; de over-
Serie 3a. } levende planten vertoonen dik blad.

6-1. Serie 2. Aan 2 planten lokaal verdrogen van de bladrand aan 1 of 2 bladen.

Serie 3. Geen droogvlekken.

Serie 2a. }
Serie 3a. } Geheel †.

10-1. Serie 2. Bladranddregen bij 3 planten (van de 5).

Serie 3. Geen droogvlekken.

7-2. Serie 2. De beschadigde bladen zijn afgevallen.

Serie 3. Duidelijk sterkere ontwikkeling dan serie 2.

Conclusie: CaCl_2 , aan voedingsoplossing + zout toegevoegd, was zonder invloed op het bobbelig-blad-symptoom in warme en koude kas en op de groei in de warme kas; het oefende een gunstige werking uit op de groei in de koude kas. Evenals bij Proef VI werd in $\text{NaCl} + \text{CaCl}_2$ -series geen bladdrogen geconstateerd, terwijl dit wel het geval was in de NaCl -serie in de koude kas (bij 3 van de 5 planten). Uit Proef VI en VII mag met eenig voorbehoud worden geconcludeerd dat toevoeging van CaCl_2 het droogvlekken-symptoom verhindert.

3. Erwt.

Proef VIII (van 28-2-'32 tot 10-3-'32).

3 series

1. Contrôle.

2. + 0,6% NaCl .

3. { + 0,6% NaCl .
+ 1,41 gr. CaCl_2/L .

(in serie 3: $\text{Na}/\text{Ca} = 8/1$).

Proefverloop:

10-3. Serie 2. Bladen min of meer geelgroen; aan enkele plan-

ten bladen met slappe, grijsgroene rand, die reeds een begin van verdrogen vertoont.

Serie 3. Fraai donkergroen, evenals contrôle; nergens bladen met slappe rand; algemeene ontwikkeling ongeveer gelijk aan serie 2.

Conclusie: Voor het slappe-bladrand symptoom schijnt Ca-antagonisme te bestaan.

Proef IX (van 2-6-'32 tot 17-6-'32).

Daar het bladrand-symptoom in normale voedingsoplossing + NaCl lang niet algemeen optreedt en aangezien een zeker Ca-antagonisme geconstateerd werd (Proef VIII), werd dezelfde proef uitgevoerd met voedingsoplossing zonder CaSO_4 (dus $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ als eenige Ca-bron).

3 series

1. Contrôle (voed.opl. zonder CaSO_4).

2. idem + 0,5% NaCl.

3. idem $\left\{ \begin{array}{l} + 0,5\% \text{ NaCl.} \\ + 0,59 \text{ gr. CaCl}_2/\text{L.} \end{array} \right.$

(in serie 3: $\text{Na}/\text{Ca} = 16/1$).

Men heeft bij deze proefopzet de kans het Ca-antagonisme scherper te doen uitkomen.

Proefverloop:

10-6. Serie 2. Bladrand van de jongste bladen is meestal gelig, soms ook slap; aan 1 plant 1 blad met grijzig, verkleurde, slappe rand.

Serie 3. Eén plant met 1 blad met een iets gele rand; één plant met 1 blad met grijze-slappe rand.

17-6. Serie 2. 5 Planten min of meer verdroogd; de overige 5 planten *alle* met grijs-geel indrogen van bladranden of met gele bladranden.

Serie 3. Ontwikkeling duidelijk beter dan serie 2. Dezelfde beschadigingen als in serie 2 komen voor, doch in minder sterke mate; één plant is geheel zonder beschadiging; enkele planten zijn geheel te vergelijken met planten uit serie 2.

Conclusie: T.o.v. het bladsymptoom vertoont CaCl_2 een zeker antagonisme; evenwel niet sterk. CaCl_2 werkte gunstig op de groei, wanneer voedingsoplossing zonder CaSO_4 gebruikt werd.

Proef X (van 12-4-'32 tot 29-4-'32).

De invloed van varierende hoeveelheden CaSO_4 in de voedingsoplossing werd nagegaan.

8 series		Drooggewicht
1.	Voed.opl. zonder CaSO_4	0,46
2.	idem + 0,5% NaCl	0,22
3.	Voed.opl. met 0,005 gr. CaSO_4/L .	
4.	idem + 0,5% NaCl	0,27
5.	Voed.opl. met 0,025 gr. CaSO_4/L .	
6.	idem + 0,5% NaCl	0,25
7.	Voed.opl. met 0,125 gr. CaSO_4/L	0,41
8.	idem + 0,5% NaCl	0,28

Proefverloop:

18-4. Serie 2. Vijf (juist de sterkst gegroeide) planten vertoonden het bladsymptoom, vaak reeds met begin van verdrogen.

Serie 8. Vier planten vertoonden het bladsymptoom, echter in minder sterke mate dan serie 2; nergens nog verdrogen van bladranden.

Serie 4. }
Serie 6. } Houden het midden tusschen serie 2 en 8.

29-4. Tusschen series 1, 3, 5 en 7 bestaat weinig verschil in ontwikkeling.

Serie 2. Verreweg de slechtste zoutserie; 7 planten $\pm$ verdroogd.

Serie 4. 4 Planten $\pm$ verdroogd.

Serie 6. 2 Planten $\pm$ verdroogd.

Serie 8. 2 Planten $\pm$ verdroogd.

Conclusie: Er viel een duidelijk Ca-antagonisme waar te nemen, zoowel wat het bladsymptoom, als wat de groei (drooggewicht) betreft.

4. Tabak

Proef XI (van 2-5-'32 tot 1-6-'32).

5 series

1. Contrôle.
2. Voed.opl. zonder CaSO_4 .
3. idem + 1% NaCl.
4. + 1% NaCl.
5. $\left\{ \begin{array}{l} + 1\% \text{ NaCl.} \\ + 1,17 \text{ gr. CaCl}_2/\text{L.} \end{array} \right.$
(in serie 5: $\text{Na/Ca} = 16/1$).

Proefverloop:

- | | | | |
|-------|--|---|--|
| 9-5. | Serie 1. | } | Geheel gelijk. |
| | Serie 2. | | |
| | Serie 3. | } | In gelijke mate het opgebolde blad vertoonend. |
| | Serie 4. | | |
| | Serie 5. | | |
| 21-5. | Serie 1. | } | Geheel gelijk. |
| | Serie 2. | | |
| | Serie 3. | } | Geheel gelijk, zoowel in groei, als in mate van
bladsymptoom. |
| | Serie 4. | | |
| | Serie 5. | | |
| 1-6. | Serie 1. | } | Gelijk. |
| | Serie 2. | | |
| | Serie 4. | } | Gelijk. |
| | Serie 5. | | |
| | Serie 3. Het bladsymptoom treedt iets sterker op dan in
de series 4 en 5. | | |

Conclusie: Bij tabak werkte Ca weinig of niet antagonistisch.

Slotbeschouwingen

Vraagt men zich af, van welke aard de gunstige werking van de Ca-zouten, die in het voorafgaande vaak werd waargenomen, zou kunnen zijn, dan komt men tot de twee mogelijkheden, die reeds

in het literatuuroverzicht werden genoemd (zie p. 39: opvatting II en III).

In de eerste plaats is de permeabiliteit-verlagende werking van het Ca-ion (zie vooral *Mevius*, 1927) uit talrijke onderzoeken gebleken; het zou zeer wel mogelijk zijn dat de absorptie van het chloornatrium door Ca-ionen geremd werd. In de literatuur vindt men voor het speciale geval van de invloed van Ca-zouten op de opname van Na-zouten, slechts enkele opgaven (wanneer men van permeabiliteitsproeven van korten duur afziet. *Reed* (1918) vond bij analyse van tarweplanten, gegroeid in voedingsoplossing + NaCl (0,4%), waaraan al dan niet een kleine hoeveelheid CaO was toegevoegd, in beide gevallen hetzelfde gehalte aan NaCl (vermoedelijk berekend uit de bepaling van één der ionen). *Le Clerc en Breazeale* (1920) vonden bij een geheel overeenkomstige proefopzet, eveneens bij tarwe, gelijke Cl-gehalten in beide gevallen.

Omgekeerd is wel vaak waargenomen dat verhooging van de concentratie van NaCl in de cultuuroplossing de Ca-absorptie vermindert, b.v. door *Hoagland* (1923), *Reed en Haas* (1923), *Haas en Reed* (1926), *Lipman, Davis en West* (1926), *Maume en Dulac* (1928), *Eckstein* (1930, bij proeven met grond + Na-zouten). *Lundegårdh* (1932, p. 187) echter vond dat NaCl (potproeven met grond) geen invloed uitoefende op het Ca-gehalte van de planten. Bij de laatstgenoemde auteur vindt men ook uitgebreide onderzoeken en beschouwingen over de wederzijdsche beïnvloeding van de opname van Ca- en K-ionen (waarvan, uit den aard der zaak, meer bekend is dan van de Ca-Na relatie). Hoewel het K-ion in physico-chemisch opzicht en in toxische werking het Na-ion nauw verwant is (zie o.a. *Osterhout*, 1909 b), en er ook in absorptiemechanisme overeenkomst bestaat, is het toch niet geoorloofd het resultaat van deze onderzoeken ook op Na-zouten toe te passen (voor verschillen tusschen Na- en K-ionen, zie *Lundegårdh* 1932, pp. 104, 230, 246).

Daar uit het bovenstaande gebleken is dat het chloornatrium een sterke invloed op de Ca-absorptie kan uitoefenen, bestaat de mogelijkheid, dat groote hoeveelheden NaCl een absoluut of relatief Ca-gebrek in de plant doen ontstaan. Door een extra-hoeveelheid Ca-zout zou dit gebrek dan kunnen worden opgeheven.

In verband met het feit dat het Ca-antagonisme zich het sterkst bij tarwe uitte, moet een publicatie van Parker en Truog (1920) besproken worden. Op grond van de resultaten van talrijke, uit de literatuur bekende plantanalyses, konden zij de planten (in de eerste plaats cultuurgewassen) in twee groote groepen indeelen. De eerste groep omvat planten met een lage Ca/N-verhouding en een lage Ca-behoefte; hiertoe behooren haast uitsluitend leden van de familie der Graminae, o.a. alle granen. De planten van de tweede groep vertoonen een hooge Ca/N-verhouding (bijna $2 \times$ zoo hoog als van de eerste groep) en een sterke Ca-behoefte; hiertoe behooren o.a. koolsoorten, erwt en tabak. De mogelijkheid bestaat nu, dat het sterke Ca-antagonisme bij tarwe op het lage, natuurlijke Ca-gehalte van deze plant berust; dit lage Ca-gehalte is wellicht niet voldoende om hooge NaCl-concentraties te antagoniseeren. In deze samenhang kan de opvatting van Iljin worden aangevoerd, volgens welke de „Salzbeständigkeit" van de halophyten op het hooge Ca-gehalte van deze planten zou berusten (zie Stocker, 1928).

Uit de groote invloed van Ca-ionen op sommige der symptomen, vooral op het bladknikken bij granen, blijkt dat de concentratie van deze ionen in de voedingsoplossing van het grootste belang is. Het spreekt vanzelf dat het gebruik van verschillend samengestelde voedingsoplossingen zodoende tot verschillend resultaat kan voeren. Wellicht is het hieraan te wijten dat b.v. Lipman, Davis en West (1926) bij hun uitgebreide onderzoekingen over de werking van verschillende concentraties van NaCl op (o.a.) tarwe en gerst, nergens eenige opmerking over bladsymptomen maken; hun voedingsoplossing bevatte n.l. ongeveer $7 \times$ de hoeveelheid Ca-ionen, welke de gebruikte Zinzadze-oplossing voor tarwe bevatte.

Het bij koolzaad in Proef VII geconstateerde feit, dat het Ca-antagonisme zich in de warme kas niet, in de koude kas wel manifesteerde (t.o.v. groei en beschadiging) mag wellicht in verband worden gebracht met de waarnemingen van Mevius (1927), die een des te schadelijker werking ten gevolge van Ca-gebrek vaststelde, naarmate de temperatuur hooger was, en van Skeen

(1930), die het verdwijnen van een sterk Ca-Fe antagonisme bij hogere temperatuur ($> 23^{\circ} \text{C.}$) constateerde.

