

SW
A
50

18N= 594166

IR J. VAN DEN ENDE

Proefstation voor de Groenten- en Fruitteelt
onder glas te Naaldwijk

Groeiafwijkingen

die samenhangen met de

waterhuishouding

in de plant

INHOUD:

Inleiding	615
Interne wateronttrekking	616
Physiogene afwijkingen	617
Lamsteligheid bij druiven	618
Rand bij sla	621
Waterziek bij bloemkool	624
Physiogene ziekten bij tomaten	627
Onderzoek naar de waterhuishouding van de plant	628
Groeiometingen	628
Meting van de zuigkracht	630
Meting van de openingstoestand van de huidmondjes	632
De organisch-chemische samenstelling van de plant in verband met de vochttoestand	633
Samenvatting	634
Punten uit de discussie	634
Summary	635
Literatuur	635

PHYSIOLOGICAL DISEASES RELATED TO THE WATER STATUS IN PLANTS

Door het optreden van allerlei physiogene afwijkingen worden in ons land bij de teelten onder glas regelmatig belangrijke financiële verliezen geleden. Dit wordt duidelijk geïllustreerd door de volgende cijfers:

veilingwaarde over 1953		raming jaarlijks verlies door	
Glassla	14 miljoen gulden	rand e.d.	20 %
Tomaten	66 miljoen gulden	holle stengels e.d.	10 %
Glasbloemkool	3 miljoen gulden	waterziek	5-10 %
Druiven ¹⁾	1,5 miljoen gulden	lamsteligheid	5-10 %

Met deze cijfers is de noodzaak van onderzoek naar de omstandigheden, waar-
onder dergelijke afwijkingen optreden, voldoende aangetoond.

INLEIDING

Physiogene afwijkingen zoals rand bij sla, waterziek bij bloemkool en lamsteligheid bij druiven treden op als gevolg van een tijdelijke droogte. Zij komen vooral voor bij de teelten onder glas en wel door een te grote waterafgifte in verhouding tot de wateropname. Ten gevolge van het hoog oplopen van de temperatuur gepaard gaande met een lage relatieve luchtvochtigheid kunnen de gewassen bij deze teeltwijze tijdelijk aan een grote verdamping worden blootgesteld [21], aan de andere kant komen in de gronden onder glas vaak hoge zoutgehalten voor, waardoor de wateropname wordt belemmerd [12].

Naast deze twee uitwendige factoren is vooral ook de toestand van het gewas van belang. De weerstand tegen droogte is in sterke mate afhankelijk van de groeiom-

¹⁾ De rassen Muscaat en Frankenthaler.

standigheden in de voorafgaande periode. Planten die onder vochtige omstandigheden zijn opgegroeid, bezitten slechts geringe weerstand tegen droogte. Genoemde afwijkingen treden dan ook vooral op als een donkere en vochtige weersperiode gevolgd wordt door zonnig en droog weer. Bij een scherpe weersovergang kan op die wijze reeds binnen een dag veel nadeel ontstaan.

Verschillende hieronder nader te bespreken literatuurgegevens en eigen waarnemingen tonen aan, dat bij een sterke verdamping de bladeren water kunnen onttrekken aan andere weefsels. Hierdoor kunnen de nadelen van een te grote waterafgifte het eerst of alleen optreden in de weefsels, waaraan het water wordt onttrokken. Resultaten van verschillende proeven¹⁾ en waarnemingen in de praktijk wijzen er op, dat deze interne wateronttrekking van invloed is bij het optreden van bovengenoemde afwijkingen. Bij de bestudering van deze afwijkingen zal het noodzakelijk zijn ook de interne waterhuishouding van de planten te onderzoeken.

INTERNE WATERONTTREKKING

De interne wateronttrekking is reeds bij veel gewassen vastgesteld. Hieronder volgen enkele voorbeelden uit de literatuur.

VAN DEN HONERT [16] onderzocht de waterhuishouding van *Cissus sicyoides* L. Het gewicht van de luchtwortels van deze plant vertoont een dagelijks verloop. Door de luchtwortels te wegen in een ruimte met constante temperatuur en luchtvochtigheid kon worden aangetoond, dat de gevonden gewichtsafname overdag geheel moet worden toegeschreven aan wateronttrekking door verdamping vanuit de bladeren, die zich buiten deze ruimte bevonden. Deze wateronttrekking vindt zeer snel plaats. Een tijdelijke bewolking overdag met als gevolg een geringere verdamping veroorzaakt op de gewichtscurve van een luchtwortel direct een stijging van het gewicht.

MACDOUGAL [25] vond bij bomen een dagelijks verschil in de stamonttrek. De stamonttrek is overdag kleiner dan 's nachts. Dit verschil treedt niet op, als door ontbladering de verdamping wordt uitgeschakeld of bij regenachtig weer, wanneer de verdamping gering is. Bij de cactusplant *Carnegiea gigantea* Br. en R. wordt een tegengestelde schommeling in stamonttrek gevonden, dus 's nachts een kleinere stamonttrek dan overdag. Dit is een gevolg van de aanpassing van deze cactus aan extreem droge omstandigheden. Overdag kan door sluiting van de huidmondjes de verdamping vrijwel geheel worden belet. 's Nachts als de relatieve luchtvochtigheid minder laag en het gevaar van verdroging dus minder groot is, gaan de huidmondjes open en vindt verdamping plaats.

BARTHOLOMEW [6] bestudeerde de waterhuishouding van citroenbomen. Als gevolg van wateronttrekking door de bladeren, veroorzaakt door verdamping, vertonen de vruchten een dagelijkse schommeling in omvang. Overdag is de omvang geringer dan 's nachts. De wateronttrekking aan de vruchten is in beperkte mate afhankelijk van het vochtgehalte van de grond. Bij een droge grond is de dagelijkse schommeling groter dan bij een vochtige grond. De waterverplaatsing in de boom vindt zeer snel plaats. Door overdag een helft van een boom met water te besproeien bleek namelijk dat niet alleen bij de vruchten van deze helft de afname in omvang veranderde in een toename, maar dat de invloed van de besproeiing gelijktijdig viel waar te nemen aan de omvang van de vruchten van de niet besproeide boomhelft.

De interne wateronttrekking kan overigens ook door eenvoudige verwelkingsproefjes worden vastgesteld. Zo vond WIESNER [41], dat onder water gedompelde toppen van bebladerde scheuten kunnen verwelken door wateronttrekking door de verdampende bladeren. Bij citroenen verwelkt een bebladerde scheut eerder, als er zich geen vruchten aan die scheut bevinden dan wanneer dit wel het geval is [6]. Blijkbaar kunnen de vruchten dienst doen als waterreservoir voor het blad. Iets dergelijks is al bij verschillende gewassen vastgesteld, o.a. bij druiven [21].

