Bibliotheek
Proefstation
Naaldwijk
A
2
E
30

ROEFSTATION VOOR DE GROENTEN- EN FRUITTEELT ONDER GLAS, NAALDWIJK.

Verslag van een studiereis naar Californië 1960.

door:

ir.J.v.d.Ende

Naaldwijk,1961.

2235265

Stam Lochem 540
2 2 61
Proefstation voor de Groenten- en Bibliotheek
Fruitteelt onder Glas te Naaldwijk

Verslag van een studiereis naar Californië (1960).

Inhoud.

	blads.
U.S. Salinity Laboratory	2
Onderzoek van de grond	2
Verzadigingsextract	2
Electrische geleidbaarheid	5
Vriespuntsdaling	6
Dampspanning	6
Calcium en magnesium	10
Natrium en kalium	10
Carbonaat en bicarbonaat	12
Andere ionen	12
Uitwisselbare kationen	13
Gips	14
Organische stof	14
Vochtgehalte	14
Vochtspanning	15
Vochtspanning en dampspanning	19
Onderzoek van het irrigatiewater	21
Electrische geleidbaarheid	22
Borium	22
Silicium	22
Calcium en magnesium	22
Natrium en kalium	22
Carbonaat en bicarbonaat	23
Kwaliteitswaardering van het irrigatiewater	23
Zoutconcentratie	24
Natrium	24
Borium	25
Plantengroei op zoute grond	26
Osmotische waarde	27
Gunstige zouteffecten	28
Specifieke ioneffecten	29
Invloed van het klimaat	31
Ontstaanswijze van zoute grond	32
Evapotranspiratie	32
Zoutgrenzen	33
Ontzouting van de grond	34
Zoute grond	34

Natriumgrond 35
Diverse onderwerpen 36
Fysiologisch onderzoek 36
Negatieve adsorptie 36
Terminologie 37
Literatuur 37

Beckman Instruments Inc. 38
pH-meters, automatische titreerder en aquameters 38
Chloorionenmeters 38
Spectrofotometers 38
Gaschromatograven 39
Zuurstofmeters 39
Infraroodmeters 39
Diverse instrumenten 39
Onderzoek van voedings- en ziektebestrijdingsmiddelen 39

University of California 40
Land en volk 40
Teelten 40
Desert agriculture 42
Kasteelten 43
Afzet 43
Voorlichting 45
Watervoorziening 45
Fruit 47
Groenten 48
Bloemen 49
Akkerbouwgewassen 50
Verzouting 50
Gunstig effect van droogte 51
Bemesting; hoofdelementen 51
Fruit 51
Akkerbouwgewassen 52
Groenten 53
Bodemtenperatuur en ionen opname 53
Hulpmiddelen bemestingsonderzoek 55
Bemesting; sporenelementen 55
Fosfor en sporenelementen 56
Zink 57
Borium 59

Bemesting; manures, cover crops, crop ratations 61
Grond- en gewasonderzoek 62
Grond 62
Gewas 64
Fluorescent X-ray spectrometry 65
Luchtverontreiniging 66
Particulates 66
Zwaveldioxyde 66
Fluor 67
Aethyleen 68
Oxidants 69
Ozon 71
Verspreiding en bestrijding van oxidant- en ozonschade 72
Andere gasvormige pollutants 73
Herbiciden 74
Ziekten 74
Tomaat 75
Neusrot 77
Gray wall en thin wall 79
Gescheurde vruchten 80
Andere vruchtafwijkingen 80
Sla 80
Rand 81
Brown blight 82
Bleekselderij 82
Zwarte harten 82
Druif 83
Lamsteligheid 83
Andere vruchtafwijkingen 84
Citrus 84
Freeze injury 86
Endoxerosis 87
Granulation 88
Gametociden 90
Suikergehalten van meloenen 90
Chloraatschade 90
Verspreiding van fumigants in de grond 91
American Society for Horticultural Science 91
Literatuur 91
Food Machinery and Chemical Corporation 92
Literatuurlijst 94

Proefstation voor de Groenten- en Fruitteelt onder Glas te Naaldwijk,

VERSLAG VAN EEN STUDIEREIS NAAR CALIFORNIE (1960).

ir. J.van den Ende.

Het doel van de reis was de bestudering van onderzoekmethodieken voor de bepaling van de zouttoestand van de grond. Daartoe werd van 16 mei t/m 14 juni het U.S.Salinity Laboratory te Riverside bezocht. Tijdens en in aansluiting op dit verblijf werd tevens een bezoek gebracht aan:

1, 2 en 7 juni	Citrus Experiment Station (University of California) te Riverside.
6 juni	Beckman Instruments Inc. te Fullerton.
8 juni	Earhart Laboratory (California Institute of Technology) te Pasadena.
9 juni	Food Machinery and Chemical Corporation te Riverside.
15 t/m 17 juni	University of California te Davis.

Op het Earhart Laboratory werd ik rondgeleid door J.A.D. Zeevaart. Daar Went (F.W. Went: The experimental control of plant growth. Chronica Botanica Co., Waltham, Mass., 1957) dit laboratorium heeft beschreven, zal er in dit verslag niet op worden ingegaan.

U.S.Salinity Laboratory.

De Guide for Visitors (1) geeft een algemene indruk over het U.S.Salinity Laboratory. Ook de cursus Principles and Practices for the Diagnosis and Improvement of Saline and Sodic Soils wordt er in ter sprake gebracht. Deze cursus voor buitenlanders wordt vier keer per jaar gegeven. Voor nadere bijzonderheden over de training course wordt verwezen naar een rapport (2) over één van de trainees; het rapport geeft tevens een beschrijving van de betreffende trainee over de Coachella and Imperial Valleys, waarnaar tijdens elke cursusgang een excursie wordt gemaakt.

L.E. Allison is de cursusleider. Hij werd bijgestaan door D.L. Eberhard (Eberhard heeft na mijn bezoek het U.S.Salinity Laboratory verlaten). Genoemde heren zijn ook als mijn gastheren opgetreden. De directeur H.E. Hayward heb ik niet ontmoet. Tengevolge van een ernstige ziekte is hij op 31 mei overleden. L.V. Wilcox nam het directeurschap waar. Tijdens het bodemkundig congres in Wisconsin heb ik vernomen, dat C.A. Bower de nieuwe directeur is geworden.

Onderzoek van de grond.

Bij de bespreking van de door mij bestudeerde grondonderzoekmethodieken zal dezelfde volgorde worden aangehouden als in het Handbook (U.S. Salinity Laboratory Staff: Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Agriculture Handbook no 60, U.S.D.A., 1954).

Verzadigingsextract (methoden 2 en 3).

Voor de bepaling van de zouttoestand van de grond kan men het best uitgaan van de bodemoplossing van de veldvochtige grond. De verkrijging van deze oplossing is echter niet eenvoudig. Voor routinebepalingen wordt daarom aangeraden uit te gaan van het verzadigingsextract. De extractie 1:5 (1 gewichtsdeel grond en 5 gewichtsdelen water) is nog eenvoudiger. Zij heeft echter als nadeel dat bij aanwezigheid van niet in het bodemvocht opgeloste zouten, zoals sulfaten, bicarbonaten en fosfaten, hiervan veel in oplossing kan gaan. Bij gebruik making van het verzadigingsextract is dit, vooral bij minerale gronden, in veel mindere mate het geval. Deze extractiewijze heeft bovendien het voordeel, dat voor veel gronden het vochtgehalte bij verzadiging ongeveer 2 keer zo groot is als bij veldcapaciteit. De betekenis van eenzelfde zoutcijfer is hierdoor voor deze gronden gelijk.

De bereiking van verzadigde grond wordt beschreven onder methode 2. Wanneer een geul wordt getrokken sluit de verzadigde grond zich snel; er

blijft slechts een ondiep geultje over. Op het grondoppervlak mag zich geen vrij water bevinden. Op het Gulf Coast Experiment Station (zie het Verslag van een studiereis naar Florida) hield men zich niet geheel aan dit criterium. Wanneer men de grond (zwarte zandgrond) enige tijd liet staan bevond zich namelijk vrij water op het oppervlak; bij roeren verdween dit water echter en kreeg de grond een droger uiterlijk. Bij zware gronden kan het vochtgehalte bij verzadiging in afhankelijkheid van de mate van roeren 10 % uiteenlopen. Het wordt aanbevolen om vooral aanvankelijk zo weinig mogelijk te roeren.

Zoals vermeld, is het vochtgehalte bij verzadiging (S P) ongeveer 2 keer zo groot als bij veldcapaciteit (F C). Het laatste vochtgehalte is op zijn beurt ongeveer 2 keer zo groot als dat bij het verwelkingspunt (W P), terwijl WP ongeveer gelijk is aan F A P (het vochtgehalte bij een vochtspanning van 15 atm.). In formule verkrijgen wij aldus:

$$SP = 2\,FC = 4\,FAP$$

In het Handbook worden de volgende gegevens vermeld:

Soil group	SP			SP/FAP			
	minimum	maximum	average	minimum	maximum	average	
Coarse	16	43	32	4.7	8.4	6.4	
Medium	26	60	42	3.2	5.2	4.0	
Fine	42	78	60	2.0	4.3	3.2	
Organic	81	255	142	2.5	5.0	3.7	

Uit deze tabel blijkt, dat alleen voor de onderzochte medium-textured soils de verhouding SP/FAP = 4 opging en dan nog maar alleen gemiddeld; de verhouding liep nog met een factor 5.2/3.2 = 1.6 uiteen. Voor de overige gronden, vooral de coarse-textured soils, waren de afwijkingen nog groter. De methodiek van het verzadigingsextract kan dan ook niet zonder meer door ons worden overgenomen. Eerst zal voor de verschillende grondsoorten het verband tussen SP en FC moeten worden nagegaan.

Volgens F.M. Eaton (vroeger werkzaam op het U.S.Salinity Laboratory, maar thans op het Citrus Experiment Station) is het verband tussen SP en het vochtgehalte van de grond in het veld te gering. Hij (3) heeft een methode ontwikkeld, waarmede aan grond met een vochtspanning van 0.1 atm. (vochtgehalte TB) voldoende vocht kan worden onttrokken; voor een negental gronden liep de verhouding SP/TB uiteen van 1.2 - 2.0. In het aldus verkregen extract en in het verzadigingsextract werden verschillende bepa-

lingen verricht. In de volgende tabel zijn enkele van de gegevens vermeld (EC = geleidbaarheid; CS = kationensom):

TB	12	14	16	19	19	22	26	33	49	
SP/TB	2.0	2.0	1.8	1.6	1.5	1.6	1.2	1.3	1.4	
EC(TB)/EC(SP)	1.9	2.1	1.7	1.5	1.6	1.4	1.3	1.6	1.3	
CS(TB)/CS(SP)	2.0	1.7	1.6	1.6	1.6	1.3	1.2	1.6	1.5	

Uit deze tabel blijkt, dat de vermelde verhoudingen vrij goed met elkaar overeenstemmen. De verhoudingen tussen de afzonderlijke kationen weken wat meer af en voor de verhoudingen tussen de afzonderlijke anionen was dit in nog sterkere mate het geval. Hieruit kan de conclusie worden getrokken, dat ondanks een vrij sterke wijziging in de onderlinge verhouding tussen de ionen de omrekening van de geleidbaarheid van SP op FC (FC is ongeveer TB) toch gerechtvaardigd kan zijn. Eaton acht de TB-extractie beter geschikt om de gegevens van watercultuurproeven overdraagbaar te maken op de teelt in grond dan de SP-extractie (zie het Verslag van een studiereis naar Florida). Een bezwaar van de TB-extractie is haar grote bewerkelijkheid. Bovendien vindt zij plaats via een poreuze pot, die m.i. de onderlinge verhouding tussen de ionen kan wijzigen.

In elk geval is uit het onderzoek van Eaton gebleken, dat de verhouding SP/FC heus niet altijd 2 is. Gezien de voordelen van het verzadigingsextract is het wenselijk, dat deze verhouding voor onze grondsoorten wordt vastgesteld.

Uit het voorgaande is gebleken, dat voor coarse-textured soils de verhouding SP/FC sterk van 4 kan afwijken. Men heeft daarom voor deze gronden naar een andere extractiemethodiek gezocht. Het in dit verband ontworpen twice-saturation extract (methode 3 b) wordt echter niet meer toegepast.

Veengronden moeten minstens een halve dag in bijna verzadigde toestand worden gehouden, alvorens een kenmerkend verzadigingspunt kan worden verkregen. Campbell en Richards (4) hebben over het verzadigingsextract van veengronden een publikatie geschreven. Van drie (2910, 2913 en 2921) door hen onderzochte monsters heb ook ik een verzadigingsextract gemaakt. Er werd uitgegaan van 75 gram veengrond; van minerale gronden werd 250 gram genomen. Voor grond 2921 was het verzadigingspunt gemakkelijk te bepalen. Voor de gronden 2910 en 2913 was dit veel moeilijker; bij het trekken van een geul vloeide de grond niet toe, terwijl op de bodem niettemin een weinig vrij water aanwezig was.

Genoemde auteurs achten het verzadigingspunt van veengronden echter

voldoende reproduceerbaar. Voor negentien veengronden vonden zij een SP van gemiddeld 171. De variatiecoefficënt bedroeg slechts 3.2 %. Bij weglating van voornoemde bevochtigingsperiode werd voor dezelfde gronden een SP van gemiddeld 148 verkregen. Voor één van de veengronden werd de invloed van de mate van malen op het verzadigingspunt nagegaan. Zij bleek maar gering te zijn (coarse 152 en fine 142). De verhouding SP/FAP liep voor de gronden uiteen van 2.8 - 6.0. Gemiddeld bedroeg zij 4.7 (volgens mijn berekening 4.2).

Voor het afzuigen van de verzadigde grond (methode 3 a) wordt gebruik gemaakt van Richardtrechters. Afbeeldingen hiervan zijn opgenomen in twee folders (5, 6). Het afzuigen geschiedt met behulp van een onderdrukleiding; de manometer wees een luchtdruk aan van 20 cm kwik. Het nam ongeveer een kwartier in beslag. Wanneer de grond gips bevat moet men de verzadigde grond, alvorens haar af te zuigen, een halve dag laten staan. Dezelfde vereiste geldt, wanneer men de chemische samenstelling van het extract wil bepalen.

Electrische geleidbaarheid (methode 4 en 5).

De electrische geleidbaarheid van het verzadigingsextract bij 25°C wordt als maat genomen voor de zouttoestand van de grond. De geleidbaarheid wordt berekend uit de weerstand, die wordt gemeten (methode 4 a):

k = E C x R (R = weerstand; k = celconstante).

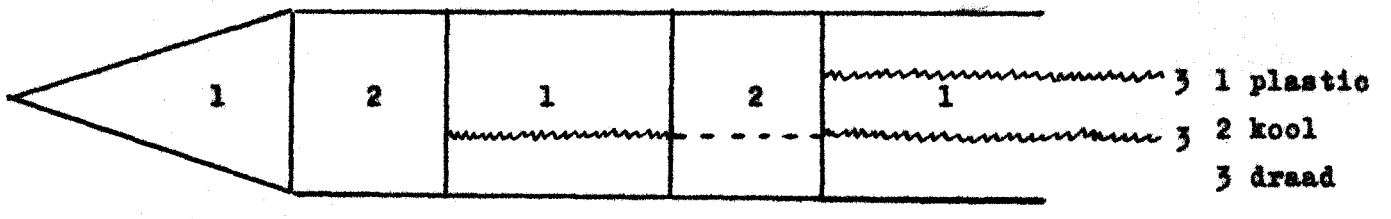
De celconstante wordt berekend door van 0.01 N kaliumchloride, waarvan de specifieke geleidbaarheid bekend is, de weerstand te meten. Voor de omrekening van de geleidbaarheid bij de meettemperatuur op die bij 25°C wordt gebruik gemaakt van de formule:

$E C_{25} = EC_t \times f_t$ (f = temperatuurfactor)

Het Handbook geeft voor de temperatuurfactor een uitvoerige tabel. Er zijn ook weerstandsbanken in de handel die direct EC_{25} aanwijzen (methode 4 b).

In plaats van de geleidbaarheid van het verzadigingsextract kan ook de geleidbaarheid van de verzadigde grond worden gemeten (methode 5). De laatste methode is vlugger. Desnoods kan zij ook in het veld worden toegepast. Er bestaat echter geen eenvoudig verband tussen EC_e (extract) en EC_s (soil). Zie hiervoor het Handbook en Campbell en Richards (4).

C.A. Bower raadde mij aan te trachten de zouttoestand van de grond in het veld te meten met behulp van de volgende electrode:



Zelf was hij niet tot een bevredigend resultaat gekomen. Wanneer de grond op veldcapaciteit wordt gehouden, acht hij de electrode echter bruikbaar. Zij kan eenvoudig in de grond worden gebracht door voor te boren met een boor van iets kleinere diameter. Elke grondsoort moet apart worden gecalibreerd, waarbij ook de invloed van het vochtgehalte moet worden nagegaan.

Vriespuntsdaling (methode 6).

De meting van de vriespuntsdaling van oplossingen (methode 6 a) is bij ons in gebruik en zal hier dan ook niet nader worden omschreven. De vriespuntsdaling kan ook in grond worden gemeten (methode 6 b). De thermistor moet hiertoe worden beschermd door een dun koperen buisje, dat aan de onderzijde is dichtgesmolten. Met behulp van hars kan het buisje aan de thermistor worden vastgekit. Daar onderkoelingscorrecties voor water in grond niet bekend zijn, moet de badtemperatuur zo mogelijk 1.5°C beneden het verwachte vriespunt worden gehouden.

Tot nu toe hebben wij de vriespuntsdaling van bodemvocht bepaald door de meting te verrichten aan persvocht. Bower verwacht dat deze methode bij gronden op veldcapaciteit goede resultaten geeft. Zelf heeft hij een vergelijking gemaakt tussen de vriespuntsdaling in de verzadigde grond en in het verzadigingsextract. De uitkomsten stemden goed overeen, behalve wanneer de vriespuntsdaling kleiner was dan 0.1°C.

Uit de vriespuntsdaling wordt de total soilmoisture stress (SMS) berekend volgens de formule:

SMS = 12 x vriespuntsdaling in graden C.

Enkele onderzoekers hebben gevonden dat de aldus berekende SMS in goede overeenstemming is met de EC van het verzadigingsextract en de vochtspanning (zie het Handbook).

Dampspanning.

De meting van de vriespuntsdaling is op het U.S.Salinity Laboratory vervangen door die van de dampspanning. De methodiek van laatst genoemde meting is gepubliceerd door Richards en Ogata (7). G. Ogata en A. Klute

hebben mij er vrij uitvoerig over ingelicht.

De thermokoppel wordt vervaardigd door de constantan- en chromel-p-draden door het zilveren ringetje te halen en te spannen. Vervolgens worden zij aan het ringetje vastgesoldeerd, waarna de doorstekende einden worden verwijderd.

Bij metingen van oplossingen is gebleken, dat bij osmotische waarden van meer dan één bar (men gebruikt liever bars dan atmosferen) het thermische voltage van de koppel evenredig is aan de osmotische waarde; beneden één bar is er een, zij het geringe, afwijking van de evenredigheid. Per bar leveren de koppels ongeveer 0.57 microvolt. Het voltage wordt gemeten met een nauwkeurigheid van 0.01 microvolt, wat dus neerkomt op ongeveer 0.02 bar. Het verband tussen de relatieve vochtigheid en de osmotische waarde (OP) in bars zou worden weergegeven door de volgende formule (de metingen worden verricht bij 25°C):

RHD = 0.0726 x OP (RHD = relative humidity depression).

Een relatieve vochtigheid van 99 % komt dus overeen met een osmotische waarde van ongeveer 14 bar.

De constructie van het bad komt overeen met die van Richards en Campbell (L.A. Richards and R.B. Campbell: Use of thermistors for measuring the freezing point of solutions and soils. Soil Sci. 65: 429 - 436, 1948). De badtemperatuur moet zeer constant zijn. Ogata controleerde de temperatuur van de kerosine met behulp van een Beckmanthermometer (met kijker); de variatie bedroeg 0.005°C. Klute vervolgde de badtemperatuur met een thermistor; in zijn bad bedroeg de variatie slechts 0.001°C. In de monsters is de temperatuurfluctuatie nog belangrijk geringer. Om te voorkomen dat de droge las vochtig zou worden, wordt de temperatuur van de thermokoppel bij het inbrengen iets hoger genomen dan die van het monster.

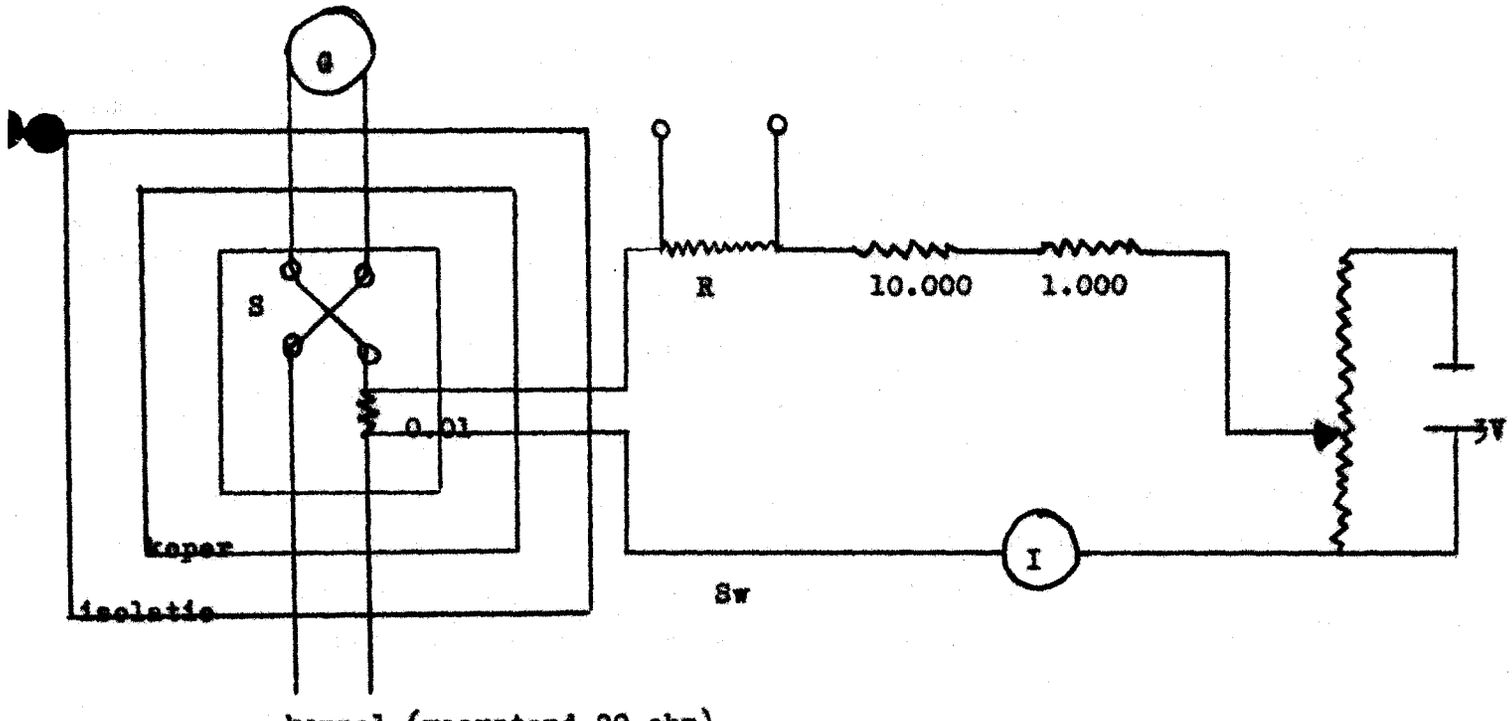
Voor het verkrijgen van een gelijkmatige temperatuur is de automatic expansion valve van de koeler van groot belang. Er wordt gebruik gemaakt van de valve van de Detroit Controls Co.; het nummer is 672 met de gegevens 25 "V to 25 # (V = vacuum; # = lbs per square inch). De verwarming van het bad wordt geregeld door een precision temperature controller van de Bayley Instrument Co., Danville, California (zie folders 8 en 9). Voor elke koeler en elke temperature controller dient te worden nagegaan bij welke belasting zij het best functioneren. Hier komt volgens Klute nog bij, dat een vrij hoge belasting in het algemeen de voorkeur verdient, daar deze snelle temperatuurfluctuaties geeft, die wellicht niet tot het monster kunnen doordringen. Hij werkte met een belasting van 100 watt en de verwarmingsdraad had een weerstand van ongeveer 70 ohm.

Wanneer voor de meest gunstige functionering de temperature controller een hogere belasting vraagt dan de koeler is dit volgens hem geen bezwaar. Men kan namelijk een deel van de belasting van de temperature controller laten opnemen door een weerstandsdraad buiten het bad.

Zoals nog zal worden uiteengezet meet Klute voor een bepaald onderzoek niet alleen bij 25°C, maar ook bij andere temperaturen. Bij 40°C verkreeg hij een wat betere temperatuurcontrole dan bij 5°C. Dit verschil wordt toegeschreven aan de viscositeit van de kerosine. In verband met brandgevaar wordt de roerder aangedreven door een borstelloze motor.

In afwijking met het aangehaalde artikel (7) sluit Klute bij het op temperatuur komen van de monsters de monsterbuizen af met rubber kurken. Vervolgens wordt de plaat met monsterbuizen afgedekt met een laag katoen, ter dikte van de opstaande rand van het bad, waarna dit geheel wordt overdekt met een dikke laag sponsrubber.

Het thermische voltage van de koppel wordt gemeten volgens Teele en Schumann (R.P. Teele and S. Schumann: A potentiometer for measuring voltages of 10 microvolts to an accuracy of 0.01 microvolt. Research Paper R P 1195, U.S. Dept. Commerce, Natl. Bur. Standards; Research Natl. Bur. Standards 22: 431, (1939). Van dit artikel kan eventueel aan Ogata een fotocopie worden gevraagd. Klute verschafte mij het volgende schakelschema:



koppel (weerstand 20 ohm)

De meting kan worden verricht door bij I de stroomsterkte of door bij R het voltage af te lezen. De reversal switch (S) en de weerstand van 0.01 ohm moeten ter voorkoming van thermobeïnvloeding worden ingebouwd.in

zwaar koper, dat is omgeven door een goede isolatie. Bij Sw kan eventueel ook een switch worden ingebracht voor metingen bij droge koppel.

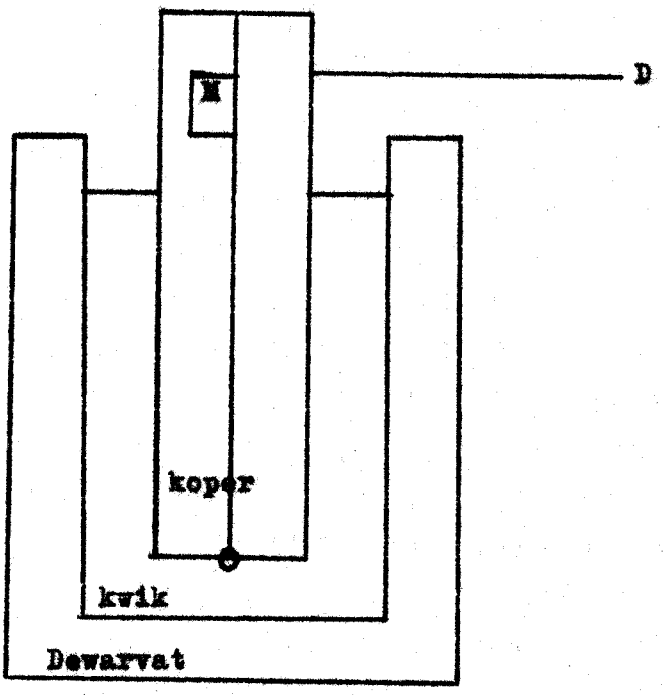
De galvanometer (G) wordt gebruikt als nulpuntsinstrument. De stand van de galvanometer doet er niet veel toe, als zij bij omkeren van de switch maar gelijk blijft. De stand kan worden beïnvloed door uitwendige omstandigheden. Wanneer dit niet het geval was, dan zou het thermische voltage van de koppel ook rechtstreeks kunnen worden gemeten. Bij minder hoge nauwkeurigheidseisen kan dit inderdaad worden gedaan. In dit geval is de microvolt-ammeter 150 A van Keithly (Keithly Instruments Inc., 12415 Euclid avenue, Cleveland 6, Ohio) goed bruikbaar. Over dit instrument werd het volgende opgemerkt: stabiliteit beter dan 0.1 microvolt per dag; short term noise kleiner dan 0.03 microvolt van piek tot piek; aflezingen in 0.02 microvolt; prijs ongeveer 700 dollar. Wanneer de nauwkeurigheid van de microvolt-ammeter 0.06 micrivolt zou bedragen, dan zouden de metingen met nauwkeurigheid van ongeveer 0.1 bar kunnen worden verricht.

Over de verbindingen werd opgemerkt, dat zij alle van koper dienen te zijn en dan liefst koper van dezelfde oorsprong, of nog beter van dezelfde partij. De verbindingen moeten niet worden gelast, maar door klemmen in koper worden tot stand gebracht.

De bereiding van de monsters zal in de paragraaf Vochtspanning en dampspanning worden beschreven. De koppels worden gecalibreerd met vijf oplossingen van kaliumchloride, waarvan de osmotische waarden uiteenlopen van 5-65 bar. De osmotische waarden van de oplossingen bij 25°C worden berekend door per 1°C vriespuntsdaling 13.33 bar aan te houden. Bij de calibrering worden de sample containers (zie 10) zodanig van filtreerpapier voorzien dat een holte overblijft, waarvan de afmetingen overeenkomen met de holte die bij de monsters wordt aangebracht. De sample containers worden geheel met oplossing gevuld. Wanneer de oplossing op temperatuur is, wordt de overmaat afgeheveld. Het geheel vullen wordt gedaan om te voorkomen, dat bij het op temperatuur komen uitkristallisaties optreden. De koppels geven reeds na 10-30 minuten een constante aflezing; hoe lager de relatieve vochtigheid is, des te korter deze tijd is. Het thermische voltage is voor verschillende koppels vrijwel gelijk en per koppel is ook de verandering met de tijd zeer gering. Bij het onderzoek van grond is een zeer goede overeenstemming verkregen tussen enerzijds het thermische voltage van de koppels en anderzijds de som van de vochtspanning en de osmotische waarde van de bodemoplossing. Bij hoge nauwkeurigheidseisen moet rekening worden gehouden met de barometerstand (zie 7).

De beschreven apparatuur kan ook worden gebruikt voor de meting van de zuigkracht van bladeren. Bij de calibrering van de koppels moet hiertoe het filtreerpapier op dezelfde wijze in de sample containers

werden gebracht als het te meten blad. L.A. Richards was bezig met voor de bladmetingen een vereenvoudigde opstelling te ontwikkelen. Het thermische voltage van de koppels werd gemeten met de eerder vermelde microvoltammeter 150 A van Keithly. Het blad werd met de volgende apparatuur op temperatuur gebracht:



De meetkamer (M) komt vrij door met behulp van de draad (D) de rechter koperen staaf van de andere af te trekken. Het bovenste deel van de koperen staven wordt omgeven door een laag katoen.

Calcium en magnesium (methoden 7, 8 en 9).

Calcium en magnesium in het verzadigingsextract worden gewoonlijk bepaald door middel van titratie met E D T A (methode 7); de methoden 8 en 9 worden weinig of niet toegepast. Zelf heb ik ook enkele E D T A-titraties uitgevoerd. Er werd uitgegaan van 2 ml verzadigingsextract. Voor de calciumbepaling werd hieraan achtereenvolgens toegevoegd enkele kristalletjes G (zie 11), vier druppels B (om de pH op ongeveer 12 te brengen) en een mespunt H, waarna werd getitreerd. Voor de bepaling van calcium + magnesium werden aan het extract enkele kristalletjes G, tien druppels A en één druppel D toegevoegd.

Natrium en kalium (methoden 10 en 11).

Natrium en kalium in het verzadigingsextract worden gewoonlijk bepaald door middel van een vlamfotometer (methoden 10 a en 11 a); de methoden 10 b en 11 b worden weinig of niet toegepast.

Sinds kort worden natrium en kalium ook bepaald met behulp van glaselectroden van Beckman Instruments Inc. De methodiek hiervoor is uitgewerkt door Bower (C.A. Bower: Determination of sodium in saline solutions with a glass electrode. Proc. Soil Sci. Soc. Amer. 23 : 29-31, 1959). Electrode 78137 V is ongeveer even gevoelig voor natrium-, kalium- en waterstofionen en ongevoelig voor calcium- en magnesiumionen. Wanneer het kalium wordt neergeslagen en de pH op 7 of hoger wordt gebracht, kan zij worden gebruikt voor de bepaling van natrium. Door het kalium niet meer te slaan kan ook de som van natrium + kalium worden bepaald. De twee bepalinge tesamen leveren aldus een kaliumbepaling.

Volgens Mortland (M.M. Mortland: Using a glass electrode for estimating exchangeable potassium in soils. Quarterly Bulletin 43 : 491-498 1961) is electrode 78137 V ook gevoelig voor ammonium- en lithiumionen. Hij heeft haar benut om het kaliumgehalte van grond te bepalen. Voor de minerale gronden van Michigan behoeft volgens hem hierbij gewoonlijk geen rekening te worden gehouden met de gehalten aan natrium- en ammoniumionen.