In Proef V, waar bij tarwe gevonden werd, dat bij hogere NaCl-concentraties het Ca-antagonisme verdwijnt, werd in de conclusie op de mogelijkheid gewezen dat de osmotische druk in deze gevallen een rol zou gaan spelen. Een onderzoek van Kearny en Harter (1907) moet in deze samenhang genoemd worden. Deze onderzoekers bepaalden voor verschillende planten de tolerantie (criterium: wortelgroei) voor een aantal Na- en Mg-zouten, zoowel in één-zout-oplossing als bij toevoeging van een overmaat CaSO_4 . Terwijl nu de critische concentraties van de verschillende zouten in enkelvoudige oplossing voor één plant sterk verschilden, waren deze verschillen veel geringer bij toevoeging van een CaSO_4 -overmaat. Voor katoen b.v. vonden ze als critische concentraties voor NaCl en MgCl_2 , 0,0060 en 0,0004 N; bij overmaat CaSO_4 0,20 en 0,25 N. Men krijgt hier den indruk dat in één-zout-oplossingen de specifieke werking van elk zout domineert, terwijl bij overmaat CaSO_4 (Ca-antagonisme!) een werking overheerscht die alle zouten gemeen hebben; een dergelijke werking is die van de osmotische druk. Het is echter ook mogelijk dat men hier te doen heeft met de werking van een hoge zout(ionen)concentratie als zoodanig.

b. Koper

Lipman en Gericke (1918) meenden bij gerst, gekweekt in potten met grond, antagonisme te kunnen constateeren van koperzouten t.o.v. verschillende Na-zouten, o.a. NaCl. Daar hun getallen echter weinig overtuigend zijn en het niet duidelijk was of de vermeerdering van drooggewicht bij behandeling met koperzouten wellicht een gevolg was van een stimuleerende werking (deze auteurs werken met 3 gegevens, n.l. drooggewichten van de planten van: 1. contrôle, 2. + NaCl en 3. + NaCl + Cu-zout), werd deze kwestie nog eens in watercultuur nagegaan. De methode was dezelfde als die van de calciumproeven. Als proefplanten werden genomen tarwe en tabak, waarbij respect. het sterkste en het zwakste Ca-antagonisme was opgetreden.

1. Tarwe

Proef XII (van 10-9-'32 tot 19-12-'32) (zie Pl. VIII, IX).

4 series		Drooggewicht
1.	Contrôle	1,36
2.	+ 0,6% NaCl	0,43
3.	+ CuSO ₄ , 6 m.gr./L. *) . . .	1,63
4.	{ + 0,6% NaCl	0,63
	{ + CuSO ₄ , 6 m.gr./L. *) . . .	

Proefverloop:

- 29-9. Serie 3 is iets beter ontwikkeld dan serie 1.
 Serie 4 is iets beter ontwikkeld dan serie 2.
 Serie 2 en 4 vertoonen het bladsymptoom in gelijke mate.
- 26-10. Serie 3 is beter ontwikkeld dan serie 1.
 Serie 4 is beter ontwikkeld dan serie 2.
 Serie 2 }
 Serie 4 } alle planten vertoonen het bladsymptoom.
- Serie 3 vertoont korte, dikke, stokkerige wortels.
- 17-11. Serie 2 vertoont 3 volgroeide, niet geknikte bladen.
 Serie 4 vertoont 12 volgroeide, niet geknikte bladen.
 (De onbeschadigde bladen zijn meestal de jongste-volgroeide; de oudere bladen zijn in beide series ongeveer alle geknikt).

Conclusie: Cu heeft t.o.v. het bladsymptoom aanvankelijk niet, later duidelijk antagonistisch gewerkt; t.o.v. het drooggewicht (groei) bestaat een duidelijk antagonisme, immers:

vermeerdering door Cu in voedingsoplossing met 20%;

vermeerdering door Cu in zoutseries met 47%.

De werking van het koper in de zoutserie is dus niet aan stimulatie alléén te danken.

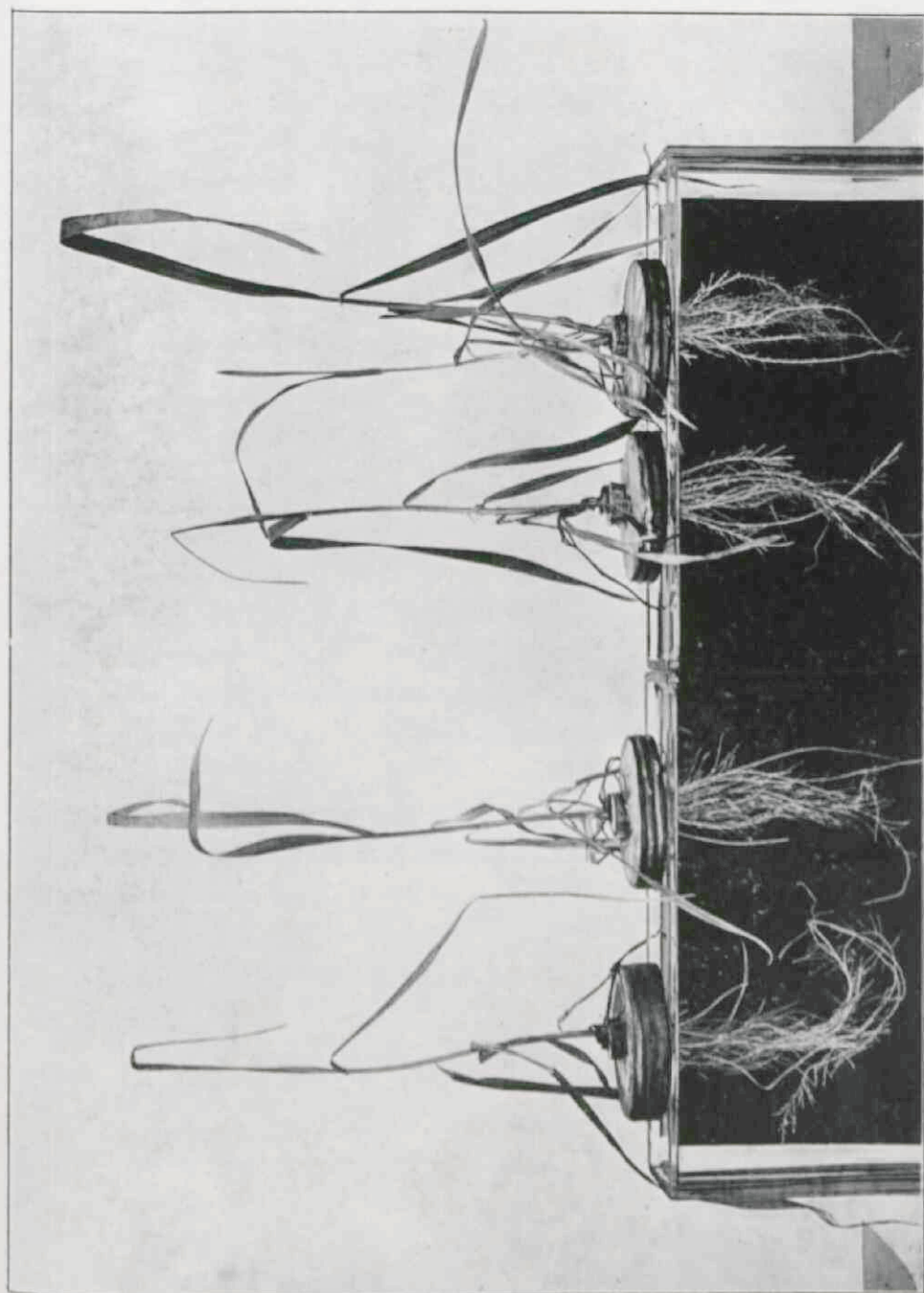
*) Aanvankelijk (10-9 tot 23-9) 3 m.gr./L.



Koper-antagonisme bij Tarwe. I. (Proef XII).

Links: Contrôle-Planten.

Rechts: Planten, gekweekt met toevoeging van CuSO_4 .



Koper-antagonisme bij Tarwe. II. (Proef XII).

Links: [Planten, gekweekt in 0,6 % NaCl.

Rechts: Planten, gekweekt in 0,6 % NaCl,
met toevoeging van CuSO_4 !

2. Tabak

Proef XIII (van 2-9-'32 tot 21-10-'32).

4 series		Drooggewicht
1.	Contrôle	8,45
2.	+ 1,2% NaCl	1,72
3.	+ CuSO ₄ , 6 mgr./L. *) . . .	5,38
4.	{ + 1,2% NaCl	1,43
	{ + CuSO ₄ , 6 mgr./L. *) . . .	

Proefverloop:

- 8-9. Begin van bladsymptoom in serie 2 en 4.
- 19-9. Serie 1 } geheel gelijk.
 Serie 3 }
 Serie 2 } geheel gelijk, ook wat betreft bladsymptoom.
 Serie 4 }
- 10-10. Serie 1 is iets sterker ontwikkeld dan serie 3.
 Serie 2 } volkomen gelijk.
 Serie 4 }
- 20-10. Serie 1 gemidd. hoogte 75 c.M.
 Serie 3 „ „ 55 c.M.
 Serie 2 } volkomen gelijk; het wortelstelsel is slecht ont-
 Serie 4 } wikkeld, de wortels zijn kort en dik.

Conclusie: Bij tabak was geen antagonisme van Cu t.o.v. NaCl waar te nemen, noch wat bladsymptoom, noch wat drooggewicht aangaat.

*) Aanvankelijk (2-9 tot 12-9) 1,5 mgr./L.

HOOFDSTUK V

POGING TOT ANALYSE VAN DE WERKING VAN HET KEUKENZOUT

§ 1. Inleiding

De schadelijke invloed van het keukenzout zou kunnen berusten op een of meer van de volgende werkingen:

- a) van het NaCl-molecule;
- b) van het Na-ion;
- c) van het Cl-ion;
- d) van de osmotische druk van de oplossing.

Uit de beschouwingen in de literatuur over de aard van de ongunstige invloed van het chloornatrium, blijkt dat elk dezer mogelijkheden op haar beurt, door één of meer auteurs, als de belangrijkste beschouwd is.

Ad a). T o t t i n g h a m (1917, 1919) meende bij zijn proeven een werking van het NaCl-molecule te hebben geconstateerd, overigens op zeer duistere gronden (zie de critiek van H o a g l a n d, 1919). Deze mogelijkheid mag echter wel geheel worden uitgesloten, daar volgens de tegenwoordige opvatting een sterke electrolyt zooals het chloornatrium, in waterige oplossing, volkomen in zijn ionen gesplitst is (zie H ü c k e l, 1924).

Ad b). H a n s t e e n (1910), die isosmotische oplossingen ¹⁾ van Na-, K- en Mg-zouten (o.a. chloriden) in één-zout-oplossing

¹⁾ Zie p. 63.

vergeleek in hun werking, concludeerde uit zijn proeven dat de kationen de toxiciteit bepalen. Ook bij vele andere onderzoeken over de toxiciteit van zouten in enkelvoudige oplossing, bleek wel de sterk domineerende werking der kationen, hoewel dit feit meestal niet speciaal gereleveerd werd (Cameron en Breazeale, 1904; Harter, 1905; Kearny en Harter, 1907; Magowan, 1908; Mc. Cool, 1913; Lesage, 1924).

Op het groote verschil dat er echter bestaat tusschen de werking van afzonderlijke kationen en kationencombinaties, werd reeds in het vorig hoofdstuk (p. 55) gewezen (Kearny en Harter, 1907; Mc. Cool, 1913). De toxiciteit van het kation hangt blijkbaar minder af van zijn absolute concentratie dan van de relatieve concentratie t.o.v. andere kationen (antagonisme). Het is daarom van belang de resultaten van enkele auteurs te bezien, die de werking van verschillende zouten vergeleken bij toevoeging aan een voedingsoplossing (hiermee is natuurlijk nog niet gezegd dat de kationencombinatie in dit geval volkomen harmonieus was of „balanced”, zooals Osterhout het uitdrukte). Ook hier bleek de kationwerking te overheerschen, hoewel deze conclusie vaak niet getrokken werd. Hoagland en Martin (1923) vonden dat voor verschillende planten NaCl en Na₂SO₄, bij gelijke hoeveelheden Na, even toxisch waren; voor gerst bleek CaCl₂ giftiger dan NaCl (bij gelijke hoeveelheden Cl). Reed en Haas (1924) namen t.g.v. Na₂SO₄ en NaNO₃ dezelfde beschadiging waar bij walnoot; de toxische invloed van éénzelfde hoeveelheid Na, gegeven als NaCl, Na₂SO₄ of NaNO₃ bleek gelijk te zijn; NaCl, KCl en CaCl₂ (gelijke hoeveelheden Cl) bleken in werking te verschillen. Keller (1925) vergeleek NaCl, KCl, Na₂SO₄ en K₂SO₄, in hun werking op *Salicornia* in zandcultuur + voedingsoplossing; de kationen bleken de groei veel sterker te beïnvloeden dan de anionen; daar het hier echter een halofyten betreft, heeft dit geval wellicht een meer beperkte beteekenis.

Ten slotte vermelden Joffe en Mc. Lean (1924) dat het Na-ion vaak als de schadelijke factor van de „alkali soils” in de Ver. Staten beschouwd wordt, echter in de eerste plaats door zijn werking op de bodemstructuur (deze gronden bevatten vooral groote hoeveelheden NaCl, Na₂SO₄ en Na₂CO₃, in wisselende verhoudingen; zie Hilgard, 1900; Dorsey, 1906).