¹⁾ O.a. de elders beschreven proeven met bloemkool en druiven, waarbij ir IJ. VAN KOOT mij de verklaring van de gevonden resultaten aan de hand heeft gedaan door mij te wijzen op de invloed van de interne wateronttrekking [12].

PHYSIOGENE AFWIJKINGEN

Volgens BARTHOLOMEW e.a. [4] moet de physiogene ziekte „internal decline” van citroenen worden toegeschreven aan een tijdelijke droogte tengevolge van een te sterke wateronttrekking door het blad. De eerste symptomen van deze ziekte zijn microscopisch waar te nemen in het parenchymweefsel langs de vaatbundels van het stijleinde van de vrucht. Tengevolge van het te gronde gaan van cellen ontstaan er holten in dat weefsel. Vervolgens worden de vaten verstopt met geelbruin gom, waarna het omliggende weefsel wordt afgebroken en overgaat in een gommassa¹⁾. Citroenen aan jonge, krachtig groeiende bomen zijn dikwijls het sterkst door „internal decline” aangetast. Oudere bomen met een gunstiger verhouding vrucht/blad, waarbij de vruchten dus minder bloot staan aan wateronttrekking door het blad, zijn veel minder vatbaar voor deze ziekte. Voorts blijkt de invloed van klimaatsverschillen uit de vermelding van BARTHOLOMEW [5], dat de ziekte weinig voorkomt langs de kust van Californië met een relatief lage temperatuur en hoge luchtvochtigheid, terwijl men er meer landinwaarts, waar de temperatuur hoger en de luchtvochtigheid lager is, veel hinder van ondervindt.

SMOCK [32] bestudeerde de waterhuishouding van appels in verband met het optreden van stip. Volgens hem is deze afwijking het gevolg van wateronttrekking door de bladeren, waarbij een aantal cellen aan de einden van de vaatbundels afsterft. De stipontwikkeling is eveneens afhankelijk van de verhouding tussen bladoppervlakte en aantal vruchten. Het dunnen van vruchten had toeneming van stip tengevolge, terwijl stip kon worden voorkomen door volledige ontbladering kort voor de rijpsingsfase van de vruchten.

Naast stip kunnen er bij appels nog verschillende andere, doch nauw verwante afwijkingen o.a. „cork” optreden. Deze afwijkingen worden wel gezien als verschillende vormen van eenzelfde physiogene ziekte [3]. Reeds verschillende malen is vastgesteld o.a. door LATIMER [23], dat plotseling invallend droog en warm weer als gevolg van de dan optredende sterke verdamping een ernstige „cork”-aantasting kan veroorzaken.

In het voorgaande werd reeds vermeld, dat rand bij sla, waterziek bij bloemkool en lamsteligheid bij druiven eveneens nauw samenhangen met een gestoorde waterhuishouding in de plant. Deze afwijkingen zullen hieronder nader worden besproken. Zoals o.a. door VAN DEN ENDE en VAN KOOT [13] is aangegeven, zijn er nog tal van andere physiogene afwijkingen bij deze en andere gewassen, waarvan de verklaring in dezelfde richting moet worden gezocht. Dergelijke afwijkingen zijn dus blijkbaar een vrij algemeen verschijnsel.

MULDER [29] zag stip bij appels als een cultuurverschijnsel. Bij deze opvatting liet hij zich leiden door de volgende gedachtengang. In ieder levend organisme liggen mogelijkheden verborgen tot veredeling en intensivering. Maar daar zijn grenzen aan gesteld door het erfelijke materiaal, dat in de kernen van de cellen ligt opgesloten. Willen er geen ongelukken gebeuren dan moet men op de weg van veredeling en intensivering binnen de grenzen van de mogelijkheden blijven. Zo zou stip een gevolg zijn van het in cultuur brengen van de tegenwoordige appelrassen bij de huidige teeltwijze. Een storing in de waterhuishouding zou slechts de aanleiding vormen tot het optreden van stip.

Deze gedachtengang zal ook een kern van juistheid bevatten voor de andere physiogene afwijkingen, die samenhangen met een gestoorde waterhuishouding²⁾. De mogelijkheden van het genotype mogen hierbij echter niet los van het milieu worden

¹⁾ Bij waterzieke tomatenvruchten worden langs de vaatbundels in de vruchtwand eveneens bruine verkleuringen waargenomen.

²⁾ Een overeenkomstige gedachtengang zal overigens opgaan voor verschillende voedings- en infectieziekten.

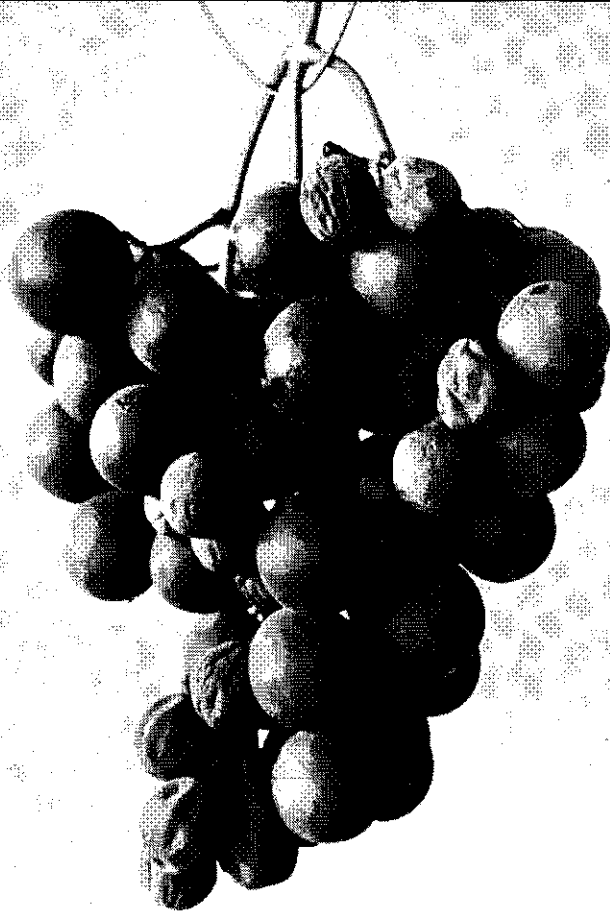


FIG. 1. Druiventros met lamstelige bessen
A bunch of grapes suffering from shanking

gezien. Zou men bij de appelteelt het milieu en hiermede de waterhuishouding kunnen beheersen, dan zou men bij handhaving van de huidige rassen stip moeten kunnen voorkomen. Het milieu kan echter slechts in zeer beperkte mate worden beïnvloed.