Electrode 78178 V is vele malen gevoeliger voor natrium dan voor kalium. Zij is dus een speciale natriumelectrode. Bij aanwezigheid van veel kalium moet dit niettemin toch worden neergeslagen. Bower doet dit met tetraphenylboron. Hiervan is alleen het natriumzout in de handel. Er kan echter eenvoudig het triaethanolaminezout van worden gemaakt, daar dit weinig oplosbaar is; het kaliumzout is echter nog minder oplosbaar.

Het voltage van de electroden moet tot in halve millivolts kunnen worden afgelezen. Hiervoor is de Zeromatic pH-meter van Beckman zeer geschikt; de gevoeligheid van het instrument moet hiertoe tienvoudig worden opgevoerd (zie het artikel van Mortland). De temperatuur waarbij wordt gemeten moet liefst niet meer dan 1°C verschillen van de temperatuur, waarbij de standaardcurve wordt bepaald. Bij electrode 78178 V dient te worden nagegaan of de gevoeligheid voor kalium niet langzamerhand toeneemt. Bij metingen van oplossingen verdunt Bower deze 1:1 met 2 N magnesiumacetaat, zodat de meting geschiedt in een milieu van 1 N van dit zout. Voor de bepaling van het uitwisselbare natrium in grond extraheert hij deze met 1 N magnesiumacetaat.

Bij pH-metingen wordt het verschil in pH tussen een suspensie en de bovenstaande oplossing aangeduid met suspensieëffect (ΔpH M F). Het effect treedt wel op wanneer alleen de calomelelectrode maar niet wanneer alleen de glaselectrode in de suspensie wordt gebracht. Hetzelfde verschijnsel komt voor bij pNa-metingen. Bower heeft hierbij geconstateerd, dat het suspensieëffect afneemt met afnemende concentratie van de oplossing van kaliumchloride in de calomelelectrode; bij 0.1 N kaliumchloride wordt het

effect nul. In het Report to Collaborators 1959 schrijft hij over het suspensieëffect van p Na-metingen het volgende(E S P = exchangeable sodium percentage):

The Δ E M F is positively related to the E S P and negatively related to the electrolyte concentration of the system. Because the double-layer potential of soils and clays decreases with increasing electrolyte concentration and increases with increasing E S P, the results suggest that the Δ E M F is a function of the double-layer potential. From theoretical considerations Van Overbeek (J. Coll. Sci. 8: 593-605, 1953) has concluded that in suspensions having particles of high surface charge density such as clay the Δ E M F is given approximately bij the equation:

$$\Delta \text{ E M F} = \frac{R\,T}{F} \ln \frac{\text{el. conduct.of suspension}}{\text{el. conduct. of equilibrium solution}}$$

Bower vond een goede overeenstemming tussen de aldus berekende theoretische waarden en de gemeten waarden.

Carbonaat en bicarbonaat (methode 12).

Wanneer de bepalingen van carbonaat en bicarbonaat in het verzadigingsextract niet direct na de extractie worden uitgevoerd, moet ter voorkoming van neerslag natriumhexametafosfaat aan het extract worden toegevoegd (zie methode 3 a). Zelf heb ik ook enkele carbonaat- en bicarbonaattitraties (methode 12) uitgevoerd, waarbij vrijwel niets werd gevonden. Carbonaat kan alleen bij een pH hoger dan 9 in grote hoeveelheden in het verzadigingsextract aanwezig zijn en bicarbonaat alleen bij een pH hoger dan 7. Er werd bij de titratie uitgegaan van 2 ml. extract.

Andere ionen (methoden 13, 14, 15, 16 en 17).

De ionen die gewoonlijk in grote hoeveelheden in zoute gronden voorkomen, zijn die van natrium, magnesium, calcium, chloor, sulfaat en bicarbonaat. Soms komen ook de ionen van kalium en nitraat in een grote hoeveelheid voor. De reeds besproken bepalingen van calcium, magnesium, natrium, kalium, carbonaat en bicarbonaat worden regelmatig in het verzadigingsextract uitgevoerd. Ook voor de chloorbepaling (methode 13) is dit het geval. De lastige sulfaatbepaling (methode 14) wordt gewoonlijk achterwege gelaten. Ook de nitraatbepaling (methode 15) wordt niet regelmatig verricht. Daar de ionen van ammonium en fosfaat niet in grote hoeveelheden in aride gronden voorkomen, worden deze ionen niet in het verzadigingsextract bepaald. Het extract wordt soms wel onderzocht op silicaat (methode 16). Het wordt voorts vrij regelmatig onderzocht op borium (methode 17). In het hoofdstuk Onderzoek van het irrigatiewater zal op de boriumbepaling nader worden teruggekomen.

Bower raadde mij aan om het verzadigingsextract niet alleen te benutten voor de bepaling van de zouttoestand maar ook voor de bepaling van de voedingstoestand van de grond (zie het Verslag van een studiereis naar Florida). Hij meent dat de in het verzadigingsextract opgeloste voedingsstoffen een betere maat geven voor de voeding van het gewas dan de in andere extracten opgeloste voedingsstoffen. Van de op ons laboratorium verrichte bepalingen zou de invoering van het verzadigingsextract vooral een verbetering inhouden voor de magnesiumbepaling.

Uitwisselbare kationen (methoden 18, 19 en 20).

De methodiek voor de bepalingen van de uitwisselbare kationen (methode 18) en de uitwisselingscapaciteit (methode 19) van de grond is uitgewerkt door Bower, e.a. (12). Voor eerst genoemde bepaling wordt de grond drie keer uitgewassen met ammoniumacetaat. De op deze wijze gevonden hoeveelheden calcium, magnesium, natrium en kalium moeten worden verminderd met de hoeveelheden, die in het verzadigingsextract aanwezig zijn. Het uitwisselbare ammonium kan tengevolge van het uitwassen met ammoniumacetaat niet worden bepaald; maar zoals reeds werd vermeld, komt het ammonium in aride gronden niet in grote hoeveelheden voor. Wanneer de grond calciumcarbonaat bevat kan ook de hoeveelheid uitwisselbaar calcium niet worden vastgesteld (12). Dit is evenmin mogelijk bij aanwezigheid van zoveel gips, dat dit zout in verzadigde grond niet geheel in oplossing kan gaan. Wanneer de grond magnesiumcarbonaat bevat moet ter bepaling van het uitwisselbare magnesium niet worden uitgewassen met ammoniumacetaat maar met natriumacetaat (Bower 13).

Voor de bepaling van de uitwisselingscapaciteit wordt de grond vier keer uitgewassen met natriumacetaat en vervolgens drie keer met aethanol en drie keer met ammoniumacetaat. Het netrium dat met de ammoniumacetaat uit de grond wordt verdreven geeft de uitwisselingscapaciteit aan (zie 12).

Het percentage uitwisselbaar natrium (E S P) is van groot belang voor de struktuur van de grond. Voor natriumgevoelige gewassen geeft het ook een maat voor de natriumoxiciteit. E S P kan op directe wijze worden berekend uit het uitwisselbaar natrium en de uitwisselingscapaciteit (methode 20 a). Met behulp van de gehalten van het verzadigingsextract aan natrium, calcium en magnesium is echter ook een empirische berekening mogelijk (methode 20 b). Wanneer de grootheden uitwisselbaar natrium en uitwisselingscapaciteit niet om andere redenen op prijs worden gesteld, wordt gewoonlijk de laatste methode gevolgd. De bepaling van genoemde grootheden is namelijk bewerkelijk, zoals ook uit het voorgaande is gebleken.

Bij de empirische berekeningswijze worden de volgende formules gebruikt (S A R = sodium adsorption ratio):

$$E\ S\ P = \frac{100(-0.0126 + 0.01475\ S\ A\ R)}{1 + (-0.0126 + 0.01475\ S\ A\ R)} \qquad SAR = Na^{+}/\sqrt{(Ca^{++}+Mg^{++})/2}$$

Na^{+} , Ca^{++} en Mg^{++} verwijzen naar de concentraties van deze ionen in milligramequivalenten per liter. Wilcox (14) heeft voor de berekening van S A R een tabel samengesteld. Het Handbook geeft voor de berekening van S A R en E S P een monogram.

Ook het percentage uitwisselbaar kalium (E P P) kan op empirische wijze worden berekend. Hiervoor dienen de volgende formules dienst (P A R = potassium adsorption ratio):

$$E\ P\ P = \frac{100(0.0360 + 0.1051\ P\ A\ R)}{1 + (0.0360 + 0.1051\ PAR)} \qquad P\ A\ R = K^{+}/\sqrt{(Ca^{++}+ Mg^{++})/2}$$

Gips (methode 22).

Het Handbook geeft drie methodieken voor de bepaling van het gipsgehalte van grond (methoden 22 a, b en c) en één methodiek voor de bepaling van de gypsum requirement (methode 22 d). De grond mag voor de bepaling van het gipsgehalte niet worden gedroogd. Verhitting bevordert namelijk de omzetting van $CaSO_4 . 2H_2O$ in $Ca\ SO_4\ \frac{1}{2}\ H_2O$; het laatste hydraat is beter oplosbaar in water dan het eerste. De oplosbaarheid van gips is ook nog van andere factoren afhankelijk. Bower raadde mij in dit verband de lezing van Vanoni en Conrad (I.E. Vanoni and J.P. Conrad: Calcium- and sulfat-ion concentrations in a soil receiving excess gypsum as influenced by several factors. Soil Sci. 53: 125-133, 1942) aan en Allison de lezing van Reitemeier (R.F. Reitemeier: Effect of moisture.content on the dissolved and exchangeable ions of soils of arid regions. Soil Sci. 61:195-214, 1946) en van Reitemeier en Wilcox (R.F. Reitemeier en L.V. Wilcox: A critique of estimating soil solution concentration from the electrical conductivity of saturated soils. Soil Sci. 61:281-293, 1946).

Organische stof (methode 24).

Het Handbook geeft ook een methode voor de bepaling van het gehalte aan organische stof (methode 24). Allison (15) heeft een gewijzigde bepalingsmethodiek gepubliceerd.

Vochtgehalte (methoden 26 en 27).

Voor de bepaling van het vochtgehalte van de grond wordt de gebruikelijke methodiek beschreven (methode 26). Het vochtgehalte bij verzadiging kan op verschillende wijzen worden vastgesteld (methoden 27 a, b en c).

Vochtspanning (methoden 29, 30, 31, 32 en 33):

Richards (16) heeft de verschillende methoden voor de meting van de vochtspanning beschreven. Het kan worden gedaan met tensiometers, pressure cookers en membraanpersen. Voor de meting van het vochtgehalte bij 1/1(en bij 1/3 atm. wordt gebruik gemaakt van pressure cookers (methoden 29 en 30). Deze bevatten vier keramische platen met bijbehoren (zie voor deze pressure plate cells de folders 5 en 6). Met behulp van buretten wordt de outflow van de pressure plate cells nagegaan. De hoogte van de waterstand in de buretten moet gelijk zijn aan de hoogte van de keramische platen. Bij het opheffen van de druk worden ter voorkoming van backflow de outflow tubes van de pressure plate cells eerst dichtgeknepen.

Voor de meting van het vochtgehalte bij 15 atm. wordt gebruik gemaakt van membraanpersen (methode 31). Op het U.S.Salinity Laboratory wordt als membraan cellulose casing van Visking Co. (Chicago) toegepast. Afbeeldingen van membraanpersen zijn weergegeven in bovengenoemde folders. De membraan rust op gaas, dat dienst doet als drainage. Het gaas rust op zijn beurt op de dik metalen onderplaat van de membraanpers. Daar deze plaat vlak is en het afdruipgat zich in het midden er van bevindt, zal zij wellicht zuiver horizontaal moeten worden opgesteld. De monsters worden met behulp van een neoprene diafragma, dat zich aan de bovenplaat van de membraanpers bevindt, op de membraan gedrukt. In het diafragma wordt hiertoe een overdruk aangelegd van $\frac{1}{2}$ atm. Deze overdruk kan op eenvoudige wijze tot stand worden gebracht met een mercury differential regulator (5, 6). Om het vuil worden van het neoprene te voorkomen, worden de monsters afgedekt met waxed paper. Ter opwekking van de benodigde druk is er een speciale compressor ontwikkeld (6).

Voor de bepaling van de vochtkarakteristiek worden ringmonsters van gestoorde of ongestoorde grond gebruikt (methode 32). Richards (17) heeft de sample retainers beschreven en Richards en Ogata (18) de keramische plaatjes van deze sample retainers en de methodieken om de air-bubbing pressure, de air-entry pressure en de permeability van de plaatjes te meten. Uit keramisch materiaal van Coors Porcelain Co hebben zij plaatjes vervaardigd, die bij een air-bubbing pressure van 5 atm. een air-entry pressure hadden van meer dan 3 atm. Dit laatste houdt in, dat het gewicht van vochtige plaatjes tot een druk van 3 atm. vrijwel niet verandert.

In afwijking van het onder methode 32 beschrevene kunnen de keramische plaatjes, mits zij voldoende vlak zijn, direct op de keramische platen van een pressure cooker worden gezet (17, 18). De pressure cookers worden toegepast tot een druk van 1 atm. (voor zeer nauwkeurige

meting heeft de Soil Moisture Equipment Co. een volumetrie pressure plate extractor ontwikkeld, die tot een druk van 2 atm. kan worden aangewend). Voor hogere drukken worden membraanpersen gebruikt. Tengevolge van een onvoldoende contact kunnen de keramische plaatjes niet direct op de membraan worden gezet. Het contact tussen de plaatjes en de membraan wordt tot stand gebracht met een laagje van de fijne fractie van een sandy loam soil (17, 18). Dit laagje behoeft niet te worden afgedekt met kaasdoek (zie methode 32).

Met behulp van buretten wordt de outflow van de pressure plate cells en de membranen nagegaan. Wanneer de outflow lang duurt, moeten maatregelen worden getroffen om verdamping vanuit de buretten te voorkomen (16). Voor de vervaardiging van een vochtkarakteristiek wordt gewoonlijk het vochtgehalte bepaald bij drukken van 1/100, 1/30, 1/10, 1/3, 1, 3 en 15 atm. Al deze bepalingen kunnen worden gedaan met één sample retainer. Daar het gewicht van het keramische plaatje slechts constant is tot een druk van 3 atm., moet bij de laatste bepaling op de gewichtsvermindering van het plaatje worden gecorrigeerd (17).

In afwijking van methode 32 wordt ter bepaling van de vochtkarakteristiek van ongestoorde grond bij de vaststelling van het vochtgehalte bij 15 atm. vaak met gestoorde grond gewerkt. Dit heeft slechts een geringe invloed op het te vinden vochtgehalte (18). Met deze beïnvloeding moet ook rekening worden gehouden bij de methoden 29, 30 en 31, waarbij eveneens met gestoorde grond wordt gewerkt. De boor voor het nemen van ongestoorde ringmonsters is afgebeeld in het Handbook.

Pressure cookers en membraanpersen kunnen ook worden gebruikt ter winning van de bodemoplossing. Om aan een grond met een vochtspanning van 0.1 atm. vocht te onttrekken maakte Eaton (zie de paragraaf Verzadigingsextract) gebruik van een pressure cooker. Met behulp van een membraanpers kan bij belangrijk hogere vochtspanningen nog vocht aan de grond worden onttrokken (zie methode 3 d). Wanneer men de te verkrijgen oplossing wil analyseren dient de membraan van cellofaan te worden genomen, terwijl de druk met stikstof moet worden aangelegd (6). Bij langdurige extracties moeten maatregelen worden getroffen om verdamping vanuit de opvangflesjes te voorkomen.

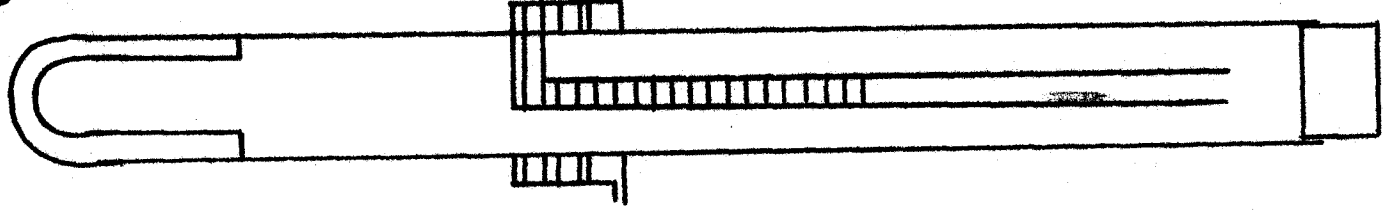
In samenwerking met G.H. Bolt van de Landbouwhogeschool houdt J.V. Lagerwerff zich o.a. bezig met de bestudering van de theorie over de winning van de bodemoplossing (zie 19). In het aangehaalde artikel geeft Bolt de volgende samenvatting:

Summarizing pressure filtration for the isolation of the equilibrium solution should only be considered for suspensions containing a high enough liquid content and/or electrolyte concentration to avoid double layer interaction. Furthermore filters should be selected that are equally perveous to liquid and solutes.

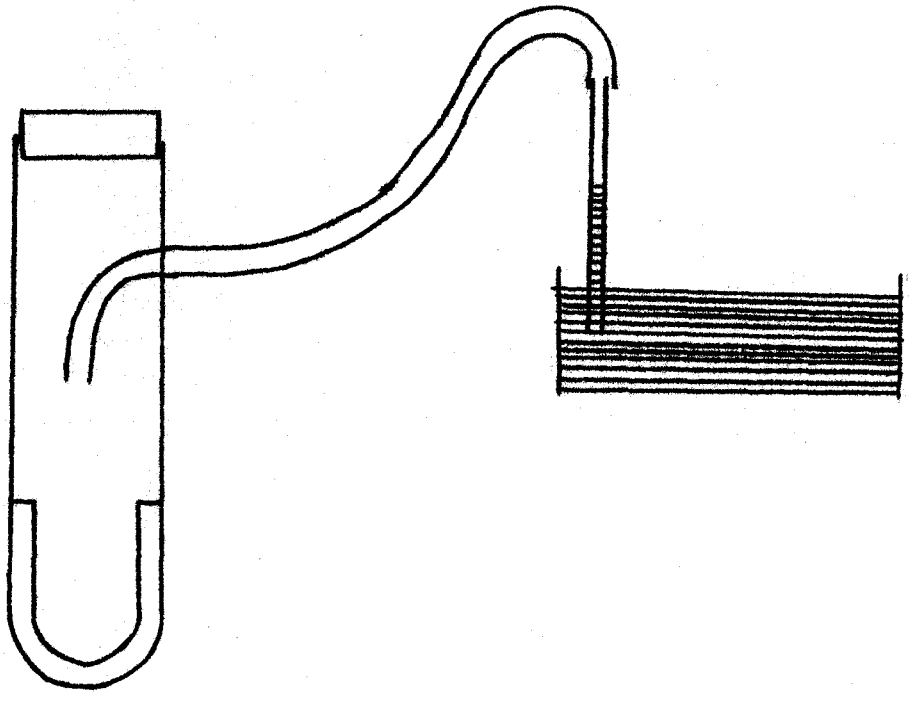
De experimenten van Lagerwerff (19) kunnen dit bevestigen.

Over het gebruik en de constructie van tensiometers heeft Richards (16) uitvoerig gerapporteerd. In een folder van de University of California (20) worden verschillende praktische opmerkingen gemaakt.

Richards heeft mij het een en ander over de Larktensiometers verteld (zie 21; Lark zou volgens Ogata ontleend zijn aan L.A. Richards Company). De gage tensiometer heeft het voordeel dat de gage afneembaar is, waardoor voor verschillende tensiometers slechts één gage behoeft te worden aangeschaft. Daar de gage gevuld is met antivries is zij bovendien bestand tegen vorst. Voorts kan zij in het veld worden gecalibreerd. Een ander voordeel is dat de plastic buis in een vlam kan worden omgebogen. Ook de mercury tensiometer kan vorst weerstaan. Zij ziet er als volgt uit:



E.J. Doering was over deze tensiometer zeer tevreden. Hij werkte ook met de volgende opstelling:



De onderdelen voor deze opstelling zijn eveneens van Lark Instruments. Het rechtse onderdeel wordt met vijf stijgbuizen voor kwik gebracht als manometer kit.

De Soil Moisture Equipment Co. (5, 6) is een andere firma, die zeer goede tensiometers levert; zowel van het mercury als van het Bourdon dial type. Zoals mij bij een demonstratie gebleken is, heeft het laatst genoemde type een zeer grote gevoeligheid (zie 6). De firma levert ook een multiple tensiometer, waarmede op zes verschillende diepten de vochtspanning kan worden vervolgd. Richards (L.A. Richards: Multiple tensiometer for determining the vertical component of the hydraulic gradient in soil. Proc. Soil Sci. Soc. Amer. 18:7-9, 1954) heeft over een dergelijke tensiometer en het gebruik er van een publikatie geschre-

ven. Hij was over de in deze publikatie beschreven tensiometer echter niet zo tevreden.

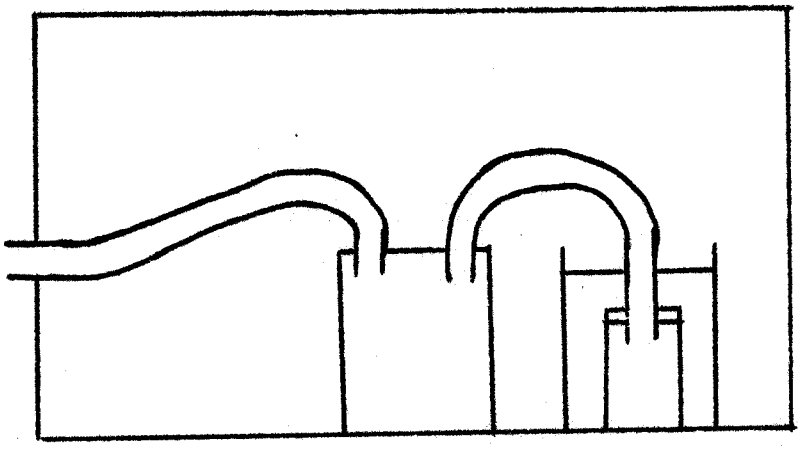
Richards vestigde ook mijn aandacht op de porous cup irrigation controller van Moist - O - Matic Inc., 1795 Massachusets avenue, Riverside. De porous cup schakelt, met gebruik making van een tijdklok, de bevloeiingsinstallatie op hydraulische wijze in of uit. De irrigation controller wordt niet op commerciële bedrijven toegepast. In stadstuintjes wordt zij echter veel gebruikt.

De bepaling van het vochtgehalte bij veldcapaciteit kan het best worden gebaseerd op bemonstering van de grond in het veld (methode 33). Richards en Stumpf (L.A. Richards and H.T. Stumpf: Volumetric soil sampler Soil Sci. 89: 108-110, 1960) hebben een boor beschreven, waarmede tot een diepte van 180 cm volumemonsters kunnen worden genomen. Het opnemen van grondwaterstandsbuizen wordt electrisch gedaan: wanneer de koperen staaf, die men hierbij in de buis laat zakken, het wateroppervlak raakt, wordt het circuit gesloten, waarvan de buiswand en de ophangdraad van de koperen staaf de stroom aan- en afvoeren.

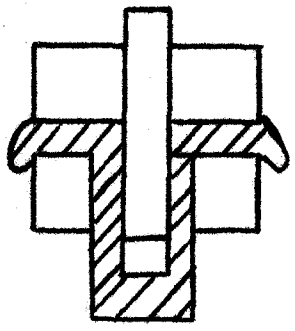
Vochtspanning en dampspanning.

De assistent J.R. Hadley heeft mij uiteengezet, hoe de monsters voor de meting van de dampspanning worden klaar gemaakt. Voor de meting bij veldvochtige grond worden de monsters gestoken met een boor, die dezelfde diameter heeft als de sample containers (zie 10). De soil cores worden direkt in de sample containers gedrukt. In het laboratorium wordt een gat in de soil cores geboord (zie 7), waarin bij de meting de thermokoppel wordt gebracht. De op deze wijze verkregen monsters zijn niet geschikt voor de bepaling van de vochtkarakteristiek.

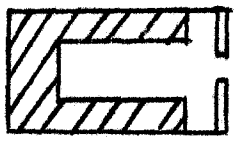
Voor de vervaardiging van de vochtkarakteristiek wordt uitgegaan van verzadigde grond, welke in een met waterdamp verzadigd enthokje wordt overgeschept in porous cups (zie 10). Deze cups worden vooraf in een pressure cooker doorgespoeld met het verzadigingsextract van de betreffende grond. Het doorspoelen gebeurt als volgt:



Na het vullen van de cups wordt ter verkrijging van een gat voor de thermokoppel een staafje in de grond gedrukt. Ook dit gebeurt in het enthokje en wel met behulp van het volgende instrument:



De grond wordt vervolgens ontwaterd op een Buchnertrechter, die zich eveneens in het enthokje bevindt. De Buchnertrechter is hiertoe voorzien van een laag van de betreffende verzadigde grond, waarin de cups met staafjes staand worden ingedrukt. Zodra de grond door de ontwatering stijf is geworden, worden de staafjes verwijderd en worden de cups als volgt met een rubberen stopje (met in het midden een gaatje) afgesloten (zie 10):



Vervolgens worden de cups voor het aanleggen van de gewenste vochtspanning uit het enthokje gehaald en in een pressure plate apparatus gebracht. De op het U.S. Salinity Laboratory gebruikte pressure plate cell kon een druk weerstaan van 15 atm. Er kwam bij deze druk weliswaar wat lucht door de poreuze plaat, maar dit was zo weinig, dat het geen moeite kostte om de druk te handhaven. De poreuze plaat wordt vooraf doorgespoeld met het verzadigingsextract van de betreffende grond. Op de plaat bevindt zich een laag van de betreffende ontwaterde grond, waarin de cups liggend worden ingedrukt. Dit mag niet zo diep gebeuren, dat het gaatje van het

rubberen stopje onder het grondoppervlak verdwijnt. Ter voorkoming van verdamping en ter bescherming voor neervallende condensdruppels worden de cups afgedekt met aluminiumpapier. Er wordt geen diafragma gebruikt. Tussen de laag grond en de poreuze plaat bevindt zich gaas, onder welks cirkelvormige rand een slappe slang is aangebracht. Wanneer de grond op de gewenste vochtspanning is gekomen (waterstand in buret constant), wordt de slang volgepompt met propylene glycol, waardoor de grondlaag met cups van de poreuze plaat wordt getild. Dit wordt gedaan om bij het opheffen van de druk backflow te voorkomen. Vervolgens worden de cups weer in het enthokje gebracht, waar de rubberen stopjes worden verwijderd en de cups in de sample containers worden gedaan.

Klute bestudeerde de invloed van de temperatuur op de vochtspanning en de total soil-moisture stress. Zijn pressure plate apparatuses bevonden zich hiertoe in thermostaten met uiteenlopende temperaturen. Bij de meting van de dampspanning werd dezelfde temperatuur aangehouden als bij het aanleggen van de gewenste vochtspanning.

Klute maakte de monsters op een andere wijze klaar, dan hierboven is beschreven. Hij ontwaterde de grond in een pressure plate apparatus, waartoe een laag verzadigde grond, met tal van plastic cylindertjes er in, op de porous plate werd aangebracht. Zo gauw de grond stijf was, werd de boven de cylindertjes uitstekende grond weggesneden en werden, voor zover aanwezig, de staafjes verwijderd. Vervolgens werd de grond bij de gewenste temperatuur op de gewenste vochtspanning gebracht, waarna de cylindertjes met grond uit de laag werden genomen en aan de onderzijde werden bijgesneden. Voor de meting van de vochtspanning moesten, om in de sample containers voldoende hoogte te krijgen, verschillende cylindertjes op elkaar worden geplaatst.

Onderzoek van het irrigatiewater.

Bij de bespreking van de door mij bestudeerde wateronderzoekmethodieken zal dezelfde zal dezelfde volgorde worden aangehouden als in het Handbook. Mrs. M.G. Keyes gaf mij de formulieren, die bij het wateronderzoek worden gebruikt: collector's description of water sample (22), laboratory work sheet (23) en report of water analysis (24). De twee laatst genoemde formulieren vermelden de bepalingen, die worden verricht. Het is opvallend dat het ijzergehalte niet wordt bepaald. Volgens Mrs. Keyes zouden de watermonsters op het oog echter nooit blijk geven ijzer te bevatten. Methodieken voor de ijzerbepaling worden beschreven in het

boek van de American Public Health Association, de American Water Works Association en de Federation of Sewage and Industrial Wastes Association (A P H A, A W W A, F S I W A: Standard methods for the examination of water, sewage and industrial wastes. Tenth ed., Publication office: A P H A, 1790 Broadway, New York 19, N.Y., 1955).

Electrische geleidbaarheid (methode 72).

Het voorschrift voor de bepaling van de electrische geleidbaarheid wordt gegeven onder methode 72; ook wordt een voorschrift gegeven voor het platiniseren van de elektroden.

Borium (methode 73).

Het boriumgehalte wordt titrimetrisch (methode 73 a) of colorimetrisch (methode 73 b) bepaald. Bij laatst genoemde methode wordt gebruik gemaakt van carmine; Hatcher en Wilcox (25) hebben er een publikatie over geschreven.

Voor de bepaling van het boriumgehalte in het verzadigingsextract van grond wordt de carminemethode toegepast. Wanneer het extract gekleurd is, moet het eerst worden ontkleurd (methode 17).

Bij de bepaling van het boriumgehalte van gewasmateriaal geeft volgens J.T. Hatcher (26) de natte verassing met perchloorzuur (methode 54 a) lagere waarden dan de droge verassing (methode 62). Hij schrijft dit toe aan de vervluchtiging van boorzuur bij de natte verassing. Wanneer de destructiezuren na de verassing niet goed worden verwijderd, geeft dit door aantasting van de kleurstof eveneens te lage waarden.

Silicium (methode 76).

Het siliciumgehalte wordt niet zo vaak bepaald. Wanneer het wordt bepaald, dan wordt gewoonlijk de colorimetrische methode (methode 76 b) gevolgd. De gravimetrische bepalingswijze (methode 76 a) wordt weinig of niet toegepast.

Calcium en magnesium (methoden 77, 78 en 79).

Calcium en magnesium worden bepaald door middel van titratie met E D T A (methode 79; zie de paragraaf Calcium en magnesium van het voorgaande hoofdstuk). De methoden 77 en 78 worden niet meer toegepast. Volgens Mrs. Keyes zal bij de calciumbepaling van ijzerhoudend water eerst het ijzer moeten worden verwijderd.

Natrium en kalium (methoden 80 en 81).

Natrium en kalium worden vlamfotometrisch bepaald (methoden 80 b en 81 c). De methoden 80 a en 81 a en b worden niet meer toegepast.

Carbonaat en bicarbonaat (methode 82).

Bij de bepaling van carbonaat en bicarbonaat wordt getitreerd met zwavelzuur; eerst op phenolphthaleïne en dan op methyloranje. Onder methode 82 is de volgende tabel opgenomen:

The titration of hydroxide, carbonate and bicarbonate ions in the presence of phenolphthalein and methyl orange indicators (P = titration to the phenolphthalein end point; T = total titration to the methyl orange end point).

Result of titration	Titration value related to each ion		
	Hydroxide	Carbonate	Bicarbonate
P =	0	0	T
$P < \frac{1}{2} T$	0	2 P	T - 2 P
$P = \frac{1}{2} T$	0	2 P	0
$P > \frac{1}{2} T$	2 P - T	2(T - P)	0
P = T	T	0	0

In de tabel is steeds 2 P opgenomen, omdat bij de titratie op phenolphthaleïne het aanwezige carbonaat wordt omgezet in bicarbonaat. Wanneer 2 P groter is dan T, dan moeten ook hydroxylionen aanwezig zijn, of m.a.w. is de pH hoog. Bicarbonaat kan in dit geval niet aanwezig zijn; de hoeveelheid bicarbonaat die bij de titratie op phenolphthaleïne ontstaat is gelijk aan T - P en de oorspronkelijke hoeveelheid carbonaat is dus 2 (T - P).

Kwaliteitswaardering van het irrigatiewater.

Volgens Wilcox zijn voor de kwaliteitswaardering van het irrigatiewater voornamelijk de volgende drie punten van belang: zoutconcentratie, natrium en borium (zie ook 27, 28 en 29). Hij zal gaarne worden ingelicht over de chemische samenstelling van het Rijnwater. Het zou van belang zijn het Rijnwater op borium te gaan onderzoeken. Dit temeer daar het boriumgehalte van stadsafvalwater hoog kan zijn. In Amerika is juist met stadsafvalwater ontdekt, dat borium een probleem kan zijn. Uit het Report to Collaborators 1959 heb ik een uittreksel gemaakt over de chemische samenstelling van oceaanwater (zie 30).

Het irrigatiewater wordt gewoonlijk onderzocht op de kationen van calcium, magnesium, natrium en kalium en op de anionen van carbonaat, bicarbonaat, sulfaat, chloride en nitraat. Ook wordt wel het fluoride-

gehalte (methode 85) bepaald. Er bestaan verschillende mogelijkheden om na te gaan of bij de analysering fouten zijn gemaakt. Bij uitdrukking in milligramaequivalenten moet de som van de kationen bijvoorbeeld vrijwel gelijk zijn aan de som van de anionen. Voorts is de verhouding - electrische geleidbaarheid in micromho's per centimeter gedeeld door de som van de kationen (of de som van de anionen) in milligramaequivalenten per liter - gewoonlijk 100. Voor water van éénzijdige chemische samenstelling wijkt de verhouding belangrijk van 100 af. Zij is echter vrijwel nooit lager dan 80 (water met veel calcium en magnesium en veel bicarbonaat of sulfaat) of hoger dan 110 (water met veel natrium en chloride). Ook bij de analysering van de grond bestaan er verschillende mogelijkheden om de juistheid van de gevonden analysecijfers na te gaan (zie het Handbook).