Ad c). Harris (1915) en Singh (1918) concludeerden uit hun grondproeven dat de anionen in de „alkali soils” voor de plant de beslissende factor zijn, waarbij vooral Cl zeer schadelijk zou zijn; ze vergeleken echter de werking van verschillende Na-zouten in gelijke gewichtshoeveelheden en trokken hieruit conclusies omtrent de toxiciteit van de verschillende ionen.¹⁾ Verder blijkt uit de publicaties van Söderbaum (1918), Rudolfs (1919, 1921), Jensen (1930) en Arrhenius (1930) dat deze het chloor-ion als het schadelijk moment van het chloornatrium beschouwen, hoewel elke feitelijke basis hiervoor bij deze auteurs ontbreekt. Bij Arrhenius (1928, 1930) bevreemdt deze opvatting wel zeer sterk; deze onderzocht de werking van verschillende hoeveelheden NaCl in zandcultuur + voedingsoplossing op verschillende planten, o.a. op 2 variëteiten van suikerriet, en voerde bij deze proefplant ook Cl-analyses uit. Het bleek hierbij dat in gevallen waar, door begieting met 0,3% NaCl-oplossing, het drooggewicht tot op $\frac{1}{3}$ van dat der controleplanten was gedaald, het Cl-gehalte van het gedroogde riet gelijk was aan, of zelfs lager was dan het Cl-gehalte bij begieting met 0,01% NaCl, hetwelk practisch zonder invloed was op het drooggewicht (vergeleken met de controle). Indien deze analyse juist is, is het moeilijk in te zien hoe het Cl-ion, zonder verder door de plant te worden opgenomen, de primaire schadelijke werking zou kunnen uitoefenen. Eckstein (1930) kon bij zijn grondproeven met haver geen invloed van het Na-ion, echter een schadelijke invloed van het Cl-ion constateeren. v. Herwijnen (1932) vermeldt dat algemeen wordt aangenomen dat de ongunstige invloeden van het chloornatrium hoofdzakelijk door het Cl-ion uitgeoefend worden.

De opvatting dat het Cl-ion in de eerste plaats schadelijk zou zijn, zal vermoedelijk voor een deel op gedachtenassociaties met het chloorgas gebaseerd zijn; voor een groot deel is deze meening echter zonder twijfel uit de praktijk afkomstig, waar bemesting met chloorhoudende zouten vaak als zeer schadelijk wordt beoordeeld. Vooral sommige, veel als kunstmest gebruikte „kalizouten”, bevatten groote hoeveelheden Cl (kāniet, 40% kalizout, chloorkali; voor de samenstelling zie Nolte, 1927). Het is een oude

¹⁾ Zie p. 63.

strijdvraag of deze Cl-houdende kalizouten in hun werking achterstaan bij de Cl-vrije kalizouten, zooals zwavelzure kali en zwavelzure kalimagnesia (literatuuroverzicht bij Linter, 1925; Nolte, 1927 en vooral Becker, 1930). Het probleem wordt nog ingewikkelder door het feit dat de meeste dezer, in de natuur gewonnen kalizouten uit zouten-mengsels bestaan; zoo bevat kaïniet, behalve veel Cl en K, ook zeer veel Na en Mg; 40% kalizout, behalve Cl en K, ook vrij veel Na. Betrouwbare resultaten zijn dus, door vergelijking van deze meststoffen, moeilijk te verkrijgen. Daarbij komt nog dat de meeste proeven op dit gebied met grond (hetzij in het veld, hetzij in potten) zijn uitgevoerd, hetgeen tot verdere complicaties leidt.

Uit de overtalrijke, vaak zeer tegenstrijdige mededeelingen over de werking van deze kali-meststoffen, is toch wel gebleken dat de Cl-ionen op bepaalde planten een ongunstige werking kunnen uitoefenen, al mag deze werking zeker niet overdreven worden. Hier moeten in de eerste plaats vermeld worden de aardappel, waar de Cl-ionen vooral ongunstig werken op het zetmeelgehalte van de knol (Sjollema, 1899; Süchting, 1905; Lemmermann en Eckl, 1923; Remy, 1926; Münzberg, 1930; Schumacher, 1930) en de tabak, waar de brandbaarheid van het gedroogde blad in ongunstige zin beïnvloed wordt (Carpenter en Allen 1926, Coolhaas 1930, Garner, Mc. Murtrey Bowling en Moss 1930, Wagner 1932).

Het bovenstaande wettigt echter allerm minst de conclusie dat het chloor-ion in alle gevallen bijzonder schadelijk zou zijn.

Ad d). Maliushchitskii (1910) vergeleek bij zijn proeven met granen in zandcultuur + voedingsoplossing, de werking van verschillende K-, Na-, Ca- en Mg-zouten op drooggewicht, anatomische kenmerken en stikstofgehalte van zijn planten, en wel in twee verschillende gevallen. In het eerste geval werden isosmotische oplossingen van de toegevoegde zouten vergeleken, in het tweede geval oplossingen van gelijke concentratie.¹⁾ De overeenkomst tusschen de met verschillende zouten behandelde planten was het grootst bij de isosmotische reeks. Deze auteur concludeert

¹⁾ Het is niet geheel duidelijk wat hiermee bedoeld wordt in het desbetreffende referaat.

hieruit dat de invloed van de osmotische druk domineert. Ook *Stolgané* (1913) vond gelijke invloeden van isosmotische oplossingen. *Beauverie* (1911) constateerde dat de invloed van een geconcentreerde NaCl-oplossing niet uitsluitend door de osmotische druk bepaald werd; er viel, bij vergelijking met andere zouten, ook een specifieke NaCl-werking waar te nemen. *Barnes en Ali* (1917) gaven, bij hun beschouwingen over „alkali-soils”, als hun meening dat sulfaten en chloriden van natrium of calcium op zichzelf niet toxisch zijn voor de plant; slechts een te hoge osmotische druk zou schadelijk kunnen werken. *Kearny* (1918) zag eveneens in de osmotische druk de hoofdfactor voor de plantengroei op zoute gronden. *Reed en Haas* (1924) vonden voor walnoot-zaailingen in watercultuur, voedingsoplossing + Na_2SO_4 schadelijker dan een voedingsoplossing die zoodanig geconcentreerd was, dat dezelfde osmotische druk als van de eerstgenoemde oplossing verkregen was; hier zou dus de osmotische druk minder belangrijk zijn. *Farr* (1927) meende tot een sterke invloed van de osmotische druk op de groei van wortelharen van *Brassica* te kunnen concludeeren uit de overeenkomstige werking van isosmotische oplossingen van calciumzouten en rietsuiker.

Ten slotte moet hier als bijzonder geval vermeld worden, de werking van NaCl en andere zouten bij de onkruid-bestrijding op de bladen van deze planten; de werking op het blad wordt hierbij meestal beschouwd als een osmotische (plasmolytische) werking (*Fruwirth* 1913, *Remy en Vasters* 1914).

Voor de analyse van de schadelijke NaCl-werking zou men verschillende methoden kunnen toepassen, welke ook reeds bij de literatuurbespreking naar voren kwamen.

In de eerste plaats zou men de planten op Na en Cl kunnen analyseeren om zodoende te trachten parallelismen vast te stellen tusschen het gehalte aan één dezer ionen en de schadelijke werking. Nu blijkt echter wel uit talrijke, uit de literatuur bekende analyses, dat bij toenemende concentratie van NaCl in de cultuurvloeistof, de absorptie van zoowel Na als Cl regelmatig, en in sterke mate toeneemt, en wel ongeveer gelijk voor beide ionen. Dit vindt men voor verschillende proefplanten vermeld door v. d. Jagt (1904), *Hoagland en Martin* (1923), *Reed en*

Haas (1924), Haas en Reed (1926), Lipman, Davis en West (1926); de reeds vermelde Cl-analyses van Arrhenius (1928) vormen wel ongeveer een uitzondering. Deze methode van plantanalyse belooft dus niet veel resultaat.

Een andere methode bestaat uit de vergelijking van de werking van een aantal Na-zouten eenerzijds en een aantal Cl-zouten anderzijds. De hierbij nieuw toe te voegen ionen moeten notorisch onschadelijke ionen zijn om nieuwe toxische momenten uit te schakelen. Men moet zich dus beperken tot de kationen K en Ca (Mg kan vaak toxisch werken), en de anionen NO_3 en SO_4 . (PO_4 heeft het bezwaar van onoplosbaarheid of geringe oplosbaarheid van enkele van zijn zouten). De nieuw toegevoegde ionen zullen echter, in de concentraties waar het hier om gaat, toch ook een eigen werking uitoefenen en wellicht ook de werking van Na- of Cl-ionen beïnvloeden.

De verschillende zouten zullen in aequivalente concentraties vergeleken moeten worden, waarbij dus de concentratie van het te onderzoeken ion steeds gelijk is; 1 grammol. NaCl komt overeen met 1 grammol. KCl $\frac{1}{2}$ grammol. CaCl_2 , $\frac{1}{2}$ grammol. Na_2SO_4 , enz. Deze hoeveelheden, opgelost in een gelijk volume water, geven oplossingen van gelijke normaliteit. Door vele onderzoekers zijn vaak andere maatstaven van vergelijking gebruikt; ze werkten met aequimoleculaire oplossingen (1 grammol. NaCl wordt vergeleken met 1 grammol. Na_2SO_4 , hetgeen dus de dubbele hoeveelheid Na bevat), of met gelijke gewichtshoeveelheden. Deze methoden zijn weinig praktisch; soms leiden ze tot onjuiste conclusies, b.v. als Harris (1915) en Singh (1918) gelijke gewichtshoeveelheden van verschillende Na-zouten vergelijken en uit het resultaat gevolgtrekkingen maken omtrent de toxiciteit van de anionen. Ook wanneer isosmotische oplossingen worden vergeleken (Benecke, 1907; Hansteen, 1910), vergelijkt men ongelijke ionenconcentraties. (1 grammol. NaCl met ongeveer $\frac{3}{4}$ grammol. Na_2SO_4).

Bij de volgende proeven werd steeds de vergelijkingsmethode gevolgd, met zoutoplossingen van gelijke normaliteit, extra toegevoegd aan de voedingsoplossing. Het is wel aan te nemen dat vaak ook de osmotische druk van de zout-oplossing of de zoutconcentratie als zoodanig een rol zal spelen. Hoagland (1918) ging de concentraties van bodemoplossingen

van verschillende gronden na en vond dat de osmotische druk varieerde van een minimum van 0,1 — 0,2 atm. tot een maximum van 0,5 — 1,0 atm. Breazeale (1905) vond bij tarwe in watercultuur voor zijn voedingsoplossing een optimum bij 0,0155% totale zoutconcentratie. Volgens Stolgan (1913) zouden bij vlas en gerst in watercultuur, concentraties van meer dan 2 atm. schadelijk werken. Trelease (1920) vond bij tarwe in watercultuur optima van 1,6 tot 4,5 atm., afhankelijk van de samenstelling van de voedingsoplossing. Tulaikov (1923) vond voor tarwe een optimale concentratie van de bodemoplossing bij 2 atm. Schropp (1932) constateerde bij aardappel in watercultuur een schadelijke werking bij een concentratie van 3 à 5 maal de normale van zijn voedingsoplossingen. Vergelijkt men deze opgaven met de osmotische druk van de gebezigde zoutconcentraties: voor een 0,6% NaCl-oplossing ± 4 atm., voor een 1,0% NaCl-oplossing ± 7 atm. (Mägdefrau, 1931), bij een osmotische druk van de oorspronkelijke Zinzadze-oplossing van ± 1 atm. (Zinzadze, 1927), dan wordt het duidelijk dat een schadelijke werking van deze oplossingen vaak niet onwaarschijnlijk is.

Bij vergelijking van verschillende zouten van gelijke normaliteit mag men, grof genomen, de osmotische druk van de NaCl-oplossingen gelijk stellen aan die der KCl- en NaNO_3 -oplossingen, en de verhouding van de osmotische druk van NaCl eenerzijds, Na_2SO_4 en CaCl_2 anderzijds op 3 : 2 aannemen (verg. Fitting, 1917; Hückel, 1924).

Er moet echter op gewezen worden, dat indien de osmotische druk van belang wordt, dit slechts mogelijk is wanneer de Na- en Cl-ionen zeer weinig toxisch zijn. En juist in dit geval zal het vrijwel onmogelijk zijn te onderscheiden tusschen de werking van de osmotische druk en de werking van een hoge ionenconcentratie als zoodanig, wanneer deze laatste meer door het totaal aantal der ionen dan door hun aard bepaald wordt. Vindt men bij vergelijking van verschillende Na- en Cl-zouten correlaties tusschen bepaalde beschadigingen of de groei eenerzijds, en de osmotische druk van de oplossingen anderzijds dan kunnen deze beschadigingen of groeiremmingen ook worden veroorzaakt door deze hoge ionenconcentratie als zoodanig. Zoo is voor NaCl- en Na_2SO_4 -oplossingen van gelijke normaliteit, de verhouding wat

betreft de osmotische druk ongeveer als 3 : 2, wat betreft de totale ionenconcentratie als 4 : 3. Er zal daarom bij het onderzoek steeds worden volstaan met het signaleeren van parallelismen van beschadiging of groei, en osmotische druk van de oplossing, zonder eenige verdere pretentie.