In dit verband zijn de teelten onder glas zeer interessant. De intensivering is hier tot een hoge graad opgevoerd. Men ziet bij de gewassen onder glas dan ook tal van physiogene afwijkingen. Dit is ook wel te verwachten, daar het kunstmatige klimaat onderhevig is aan sterke schommelingen, waarbij gemakkelijk storingen in de waterhuishouding optreden. Door allerlei cultuurmaatregelen zoals broezen, luchten, schermen en mate van stoken kan men dit klimaat echter beïnvloeden [21]. Door het juist uitvoeren van dergelijke maatregelen kan men de voor de physiogene afwijkingen kritieke omstandigheden beperken en mogelijk ook voorkomen. De

perspectieven voor het onderzoek naar

de bestrijding van deze afwijkingen onder glas zijn in dit verband dus gunstiger dan bijvoorbeeld voor het onderzoek naar de bestrijding van stip.

Lamsteligheid bij druiven

Bij dit verdrogingsverschijnsel worden de bessteeltjes bruin en verschrompelen de bessen. De rassen Frankenthaler en Muscaat zijn hiervoor zeer gevoelig, terwijl het ras Black Alicante vrij ongevoelig is. Morphologisch is dit verschil in gevoeligheid begrijpelijk. De bessteeltjes van eerstgenoemde rassen zijn teerder dan van het laatstgenoemde ras, waardoor de bessen bij Frankenthaler en Muscaat minder stevig bevestigd zijn.

Lamsteligheid treedt vooral op wanneer in de periode dat de bessen beginnen te kleuren warm en droog weer optreedt, tengevolge waarvan het gewas wordt blootgesteld aan een sterke verdamping. Omstandigheden in de grond, die de wateropname belemmeren, werken het verschijnsel in de hand. Zo is wel waargenomen, dat door een ernstige beschadiging van het wortelgestel, veroorzaakt door een langdurige wateroverlast in de winter, in de daaropvolgende zomer lamsteligheid in ernstige mate optrad.

Er zijn verschillende aanwijzingen, dat lamsteligheid verband houdt met wateronttrekking aan de trossen door het bladerdek. Wanneer er veel trossen aan de bomen

hangen is het euvel gewoonlijk minder ernstig. Bij een geringe vruchtbaarheid of wanneer overtollige scheuten niet tijdig worden uitgebroken, ondervindt men het daarentegen veelal in sterke mate. In deze gevallen met een ongunstige verhouding tussen blad en tros kunnen de trossen bij sterke verdamping blijkbaar niet voldoende vocht vasthouden, waardoor een meer of minder groot aantal bessteeltjes verdroogt.

In dit verband heeft een elders beschreven proef met zout gietwater bij het ras Frankenthaler, waarbij in sterke mate lam is opgetreden, interessante gegevens opgeleverd [12]. Bij deze proef werd enerzijds het keukenzoutgehalte van het gietwater gevarieerd, anderzijds de hoeveelheid gietwater. De variatie in de hoeveelheid gietwater werd verkregen door bij een gelijke hoeveelheid gietwater per keer het aantal malen gieten te variëren. Bij toenemend keukenzoutgehalte zou men een vermeerdering van lam verwachten, daar zout de wateropname belemmert. Er werd echter juist minder lam gevonden. Dit resultaat was toch te verklaren, daar het zout de scheutgroei sterk had verminderd, terwijl het trossgewicht slechts iets was gedrukt. De verhouding blad/tros was door het zout dus gunstiger geworden. Bij toenemend aantal malen gieten zou men een vermindering van lam verwachten, daar de watervoorziening hierbij regelmatig was. Er werd echter juist meer lam gevonden, hetgeen verklaard kon worden door de zeer sterke vegetatieve ontwikkeling bij veel gieten.

Gezien bovenstaande resultaten was het belangwekkend om de gegevens van een elders beschreven bemestingsproef met het ras Frankenthaler opnieuw na te gaan, daar hierbij eveneens in sterke mate lam is opgetreden, hetgeen vooral het gevolg zou zijn van een teveel aan fosfor [30]. De voornaamste resultaten van deze proef zijn vermeld in tabel 1 en in fig. 2.

TABEL 1. Bemestingsproef met druiven; ras Frankenthaler. Per boom werden 8 trossen aangehouden. Aantal bomen per fosfortrap 64 en per stikstoftrap 80

	Opbrengst in kg	Percentage lam	Snoeisel in kg	Snoeisel/opbrengst
1 P	198	0,9	67	0,34
3 P	162	3,4	69	0,43
6 P	144	7,8	65	0,45
9 P	128	12,3	74	0,58
12 P	121	16,1	75	0,62
3 N	179	9,2	85	0,48
6 N	184	7,9	99	0,54
9 N	195	5,7	88	0,45
12 N	195	5,9	78	0,40

Bij een grotere fosforgift nam de opbrengst aan druiven af. De vegetatieve ontwikkeling nam daarentegen toe. Het gewicht aan uitgebroken scheuten plus het gewicht aan snoeihout, in tabel 1 als snoeisel vermeld, is een maat voor deze vegetatieve ontwikkeling. De verhouding tussen vegetatieve en generatieve delen werd bij meer fosfor dus ongunstiger. Men verwacht hierbij meer lam en inderdaad werd bij stijgende fosforgift meer lam gevonden. De werking van stikstof was juist andersom. Bij meer

stikstof steeg de opbrengst, en nam de vegetatieve ontwikkeling af. In overeenstemming hiermede werd bij hogere stikstofgiften minder lam gevonden. De bemesting met kali, welk element eveneens bij de proef was betrokken, oefende weinig of geen invloed op de opbrengst of vegetatieve ontwikkeling uit en dientengevolge evenmin op het percentage lamsteligheid.

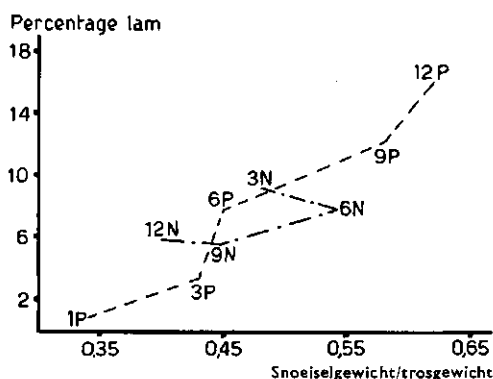


FIG. 2. Samenhang tussen lamsteligheid en de verhouding snoeiselgewicht/trosgewicht
Connection between shanking and the ratio of weight of prunings and weight of bunches

Fosfor en stikstof zullen dus wellicht niet direct van invloed zijn geweest op het optreden van lamsteligheid, maar wel indirect via de bevordering van de interne wateronttrekking aan de trossen. In overeenstemming hiermede zijn de droge-stof gehalten van de bessen bij de verschillende fosfortrappen. Deze gehalten zijn bepaald met een suikerrefractometer. Voor de oplopende fosforgiften werden de volgende waarden gevonden: 14,9, 15,2, 15,8, 16,1 en 16,9 %.