Zoutconcentratie.

Op basis van de geleidbaarheid in micromho's wordt het irrigatiewater ingedeeld in vier zoutklassen: lager dan 250 is laag, 250 - 750 is matig, 750 - 2250 is hoog en hoger dan 2250 is zeer hoog (27, 28). De indeling van de gewassen naar zoutgevoeligheid is gebaseerd op de geleidbaarheid van het verzadigingsextract (28, Handbook). Het verband tussen de geleidbaarheid van het irrigatiewater en de geleidbaarheid van het verzadigingsextract kan tot uitdrukking worden gebracht in de leaching requirement, waarmede wordt aangegeven het percentage van het irrigatiewater dat moet doorspoelen, om te voorkomen dat het drainagewater zouter wordt dan een aangenomen waarde. Bij continu doorspoeling is de geleidbaarheid van het drainagewater vaak 1½ á 2 keer zo groot als de geleidbaarheid van het verzadigingsextract van de grond in de bewortelde laag (28). De volgende tabel is overgenomen uit het Handbook:

Electrical conductivity of irrigationwater (micromho's)	Leaching requirement for the indicated maximum values of the conductivity of the drainage water at the bottom of the root zone (millimho's).			
	4	8	12	16
250	6.2	3.1	2.1	116
750	18.8	9.4	6.2	4.7
2250	56.2	28.1	18.8	14.1

Natrium.

In de paragraaf Uitwisselbare kationen van het voorgaande hoofdstuk hebben wij gezien, dat het percentage uitwisselbaar natrium (E S P) een maat is voor het struktuurverval van de grond en voor de natrium-

toxiciteit en dat E S P kan worden berekend met behulp van de sodium adsorption ratio (S A R) van het verzadigingsextract. De beste maat voor het natriumgehalte van het irrigatiewater is dan ook zijn S A R. De evenwichtstoestand tussen E S P en S A R is onafhankelijk van de concentratie van het verzadigingsextract en dus van de concentratie van het irrigatiewater. Bij hoge concentraties van het irrigatiewater wordt de evenwichtstoestand echter vlugger bereikt dan bij lage concentraties. Vandaar dat bij lage geleidbaarheid van het irrigatiewater hogere S A R - waarden kunnen worden toegelaten dan bij hoge geleidbaarheid (zie 28, 29 en Handbook). Wilcox (28, zie ook Handbook) heeft een nomogram gegeven, waarmede aan de hand van de gehalten aan natrium en calcium plus magnesium de S A R-waarden kunnen worden afgelezen. Tevens kunnen de E S P-waarden worden afgelezen. Deze zullen echter meestal te laag zijn, daar het irrigatiewater door verdamping en transpiratie in de grond geconcentreerder wordt en daarmede S A R groter; bij verdubbeling van de concentratie neemt S A R met de factor $\sqrt{2}$ toe (zie de formule voor S A R in de paragraaf Uitwisselbare kationen van het voorgaande hoofdstuk).

Behalve de S A R-wwarde en de geleidbaarheid is ook het residual sodium carbonate (R S C) van belang voor de waardering van het natriumgehalte van het irrigatiewater. R S C wordt gedefiniëerd met de formule:

$$R\ S\ C = (CO_3^{--} + HCO_3^{-}) - (Ca^{++} + Mg^{++})$$

waarin de concentraties zijn uitgedrukt in milligramaequivalenten per liter.

Bij hoge R S C van het irrigatiewater hebben calcium en magnesium bij het geconcentreerder worden van het water in de grond de neiging om als carbonaten neer te slaan. Deze reactie verloopt gewoonlijk niet volledig, maar voor zover zij plaats grijpt, worden de calcium- en magnesiumconcentraties verlaagd en wordt dus de S A R-waarde verhoogd. Water met R S C-waarden groter dan 2.5 milligramaequivalenten is voor irrigatiedoeleinden onbruikbaar, terwijl R S C-waarden kleiner dan 1.25 milligramaequivalenten waarschijnlijk geen moeilijkheden veroorzaken (28, 29).

Borium.

Wanneer het irrigatiewater 0.1 p.p.m. borium bevat treedt gewoonlijk geen boriumgebrek op (28). Eaton (F.M. Eaton: Deficiency, toxicity and accummulation of boron in plants. J. Agr. Res. 69:237-277, 1944) vond dat 1 p.p.m. borium voor planten in zandculturen vaak al te hoog is. Wilcox (29, 31) vermeldt voor een groot aantal planten de boriumtolerantie. Hij onderscheidt drie groepen van boriumtolerantie, waarvan de planten resp. 0.3 - 1.0, 1-2 en 2-4 p.p.m. borium in het irrigatiewater kunnen

verdragen.

Wilcox (31) beschrijft ook de verschijnselen van boriumovermaat. Hij noemt de volgende beelden van bladverbranding: tip burn; tip and marginal burn; marginal burn; irregular areas; yellow or dead areas between veins. Normale bladeren zouden 40 - 100 p.p.m. borium bevatten, bladeren met overmaat 250 p.p.m. of meer en bladeren met gebrek 20 p.p.m. of minder (gehalten uitgedrukt op de droge stof). Hoewel de stone en de pome fruit trees in tegenstelling tot de andere gewassen geen borium in het blad accumuleren, zijn zij toch weinig boriumtolerant. Bij boriumovermaat vertonen deze vruchtbomen weinig of geen bladverbranding of bladverkleuring, maar afsterving van twijgen en gomvorming op de grotere takken.

Daar het borium van rivierwater door een demineralisatie-apparaat heenloopt is het blijkbaar aanwezig als niet-gedissocieerd boorzuur (29). Het boorzuur wordt echter wel geadsorbeerd door de grond (1). Het spoelt hierdoor moeilijk uit. Terwijl zoute grond, die geen borium bevat, per voet diepte voldoende kan worden uitgespoeld met één voet water, is voor het uitspoelen van grond met een te hoog boriumgehalte per voet diepte vaak wel drie voet water nodig (1, 31).

Hatcher e.a. (32) hebben gevonden, dat bonen voor wat betreft borium overmaat alleen reageren op het in het bodemvocht opgeloste borium en dus niet op het geadsorbeerde borium. Volgens Hatcher is dit ook voor andere gewassen het geval. De boriumbepaling in het verzadigingsextract zou dan ook een veel betere maatstaf zijn voor de vaststelling van boriumovermaat in de grond dan de bepaling, die is gebaseerd op de extractie met kokend water (lang koken zou overigens lagere boriumgehalten geven dan kort koken) Het boriumgehalte van het verzadigingsextract zou vaak niet hoger mogen zijn dan 1 - 2 p.p.m. (1).

Plantengroei op zoute grond.

Op het U.S.Salinity Laboratory is de zoutgevoeligheid van de meeste gewassen uitvoerig onderzocht. Men heeft hierbij gebruik gemaakt van water-, zand- en grondculturen en van kunstmatig verzoute velden. Reeds verschillende keren hebben medewerkers van het laboratorium artikelen geschreven, waarin de literatuur over de zoutgevoeligheid is samengevat. Het recentste samenvattende artikel is dat van Hayward en Bernstein (33).

Ook de zoutgevoeligheid tijdens de ontkieming is uitvoerig onderzocht. De zouttolerantie gedurende dit groeistadium kan sterk afwijken van die gedurende de latere groeistadia; De weinig zoutgevoelige biet is bijvoorbeeld tijdens de ontkieming wel zoutgevoelig. Dit gewas kan in

vrij zoute grond nog goed groeien, mits maar wordt gezorgd, dat het zaad in weinig zoute grond kan ontkiemen. Bij de teelt op ruggen kan dit worden bereikt door in de veuren te zaaien, waarbij dan later de ruggen door grondbewerking naar de plantenrijen worden opgeschoven (zie 1, 33 en Handbook).

De laatste jaren doet G.A. Pearson veel onderzoek naar de zoutgevoeligheid van rijst. Daar dit gewas kan groeien op land dat onder water staat, is het zeer geschikt voor gronden met zout grondwater. Het is ook zeer geschikt voor gronden, die zich slechts moeizaam laten uitspoelen (1,45 Handbook en G.A. Pearson and A.D. Ayers: Rice as a crop for salt-affected soil in process of reclamation. U.S.D.A., Agr. Res. Service, Prod. Res. Report 43, 1960). Men kan aldus gedurende langdurige uitspoeling toch nog een gewas verbouwen. Er dient evenwel rekening mede te worden gehouden, dat rijst gedurende de ontkieming en de groei van de jonge plant vrij zoutgevoelig is. Voor de zoutgevoeligheid van dit gewas tijdens de verschillende groeistadia wordt verwezen naar enkele publikaties (zie 34 en 35).

Osmotische waarde

Volgens de medewerkers van het U.S.Salinity Laboratory wordt de slechte groei op zoute gronden voornamelijk veroorzaakt door de geringe fysiologische beschikbaarheid van het bodemvocht. De groeivermindering neemt vaak rechtlijnig toe met de osmotische waarde (zie H.E. Hayward and C.H. Wadleigh: Plant growth on saline and alkali soils. Advances in agronomy 1:1-38, 1949. Dit artikel wordt in het vervolg aangehaald als A.A.).

Voor quayule heeft men (36) gevonden, dat de door de osmotische waarde veroorzaakte groeivermindering overeenkomt met die veroorzaakt door de vochtspanning. Ook voor bonen is dit gevonden. Zie C.H. Wadleigh and A.D. Ayers: Growth and biochemical composition of bean plants as conditioned by soil moisture tension and salt concentration. Plant Physiol. 20:106-132, 1945). In zoute gronden die men tussen twee irrigaties liet uitdrogen, werd de groeivermindering bepaald door de som van de twee genoemde grootheden, of m.a.w. door de total soil-moisture stress (S M S). Om het effect van de osmotische waarde en de vochtspanning te kunnen vergelijken moest een wiskundige methode worden ontwikkeld, waarmede de gemiddelde S M S kan worden berekend.

Bij deze berekening is er van uitgegaan, dat de groeivermindering rechtlijnig toeneemt met S M S. Bernstein en Pearson (37) hebben in waterculturen nagegaan, of deze veronderstelling voor tomaat en paprika juist kan zijn. Zij werkten met oplossingen, die door toevoeging van keukenzout op een gemiddelde osmotische waarde van 4 atm. werden gebracht. Van één

van de oplossingen was de osmotische waarde constant 4 atm. Bij de overige oplossingen liet men de keukenzoutconcentratie in wekelijkse en in tweewekelijkse periodem toenemen van resp. 1-5, 0-8 en 0-12 atm. Bernstein en Pearsen kwamen tot de volgende conclusie:

In the range up to 12 atmospheres, growth of peppers was found to depend upon mean integrated stress regardless of stress distribution, but tomato plants showed a greater inhibition of growth when stresses in excess of 5 atmospheres contributed to the mean integrated stress than when the stress was 5 atmospheres or less at all times. Data on the mineral composition of tomato and pepper leaves confirm conclusions based on visual observations that moisture stress and not specific toxicity of sodium or chloride was responsible for diminished growth.

Genoemde veronderstelling kon dus voor paprika worden bevestigd, maar niet voor tomaat. Daar de paprika zoutgevoeliger bleek te zijn dan de tomaat, was dit wel opvallend.

Hoewel zoals uit het voorgaande gebleken is, de groeivermindering opzoute gronden voornamelijk zal worden veroorzaakt door de geringe fysiologische beschikbaarheid van het bodemvocht, zal het specifieke effect van eventueel overheersende ionen ongetwijfeld ook van betekenis zijn. In een van de volgende paragrafen zal op de specifieke effecten nader worden teruggekomen. Daar de ionen door de plant worden opgenomen en aldus het metabolisme kunnen beïnvloeden, zijn volgens Lagerwerff het specifieke en het osmotische effect niet te scheiden. Hij zoekt daarom naar stoffen, die wel de osmotische waarde van een oplossing verhogen, maar niet het metabolisme van de plant beïnvloeden en hij meent in carbowax er een gevonden te hebben, Op het bodemkundig congres te Madison zijn over deze stof nadere mededelingen gedaan bij een lezing (38) over een proef, waarin de invloed van verschillende S A R-waarden op bonen in watercultures is nagegaan bij verschillende osmotische waarden van de voedingsoplossing. Carbowax volgt volgens Lagerwerff niet de wetten van Van 't Hof, De osmotische waarde van een carbowaxoplossing zou daardoor niet kunnen worden gemeten via de vriespuntsdaling maar wel via de dampspanning.

Gunstige zouteffecten.

L. Bernstein heb ik gevraagd, of hij door verhoging van de osmotische waarde van het bodemvocht wel eens gunstige resultaten had verkregen. Dit was inderdaad het geval. In verband met het aride klimaat, waarin gunstige osmotische effecten veelal niet van praktisch belang zijn, wordt er echter niet veel aandacht aan besteed. In het Report to Collaborators 1959 schrijven Ehlig en Bernstein over een druivenproef onder meer het volgende:

The grapes were grown in sand culture on a base nutrient solution to which the salts were added. NaCl, $CaCl_2$, Na_2SO_4 and a 50:50 mixture of NaCl and $CaCl_2$ were compared at the 2 atm. level, and there was also a 1 atm. treatment of mixed chlorides and a nonsaline control. Excessive growth of the control vines resulted in poor yields and prevented comparisons with yields from the salt treatments. Yields on the salt treatments appeared to be good except where severe leaf burn and defoliation caused sunburning of the berries or loss of plant vigor and death.

Bij peen werd door verhoging van de osmotische waarde een stijging van het suikergehalte verkregen (zie L. Bernstein and A.D. Ayers: Salt tolerance of five varieties of carrots. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 61 : 360-366, 1953). Deze kwaliteitsverbetering ging echter ten koste van de opbrengst. Bij bieten werd door verhoging van de osmotische waarde wel opbrengstvermindering verkregen maar hoegenaamd geen stijging van het suikergehalte (zie Report to Collaborators 1949, section 2, page 23). Verschillende onderzoekers (zie 33) hebben gevonden, dat chloorhoudende meststoffen het zetmeelgehalte van aardappelen verlaagden. Bernstein e.a. (L. Bernstein, A.D.Ayers and C.H. Wadleigh: The salt tolerance of White Rose potatoes. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 57: 231 - 236, 1951).vonden echter, dat chloriden het zetmeelgehalte verhoogden. Zij schreven dit toe aan de hoge osmotische waarden, waarmede zij werkten. Deze zou het specifieke effect van het chloorion hebben onderdrukt.

Bij de eerder aangehaalde proef met guayule (36) is ook een gunstig zouteffect geconstateerd. Het rubbergehalte was bij een S M S van gemiddeld 4 atm. ongeveer 50 % hoger dan bij een S M S van gemiddeld 2 atm. Het versgewicht was echter ongeveer 25 % lager. Zie voor gunstige zouteffecten bij katoen een publikatie van Hayward en Magistad (45).

Specifieke ioneffecten.

Vroeger werden chloorschade en zoutschade vaak synoniem geacht en nog wordt wel gemeend, dat chloriden schadelijker zijn dan andere zouten. Op basis van gelijke osmotische waarden zijn chloriden voor de meeste gewassen echter niet schadelijker dan sulfaten (A.A.). Een aantal gewassen is zelfs gevoeliger voor sulfaten dan voor chloriden. Sommige gewassen, speciaal enkele fruitgewassen, zijn evenwel specifiek chloorgevoelig (33). Hayward e.a. (39) hebben bij een uitvoerig onderzoek bijvoorbeeld kunnen vaststellen, dat perziken gevoeliger zijn voor chloriden dan voor sulfaten (voorts bleek dat onder zoute omstandigheden de Lovell-onderstam de voorkeur verdient boven de Shalil-onderstam).

Het bicarbonaation is voor de meeste gewassen vrij toxisch (A.A.). Het specifieke effect van dit ion berust ten minste voor een deel op

ijzergebrek (33). Brown en Wadleigh vonden bij proeven met zandcultures, dat de biet (40) weinig gevoelig is voor bicarbonaat en de boon (41) zeer gevoelig. Het is mij overigens niet duidelijk, of de in de paragraaf Natrium van het voorgaande hoofdstuk vermelde eis voor de R S C-waarde van het irrigatiewater zo laag moet zijn alleen vanwege het in die paragraaf besproken natriumbezwaar of ook vanwege het bicarbonaatbezwaar. De concentraties waarmede Brown en Wadleigh werkten, lijken naar verhouding evenwel vrij hoog.

In het verleden is door de medewerkers van het U.S.Salinity Laboratory aangenomen, dat het exchangeable sodium percentage (E S P) van de grond niet hoger mocht zijn dan 15 en wel omdat de meeste gronden bij een E S P van meer dan 10 - 20 een slechte struktuur aannemen (zie 1 en 33). Nog in 1949 meenden Hayward en Wadleigh (A.A.) dat natrium weinig toxisch was. Later is evenwel gebleken dat een aantal gewassen, voornamelijk fruitgewassen, zo gevoelig zijn voor natrium, dat zij reeds bij een E S P van 5 - 10 worden beschadigd (1). Soms moet E S P voor een goede groei zelfs nog iets lager zijn (33, 43). Een groot aantal gewassen kunnen echter belangrijk hogere E S P-waarden verdragen (1, 42, 43). Grote natriumtoleranties kunnen alleen zuiver worden vastgesteld, wanneer de invloed van de struktuur door soil conditioners of anderszins kan worden uitgeschakeld. Bernstein en Pearson (42) schrijven over de natriumtoxiciteit het volgende:

Bean plants are tolerant to soluble sodium and exhibit no specific injury even at substrate concentrations as high as 96 me/liter of sodium. Yet, beans are very susceptible to the injurious effects of exchangeable sodium. The sodium adsorption ratio, S A R, in a culture solution containing 72 me/liter Na and 8 me/liter Ca + Mg is 36, approximating the S A R of the saturation extracts of soils having an E S P of 35. The soils at this E S P were extremely injurious to beans. The effect of soils high in E S is apparently attributable to the characteristics of the ions in the adsorbed state and not to the proportions of ions in the soil solution. This was clearly demonstrated by Wadleigh and Bower in a Comparison of growth and composition of beans cultured on solutions and ion-exchange resins (C.H. Wadleigh and C.A. Bower: The influence of calcium ion activity in water cultures on the intake of cations by bean plants. Plant Physiol 25: 1-12, 1950).

Het feit dat de toxiciteit van het natriumion blijkbaar is gebonden aan de geadsorbeerde staat, verklaart dat men dit ion zo lang voor niet-toxisch heeft aangezien. Men heeft zich namelijk aanvankelijk in hoofdzaak gebaseerd op de resultaten van proeven met water- en zandcultures. Ook nu kan echter nog worden gezegd, dat de meeste gewassen zo weinig natrium-

gevoelig zijn, dat hun opbrengst op natriumgronden wordt beperkt door de struktuur en niet door de natriumtoxiciteit. Kelley (zie A.A. en W.P. Kelley Alkali soils, their formation, properties and reclamation. New York, 1951) heeft er reeds lang geleden op gewezen, dat één van de nadelen van een hoge E S P kan zijn, dat de wortels niet voldoende calcium kunnen opnemen. Volgens Pearson (43) is op gronden met gelijke E S P de calciumvoorziening van de gewassen beter gewaarborgd naarmate de grond zouter is; bij gelijk blijvende E S P neemt namelijk het calciumgehalte van de bodemoplossing met het zouter worden toe. Volgens Bernstein en Pearson (42) is het exchangeable sodium percentage een betere maat voor de natriumtoxiciteit dan de absolute hoeveelheid exchangeable sodium.

Tenslotte nog een enkel woord over de proeven met zandculturen van Brown e.a. (44). Perzik en pruim bleken bij deze proeven veel gevoeliger voor 2 atm. Ca Cl_2 dan voor 2 atm. Na Cl. Dit wordt daaraan toegeschreven, dat calcium de chlooropname zou bevorderen. Genoemde schrijvers staan echter in het geheel niet stil bij het feit, dat de eerste oplossing meer chloorionen bevat dan de tweede. Op dergelijke omissies dient men bij de raadpleging van de verzoutingsliteratuur steeds bedacht te zijn. Bij dezelfde proeven bleken perzik en pruim gevoeliger voor 2 atm. Na_2SO_4 dan voor 2 atm. Na Cl. Dit behoeft er niet op te wijzen, dat deze gewassen gevoeliger zijn voor sulfaten dan voor chloriden; in het voorgaande is juist het tegendeel gebleken. Zij zijn namelijk gevoelig voor natrium (zie 33, 43 en A.A.).

Invloed van het klimaat.

Kort na de stichting van het U.S.Salinity Laboratory heeft men aldaar aandacht besteed aan de beïnvloeding van de zoutgevoeligheid van de gewassen door het klimaat. Magistad e.a. (O.C. Magistad, A.D. Ayers, C.H. Wadleigh and H.G. Gauch: Effect of salt concentration, kind of salt and climate on plant growth in sand cultures. Plant Physiol. 18: 151-166, 1943) vonden, dat de meeste gewassen in warme klimaten zoutgevoeliger zijn dan in koele klimaten. Later is het onderzoek van de klimaatsinvloed wat in het vergeetboek geraakt. Hayward volstond dan ook in zijn overigens voortreffelijke lezing op het tuinbouwkundig congres te Scheveningen (H.E. Hayward: Factors affecting the salt tolerance of horticultural crops. Report 14 th international horticultural congress: 385- 399, 1955) voor wat betreft het klimaat met de mededeling "climatic conditions may profound by influence the reaction of plants to salinity", zonder op nadere bijzonderheden in te gaan.

Het is nog een vraag, waarop de toeneming van de zoutgevoeligheid van de gewassen bij toenemende temperatuur van het klimaat is gebaseerd. Voor enkele grassen is in dit verband vastgesteld kunnen worden, dat de zoutgevoeligheid toeneemt met toenemende bodemtemperatuur (45). Een uitvoerige analyse van de klimaatsinvloed is echter nooit uitgevoerd. Men mag verwachten, dat vooral de transpiratie op de zoutgevoeligheid van invloed is. Op een vraag van Richards, of ik nog lacunes in het onderzoekprogramma van het U.S. Salinity Laboratory had kunnen ontdekken, heb ik dan ook geantwoord, dat aan de transpiratie wellicht wat weinig aandacht werd besteed. Hij gaf dit toe, maar wees er tevens op dat de transpiratie de laatste tijd iets meer in de belangstelling komt. Er kan in dit verband worden verwezen naar artikelen van Ogata e.a. (G. Ogata, L.A. Richards and W.R. Gardner: Transpiration of alfalfa determined from soil-water content changes. Soil. Sci. 89: 179-182, 1960) en Gardner (W.R. Gardner: Dynamic aspects of water availability to plants. Soil Sci. 89 : 63 - 73, 1960).

Ontstaanswijze van zoute grond.

De ontstaanswijze van zoute grond is beschreven in het Handbook en verschillende andere publikaties (zie 1, 2, 45 en 46). Behoudens onder glas en in laag gelegen gebieden nabij de zee worden zoute gronden alleen aangetroffen in aride gebieden. Men kent hier natuurlijke en kunstmatige verzouting. Beide zijn het gevolg van watertransport. De natuurlijke verzouting doet zich voor in relatief laag gelegen gebieden, de zogenaamde dry lakes, die door grondwaterstroming water krijgen toegevoerd van hoger gelegen gebieden. De grondwaterstand in de dry lakes is minimaal zo hoog, dat de waterstroom via capillaire opstijging en opname door de begroeiing kan worden onderhouden door de evapotranspiratie. De kunstmatige verzouting wordt veroorzaakt door irrigatie. Zij verloopt vooral dan snel, wanneer de irrigatie een hoge grondwaterstand tot gevolg heeft; in verband met de verzouting moet de grondwaterstand in aride gebieden in het algemeen lager zijn dan in humide gebieden. (zie 49). Ter bestrijding van de verzouting is draineren van de grond dan ook vaak een vereiste. Daarnaast moet de grond om haar te kunnen doorspoelen voldoende doorlatend zijn. Hoe zouter het irrigatiewater is, des te intensiever de drainage en des te beter de doorlatendheid moeten zijn. Sommige gronden vragen als gevolg van een geringe doorlatendheid zulk een intensieve drainage, dat de aanleg hiervan economisch niet verantwoord is.

Evapotranspiratie.

Gezien de grote invloed van de evapotranspiratie op de verzouting van de grond is het terecht dat men, zoals in de paragraaf Invloed van

het klimaat van het voorgaande hoofdstuk is gebleken, aan de transpiratie van het gewas meer aandacht gaat besteden. De verdamping van het grondoppervlak is reeds in uitvoerig onderzoek. Dank zij de grote kennis over water retention en transmission in de grond (zie 47) kan dit onderzoek fundamenteel worden aangepakt. De theoretische benadering van het probleem wordt grotendeels verzorgd door W.R. Gardner (zie voor zijn publikaties 48). In de Guide for Visitors (1) wordt het volgende vermeld:

Quantitative data have been obtained on the upward flow of water from the water table and its subsequent evaporation at the soil surface.

The theoretical evaporation rate at the surface of a soil will increase as the suction of the soil surface increase until a maximum is reached. This evaporation rate at the surface also increases markedly as the water table approaches the surface (voor een sandy loam werd bij een grondwaterstand van 90 cm een maximale verdamping van 0.8 cm per dag berekend en bij een grondwaterstand van 180 cm van 0.1 cm per dag). The rate of drying of laboratory soil columns without a water table is a continuation of the above-described work. The rate of drying is controlled largely by the boundary conditions and physical characteristics of the soil that determine the rate of movement of water in the soil in the liquid phase.

Doering toetst de theorie in het veld. Hij gebruikt hiervoor een lysimeter, waarin de grondwaterstand constant wordt gehouden. Op verschillende diepten zijn tensiometers in de lysimeter aangebracht. De stand van de tensiometers wordt gecontroleerd door regelmatige metingen van het vochtgehalte van de grond door middel van een neutronenmeter.

De verdamping wordt op drie wijzen vastgesteld. In de eerste plaats wordt de automatische wateraanvoer die de grondwaterstand constant houdt gemeten. In de tweede plaats wordt de verdamping berekend uit de capillary conductivity en het verloop van de vochtspanning; de capillary conductivity is voor uiteenlopende vochtgehalten bekend. Tenslotte wordt de verdamping berekend uit de opstijging van het chloorion. Voor wat dit laatste betreft: het doel van het onderzoek is juist om een methode te ontwikkelen, waarmede in het veld de verdamping kan worden gemeten door middel van de concentratieveranderingen van het chloorion of van de veranderingen van de electrische geleidbaarheid van het verzadigingsextract.

Zoutgrenzen.

De gronden worden naar de verzoutingstoestand ingedeeld in vijf klassen. De op de geleidbaarheid van het verzadigingsextract gebaseerde klassegrenzen zijn 2, 4, 8 en 16 millimho.

De indeling van de gewassen naar zoutgevoeligheid is gebaseerd op 50 % opbrengstreductie. De opbrengst van gewassen met een gevoeligheidscijfer van 6 millimho is op zoute gronden met deze geleidbaarheid van het

verzadigingsextract dus maar de helft van die op niet-zoute grond. In het Handbook (zie ook 28) worden voor een groot aantal gewassen de gevoeligheidscijfers vermeld. Hoe zouter het irrigatiewater is en hoe geringer de doorlatendheid van de grond des te meer is men aangewezen op gewassen met een hoog gevoeligheidscijfer.

Ontzouting van de grond.

Bij het verzoutingsproces is het natriumion vaak het dominerende kation (zie de paragraaf Natrium van het hoofdstuk Kwaliteitswaardering van het irrigatiewater). Vandaar dat op het U.S.Salinity Laboratory zowel de problemen van zoute gronden als die van natriumgronden worden bestudeerd. In dit hoofdstuk zal dan ook niet alleen de verbetering van zoute grond maar ook de verbetering van natriumgrond ter sprake worden gebracht.

Zoute grond.

Ontzouting van de grond kan alleen tot stand worden gebracht met doorspoelen. Wanneer de natuurlijke drainage te kort schiet, dient de grond hiertoe kunstmatig te worden gedraineerd. Men kent hiervoor drie systemen en wel die met tiles, ditches en wells (45). In het Handbook worden verschillende onderzoekmethodieken besproken, waarmede kan worden vastgesteld welk systeem technisch en economisch het best kan worden toegepast. Donnan e.a. (46) rapporteren over een uitvoerig drainage-onderzoek in de Imperial Valley. Milne (2) geeft een globaal overzicht van de drainage in de Coachella en Imperial Valleys.

R.C. Reeve (49) heeft over het draineren en het doorspoelen veel onderzoek verricht. Hij onderscheidt de continue en de discontinue doorspoeling. De continue doorspoeling heeft tot doel de grond niet zouter te laten worden dan door het gewas kan worden verdragen. Zij heeft niet alleen tot voordeel dat de zouten ondergronds worden afgevoerd, maar ook dat de grond niet uitdroogt, waardoor de total soil-moisture stress spoedig te hoog zou worden. De benodigde hoeveelheid irrigatiewater wordt berekend uit de leaching requirement (zie de paragraaf Zoutconcentratie van het hoofdstuk Kwaliteitswaardering van het irrigatiewater) en de consumptive use. De water application efficiencies (consumptive use/benodigde hoeveelheid irrigatiewater) lopen uiteen van 25-80% (zie het Handbook). Hoe zouter het irrigatiewater is en hoe zoutgevoeliger het gewas des te lager is de water application efficiency.

De discontinue doorspoeling moet worden toegepast, wanneer het zoutgehalte van de grond te hoog is geworden. Reeve e.a. (zie 49) hebben bij proeven in de Coachella Valley gevonden, dat voor zeer zoute gronden

de volgende formule opgaat:

$$\frac{Dw}{Ds} = \frac{1}{5\ (C/Co)} + 0.15$$

waarin Dw en Ds resp. de waterhoogte en de gronddiepte zijn en C en Co de zoutgehalten na en voor de uitspoeling. Wanneer Dw en Ds beide één voet zijn, dan bedraagt C volgens de formule 24 % van Co. Vandaar dat wordt gezegd, dat zoute grond per voet diepte voldoende kan worden uitgespoeld met één voet water (zie de paragraaf Borium van het hoofdstuk Kwaliteitswaardering van het irrigatiewater).

Natriumgrond.

Ook natriumgrond kan alleen met doorspoelen worden verbeterd. Het natrium aan het adsorptiecomplex moet hierbij worden vervangen door calcium. Een moeilijkheid is, dat natriumgronden gewoonlijk een slechte struktuur bezitten en daardoor weinig doorlatend zijn. Volgens Brooks e.a. (50, zie ook 1 en Handbook) is de invloed van kalium en magnesium op de struktuur ongeveer gelijk aan die van calcium. Als maat voor de doorlatendheid kunnen dienst doen de infiltration rate (methode 28), de hydraulic conductivity (methode 34) en de intrinsic permeability (methode 37).

Doorspoeling van natriumgronden levert geen bijzondere problemen, wanneer zij flink gips bevatten of wanneer het irrigatiewater een lage S A R heeft. Indien geen van deze voorwaarden zich voordoet, is het noodzakelijk om voor het doorspoelen gips of een ander oplosbaar calciumzout aan de grond toe te dienen (zie Handbook); het gips kan ook in het irrigatiewater worden opgelost (zie 28). Bij kalkhoudende gronden kan ook gebruik worden gemaakt van zwavel of andere zuurvormende materialen.

Natriumgronden die zout zijn bezitten gewoonlijk een goede struktuur. Het struktuurbederf treedt pas op bij het uitspoelen van het zout. De oplosbaarheid van gips (zwavel werkt na omzetting ook als gips) is te gering om steeds een voldoende doorlatendheid te behouden. Zich baserende op het zogenaamde valentie-verdunningseffect hebben Reeve en Bower (R.C. Reeve and C.A. Bower: Use of high-salt waters as a flocculant and source of divalent cations for reclaiming sodic soils. Soil Sci. 90: 139-144, 1960) daarom een uitspoelmethode ontwikkeld, waarbij de doorlatendheid van de grond niet terug loopt, eerst wordt uitgespoeld met zeer zout water, zelfs zeewater kan worden toegepast, en vervolgens met oplopende verdunningen van dit water. Zij werkten met water van de Salton Sea (geleidbaarheid 45 millimho en S A R 57) en met water van de Colorado River (geleidbaarheid 1 millimho en S A R 2). Bij het object dat direct met water van de Colorado River werd uitgespoeld was de hydraulic

conductivity ruim 30 keer zo klein als bij het object dat werd uitgespoeld met de volgende oplopende verdunningen van water van de Salton Sea met dat van de Colorado River: 1 + 1; 1+3; 1+7; 1+15; 1+31; 1+63; gevolgd door water van de Colorado River. Het bleek mogelijk een geringer aantal verdunningstrappen toe te passen, zonder dat de hydraulic conductivity hier veel onder leed, terwijl het voordeel van tijdsbesparing werd verkregen; als gevolg van de grotere hydraulic conductivity vroeg de uitspoeling slechts één tiende van de tijd die nodig was bij het object dat direct met Colorado River water werd doorgespoeld. Het percentage uitwisselbaar natrium werd in alle gevallen terug gebracht van 39 tot 5.