Er zal ten slotte slechts dán eenig positief resultaat verkregen kunnen worden, indien het Na- of (en) het Cl-ion specifieke beschadigingen veroorzaken, of (en) indien deze ionen t.o.v. de andere onderzochte ionen bijzonder ongunstig op de groei werken.

Vanzelfsprekend vervalt de schadelijke invloed van de osmotische druk van de NaCl-oplossing als domineerende factor, in alle gevallen waar een Ca-antagonisme werd vastgesteld. De toevoeging van een Ca-zout zal hier steeds de osmotische druk hebben verhoogd, terwijl de beschadiging geringer werd. In deze gevallen wordt dus de schadelijke werking veroorzaakt door de Na-ionen in de oplossing. Men mag deze ionen dus voor een groot deel verantwoordelijk stellen voor de geknikte bladtoppen bij tarwe en de droge bladranden bij koolzaad; ze zullen een zekere rol spelen bij het ontstaan van de bladsymptomen bij erwten en koolzaad (bobbelig blad) en bij de groeidepressies (zich o.a. uitend in het drooggewicht) bij tarwe, koolzaad in den winter, en vermoedelijk bij erwten. Het spreekt vanzelf, dat wanneer hier gesproken wordt van de schadelijke werking der Na-ionen, er alleen een verband wordt gelegd tusschen de Na-ionen in de oplossing (welker verdere samenstelling van groot belang is) en de reactie van de plant. In hoeverre men de schadelijke werking der Na-ionen *in de plant* mag localiseeren, blijft hierbij een open vraag.

§ 2. Eigen onderzoek

1. Tarwe

A. Invloed van verschillende chloriden

Proef XIV van 22-8-'31 tot 12-10-'31 (zie Pl. X)

4 series

Drooggewicht

1. contrôle	6,27
2. + 0,6% NaCl	3,30
3. + KCl	2,15
4. + CaCl ₂ + MgCl ₂ + KCl	5,40

(serie 2, 3 en 4 bevatten gelijke hoeveelheden Cl; in serie 4 werden de 3 zouten in aequimoleculaire concentratie gegeven).

Proefverloop:

- 3-9. Serie 2 het bladsymptoom treedt sterk op.
 Serie 3 ook hier bladknik-symptoom, doch in iets mindere mate; de groei is iets beter dan in serie 2.
 Serie 4 bladsymptoom in geringe mate; groei slechts weinig slechter dan bij contrôle.
- 13-9. Serie 2 } gelijk in bladsymptoom en algemeene
 Serie 3 } ontwikkeling.
 Serie 3 vertoont meer geel ouder blad dan serie 2.
 Serie 4 groei iets slechter dan bij contrôle; weinig geknikte bladen.
- 30-9. Serie 2 vertoont een betere ontwikkeling dan serie 3; in serie 3 sterker afsterven van de onderste bladen.
- 12-10. Serie 2 alle planten nog in leven.
 Serie 3 vele planten $\pm$ afgestorven.
 Serie 4 weinig bladsymptoom; alg. ontwikkeling veel beter dan serie 2 en 3, doch iets minder dan contrôle.

Proef XV van 17-9-'31 tot 12-11-'31.

4 series

Drooggewicht

1. contrôle	2,96
2. + 0,6% NaCl	2,59
3. + NaCl + KCl	1,84
4. + CaCl ₂	1,99

(serie 2, 3 en 4 bevatten gelijke hoeveelheden Cl; in serie 3 NaCl en KCl in aequimoleculaire hoeveelheden).

Proefverloop:

- 15-10. Serie 2 sterk kniksymptoom.

Serie 3 sterk kniksymptoom; sterker afsterven van ouder blad.

Serie 4 geen kniksymptoom.

Serie 2, 3 en 4 vertoonen ongeveer dezelfde ontwikkeling.

Serie 4 is eenigszins geelgroen, evenals serie 1.

Serie 2 en 3 zijn donkerder groen.

28-10. Serie 4 vertoont hogere planten dan series 2 en 3; het aantal stengels per plant is echter in serie 4 veel minder.

6-11. Serie 3 is slechter gegroeid dan serie 2 en vertoont meer geel blad (onderste bladen).

Serie 4 vertoont sterk afsterven van het ouder blad; soms is ook aan jonge bladen eenig verdrogen van de bladtoppen waar te nemen; het bladkniksymptoom komt niet voor.

12-11. Serie 4 de afstervende oudere bladen zijn vaak geel en groen gevlekt; in de andere series is de verkleuring meer egaal.

Conclusie (uit Proef XIV en XV).

KCl veroorzaakte het bladsymptoom in minstens even sterke mate als NaCl; CaCl_2 bracht geen bladknikken teweeg. Zoowel KCl als CaCl_2 gaven sterkere groeidepressies dan NaCl. Een combinatie $\text{CaCl}_2 + \text{MgCl}_2 + \text{KCl}$ gaf weinig bladsymptoom en geringe groeidepressie.

De verschillende chloriden en chloridencombinaties hebben derhalve zeer verschillend gewerkt, zoowel wat de groei, als wat de symptomen aangaat.

Het Na-ion bleek een weinig schadelijk kation te zijn, zeker niet schadelijker dan de voedingskationen K en Ca; een kationcombinatie bleek minder schadelijk dan de afzonderlijke kationen. Opvallend was de schadelijke werking van CaCl_2 op de groei; de toegevoegde hoeveelheid (5,69 gr./L.) was hier echter veel groter dan bij de Ca-antagonisme-proeven.

B. Invloed van verschillende natriumzouten

Proef XVI van 22-8-'31 tot 12-10-'31 (zie Pl. X).

4 series	Drooggewicht
1. contrôle	6,27
2. + 0,6% NaCl	3,30
3. + Na_2SO_4	3,35
4. + NaNO_3 + Na_2SO_4 + NaH_2PO_4	4,40 ¹⁾

(Serie 2, 3 en 4 bevatten gelijke hoeveelheden Na; in serie 4 werden de 3 zouten in aequimoleculaire concentraties toegevoegd).

Proefverloop:

- 3-9. Serie 2 bladsymptoom treedt sterk op.
 Serie 3 minder sterk bladsymptoom; de groei is iets beter dan in serie 2.
 Serie 4 bladsymptoom even sterk als in serie 3; alg. ontwikkeling is beter dan in serie 2.
- 13-9. Serie 2 en 4 geheel gelijk in ontwikkeling.
 Serie 3 is sterker ontwikkeld dan serie 2 en 4.
 Serie 4 vertoont het bladsymptoom in iets mindere mate dan serie 2 en 3, die wat dit betreft ongeveer gelijk zijn.
 Serie 4 vertoont een zwakke strepenchlorose.
- 12-10. Serie 4 is iets beter ontwikkeld dan serie 2 en 3, die onderling niet verschillen.

Proef XVII van 11-10-'32 tot 11-1-'33.

3 series	Drooggewicht
1. Contrôle	1,51
2. + 0,6% NaCl	0,74
3. + NaNO_3	0,75

(serie 2 en 3 bevatten gelijke hoeveelheden Na).

Proefverloop:

- 3-11. Serie 2 totaal 21 geknikte bladtoppen.
 Serie 3 „ 10 „ „ „
- 21-12. Serie 2 en 3 vertoonen dezelfde ontwikkeling.
 Serie 2 { van 5 planten is het jongste blad geknikt.
 { van 6 planten is het op-één-na-jongste blad geknikt.

¹⁾ In serie 4: gemiddelde van 5 planten.

- Serie 3 { van 6 planten is het jongste blad geknikt.
 { van 6 planten is het op-één-na-jongste blad geknikt.
 11-1. Serie 2. 7 planten met geknikt jongste blad.
 Serie 3. 9 " " " " "
 Serie 3 vertoont het symptoom van het afsterven van de onderste bladen sterker dan serie 2.

Conclusie (uit Proef XVI en XVII).

Na_2SO_4 en NaNO_3 vertoonen in hun werking groote overeenkomst met die van NaCl , zoowel wat de aard en mate van beschadiging betreft, als wat de groeidepressie aangaat; een combinatie $\text{NaNO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{NaH}_2\text{PO}_4$ gaf iets minder sterke bladbeschadiging en geringere groeidepressie.

Het Cl -ion bleek een weinig schadelijk anion te zijn, niet of nauwelijks schadelijker dan de voedings-anionen NO_3 en SO_4 .

Slotconclusie (tarwe).

Het bladkniksymptoom trad bij alle Na-zouten, doch niet bij alle chloriden op; in overeenstemming met de Ca-antagonisme-proeven blijkt dus ook hier de beteekenis van het Na-ion. Ook het K-ion bleek het bladsymptoom te kunnen veroorzaken.

Van de getoetste Na-zouten en chloriden bleek er geen enkel duidelijk minder schadelijk voor de groei (drooggewicht) dan NaCl .

Correlaties tusschen osmotische druk en groeidepressie kwamen niet tot uiting; evenmin bestond er verband met het bladsymptoom (in overeenstemming met de Ca-antagonisme-proeven).

Uit het verloop van de proeven bleek een zekere invloed van het tijdstip van waarneming op de verhouding van de schadelijkheid der verschillende zouten te bestaan.

Daar in Proef XVI NaCl en Na_2SO_4 nagenoeg niet in hun werking op tarwe verschilden en aangezien in de praktijk vaak K_2SO_4 boven KCl verkozen wordt als meststof, werd de werking van deze twee zouten bij verschillende concentraties nagegaan.

Proef XVIII van 26-4-'32 tot 17-6-'32 (zie Pl. XI).

7 series	Drooggewicht
1. Contrôle	10,65
2. + 0,2% KCl	8,83
3. + K_2SO_4 (evenveel K als serie 2)	8,61
4. + 0,5% KCl	4,96
5. + K_2SO_4 (evenveel K als serie 4)	3,64
6. + 0,8% KCl	1,17
7. + K_2SO_4 (evenveel K als serie 6)	1,09

In alle series (behalve contrôle) traden geknikte bladen op, in serie 2 en 3 in geringe mate, in serie 4, 5, 6 en 7 sterker. Ten slotte was de ontwikkeling van serie 2 en 3 ongeveer gelijk; serie 5 was slechter ontwikkeld en geler dan serie 4; serie 7 was aan het einde van de proef reeds aan het afsterven, serie 6 nog niet.

Conclusie:

Onder deze omstandigheden en bij de gebezigde concentraties werkte KCl zeker *niet* schadelijker dan K_2SO_4 . Dit zegt echter weinig omtrent de werking dezer zouten bij bemesting, daar reeds de laagste concentratie schadelijk werkte.

2. Koolzaad*A. Invloed van verschillende chloriden***Proef XIX** van 9-10-'31 tot 11-1-'32 (zie Pl. III, XII fig. 2).

4 series

1. Contrôle.
 2. + 0,9% NaCl.
 3. + KCl.
 4. + $CaCl_2$.
- (Serie 2, 3 en 4 bevatten gelijke hoeveelheden Cl).

Proefverloop:

- 6-11. Serie 4 beter ontwikkeld dan 2 en 3, doch iets minder dan contrôle.
Serie 2 zwak bobbelig blad.

Serie 3 sterker bobbelig blad.

22-12. Serie 2. aan alle planten droge vlekken of randen aan de bladen; slechts weinig bobbelig blad.

Serie 3. zeer weinig droge bladvlekken of -randen; veel en sterk bobbelig blad, hier en daar reeds dikke bladen.

Serie 4. ontwikkeling beter dan serie 2 en 3; weinig zwak bobbelig blad; geen droge bladranden of -vlekken; vele bladen zijn paars-achtig van kleur.

Conclusie:

Het bobbelig-blad-symptoom trad bij KCl sterker, bij CaCl_2 in zwakkere mate op dan bij NaCl.

Het droge-bladrand-symptoom is bij KCl veel minder opgetreden dan bij NaCl; bij CaCl_2 ontbrak het geheel.

De algemeene ontwikkeling is ten slotte voor NaCl en KCl gelijk, voor CaCl_2 iets beter.

De 3 chloriden hebben dus verschillend gewerkt.

B. Invloed van verschillende natriumzouten

Proef XX van 28-10-'32 tot 9-3-'33 (verg. Pl. XII, fig. 1).

4 series

1. Contrôle.

2. + 1,0% NaCl.

3. + NaNO_3 .

4. + Na_2SO_4 .

(in serie 2, 3 en 4 gelijke hoeveelheden Na).

Proefverloop:

11-11. Serie 2 aan 1 plant 1 zeer zwak bobbelig blad.

Serie 3 aan 4 planten enkele zeer zwak bobbelige bladen.

Serie 4 „ 4 „ „ „ „ „ „

10-12. Serie 2 1 plant met zwak bobbelig blad.

Serie 3 4 planten met zwak bobbelig blad.