De bemestingsproef heeft vanzelfsprekend wel geleerd, dat men bij Frankenthaler moet oppassen voor te grote fosforgiften. Men moet hierbij bedenken, dat de proef genomen werd in betonnen bakken met een klein volume grond, in welk geval er naar verhouding spoedig te veel fosfor aanwezig kan zijn. Uit de praktijk zijn slechts enkele aanwijzingen bekend, dat grote fosforgiften gepaard kunnen gaan met het optreden van lamsteligheid.

In de proef is bij de grotere fosforgiften in ernstige mate chlorose opgetreden. Het is bekend dat gebreksziekten een traag reageren van de huidmondjes met zich kunnen brengen [10]. Daar bij kritieke weersomstandigheden de verdamping dan minder snel kan worden beperkt, kan de chlorose van invloed zijn geweest op de lamsteligheid. Dat van sommige bomen de chlorotische bladeren verdroogden en afvielen is wellicht een aanwijzing in deze richting.

Besverbranding is een verschijnsel, dat nauw zal samenhangen met lamsteligheid. Verbrande bessen vertonen ingezonken grijsbruine plekken, terwijl ook wel anthocyaanvorming optreedt. Alleen de nog groene bessen zijn gevoelig voor deze verbranding. Het verschijnsel komt niet zoveel voor. In 1948 was er echter een ernstige aantasting, toen na een langdurige donkere en vochtige periode plotseling zonnig

en droog weer optrad. De aantasting kwam vooral voor bij de rassen Black Alicante en Gros Maroc, waar deze in koude kassen werden geteeld. Tegelijkertijd trad er in stookkassen bij de rassen Frankenthaler en Muscaat veel lamsteligheid op. Als gevolg van de teeltwijze waren de trossen bij Frankenthaler en Muscaat veel verder ontwikkeld dan bij Black Alicante en Gros Maroc, hetgeen van belang kan zijn voor de verklaring van de afwijkende verschijnselen.

Aanvankelijk werd gedacht, dat de verbranding wordt veroorzaakt door rechtstreekse zonbestraling. Het verschijnsel komt echter evenzeer voor bij bessen, die niet in de zon hangen. Wellicht zijn lamsteligheid en besverbranding het gevolg van dezelfde oorzaak, waarbij de gevoeligheid voor verdroging verschillend is. De bessen zouden dan vóór het kleuren gevoeliger zijn dan de bessteeltjes en bij het kleuren minder gevoelig, hetgeen in verband zou kunnen worden gebracht met de vorming van suikers (wateraantrekking).

Het verschijnsel van het scheuren van bessen moet als tegenhanger worden gezien van bovenbehandelde verdrogingen. Het scheuren treedt vooral op bij plotseling optredend vochtig weer na een droge periode. De verdamping is dan kleiner dan de wateropname en de bessen scheuren tengevolge van een teveel aan vocht. Hoewel er ook bij de andere rassen wel hinder van wordt ondervonden, komt dit euvel vooral voor bij de rassen Gros Colman en Professor Aberson.

Rand bij sla

Bij dit verschijnsel sterft het weefsel van de bladranden af. De oudere bladeren van de krop worden meestal niet aangetast, maar wel de jongere bladeren. Het afgestorven weefsel kan zowel verdorren als verslijmen (bacterierot). In beide gevallen is het product waardeloos voor de export, daar tijdens het transport sterke rotting kan optreden.

Het randen is een gevolg van een tijdelijke droogte. Zowel een te sterke waterafgifte als een te geringe wateropname werken het in de hand [18]. Rand treedt op bij droog en zonnig weer, vooral na een donkere en vochtige periode. Onder deze omstandigheden kan een sterke verdamping gedurende enkele uren noodlottige gevolgen hebben.

Naast meer algemene factoren in de grond, die de wateropname belemmeren, zijn er bij de teelten onder glas enkele specifieke factoren, die van groot belang zijn. Vooral de verzouting van de grond heeft een funeste invloed. Sla behoort tot de gewassen die het meest gevoelig zijn voor zout. Dit kan echter niet geheel los worden gezien van het feit, dat in verband met het gevaar voor schimmelaantastingen weinig wordt gegoten. Terwijl de sla tegen het einde van de groeiperiode steeds meer vocht nodig heeft, wordt de grond steeds droger, waardoor aanwezig zout extra nadelig is. Uit het feit dat in een warenhuis met door rand aangetaste sla op weinig opdrachtige grond de planten op lekplaatsen dikwijls gezond zijn, moet worden geconcludeerd, dat men in het algemeen te bang is voor schimmelaantastingen en dat men meer zal moeten gieten.

Dit gieten dient te gebeuren voordat de planten elkaar raken, daar anders het gevaar voor schimmelaantastingen te groot is. Dit gevaar is ook groot op sterk opdrachtige gronden. Dergelijke gronden behoeft men echter niet te gieten.

Verder is de bodemtemperatuur van belang. De wateropname wordt door temperatuursverhoging bevorderd [22]. Daar de waterafgifte afhankelijk is van de luchttemperatuur, is voor het randverschijnsel vooral het verschil tussen bodem- en luchttemperatuur van betekenis. Hoe hoger de luchttemperatuur is t.o.v. de bodemtemperatuur des te eerder treedt het randen op [1]. Onder glas is er bij het invallen van zonlicht weer na een donkere periode spoedig van een ongunstig groot verschil tussen bodem- en luchttemperatuur sprake.

Naast de uitwendige factoren is de gevoeligheid van het gewas van belang voor het optreden van rand. Deze gevoeligheid wordt enerzijds bepaald door raseigenschappen en is anderzijds afhankelijk van de omstandigheden, waaronder de planten opgroeien. Enkele factoren die hierbij van invloed zijn, zoals teeltwijze, bemesting en cultuurmaatregelen, worden hieronder nader besproken. Wat de rasgevoeligheid betreft kan worden opgemerkt, dat enkele kropvormende ijsslarassen („crisphead lettuce”) weinig of niet gevoelig zijn [36, 37]. De belangrijke Nederlandse kropslarassen zijn alle gevoelig. Wel zijn er hierbij echter onderlinge verschillen. Zo is b.v. *Attractie* iets minder gevoelig dan *Meikoningin* en *Zwart Duits*, terwijl *Wonder van Voorburg* en *Victoria* wat gevoeliger zijn.