Diverse onderwerpen.

Naast de reeds besproken onderzoekingen worden op het U.S.Salinity Laboratory nog verschillende andere onderzoekingen verricht. De Guide for Visitors (1) geeft hier een indruk over.

Fysiologisch onderzoek.

R.H. Nieman bestudeert de invloed van verzouting van de grond op verschillende metabolische processen van de plant. Tesamen met Bernstein doet hij ook onderzoek over de apparent free space (zie L. Bernstein and R.H. Nieman: Apparent free space of plant roots. Plant Physiol. 35 : 589 - 598, 1960). Laatst genoemde beval mij over dit onderwerp een publikatie van Epstein aan (E. Epstein: Spaces, barriers and ion carries; Ion absorption by plants. Amer. J. Bot. 47: 393 - 399. 1960).

Negatieve adsorptie.

Bower en Goertzen (51) hebben over de negatieve adsorptie onderzoek verricht. Zij schrijven o.a. het volgende:

According to the Gibbs equation for adsorption at the surface of solutions, solutes which cause the surface tension of the solvent to decrease are adsorbed at the surface while those which cause an increase in this value have a lower concentration in the surface than in the bulk of the solution. The latter behavior is characteristic of inorganic salts dissolved in water and has been termed negative adsorption.

The negative adsorption of various salts by soils was determined quantitatively from surface area measurements by ethylene glycol retention (zie methode 25) and from the difference between the true amount of salt present and that indicated by analysis of a saturation extract obtained at a suction of about one-half atmosphere. For three Ca-saturated soils the negative adsorption of $Ca\,Cl_2$ was nearly the same at equivalent concentrations in the saturation extract, the values at concentrations of 10, 100 and 1000 me/l being about 5×10^{-6}, 35×10^{-6} and 290×10^{-6} me/sq.m,

respectively. The negative adsorption of Na Cl and Na_2SO_4 by Na-saturated soils was similar to but greater than that of Ca Cl_2 by Ca-saturated soils at equivalent concentrations in the saturation extract.

For solutions in contact with air, it has been found that the effective thickness of the adsorbed water layer varies from 4 or 5 Å at low salt concentrations to about 2.5 Å at high concentrations. The corresponding values for Ca-saturated soils are similar to those obtained for solutions.

Terminologie.

De Australiërs T.J. Marshall en J.P. Quirk hebben in The Subcommittee on the terminology of soil moisture and salinity van The International Committee for Horticultural Congresses de volgende terminologie voorgesteld:

matrix suction + solute suction = total suction.

Ook Richards is op deze terminologie overgegaan (zie 52). In plaats van matrix suction spreekt hij echter van matric suction.

Literatuur.

Voor de publikaties van het U.S.Salinity Laboratory kan worden verwezen naar de List of Publications (48). Deze lijst wordt regelmatig opnieuw uitgegeven

Bernstein en later ook P.J. Kramer van de Duke University bevalen een abonnement op het American Journal of Botany ten zeerste aan. Voorts werden mij de volgende boeken aanbevolen:

M.L. Jackson: Soil chemical analysis. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, N.J., 1958.

F.C. Steward, ed.: Plant Physiology. Academic Press, New York and London, 1959.

Het laatst genoemde boek bestaat uit zes delen met de volgende inhoud: I a Cellular organisation and respiration; I b Photosynthesis and chemosynthesis; II Plants in relation to water and solutes; III Inorganic nutrition of plants; IV Organic nutrition and metabolism; V Analysis of growth; VI The physiology of development.

Beckman Instruments Inc.

De geschiedenis van de Beckman Instruments Inc. wordt beschreven in een nummer van Feedback (53). De vennootschap telt thans zes divisions, een domestic subsidiary (Shockley Transistor Corporation) en subsidiary companies in Duitsland en Schotland (zie Customers' guide, 54). De hoofdzetel die in Fullerton is gelegen, werd door mij bezocht. Bij dit bezoek werd een groot aantal folders ontvangen, welke in het volgende ter sprake worden gebracht.

pH-meters, automatische titreerder en aquameters.

De toepassingsmogelijkheden van de verschillende pH-meters worden besproken in een aantal folders (55, 56, 57). In een aantal andere folders wordt op nadere bijzonderheden van de instrumenten ingegaan (de volgende letters en cijfers hebben betrekking op de respectieve modellen):
G en GS (58); Zeromatic, N1 en N2 (59); Pocket (60); 72 (61); 76 (62).
Model H2 (63) is zeer geschikt voor seriemetingen van de pH van grond.
Model W (64) kan worden gebruikt voor continue metingen van de pH in stromende vloeistoffen.

Ter gebruik bij de pH-meters, de automatische titreerder (model K; zie 55) en de aquameters (modellen KF2 en KF3; zie 55) worden een groot aantal electroden (56) in de handel gebracht. Het totaal aan electroden bestrijkt een ruim gebied van toepassingsmogelijkheden. Sommige electroden zijn bijvoorbeeld geschikt voor de meting van de activiteit van natriumionen (zie de paragraaf Natrium en kalium van het hoofdstuk Onderzoek van de grond) en andere voor de meting van de activiteit van chloorionen (zie volgende paragraaf). Ten behoeve van nauwkeurige pH-metingen worden ook verschillende buffers (65) op de markt gebracht.

Chloorionenmeters.

De activiteit van chloorionen kan op eenzelfde wijze worden gemeten als de activiteit van waterstof- of natriumionen. Beckman fabriceert hiertoe de silver billet electrode (56, 66). Een andere electrode is geschikt voor continue meting van de activiteit van chloorionen (67, 68).

Spectrofotometers.

Beckman fabriceert tal van spectrofotometers (55). Deze instrumenten zijn deels geschikt voor het golflengtegebied van het ultraviolet t/m het nabije infrarood en deels voor het golflengtegebied van het infrarood. Tot de eerstgenoemde groep behoren de modellen: DU (69); B (55); DB (70); DK1 en DK2 (71). De modellen van de infrarood-spectrofotometers zijn: IR4 (72); IR5 (73); IR7 (74). Met de spectrofotometers kunnen zeer ingewikkelde verbindingen (zie de paragraaf Onderzoek van voedings- en ziektebestrijdingsmiddelen) worden bepaald en ook elementen zoals natrium, kalium

calcium, magnesium, fosfaat en tal van andere elementen (75), waaronder de sporenelementen koper, ijzer en mangaan (76).

Gaschromatografen.

Algemene gegevens over de gaschromatografen — modellen GC1, GC2 en Megachrom — zijn te vinden in een reeds enkele keren aangehaalde folder (55). In enkele andere folders worden over de volgende modellen nadere bijzonderheden gegeven: GC1 (78); GC2 (79); GC1 en GC2 (77). De industriële modellen 120 en 220 (64) zijn geschikt voor de continue meting van 1-3 gasstromen met elk 4-8 componenten.

Zuurstofmeters.

De normale modellen (55, 80) zuurstofmeters zijn C2, D2 en E2. De modellen F3, G2 en 80 zijn geschikt voor continue meting (64). Er wordt ook een instrument (64) geleverd voor de continue meting van opgeloste zuurstof.

Infraroodmeters.

Er worden twee modellen infraroodmeters vervaardigd en wel 15 A en 21 (64). De infraroodmeters kunnen o.a. worden gebruikt voor de meting van de transpiratie (81) en het koolmonoxydegehalte (82) van planten.

Diverse instrumenten.

Beckman fabriceert nog tal van andere instrumenten (54), waaronder een electrolytische hygrometer, een stroomcolorimeter en een thermische-geleidbaarheidsgasanalysator (64).

Onderzoek van voedings- en ziektebestrijdingsmiddelen.

Bij de bepaling van ingewikkelde verbindingen, zoals voedseltoevoegingen en residu's van ziektebestrijdingsmiddelen, wordt met succes gebruik gemaakt van spectrofotometers (83, 84). Beckman heeft over de betreffende analysemethodieken een bibliografie (85) het licht doen zien. Voor de zuivering van de te bepalen stoffen worden voornamelijk de verschillende vormen van chromatografie toegepast; de gaschromatografie wordt hierbij steeds belangrijker. Een aparte folder (86) is gewijd aan de instrumenten, die bij het onderzoek van ziektebestrijdingsmiddelen kunnen worden gebruikt. Gechloreerde bestrijdingsmiddelen kunnen vaak het eenvoudigst met een chloorionenmeter worden bepaald (66). Om na te gaan of verpakte voedingsmiddelen voldoende zuurstofvrij zijn, wordt gebruik gemaakt van een zuurstofmeter (87).

University of California.

De voornaamste afdelingen van de University of California (afgekort: U.C.) zijn die te Berkeley, Los Angeles, Davis (afgekort: Dv) en Riverside (afgekort: Rs). De laatste twee werden door mij bezocht. Voor bijzonderheden over de Dv campus kan worden verwezen naar een folder (88). De Rs campus is nog pas enkele jaren oud en moet nog sterk worden uitgebreid. Zij is gelegen op het terrein van het Citrus Experiment Station, dat eveneens onder U.C. ressorteert.

Tengevolge van de afwezigheid van W.M. Herms, public service officer, werd ik te Dv ontvangen door zijn assistente mej. D. Clark, die mij bij de diverse onderzoekers en extension officers heeft geïntroduceerd. Op het Citrus Experiment Station (in het vervolg aangeduid met de voornoemde afkorting Rs) hebben E. Faulhaber, assistent to the director, en F.M. Eaton dit gedaan. De extension officers en onderzoekers hebben mij ingelicht over de resultaten van een groot aantal onderzoekingen. Tevens hebben zij een indruk gegeven over de Californische land- en tuinbouw.

Land en volk.

In een U.C.circular (89) wordt Californië verdeeld in zes landbouwgebieden: north coast, central coast, southern California, Sacramento valley, San Joaguin valley en mountainous area. Deze gebieden hebben elk hun eigen klimaat (de meeste bezitten eigenlijk meerdere klimaten). Uit landbouwkundig oogpunt zijn vooral de volgende klimaatsfaktoren van belang: regenval, vorstvrije seizoen en hoogte van de zomertemperatuur. De regenval loopt uiteen van vrijwel niets (het oosten van southern California) tot 100 cm en nog wel meer (north coast) per jaar. Alleen in het uiterste zuiden komt geen vorst voor. De hoogste temperaturen komen voor in het oosten van southern California, alwaar de gemiddelde julitemperatuur 92° F bedraagt en de gemiddelde maximumtemperatuur 108° F (90).

Voornoemde circular geeft ook een indruk over de grondsoorten en over de bevolking. In 1960 bedroeg het aantal inwoners ongeveer 15 millioen (91). De bevolking neemt per dag met ± 1600 zielen toe, waaronder ± 1000 immigranten. Vooral in Los Angeles en omgeving vestigen zich veel personen (92). Hier woont ongeveer de helft van de bevolking.

Teelten.

Meer genoemde circular (89) bespreekt ook de diverse gewassen en de landbouwgebieden, waarin zij voornamelijk worden geteeld. De voornaamste gewassen zijn (tussen haakjes is de produktiewaarde in millioenen dollars

over 1957 vermeld):
Field crops (744):
katoen (268), alfalfahooi (127), gerst (77), aardappelen (48), en suikerbieten (48);
fruit en nuts (522):
druiven (142), sinaasappelen (102), perziken (50), citroenen (37),en prunes (33);
vegetables (429):
tomaten (93), sla (84), celery (34), meloenen (33) en aardbeien (32);
livestock en products (1017):
melkprodukten (356), cattle (344), eieren (138), kalkoen (59) en commercial broilers en fryers (30).

Van de California crop and livestock reporting service (93) heb ik over de groenten de meest recente gegevens gekregen. Behalve de produktiewaarde werden ook de harvested acreage en de yield per acre vermeld. In 1959 bedroeg de produktiewaarde van de groenten 442 millioen dollar; de voornaamste gewassen waren: tomaten (101), sla (75), meloenen (38), aardbeien (33), celery (29), peen (26) en asperge (21). De aardappelen brachten in dit jaar 75 millioen dollar op. Genoemde reporting service (94) vermeldt ook de harvested acreage per groentegewas (vaak nog weer onderverdeeld naar teeltseizoenen) en per county. Zij onderscheidt 26 belangrijke groenteteeltcentra voor de verse markt.

Gegevens over de in 1958 met fruit en nuts beteelde oppervlakten zijn te vinden in een andere publikatie (95) van meer genoemde reporting service. Een U.C. bulletin (96) geeft over een groot aantal jaren (1955 is het laatste jaar) zeer uitvoerige fruit statistics, die gedeeltelijk niet alleen betrekking hebben op Californië maar ook op de Verenigde Staten.

Statistische gegevens over het totaal aan bloemgewassen zijn maar weinig voorhanden en zijn dan bovendien nog weinig toegankelijk (zie 97). Californië is in de U.S.A. de grootste producent van snijbloemen (135a); in 1958 bedroeg de produktiewaarde 36 millioen dollar. De snijbloementeelt is voornamelijk geconcentreerd in twee gebieden en wel southern California en de Bay Area rond San Francisco en Oakland. De voornaamste snijbloemegewassen zijn (97):
open grond: gladiool;
onder cloth: chrysant;
onder glas: roos, anjer en gardenia.

In een U.C.circular (98) worden over de jaren 1920 t/m 1956 de "trends for major California crops" (31 in getal) beschreven. Er wordt hierbij aandacht besteed aan de yields, acreages en production areas. In de publikatie Some Facts about California agriculture (91) worden o.a. de

volgende feiten vermeld:

In U.S. production California ranks:

First in barley, all hay, sugar beets, seed crops, lemons, walnuts, almonds, apricots, avocados, figs, grapes, olives, peaches, pears, plums, prunes, sweet cherries, artichokes, cantaloupes, carrots, strawberries, dates, asparagus, green lima beans, broccoli, cauliflower, celery, lettuce, turkey;

Second in tomatoes, hops, oranges, cherries, sweet corn, eggs, sheep and lambs, cotton lint, dry beans;

Third in grapefruit, field peas, potatoes, wool;

Fourth in rice, cottonseed, flaxseed, snap beans, watermelons, apples.

Production of ornamental nursery stock has become a 100 million dollar industry and continues to grow.

Tomatoes are the most valuable vegetable crop produced for commercial processing in California, followed by asparagus, lima beans and snap beans.

Of the combined production of apples, apricots, cherries, grapes, olives, peaches, pears, plums and prunes, 21 % is sold in fresh form and 79 % is processed. Of those processed 29 % is canned, 37 % is dried and 34 % is crushed, frozen or processed in other forms.

California packs about 53 % of the canned fruit, 27 % of the canned vegetables, 25 % of the canned juices, 35 % of the frozen fruit, 19 % of the frozen vegetables and virtually all the prunes, raisins, dates, almonds and walnuts in the nation.

Desert agriculture.

De San Joaquin valley is het belangrijkste landbouwgebied (89, 91). De landbouw in de Imperial, Coachella, Palo Verde en Bard valleys in het oosten van southern Californiá is wellicht het meest interessant (2, 90). De jaarlijkse regenval bedraagt hier slechts 5-10 cm, terwijl de evapotranspiratie groot is. Vandaar dat er zeer veel moet worden geïrrigeerd. De voornaamste bron voor het irrigatiewater is de Colorado River. Zij kon worden aangeboord door de bouw van de Hoover Dam en enkele andere dammen en door de aanleg van het All American Canal.

De voornaamste gewassen in de eerste drie genoemde valleien zijn (tussen haakjes is de oppervlakte in duizenden acres over 1956 vermeld):

field crops (450):
alfalfahooi (205), gerst (85), vlas (41) en suikerbieten (40);
treesand vines (25):
druiven (12), grape fruit (6) en dates (5);
vegetables (93):
sla (40), meloenen (16), tomaten (10) en watermelons (9).

De valleien zijn bekend door de produktie van wintergroenten. Hoewel zij in de zomer het heetste deel van Californië vormen, kan er toch vanaf december t/m half februari vorst optreden. De groentegewassen worden daarom aanvankelijk beschermd met transparent hot caps of door south-slanted shelters van kraft paper of plastic; bij vorstgevaar worden ook wel north-slanted shelters aangebracht (90).

Kasteelten.

Behalve voor bloemen (97, 135a) speelt de teelt in kassen geen grote rol. Volgens O.A. Lorenz (Rs) worden wel wat tomaten en enkele andere groenten in kassen geteeld, voornamelijk echter door renteniers en dergelijke personen. Het betreft in dit geval overwegend kassen van plastic (polyethylene), dat gewoonlijk jaarlijks moet worden vernieuwd; de verwarming en de ventilatie laten vaak te wensen over en er treedt nogal eens ethyleneschade op. Volgens J.C. Lingle (Dv) worden thans ook vrij veel bloemenkassen van plastic gebouwd.

De 1949 Census of Agriculture (97) vermeldde, dat er in Californië 15 kwekers waren die onder glas mushrooms verbouwden; de produktiewaarde bedroeg ¼ millioen dollar. A.R. Spurr (Dv) die een uitvoerige informatiebron (99) over mushrooms heeft geschreven, schatte in 1959 het aantal kwekers op 40. Hij vermeldde echter niet in hoeverre zij gebruik maakten van kassen.

Op de U.C. te Dv werden de kassen gekoeld met een soort radiator, waarvan er zich een aantal naast elke kas bevond. De koeling kwam tot stand door via de radiatoren, waarin water naar omlaag stroomde, lucht aan te zuigen.

Afzet.

In de publikatie Some facts about California agriculture (91) worden o.a. de volgende feiten vermeld:

The Los Angeles produce market, the nation's second largest, handles 125.000 carloads of fruits and vegetables annually.

About 45 % of the value of agricultural production in California is in commodities shipped out of the state.

California farm products account for more than one-third of the state's total railroad shipments.

By air freight cut flowers are flown overnight from California to Chicago or New York for tomorrow's market.

The five most important export markets for U.S. agriculture are (in order) United Kingdom, Japan, Canada, West Germany and the Netherlands.

California has 32 active state marketing order programs designed

to "help farmers help themselves" in doing a better job of grading, marketing research, sales promotion, and distribution of farm products. In addition to the 32 state orders, there are 16 federal marketing order and agreement programs for California products. Under California enabling legislation, a marketing order for a particular farm product may include one or more of the following provisions (zie 136 f):volume control; quality, size, grade, pack or container regulation; advertising andsales promotion; research; and prohibition of unfair trade practices. Once made effective, the provisions are applicable to all in the specified industry.

Voorts geeft voornoemde publikatie een lijst van commodities, die price support ontvangen.

Meer genoemde U.C.circular (89) vermeldt allerlei economische wetenswaardigheden, zoals over landbezit, arbeidsmarkt, contractwerk (ten gevolge van de ontwikkeling van grote en kostbare machines neemt het contractwerk toe) en ook over afzet:

Many of the vegetables for eastern shipment are produced by grower-shippers who also operate large, efficient packing houses and do their own marketing. Vegetables for processing are grown only under contract with a processor.

There are a few small vegetable farms, especially near the larger cities, which produce mainly for local markets. As a rule, these producers labor under more of a marketing handicap than do the small fruit growers with their cooperative packing houses.

Volgens een artikel in Calif. Agr. (136 f) is er een toenemende belangstelling voor coöperatieve canneries.

In past years, and still, the number of vegetable and deciduous fruit growers participating in cooperative canning and their total volume of output comprise a minor portion of the state's production of canned fruits and vegetables. Most growers of these crops sell and deliver their output to private canneries, although the proportion taken by cooperative canneries has risen sharphy during the past several years. Privately owned canneries attempt to hold their grower suppliers and attract more of them. This is done by various methods including, at times, special inducements such as arrangements for the financing of orchard purchases and expansion.

De met processing tomatoes beteelde oppervlakte is gewoonlijk drie keer zo groot als die met fresh tomatoes (98). Extension officer Little (Rs) vertelde dat voor tomaten het inblikken de voornaamste verwerkingsmethode is; voorts worden sap, paste en soep vervaardigd. De processing tomatoes worden volgens hem steeds rijp geoogst. Voor de fresh market plukt men mature-green of pink; voor de local market echter ook wel rijp. Bij ver

transport werd vroeger uitsluitend mature-green geoogst. Het pink plukken is mogelijk geworden door verbetering van het transport; in 1958 was men reeds voor ongeveer 2/3 daarop overgegaan. Het vervoer vindt plaats per spoor en per truck. Het laatste vervoermiddel is de laatste jaren sterk in betekenis toegenomen; in 1958 nam het reeds ongeveer ¾ van het transport voor zijn rekening. Zowel de spoorwegwagons als de vrachtauto's worden gekoeld. Aanvankelijk heeft men hierbij te lage temperaturen aangehouden. De temperatuur moet niet lager zijn dan 50° F. Sterkere koeling veroorzaakt enerzijds spoedig laag-temperatuurbederf en brengt anderzijds hogere kosten met zich mede. Ook bij het vervoer van honeydews koelt men thans minder dan vroeger.

Het slatransport geschiedt vrijwel geheel na vacuumkoeling (zie F.M. Isenberg and J. Hartman: Vacuum cooling vegetables. N.Y. State College of Agric, Cornell Extension Bul. 1012, 1958). L.L. Morris (Dv) zei dat deze koeling de vervoersmogelijkheden van sla geheel had gewijzigd. Het vacuumkoelen gebeurt direkt na de oogst en wordt gevolgd door gekoeld transport.

Morris liet mij een aantal temperatuurkamers zien, die voor bewaaronderzoek werden gebruikt; de koelapparatuur was eenvoudig, maar niettemin werd een goede temperatuurcontrole verkregen. Voor de meting van de luchtvochtigheid maakte hij gebruik van indicatorpapier van de Andrew Technical Supply Co., 1543 W. Morse Avenue, Chicago I 11 (zie 100).

Voorlichting.

De extension officers worden onderscheiden in county en state officers. De laatsten zijn specialisten, die hun domocilie hebben op de afdelingen van U.C. Little die mij het een en ander over de voorlichting vertelde, was bijvoorbeeld vegetable specialist te Rs. De county officers worden farm advisors (in de meeste andere staten county agents) genoemd. De meeste counties — het aantal counties bedraagt 57 (zie 94 en 95) — hebben ongeveer tien van deze advisors; enkele counties hebben er geen en Los Angeles County ruim twintig. In het laatste geval is een vrij vergaande specialisering doorgevoerd.

De farm advisors bezitten alle een goede vooropleiding; minstens B.Sc., velen hebben M. Sc. en enkele zelfs Ph.D. Zij bezoeken farmers, houden meetings en schrijven folders. Om hen te helpen bij de aanleg van veldproeven heeft Little een pittig boekje geschreven over de wiskundige verwerking van waarnemingsuitkomsten.

Watervoorziening.

De jaarlijkse neerslag voor de voornaamste landbouwcentra loopt uiteen van 10 tot 75 cm (89); voor de belangrijke San Joaquin Valley is dit

15 tot 50 cm. De regen valt grotendeels in de winter, vandaar dat in de zomer veel moet worden gefrrigeerd. In de drogere streken is irrigatie ook in de winter noodzakelijk (90). In de publikatie Some facts about California agriculture (91) worden o.a. de volgende feiten vermeld:

There is a gross area of 19 million acres in the state suitable for irrigated agriculture. It is estimated that under ultimate development a net area of about 16 million acres will be irrigated.

California presently uses about 27 million acre feet of water. Ultimate requirements have been estimated at 51 million acre feet each year, of which about 42 million acre feet will be used for irrigation.

California's water problem is one of getting water to the right place at the right time. The estimated mean seasonal natural runoff of California streams is about 71 million acre feet of water (in addition, about 32 million acre feet fall on valley and mesa lands each year). This (zie 89), plus California's rights in and to Colorado River water, is sufficient to provide the estimated 51 million acre feet of water needed under ultimate future agricultural and urban development.

The real problem lies in the fact that 70 per cent of the average annual runoff is north of the latitude of Sacramento and 80 per cent of the ultimate estimated need for water is south of that line. Furthermore, this runoff occurs largely in the winter months and there are wide variations from year to year.

In 1957 is een nummer van California Agriculture (137) aan de watervoorziening gewijd geweest. De volgende titels van artikelen uit dit nummer geven een goede indruk over de vele problemen, die zich bij de watervoorziening voordoen:

The water rights situation.

Allocations of ground water.

Recharge studies; refilling underground water reservoirs problem to many governmental agencies.

Watershed management.

Water conservation districts; problems in the use of the public district for ground-water management require organizational flexibility in procedures.

Reclaimed water; sewage effluents as source of irrigation water attracting increasing attention.

Measurement of soil moisture.

Water penetration of soils.

Moisture movement in soils; experiments show moisture movement from one portion of soil to another and soil factors which influence that movement.

Costs of irrigation water.

Irrigation efficiency; increasing demands on water necessitate efficient irrigation practices to apply correct amount of water at proper time.

Prefabricated ditch linings; effectiveness of various types of liners in small irrigation ditches under study for control of seepage and vegetation.

Surface irrigation.

Sprinkler and lateral spacing; distribution of irrigation water applied by sprinklers improved by proper spacings of sprinklers and laterals.

Corrosion of aluminum pipe.

Drainage cost survey; earth moving in northern California estimated at 15 c to 20 c per cubic yard.

Drainage adjacent to a river.

Drainage in irrigated deserts; efficient design, installation, and maintenance of drainage systems essential to avoid crop damage by high soil salinity.

Ongeveer de helft van de benodigde hoeveelheid irrigatiewater wordt onttrokken aan de ondergrond (89). Het watertransport op het bedrijf vindt plaats met behulp van sloten of van pijpleidingen (90). Voor drainage worden wells, tiles en ditches toegepast (137 h). De wells worden onderscheiden in gravity of water table wells en in artisian of pressure relief wells (137 g). Vooral in de drogere gebieden moet de drainagediepte i.v.m. de verzouting van de grond voldoende groot zijn. In de desert area mag de grondwaterstand niet hoger zijn dan 1.5 m (90); men legt de tiles er op een diepte van ongeveer 2 m (137 h).

Fruit.

Veihmeyer en Hendrickson (101) hebben over de irrigatie van boomgaarden een U.C. circular geschreven. Zowel de furrow en de check irrigation als de sprinkler irrigation worden toegepast. De furrows en de checks kunnen in allerlei vormen worden aangetroffen. Bij de furrow irrigation moet de afstand tussen de furrow worden aangepast aan de zijdelingse waterverplaatsing in de grond. Sprinkler irrigation brengt bij gebruik van zout water het gevaar van bladverbranding met zich mede, speciaal voor citrusgewassen in de desert area (90, zie ook 48).

Volgens genoemde onderzoekers is het bodemvocht tussen veldcapaciteit en verwelkingspunt gelijkelijk beschikbaar voor de plant (cracking of prunes zou samenhangen met de klimaatsomstandigheden, maar niet met de irrigatie). L.C. Erickson (Rs) heeft echter gevonden dat periodieke uitdroging van de grond tot een vochtspanning van 0.7 atm. op 60 cm diepte

— in vergelijking met uitdroging tot 0.3 atm. op 30 cm diepte — de vruchtdiameter van Valencia oranges reeds belangrijk deed afnemen (zie 102).

Veihmeyer en Hendrickson (137 c) vermelden dat het maximale waterverbruik per dag uiteenloopt van ongeveer 0.1 inch in de coastal areas tot 0.4 inch en nog wel meer in de interior valleys. Het verschil in verdamping tussen een zwarte en een witte atmometer geeft volgens hen een goede maat voor het waterverbruik (101). De gemiddelde boomgaard zou per jaar een hoeveelheid irrigatiewater van 50 cm vragen; 90 cm zou maximaal zijn (137 c). Dates die vrijwel uitsluitend in de Coachella Valley worden verbouwd, krijgen per jaar 3 m water en nog wel meer toegediend (90).

Groenten.

De voor groenten nog meest toegepaste irrigatiemethode is die via furrows (90). De beregening heeft echter reeds veel terrein gewonnen. De verschillende voor- en nadelen er van worden uiteengezet in een publikatie van de extension service (103). De werkzaamheden kunnen door beregening vaak worden vereenvoudigd: men behoeft geen ruggen en sloten te maken en onderhouden; de plaatsing van kunstmeststoffen is minder kritisch; de overbemesting kan via het water worden toegediend. In hoge gewassen brengt het verplaatsen van de leidingen echter extra werk met zich mede; in dit geval zijn tevens hoge risers noodzakelijk. De jaarkosten van beregening worden bij tien irrigaties per seizoen berekend op ongeveer 30 dollar per acre.

Volgens voornoemde publikatie bedraagt het maximale waterverbruik per dag ongeveer 0.1 inch in de cooler coastal areas, 0.2 inch in de moderate interior en coastal areas, 0.3 inch in de hotter interior valleys en 0.4 inch in de hot desert areas. Voor de volgende aantal van andere gewassen wordt de irrigatiebehoefte genoemd:

shallow-rooted	sla, winter	15 cm
(down to 2 feet)	sla, zomer en herfst	45 cm
	sla, Imperial Valley	45 cm
	aardappelen, vroeg	75 cm
	aardappelen, laat	50 cm
down to 4 feet	peen, coastal area	45 cm
	peen, Imperial Valley	60 cm
deep-rooted	meloenen, inland valleys	45 cm
(down to 6 feet)	meloenen, ~~inland~~ Imperial valleys	60 cm
	tomaten, inland valleys	60 cm
	tomaten, coastal areas	30 cm

De ondiep wortelende gewassen moeten vaker worden geïrrigeerd dan de diep wortelende. Bij vergelijking van de voor Imperial Valley vermelde irrigatiebehoeften met die van andere gebieden moet niet worden vergeten

dat het teeltseizoen vaak niet gelijk is.

Volgens C.E. Houston, extension specialist in irrigatie en drainage te Dv, moeten aardappelen dikwijls om de drie dagen worden geïrrigeerd, terwijl dit voor tomaten niet vaker behoeft te gebeuren dan eens in de tien dagen. De tomaten worden nog vrijwel geheel bevloeid via furrows. Voor aardappelen wordt al veel gebruik gemaakt van beregening. Men verkrijgt door deze wijze van water geven een belangrijk betere kwaliteit. De aardappelteelt is hierdoor veel sterker komen te staan. Terwijl zij vroeger moest worden gesubsidieerd, worden thans voor aardappelen geen price supports meer gegeven (91). Voor de irrigatie van sla beval Houston mij de lezing aan van een U.C. bulletin (F.J. Veihmeyer and A.H. Holland: Irrigation and cultivation of lettuce. Coll. Agric., Berkeley, 1949).

W.J. Flocker (Dv) liet mij een irrigatieproef met tomaten zien; de uitdrogingsgrenzen waren resp. 0.5, 2 en 7 bar. Hij gaf mij het verslag (105) van een in 1959 genomen proef; de canning tomatoes waren hierbij bevloeid met resp. 75 , 100 en 125 cm water. Het aantal culls bedroeg resp. 10, 7 en 6 % (afname waarschijnlijk veroorzaakt door betere beschaduwing) en het percentage droge stof 5.8, 5.4 en 5.3 %. De opbrengst was resp. 16, 20 en 18 ton per acre; deze verschillen waren echter niet betrouwbaar.

In eerder genoemde publikatie (103) wordt opgemerkt, dat op de meeste gronden voor canning tomatoes niet tijdens de oogstperiode geïrrigeerd behoeft te worden, mits de grond direkt voor deze periode goed vochtig wordt gemaakt. Men meent dat beregening bij deze tomatenteelt de fruit rots kan doen toenemen. Ook bij de teelt van fresh tomatoes is men nog huiverig voor beregening, speciaal in de herfst, wanneer in belangrijke mate mature-green wordt geplukt. Regen beïnvloedt de narijping van fall tomatoes namelijk ongunstig.

F.T. Bingham (Rs) lichtte mij in over een pottenproef met tomaten (zie 104); de uitdrogingsgrenzen waren resp. 0.2, 0.6 en 5 bar. Op twee van de drie gebruikte grondsoorten gaf de laagste vochtspanning de beste vegetatieve groei. Op de derde grondsoort gaf de hoogste vochtspanning het beste resultaat (wellicht als gevolg van het optreden van ijzer- en of mangaangebrek bij de lagere vochtspanningen), tenminste bij normale tot flinke giften aan monocalciumfosfaat. Bij een zeer grote gift van dit zout trad ook op deze grondsoort bij de laagste vochtspanning de sterkste vegetatieve groei op.

<u>Bloemen.</u>

In het eerder genoemde nummer van California Agriculture staat ook een artikel over de watervoorziening van bloemen (137 d). Voor de bloementeelt in potten en bedden worden de volgende problemen genoemd: lack of standardization of the soil mix; improper drainage; accumulation of

excessive quantities of soluble salts; inadequate fertility control; toxicity resulting from steaming and other problems related to disease control.

Akkerbouwgewassen.

In de U.C.circular Desert Agriculture (90) worden over de watervoorziening van tal van gewassen opmerkingen gemaakt. Voor alfalfa wordt in de desert area geïrrigeerd met een waterhoeveelheid van 1.5 m en nog wel meer. Bij irrigatieproeven met katoen heeft men gevonden, dat een ruime watervoorziening verticillium wilt in de hand kan werken (137 e). Bij de bevloeiing van rijst moet de watertemperatuur liefst 80° F zijn. Zie hiervoor het artikel: Water temperature in irrigation; cold water damage to rice wan be controlled by use of small unshaded warming basins before water is applied to fields (137 f). De verdamping vanuit de warming basins moet zo mogelijk met behulp van een transparant membraan worden voorkomen.

Verzouting.