Serie 4 2 „ „ „ „ „

In serie 4 vertoonen 3 van de 5 planten beschadiging van

de oudere bladen n.l. droogvlekken in de lamina (nooit beginnend aan de bladrand); vaak verdroogt ook een deel van de hoofdnerf.

20-12. Serie 3 vertoont een iets sterkere ontwikkeling dan serie 2 en 4 (welke wat dit betreft gelijk zijn).

Serie 2 hier en daar een enkel zwak bobbelig blad.

Serie 3 verscheidene zwak bobbelige bladen; 4 planten (van de 5) vertoonen beschadiging aan de oudere bladen, n.l. droogvlekken in de lamina, zeer vaak gelegen in een boog op ± 1 c.m. van de bladrand, soms ook aan de bladrand.

Serie 4 verscheidene zwak bobbelige bladen; 4 (van de 5) planten met bladbeschadiging; de voortschrijdende verdroging leidt vaak tot doorknikken van het blad op de plaats waar de hoofdnerf verdroogd is; rondom de primaire droogvlekken (grijsgeel) treedt een randzône op van gele kleur; vele aangetaste bladen reeds aan het afsterven.

6-1. Serie 2 }
Serie 3 } gelijk ontwikkeld.

Serie 4 veel slechter ontwikkeld.

Serie 2 vertoont aan 2 planten 1 of meer bladen met droogvlekken aan de rand.

Serie 3 alle planten met droogvlekken; evenals in serie 4 reeds vroeger, treedt nu ook hier rondom de droogvlekken een gele randzône op; de droogvlekken breiden zich uit, soms zijn geheele bladgedeelten verdroogd; enkele beschadigde bladen zijn afgevallen.

Serie 4 alle 5 planten met sterk beschadigde bladen (deels doorgeknipt); vele beschadigde en grootendeels verdroogde bladen afgevallen.

7-2. Serie 2 alle beschadigde bladen (zie 6-1) afgevallen; in deze serie nu geen bladbeschadiging meer zichtbaar.

Serie 3 veel bladbeschadiging.

Serie 4 zeer veel bladbeschadiging; de bladen verdrogen vóór ze volwassen zijn.

9-3. Serie 2 geen bladvlekken; 1 à 2 oudste bladen duidelijk verdikt.



Tarwe. Vergelijking van de Werking van verschillende Kaliumzouten.
(Proef XVIII).]

Links: 0,200 % KCl.

Rechts: 0,234 % K₂SO₄.

Serie 3 weinig bladvlekken; oudste bladen niet of nauwelijks verdikt.

Serie 4 zeer veel bladvlekken; alleen kleine, sterk beschadigde bladen aanwezig; oudste bladen niet verdikt.

Bij een proef in den zomer bleek Na_2SO_4 ook veel toxischer dan NaCl ; aanvankelijk trad het bobbelig blad in gelijke mate op, later bij Na_2SO_4 minder; bij Na_2SO_4 kwamen veel droogvlekken in de bladlamina voor, bij NaCl slechts zeer sporadisch droogvlekken aan de bladrand. Omstreeks den tijd dat de NaCl -planten dikke bladen vertoonen, zijn de Na_2SO_4 planten geheel afgestorven.

Conclusie:

De 3 Na-zouten veroorzaakten droogvlekken in verschillende graad; in sterkste mate (en ook het eerst optredend) bij Na_2SO_4 , wat minder bij NaNO_3 , veel minder bij NaCl . Wat de groei betreft, werkten NaCl en NaNO_3 ongeveer gelijk; Na_2SO_4 was veel schadelijker.

Het Cl -ion bleek een weinig schadelijk anion te zijn.

Daar t.o.v. het symptoom van droge bladvlekken een Ca-Na antagonisme geconstateerd was (Proef VII), was het van belang de werking van een Ca-zout op de sterke Na_2SO_4 -beschadiging na te gaan.

Proef XXI van 28-10-'32 tot 7-2-'33.

3 series

1. Contrôle.
2. + Na_2SO_4 (aequivalent met 1% NaCl).
3. idem + CaCl_2 ($\text{Na} : \text{Ca} = 16 : 1$).

Proefverloop:

- 24-11. Serie 2 } in gelijke mate bobbelig blad.
 Serie 3 }
 10-12. Serie 2 3 planten met de typische Na_2SO_4 -bladbeschadiging (zie Proef XX).

Serie 3 3 planten met dezelfde bladbeschadiging als serie 2, doch in minder sterke mate.

7-2. Serie 2 veel slechter ontwikkeld dan serie 3.

Serie 3 vertoont minder bladbeschadiging dan serie 2; het verschil is zuiver quantitatief.

Conclusie:

Het Na-ion speelt een zekere rol bij de bladbeschadiging (droogvlekken); het SO_4 -ion schijnt de sterkte van de bladbeschadiging echter in hoofdzaak te bepalen.

Slotconclusie (koolzaad)

Voor het ontstaan van droge bladvlekken is het Na-ion van belang (in overeenstemming met de Ca-antagonisme-proeven); het anion speelt echter een belangrijke rol, vooral wat de mate van de beschadiging betreft.

Alle getoetste zouten gaven het bobbelig-blad-symptoom, echter in verschillende mate.

Het Cl-ion schijnt van belang te zijn voor het optreden van het dikke, succulente blad; het kation is hier echter zeker niet zonder invloed.

In het algemeen bleek NaCl een weinig schadelijk zout te zijn.

Speciale samenhang van beschadiging of groei met de osmotische druk kwam niet tot uiting.

De sterke beschadiging van koolzaad door Na_2SO_4 , in vergelijking met NaCl en NaNO_3 , is zeer verrassend in verband met het feit dat Hart en Tottigham (1916) en Miller (1919) juist bij deze plant een gunstige werking constateerden van de toevoeging van sulfaten aan de grond; het S-gehalte van deze plant blijkt zeer hoog te zijn; Bertrand en Silberstein (1929) vonden voor koolzaad het hoogste S-gehalte van alle onderzochte planten, behorende tot vele verschillende families.

De opvatting dat het Cl-ion een speciale beteekenis zou hebben voor het optreden van de bladsucculentie, vindt wellicht eenige steun bij enkele onderzoeken, waar het Cl-ion een versterkte wateropname veroorzaakte (Vogel en Weber, 1931; Schropp, 1932). Ook Garner, Mc. Murtrey, Bowling

en Moss (1930) namen deze werking van het Cl-ion waar bij tabaksbladen; ze vermelden dat juist hierdoor het blad resistenter wordt tegen „drought spot”. Het is niet geheel en al onmogelijk dat deze werking van het Cl-ion de oorzaak was van de geringe bladbeschadiging in de NaCl-serie (in vergelijking met NaNO_3 en Na_2SO_4). Merkwaardig is het in ieder geval dat in Proef XX de werking van de anionen t.o.v. de bladbeschadiging deze ionen in dezelfde volgorde rangschikt als in de lyotrope reeks (Boas, 1928). Ten slotte kan worden vermeld dat, voor het speciale geval van de halophyt *Salicornia*, de chloriden van Na en K een veel hogere succulentiegraad teweegbrachten dan de sulfaten (Keller, 1925).

3. Erwt

A. Invloed van verschillende chloriden

Proef XXII van 28-2-'32 tot 24-3-'32 (verg. Pl. IV).

4 series

1. Contrôle.
2. + 0,6% NaCl.
3. + KCl.
4. + CaCl_2 .

(series 2, 3 en 4 bevatten gelijke hoeveelheden Cl).

Proefverloop:

- 10-3. Serie 2 bladsymptoom vrij sterk.
 Serie 3 2 planten geheel verlept; bladsymptoom sterker en veelvuldiger dan in serie 2, doch van dezelfde aard.
 Serie 4 geen bladbeschadigingen.
- 21-3. Serie 2 4 planten geheel verlept.
 Serie 3 alle 10 planten geheel verlept.
 Serie 4 nergens verleppe; veel heldergeel onderste blad.
- 24-3. Serie 3 ongeveer alle planten †.
 Serie 2 is iets minder in ontwikkeling dan serie 4.

Conclusie:

KCl gaf dezelfde bladsymptomen als NaCl, doch veelvuldiger en in sterkere mate; CaCl_2 gaf geen analoge bladbeschadiging.

KCl werkte ongunstiger op de groei dan NaCl; CaCl_2 werkte iets minder ongunstig.

De 3 chloriden hebben dus zeer verschillend gewerkt.

B. Invloed van verschillende natriumzouten

Proef XXIII van 28-2-'32 tot 24-3-'32.

4 series

1. Contrôle.
2. + 0,6% NaCl.
3. + Na_2SO_4 .
4. + NaNO_3 .

(Serie 2, 3 en 4 bevatten gelijke hoeveelheden Na).

Proefverloop:

- 10-3. Serie 2 bladsymptoom vrij sterk.
 Serie 3 wél slappe bladranden, doch aan oudere bladen (dus niet identiek met NaCl-beschadiging).
 Serie 4 2 planten verlept; bladsymptoom vrij sterk en van dezelfde aard als in serie 2; soms droogvlekken midden in de bladlamina.
- 21-3. Serie 2 4 planten geheel verlept.
 Serie 3 1 plant geheel verlept; opvallend veel afstervend (vaak al verdord) ouder blad.
 Serie 4 4 planten verdord; levende planten vaak gelig.
- 24-3. Serie 2 vertoont een betere ontwikkeling dan serie 3.
 Serie 3 " " " " " " 4.

Conclusie:

De werking van de 3 Na-zouten liep sterk uiteen. NaNO_3 gaf wel karakteristiek bladsymptoom, doch daarnaast ook droge vlekken in de lamina; Na_2SO_4 gaf geen beschadiging van de jongere bladen, wel echter van de oudere bladen.

De werking op de groei was ongeveer gelijk bij NaCl en Na_2SO_4 ; NaNO_3 was duidelijk schadelijker.

Slotconclusie (erwt)

Alle onderzochte Na- en K-zouten gaven verdroogde bladdeelen,

zij het in verschillende aspecten; het onderzochte Ca-zout niet. Het Na-ion (van het NaCl) zal hier dus eenige invloed hebben (in overeenstemming met Ca-antagonisme).

Zoowel anionen als kationen der onderzochte zouten schijnen de groei te beïnvloeden.

Ook hier bleek, bij vergelijking met de andere zouten, dat het NaCl niet bijzonder schadelijk is.

Er waren geen indicaties voor een domineerende werking van de osmotische druk.

Ook hier werd, evenals bij tarwe, de werking van KCl en K_2SO_4 nagegaan.

Proef XXIV van 29-6-'32 tot 25-7-'32.

7 series	Drooggewicht
1. Contrôle	0,70
2. + 0,1% KCl	0,60
3. + K_2SO_4 (K aequivalent met serie 2)	0,57
4. + 0,3% KCl	0,51
5. + K_2SO_4 (K aequivalent met serie 4)	0,49
6. + 0,5% KCl	0,24
7. + K_2SO_4 (K aequivalent met serie 6)	0,31

In het verloop van de proef vertoonde alleen serie 6 het bekende bladsymptoom in beperkte mate.

Conclusie:

Er is weinig verschil in de werking van KCl en K_2SO_4 bij de getoetste (schadelijke) concentraties.

4. T a b a k

A. Invloed van verschillende chloriden

Proef XXV van 2-5-'32 tot 1-7-'32.

4 series

1. Contrôle.
2. + 1% NaCl.
3. + KCl.
4. + CaCl_2 .

(Series 2, 3 en 4 bevatten gelijke hoeveelheden Cl).

Proefverloop:

- 9-5. Serie 2 alle planten met bladsymptoom.
 Serie 3 alle planten met hetzelfde bladsymptoom; in ontwikkeling iets beter dan serie 2.
 Serie 4 3 planten met hetzelfde bladsymptoom; in ontwikkeling gelijk aan serie 2.
- 21-5. Serie 3 } algemeene ontwikkeling iets beter dan serie 2;
 Serie 4 } bladsymptoom in iets sterkere mate dan serie 2.
- 1-6. Serie 2, 3 en 4 ongeveer gelijk in ontwikkeling.
 Serie 2 en 4 ongeveer gelijk wat bladsymptoom betreft.
 Serie 3 bladsymptoom in sterkere mate; de kleur van de planten is hier meer bleek-geelgroen.
- 18-6. Serie 2 } gelijk ontwikkeld.
 Serie 4 }
 Serie 3 iets geringere ontwikkeling.
- 1-7. Serie 1 alle planten in bloei.
 Serie 2 2 planten in bloei (weinig en kleine bloemen).
 Serie 3 geen bloei.
 Serie 4 2 planten in bloei (weinig en kleine bloemen).

Conclusie:

De verschillen tusschen de werkingen van NaCl, KCl en CaCl_2 zijn klein, zoowel wat symptomen, als wat de groei betreft. KCl vertoont ten slotte het bladsymptoom in sterkste mate en geeft de sterkste groeidepressie.

B. Invloed van verschillende natriumzouten

Proef XXVI van 6-7-'32 tot 17-8-'32.