De bemesting moet er op gericht zijn, het gewas niet te weelderig te laten opgroeien. Grote, week opgegroeide kroppen zijn zeer gevoelig voor het randen [18]. Met het oog hierop mag er niet te veel stikstof worden gegeven. Behalve een weelderige groei heeft kunstmeststikstof bovendien nog een effect via de zoutconcentratie. Stikstofmeststoffen hebben namelijk door hun goede oplosbaarheid een grotere invloed op de zoutconcentratie van de grond dan bijvoorbeeld fosfor- en kalimestoffen. Beide effecten kunnen worden beperkt door een deel van de stikstof in organische vorm te geven. Door het gebruik van gedroogd bloed bijvoorbeeld bereikt men enerzijds dat de zoutconcentratie vrijwel niet wordt verhoogd en anderzijds wordt een regelmatige groei bevorderd, daar de beschikbaarheid van de stikstof meer is aangepast aan de relatief grote stikstofbehoefte gedurende de laatste weken voor de oogst. Kali vermindert de gevoeligheid voor het randen. Dit als gevolg van een bevordering van de stevigheid van het gewas en van een gunstige werking op de waterhuishouding van de planten, o.a. door een beperking van de verdamping [2]. Daar ook kalimestoffen de zoutconcentratie van de grond verhogen, waardoor het optreden van rand weer in de hand wordt gewerkt, mag de kalibemesting echter niet worden overdreven.

Bij de teeltwijze in stookwarenhuizen worden slapplanten verkregen, waarvan het weefsel gevoeliger is voor het randen dan bij andere teeltwijzen het geval is. Stooksla groeit n.l. op onder lichtarme omstandigheden, waardoor een weker gewas ontstaat met dunner blad. Dat desondanks bij sla in koude warenhuizen meer rand optreedt wordt daardoor verklaard, dat bij deze latere teelt grotere en veelvuldiger schommelingen in temperatuur en luchtvochtigheid voorkomen. In sommige jaren treedt echter ook bij stooksla in ernstige mate rand op. Dit is vooral het geval na een lang-

durige periode van zeer donker weer. Een kleine stijging van de temperatuur of een geringe daling van de luchtvochtigheid kan dan reeds funest zijn.

Door cultuurmaatregelen, zoals gieten, broezen, schermen (glas krijten) en mate van stoken kan men weliswaar zorgen voor een goede watervoorziening en voor een beperking van de verdamping tijdens kritieke weersomstandigheden, maar anderzijds beïnvloeden die maatregelen de gevoeligheid voor het randen. De maatregelen moeten zo worden getroffen, dat men het gewas aanvankelijk niet te veel verwent, daar het dan juist gevoelig wordt. Het eventuele schermen b.v. mag daarom pas enkele dagen voor de oogst worden toegepast. Voorts is de vochtvoorziening vaak niet ideaal: bij een aanvankelijk ruime watervoorziening wordt de grond tegen het einde van de teelt droger. Dit kan zeer nadelig zijn daar de plant zich in het begin went aan veel vocht, waardoor zij zeer gevoelig wordt voor verdroging.

De verschillende cultuurmaatregelen — wij denken hierbij ook aan het luchten — voor het verkrijgen van een stevig gewas, dienen bij de uiteenlopende teeltwijzen en grondsoorten niet op dezelfde wijze te worden uitgevoerd. Er zijn dienaangaande juist grote verschillen, waarop hier echter niet nader zal worden ingegaan.

Naast het randen worden bij sla nog verschillende physiogene afwijkingen aangetroffen, die eveneens aan een tijdelijke droogte moeten worden toegeschreven. Het is afhankelijk van het ontwikkelingsstadium van het gewas welke afwijking zal optreden.

In de nog vrij kleine sla heeft men het verschijnsel van de slappe blaadjes. Het typische hierbij is, dat niet de gehele plant slap gaat, doch dat het veelal één of twee oudere blaadjes betreft. De slappe blaadjes worden weldra geel en bruin en gaan later vaak tot rotting over. Bij reeds flink ontwikkelde, echter nog niet kroppende planten treden de zogenaamde „randjes” op. Dit verschijnsel waarbij de randen van de oudere bladeren verdrogen, komt vooral voor bij het ras Blackpool. De waarde van het product wordt door deze „randjes” niet zo sterk geschaad als bij het echte rand. Het laatste, voor sla verreweg de belangrijkste physiogene afwijking, treedt in een weer iets later stadium op. Hierbij worden de jongere bladeren aangetast. Er worden twee vormen van rand onderscheiden en wel droog en nat rand. Het droge rand treedt vooral op bij het begin van het kroppen, waarbij de randen verdrogen. Als er reeds van een krop sprake is, gaan de randen door de vochtiger toestand tussen de bladeren meestal rotten (nat rand). Bij zware kroppen tenslotte kan het balrot optreden. Daar de aantasting hierbij dieper in de krop voorkomt treedt er een sterke rotting op, welke uiterlijk vaak niet is waar te nemen.

De omstandigheden waaronder boven behandelde afwijkingen optreden, wijzen steeds in dezelfde richting. Zoals hierboven reeds voor het randen is gebleken, ligt het accent niet steeds bij eenzelfde factor. Slappe blaadjes komen vaak voor nadat een warenhuis voor het eerst wordt gestookt. Door de plotseling hogere luchttemperatuur daalt de luchtvochtigheid met als gevolg een vergrote verdamping. De overgang van niet stoken naar stoken moet daarom geleidelijk zijn. Het nat en koud zijn van de grond is ook van invloed. De wortelwerkzaamheid is dan gering. Voor het verschijnsel van „randjes” is eveneens vastgesteld, dat men hiervan minder last heeft

naarmate de grondtemperatuur hoger is. De praktijk spreekt dan ook wel van „kou-randjes”. Tenslotte neemt men balrot bij sla in de vollegrond ook dikwijls waar na een nachtvorst, onder welke omstandigheden de planten dus blijkbaar eveneens spoedig verdrogen.

De vraag waarom bij de eerste ontwikkelingsstadia van de sla de physiogene afwijkingen optreden bij de oudere bladeren, terwijl na het kroppen de jongere bladeren worden aangetast, zal haar beantwoording moeten vinden in de relatieve gevoeligheid voor verdroging of de kracht waarmee water kan worden aangezogen. Nu hebben de jonge bladeren van een plant dikwijls een grotere zuigkracht dan de oudere, hetgeen in overeenstemming is met de afwijkingen aan de oudere bladeren. Beschaduwning doet de zuigkracht verminderen. De beschaduwning die bij het kroppen plaats vindt, kan wellicht een verklaring vormen voor het feit dat na het kroppen de jongere bladeren worden aangetast.

Waterziek bij bloemkool

Bij deze physiogene ziekte verschijnen er glazige, later bruin wordende plekken op de kool. De aantasting kan beperkt blijven tot een enkel klein plekje, maar dikwijls wordt een groter deel van de kool aangetast. De zieke delen gaan later verdrogen, en onder vochtige omstandigheden gaan ze ook wel tot rotting over. Wanneer de aantasting in een vroeger stadium optreedt, ontstaan er ingezonken plekken in de kool, daar de waterzieke delen niet meer meegroeien. Indien het hierbij kleine plekken betreft, kunnen deze geheel worden overgroeid, zodat de aantasting later niet meer uiterlijk is waar te nemen.