In een van de artikelen van het meer genoemde nummer van California Agriculture (137 a) wordt de variatie in het zoutgehalte van het rivieren welwater vermeld. De schrijvers hanteren het begrip effective salinity. Daar sommige zouten, zoals gips, geen verzoutingsproblemen met zich mede zouden brengen, zou de effective salinity soms maar ongeveer ¼ van de zouthoeveelheid van het irrigatiewater bedragen. In een deel van Kern County is het welwater ondanks een lage zoutconcentratie toch ongunstig. Het bevat namelijk relatief veel natriumbicarbonaat en het kan alleen met succes worden gebruikt, wanneer er vooraf gips aan wordt toegevoegd. In droge gebieden, zoals de San Joaquin en de Imperial Valley, zou 20-70 % van het irrigatiewater doorspoelen.

Bij de furrow irrigation kan de top van de grondruggen sterk verzouten. Vooral langdurig groeiende, ondiep wortelende gewassen, zoals aardbeien, kunnen van deze verzouting sterk te lijden hebben. Beregening kan dit voorkomen (103). Voor gewassen die halverwege de helling van de ruggen kunnen worden geplant, kan volgens Houston de furrow irrigation juist worden benut om een aanwezig zoutbezwaar te verminderen. Als gevolg van de waterbeweging in de grond verzout namelijk wel de top, maar niet de voet van de rug (zie ook het hoofdstuk Plantengroei op zoute grond, onder U.S. Salinity Laboratory).

R.M. Eaton (Rs) toonde een lysimeterinstallatie, die werd benut om in de grond het verloop van de zoutconcentratie met de diepte na te gaan. Zij bestond uit een groot aantal betonnen buizen van een paar meter hoog. Het proefgewas alfalfa werd geïrrigeerd met water van uiteenlopende zoutensamenstelling en er werden verschillende percentages van doorspoeling toegepast. Om de zoutconcentratie te kunnen bepalen waren in de buizen op ver-

schillende diepten tensiometerpotten aangebracht, waarmede het bodemvocht aan de grond werd onttrokken.

Eaton liet mij ook zijn proeven met grof-zandculturen zien. Hij gebruikte deze om een vergelijking te maken tussen de zoutgevoeligheid van diverse gewassen in een kas (zwaar geschermd) en buiten. De bevloeiing van de gebezigde potten met grof zand verliep automatisch met behulp van luchtdruk. Hevels zorgden voor de ontwatering van de potten. Voor de zekerheid was onderin elke pot bovendien een klein gaatje aangebracht.

Gunstig effect van droogte.

Hagan (137 b) vermeldt dat droogte voor sommige gewassen een gunstig effect kan hebben; bijvoorbeeld bij suikerriet en suikerbiet een stijging van het suikergehalte en bij guayule een stijging van het rubbergehalte (zie ook het uitstekende artikel: R.M. Hagan: Factors affecting soil moisture - plant growth relations. Report 14 th Intern. Hort. Congress: 82-102, 1955). Bij tabak werd als gevolg van droogte een toename van het nicotinegehalte geconstateerd en bij ladino clover een toename van de opbrengst aan zaad.

Bemesting; hoofdelementen.

De U.C.circular Desert Agriculture (90) vermeldt, dat de gronden in de desert area in het algemeen alleen met stikstof en fosfor bemest behoeven te worden. De andere hoofdelementen zijn gewoonlijk voldoende aanwezig. De stikstofbemesting loopt uiteen van ongeveer 0.7 kg/are voor graangewassen tot 2.2 kg/are en meer voor katoen, suikerbieten en tal van groentegewassen. Fosformeststoffen worden vrijwel alleen aan groente- en akkerbouwgewassen gegeven; de fruitgewassen reageren er niet op. De reactie op fosfor is in de winter sterker dan in de zomer.

Zoals uit de volgende bespreking zal blijken, wordt ook in de andere gebieden weinig of niet met kali bemest. Vaak kan hier ook de fosforbemesting achterwege worden gelaten.

Fruit.

Volgend A.J. Winklers (Dv) is voor druiven de fosforbemesting niet van belang en de stikstofbemesting alleen op lichte gronden. Cook (106) noemt stikstofhoeveelheden van 0.4-0.8 kg/are voor wine en raisin varieties en 0.2-0.4 kg/are voor table varieties. Ongeveer $\frac{1}{4}$ van de vineyards zoute weinig stikstof krijgen en ongeveer 1/5 te veel. Soms is ook de kalibemesting van belang. Voor het opheffen van kaligebrek wordt een éénmalige gift van 20-35 kg zwavelzure kali/are aangeraden.

C.O. Hesse (Dv) noemde voor perzik een stikstofbemesting van 1.1 kg/are. Fosforbemesting heeft voor dit gewas vrijwel nooit zin, kalibemesting soms. Ter opheffing van kaligebrek zou op zware grond een éémalige

gift van 50 kg K_2O/are nodig zijn. Magnesiumgebrek komt ook wel voor.

Citrusgewassen reageren in enkele gebieden gunstig op fosfor (107, 108, 141 a). De fosforbemesting wordt voor deze gewassen echter nogal eens overdreven, hetgeen spoedig aanleiding geeft tot het optreden van koper- en zinkgebrek. Volgens een artikel in California Agriculture (141 d) zou bij hoge calciumgehalten van het irrigatiewater kalibemesting van belang zijn om vruchten van voldoende grootte te kunnen verkrijgen. Soms komt magnesiumgebrek voor (135 e). Het kan worden bestreden door bespuitingen met 1 % magnesiumnitraat. Op lichte gronden geeft bemesting met magnesiumsulfaat ook resultaat, op zware gronden echter niet.

Voor avocado wordt een stikstofbemesting van 1.1-1.7 kg/are voldoende geacht, ten minste wanneer de boomgaard zwart wordt gehouden (136 i). Bij aanwezigheid van cover crops moet meer stikstof worden gegeven!

Akkerbouwgewassen.

In de U.C.circular Desert Agriculture (90) wordt de bemesting van tal van akkerbouwgewassen besproken. Suikerbieten worden in de desert area gewoonlijk bemest met 1.8 kg N/are en 0.9 kg P_2O_5/are. De stikstof geeft men voor ongeveer 1/3 vooraf, terwijl de rest in één of twee keer wordt overbemest. Een U.C. bulletin (109) geeft nadere bijzonderheden over de bemesting van suikerbieten. De stikstof mag volgens deze bulletin niet te laat worden gegeven, daar anders het suikergehalte van de bieten te laag blijft. Tegen het einde van de teelt zijn regens in dit verband ongunstig, daar zij de stikstof van het grondoppervlak naar de wortels spoelen. De noodzakelijke stikstofbemesting loopt uiteen van 0 tot 2.5 kg/are en nog wel meer. Weglating van de stikstof is alleen verantwoord in het veengebied van de Sacramento- San Joaquin delta; het suikergehalte van de bieten is in dit gebied juist nogal eens laag als gevolg van een te sterke stikstofopname kort voor de oogst. Reactie op fosfor treedt vrijwel alleen op in de desert area en in voornoemde delta. Kalibemesting geeft vrijwel nergens resultaat. In de upper Sacramento Valley is zwavelgebrek geconstateerd.

Volgens een artikel in California Agriculture (139 a) dient katoen bemest te worden met 1.1-1.7 kg N/are. Soms is ook fosforbemesting op haar plaats. In de desert area geeft men voor katoen 0.4-0.9 kg P_2O_5/are en 1.4-2.2 kg N/are (90).

Aardappels kunnen gewoonlijk het best worden bemest met 1.8 kg N/are (136 j). Soms is ook fosforbemesting gunstig. Bij een proef bleek 0.7 kg P_2O_5/are voldoende te zijn; een gift van 1.4 kg P_2O_5/are gaf ten opzichte van de lagere gift geen opbrengstverhoging. Bij dezelfde proef is het effect van drie stikstofgiften —— 0.7, 1.4 en 2.8 kg/are —— nagegaan. De middelste gift gaf het hoogste gewicht aan aardappelen van eerste kwaliteit. De hoogste gift leverde weliswaar een hogere opbrengst

maar de kwaliteit was minder: meer growth cracks en knobs en lager gehalte aan droge stof.

Groenten.

In de U.C. circular Desert Agriculture (90) wordt de bemesting van tal van groentegewassen besproken. Sla wordt in de desert area bemest met 0.3-1.8 kg N/are en 1.4-1.8 kg P_2O_5/are. Voor de najaarssla (oogst november-december) houdt men lage stikstofgiften aan en voor de wintersla (oogst februari-maart) hoge. In het laatste geval wordt ongeveer 1/3 van de stikstof vooraf gegeven, terwijl de rest in één of twee keer wordt overbemest.

Celery is een van de weinige gewassen, die niet in de desert area worden geteeld. Voor celery wordt in het algemeen zwaar bemest (139 c). De growers geven vaak ook kali, terwijl dit toch gewoonlijk geen voordelen oplevert (138 b). Kalibemesting geeft — evenals een zware stikstofbemesting — juist vaak aanleiding tot brown checking (zie de paragraaf Borium van het hoofdstuk Bemesting; sporenelementen). Bemesting met kali is wel op zijn plaats in het veengebied van de Sacramento- San Joaquin delta. Brown checking komt in dit gebied niet voor. Lorenz en Little vertelden mij, dat bij celery veel magnesiumgebrek voorkomt. Behalve door kalibemesting zou dit gebrek ook worden bevorderd door verzouting van de grond. Het wordt bestreden met tweewekelijkse bespuitingen met magnesium. Tengevolge van de te hoge kali- of zouttoestand van de grond geeft magnesiumbemesting gewoonlijk onvoldoende resultaat.

Flocker gaf mij het verslag van een in 1959 genomen stikstofproef met canning tomatoes (105). Alleen de overbemesting was hierbij gevarieerd: resp. 0, 0.7 (één gift) en 2.1 (drie giften) kg N/are; de bemesting vooraf was gelijk: 0.2 kg N/are plus 0.3 kg P_2O_5/are. De opbrengst bedroeg resp. 13, 16 en 25 ton per acre; percentage goed gekleurde vruchten resp. 63, 69 en 72 (toename waarschijnlijk veroorzaakt door betere beschaduwing); percentage droge stof resp. 5.4, 5.6 en 5.5. Stikstof schijnt gewoonlijk niet zo sterk opbrengstverhogend te werken, als bij deze proef het geval is geweest. Opvallend is, dat bij een hoeveelheid irrigatiewater van 75 cm een veel sterkere stikstofreactie werd verkregen dan bij een hoeveelheid van 125 cm. De opbrengst bij veel stikstof werd in het laatste geval wat gedrukt door een sterke vegetatieve groei, die een toename van mold en fruit rot tot gevolg had. Bingham lichtte mij in over een fosforproef met tomaten in potten (zie 104); per 12.5 kg grond was resp. 2, 10, 25 en 50 gram monocalciumfosfaat gegeven. Voor alle drie gebruikte grondsoorten was de groei bij de hoogste fosforgift het best.

Bodemtemperatuur en ionen opname.

R.M. Davis heeft mij het een en ander verteld over de invloed van de bodemtemperatuur op de ionenopname. Hij was werkzaam op het Agricultural

Experiment Station te Wooster (zie het verslag van een studiereis naar Ohio), maar daar hij dit onderwerp te Dv had bestudeerd, zal het in dit verslag worden besproken. Tesamen met Lingle heeft hij reeds een gedeelte van zijn onderzoekingen gepubliceerd (110). Aanleiding tot het onderzoek was de ervaring, dat vroege direct-seeded tomatoes gewoonlijk op fosforbemesting reageren, terwijl late direct-seeded tomatoes dit in mindere mate doen. Bij een van de eerste proeven werden dan ook niet alleen vier bodemtemperaturen aangehouden, maar werd tevens wel en niet met fosfor bemest. Zes weken oude tomatenzaailingen gaven de volgende verschillen te zien (de gehalten aan P, K, Ca en Mg zijn uitgedrukt in procenten op de droge stof; de tussen haakjes vermelde cijfers geven de percentages stijging als gevolg van de fosforbemesting aan):

bodemtemperatuur	50-55°F	60-65°F	70-75°F	80-85°F
plantgewicht in g	0.4(29)	1.3(31)	4.7(31)	5.3(16)
droge stof in %	13	10	8	7
P-gehalte	0.3(56)	0.5(8_4)	0.5(44)	0.7(23)
K-gehalte	5.4	6.2	7.1	7.7
Ca-gehalte	1.3	1.4	1.7	1.7
Mg-gehalte	0.8	0.9	1.2	1.2

Met een zandcultuurproef, waarbij aan de voedingsoplossing resp. 1, 5 en 10 p.p.m. fosfor was toegediend, werden ongeveer dezelfde resultaten verkregen; de temperatuur van 80-85°F was in deze proef niet opgenomen. Opvallend was dat calciumgehalte in dit geval bij 60-65°F en bij 70-75°F een optimum vertoonde. Het magnesiumgehalte dat bij 60-65°F vrijwel gelijk was, werd door de toenemende fosforgiften verlaagd. Davis meent uit de zandcultuurproef de conclusie te kunnen trekken, dat bij de lage temperatuur de wateropname in sterkere mate een belemmerende faktor vormt voor de groei dan de fosforopname.

Davis heeft ook gewerkt met tomatenplanten, die in zuiver water van uiteenlopende temperaturen werden gezet. Bij toenemende temperatuur van het water bleken de planten in toenemende mate calcium te verliezen. Voor fosfor en kali had de watertemperatuur in dit opzicht geen invloed. In éénzoutoplossingen met kalium nam bij toenemende temperatuur het kaliumgehalte van de shoots toe en dat van de roots af. Hetzelfde was ook in éénzoutoplossingen zonder kalium het geval. In éénzoutoplossingen met fosfor nam bij toenemende temperatuur het fosforgehalte van zowel shoots als roots toe. Voor de shoots was dit ook het geval in éénzoutoplossingen zonder fosfor; het fosforgehalte van de roots nam hierbij echter af.

Te Rs bezat men voor de regeling van de bodemtemperatuur een aantal zeer fraaie wisconsintanks. Er werd gewerkt met vier temperaturen, twee grondsoorten en twee uitdrogingsgrenzen (1/6 en $\frac{1}{3}$ atm.). Het aanhouden van

uitdrogingsgrenzen werd niet alleen op zich van belang geacht, maar ook om de invloed van de eventuele snellere uitdroging van de grond bij hogere temperatuur te kunnen taxeren. Verdamping vanaf het grondoppervlak werd overigens zoveel als mogelijk voorkomen. In elke bak bevond zich een tensiometer. De tensiometerstanden werden vier keer per dag gecontroleerd.

Hulpmiddelen bemestingsonderzoek.

Te Rs zag ik bemestingsproeven met citrusgewassen, waarbij de bomen in betonnen kokers stonden, die slechts iets groter waren dan de betonnen bakken op ons proefstation. De vrijwel volwassen bomen gaven niettemin een uitstekende indruk.

Erickson (zie 111) heeft voor acht groente- en akkerbouwgewassen een vergelijking gemaakt tussen een aantal groeimedia, waarbij tevens de frequentie van toediening van de voedingsoplossing werd onderzocht. De groeimedia waren water, zand, zand-veen, grond-zand-veen en vermiculite. De voedingsoplossing werd resp. elke 1, 3, 7, 14 en 28 dagen toegediend. De dagelijkse toediening gaf in alle gevallen de beste groei. Voor kool, meloen katoen en sla was zand het beste medium; zand-veen voor boon, sorghum en tomaat; grond-zand-veen voor suikerbiet. Voor het fruitgewas citroen, dat ook bij het onderzoek betrokken was, maakte het weinig uit of de voedingsoplossing elke 1, 3 of 7 dagen werd toegediend. Grond-zand-veen was voor dit gewas het beste medium.

Bemesting; sporenelementen.

Zinkgebrek is in Californië het voornaamste sporenelementengebrek. Boriumgebrek komt op de tweede plaats; het treedt vooral op bij celery. Voor sommige gewassen, vooral sommige fruitgewassen, is boriumovermaat echter een groter probleem dan boriumgebrek. Het is opvallend dat vrijwel geen melding werd gemaakt van ijzer- en mangaangebrek. Alleen Hesse van het Pomology Department te Dv vermeldde, dat deze gebreksziekte bij perzik en pruimen wel voorkomen evenals kopergebrek; Boriumgebrek en -overmaat en vooral zinkgebrek zijn echter ook voor deze gewassen van veel meer betekenis. Behalve voor perzik en pruim werd kopergebrek ook gemeld voor de citrusgewassen. Lorenz noemde voor tomaat molybdeengebrek. Volgens Lingle wordt dit gewas echter niet in molybdeenarme gebieden geteeld. Zinkgebrek zou ook voor de tomaat veruit het voornaamste sporenelementengebrek zijn. L.D. Whittig (Dv) vermeldde dat in hoge bergweiden nogal eens molybdeenovermaat voorkomt. Het is niet zozeer het gras dat hieronder te lijden heeft als wel het vee, vooral schapen.

B.A. Krantz, extension specialist in soil fertility and management te Dv, wekt voor onderwijsdoeleinden regelmatig gebreksziekten op, waarvoor gebruik wordt gemaakt van water-, zand- en grondculturen. Hij liet mij er

tal van kleurendia's van zien. Bij tomaat komt een gering gebrek aan molybdeen tot uiting in een marmering van de bladeren. De symptomen van kopergebrek bij dit gewas zijn onder meer: bladranden krullen naar boven; bladeren zijn klein en smal; bladkleur is dof grijsgroen. Krantz verstrekte mij enkele kleurendia's van zinkgebrek bij mais en tomaat. Bij het laatste gewas komt het zinkgebrek o.a. tot uiting in een naar omlaag krullen van de bladpunt en in een dik en bros worden van de bladeren (wellicht nog dikker en brosser dan bij magnesiumgebrek); zie voor verdere symptomen bij Lingle e.a. (112).

Spurr zal de gebreksziekten gaan bestuderen met behulp van de electronenmicroscoop. Om zich nader met dit instrument te bekwamen zou hij een jaar bij Strugger in Münster gaan werken. Hij liet mij verschillende electronenmicroscopische foto's zien, die aantoonden dat in het cytoplasma zich allerlei membranen bevinden. De functie van deze membranen is nog niet bekend.

Fosfor en sporenelementen.

Hoewel het reeds langer bekend was dat fosforbemesting bij citrus (en ook bij avocado) in ernstige mate zinkgebrek kan veroorzaken, is bij het onderzoek van Bingham e.a. gebleken dat kopergebrek vaak nog in sterkere mate wordt gestimuleerd. Zij werkten bij hun pottenproeven met negen grondsoorten, waarin zowel sinaasappelen (107) als citroenen (141 a) werden geteeld. Per grondsoort werd resp. 0, 38, 180 en 450 p.p.m. monocalciumfosfaat toegediend. Het kopergehalte van het blad nam bij toenemende fosforgift sterk af. Bij een gift van 180 p.p.m. monocalciumfosfaat was dit gehalte op vrijwel alle grondsoorten reeds lager dan 4 p.p.m., het grensgehalte voor kopergebrek. Bij de citroen was de mate van de door dit gebrek veroorzaakte groeiremming voor de ene gebezigde wortelstok veel sterker dan voor de andere. Het gebrek kon worden voorkomen door een gift van 20 p.p.m. koper. De gehalten van het blad aan zink en borium namen eveneens bij toenemende fosforgift af. Zij daalden echter niet beneden resp. 15 en 12 p.p.m., de grensgehalten voor zink- en boriumgebrek. Het mangaangehalte van het blad steeg bij de oplopende hoeveelheden monocalciumfosfaat; het ijzergehalte van het blad werd vrijwel niet beïnvloed. Bingham e.a. (104) hebben ook bij de tomaat de invloed van de fosforbemesting op de opname van sporenelementen nagegaan. Zij vonden voor dit gewas vrijwel dezelfde reactie: bij toenemende fosforgiften namen de gehalten van het blad aan koper, zink en borium af en het gehalte aan mangaan toe; het ijzergehalte werd niet beïnvloed.

Bingham e.a. hebben bij hun proeven gebruik gemaakt van zuiver monocalciumfosfaat. Om na te gaan of van fosformeststoffen een gelijk effect mag worden verwacht heeft Bingham (108) het gehalte aan sporenele-

menten er van onderzocht. Alleen zink kwam in grote hoeveelheden voor en dan nog maar alleen in de fosformeststoffen van westelijke fabrikanten. Het gemiddelde zinkgehalte bedroeg in dit geval ruim 1000 p.p.m., welk gehalte van grote betekenis blijkt te kunnen zijn. Het zinkgehalte van de fosformeststoffen van oostelijke fabrikanten bedroeg gemiddeld nog geen 200 p.p.m.

Zink.

Zinkgebrek is het langst bekend van citrus- en andere vruchtboomgewassen. De laatste jaren is evenwel gebleken, dat het evenzeer optreedt bij groente- en akkerbouwgewassen, vooral mais en tomaat. Krantz noemde voorts nog katoen, sorghum, ui, boon, gerst en alfalfa. Hij gaf mij een stencil (113) waarin een kaart is opgenomen, waarop de verspreiding van het zinkgebrek van groente- en akkerbouwgewassen is weergegevan; het wordt in zestien counties waargenomen.

Volgens Winklers komt zinkgebrek bij druiven vooral op lichte gronden voor. Dit is ook volgens Cook (106) het geval. Deze noemt zink na stikstof voor de druif het voornaamste voedingselement. De meeste rassen laten het zinkgebrek het eerst aan de toppen van de scheuten zien. Bij enkele andere rassen, speciaal Muscaat van Alexandrië, doen de eerste symptomen zich in de tros voor; de trossen worden straggly (A range of berry sizes — from very small undeveloped berries, through undersized berries with one or two seeds, to normal-size berries with two to four seeds — may be found on the straggly cluster). Gezien dit ziektebeeld vraag ik mij af, of ook in het Westland zinkgebrek niet bij dit ras optreedt. Volgens Cook leggen de meeste gronden zoveel zink vast, dat bemesting met dit element hierdoor onpraktisch wordt. Op zeer zandige gronden geeft een gift van 15 kg zinksulfaat per are echter wel een redelijke bestrijding van het zinkgebrek. Bij spur-pruned varieties wordt de beste bestrijding verkregen door de snoeiwonden in te smeren met een oplossing van zinksulfaat. De snoei moet hierbij op een zodanig tijdstip worden uitgevoerd, dat weinig of geen bloeding optreedt. Bij voorkeur dient de snoeiwond te worden ingesmeerd, direkt nadat zij gemaakt is; een tussenpoos van slechts enkele uren doet echter niet veel aan het resultaat af. De gebruikelijke oplossing is ter sterkte van 18 % $Zn\,SO_4 \cdot 7H_2O$. Daar anders de knoppen verbranden, mag voor zinksulfaat zonder kristalwater de concentratie niet hoger worden genomen dan 12 %. Het heeft geen zin om de snoeiwonden van cane-pruned varieties in te smeren; het zink dringt namelijk maar een paar centimeter naar binnen. Het zinkgebrek van deze rassen kan het best worden bestreden door bladbespuitingen; deze bespuitingen geven echter niet zo'n goed resultaat als de snoeiwondbehandeling. Men verspuit het zinksulfaat in concentraties van 0.5-1.0%. Ter voorkoming van bladverbranding wordt aan de oplossing

half zoveel kalkmelk als zinksulfaat toegevoegd.

In een artikel in California Agriculture (140 b) worden de resultaten van enkele proeven met citroen en avocado besproken. Voor citroen in zandcultures werd gevonden, dat een zinkconcentratie van de voedingsoplossing van ongeveer 2 p.p.m. de beste resultaten geeft. Voor avocado in grondcultures voldeed 5 p.p.m. het best. In een ander artikel (140 c) worden de resultaten van een langjarige stikstofbemestingsproef bij sinaasappel weergegeven. De proef was opgezet om na te gaan of stikstofbemesting de voorziening met sporenelementen beïnvloedt. Er werd bemest met zwavelzure ammoniak, calciumnitraat, ammoniumnitraat en steer manure. Na een zesjarige proefduur bleken de sporenelementengehalten van de bladeren onder invloed van deze meststoffen geen noemenswaardige daling te hebben ondergaan, behalve dan het kopergehalte dat door steer manure werd verlaagd, hetgeen wellicht moet worden toegeschreven aan de fosfor, die deze meststof bevat. Ook het zinkgehalte van het blad werd dus door de stikstofbemesting niet verlaagd. Dit is wellicht te danken geweest aan het feit dat de bomen jaarlijks met zink werden bespoten. Veel stikstof kan bij citrus namelijk wel degelijk zinkgebrek veroorzaken. De conclusie van het onderzoek was dan ook, dat men bij sinaasappel als gevolg van stikstofbemesting geen zinkgebrek behoeft te vrezen, mits maar jaarlijks met zink wordt gespoten.

In tegenstelling met wat in het voorgaande voor druiven werd opgemerkt, kan — volgens Lingle, Krants en Little — zinkgebrek bij groente- en akkerbouwgewassen wel degelijk door bemesting met zinksulfaat worden bestreden. Dit is des te meer opvallend daar deze heren veel lagere giften noemden en wel 0.5-2.0 kg/are. Krantz (zie 113) heeft met behulp van pottenproeven voor een vijftigtal gronden de reactie van mais op bemesting met zinksulfaat nagegaan; twee giften werden toegepast, namelijk 0.2 en 1.0 kg/are. De lage gift was vaak reeds voldoende om een zich voordoend tekort aan zink op te heffen. Volgens Krantz doet het zinkgebrek bij de groente- en akkerbouwgewassen zich in het algemeen vooral bij de jonge planten voor. Later in het groeiseizoen zouden de gebrekssymptomen vaak niet alleen afnemen maar soms zelfs geheel verdwijnen.

Lingle (zie 112) heeft de bestrijdingsmogelijkheden van zinkgebrek bij tomaten nagegaan. Voor transplanted tomatoes verkreeg hij de beste resultaten met toediening van zinksulfaat in het transplant water; hierbij werd gebruik gemaakt van een 0.2 % oplossing, die in een hoeveelheid van 500 gallons per acre werd toegediend. In een proef steeg de opbrengst door deze behandeling van 6 tot 28 ton per acre. In een andere proef werd het volgende resultaat verkregen:

	opbrengst ton per acre	zinkgehalte blad p.p.m.
$ZnSO_4$ in transplant water	24	12
$ZnSO_4$ side dressed	22	12
Zn EDTA sidedressed	22	20
$ZnSO_4$ sprays	19	12
Check	10	9

De sidedressing met Zn EDTA heeft het zinkgehalte van het blad het sterkst doen toenemen. De toediening van zinksulfaat aan het transplant water heeft niettemin de hoogste opbrengst opgeleverd. De planten konden in dit geval direkt over het toegediende zink beschikken en groeiden veel sneller weg dan bij de andere behandelingen. De Zn SO_4 sprays (twee bespuitingen met 0.5 % oplossing) gaven van de vier behandelingen het geringste resultaat. Wanneer het er om gaat een in een veld met transplanted tomatoes waargenomen gebrek te bestrijden, dan voldoet de bespuitingsmaatregel echter het best. Dit geldt niet voor een waargenomen gebrek in een veld met direkt-seeded tomatoes. De plantjes zijn in dit geval namelijk nog te klein om voldoende van de bespuiting te kunnen profiteren. Bij proeven met direct-seeded tomatoes gaf sidedressing met Zn EDTA het beste resultaat; afdoende was zij echter niet.

Borium.

Zoals reeds werd vermeld, treedt boriumgebrek het veelvuldigst op bij celery. Het is bij dit gewas een van de oorzaken van de fysiogene ziekte cracked stem (139 c). Met deze benaming moet voorzichtig worden omgegaan Men gebruikt haar in Californië namelijk in twee betekenissen, een ruime en een beperkte. In het eerste geval worden zowel de abaxial als de adaxial symptoms van de bladsteel er onder begrepen, in het tweede geval alleen de abaxial symptoms. De adaxial symptoms worden wel met de benaming brown checking aangeduid. Voor een beschrijving van het abaxial en adaxial cracked stem en voor de fluorescentie die zij vertonen onder ultraviolet licht, kan worden verwezen naar Spurr (115). Deze heeft ook een uitstekende publikatie (114) geschreven over de invloed van borium op de celwandstruktuur van celery. De veranderingen in de celwandstruktuur, als gevolg van boriumgebrek, geven een verklaring van de aard van de symptomen van cracked stem (ruime betekenis).

Voor abaxial cracked stem is reeds lang bekend, dat het door boriumgebrek wordt veroorzaakt (115). Ongeveer tien jaar geleden heeft men ontdekt, dat ook adaxial cracked stem met boriumgebrek samenhangt (138 b). Het komt meer voor dan abaxial cracked stem, dat zich gewoonlijk alleen voordoet, wanneer het adaxial cracked stem ernstige vormen aanneemt (139 c)

In een nummer van California Agriculture trof ik een artikel Brown checking of celery aan (138 b). Hieruit wordt het volgende overgenomen:

This disease occurs in all major celery producing areas of California except the San Joaquin-Sacramento Delta region. Losses up to 100 % are suffered in some celery fields. Petioles showing brown checking also often develop transverse cracks in the ridges on the outside (cracked stem in beperkte betekenis). Brown checking seems to occur more frequenthy in the crops harvested from August through Jannuary, but also occurs in some of the early spring crops. For the most part, summer celery is relatively free of brown checking. Usually the largest and most attractive plants within a field develop the condition first. Irrigation waters used for practically all fields showed amounts of boron ranging from 0.07 to 0.21 p.p.m. These figures suggest that boron is present in adequate amounts in most soils, since solution-culture experiments showed that boron concentrations of 0.10 p.p.m. were sufficient to prevent brown checking and cracked stem (beperkte betekenis). Utah 10B — the principal variety grown in California except for the early spring crop — is most susceptible (in een viertal rassenproeven was Utah 10B voor 57 % aangetast en Summer Pascal in het geheel niet). Use of less susceptible varieties, such as Summer Pascal, appears to be the best recommandation for control of brown checking. Bij een chemisch gewasonderzoek werden de volgende resultaten gevonden:

	% K	p.p.m.B	K:B
Affected fields Brown-checked plants	6.3	17	3700:1
Clean plants	5.9	21	2800:1
Clean fields All districts	4.3	22	2000:1
San Joaquin-Sacramento Delta	3.0	24	1200:1

De resultaten spreken voor zich zelf (zie echter ook de paragraaf Groenten van het hoofdstuk Bemesting; hoofdelementen). Bij een aantal rassenproeven verricht gewasonderzoek werd voor Utah 10B de hoogste K:B-verhouding gevonden, namelijk 1900:1, en voor Summer Pascal de laagste en wel 1100:1.

In een ander artikel in California Agriculture (139 c) worden een aantal bemestings- en bespuitingsproeven besproken. Zowel stikstof- als kalibemesting bleken het optreden van cracked stem (ruime betekenis) sterk te kunnen bevorderen; voornamelijk werden adaxial symptoms waargenomen, maar bij ernstige aantasting ook abaxial symptoms. In een van de proeven deed een extra stikstofgift het cracked stem bijvoorbeeld toenemen van 7 % tot 24 % en in een andere proef een extra kaligift van 5 % tot 24 %. Soms stimuleerde extra kali het cracked stem alleen, als ook extra stik-

stof werd gegeven. Dit deed zich speciaal voor, wanneer zonder extra stikstof de groei wat minder goed was. Bespuiting van het gewas met borium bleek het optreden van cracked stem sterk te kunnen afzien gaan. In een van de proeven gaf een bespuiting met 1.5 % boorzuur een afname van het cracked stem van 24 % tot 2 %; de bespuiting werd tijdens het dunnen uitgevoerd.

Volgens Cook (106) komt bij druiven boriumovermaat meer voor dan boriumgebrek. Only a few isolated instances of boron deficiency are presently known, but in these, crop losses have been drastic. Lack of boron (depending on the variety) may result in a very light set with many flower clusters burning off entirely; or a set with a high percentage of very small undeveloped berries; or an apparently normal set that shatters severely about midsummer. To date, these symptoms have been found where vines are planted in soils subject to severe leaching with water of very low boron content. One ounce per vine (0.3 kg/are) of any of the less concentrated boron fertilizers (35 % $B_2 O_3$), or one-half ounce of stronger materials (65 % $B_2 O_3$), should provide sufficient boron.

Bemesting; manures, cover crops, crop rotations.

Over dit onderwerp worden in de U.C.circular Desert Agriculture (90) verschillende opmerkingen gemaakt. Crop rotations required for good land management in the desert area necessistate keeping approximately one-third of the cultivated areas in alfalfa. The use of alfalfa in rotation with vegetable crops has been a common practice for many years as has been the liberal application of poultry or barnyard manure. The practice of growing and turning under of summer cover crops has been followed for many years. Many vegetable crops are grown with only commercial fertilizer, but animal manures can be used when cost allows. Stalmesthoeveelheden worden alleen genoemd voor tomaten: three to five tons of barnyard manure per acre are commonly applied; frequenthly the manure is put in a trench under where the row is to be. Deze hoeveelheden zijn dus niet groot. Ook elders in Californië wordt niet veel stalmest gegeven. In een artikel in California Agriculture (139 c) las ik namelijk dat een kweker voor celery — dat toch een van de zwaarst bemeste groentegewassen is — ten tons cow manure per acre gaf.

In een ander artikel (139 a) in dit tijdschrift worden enkele opmerkingen gemaakt over de crop rotations voor de na de tweede wereldoorlog sterk toegenomen katoenteelt. Continuous cotton cropping on the land has allowed this expansion. Commercial fertilizers have been used to maintain the soil fertility once partially supplied by suitable crop rotations. At present more than 90 % of the continuous cotton production receives commercial fertilizer to maintain high yields and economic

production.