4 series

1. Contrôle.
2. + 1,2% NaCl.
3. + Na_2SO_4 .
4. + NaNO_3 .

(Series 2, 3 en 4 bevatten gelijke hoeveelheden Na).

Proefverloop:

11-7. Serie 2 en 4 vertoonen een begin van het typische bladsymptoom.

Serie 3 geen bladsymptoom.

22-7. Serie 2 } ongeveer gelijk ontwikkeld.
Serie 4 }

Serie 3 iets sterker ontwikkeld.

Serie 2 sterk bladsymptoom.

Serie 3 matig

„

Serie 4 geen

„

17-8. Serie 2 is beter ontwikkeld dan serie 3 en 4, die onderling hierin gelijk zijn.

Serie 2 vertoont sterk bladsymptoom.

Serie 3 en 4 vertoonen matig tot zwak bladsymptoom.

Conclusie:

Ten slotte is NaCl iets minder schadelijk voor de groei dan NaNO_3 en Na_2SO_4 . Wat het bladsymptoom betreft, bestonden er slechts quantitative verschillen; het sterkst was het symptoom in de NaCl-serie, minder in de NaNO_3 -serie; veel minder in de Na_2SO_4 -serie.

Slotconclusie (tabak)

Alle getoetste zouten gaven het opbollingsymptoom; voor de graad van het symptoom bestaat een zeker parallelisme met de osmotische druk. In de werking op de groei bestonden voor de onderzochte zouten slechts kleine verschillen.

Het NaCl bleek een weinig schadelijk zout te zijn.

Samenvatting van de resultaten verkregen met de verschillende proefplanten

Uit deze proeven met natriumzouten en chloriden bleek wel dat verschillende van deze zouten dezelfde beschadigingen kunnen veroorzaken als natriumchloride; deze beschadigingen mogen dus niet als karakteristiek voor beschadiging door keukenzout worden opgevat.

Verder bleek duidelijk dat, in het algemeen, het natrium-ion, noch het chloor-ion voor de plant schadelijker zijn dan de ionen die bij de voeding van de plant een groote rol spelen.

In sommige gevallen kon tot een speciale beteekenis van het Na-ion geconcludeerd worden; zooals te verwachten was, waren dit juist de gevallen waar in Hoofdstuk IV Ca-antagonisme was waargenomen. Deze invloeden van het Na-ion zullen dus, minstens tot op zekere hoogte, meer op de kationen-verhouding dan op de absolute concentratie van het Na-ion moeten worden teruggebracht.

Het Cl-ion had slechts zelden een speciale invloed, alleen bij het optreden van het succulente blad bij koolzaad scheen het van belang te zijn.

Slechts in een enkel geval kon een zeker parallelisme tusschen beschadiging en osmotische druk worden geconstateerd.

Wanneer in het bovenstaande gesproken werd van een speciale werking van Na- of Cl-ionen, werd hiermee uitsluitend bedoeld op de Na- of Cl-ionen in de cultuurvloeistof; omtrent de causa proxima van de, aan de plant waargenomen verschijnselen, is hiermee niets gezegd. Het zou b.v. mogelijk zijn dat de opname van andere ionen sterk beïnvloed werd en dat hierdoor bepaalde beschadigingen of groeidepressies tot stand kwamen. Een uitgebreide plantanalyse, die alle belangrijke elementen omvat, zou daarom wellicht een beter inzicht in dit probleem mogelijk maken.

Hoewel de bovenstaande proeven hebben uitgewezen dat het keukenzout doorgaans niet schadelijker is dan de overige onderzochte zouten, waarvan er enkele vaak bij de bemesting gebruikt

worden (chilisalpeter, chloorkali), mag hieruit toch niet worden geconcludeerd dat het keukenzout in zoute gronden niet de belangrijkste schadelijke factor zou zijn. De hoeveelheid keukenzout die in zoute gronden wordt aangetroffen is vaak zeer groot, en niet te vergelijken met de hoeveelheid zouten die men, zelfs bij overmatige bemesting, in de bodem brengt. De waarnemingen vermeld in § 3 van Hoofdstuk III wijzen overigens op het keukenzout als schadelijk agens. In hoeverre bij de ziekteverschijnselen op zoute gronden andere factoren een rol spelen, zooals bodemstructuur, toestand van het adsorbeerend complex, bacterieflora, enz., zullen verdere proefnemingen moeten uitmaken.

SUMMARY

The detrimental effect of sodiumchloride on plants was investigated with regard to:

1. the nature of the injury.
2. the secondary influence of a few factors on the effect of the salt.
3. the comparison with the effect of other sodium salts and other chlorides, in view of an attempt to analyse the effect of sodiumchloride.

The experiments were performed with wheat, rape-seed, pea and tobacco, grown in watercultures. The sodiumchloride, or other salts to be tested, were added to a complete nutrient solution.

1. Apart from considerable growth depressions, the outstanding features of salt-injury were:

a) *wheat*

The tips of young growing leaves bent down at a sharp angle; in a later phase the hanging tips dried up, the rest of the leaf showing no injury. Sometimes a spiral deformation of a part of the leaf was observed.

b) *rape-seed*

Two types of injury were observed. Sometimes the injury began with the bulging of the leaf-tissue of the young leaves between the veins, giving the leaf a bumpy aspect; in a later phase these leaves gradually thickened and assumed a succulent appearance. In other cases the older leaves showed dry spots at the margin, which sometimes united into one peripheral area; the dry spots also occurred in the midst of the lamina. Temperature and

salt-concentration proved to be the main factors in producing the one or the other symptom.

c) *pea*

The margins of the young leaves became flaccid and dried up in a later phase; this symptom was not general however.

a) *tobacco*

The leaves showed a strong bulging between the veins.

These symptoms were compared with similar injuries which are described in the literature. Special attention was given to a possible connection of the symptom of bent leaf-tops in wheat and the injury of this plant, known as magnesium-injury.

2. The lowering of the nitrogen-ratio in the nutrient solution had no effect on the detrimental influence of sodiumchloride.

By adding extra amounts of calcium salts to solutions containing sodiumchloride, a pronounced calcium-antagonism could be stated in respect to the leaf-symptoms and the growth of wheat; this effect was less marked, though in most cases evident, in rape-seed and pea; in tobacco the calcium salts were without effect, even if the soluble calcium salt of the nutrient solution was omitted.

A marked copper-antagonism was observed in respect to the leaf-symptoms and the growth of wheat; it could not be detected in tobacco.

3. In comparing the effects of NaNO_3 , Na_2SO_4 , KCl and CaCl_2 with those of NaCl , using solutions of equal normality, it became evident that many of these salts could produce the same symptoms as NaCl .

In comparison with the tested ions, neither the sodium, nor the chlorine ion proved to be particularly harmful.

From some experiments a special effect of the sodium ion could be concluded, namely, as might be expected, in those cases in which a calcium-antagonism had asserted itself. Therefore this effect is,

to some extent, due to the relation of sodium to calcium ions in the solution and not to the absolute concentration of sodium ions.

The chlorine ion seemed to have some influence on the occurrence of the succulence-symptom of rape-seed.

LITERATUUR ¹⁾

- ARNDT, J., Neue Untersuchungen über die Frage des Ersatzes des Kaliums in der Pflanzenzelle durch Rubidium sowie über das Chlorbedürfnis von Buchweizen und Gerste.
1922, Die Ernährung der Pflanze 18, p. 191.
- ARRHENIUS, O., Absorption of Nutrients and Plant Growth in Relation to Hydrogen Ion Concentration.
1923, Journ. gener. Physiol. 5, p. 81.
——— Kalkfrage, Bodenreaktion und Pflanzenwachstum.
1926, Leipzig, Akad. Verlagsges.
——— De Chloorkwestie bij de Rietcultuur op Java.
1928, Arch. v. d. Suikerind. in Ned.-Ind. 36, 1e Deel, p. 90.
——— Die Chlorfrage.
1930, Zeitschr. f. Pflanzenern., Düng u. Bodenk. A. 16, p. 310.
- BAKKE, A. L. and ERDMAN, L. W., A comparative Study of Sand and Solution Cultures of Marquis Wheat.
1923, Amer. Journ. Bot. 10, p. 18.
- BARNES, J. H. and ALI, B., Alkali Soils: some biochemical Factors in their Reclamation.
1917, Agricult. Journ. of India 12, p. 368.
- BEAUVÉRIE, M. J., Action de la Pression osmotique du Milieu sur la Forme et la Structure des Plantes.
1911, Rev. gén. de Bot. 23, p. 212.
- BECKER, A., Pflanzenphysiologische Betrachtungen über die Form der Kalidüngung zu chlorempfindlichen Kulturen.
1930, Angew. Botanik 12, p. 73.
- BEHRENS, J., Weitere Beiträge zur Kenntnis der Tabakpflanze.
1899, Landw. Vers. Stat. 52, p. 213.
- BENECKE, W., Ueber die Giftwirkung verschiedener Salze auf Spirogyra, und ihre Entgiftung durch Calciumsalze.
1907, Ber. d. d. bot. Ges. 25, p. 322.
- BENECKE, W. und JOST, L., Pflanzenphysiologie.
1924, Bd. I, 4 Aufl. (Fischer, Jena).

¹⁾ De met * aangeduide publicaties werden aan referaten bestudeerd.

- BERTRAND, G. et SILBERSTEIN, L., Importance relative du Soufre et du Phosphore dans la Nutrition des Plantes.
1929, Compt. rend. d. séanc. Acad. d. scienc. Paris 189, p. 1045.
- BOAS, F., Die Pflanze als kolloides System.
1928, Naturwissensch. u. Landwirtsch. Heft 14.
- BREAZEALE, J. F., Effect of the Concentration of the Nutrient Solution upon Wheat Cultures.
1905, Science New Ser. 22, p. 146.
- BRYAN, O. C., The Effect of different Reactions on the Growth and Calcium Content of Oats and Wheat.
1923, Soil Science 15, p. 375.
- BUCKNER, G. D., PETER, A. M. and KINNEY, E. J., The Concentration of Sodium Nitrate tolerated by Tobacco Plants.
1920, Soil Science 10, p. 487.
- BUNGENBERG DE JONG, H. G., Die Koazervation und ihre Bedeutung für die Biologie.
1932, Protoplasma 15, p. 110.
- CAMERON, F. K. and BREAZEALE, J. F., The toxic Action of Acids and Salts on Seedlings.
1904, Journ. physical Chem. 8, p. 1.
- * CARPENTER, F. B. and ALLEN, A. H., Effect of Chlorine in Tobacco.
1926, Amer. Fertil. 65, p. 21. (Ref: Exp. Stat. Rec. 56, 1927, p. 437).
- CHAPMAN, G. W., The Cause of Succulence in Plants.
1931, New Phytologist 30, p. 119.
- CHOLODNY, N., Zur Frage über die Beeinflussung des Protoplasmas durch mono- und bivalente Metallionen.
1923, Beih. z. Bot. Centr.bl. 39, I, p. 231.
- Ueber den Einfluss der Metallionen auf den Geotropismus der Wurzeln.
1923, Beih. z. Bot. Centr.bl. 39, I, p. 239.
- CLERC, J. A. LE and BREAZEALE, J. F., Effect of Lime upon the Sodium-chlorid Tolerance of Wheat Seedlings.
1920, Journ. Agric. Res. 18, p. 347.
- CLOWES, G. H. A., Action of antagonistic Electrolytes on Emulsions and living Cells.
1916, Journ. physical Chem. 20, p. 407.
- COLLISON, R. C., HARLAN, J. D. and SWEENEY, M. P., Direct Tree Injection in the Study of Tree Nutrition Problems.
1932, New York State Agr. Exp. Stat. (Geneva) Techn. Bull. 192.
- COOLHAAS, C., Onderzoekingen over Brandbaarheid van Tabak, I.
1930, Proefstat. v. Vorstenl. Tabak, Meded. No. 68.
- COUPIN, H., Sur la Toxicité du Chlorure de Sodium et de l'Eau de Mer à l'égard des Végétaux.
1898, Rev. gén. de Bot. 10, p. 177.