Het optreden van waterziek gaat dikwijls gepaard met het verdrogen van de randen van de hartbladeren. Dit wijst er op, dat waterziek een gevolg is van verdroging. Het glazig worden van de kool, waarbij het weefsel er vochtig uitziet, zou eerder doen vermoeden dat waterziek wordt veroorzaakt door een teveel aan vocht. Deze uiterlijke indruk is echter misleidend, daar ze ontstaat door een opvulling van de intercellulairen hetgeen niet noodzakelijk een hoger vochtgehalte impliceert. Er werd juist gevonden dat de glazige kooldelen een lager vochtgehalte bezitten dan de gezonde delen. Voor een drietal onderzochte gevallen zijn de vochtpercentages vermeld in tabel 2.

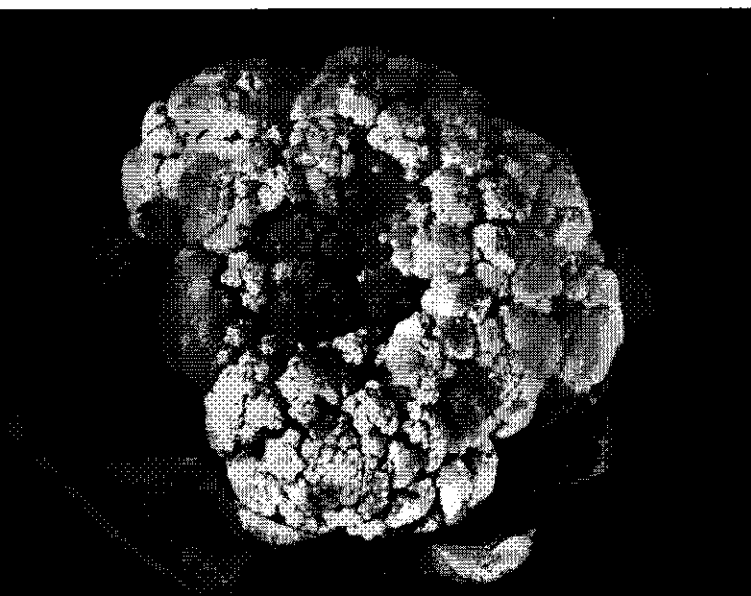


FIG. 3. Waterzieke bloemkool
"Waterziek" cauliflower

TABEL 2. Vochtgehalte bij gezonde en waterzieke bloemkool

	Zieke kool		Gezonde kool
	glazig gedeelte	gezond gedeelte	
A	89,7 %	92,5 %	93,4 %
B	90,9 %	91,9 %	95,3 %
C	91,7 %	92,5 %	92,8 %

Uit deze gegevens blijkt tevens dat het vochtgehalte van de gezonde kolen hoger was dan van de zieke kolen. Ook dit wijst erop, dat waterziek een gevolg is van verdroging.

De factoren die leiden tot het optreden van de hierboven behandelde physiogene ziekten: een te sterke waterafgifte en/of een te geringe wateropname, beïnvloeden eveneens het optreden van waterziek. Het verschijnsel komt dan ook vooral voor op zoute gronden onder glas. Door het uitspoelen van het zout kan in veel gevallen een waterziekaantasting worden voorkomen. Bij een grote overgang van koud en vochtig weer naar warm en droog komt het echter ook voor op gronden die niet zout zijn. In jaren met een tijdelijk zeer warme en droge periode treedt waterziek ook wel in ernstige mate op de open grond op, vooral als deze een geringe vochtcapaciteit bezit. Het gevaar voor de ziekte is tevens groot, wanneer de wateropname wordt belemmerd door een aantasting van de larven van koolvlieg of boorsnuitkever.

In kassen neemt men dikwijls waar, dat de bloemkoolplanten langs het pad het meest vatbaar zijn voor waterziek. De minder goede structuur daar ter plaatse kan een geringe wortelontwikkeling tot gevolg hebben. Maar dikwijls is de grond daar ook zouter, daar uitspoeling van de zouten door de minder goede structuur wordt tegengehouden. Beide factoren belemmeren de wateropname en bevorderen daardoor het waterziek.

Naast de uitwendige factoren is de gevoeligheid van het gewas van belang voor het optreden van waterziek. Deze gevoeligheid is enerzijds afhankelijk van de omstandigheden waaronder de planten opgroeien en wordt anderzijds bepaald door raseigenschappen. De verschillende rassen zijn niet alle even gevoelig. Het ras Aristo bijvoorbeeld wordt wegens zijn grote gevoeligheid door de zaadkweker afgeraden voor het telen onder glas.

De nadelige invloed van een plotselinge overgang van koel en vochtig naar warm en droog weer moet vooral daarin gezocht worden, dat de planten onder die omstandigheden niet zijn afgehard. Bij bloemkool als onderteelt van pruimebomen is wel waargenomen dat de door de bomen beschaduwde planten sterk waterziek waren, terwijl de andere planten gezond waren. De niet beschaduwde planten waren beter afgehard, hetgeen was op te maken uit de blauwgroene bladkleur. De beschaduwde planten waren normaal van kleur. De sterkere gevoeligheid voor verdroging van de beschaduwde planten zal op rekening van te sterke verdamping moeten worden gesteld. In andere gevallen waarin een blauwgroene bladkleur veroorzaakt wordt door een plaatselijk hogere zoutconcentratie of een drogere grond, ziet men juist dikwijls bij de blauw-

groene planten het eerst waterziek optreden. Hierbij is de geringe wateropname als oorzaak aan te wijzen.

Wat de gevoeligheid van het gewas betreft heeft de proef met zout gietwater, waar- naar reeds eerder werd verwezen (blz. 619) interessante gegevens opgeleverd [12]. Bij deze proef werd gewerkt met variërend keukenzoutgehalte en met verschillende hoeveelheden gietwater. De variatie in de hoeveelheid gietwater werd verkregen door een ongelijk aantal malen te gieten. Bij veel gieten zou men minder waterziek ver- wachten, daar de watervoorziening hierbij regelmatig was. Er werd echter juist meer waterziek gevonden, hetgeen verklaard kon worden door de sterke vegetatieve ontwikkeling. Dergelijke planten met een ongunstige verhouding bladgewicht/kool- gewicht hebben een relatief sterke verdamping. Verhoging van het keukenzoutgehalte van het gietwater gaf bij normaal gieten meer waterziek. Dit zal enerzijds veroorzaakt zijn door een belemmerde wateropname, maar anderzijds was bij meer zout de ver- houding bladgewicht/koolgewicht ongunstiger. Bij weinig gieten gaf verhoging van het keukenzoutgehalte iets minder waterziek. Dit kon verklaard worden door de geringe vegetatieve ontwikkeling, die het zout veroorzaakt had, waarbij de verhouding bladgewicht/koolgewicht vrij gunstig was.