Cook (106) vermeldt het een en ander over organische bemesting en grondbedekking voor druiven. Manure is recommended only when the costs of the nitrogen it contains and its application are no more than the cost of applying an equivalent amount of commercial fertilizer. Chicken manure should not be used on sandy soils, because its continued use frequently causes zinc deficiency. Pomace, the grape seeds and skins left over from winery operations, is equal to good manure as a vineyard fertilizer, and better than manure as an organic material for California vineyards because it has a slower decomposition rate. Broadcasting 6 to 8 yards of pomace per acre, either at the time of pressing or in midwinter, is an excellent way to supply nitrogen plus some resistant organic matter, providing the price of pomace is reasonable . Interplanting a cover crop may have one or more undesirable effects in vineyards. Irrigating the seed bed in the early fall may stimulate succulent vine growth just before frost. In nonirrigated vineyards, careful timing is required as to how long the cover crop may be allowed to grow in the spring before affecting soil water reserve for vine growth. Plowing under a heavy succulent green manure crop in early spring may cause soil nitrogen to become very low just before the vines need it most, and then release the nitrogen back to the soil in rather large amounts just when the suppley to the vines should be reduced (ook voor suikerbieten wordt een dergelijke stikstofhuishouding ongunstig geacht; zie 109). For these reasons the general recommendation is to plant cover crops only where breakdown of soil structure or plow sole development have created a water penetration problem, or where erosion must be controlled in hillside vineyards. In some irrigated tablegrape vineyards, grasses and other plants are allowed to grow after early summer. The fruit remains relatively free from dust and sometimes ripens earlier, colors better, and ships better than fruit from clean-cultivated vineyards.

Grond- en gewasonderzoek.

In Californië weet men de mestbehoefte in het algemeen beter vast te stellen met gewas- dan met grondonderzoek. Het feit dat vaak alleen maar met stikstof bemest behoeft te worden, zal hieraan wellicht niet vreemd zijn. Volgens Hesse werkt het pomology department te Dv alleen met gewasonderzoek. Voor perziken zou het stikstofgehalte van het blad ongeveer 2.2 % moeten zijn. Lorenz vertelde dat er voor grondonderzoek geen state laboratories zijn, maar wel particuliere. Ook voor gewasonderzoek worden de telers verwezen naar commerciële laboratoria (zie 109).

Grond.

Krantz zei mij dat hij voor de vaststelling van zinkgebrek bij mais

onlangs zeer goede resultaten had geboekt met grondonderzoek, terwijl de resultaten met gewasonderzoek gering waren (zie 113); dit is dus in tegenstelling met de zo juist aangegeven algemene lijn. De grond werd bij het onderzoek geëxtraheerd met ammonium acetate-dithizone. De grenswaarde voor zink lag bij ongeveer 0.5 p.p.m. Bij lagere gehalten reageerde mais in ongeveer 80 % van de gevallen gunstig op zinkbemesting, terwijl bij hogere gehalten in ongeveer 80 % van de gevallen juist geen reactie optrad. Voorts bleek nog het volgende:

Zinc deficiency was found under a wide range of pH from 6.3 to 8.3. There was no apparent relationship between pH and extractable zinc of the 50 soils. Likewise, there was no apparent relationship between soil pH and either response of plants to zinc application, or recovery of applied zinc in extractable form after cropping.

Volgens Bingham kan bij het grondonderzoek ter voorspelling van de reaktie van de gewassen op magnesiumbemesting het best de K:Mg- verhouding van de uitwisselbare kalium en magnesium worden bepaald. Tesamen met enkele anderen heeft hij (zie 116) op een aantal bemestingsproefvelden voor sinaasappel gevonden, dat het magnesiumgehalte van het blad het sterkst gecorreleerd was met de K:Mg-verhouding van de grondlaag van 45-75 cm. Deze verhouding diende niet hoger te zijn dan 0.5, daar anders het magnesiumgehalte van het blad beneden de grenswaarde van 0.2 % daalde; opgemerkt zij dat de ondiepere grondlagen belangrijk hogere en de diepere belangrijk lagere K:Mg-verhoudingen te zien gaven. De kaliumopname bleek goed gecorreleerd te zijn met de hoeveelheid uitwisselbaar kalium; het hoogst was deze correlatie voor de grondlaag van 15-60 cm. Andere onderzoekers hebben echter gevonden, dat wanneer met sterk uiteenlopende gronden wordt gewerkt, het percentage uitwisselbaar kalium een betere maatstaf is voor de kaliumopname van sinaasappelen dan de hoeveelheid uitwisselbaar kalium.

P.F. Pratt (Rs) hield zich o.a. bezig met onderzoek over uitwisselbaar aluminium. Volgens hem neemt het gehalte aan uitwisselbaar aluminium af door afwisselende uitdroging en bevochtiging van de grond en wordt dit proces in sterke mate bevorderd door hoge temperatuur. Het feit dat in zoute gronden — speciaal bij een hoog gehalte aan chloriden — weinig uitwisselbaar aluminium voorkomt, zou berusten op de hydrolyse van aluminiumchloride, waarbij aluminiumhydroxide neer zou slaan en zoutzuur zou ontwijken. Morgan's extractievloeistof werd niet geschikt geacht om het gehalte aan uitwisselbaar aluminium te bepalen, daar hierbij de pH van de grond naar die van de extractievloeistof wordt verschoven. Pratt maakt gebruik van N kaliumchloride. Hij gaat vlug te werk, omdat deze extractievloeistof een verlaging van de pH met zich mede brengt, die echter niet ogenblikkelijk het gehalte aan uitwisselbaar aluminium doet veranderen

Gewas.

Analytical methods for use in plant analysis worden beschreven in een U.C. bulletin (109). Analytical results are always expressed in terms of concentration of the element regardless of the form determined. Wet ashing of plant materials is eminently superior to dry ashing for the determination of all elements, except for boron and chlorine. Under no circumstances should perchloric acid fumes be vented directly into a fume hood. They must be disposed of by absorbing in water or sodium hydroxide and washing down the drain. Descriptions of the following methods of determination are given and include recommendations for ashing procedure: calcium by the oxalate method; calcium and magnesium by the EDTA method; chloride by the Mohr method; chloride by potentiometric titration; magnesium by the thiazole yellow method; nitrate by the diphenylamine test; nitrate in the presence of excess chloride; nitrate in the absence of excess chloride; potassium by the cobaltinitrite method; potassium and sodium by flame photometer; phosphorus (acid soluble); phosphorus(total); sulfate by the methylene blue method; sulfur by the methylene blue method; boron; copper; iron; manganese; molybdenum; zinc by the zincon method; zinc by the dithizone method. Extraordinary care must be taken to avoid spurious analytical results for many of the micronutrient elements ariding from dust, soil, fertilizer and spray residue contamination. Generally the error from these sources is not serious for macronutrients, with the possible exception of calcium contamination from very calcareous or gypsiferous soils. Many workers (die worden geciteerd) have presented data illustrating effects of dust and spray residues on leaf analysis and all agree that analysis of unwashed plant samples for micronutrients are highly questionable. A recent report indicates that paper bags may contain considerable boron which may be transferred to moist samples

In voornoemde bulletin (109) wordt ook het gewasonderzoek van suikerbieten beschreven. Behalve voor de bemesting kan het ook als leidraad dienen voor het tijstip van oogsten; when there is a choice of fields to be harvested, those fields that have been deficient in nitrogen the longest should be harvested first. Voorschriften worden gegeven voor de monstername en voor de voorbewerking van de monsters. The petiole of one of the youngest fully matured leaves is the best indicator of the nitrogen and phosphorus status of the beet plant. Petioles also are satisfactory to indicate potassium status when sodium concentrations are high; when sodium in the plant is low, the leaf blades are superior as an indicator. For sulfur, the blade of a recently matured leaf is very suitable for analysis. Op basis van de droge stof worden de volgende critische waarden vermeld: nitrate-nitrogen 1.000 p.p.m. (petioles); in two per cent

acetic acid soluble phosphate-phosphorus 750 p.p.m. (petioles); potassium 10.000 p.p.m. (this value holds for blades regardless of the sodium status of the plant and for petioles only when the sodium concentrations are 15.000 p.p.m. or above). Het nitraatgehalte blijkt door stikstofbemesting snel en sterk te kunnen oplopen, om daarna weer vrij snel te dalen. Om te voorkomen dat het gehalte aan nitraatstikstof lager wordt dan genoemde critische waarde, moet het in het begin van het teeltseizoen liefst minstens 5.000 p.p.m. zijn. Because it is very difficult to determine how much nitrogen a crop will require before the crop is planted, it is wise to fertilize moderately with nitrogen at planting or early thinning time. If plant analysis shows that the nitrate-nitrogen concentration is approaching dangerously close to the critical level and it is still three months or more to harvest nitrogen can be applied. If a field is to be sampled for the purpose of applying supplemental nitrogen to a growing crop. it should be sampled at rather close intervals, especially from the time immediately after thinning to mid-season. Four or five sampling periods during this time at two-week intervals should provide the necessary information on which to base decisions as to fertilizer needs. If the purpose of sampling is to determine how well a field has been fertilized and to use this information for future planning, three or four sampling periods need not be closer than four-week intervals, but none should be separated by a period of more than six weeks. The first samples should be collected shortly after thinning, the next in early mid-season, the third in late mid-season, and the last just before harvest.

Cook (106) beschrijft voor het druivenras Thompson Seedless een eenvoudige nitraatbepaling, die door kwekers kan worden uitgevoerd; het gewasmateriaal — bladstelen — moet tijdens de bloei worden onderzocht. In een nummer van California Agriculture trof ik een artikel (136 i) aan over gewasonderzoek op stikstof bij avocado: results from samples taken in the August-September period can be used to estimate the amount of nitrogen to apply the following spring; the most productive range for nitrogen is wide and includes values from 1.6 % to 2.0 % of dry weight of leaves.

Fluorescent X-ray spectrometry.

Whittig heeft mij de te Dv aanwezige en bij hem in beheer zijnde X-ray spectrometer laten zien. X-ray spectrometers zijn sinds 1948 in de handel en zij kosten ongeveer 16.000 dollar. Aan de hand van een stencil (117) heeft Whittig mij over de mogelijkheden van deze apparaten ingelicht. The instrument is capable of detecting the presence of all elements above magnesium (at. no 12) in the periodic table provided the elements be present in sufficient amount. The limit of detectability will vary considerable with atomic number. The most sensitive region for detection is in

the range between iron (at. no 26) and cesium (at. no 55). Zinc (at. no 30), for example, can be detected in concentrations as low as about 1 p.p.m. A complete qualitative (and at the same time semi-quantitative) analysis for all detectable elements can be accomplished in about one hour. Quantitative analysis of a particular element can be obtained in about 5-10 minutes. Although we have been working only with plant samples, the instrument can be used for analysis of essentially any class of material. The method is non-destructive and the only preliminary sample treatment required is grinding and mixing. We have used the instrument thus far for quantitative analysis of calcium, manganese, iron, copper, zinc, bromium and strontium (vooral voor de laatste twee elementen is chemische bepaling moeilijk). Many difficulties may be encountered in analysis which must be evaluated and compensated for (moeilijkheden door coherent en incoherent scattering worden uitvoerig besproken in een artikel in Analytical Chemistry; zie 118). Iron and calcium in a sample, for example, will affect the intensity of zinc emission and the background level above which an element's emission line occurs will vary depending upon the matrix composition of the sample. Some system of internal standard can be used to compensate for such effects.

Het apparaat van Whittig had bij zijn collega's zeer veel aftrek. Zodanig zelfs dat hij zijn eigen waarnemingen in de weekends moest doen en hij hoopte dan ook dat de voorgenomen aankoop van een tweede exemplaar spoedig door zou mogen gaan. Ook op de campus te Berkeley bevond zich een X-ray spectrometer en te Rs wilde men er een aanschaffen.

Luchtverontreiniging.

Te Rs wordt over luchtverontreiniging veel onderzoek verricht. O.C. Taylor en R.F. Brewer hebben mij er het een en ander van verteld.

Particulates.

Schadelijke particulates zijn onder meer carbon en cements dusts en zure aerosols, zoals die van zwavelzuur (120). De laatste veroorzaken alleen verbranding, wanneer als gevolg van een voldoend hoge luchtvochtigheid druppels worden gevormd. Onder droge omstandigheden kunnen zure aerosols wekenlang op een gewas aanwezig zijn, zonder dat schade optreedt.

Zwaveldioxyde.

SO_2 is een van de oudst bekende schadelijke air pollutants. De bladverbranding is niet zozeer afhankelijk van de concentratie van dit gas in de lucht als wel van de hoeveelheid SO_2, die wordt geabsorbeerd (120). Een bepaalde concentratie kan dan ook in het ene geval zeer schadelijk zijn voor een gewas, terwijl zij in het andere geval onschadelijk is. De voor SO_2 meest gevoelige gewassen zijn alfalfa, gerst en katoen (119; zie ook M.D. Thomas: Gas damage to plants. Ann. Rev. Plant Physiol. 2:293-322, 1951).

Blootstelling aan 1¼ p.p.m. gedurende één uur leidt onder omstandigheden van maximale gevoeligheid bij alfalfa reeds tot verbranding.

Door de ontwikkeling van control devices is het mogelijk geworden de concentratie aan SO_2 terug te brengen tot de niet-schadelijke hoogten van 0.1-0.3 p.p.m. Behalve in incidentele gevallen van onoplettendheid van fabrieken treedt schade door dit gas in Californië dan ook niet meer op. Genoemde lage concentraties zijn wellicht niet alleen onschadelijk maar zelfs gunstig. Het is namelijk gebleken, dat SO_2 de schadelijkheid van oxidants kan verminderen (120).

Fluor.

Fluorverontreiniging van de lucht wordt onder meer veroorzaakt door staalfabrieken, uraniumzuiveringsbedrijven, aluminiumfabrieken, keramische werkplaatsen en superfosfaatfabrieken (120). Gasvormig silicon tetrafluoride, hydrofluoric acid, fluorosilicic acid en cryolite zijn enige van de fluorverbindingen, die waarschijnlijk met de afvoergassen worden verspreid. Voor wat betreft de door de air pollutants aan gewassen veroorzaakte schaden komen volgens Middleton in Californië de fluorverbindingen na de oxidants en aethyleen op de derde plaats (J.T. Middleton: Photochemical air pollution damage to plants. Ann. Rev. Plant Physiol. 12:431-448, 1961; in het vervolg zal dit artikel worden aangehaald als A RPP). In een publikatie van 1958 (120) wordt fluor "the most important nation-wide air pollution problem in the United States" genoemd. Of potentially more importance than direct injury to plants is the possible detrimental effect of the plants which have absorbed fluorine on animals which eat the plants. Alfalfa, for instance, will tolerate several hundred p.p.m. fluorine without producing injury symptoms but animals fed forage containing in excess of 50 p.p.m. fluorine may develop fluorosis.

Gladiool en druif behoren tot de voor fluor meest gevoelige gewassen. Langdurige begassing met slechts ongeveer 1 p.p.b. (parts per billion) fluor als fluorwaterstof kan reeds ernstige bladverbranding veroorzaken. De mate van verbranding voor een gewas is afhankelijk van de hoeveelheid geabsorbeerd fluor, de milieuomstandigheden en het ras (119). Zowel voor druif als voor gladiool zijn grote verschillen in rasgevoeligheid vastgesteld (120). Brewer verwees mij voor gegevens betreffende de gevoeligheid van diverse gewassen naar een publikatie (D.F. Adams, J.W. Hendrix and H.G. Applegate; Agr. and Food Chem., Febr. 1957: 108-116). Tomaten kunnen volgens hem begassing met 10 p.p.m. fluor verdragen; begassing met 15 p.p.m. niet meer. Rozen zouden vrij gevoelig zijn.

Het beeld van fluorwaterstofschade zou bij dit gewas sterk op ijzerchlorose gelijken. Brewer vertelde voorts dat te Rs voor fruitbomen ook het langeduureffect van fluor wordt onderzocht. Er wordt bijvoorbeeld nagegaan, hoe

perziken reageren op een atmosfeer die constant 1 p.p.m. fluorwaterstof bevat. Taylor vermeldde dat fluorschade kan worden beperkt door bespuitingen met kalkmelk, calciumchloride of Bordeauxse pap (zie Benson: Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 74:184).

Het is soms moeilijk om de door fluor veroorzaakte bladverbranding te onderscheiden van die door andere oorzaken. Chemische analyse kan in deze uitkomst brengen (120). Zij kan ook worden benut om de bronnen van het fluor op te sporen. De gewassen blijken het fluor in uiteenlopende mate te absorberen. Bij een proef bevatten druivenbladeren na twee maanden begassing met 2-5 p.p.b. fluor bijvoorbeeld ongeveer 800 p.p.m. fluor, gladiolenbladeren 300 p.p.m. en sinaasappelbladeren 250 p.p.m. Terwijl de druiven- en gladiolenbladeren bij deze proef ernstige verbranding vertoonden, waren de sinaasappelbladeren geheel normaal. De geringe fluorgevoeligheid van sinaasappel is ook gebleken bij een uitvoerig chemisch bladonderzoek in de belangrijke sinaasappelgebieden van Californië (122). Het fluorgehalte van het blad liep uiteen van 1 tot meer dan 200 p.p.m. Bladverbranding werd echter in geen enkel geval waargenomen.

Brewer e.a. (123) hebben bij in voedingsoplossing geteelde sinaasappelen het effect van toediening van fluorwaterstof aan het substraat nagegaan; 25 p.p.m. fluor deed de opbrengst en de groei van de bovengrondse delen sterk afnemen, de groei van de wortels echter toenemen. Na 21 maanden was het fluorgehalte van de bladeren van de fluorbehandeling slechts ongeveer 30 p.p.m. (bij de controle 5 p.p.m.); het fluorgehalte van de fijne wortels bedroeg daarentegen 20.000 p.p.m. (bij de controle 50 p.p.m.). Ter vergelijking werden ook flurogehalten bepaald van bomen, die 3 maanden met 6 p.p.b. fluorwaterstof waren begast; het gehalte van het blad was 230 p.p.m. en dat van de fijne wortels 60 p.p.m.

Aethyleen.

Luchtverontreiniging met aethyleen wordt onder meer veroorzaakt door chemische fabrieken, auto's en verbrandingsovens. Cattleya en Phalaenopsis behoren tot de voor dit gas meest gevoelige gewassen; de bladeren zijn weinig gevoelig, maar de kelkbladen van tal van rassen verdrogen, wanneer de atmosfeer 5 p.p.b. aethyleen bevat (119, 120). Leaves of some plants, such as marigold, do not develop normally in the presence of 5pp.h.m. (parts per hundred million) of ethylene in the air. Leaf irregularities and poor flower formation occur in narcissus and tulip at concentrations above 400 p.p.h.m. Failure of carnation flowers to open properly and flower drop in snapdragon have been attributed to the toxicity of ethylene.

Tomaten behoren ook tot de voor aethyleen zeer gevoelige gewassen; 10 p.p.h.m. veroorzaakt bladafwijkingen. Toch treedt volgens Taylor aethyleenschade bij tomaten niet zo vaak op, hetgeen hij daaraan toeschrijft dat

zij gewoonlijk op grotere afstand van de staf worden geteeld.

Oxidants.

De oxidants zijn componenten van smog. Oxidantschade wordt dan ook gewoonlijk smog damage genoemd. Middleton (A R P P) vermijdt deze benaming en in plaats van smog spreekt hij van community (or photochemical) air pollution. Smog verwijst namelijk naar smoke en fog, welke beide niet voor de oxidantschade verantwoordelijk zijn.

De symptomen van oxidantschade bestaan uit een silvering, glazing, bronzing en soms necrosis van de onderzijde van het blad (120). De bovenzijde van het blad wordt als regel alleen dan beschadigd, wanneer de symptomen aan de onderzijde zeer ernstig zijn. Gewassen die op de bovenzijde van de bladeren veel huidmondjes bezitten, zoals andijvie, laten de oxidantschade echter vaak gelijktijdig op beide zijden van het blad zien (A R P P). Sommige gewassen, zoals Zinnia en Petunia, vertonen onder invloed van oxidants banding; de symptomen zijn hierbij min of meer beperkt tot een dwars over het blad lopende strook (121). Kleurenafbeeldingen van oxidantschade zijn opgenomen in een nummer van California Agriculture (119). Behalve de reeds genoemde gewassen laten onder meer ook alfalfa, celery, pinto bean, sla, spinazie, african violet, citroen en grapefruit de schadesymptomen spoedig zien.

De groei van tal van gewassen wordt door de oxidants sterk geremd (A R P P). Dit is vaak ook reeds het geval bij zodanig lage oxidantconcentratie, dat de bladsymptomen nog niet optreden. Sommige gewassen, zoals tomaat, suikerbiet en avocado, vertonen ook bij hogere concentraties geen typische symptomen (120). De oxidants veroorzaken bij de teelt van deze gewassen niettemin belangrijke verliezen. Bij tomaten is als gevolg van oxidants ernstige bloemrui geconstateerd (A R P P).

De oxidants zijn oxydatieprodukten van koolwaterstoffen. Zij ontstaan bij "the dark reaction of ozone and olefins" en bij "the photplytic reaction of nitrogen oxides and hydrocarbons". Daar Taylor mij alleen de photolytic reaction noemde, is deze wellicht de voornaamste. De benaming "photochemical air pollution" van Middleton wijst hier eveneens op.

Aanvankelijk heeft men bij het onderzoek vooral aandacht besteed aan de produkten van de dark reaction; vaak werd de pinto bean hierbij als toetsgewas gebruikt (120). De oxidantschade wordt niet veroorzaakt door de eindprodukten (organische zuren en aldehyden) van deze reaktie, maar door weinig stabiele tussenprodukten (de halfwaarde-tijd bedraagt slechts enkele of meerdere minuten; 121). De ernst van de schade is afhankelijk van de duur van de begassing en van de concentratie van de oxidants. The results of a number experiments show a positive curvilinear regression of injury to oxidant concentration; the amount of increase in injury falls off

rapidly as the oxidant concentration increases. The fumigations clearly show that oxidant injury typically will first affect those leaf areas that have just begun to function actively (A R P P). Oxidant injury to vegetation, therefore, may be readily recognized in that it does not affect the terminal immature leaves nor the basal fully matured leaves. Experiments at the Earhart Laboratory showed that the fresh weight of tomato tops exposed to ozonated hexene during lighted hours was consistently less than the fresh weight of comparable control plants; however, there was no effect on tomato plant growth when fumigated in the dark.

Taylor e.a. hebben onlangs aangetoond, dat de oxidant of oxidants van de photolytic reaction niet gelijk zijn aan die van de dark reaction (121). Ozone-olefin reactions caused glazing or bronzing on 14-day-old pinto bean leaves but did not damage 7-day-old pinto bean leaves or petunias. Photochemical reactions of nitrogen dioxide and hexene caused oxidant bronzing of 7-day-old pinto bean and petunia leaves but did not injury 14-day-old pinto bean leaves. The plants exposed to ambient air showed the symptoms ascribed to each of the three toxicants (ozonschade werd eveneens bestudeerd), but the most prevalent damage on both beans and petunias was the type caused by photolyzed nitrogen dioxide and olefin. Dit schadetype werd ook verkregen met irradiated automobile exhaust, irridiated ozone-olefin mixtures en irridiated aldehydes. Fumigation with hydrogen peroxide in very high concentrations confirmed earlier findings that this material could cause oxidant injury. In the present study, hydrogen peroxide caused typical oxidant injury of 14-day-old beans but caused only atypical injury on 8-day-old beans and petunias.

Recent hebben Taylor e.a. (de eerste officiële mededeling is gedaan in mei 1960; zie 121) uit de produkten van de photolytic reaction een verbinding — peroxyacetyl nitrate (PAN) — weten te isoleren, die reeds in een concentratie van 0.1 p.p.m. de voor deze reaktie typische schade op pinto bean en Petunia veroorzaakt (zie ook L. Ordin and B. Propst: Effect of photochemicallly produced oxidants on growth of avena coleoptile sections. Plant Physiol. 36:326-330, 1961). Hoewel PAN een niet- stabiele verbinding is, is de halfwaarde-tijd er van toch belangrijk groter dan van de oxidants van de dark reaction. PAN is ook een eye irritant evenals formaldehyde en acrolein; deze verbindingen worden eveneens bij de photolytic reaction gevormd. Acrolein is two or three times as irritating as formaldehyde, while PAN is intermediate in activity. At the present time, there is not sufficient data on the concentrations of these three irritants in natural air pollution to evaluate their relative importance. Formaldehyde and acrolein have been shown to be incapable of producing

typical oxidant injury at naturally concentrations, but acrolein at higher concentrations is capable of producing symptoms indistinguishable from oxidant injury (A R P P).

Ozon.

Ozon wordt gevormd bij de onder invloed van ultraviolet licht verlopende dissociatie van stikstofdioxyde (121). In the absence of other components, only small concentrations of ozone could form in this way because the back reaction of ozone with nitric oxide to regenerate nitrogen dioxide is extremely rapid. In the presence of organic material the ozone does accumulate to higher concentrations, presumable because nitric oxide is converted to nitrogen dioxide at some stage in the oxidation of the organic material. Evenals PAN, formaldehyde en acrolein is dus ook ozon een produkt van de photolytim reaction.

Hoewel ozon op zich een oxidant is, wordt de benaming oxidant damage gereserveerd voor de toxicants van de dark en photolytic reactions. De symptomen van ozonschade bestaan uit een stippling, mottling of bleaching van de bovenzijde van het blad. De onderzijde van het blad wordt gewoonlijk niet beschadigd, behalve dan bij gewassen die niet- gedifferentiëerd bladmoes bezitten; bij deze gewassen doet de schade zich aan beide zijden van het blad voor (A R P P). De gevoeligheid van de bladeren voor ozon neemt in het algemeen toe met de ouderdom (A.C. Hill e.a.: Plant injury induced by ozone. Phytopathology 51:356-363, 1961). Ozone injury to experimental plants under controlled contitions can be demonstrated easily and the injury is severe at 0.5 p.p.m. of ozone for a half-hour (A R P P). A linear relationship between concentration and time of exposure was determined for ozone and its damaging effect upon sensitive vegetation (120). Druif, tabak, spinazie en alfalfa zijn enkele voor ozon zeer gevoelige gewassen (A R P P; zie ook Hill e.a.).

Taylor vertelde mij, dat men te Rs met citrusgewassen een langjarige proef wil gaan nemen om de door verschillende air pollutants veroorzaakte schade juister te kunnen vaststellen. De bomen zullen worden geteeld in enclosures, waarin de atmosfeer kan worden gezuiverd. Er wordt gedacht aan de volgende behandelingen: lucht van de omgeving; geheel gezuiverde lucht; oxidants uit de lucht verwijderen; ozon verwijderen; fluor verwijderen; toevoeging van fluorwaterstof aan geheel gezuiverden lucht (dit om na te gaan of alleen het fluorwaterstofschade veroorzaakt of dat alle fluor pollutants dit doen). Het geld voor de proef — ongeveer een millioen dollar — zal onder meer worden gefourneerd door Sunkist en Kaiser Steel. Het is overigens nog een vraag, hoe de bomen in de enclosures zullen groeien en ook hoe de partiële luchtzuivering tot stand moet worden gebracht.

Verspreiding en bestrijding van oxidant- en ozonschade.

Oxidantschade werd voor het eerst waargenomen rond Los Angeles, het smog-gebied bij uitstek (A R P P). Volgens Taylor wordt het optreden van smog hier bevorderd door de zich vaak voordoende inversie (de wind van de landinwaarts gelegen woestijn verleent de hogere luchtlagen een hoge temperatuur) en door de dalen (die de zich daarin bevindende lucht min of meer vasthouden). Deze factoren resulteren spoedig in een stilstaande lucht waarin de photolytic reaction zich goed kan afspelen. Smog is vooral een probleem in de maanden juli en augustus; het zicht wordt belemmerd, de ogen worden gefrriteerd en ook kunnen sinus troubles worden veroorzaakt. Het smog-probleem doet zich ook voor rond San Fransisco.

De door oxidants aan gewassen veroorzaakte zichtbare schade — schade die aan de hand van de typische bladsymptomen is geschat — werd in 1958 voor de Los Angeles area op ruim 5 millioen dollar per jaar geraamd en voor de San Francisco area op ruim 1 millioen dollar per jaar (120). Genoemde gebieden moet men zich niet te beperkt voorstellen. Smog en oxidantschade doen zich over grote uitgestrektheden voor; fluorschade treedt naar verhouding slechts plaatselijk op. Middleton vermeldde in 1961, dat in Californië de oxidants in 27 counties worden aangetroffen; hij schatte de in deze staat door community air pollution aan field en vegetable crops veroorzaakte zichtbare schade (oxidant- en ozonschade; ozonschade zou in Californië echter van minder belang zijn) op ongeveer 8 millioen dollar per jaar (A R P P).

De community air pollution neemt ook in het oosten van de Verenigde Staten snel toe. De aan field en vegetable crops veroorzaakte zichtbare schade wordt hier thans geschat op ongeveer 18 millioen dollar per jaar. In tegenstelling tot de western seaboard schijnt ozon aan de eastern seaboard van meer belang te zijn dan de oxidants.

In Californië wordt automobile exhaust — alleen al in Los Angeles bevinden zich 6 millioen auto's — als de voornaamste oorzaak van de smog en de oxidantschade gezien (120). Taylor schatte het aandeel van de automobile exhaust op 80 %. Na al eerder tegen enkele andere smog-bronnen — backyard incinerators en industrie — maatregelen te hebben getroffen, heeft men dit in 1960 ook tegen de auto's gedaan (124). In dit jaar is in Californië een wet aangenomen, waarbij wordt voorgeschreven dat alle nieuwe auto's vanaf het moment, waarop er twee goedgekeurde exhaust-control devices in de handel zijn, binnen een jaar zo'n device moeten bezitten. This significant step towards control of hydrocarbon sources was made possible because first standards for acceptable vehicle exhaust emissions as well as ambient air were established (A R P P). Tegen fluorverontreiniging heeft men nog geen wet. Volgens Taylor is het probleem om tot stan-

dards te komen in dit geval lastiger. Fluorschade zou namelijk zowel door een kortstondige hoge concentratie als door een langdurige accumulatie kunnen worden veroorzaakt.

The present air pollution abatement program outlook in California suggests a reduction in plant damage from oxidants with a possible increase in plant damage from ozone (A R P P; zie 120 voor proeven die aantonen dat "high atmospheric hydrocarbon levels can prevent ozone damage"). For, it is likely that sufficient residual hydrocarbon would still remain to then possible participate in the cyclic evolution of ozone through photo oxidation of nitrogen dioxide. It has been postulated that the change in manifestations of photochemical air pollution from one involving oxidant effects in the urban area, to oxidant and ozone in the surburban areas, and to ozone in rural areas, is due to changes in the chemical composition of the moving pollution cloud as associated with reaction time and coupled with the relatively prompt consumption of olefins, slower consumption of a variety of organics, and delayed consumption of saturated hydrocarbons, so that ozone production continues from the photolysis of nitrogen dioxide some distance away from the initial, principal pollution source. The manifestations of photochemical air pollution in and about Washington (D.C.) and Philadelphia (Pennsylvania) conform with the thesis postulated here. Since the oxides of nitrogen arise from any hot combustion of fuel in air and are primary ingredients in the photochemical air pollution system, ultimate success in abatement of community air pollution requires control of the nitrogen oxides emitted into the atmosphere.

Oxidant- en ozonschade kunnen worden voorkomen door bespuitingen met het kaliumzout van vitamine C. Taylor vermeldde evenwel, dat met het oog op verbranding de concentratie niet hoger kan worden genomen dan 0.05 N, hetgeen tot gevolg heeft dat men voor het verkrijgen van een afdoend resultaat zo ongeveer elke dag moet spuiten. Bij proeven is gebleken dat oxidantschade eveneens kan worden voorkomen door bespuitingen of bestuivingen met carbamaten en verwante verbindingen (zoals Zineb, Ferbam, Ziram, Maneb en Thiram). Deze bestrijdingsmiddelen vertoonden echter alleen dan een duidelijke werking, wanneer het met huidmondjes bezette bladoppervlak er goed mee was bedekt (A R P P).

<u>Andere gasvormige pollutants.</u>

Hoewel de stikstofoxyden bij de community air pollution een belangrijke rol spelen, worden zij op zich weinig schadelijk geacht. They usually occur in relatively low concentrations, not exceeding 0.2 to 0.3 p.p.m. expressed as nitrogen dioxide. Middleton e.a. (120) report injury from nitrogen dioxide only when concentrations were above 3 p.p.m. for about 4 hr. In experiments the injury symptoms were indisting uishable

from those produced by sulfur dioxide, though 3 to 4 times the concentration of nitrogen dioxide was required to produce comparable damage.

Other gases which cause damage to vegetation, listed in decreasing order of their toxicity, are chlorine, ammonia, hydrogen sulfide and carbon monoxide (zie 120). Although these gases are injurious to plants, they are usually not considered significant because their emission arises from accidental losses and concentrations are not sufficiently high to cause damage.

Mercury vapors arising from two sources have caused serious damage to greenhouse roses. In one instance the vapors came from biehloride of mercury which had been applied as a soil drench; in the second the vapors came from paint containing phenyl mercuric compounds.

Herbiciden.