- CRONE, G. v. d., Ergebnisse von Untersuchungen über die Wirkung der Phosphorsäure auf die höhere Pflanze und eine neue Nährlösung.
1904, Diss. Landw. Akad. Bonn.
- DAVIS, A. R., The Influence of common Salt on the Growth of Barley.
1923, Report Coll. Agricult. and Agr. Exp. Stat. Univ. Calif.
- DHEIN, A., Untersuchungen über Art und Wesen einiger Kalisalzwirkungen.
1929, Landw. Jahrb. 70, p. 255.
- DORSEY, C. W., Alkali Soils of the United States.
1906, U. S. Dep. Agric. Bur. Soils. Bull. 35.
- DUPONT, C., Action exercée par les Chlorures alcalins sur les Plantes et sur les Sols.
1924, Ann. de la Science agron 41, p. 369.
- ECKSTEIN, O., Die Düngewirkung der Anionen und der Nebenbestandteile der Kalisalze.
1930, Ergebn. der Agrikulturchemie 2, p. 125.
- EINECKE, A., Deformation an der Spitze des Haferblattes.
1915, Fühling's Landwirtsch. Zeit. 64, p. 311.
- FARR, C. H., Studies on the Growth of Root Hairs in Solutions.
1927, Amer. Journ. Bot. 14, pp. 497 en 553.
- FAWCETT, H. S. and LEE, H. A., Citrus Diseases and their Control.
1926, (Mc. Graw-Hill, New-York).
- FITTING, H., Untersuchungen über isotonische Koeffizienten und ihren Nutzen für Permeabilitätsbestimmungen.
1917, Jahrb. wiss. Bot. 57, p. 553.
- FREE, E. E., Symptoms of Poisoning by certain Elements in Pelargonium and other Plants.
1917, Johns Hopkins Univ. Circul. New. Ser. No. 3, p. 195.
- FRUWIRTH, C., Die Kornblume.
1913, Arb. d. D. Landw. Ges. H. 240.
- GARNER, W. W., MC. MURTREY Jr., J. E., BOWLING, J. D. and MOSS, E. G., Rôle of Chlorine in Nutrition and Growth of the Tobacco Plant and its Effect on the Quality of the cured Leaf.
1930, Journ. Agric. Res. 40, p. 627.
- GERICKE, W. F., „Magnesia Injury“ of Plants grown in Nutrient Solutions.
1922, Bot. Gazette 74, p. 110.
- HAAS, A. R. C. and REED, H. S., The Absorption of Ions by Citrus and Walnut Seedlings.
1926, Hilgardia 2, p. 67.
- HANSEN, A., Experimentelle Untersuchungen über die Beschädigung der Blätter durch Wind.
1904, Flora 93, p. 32.
- HANSTEEN, B., Ueber das Verhalten der Kulturpflanzen zu den Bodensalzen.
1910, Jahrb. wiss. Bot. 47, p. 289.

- HARRIS, F. S., Effect of Alkali Salts in Soils on the Germination and Growth of Crops.
1915, Journ. Agric. Res. 5, p. 1.
- HARRIS, F. S., THOMAS, M. D. and PITTMAN, D. W., Toxicity and Antagonism of various Alkali Salts in the Soil.
1923, Journ. Agric. Res. 24, p. 317.
- HART, E. B. and TOTTINGHAM, W. E., Relation of Sulphur Compounds to Plant Nutrition.
1916, Journ. Agr. Res. 5, p. 233.
- HARTER, L. L., The Variability of Wheat Varieties in Resistance to toxic Salts.
1905, U. S. Dep. Agric. Bur. Pl. Ind. Bull. 79.
——— The Influence of a Mixture of soluble Salts, principally Sodium Chlorid, upon the Leaf Structure and Transpiration of Wheat, Oats and Barley.
1908, U. S. Dep. Agric. Bur. Pl. Ind. Bull. 134.
- HERWIJNEN, A. VAN, Invloed van het Zoutgehalte van Nortonwater op den Groei van Tomatenplant.
1932, Tijdschr. over Plantenziekten 38, p. 12.
- HILGARD, E. W., Nature, Value and Utilization of Alkali Lands.
1900, Univ. Calif. Agr. Exp. Stat. Bull. 128.
- HISSINK, D. J. en SPITHORST, C., Het Gehalte aan Stikstof (N) van eenige Nederlandsche Cultuurgronden en van de nieuwe Zuiderzeegronden.
1932, Versl. v. landbouwk. Onderzoek No. 38 B, p. 105.
- HOAGLAND, D. R., The Freezing-point Method as an Index of Variations in the Soil Solution due to Season and Crop Growth.
1918, Journ. Agric. Res. 12, p. 369.
——— Relation of the Concentration and Reaction of the Nutrient Medium to the Growth and Absorption of the Plant.
1920, Journ. Agric. Res. 18, p. 73.
——— The Absorption of Ions by Plants.
1923, Soil Science 16, p. 225.
- HOAGLAND, D. R. and MARTIN, J. C., Effect of Salts on the Intake of inorganic Elements and on the Buffer System of the Plant.
1923, Univ. Calif. Publ. Agric. Exp. Stat. Coll. Agric. Techn. Pap. 8.
- HÖBER, R., Physikalische Chemie der Zelle und der Gewebe.
1926, 6 Aufl. (Engelmann, Leipzig).
- HÖSTERMANN, G., Ueber die Einwirkung des Kochsalzes auf die Vegetation von Wiesengräsern.
1902, Landw. Jahrb. 30, Ergänz. Bd. III, p. 371.
- HUDIG, J., De „Veenkoloniale Haverziekte”.
1912, Dir. v. d. Landb. ('s Gravenhage).
- HÜCKEL, E., Zur Theorie der Elektrolyte.
1924, Ergebn. d. exakten Naturwissensch. 3, p. 199.

- S' JACOB, J. C., Anorganische Beschädigungen bij *Pisum sativum* L. en *Phaseolus vulgaris* L.
1927, Diss. (Hollandia, Baarn).
- JAGT, H. A. C. v. d., Invloed van een Zoutgehalte in Sawahgrond op de minerale Bestanddeelen van Suikerriet.
1904, Arch. v. d. Java-Suikerind. 12, 1e Helft, p. 234.
- JENSEN, H. L., Klorforgiftning.
1931, Plantesygdomme i Danmark, 1930, Nr. 47.
- JOFFE, J. S. and MC. LEAN, H. C., Alkali Soil Investigations.
1924, Soil Science 18, p. 133.
- KAHO, H., Das Verhalten der Pflanzenzelle gegen Salze.
1926, Ergebn. d. Biol. 1, p. 380.
——— Ein Beitrag zur Theorie der antagonistischen Ionenwirkungen der Erdalkalien auf das Pflanzenplasma.
1926, Biochem. Zeitschr. 167, p. 25.
- KEARNY, T. H., Plant Life on saline Soils.
1918, Journ. Washington Acad. of Sciences 8, p. 109.
- KEARNY, T. H. and HARTER, L. L., The comparative Tolerance of various Plants for the Salts common in Alkali Soils.
1907, U. S. Dep. Agric. Bur. Pl. Ind. Bull. 113.
- KELLER, B., Halophyten- und Xerophyten-Studien.
1925, Journ. of Ecology 13, p. 224.
- KELLEY, W. P. and THOMAS, E. E., The Effects of Alkali on Citrus Trees.
1920, Calif. Agric. Exp. Stat. Bull. 318.
- LEMMERMANN, O. und ECKL, K., Vergleichende Versuche über die Wirkung verschieden starker Gaben von chlorfreien und chlorhaltigen Kalidüngern auf Ertrag und Güte von Gerste und Kartoffeln.
1923, Zeitschr. f. Pflanzenernähr. u. Düng. B, p. 385.
- LESAGE, P., Recherches expérimentales sur les Modifications des Feuilles chez les Plantes maritimes.
1890, Rev. génér. Bot. 2, pp. 55, 106 en 163.
——— Action spéciale sur les Plantes cultivées du Chlorure de Sodium contenu dans la Sylvinite.
1924, Ann. de la Science agron 41, p. 109.
- LINTER, E., Die spezifische Wirkung der Kaliumsulfate.
1925, Die Ernährung der Pflanze 21, p. 41.
- LIPMAN, C. B., DAVIS, A. R. and WEST, E. S., The Tolerance of Plants for NaCl.
1926, Soil Science 22, p. 303.
- LIPMAN, C. B. and GERICKE, W. F., Antagonism between Anions as affecting Barley Yields on a Clay-adobe Soil.
1915, Journ. Agric. Res. 4, p. 201.
——— Copper and Zinc as antagonistic Agents to the „Alkali“ Salts in Soils.
1918, Amer. Journ. Bot. 5, p. 151.

- LIVINGSTON, B. E. and TOTTINGHAM, W. E., A new Three-Salt Nutrient Solution for Plant Cultures.
1918, Amer. Journ. Bot. 5, p. 337.
- LOEB, J., Weitere Bemerkungen zur Theorie der antagonistischen Salzwirkungen.
1905, Pflüger's Arch. f. d. ges. Physiol. 107, p. 252.
- LOEW, O., Die physiologische Funktion des Calciums.
1932, Angew. Botanik 14, p. 169.
- LORENZ, H., Erkrankung und Tod der Pflanze durch Nährstoffüberschuss.
1931, Gartenflora 80, p. 193.
- LUNDEGÅRDH, H., Die Nährstoffaufnahme der Pflanze.
1932, (Fischer, Jena).
- MC. COOL, M. M., The Action of certain nutrient and non-nutrient Bases on Plant Growth.
1913, Cornell Univ. Agric. Exp. Stat. Mem. 2, p. 121.
- MAGOWAN, F. N., The toxic Effect of certain common Salts of the Soil on Plants.
1908, Bot. Gazette 45, p. 45.
- MÄGDEFRAU, K., Untersuchungen über die Wasserdampfaufnahme der Pflanzen.
1931, Zeitschr. f. Bot. 24, p. 417.
- MAIWALD, K., Wirkung hoher Kali- und Chlorgaben auf Wachstum, Blattgrüngehalt und Ertrag von Kartoffeln.
1927, Zeitschr. f. Pflanzenernähr., Düng. u. Bodenk. A. 9, p. 57.
- * MALIUSHCHITSKII, N. K. (The Correlation between the osmotic Pressure of Nutrient Solutions and the Development and chemical Composition of Plants).
1910, Russ. Journ. Exp. Landw. 11, p. 122 (Ref.: Exp. Stat. Rec. 25, 1911, p. 125).
- MANSHARD, E., Fichtenschädigungen durch chlorhaltige Düngemittel.
1931, Forstarchiv 7, p. 215.
- MASCHHAUPT, J. G., Over antagonistische Werkingen van Zouten bij Planten.
1916, Versl. v. Landbouwk. Onderzoek der Rijkslandb. Proefst. No. 19, p. 1.
- MAUME, L. et DULAC, J., Corrélation entre l'Antagonisme positif et l'Absorption par le Végétal.
1928, Compt. rend. d. Séanc. Acad. d. Scienc. Paris 187, p. 769.
- Le Problème de la Toxicité et de l'Antagonisme en Physiologie végétale.
1929, Ann. de la science agron. 46, p. 400.
- MEDEDEELINGEN VAN DE COMMISSIE VAN ADVIES omtrent de landbouwtechnische Aangelegenheden betreffende den Proefpolder nabij Andijk.
1929, No. I. Alg. Landsdrukk., 's Gravenhage.
1932, No. II. idem.

- MES, M. G., Fisiologiese Siektesimptome van Tabak.
1930, Diss. (Hollandia, Baarn).
- MEVIUS, W., Kalzium-Ion und Wurzelwachstum.
1927, Jahrb. wiss. Bot. 66, p. 183.
- MEYER, C. en HUDIG, J., Bodemziekten, III.
1922, Onderzoek v. d. Afd. v. d. Cultuur op Zand- en Veengronden
v. h. Rijkslandb. proefstat. te Groningen (2e afd.).
- MILLER, H. G., Relation of Sulphates to Plant Growth and Composition.
1919, Journ. Agric. Res. 17, p. 87.
- MIYAKE, K., The Influence of Salts common in Alkali Soils upon the Growth
of the Rice Plant.
Journ. Biol. Chem. 16, p. 235.
- MONTFORT, C., Physiologische und pflanzengeografische Seesalzwirkungen I.
1926, Jahrb. wiss. Bot. 65, p. 502.
- MOSS, E. G., Nutritional Problems of bright Tobacco.
1929, Journ. Amer. Soc. Agron. 21, p. 137.
- MOTHEs, K., Ernährung, Struktur und Transpiration.
1932, Biol. Zentralbl. 52, p. 193.
- MUENSCHER, W. C., The Effect of Transpiration on the Absorption of Salts
by Plants.
1922, Amer. Journ. Bot. 9, p. 311.
- MÜLLER, A., Die innere Therapie der Pflanzen.
1926, (Parey, Berlin).
- MÜNZBERG, H., Beeinflussung des Stärkegehaltes der Kartoffeln durch Dün-
gung mit Kalisalzen.
1930, Die Ernährung der Pflanze 26, p. 482.
- NETTER, H., Ueber die Beeinflussung der Alkalisalzaufnahme lebender Pflanz-
enzellen durch mehrwertige Kationen.
1923, Pflüger's Arch. f. d. ges. Physiol. 198, p. 225.
- NOBBE, T., Die Entwicklung der weissen schlesischen Zuckerrübe (*Beta
cicla* L.) unter dem Einfluss einzelner relativ überschüssigen
Mineralsalze.
1861, Landw. Vers. Stat. 3, p. 178.
- NOLTE, O., Die Bedeutung des Kalis und der in den Kalirohsalzen enthaltenen
Nebensalze für den Boden und die der menschlichen Ernährung
unmittelbar dienenden Pflanzen.
1927, Landw. Vers. Stat. 106, p. 1.
- OSTERHOUT, W. J. V., Die Schutzwirkung des Natriums für Pflanzen.
1909, Jahrb. wiss. Bot. 46, p. 119.
——— On Similarity in the Behavior of Sodium and Potassium.
1909, Bot. Gazette 48, p. 98.
——— The Permeability of Protoplasm to Ions and the Theory of
Antagonism.
1912, Science New Ser. 35, p. 112.