Onder bepaalde omstandigheden kan zout dus blijkbaar de planten afhardten. Praktijkwaarnemingen tonen echter aan, dat het accent meestal niet ligt bij het af- harden, maar bij de belemmering van de wateropname tijdens kritieke weersomstandig- heden. Een extra nadelige omstandigheid is aanwezig wanneer de planten aanvankelijk opgroeien in een niet zoute grond, die later zout wordt. Deze omstandigheid kan zich voordoen wanneer zoute kassen niet goed worden doorgespoeld. De zouten worden dan slechts naar de ondergrond gespoeld, vanwaar ze later bij sterke verdamping weer omhoog stijgen. Voor effectief uitspoelen dient men vrijwel steeds te draineren.

De nadelige invloed van een te sterke bladontwikkeling is ook duidelijk gebleken bij een pottenproef [20], waarbij verschillende grondsoorten betrokken waren (zie tabel 3).

TABEL 3. Proef met bloemkool op verschillende grondsoorten in potten

	Gemiddeld bladgewicht	Gemiddeld koolgewicht	Verhouding bladgewicht/koolgewicht	Percentage waterziek
Veen	490	375	1,3	86
Klei	435	405	1,1	29
Zand	335	380	0,9	8

De planten op de veengrond vertoonden de sterkste vegetatieve ontwikkeling en tevens het meeste waterziek. Bij de geringe bladmassa op de zandgrond was de aan- tastings slechts gering. In de praktijk ziet men op veengrond juist weinig waterziek. Onder praktijkomstandigheden echter profiteren de bloemkoolplanten op veengrond van een grote vochtcapaciteit, terwijl in de proef bij elke grondsoort evenveel water werd gegeven.

Bij bemestingsproeven is gebleken, dat men voorzichtig moet zijn met de stikstof- bemesting (zie tabel 4).

TABEL 4. Bemestingsproef met bloemkool

Bemes- ting	Gemiddeld koolgewicht (in g)		Gemiddeld bladgewicht (in g)		Aantal waterzieke planten per 18 planten	
	geconcen- treerd	enkel- voudig	geconcen- treerd	enkel- voudig	geconcen- treerd	enkel- voudig
2 N . . .	412	452	403	392	5	3
3 N . . .	528	508	494	399	13	7
4 N . . .	580	656	667	579	17	8
Gem.	507	539	521	457	12	6

Bij meer stikstof werd een grotere plant verkregen met een groter koolgewicht. Deze grote planten vertoonden echter in ernstige mate waterziek. Bemesting met geconcentreerde meststoffen gaf meer zieke planten dan met enkelvoudige meststoffen. Men zou juist bij enkelvoudige meststoffen meer waterziek verwachten, daar hierdoor de zoutconcentratie meer wordt verhoogd. Dat bij de geconcentreerde bemesting meer waterziek voorkwam, kan weer worden verklaard door de grotere bladmassa.

Anderzijds is wel gevonden, dat er in verband met waterziek ook te weinig stikstof kan worden gegeven. Zo waren bij een bemestingsproef de planten van de 2 N-, 3 N- en 4 N-trappen gezond, terwijl de planten van de 1 N-trap voor een groot deel ziek waren. De planten van deze groep vertoonden stikstofgebrek. Deze chlorotische planten hebben blijkbaar relatief meer vocht verdampt. Het verdrogen van de randen van de hartbladeren wees hier eveneens op.

Op waterziek gelijkende afwijkingen, meestal met ernstiger verschijnselen, kunnen worden veroorzaakt door boriumgebrek [11]. Hierbij gaat ook het merg van de stam en van de koolstengeltjes in meerdere of mindere mate te gronde. De verkleuring van de kool is meer roestkleurig en ook de bladranden verkleuren met gele en rode randen. Verder treden op de hoofdnerfven vooral van de jonge bladeren waterachtige verkleuringen op, later overgaand in necrose.

Bij proeven in de praktijk had boriumbemesting in de vorm van 0,7 kg borax per are geen invloed op het optreden van waterziek. In een enkel geval werd wel resultaat verkregen, maar dit was een geval waarin de verschijnselen van boriumgebrek op te merken waren.

Hoewel bovengenoemde afwijkingen kunnen worden onderscheiden, zal er toch een verband tussen bestaan. Borium is van grote invloed op de waterhuishouding van de plant [8]. Dat de afwijkingen tengevolge van boriumgebrek het eerst optreden in de stam zal in dit verband wellicht ook van betekenis zijn (storing in de wateropname).

Physiogene ziekten bij tomaten

Ten gevolge van een tijdelijke droogte kunnen bij tomaten verschillende physiogene ziekten optreden, zoals o.a. is beschreven door JUMELET en VAN KOOT [17], VAN DER KLOES [19] en BUTLER EN JONES [9].

Een weelderig gewas bevordert het optreden van waterziek; de plant krijgt dan ook gemakkelijk holle stengels. Een virusaantasting, die de verdamping doet toenemen en wortelziekten die de wateropname beperken, werken deze afwijkingen in de hand. Is de grond zout of zuur dan wordt tengevolge van een tijdelijk vochttekort vooral neusrot aangetroffen.

Het scheuren van vruchten ziet men optreden bij tegengestelde omstandigheden, dus bij ruime vochtvoorziening en geringe verdamping.

ONDERZOEK NAAR DE WATERHUISHOUDING VAN DE PLANT

Bij de bespreking van de physiogene afwijkingen is gebleken:

1. dat naast het waterleverend vermogen van de bodem en de wateronttrekkende kracht van de atmosfeer de inwendige factoren, die de wateropname en waterafgifte beïnvloeden, van belang zijn voor het optreden van de afwijkingen;
2. dat tal van verschijnselen bij het optreden van de afwijkingen slechts kunnen worden verklaard uit interne waterverplaatsingen.

Bij een nadere bestudering van de omstandigheden, waaronder de afwijkingen optreden, zal men dus niet kunnen volstaan met het onderzoek van het waterleverend vermogen van de bodem en de wateronttrekkende kracht van de atmosfeer, maar zal men ook de waterhuishouding van de plant dienen te onderzoeken.

Prof. VAN DEN HONERT wees ons op verschillende onderzoeksmethoden, die kunnen worden aangewend om de waterhuishouding van de plant te bestuderen. Enkele methoden zullen hier worden besproken.

Groeimetingen

In de paragraaf „Interne wateronttrekkingen” is reeds gebleken, dat eenvoudige wegingen of metingen van groeiende plantendelen soms belangrijke gegevens kunnen opleveren.