De luchtverontreiniging door herbiciden wordt beschreven in een nummer van California Agriculture (119). De herbiciden kunnen zeer schadelijk zijn. Men heeft berekend, dat 1 gram 2,4-D voldoende is om alle planten van een 10 ha groot katoenveld te misvormen.

Ziekten.

Volgens Little (Rs) vormen virusziekten in Californië een groter probleem dan schimmelziekten. Hij noemde in dit verband de gewassen tomaat, sla, selderij, peen en meloen. Lorenz (Rs) vestigde mijn aandacht speciaal op het laatst genoemde gewas. Bij de meloenenveredeling wordt volgens hem in de eerste plaats op virusresistentie gelet.

Little vermeldde een drietal bestrijdingsmethoden van virusziekten, namelijk het telen van virusvrij zaad, het verwijderen van waardplanten en het bestrijden van vectoren. De eerste methode wordt toegepast tegen slamozaiek (zie ook 125). Zij voldoet goed, maar het virusvrije zaad wordt door het besmet raken van alle teeltgebieden steeds lastiger te produceeren. De tweede methode levert succes op tegen een paprikavirus. De waardplant is in dit geval een boomsoort, die om overwintering van het virus te voorkomen uit de omgeving moet worden geweerd. De derde methode wordt onder andere toegepast tegen een in de desert overwinterend insect. Bij het droger worden in het voorjaar trekt het naar kreken om vandaar de veldgewassen binnen te dringen. De bestrijding vindt plaats in de kreken.

Little noemde de air borne schimmelziekten van weinig betekenis. Uitzonderingen daargelaten komen zij maar weinig voor. De soil borne schimmelziekten zijn wel van belang. Speciaal aantastingen van Fusarium, Verticillium en Rhizoctonia kunnen in ernstige mate optreden. Wortelknobbelaaltjes komen onder andere voor bij tomaat, peen en boon. Voor resistentieveredeling op wortelknobbelaaltjes kan worden verwezen naar een tweetal

artikelen in California Agriculture (136 a, 136 e). Bij de teelt van suikerbieten begint men last te krijgen van systen.

De ziekten van sla worden besproken in een U.C. circular (125). Van de virusziekten — lettuce mosaic, aster yellows, spotted wilt en big vein— is eerst genoemde de voornaamste. In het oosten van de Verenigde Staten is daarentegen aster yellows het belangrijkst. Van de schimmelziekten worden sclerotinia rot, downy mildew, powdery mildew, anthracnose en stemphylium leaf spot genoemd. In tegenstelling tot wat men in het Californische klimaat zou verwachten, blijkt downy mildew (Bremia lactucae) een ernstiger ziekte te zijn dan powdery mildew (Erysiphe cichoracearum).

Market diseases van tomaat, paprika en aubergine worden besproken in een U.S.D.A.agriculture handbook (126). Van Koot vermeldt voor de tomaat een viertal virusziekten en wel tomato mosaic, fern leaf mosaic, spotted wilt en curly top (Y.van Koot; De teelt van tomaten in de U.S.A. Proefstation Naaldwijk, Publikatie no 56, 1956). De laatste twee vormen vooral in het zuiden van Californië een ernstig probleem. Volgens Lingle (Dv) zijn meer in het noorden Verticillium en Fusarium de voornaamste tomatenziekten. Zie voor de omstandigheden van optreden van deze ziekten bij Van Koot. Enkele gewassen zoals aardbei, aubergine en framboos hebben nog belangrijk meer van Verticillium te lijden dan de tomaat. Volgens een artikel in California Agriculture (141 b) heeft men bij de aardbei met de resistentieveredeling op Verticillium goede resultaten bereikt. De verkregen lijnen bleken vaak tevens resistent te zijn tegen powdery mildew, dat eveneens een ernstige aardbeiënziekte is.

Volgens Winklers (Dv) vormen virusziekten ook voor de druif het voornaamste probleem. Ter bestrijding worden nieuwe introductions ingevoerd. Eén van de druivenvirussen schijnt alleen door aaltjes te kunnen worden overgebracht. De meeste zijn uit Europa afkomstig. Men kent echter ook een in Amerika inheems druivenvirus.

W.B. Sinclair (Rs) gaf mij een rapport over het gebruik van diphenyl bij de bewaring en verzending van citrusvruchten (127). Diphenyl werkt als een fungistat, echter niet tegen alternaria rot. Vroeger is deze bewaarziekte bij citroen in ernstige mate opgetreden. Momenteel wordt zij met succes bestreden door behandeling met 2,4-D of 2,4,5-T (zie ook 138 a).

Tomaat.

Over de jaren 1957 t/m 1959 was de beteelde oppervlakte voor de processing tomatoes ongeveer 3.5 keer zo groot als voor de fresh tomatoes (resp. ongeveer 140.000 en 40.000 acres), de opbrengst per eenheid van oppervlakte ongeveer 2 keer zo hoog (resp. ongeveer 16 en 8 ton per acre) en de prijs per eenheid van produkt ongeveer 7 keer zo laag (voor de

processing tomatoes was de prijs ongeveer 22 dollar per ton; voor de fresh tomatoes was zij voor de verschillende teeltseizoenen verschillend: early spring ± 230, early summer ± 130 en early fall ± 150 dollar per ton). Het een en ander had tot gevolg, dat de geldelijke opbrengst voor beide teeltwijzen ongeveer gelijk was (elk ongeveer 50 millioen dollar per jaar). Zie voor nadere bijzonderheden enkele publikaties (93, 94, 98).

De voornaamste teeltgebieden voor de processing tomatoes zijn de Sacramento en de San Joaquin Valleys (94, 98). Voor de fresh tomatoes zijn dit: early spring, southern California (voornamelijk Imperial Valley); early summer, San Joaquin Valley; early fall, southern California en San Joaquin Valley. De processing tomatoes worden dus voornamelijk in het noorden geteeld en de fresh tomatoes in het zuiden. Dit is overigens een regel, die voor de gehele U.S.A. opgaat. Erickson (Rs) vertelde dat in een van de noordelijke kustgebieden de tomaten zeer zoet worden en zeer goed op kleur komen. Dit wordt toegeschreven aan de aldaar heersende lage temperaturen en hoge stralingsintensiteiten.

Voor de processing tomatoes kent men slechts één teeltseizoen, waarbij in het voorjaar met de teelt wordt gestard. De fresh tomatoes worden — zoals reeds uit het voorgaande is gebleken — ingedeeld in drie teeltseizoenen. De voornaamste oogsttijden hiervoor zijn (98): early spring, mei en juni (in december wordt reeds met plukken begonnen); early summer, juli en augustus; early fall, september en oktober (plukken gaat door in december). Bij de teelt in plastic kassen wordt volgens Lorenz (Rs) voornamelijk in de eerste maanden van het jaar geplukt. Zie voor nadere bijzonderheden over de oogsttijden in de desert valleys van southern California een U.C.circular (90). Californië produceert ongeveer 15 % van de early spring crop, ongeveer 40 % van de early summer crop en de gehele early fall crop.

Het meest geteelde ras is Pearson, waarvan een groot aantal typen bestaan. Het heeft omstreeks 1942 ingang gevonden, voornamelijk doordat de plukkers de betrekkelijk kleine vruchtgrootte op prijs stelden (98). De opbrengst er van is hoog, maar enigszins laat. Vandaar dat bij de teelt van fresh tomatoes, speciaal voor de early spring crop, ook enkele vroegere rassen worden gebezigd (zie 90 en 128).

Voor de fresh tomatoes worden twee teeltmethoden toegepast, namelijk die op de grond en die aan stokken (zie 90 en 98). De processing tomatoes worden alleen op de grond geteeld. Volgens Lorenz (Rs) worden de processing tomatoes in slechts 2-4 keren geplukt. Lingle (Dv) zei dat in het noordelijk deel van de Central Valley (Sacramento en San Joaquin Valleys) het oogsten dikwijls maar 2 keren wordt gedaan. Dit hangt samen met de klimatologische omstandigheden aldaar. Aanvankelijk is het namelijk te koud voor

vruchtzetting en later te heet. De vruchtzettingsperiode is hierdoor vaak van korte duur — de planten zijn dan reeds groot — hetgeen tot gevolg heeft dat ook de oogstperiode niet lang is.

In southern California worden de fresh tomatoes in de koudere jaargetijden op grote schaal met groeistoffen bespoten (90, 128, 135 e, 140 a). Wanneer de nachttemperaturen te laag zijn voor een goede vruchtzetting, kunnen deze bespuitingen de opbrengst belangrijk verhogen. De vruchtkwaliteit laat onder invloed van de groeistoffen echter nogmaal eens te wensen over; de vruchten vertonen namelijk vaak afwijkingen, zoals puffiness en pointedness, terwijl zij soms ook minder bestand zijn tegen bewaring en verzending. De voor- en nadelen van de bespuitingen doen zich bij de spring crop wellicht spoediger voor dan bij de fall crop (128, 140a). Bij proeven in klimaatkamers, waarin dagtemperaturen werden aangehouden van ± 80° en ± 70° F en nachttemperaturen van resp. ± 60° en ± 50° F, is gevonden dat 4- CPA — de meest gebruikte groeistof — de puffiness vooral deed toenemen bij de hogere temperaturen en de pointedness vooral bij de lagere temperaturen (135 e).

Morris en Flocker vertelden mij, dat men te Dv druk doende is met de selectie en veredeling van rassen, waarvan de vruchten aan een plant gelijktijdig rijpen. Het doel hiervan is om bij processing tomatoes tot mechanisch oogsten over te kunnen gaan; met de ontwikkeling van oogstmachines is men eveneens druk bezig. De kosten van het oogsten met de hand zouden bij de teelt van processing tomatoes momenteel eigenlijk te hoog zijn (zie ook 135d).

Neusrot.

Behoudens met het ras San Marzano, dat wordt geteeld voor de vervaardiging van tomato paste, wordt volgens Little en Lingle in Californië van neusrot weinig nadeel ondervonden. San Marzano heeft peervormige vruchten. De rassen met deze vruchtvorm zouden veel gevoeliger zijn voor neusrot dan de rassen met de normale vruchtvorm. Volgens Lingle heeft J.C. Hanna bij entproeven gevonden, dat de gevoeligheid in grote mate wordt bepaald door het wortelgestel. Bij verenting van San Marzano op een onderstam van Pearson trad namelijk geen neusrot op en bij verenting van Pearson op een onderstam van San Marzano wel.

De anatomische aspecten van het neusrot bij San Marzano zijn onderzocht door Spurr (129). De eerste neusrotsymptomen zouden zich bij dit ras alleen kunnen voordoen bij vruchten, die op basis van hun lengte ongeveer half volgroeid zijn. During this phase of fruit development the increments of growth in length are very large in relation to the size of the fruit. Aan de hand van een uitvoerige literatuurstudie en eigen waarnemingen is Spurr tot de overtuiging gekomen, dat calciumgebrek als de fundamentele oorzaak van neusrot moet worden beschouwd. Als argumenten voor deze stelling

worden onder meer de volgende punten naar voren gebracht; the first indication of the externally visible lesions is the development of brown proteinaceous inclusions in the epidermis and in the underlying cells of the pericarp (light-yellow to brown proteinaceous inclusions also develop in the deep seated lesions); the walls of affected fruits are often glutted with starch grains; the distal ends of young elongated fruits are relatively low in calcium. No conclusive histological evidence could be found to support the view that the disorder is primarily due to water stress.

Bij de in het begin van dit hoofdstuk beschreven proeven in klimaatkamers werd geen neusrot aangetroffen bij de lage, maar wel bij de hoge temperaturen. Davis is van mening dat een dergelijk temperatuureffect kan berusten op de relatief geringe calciumopname bij hoge bodemtemperatuur (zie de paragraaf Bodemtemperatuur en ionenopname van het hoofdstuk Bemesting; hoofdelementen).

Eaton gaf mij een publikatie van Hayward en Long (130), waarin proeven met zandculturen worden beschreven, die werden genomen om de invloed op de tomaat van toenemende giften aan natriumzouten na te gaan; onder meer worden anatomical en osmotic responses vermeld. The incidence of blossom-end rot was high in all treatments. It was possible to reduce the amount of blossom-end rot by bringing the solutions up to volume frequently, thereby reducing the variations in water stress. De proeven leverden geen aanwijzingen, dat neusrot zou worden veroorzaakt door calciumgebrek. Het calciumgehalte van het sap van rijpe vruchten was namelijk bij de hoogste giften aan natriumzouten ongeveer vier keer zo hoog als bij de controle, terwijl deze het minste neusrot vertoonde (de osmotische waarde van het sap was in deze gevallen resp. ongeveer 16 en 9 atm.). Eaton using tomatoes in sand culture has obtained data that suggest that calcium and magnesium accumulations singly or combined were important contributing factors to the incidence of blossom-end rot (zie 130).

Zowel Little als Lingle achten de watervoorziening van grote invloed op het optreden van neusrot (zie ook 126). Dat in Californië weinig nadelen van neusrot worden ondervonden, schreven zij eensdeels toe aan de geringe gevoeligheid van het ras Pearson en anderdeels aan de goede watervoorzienin Voorts zijn volgens Lingle de gronden vaak kalkrijk. Hij verwees naar proeven van Cannell (wellicht de Cannell van 104), die op droge proefvakken belangrijk meer neusrot had verkregen dan op vochtige proefvakken. Little zei dat neusrot behalve door te geringe ook door te ruime watergiften kan worden veroorzaakt.

Mijn aandacht werd gevestigd op een abstract in Phytopathology (J.B. Sinclair and R.T. Brown; The effect of calcium and molybdenum on

yields and blossom-end rot of tomato. Phytopathology 50:655, 1960), waarin een aantal bespuitingsproeven bij tomaten worden beschreven. Door vier bespuitingen met 0.6 % calciumchloride werd 60 % minder neusrot verkregen, maar de total yields of marketable fruits waren niettemin 30 % lager dan bij de controle (vier bespuitingen met 0.007 % natriummolybdaat gaven zowel ten opzichte van het neusrot als van de opbrengst vrijwel hetzelfde resultaat als de bespuitingen met calciumchloride). Lingle zei dat hij door calciumbespuitingen geen genezing van neusrot kon verkrijgen.

Lingle had kortelings een tweetal gevallen van neusrot bij het ras Pearson aangetroffen,waarvan hij het ene meende te kunnen toeschrijven aan een aantasting door zaltjes en het andere aan een aantasting door alfalfa mosaic virus.

Flocker verwacht dat "the effect of soil compaction on calcium uptake may influence the incidence of blossom-end rot in tomatoes (W.J. Flocker and R.C. Menary: Some physiological responses in two tomato varieties associated with levels of soil bulk density. Hilgardia 30, no 3 : 101-121, 1960). Bij proeven die in dit verband zijn genomen — de volumegewichten waren resp. 1.1, 1.4 en 1.7 — is echter geen neusrot opgetreden.

Het U.S.D.A. handbook no 28 (126) vermeldt, dat "under certain conditions blossom-end rot may become apparent during transit and on the market in tomatoes that showed no symptoms of the disorder at the time of shipment". Behalve het neusrot van tomaat wordt in deze publikatie ook het neusrot van paprika besproken.

<u>Gray wall en thin wall.</u>

A condition known as gray wall, or thin wall, is often a serious problem in the production of mature-green tomatoes in California (127). Lorenz heeft aanvankelijk de benaming gray wall gebezigd (O.A. Lorenz and J.E. Knott: Studies of gray wall of tomato. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 40 : 445 - 454, 1942). Thans voelt hij echter meer voor de benaming thin wall. De afwijking is namelijk totaal verschillend van het Floridase gray wall, dat overeenkomt met ons waterziek (zie het Verslag van een studiereis naar Florida). Het thin wall wordt onder meer gekenmerkt door een klein blijven van de cellen van de afwijkende vruchtwandgedeelten. Het zou worden veroorzaakt door een sterke rechtstreekse zonbestraling.

Het Floridase gray wall is volgens Lingle in Californië niet van belang (zie ook 126). Morris zei echter dat hij het bij het ras Pearson regelmatig aantrof. Na hete weersperioden kreeg hij uit het noorden van de Central Valley nogal eens vruchten met dit gray wall — blotchy ripening— toegezonden. Meer zuidelijk zou het verschijnsel zich voornamelijk voordoen op veengronden met een hoge grondwaterstand.

Gescheurde vruchten.

Growth cracks affect tomatoes wherever grown (126). Usually the cracks radiate from the stem scar and extend well down over the shoulders of the fruit; or they may develop in more or less circular fashion around the shoulder area, frequently with two or more cracks arranged concentrically. Bij de processing tomatoes wordt volgens Lorenz het scheuren van de vruchten in de hand gewerkt door het geringe aantal keren plukken. Of radial en concentric cracks door dezelfde of door min of meer verschillende omstandigheden worden veroorzaakt, wist hij niet te vertellen. Irrigatie van een droog veld in de oogsttijd zou echter vooral het gevaar van radial cracks met zich mede brengen. Bij de in het begin van dit hoofdstuk beschreven proeven in klimaatkamers traden geen scheuren op bij de lage, maar wel bij de hoge temperaturen.

Andere vruchtafwijkingen.

Lingle zei dat men in Californië veel nadeel ondervindt van een verschijnsel — yellow butt — dat overeenkomt met ons geelkopverschijnsel. Het werd toegeschreven aan sterke belichting gepaard gaande met hoge temperaturen, maar wellicht dat ook de door Lingle vermelde kalkrijkdom van de grond er debet aan is. Volgens het U.S.D.A. handbook no 28 (126) wordt het verschijnsel dikwijls sunburn genoemd en kan het zich behalve op de kop ook elders op de vrucht voordoen.

Het voornoemde handbook bespreekt ook de afwijkingen puffiness en sunscald. In het begin van dit hoofdstuk werd reeds vermeld, dat het verschijnsel van puffiness — holle vruchten — wordt bevorderd door groeistofbespuitingen. Het is echter niet gebonden aan het gebruik van groeistoffen. It may occur on tomatoes that are grown anywhere, but it is most prevalent in crops grown during the winter and early spring.

Sunscald may occur in any tomato-growing region if green fruits are suddenly exposed to the sun. The extent of injury is more serious during periods of abnormally high temperatures. The injury is usually located on the sides or upper half of the fruits. The killed, bleached tissues gradually collapse, forming a slightly sunken area that may become pale yellowish and often wrinkled as the fruits ripen.

Sla.

California is by far the most important single commercial lettuce-growing area in the United States, averaging slightly over 60 per cent of the national total (98). Since lettuce is consumed fresh, the industry has developed so as to provide fresh supplies every month of the year. Excellent crops are sometimes left unharvested if prices are low.

De slateelt wordt ingedeeld in vier teeltseizoenen (tussen haakjes

zijn de voornaamste oogstmaanden vermeld): winter (december t/m maart), early spring (april en mei), summer (juni t/m augustus) en early fall (september t/m november). De wintersla wordt voornamelijk in de Imperial Valley geteeld. In de overige seizoenen is de Salinas Valley veruit het belangrijkste teeltgebied. Over de jaren 1957 t/m 1959 bedroeg de geldelijke opbrengst: winter ± 23, early spring ± 9, summer ± 24 en early fall ± 18 millioen dollar per jaar (93). Zie voor nadere statistische bijzonderheden enkele publikaties (93, 94, 98). Voor bijzonderheden over de teeltmethode in de Imperial Valley wordt verwezen naar een U.C.circular (90, zie ook 2).

Als ras wordt vrijwel uitsluitend Great Lakes gebezigd. Het behoort tot het crisphead slatype, dat zich goed leent voor vervoer op lange afstand (zie R.C. Thompson: Lettuce varieties and culture. U.S.D.A. Farmers' Bull. no 1953, 1944). Little vermeldde dat de diverse Great Lakes strains zijn aangepast aan de jaargetijden en teeltgebieden.

Rand.

Little noemde het randen geen ernstig probleem; weliswaar zou zo nu en dan een heel veld door rand verloren gaan, maar over het geheel genomen zou het niet zo van belang zijn. De U.C. circular Diseases of Lettuce (125) vermeldt echter: it causes serious losses in all California lettuce areas every year. In een andere U.C.circular (98) wordt over de early spring lettuce opgemerkt: wide yield fluctuations before 1950 were partly due to disease, primarily lettuce mosaic and tipburn; the Great Lakes variety, adopted in about 1948, has since provided more consistent yields.

De symptomen van rand worden beschreven in voornoemde publikatie Diseases of Lettuce. Great Lakes zou betrekkelijk weinig gevoelig zijn voor het randen. But even this variety can develop typical symptoms and in addition may show necrosis of petioles and midveins. This last symptom has been called rib rot, rib blight or rib discoloration.

Tipburn appears to be most prevalent when bright warm days follow periods of damp foggy weather (zie ook voornoemde publikatie van R.C. Thompson en ook J.H. Beattie: Lettuce growing in greenhouses. U.S.D.A. Farmers's Bull. no 1418, 1936). Ook Lingle noemde deze weersovergang zeer bevorderlijk. Rand komt volgens hem vooral voor in het zuidelijk deel van de Salinas Valley, waar de temperatuurschommelingen — in deze overigens koele vallei — het grootst zijn. Evenals bij neusrot zou het optreden er van voorspeld kunnen worden uit een te verwachten soil moisture stress.

Zowel Lorenz als Lingle vermeldden, dat de bladranden van planten met rand lagere calciumgehalten bezitten dan de bladranden van gezonde

planten. Door bespuitingen met 0.5 % calciumchloride of 1 % calciumnitraat — bespuitingen werden om de tien dagen uitgevoerd — werd echter geen genezing van rand verkregen. De vraag blijft dus, of het lage calciumgehalte oorzaak of gevolg van het randen is.

Ik vroeg Lingle naar zijn mening over de theorie, volgens welke rand wordt veroorzaakt door een accumulatie van ademhalingsprodukten (H.C. Thompson: Vegetable crops. Mc. Graw-Hill Book Company; second ed., second impr., 1931). Zij hangt volgens hem erg in de lucht; Thompson was een veredelaar en geen fysioloog. Later is mij gebleken, dat in de fourth edition (second impr., 1949) van het aangehaalde boek genoemde theorie is vervangen door de theorie, volgens welke rand wordt veroorzaakt door watertekort.
J.A. Huyskes vermeldt in het verslag van zijn in 1960 naar de U.S.A. gemaakte reis, dat over de oorzaak van rand verschillende theorën bestaan, zoals zuurstoftekort en waterovermaat of kalium in het guttatiewater, maar in geen geval watertekort.

Brown blight.

This disease may occur on plants from the three- or four- leaf stage up to maturity (125). First symptoms are small, light, yellow, discolored spots in the leaves. Infected plants are much reduced in size and tend to lie flat on the ground. They turn brown and their leaves die from the base upward. Plants that are attacked after attaining considerable size develop dead brown streaks and blotches on the leaves.

De oorzaak van brown blight is lang onbekend gebleven. Volgens een artikel in California Agriculture (137 a) wordt het thans toegeschreven aan sulfaatovermaat. It occurs principally in the Imperial Valley. Here Colorado River water is used for irrigation and contains large quantities of sulfate. Door veranderingen in het rassensortiment komt brown blight thans minder voor dan vroeger (125; zie ook de eerder vermelde publikatie van R.C. Thompson).

Bleekselderij.

Voor statistische gegevens over de teelt van celery wordt verwezen naar enkele publikaties (93, 94, 98).

Zwarte harten.

Little vermeldde dat blackheart wordt bestreden door frequente bespuitingen met calcium, waarvoor voornamelijk calciumnitraat wordt gebezigd. Volgens Lorenz en Lingle geven ook bespuitingen met strontium een goed resultaat. Lorenz zei dat strontium zelfs een nog betere bestrijding geeft dan calcium. Hij zou blackheart dan ook geen symptoom van calciumgebrek willen noemen, temeer daar de grond bij het optreden er van vaak zeer veel calcium bevat. Voorts is volgens hem blackheart in watercultures niet

te voorkomen door hoge calciumgiften aan de voedingsoplossing (zie ook het Verslag van een studiereis naar Florida). Lingle zei dat het optreden van blackheart — evenals neusrot en rand — kan worden voorspeld uit een te verwachten soil moisture stress.

Druif.

California produces 90 per cent of the U.S. grape crop (98). Three general varietal classes are produced: raisin, wine and table grapes. However, some varieties in raisin and table classes are multipurpose and may go to two or alle three outlets, depending on relative supplies and prices. From 1920 to 1956, raisin varieties composed over half the total California production; the remainder was about equally table and wine varieties. Since some table and raisin varieties go into wine, nearly one half of the annual grape crop is usually crushed for wine and brandy. Another 30 per cent goes to raisins and the rest to fresh use. In recent years only about 15 per cent of the California grape crop has been exported, mostly raisins exported under subsidy by the U.S. government.

Over 70 per cent of the grapes in California — most of the raisin and table grapes and some of the wine grapes — are grown in the San Joaquin Valley (89). Grape yields have increased substantially since the early thirties, averaging over 6 tons per acre in the past few years; 7 tons for raisin and table varieties and about 4 tons for wine varieties (98). In 1958 bedroeg de met druiven beteelde oppervlakte ongeveer 441.00 acres, met als voornaamste rassen: raisin, Thompson Seedless 204.000 en Muscat 24.000; table, Emperor 31.000 en Tokay 23.000; wine, Zinfandel 26.000 en Carignane 25.000 acres (95). Thompson Seedless is dus veruit het meest geteelde ras. Zie voor nadere statistische bijzonderheden enkele publikaties (95, 96, 98).

Voor bijzonderheden over de teeltmethode in de Coachella Valley wordt verwezen naar een U.C. circular (90). In enkele ontvangen nummers van California Agriculture werden artikelen aangetroffen over de volgende onderwerpe thinning Tokay grapes (139 b); rooting of grape cuttings (136 d); skin pigments of red grape varieties (136 b).

Lamsteligheid.

Winklers kon mij niet inlichten over het optreden van lamsteligheid, maar hij verwees mij naar een thesis van Kasimatis (131). Bij raadpleging hiervan is mij gebleken, dat het door laatst genoemde onderzochte verschijnsel van water berries overeenkomt met de ons bekende lamsteligheid.

Recently this problem has become serious in Kern County. Estimated losses of 25 to 40 per cent of the marketable crop were observed. There was general agreement that more water berries occurred on vigous vines and that

symptoms could be seen at the beginning of ripening.

Bij door Kasimatis genomen proeven trad lamsteligheid vooral op na een hete weersperiode. Verwijdering van trossen deed de afwijking toenemen en verwijdering van bladeren afnemen. Ook bemesting met suiker verminderde de lamsteligheid. Bemesting met stikstof bleef echter zonder resultaat.

An examination of necrotic pedicels, taken from water berries, revealed a heavy occlusion of the vessels with nummerous tyloses which was a consistent structural change from that of the unobstructed vessels of healthy pedicels. Kasimatis ziet deze tyloses als de direkte oorzaak van lamsteligheid. Zij zouden worden gevormd onder invloed van een tijdelijk watertekort.

Andere vruchtafwijkingen.

Winklers kende wel een tweetal andere fysiogene vruchtafwijkingen, namelijk sunburning en beschadiging door hoge temperatuur. De temperatuurgrens schijnt in beide gevallen 105° F te bedragen. Laatst genoemde afwijking zou wellicht overeenkomen met kelsey spot bij pruimen, dat eveneens een temperatuurgrens heeft van 105° F (zie E.L. Proebsting: Kelsey spot of plums in California. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 34: 272 - 274, 1936).

Citrus.

In 1958 waren de met citrusgewassen — gesplitst naar de voornaamste rassen — beteelde oppervlakten in acres ongeveer (95):

Crapefruit		13.000
Marsh	10.000	
Other	3.000	
Lemons		64.000
Eureka	53.000	
Lisbon	8.000	
Other	3.000	
Limes		500
Oranges		159.000
Valencia	88.000	
Navel and miscellaneous	71.000	
(Navel 67.000, Tangerines 3.000, Others 1.000)		
Totaal		236.500

De diverse citrusgewassen worden grotendeels geteeld in gebieden, die vanwege de klimaatsomstandigheden het meest geschikt zijn (89). Lemons, the most susceptible to frost damage, are grown in limited areas along valley terraces and near the ocean (vooral in de twee noordelijke coast counties van Southern California). Navel oranges, harvested in winter and

early spring, are more widely grown in the warmer parts of the south coast region and in the southeastern San Joaquin Valley. Valencia oranges, the summer variety, are also produced in many places, but most extensively in the mild coastal areas of Southern California; Grapefruit are grown in the hotter parts of the south coast region and in the Coachella and Imperial valleys (vooral in eerst genoemde vallei).

De met Valencia en Navel oranges beteelde oppervlakten zijn na de tweede wereldoorlog vrij sterk afgenomen (98). Hiervoor zijn verschillende faktoren aan te wijzen. California Valencias have been shipped for fresh consumption during May-October, while fresh shipments from Florida are at a seasonal low. Therefore, California Valencia growers have generally received favorable prices and returns. However, the development of frozen orange concentrate (frozen concentrate is now widely accepted as a year-round substitute for fresh orange juice) — and the resultant boom in acreage and production of processing oranges in Florida — has reduced returns to California Valencia producers. Competition from frozen concentrates has had less impact on California navel oranges,— shipped mainly during the months of November through April and used primarily for fresh consumption — than on California Valencias. Relative returns have now shifted in favor of navels. However, the season for California navels coincides with that for Florida fresh oranges. Recent increases in acreage and production of fresh winter oranges in Florida and elsewhere have depressed prices and returns to California navel producers.

Nearly all of the change in bearing acreage of California oranges can be attributed to changes in southern California, where many orchards have been pulled because of residential and industrial expansion (the most significant factor in the coastal zone of Southern California is the tremendous and still growing population; zie 89). With higher-profit alternatives available for land, replantings have not kept pace with removals. Bearing acreage in the San Joaquin Valley has remained fairly constant. However, there is a recent increase in new plantings in this valley (zie ook 92).

Practically all of the U.S.lemon crop was produced in California until recent years. The crop was marketed primarily in fresh form. Since about 1950, the volume of processed lemon products has increased sharply, primarily because of the development of frozen lemonade and its rapid acceptance by consumers. Consequently, certain domestic areas (mainly Florida and Arizona) and foreign areas (mainly Italy) that formerly were unable to compete with California's high-quality lemons in the fresh market are now able to compete in the expanded processed market. De in Californië met lemons beteelde oppervlakte is na de tweede wereldoorlog niettemin weinig of niet afgenomen; door een stijging van de produktie per eenheid

van oppervlakte is de totale produktie zelfs behoorlijk gestegen.

Zie voor nadere statistische bijzonderheden enkele publikaties (95, 96, 98).

Erickson zei dat oranges om te kunnen kleuren een lage temperatuur nodig schijnen te hebben. Bij Navel — het uit Brazilië afkomstige winterras — zou aan deze behoefte veel sneller zijn voldaan dan bij het uit Spanje afkomstige zomerras Valencia. Volgens Sinclair laat men de Valencia oranges na het bereiken van het stadium van commercial maturity vaak nog lang aan de bomen hangen. Gegevens hierover zijn aan te treffen in een tweetal U.C. bulletins (132, 133); the results of tests show that Valencia oranges which reached commercial maturity (when juice contains 8 parts soluble solids to 1 part acids) early in May could be "stored on the trees" until about the middle of August without showing any appreciable reduction in quantity or quality of juice (132). Het een en ander heeft tot gevolg dat de vruchten zich soms belangrijk langer dan een jaar aan de boom bevinden; men kan de oude (rijpe) en jonge (pas gezette) vruchten aan dezelfde boom zien.

Sinclair vertelde dat de lemons voor verse consumptie groen worden geplukt, waarna ze in de store gaan. De processing lemons — voornamelijk weak lemons (niet bewaarbaar) — zouden direkt na het plukken worden verwerkt.

Voor bijzonderheden over de teeltmethoden in de Coachella Valley wordt verwezen naar een U.C. circular (90). In enkele ontvangen nummers van California Agriculture werden artikelen aangetroffen over de volgende onderwerpen: citrus collection for research (141 c); contamination of water in canals with infective Phytophthora spores (135 b); decline and collapse of lemon trees (136 c); water stress and leaf drop by small orange trees (136 h); handling citrus fruits from orchard to packing house (136 g).

<u>Freeze injury.</u>

In het voorgaande werd reeds vermeld, dat lemons zeer gevoelig zijn voor vorst. Dit schijnt echter te slaan op de bomen en niet zozeer op de vruchten (90). Sinclair zei namelijk, dat lemon fruits door een hoger gehalte aan soluble solids meer kou kunnen verdragen dan orange fruits. Tussen de secties van een vrucht en ook tussen de juice sacs van een sectie kunnen volgens hem overigens grote verschillen in osmotische waarde bestaan en wel als gevolg van het feit dat de wanden van de secties en de juice sacs impermeable zijn. Het vaatbundelweefsel zou zich in de albedo (white portion of the peel) bevinden.

Freeze injury bij de vruchten van Valencia en grapefruit wordt beschreven in een U.C.bulletin (132) Young immature citrus fruits that are injured by frost make a more nearly complete recovery than do mature or nearly mature fruits. Under southern California conditions, therefore, Valen-

cia oranges, young lemons and even grapefruit have a better chance to recover than do navel oranges which usually are mature by the time of low temperatures.

Freeze injury wordt bestreden met towering wind machines (fans) en met smudge pots en orchard heaters (92). De fans zijn van belang,bij nachtvorst (inversie) en de smudge pots en orchard heaters bij langdurige koude met vorst (geen inversie). Nachtvorsten treden ook in Southern California vrij vaak op. In een door mij bezochte Navel grove in de omgeving van Rs was er op elke vier bomen één heater aanwezig.