- OSTERHOUT, W. J. V., Quantitative Criteria of Antagonism.
1914, Bot. Gazette 58, p. 178.
- The Penetration of balanced Solutions and the Theory of Antagonism.
1916, Science New Ser. 44, p. 395.
- Injury, Recovery and Death, in Relation to Conductivity and Permeability.
1922, Monogr. on exp. Biol. (Lippincott Comp., Philadelphia—London).
- PARKER, F. W. and TRUOG, E., The Relation between the Calcium and the Nitrogen Content of Plants and the Function of Calcium.
1920, Soil Science 10, p. 49.
- PEARSALL, W. H. and EWING, J., The Relation of Nitrogen Metabolism to Plant Succulence.
1929, Ann. of Bot. 43, p. 27.
- PETTINGER, N. A., HENDERSON, R. G. and WINGARD, S. A., Some nutritional Disorders in Corn grown in Sand Cultures.
1932, Phytopathology 22, p. 33.
- PHILIPSON, C., A Study on the Influence of the Ratio between Sodium and Calcium in a very dilute Nutrient Solution upon the Growth of Svalöf's Dala-Oats.
1924, Svensk Botan. Tidsk. 18, p. 343.
- Growth and Absorption by Oats in Relation to varying Concentrations of Calcium and Sodium in the Nutrient Solution.
1930, Svensk Botan. Tidsk. 24, p. 155.
- PRAT, S., Die Elektrolytaufnahme durch die Pflanze I.
1923, Biochem. Zeitschr. 136, p. 366.
- Die physikalisch-chemischen Eigenschaften der Pflanzennähr-
lösung I.
1924, Kolloid Zeitschr. 35, p. 97.
- PRINGSHEIM, E., Wasserbewegung und Turgorregulation in welkenden Pflanzen.
1906, Jahrb. wiss. Bot. 43, p. 89.
- RACIBORSKI, M. M., Ueber die obere Grenze des osmotischen Druckes der lebenden Zelle.
1906, Bull. Internat. Acad. d. Scienc. Cracovie, Cl. des scienc. math. et natur. Année 1905, p. 461.
- REED, H. S., Absorption of Sodium and Calcium by Wheat Seedlings.
1918, Bot. Gazette 66, p. 374.
- REED, H. S. and HAAS, A. R. C., Effect of Sodiumchlorid and Calciumchlorid upon Growth and Composition of young Orange Trees.
1923, Univ. Calif. Publ., Agric. Exp. Stat. Coll. Agric. Techn. Pap. 4.
- Nutrient and toxic Effects of certain Ions on Citrus and Walnut Trees with especial Reference to the Concentration and pH of the Medium.
1924, Univ. Calif. Publ., Agric. Exp. Stat. Coll. Agric. Techn. Pap. 17.

- REMY, TH., Die Kalidüngung nach eigenen Beobachtungen und Erfahrungen.
1926, Mitteil. d. D. Landw. Ges. 41, p. 915.
- REMY, TH. und VASTERS, J., Beobachtungen über die Unkrautbekämpfung durch Kainit.
1914, Landw. Jahrb. 46, p. 627.
- REMY, TH. und WEISKE, F., Ueber das Verhalten von Beerenobst gegen verschiedene Kalisalze.
1930, Die Ernährung der Pflanze 26, p. 269.
- ROEMER, H. und WIMMER, G., Die Bedeutung der an der Zuckerrübenpflanze durch verschiedene Düngung hervorgerufenen äusseren Erscheinungen für die Beurteilung der Rüben und die Düngebedürftigkeit des Bodens.
1907, Zeitschr. d. Vereins d. Deutschen Zucker Ind. 57, Techn. Teil, p. 1.
- RUBINSTEIN, D. L., Das Problem des physiologischen Ionenantagonismus.
1928, Protoplasma 4, p. 259.
- RUDOLFS, W., Influence of Sodiumchloride upon the physiological Changes of living Trees.
1919, Soil Science 8, p. 397.
- Experiments with common Rock Salt.
1921, Soil Science 12, p.p. 449, 457 en 471.
- RUMBOLD, C., Effect on Chestnuts of Substances injected into their Trunks.
1920, Amer. Journ. Bot. 7, p. 45.
- SALTER, R. M. and MC. ILVAINE, T. C., Effect of Reaction of Solution on Germination of Seeds and on Growth of Seedlings.
1920, Journ. Agric. Res. 19, p. 73.
- SCHERPE, R., Untersuchungen über die durch salzartige Bodenbestandteile verursachten Schädigungserscheinungen an Haferpflanzen.
1929, Arb. a.d. Biol. Reichsanst. f. Land- u. Forstwirtschaft. 16, p. 169.
- SCHROPP, W., Die Kartoffel in Wasserkultur.
1932, Arb. a.d. Biol. Reichsanst. f. Land- u. Forstwirtschaft. 20, p. 49.
- SCHUMACHER, W., Untersuchungen über das Wirkungsverhältnis der verschiedenen Kalisalze bei der Kartoffeldüngung.
1930, Die Ernährung der Pflanze 26, p. 534.
- SCOTT, L. J. and PRIESTLEY, J. H., The Root as an absorbing Organ.
1928, New Phytologist 27, p. 125.
- SHIVE, J. W., A Three Salt Nutrient Solution for Plants.
1915, Amer. Journ. Bot. 2, p. 157.
- SIDERIS, C. P., KRAUSS, B. H. and MASUNAGA, E., The Effect of the Salt-Concentration of the Culture Solution on the Growth and Composition of Pineapple Plants.
1928, Amer. Journ. Bot. 15, p. 353.
- SINGH, TH. M., Toxicity of „Alkali“ Salts.
1918, Soil Science 6, p. 463.

- SJOLLEMA, B., Ueber den Einfluss von Chlor- und anderen in den Stassfurter Rohsalzen vorkommenden Verbindungen auf die Zusammensetzung und den Ertrag der Kartoffeln.
1899, Journ. f. Landwirtsch. 47, p. 305.
- SKEEN, J. R., Experiments with Trianea on Antagonism and Absorption.
1930, Plant Physiol. 5, p. 105.
- SMITH, W. S., Een Onderzoek naar het Voorkomen en de Oorzaken van de Verschijselen, welke worden aangeduid met den naam „Ontginningsziekte”.
1927, Diss. (Veenman, Wageningen).
- SORAUER, P., Handbuch der Pflanzenkrankheiten.
1921, Bd. I. 4 Aufl. (Parey, Berlin).
- * SÖDERBAUM, H. G., (New Experiments in Potash Fertilization).
1918, Meddel. Centranst. Försöksv. Jordbruksområdet No. 177, p. 14 (Ref.: Exp. Stat. Rec. 41 1919, p. 723).
- STANGE, B., Beziehungen zwischen Substratconcentration, Turgor und Wachstum bei einigen phanerogamen Pflanzen.
1892, Bot. Zeit. 50, p. 252.
- STILES, W., Permeability.
1923, New Phytologist, 22, p. 1, enz.
- STILES, W. and JÖRGENSEN, J., The Antagonism between Ions in the Absorption of Salts by Plants.
1914, New Phytologist, 13, p. 253.
- STOCKER, O., Das Halophytenproblem.
1928, Ergebn. der Biol. 3, p. 265.
- * STOLGANE, A. A., (Effect of osmotic Pressure in Nutrient Solutions on Plant Growth.).
1913, Iz Rezul't Veget. Opytov Lab. Rabot 9, p. 514. (Ref: Exp. Stat. Rec. 35, 1916, p. 434.
- STORP, F., Ueber den Einfluss von Kochsalz- und Zinksulfat-haltigem Wasser auf Boden und Pflanzen.
1883, Landw. Jahrb. 12, p. 795.
- SÜCHTING, H., Ueber die schädigende Wirkung der Kalirohsalze auf die Kartoffel.
1905, Landw. Vers. Stat. 61, p. 397.
- SZÜCS, J., Experimentelle Beiträge zu einer Theorie der antagonistischen Ionenwirkungen.
1913, Jahrb. wiss. Bot. 52, p. 85.
- THUNG, T. H., De Krul- en Kroepoekziekten van Tabak en de Oorzaken van hare Verbreiding.
1932, Proefstat. v. Vorstenl. Tabak, Meded. No. 72.
- TOTTINGHAM, W. E., On the Relation of Chlorine to Plant Growth.
1917, Johns Hopkins Univ. Circ. New Ser. No. 3, p. 217.

- TOTTINGHAM, W. E., A preliminary Study of the Influence of Chlorides on the Growth of certain agricultural Plants.
1919, Journ. Amer. Soc. Agron. 11, p. 1.
- * TRABUT, L., („Anwendung des Gipses auf Salzländereien).
1927, Bull. agric. de l'Algér. - Tunis. - Maroc., 3 sér., 33.
(Ref.: Zeitschr. f. Pflanzenernähr., Düng. u. Bodenk. A. 11, 1928, p. 293).
- TRELEASE, S. F., The Relation of Salt Proportions and Concentrations to the Growth of young Wheat Plants in Nutrient Solutions containing a Chloride.
1920, Philippine Journ. of Science 17, p. 527.
- TRELEASE, S. F. and TRELEASE, H. M., Magnesium Injury of Wheat.
1932, Bull. Torrey Botan. Club 58, p. 127.
- TRUE, R. H., The Significance of Calcium for higher green Plants.
1922, Science New. Ser. 55, p. 1.
- TULAIKOV, N. M., The Soil Solution and its Importance in the Growth of Plants.
1923, Soil Science 15, p. 229.
- TURNER, T. W., Studies of the Mechanism of the physiological Effects of certain mineral Salts in altering the Ratio of Top Growth to Root Growth in Seed Plants.
1922, Amer. Journ. Bot. 9, p. 415.
- VAGELER, P. und ALTEN, F., Böden des Nil und Gash VIII.
1932, Zeitschr. f. Pflanzenernähr., Düng. u. Bodenk. A. 24, p. 179.
- VERSLAGEN EN MEDEDEELINGEN van de Directie van den Landbouw
1930, no. 3, p. 173.
1931, (Alg. Landsdrukk. 's-Gravenhage).
- VOGEL, F. und WEBER, E., Zur Blattrandkrankheit der Johannisbeere.
1931, Die Gartenbauwissensch. 5, p. 457.
- WAGNER, P., Der Einfluss starker Kalidüngung auf die Brennbarkeit der Tabakblätter.
1932, Die Ernährung der Pflanze 28, p. 208.
- WAYNICK, D. D., The chemical Composition of the Plant as further Proof of the close Relation between Antagonism and Cell Permeability.
1919, Univ. Calif. Publ. Agric. Scienc. 3, p. 63.
- WILFARTH, H. W. und WIMMER, G., Die Kennzeichen des Kalimangels an den Blättern der Pflanzen.
1903, Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 13, p. 82.
- ZINZADZE, R., Neue normale Nährlösungen mit stabiler Reaktion (pH) während der Vegetationsperiode.
1927, Landw. Vers. Stat. 105, p. 267.

STELLINGEN

I

Met de term „ionenantagonisme” worden verschijnselen aangeduid van zeer verschillende aard.

II

De beteekenis van de onderzoeken omtrent permeabiliteit voor het probleem van de zoutenopname door de plant, is slechts gering.

III

Ten onrechte meent Wille een nauwe samenhang te hebben aangetoond tusschen de sterkte van de buffering van perssap van hogere planten en de aantasting van deze planten door parasitische fungi.

(Z. f. Bakt., Paras., u s w. II, 87, 1933, p. 301).

IV

De vatbaarheid voor parasitische schimmels wordt door narcose van de voedsterplant bij facultatieve parasieten niet, bij obligate parasieten wél verminderd.

(Minkevicius, Phytopath. Z. 5, 1932, p. 99).

V

De opvatting van Hansteen dat door calciumgebrek in de eerste plaats de *celwanden* van de wortelcellen ongunstig zouden worden beïnvloed, mag niet als juist worden aanvaard.

VI

Stikstofgebrek moet als een belangrijke oorzakelijke factor worden beschouwd bij het optreden van xeromorphe structuren.

(Mothes, Biol. Zentr. bl. 52, 1932, p. 193).

VII

Het chromosomen-aantal is van groot belang voor de systematiek van de Angiospermen.

VIII

Het is ongewenscht een biologische traagheidswet in te voeren ter vervanging van het principe van de orthogenese en de wetten van Dollo en Rosa.

(Abel, Palaeontol. Z. 11, 1929, p. 7).

IX

Een nauwere economische, politieke en militaire aaneensluiting van de Europeesche staten is noodzakelijk voor het voortbestaan van de Europeesche cultuur.

U
1