Sinclair zei dat fans, smudge pots en orchard heaters in lemon groves van minder betekenis zijn dan in orange groves. Dit zal wellicht mede daarop berusten, dat de lemon groves — op de vorstgevoeligheid van lemon trees werd reeds gewezen — zich in de meer vorstvrije gebieden bevinden.

Endoxerosis.

Sinclair gaf mij een door Bartholomew (134) in 1937 geschreven publikatie over "endoxerosis of lemon fruits". This disorder is characterized by the destruction of the internal tissues, especially in the stylar end of the fruit. In some years as much as 60 per cent of the fruit of a given pick in some groves will have to be discarded or sent to the products plant on account of this trouble; in the same groves in other years, not over 10 to 20 per cent will have to be discarded. Endoxerosis does not usually affect the lemon fruit until it is practically mature.

Results of experimental tests indicate that daily and protracted water deficits in the tissues concerned, high temperatures during the actively growing season and the presence of substances which are more or less readily convertible into gum are important factors in producing endoxerosis. Water deficits appear to be the most important factor (it has been found that the osmotic value is lower for the peel of the stylar end than for the stem end of the lemon fruit; and with other fruit trees that a water deficit stimulated gum formation). Also heat is being considered as a direct factor and not in its relation to transpiration rates (it has been found with other fruit trees that relatively high temperatures were the most likely to cause gum formation).

The formation of cavities adjacent to the vascular bundles in the peel of the stylar end is the first evidence of desiccation and the first step in the production of endoxerosis. The amounts of pentoses and pentosans (the material from which the gum is formed) begins to increase in this portion of the peel simultaneously with the formation of the cavities. The first visible indication of endoxerotic gumming appears in the region of the vascular bundles in the peel of the stylar end. Gum

formation progresses toward the stem end in both peel and pulp. In the later stages, gum forms in the woody portions of the pedicel and adjacent twig. The gum in the vessels of the fruit prevents the ready entrance and exit of water (as indicated by an auxograph).

The time of the first serious outbreak of endoxerosis in a given spring or summer depends largely upon the rainfall of the previous winter and the time of appearance of the first hot spell. Groves situated within the hot inland valleys are especially likely to show comparatively large amounts of affected fruit. Young thrifty trees with heavy foliage as a rule show a much higher percentage of affected fruits than older ones with less dense foliage. More endoxerosis appears on the south than on the north side of trees.

Partial defoliation of trees resulted in a decrease of endoxerosis during the immediately succeeding summer months. Trees covered with cheesecloth tents produced no or only a trace of endoxerosis, whereas the controls produced comparatively large amounts. Bagging of lemon fruits did not appear to have any effect on whether or not they would become endoxerotic. In a test in which lemon trees were grown in tanks, those trees which had received the minimum amount of water produced much more endoxerosis than those receiving the medium amount; on the other hand, trees receiving the maximum amount produced slightly more affected fruits than those receiving the medium amount.

During the earlier studies of endoxerosis, a form of decay, now known as alternaria rot, was considered by the growers and packers to be the advanced stages of endoxerosis. Sinclair zei dat alternaria rot en endoxerosis de fresh fruit market vroeger ruïneerden (zie voor alternaria rot het hoofdstuk Ziekten). Thans zou veel minder endoxerosis voorkomen en wel als gevolg van een betere irrigatie; het rassensortiment is niet veranderd. Bovendien zou door de ontwikkeling van de processing de waarde van de endoxerotic fruits zijn toegenomen.

Zoals uit voornoemde publikatie van Bartholomew blijkt, ondergaan de lemon fruits grote dagelijkse schommelingen in vochtgehalte; de bladeren verwelken niet zo spoedig. Volgens Sinclair zijn genoemde schommelingen bij lemons veel groter dan bij oranges. Hij beval mij de lezing aan van het boek "The lemon fruit" (E.T. Bartholomew and W.B. Sinclair; Univ. Calif. Press, 1951)

Granulation.

Granulation is an abnormality which often appears in Valencia fruits in California, especially toward the end of the picking season (132). The juice sacs (vesicles), primarily in the stem end of the fruit, become enlarged, relatively hard and light gray in color. In most years of freezing

temperatures, granulation and freeze injury may be found in the same fruits. This fact apparently has caused many people, in the past, to form the general conclusion that freezing temperatures are the cause of granulation. Evidence has been presented which shows that this conclusion is wrong. Probably the reason for this division of opinion is that granulation has been confused with other abnormalities, such as "dry juice sac" and even freeze injury itself.

At the present time (133; deze publikatie is van 1941) about 5 to 15 per cent of the Valencias picked in southern California from July to October cannot be shipped because of granulation. In- California, granulation is confined almost entirely to Valencias, but it may occur to a slight extent in navel oranges from young trees in some areas. In other states in this country and in other countries, it may occur in these varieties and in almost any of the other commercial varieties of citrus, such as grapefruit, tangerines and tangelos. Sinclair bracht het niet optreden van granulation bij navel oranges in verband met het feit, dat zij in tegenstelling tot Valencia oranges na het rijp worden niet aan de plant kunnen blijven hangen. Granulation zou zo nu en dan wel voorkomen bij overrijp grapefruit.

In California, granulation is more prevalent in the coastal than in the interior districts (133). In general, the larger the fruit, the more likely it is to be granulated. Granulation is more prevalent in fruits from the inside and from the north side of the tree than in fruits from any other portion of the tree. The fruit on young trees is more subject to granulation than that on old trees.

At the present time the only practicable way to avoid granulation is to pick the large fruits before they begin to granulate. Lime spray has been found to reduce greatly the prevalence and severity of granulation in the fruits. But the amount of lime necessary to make the reduction commercially profitable is so large (at least 35 to 40 pounds per 100 gallons of water) that it apparently reduces the vitality of the tree (het calciumgehalte van granulated juice sacs is hoger dan dat van gezonde juice sacs; ook de gehalten aan kalium, magnesium en natrium zijn hoger, echter niet in die mate als het calciumgehalte; het gehalte aan droge stof is lager).

Reduction in frequency of application and in amounts of irrigation water resulted in a slight reduction of fruit yield in the fifth year of the treatment, but not in fruit sizes. After the first year of differential treatment, the trees on the wet plots produced much more granulation than those on the dry plots. Ook Erickson (zie 102) verkreeg op wet plots een iets hogere opbrengst en meer granulation dan op dry plots. De door de dry

treatment veroorzaakte opbrengstreduktie was in dit geval echter een gevolg van een iets kleinere vruchtgrootte; het aantal vruchten was gelijk. Een bij dezelfde proef uitgevoerde bespuiting met 2,4-D had geen noemenswaardige invloed op de granulation; zij deed de vruchtgrootte iets toenemen, maar de opbrengst als gevolg van een kleiner aantal vruchten niettemin belangrijk afnemen.

Gametocïden.

De gametocide werking van bepaalde verbindingen is ontdekt door Eaton. Uit twee ontvangen publikaties van zijn hand blijkt, dat gametociden de produktie van hybride katoenzaad mogelijk hebben gemaakt (142, 143).

Suikergehalten van meloenen.

Over onderzoekingen naar het suikergehalte van meloenen ontving ik twee publikaties. De ene handelt over "factors affecting the total soluble solids, reducing sugars and sucrose in watermelons" (144) en de andere over "variation in solids of the juice from different regions in melon fruits" (145).

The trends for total soluble solids and total sugars are essentially alike, and approximately 85 per cent of the total soluble solids is sugar; therefore, it seems justifiable to use the hand refractometer in determining relative sweetness of juices of watermelons (144). Sucrose formation proceeds rapidly until in mature fruits approximately 35 per cent of the total sugar is sucrose. In overmature fruits attached to the vines as well as in mature fruits stored at room temperature for two weeks or more, there is a rapid increase in the ratio between sucrose and reducing sugars. Frequently in such fruits sucrose represents 65 per cent of the total sugar. Varieties of relatively low total soluble solids and total sugar content contain individual plants which produce high-sugar fruits. Controlled pollination and wareful selection should tend to increase the average total soluble solids and total sugar content.

Chloraatschade.

When sodium chlorate slowly percolates through a column of soil, some of the nitrate of the soil will be washed down to the lower levels (146). Since concentrating the nitrate reduces the toxicity of chlorate, the killing effect on deep-rooted plants may not be so great as it is near the surface, even though the chlorate concentration is uniform throughout the depth penetrated. The toxicity of the herbicide might be less altered if the application were made in the fall when absorption by plants had reduced the nitrate concentration of the soil, but if the soil temperature

is still high, decomposition of the chlorate might more than offset the effect of reduced nitrate content of the soil.

Chlorate is not fixed by the soil. The chlorate concentration was gr greatly increased by passage through a column of oven-dry soil and somewhat so in passing through an air-dried soil. This fact suggests water adsorption, a phenomenon observed by others and termed negative adsorption.

Verspreiding van fumigants in de grond.

Hagan (147) heeft een onderzoek verricht om "quantitatively the relation between each of several soil factors and the movement of carbon disulfide through the soil" vast te stellen. Though designed for this particular problem, the general method and basis of attack on gaseous movement in soils may prove useful in general studies on soil aeration and soil structure.

American Society for Horticultural Science.

Ik ontving een uitnodiging — waaraan echter geen gevolg is gegeven— voor de "1960 junt meetings" van de pacific division van de American Society for Horticultural Science (zie 148). Genoemde meetings werden gehouden op de University of Oregon, gelijktijdig met meetings van de pacific divisions van verschillende andere wetenschappelijke verenigingen op land- en tuinbouwkundig gebied. Dergelijke verzamel-meetings schijnen in de diverse "divisions" van de U.S.A. regelmatig te worden gehouden.

Literatuur.

De U.C. doet over de door haar uitgegeven publikaties op land- en tuinbouwkundig gebied regelmatig catalogi het licht zien. Ik ontving "catalog agricultural publications; january 1960" (149), list of available Hilgardia; january 1960" (150) en "list of farm structure plans; december 1959"(151). Mej. Clark gaf mij een order blank (152) voor het aanvragen van de U.C. publikaties.

Bingham liet mij een uitvoerige magnesiumbibliografie zien (International Mineral and Chemical Corporation, Skokie, Illinois: Magnesium for plant nutrition).

Food Machinery and Chemical Corporation.

Bij mijn bezoek aan de Packing Equipment Division van de Food Machinery and Chemical Corporation te Riverside werd ik ontvangen door de chief chemist A.F. Kalmar. Het doel van dit bezoek was geïnformeerd te worden over de voor- en nadelen van waxing van tomaatvruchten. Ook Little (Rs) en Morris (Dv) hebben mij het een en ander over deze waxing verteld.

Morris onderscheidde de volgende waxing methods; dipping (emulsion), spraying (emulsion, hot or solvent) and brushing (solid). De emulsions bestaan volgens hem uit 7 % paraffine, carnaube of een mengsel van deze twee stoffen. Hogere concentraties dan 7 % brengen het gevaar van overwaxing met zich mede. De emulsion method heeft als nadeel het probleem van het drogen van de vruchten. Bij de hot method wordt de wax gesmolten en bij de solvent method wordt zij opgelost in benzine of andere vluchtige vloeistoffen (brandgevaar). Laatst genoemde methode wordt toegepast door de Food Machinery and Chemical Corporation (hoofdkantoor San Jose, Calif.). De Brogdex Company, Pomona (Calif.), maakt gebruik van de emulsion en hot methods. Morris beval mij de lezing aan van de bulletin "Wax emulsions for vegetables" (H. Platenius, Cornell Univ., Agr. Exp. Sta., Ithaca, New York, bulletin 723, 1939).

Kalmar vertelde dat de waxing method geen 100 % bedekking mag geven. Voor sinaasappelen noemde hij als grens voor de bedekkingsgraad 40 %, voor grapefruit 50 % en voor citroenen 60 %. Bij tomaten deert 100 % bedekking niet, mits de stem scar maar voldoende vrij blijft (de door F.M.C. toegepaste spraying method geeft geen 100 % bedekking). Wanneer bij groene tomaatvruchten de stem scar wordt dichtgesmeerd kleuren deze niet; waxing van groene vruchten waarbij de stem scar wordt vermeden, geeft juist een ~~gelijk~~matiger kleuring.

Als doeleinden van de waxing werden genoemd beperking van het vochtverlies van de vruchten en verbetering van de appearance. Mede met het oog op het laatst genoemde punt worden de vruchten na de spraying langs borstels gevoerd. Men kent een groot aantal soorten van deze borstels, evenals trouwens van de waxes. Voor green, pink en ripe tomatoes worden verschillende borstels gebruikt.

Kalmar meende dat waxing voor de Nederlandse tomaten (kastomaten) wellicht van weinig belang is, tenminste wanneer de vruchten bij het plukken droog zijn en niet vuil. In Amerika moeten de vruchten (buitentomaten) worden gewassen, waarna voor de fresh tomatoes waxing noodzakelijk is; de processing tomatoes worden niet met wax behandeld. Aan het waswater wordt een ontsmettingsmiddel toegevoegd. Gewoonlijk wordt hiervoor chloor ge-

bruikt in een concentratie van 0.003 - 0.01 p.p.m.; voor een goede werking van het HOCl dient het waswater een bepaalde pH te bezitten.

De F.M.C. heeft behalve in de Verenigde Staten ook in het buitenland een groot aantal waxing-apparaten staan, onder andere in Spanje waar zij worden gebruikt voor citrusvruchten. Op de Canarische eilanden heeft de F.M.C. een aantal apparaten voor de waxing van tomaten.

Morris zei dat greenhouse tomatoes niet met wax worden behandeld; enerzijds niet omdat zij weinig of niet worden beschadigd en anderzijds omdat zij dicht bij de consumptiegebieden worden geteeld. De waxing is volgens hem vooral van belang om het vochtverlies van de vruchten te beperken. Ook de stem scar, waardoor ongeveer $\frac{3}{4}$ van het vochtverlies plaats vindt, moet voldoende worden bedekt. Daar anders de rijping te veel wordt vertraagd, moet echter voor overwaxing worden gewaakt; het vochtverlies mag met ongeveer 2/3 worden beperkt. Zoals ook Little opmerkte, is het gevaar van overwaxing dan ook vooral aanwezig bij green of pink tomatoes. Voor vruchten die met een kroontje worden geplukt, is volgens Morris de waxing wellicht van belang vanwege het langer groen blijven van het kroontje;

Little zei dat met het oog op de verbetering van het uiterlijk van de vruchten de behandeling met wax ook wordt toegepast bij tomaten voor de local market. Daar waxing evenveel nadelige als voordelige effecten kan opleveren, zijn de post-harvest physiologists er volgens hem niet enthousiast over. De voordelige effecten — behoud van verscheid en voorkoming van ziekten — zouden zijn overschat.

Literatuurlijst.

1. U.S. Salinity Laboratory: Guide for visitors (1959-1960).
2. A.D. Ayers: Report on activities of R.A. Milne (1957).
   R.A. Milne: Coachella and Imperial Valleys (1956).
3. F.M. Eaton, e.a.: Soil solution extractions at tenth-bar moisture percentages. Soil. Sci. 90: 253-258 (1960).
4. R.B. Campbell and L.A. Richards: Some moisture and salinity relationships in peat soils. Agronomy J. 42: 582-585 (1950).
5. Soil moisture equipment co.: A family of tools to aid you who are concerned with soil moisture and the growing of plants.
6. Soil moisture equipment co.: Instruments for the extraction and measurement of soil moisture.
7. L.A. Richards and G. Ogata: Thermocouple for vapor pressure measurement in biological and soil systems at high humidity. Science 128: 1089-1090 (1958).
8. Bayley Instrument Co.: Bulletin 56.
9. Bayley Instrument Co.: Bulletin 58.
10. Sample container.
11. U.S. Salinity Laboratory: Determination of calcium and magnesium by titration with E.D T A (1959).
12. C.A. Bower, e.a.: Exchangeable cation analysis of saline and alkali soils. Soil Sci. 73: 251 - 261 (1952).
13. C.A. Bower: Determination of exchangeable magnesium in soils containing dolomite. Proc. Soil Sci. Soc. Amer. 19: 40-42 (1955).
14. L.V. Wilcox: Factors for calculating SAR (1958).
15. L.E. Allison: Wet-combustion apparatus and procedure for organic and inorganic carbon in soil. Proc. Soil Sci. Soc. Amer. 24: 36-40 (1960).
16. L.A. Richards: Methods of measuring soil moisture tension. Soil Sci. 68: 95-112 (1949).
17. L.A. Richards: Sample retainers for measuring water retention by soil. Proc. Soil Sci. Soc. Amer. 20: 301-303 (1956).
18. L.A. Richards and G. Ogata: Materials for retainer plates and their use for retentivity measurements. Proc. Soil. Sci. Soc. Amer. 20: 304-306 (1956).
19. G.H. Bolt: The pressure filtrate of colloidal suspensions I (zal verschijnen in Koll. Chem. Zeitung).
    J.V. Lagerwerff: Report to Collaborators 1959.
20. S.J. Richards and R.M. Hagan: Soil moisture tensiometer. Univ. Calif., Div. Agr. Sci., 1958.

21. Lark Instruments: Tensiometers and parts; terms and prices (1960);
22. Collector's description of water sample.
23. Laboratory work sheet.
24. Report of water analysis.
25. J.T. Hatcher and L.V. Wilcox: Colorimetric determination of boron using carmine. Anal. Chem. 22: 567-569 (1950).
26. J.T. Hatcher: Wet digestion of plant material gives low boron values. Anal. Chem. 32: 725 (1960).
27. L.V. Wilcox: Explanation and interpretation of analyses of irrigation waters. U.S.D.A., Circ. 784 (1948).
28. L.V. Wilcox: Classification and use of irrigation waters. U.S.D.A., Circ. 969 (1955).
29. L.V. Wilcox: Determining the quality of irrigation waters. U.S.D.A., Agric. Inf. Bull. 197 (1958).
30. Report to Collaborators 1959: bldg. 65-66.
31. L.V. Wilcox: Boron injury to plants. U.S.D.A., Agr. Inf. Bull. 211(1960)
32. J.T. Hatcher, G.Y. Blair and C.A. Bower: Response of beans to dissolved and adsorbed boron. Soil Sci. 88: 98 - 100 (1959).
33. H.E. Hayward and L. Bernstein: Plant-growth relationships on salt-affected soils. Bot. Review 24: 584-635 (1958).
34. G.A. Pearson: Factors influencing salinity of submerged soils and growth of Caloro rice. Soil Sci. 87: 198-206 (1959).
35. G.A. Pearson and L. Bernstein: Salinity effects at several growth stages of rice. Agronomy Journal 51: 654-657 (1959).
36. C.H. Wadleigh, H.G. Gauch and O.C. Magistad: Growth and rubber accumulation in guayule as conditioned by soil salinity and irrigation regime. U.S.D.A., Tech. Bull. 925 (1946).
37. L. Bernstein and G.A. Pearson: Influence of integrated moisture stress achieved by varying the osmotic pressure of culture solutions on growth of tomato and pepper plants. Soil Sci. 77: 355 - 368 (1954).
38. J.V. Lagerwerff and G. Ogata: Plant growth, ion uptake and water consumption as functions of interacting activities of water and ions under saline-sodic conditions. Lezing bodemkundig congres te Madison, 1960.
39. H.E. Hayward, E.M. Long and R. Uhvits: Effect of chloride and sulfate salts on the growth and development of the Elberta peach on Shalil and Lovell rootstocks. U.S.D.A., Tech. Bull. 922 (1946).
40. J.W. Brown and C.H. Wadleigh: Influence of sodium bicarbonate on the growth and chlorosis of garden beets. Bot. Gazette 116: 201-209 (1955).
41. C.H. Wadleigh and J.W. Brown: The chemical status of bean plants afflicted with bicarbonate-induced chlorosis. Bot. Gazette 113: 373 - 392 (1952).

42. L. Bernstein and G.A. Pearson: Influence of exchangeable sodium on the yield and chemical composition of plants: I Green beans, garden beets, clover, and alfalfa. Soil Sci 82: 247-258 (1956).

43. G.A. Pearson: Tolerance of crops to exchangeable sodium. U.S.D.A. Agr. Inf. Bull. 216 (1960).

44. J.W. Brown, C.H. Wadleigh and H.E. Hayward: Foliar analysis of stone fruit and almond trees on saline substrates. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 61: 49-55 (1953).

45. H.E. Hayward and O.C. Magistad: The salt problem in irrigation agriculture. U.S.D.A., Misc. Publ. 607 (1946).

46. W.W. Donnan, G.B. Bradshaw and H.F. Blaney: Drainage investigations in Imperial Valley, Calif., 1941-51 (a 10-year summary). U.S.D.A., Soil Conservation Service (1954).

47. L.A. Richards: Water retention and transmission in soil. Hawaiian Sugar Technologists, Report of 16 th Annual Meeting: 43-46 (1957).

48. U.S. Salinity Laboratory: List of publications (1959).

49. R.C. Reeve: The relation of salinity to irrigation and drainage requirements. Third Congress of International Commissions on Irrigation and Drainage, R 10: 175-187 (1957).

50. R.H. Brooks, C.A. Bower and R.C. Reeve: The effect of various exchangeable cations upon the physical condition of soils. Proc. Soil Sci. Soc. Amer. 20: 325-327 (1956).

51. C.A. Bower and J.O. Goertzen: Negative adsorption of salts by soils. Proc. Soil. Sci. Soc. Amer. 19: 147-151 (1955).

52. L.A. Richards: Availability of water to crops on saline soil. U.S.D.A., Agr. Inform. Bull. 210 (1959).

53. Beckman Instruments Inc.: Feedback 3, no 4 (1960).

54. " " " : Customers' guide (1960).

55. " " " : Catalog of laboratory instruments.

56. " " " : Catalog of pH electrodes.

57. " " " : 1960 all-star.

58. " " " : Model G and GS ph meters.

59. " " " : Zeromatic and model N1 and N2 pH meters.

60. " " " : Pocket pH meter.

61. " " " : Model 72 pH meter.

62. " " " : Model 76 pH meter.

63. " " " : Beckman H-2 meter helps make possible. 25.000 soil pH determinations per year.

64. " " " : Catalog of continuous stream analyzers.

65. " " " : Selection and use of buffers for accurate pH measurements.

66. Beckman Instruments Inc.: Chlorinated insecticides accurately analyzed with Beckman Model GS pH meter.

67. " " " : Chloride ion analyzer.

68. " " " : A new continuous chloride ion analyzer.

69. " " " : DU spectrophotometer.

70. " " " : DB ultraviolet spectrophotometer.

71. " " " : DK ratio recording spectrophotometers.

72. " " " : JR_4 infrared spectrophotometer.

73. " " " : JR5 double-beam infrared spectrophotometer.

74. " " " : JR_7 prism-grating infrared spectrophotometer.

75. " " " : Flame spectrophotometry in agronomy.

76. " " " : Beckman flame spectrophotometer increases accuracy, enables rapid determination of traces of copper, iron and manganese in plant-nutrient solutions.

77. " " " : Two laboratory gas chromatographs.

78. " " " : GC1 gas chromatograph.

79. " " " : GC2 gas chromatograph.

80. " " " : Laboratory and portable oxygen analyzers.

81. " " " : A method for measuring transpiration of intact plants under controlled light, humidity and temperature.

82. " " " : Carbon monoxide in green plants.

83. " " " : F.D.A. food requirements trough analysis with Beckman DU spectrophotometer.

84. " " " : Food analysis applications of infrared spectroscopy.

85. " " " : Bibliography of analytical methods for chemical residuals in foods.

86. " " " : Instruments in the pesticides field.

87. " " " : Measuring oxygen in packaged food products.

88. University of California: A guide to the Davis campus.

89. A. Shultis: Agriculture in California. Univ.Calif., Agr.Sci., Circ. 474 (1959).

90. N.L.Mc Farlane e.a.: Desert agriculture. Univ.Calif.Agr.Sci., Circ. 464 (1957).

91. D.M. Rutherford and K.R. Farrell: Some facts about California agriculture. Univ. Calif., Agr. Ext. Serv. (1959).

92. Christian Science Monitor, april 14, 1960: Burgeoning city gobbles acres of citrus groves.

93: California crop and livestock reporting service: 1959 annual summary of vegetable crops.

94. California crop and livestock reporting service: Vegetable crops in California (1959).

95. California crop and livestock reporting service: Agréage estimates California fruit and nut crops as of 1958 (1969).

96. S.W. Shear and R.E. Blair: California fruit statistics and related data. Univ. Calif., Agr. Sci., Bull. 763 (1958).

97. H.M. Butterfield: Commercial crops in California. Univ. Calif., Agr. Sci. (1960).

98. G.W. Dean and C.O. Mc Corkle: Trends for major California crops. Univ. Calif., Agr. Sci., Circ. 488 (1960).

99. A.R. Spurr: Sources of information on mushroom research and production. Univ. Calif., Vegetable crops series no 97 (1959).

100. Andrew Technical Supply Co.: Indicatorpapier voor meting van de luchtvochtigheid.

101. F.J. Veihmeyer and A.H. Hendrickson: Essentials of irrigation and cultivation of orchards. Univ. Calif., Agr. Sci.,Circ. 486 (1960).

102. L.C. Erickson and S.J. Richards: Influence of 2,4-D and soil moisture on size and quality of Valencia oranges. Proc. Amer.Soc.Hort.Sci. 65: 109-112 (1955).

103. P.A. Minges and L.J. Booker: Shpuld I use sprinklers for irrigating vegetable crops. Univ. Calif., Agr. Ext. Serv.

104. G.H. Cannell, F.T. Bingham and M.J. Garber: Effects of irrigation and phosphorus on vegetative growth and nutrient composition of tomato leaves. Soil Sci. 89: 53-60 (1960).

105. J.C. Lingle, W.J. Flocker and J.H. Mac Gillivray: Effect of irrigation and fertilizer on canning tomatoes. Univ. Calif. (Dv), Vegetable crops series no 101 (1960).

106. J.A. Cook: Vineyard fertilizers and cover crops. Univ. Calif. Leaflet (1960).

107. F.T. Bingham, e.a.: Effects of phosphorus fertilization of California soils on minor element nutrition of citrus. Soil Sci. 86:24-31 (1958).

108. F.T. Bingham: Micronutrient content of phosphorus fertilizers. Soil Sci. 88: 7-10 (1959).

109. A. Ulrich, e.a.: Plant analysis, a guide for sugar beet fertilization; C.M. Johnson and A. Ulrich: Analytical methods, for use in plant analysis. Univ. Calif., Agr. Sci., bul. 766 (1969).

110. J.C. Lingle and R.M. Davis: The influence of soil temperature and phosphorus fertilization on the growth and mineral absorption of tomato seedlings. Proc. Amr. Soc. Hort. Sci. 73: 312-322 (1959).

111. L.C. Erickson and R.T. Wedding: Frequency of mineral application to five media in the greenhouse production of plants. Proc. Amr. Soc. Hort. Sci. 71: 485-495 (1958).

112. J.C. Lingle e.a.: The correction of zinc deficiency of tomatoes in California. Proc.Amr.Soc.Hort.Sci. 72:397-402 (1958).

113. A.L. Brown and B.A. Krantz: Zinc deficiency wide-spread in California.

114. A.R. Spurr: The effect of boron on cell-wall structure in celery. Am. J.Bot.44: 637-650 (1957).

115. A.R. Spurr: Fluorescence in ultraviolet light in the study of boron deficiency in celery. Science 116: 421-423 (1952).

116. P.F. Pratt, e.a.: Magnesium and potassium content of orange leaves in relation to exchangeable magnesium and potassium in the soil at various depths. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 70: 245-251 (1957).

117. L.D. Whittig: X-ray emmission spectrometer (1959).

118. C.M. Johnson and P.R. Sout: Fluorescent X-ray spectrometry. Anal. Chem. 30: 1921-1923 (1958).

119. J.T. Middleton, e.a. Plant damage by air pollution.Calif. Agric. June, 1956.

120. J.T. Middleton: Damage to vegetation from polluted atmospheres. J. Air Pollution Control Assoc. 8: 9-15 (1958).

121. E.R. Stephens, e.a.: Photochemical reaction products in air pollution. Proc. Am. Petroleum Inst. (25 th Midyear Meeting), 1-14 (1960).

122. J.C. Kandy, e.a.: Contamination of citrus foliage by fluorine from air pollution in major California citrus areas. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 65: 121-127 (1955).

123. R.F. Brewer, e.a.: Effect of fluorine additions to substrate on navel orange trees grown in solution cultures. Soil Sci. 87: 183-188 (1959).

124. K. Hendrick: Smog Legislation buoys Los Angeles. The Christian Science Monitor, april 15 (1960).

125. R.G. Grogan, e.a.: Diseases of lettuce. Univ. Calif., Agr. Sci., circ. 448 (1955).

126. G.B. Ramsey, e.a.: Market diseases of tomatoes, peppers and eggplants. U.S.D.A., Agric. Handbook no 28 (1955).

127. E.M. Harvey and W.B. Sinclair: Diphenyl, its uses in the citrus industry. Citrus Industry Association (1953).

128. R.T. Wedding, e.a.: Effects of fruit-setting plant growth regulator sprays on storage qualities of tomato fruits. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 68: 459-465 (1956).

129. A.R. Spurr: Anatomical aspects of blossom-end rot in the tomato with special reference to calcium nutrition. Hilgardia 28, no 12 (1959).

130. H.E. Hayward and E.M. Long: Some effects of sodium salts on the growth of the tomato. Plant Physiol. 18: 556-569 (1943).

131. A.N. Kasimatis: Some factors influencing the development of water berries in Thompson Seedless grapes grown for table use. M.Sc. Thesis,

Univ. Calif., 1957.

132. E.T. Bartholomew, e.a.$ Freeze injury and subsequent seasonal changes in Valencia oragges and grapefruit. Univ. Calif., Coll. of Agr., Berkeley, Bull. 719 (1950).

133. E.T. Bartholomew, e.a.: Granulation of Valencia oranges. Univ. Calif., Coll. of Agr., Berkely, Bull. 647 (1941).

134. E.T. Bartholomew: Endoxerosis, or internal decline of lemon fruits. Univ. Calif., Coll. of Agr., Bull. 605 (1937).

135. California Agriculture 13, no 11 (1959).
- A. Trend in cut flower industry (p. 2).
- B. Citrus irrigation water survey (p. 3).
- C. Magnesium nitrate (p. 4.).
- D. Harvesting canning tomatoes (p. 12).
- E. Temperature effects on tomato (p. 13).

136. California Agriculture 14, no 1 (1960).
- A. Alfalfa varieties (p. 2).
- B. Red grape varieties (p. 2).
- C. Lemon trees (p. 2).
- D. Rooting of grape (p. 3).
- E. Rootstocks (p. 3).
- F. Cooperative canneries (p. 4).
- G. Handling citrus fruits (p. 5).
- H. Water stress and leaf drop (p. 7).
- I. Fertilization of the avocado (p. 12).
- J. High nitrogen fertilization (p. 13).

137. California Agriculture 11, no 4 (1957).
- A. Quality of irrigation waters (p. 7).
- B. Water-soil-plant relations (p. 9).
- C. Grapes and Deciduous fruits (p. 13).
- D. Ornamental crop production (p. 15).
- E. Factors in cotton irrigation (p. 16).
- F. Water temperature in irrigation (p. 19).
- G. Drainage adjacent to a river (p. 34).
- H. Drainage in irrigated deserts (p.35).

138. California Agriculture 6, no 12 (1952).
- A. Lemon storage (p. 4).
- B. Brown cheeking of celery (p. 5).

139. California Agriculture 7, no 5 (1953).
- A. Cotton fertilizers (p. 5).
- B. Thinning Tokay grapes (p. 10).
- C. Cracked stem of celery (p. 12).

140. California Agriculture 13, no 1 (1959.).
A. Abnormalities in tomato fruits (p. 5).
B. Zinc effect on citrus, avocado (p. 12).
C. Micronutrient in Valencias (p. 13).
141. California Agriculture 9, no 9 (1955).
A. Minor nutrients of citrus (p. 4).
B. Verticillium wilt resistance (p. 8).
C. Citrus collection for research (p. 11).
D. Potassium and lemon fruit size (p.13).
142. F.M. Eaton: Selective gametocide opens way to hybrid cotton. Science 126: 1174-1175 (1957).
143. F.M. Eaton: Hybrid cotton; a scientific breakthrough. Intern. Yearbook Cotton Trade.J., 1958-1959.
144. D.R. Porter, e.a.: Factors affecting the total soluble solids, reducing sugars and sucrose in watermelons. Hilgardia 13:31-66 (1940).
145. G.W. Scott and J.M. Mac Gillivray: Variation in solids of the juice from different regions in melon fruits. Hilgardia 13:69-79 (1940).
146. R.S. Rosenfels and A.S. Crafts: Chlorate distribution and the effect of nitrate concentration on chlorate toxicity in soil columns. Hilgardia 14: 71-79 (1941).
147. R.M. Hagan: Movement of carbon disulfide vapor in soils. Hilgardia 14: 83-118 (1941).
148. Western region A.S.H.S.: Program 1960 june meetings University of Oregon.
149. Univ. Calif. Agr. Sci.: Catalog agricultural publications; january 1960
150. Calif. Agr. Exp. Station, Berkeley: List of available Hilgardia; january 1960.
151. Calif. Agr. Ext. Service: List of farm structure plans; december 1959.
152. Calif. Agr. Ext. Service: Order blank.