Voor ons onderzoek werden voor het meten van de groei zelfregistrerende apparaten vervaardigd ¹⁾, die bij bloemkool en tomaten de omvang van de kolen resp. vruchten kunnen vastleggen en bij druiven het gewicht van de trossen (zie fig. 4). Bij bloemkool bijvoorbeeld wordt de toename en ook de afname in omvang van de kool vergroot opgetekend op de papierstrook van een z.g. weekklok. Door het apparaat te verstellen kan de schrijfstift, wanneer deze bovenaan de strook is gekomen, weer naar omlaag worden gebracht (zie fig. 5). De op deze wijze verkregen curven kunnen bij het beëindigen van de waarnemingen als één geheel worden uitgezet op grafiekpapier, zoals gebeurd is in fig. 6. Deze figuur toont de groeicurve van een kool bij verschillende

¹⁾ Deze apparaten werden vervaardigd door de heren J. VAN CRANENBURGH en J. JANSEN.

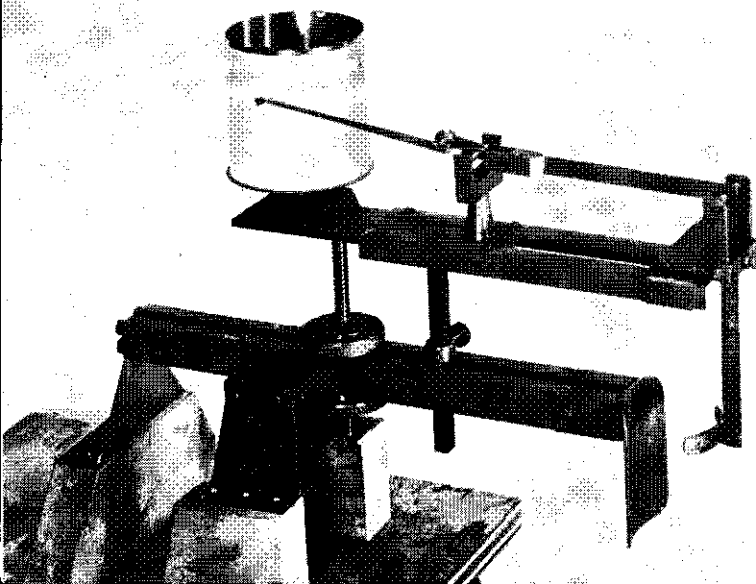


FIG. 4. Apparaat voor het meten van de groei van bloemkool
An instrument to measure the rate of growth of cauliflowerheads

weersomstandigheden. Op zonnige dagen nam de omvang van de kool tengevolge van de sterke verdamping af. Bij bewolkt weer trad deze inkrimping niet op, daar het vochtverlies hierbij slechts gering was.

Wij hebben eveneens een dagelijkse gang vastgesteld in de vruchtomvang van tomaten en in het trossgewicht van druiven. Bij sterke verdamping overdag neemt de omvang of het gewicht af. MACDOUGAL vond dat het bij lage luchtvochtigheid overdag niet mogelijk was het krimpen bij tomaten tegen te gaan door de grond te begieten [24]. Bij sterke verdamping kan de wateropname dus blijkbaar niet in die mate worden vergroot, dat het vochtgehalte van de plant niet afneemt. Dit wordt daardoor verklaard, dat bij de wateropname weerstanden moeten worden overwonnen, welke voornamelijk zijn gelegen in de wortels [22].

Groeimetingen kunnen niet alleen worden toegepast voor het nagaan van dagelijkse schommelingen in de vochttoestand van de gewassen, maar ook om vast te stellen of de gewassen over voldoende vocht kunnen beschikken. Bij een te geringe vochtvoorziening neemt de groei af.

FIG. 5. Groeicurve van een kool
Op 18 Maart te 8.00 uur n.m. is het
apparaat veresteld

*A growth-graph of a broccolihead. The
instrument has been adjusted on March
18th at 8 a.m.*

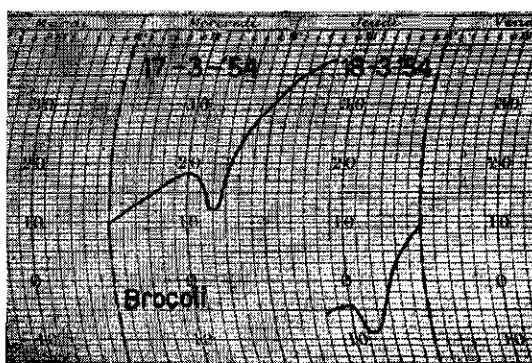
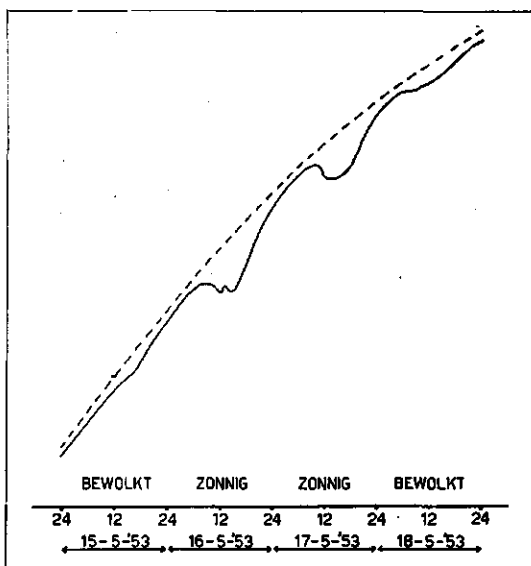


FIG. 6. Groeicurve van een kool bij
verschillende weersomstandigheden

*A growth-graph of a cauliflowerhead
under varying weather conditions*



FURR en TAYLOR [14] trachtten voor citroenen een praktische maatstaf te vinden, waarmee kan worden vastgesteld wanneer men moet irrigeren. Zij vonden dat een vermindering van de dagelijkse groei van de vruchten hiervoor een betere maatstaf was dan het vochtgehalte van de grond. MAGNESS e.a. [26] hebben als een resultaat van hun studie over de vochtvoorziening van appels voorgesteld de groei van de vruchten als maatstaf te gebruiken voor het vaststellen van de tijdstippen van irrigeren.

Meting van de zuigkracht

De zuigkracht ¹⁾ van de cellen is de oorzaak van het opnemen en verplaatsen van water in de plant. Door het meten van de zuigkracht van de verschillende weefsels kunnen dan ook over de waterbehoefte en de waterverplaatsing belangrijke gegevens worden verkregen.

De zuigkracht berust veelal voornamelijk op een osmotisch proces, waarbij de osmotische waarde van het celsap en de wanddruk van belang zijn [31]: *zuigkracht* = *osmotische waarde*—*wanddruk* ²⁾. Volgens deze vergelijking is de maximale zuigkracht gelijk aan de osmotische waarde. Dit is het geval, als bij het slap gaan van een weefsel de wanddruk wegvalt.

In overeenstemming met de richting van de sapstroom is de zuigkracht van de bladeren het grootst en van de wortels het kleinst. Als gevolg van de dagelijkse gang in de transpiratie vertoont ook de zuigkracht een dagelijkse gang. In een etmaal kan de zuigkracht variëren van zeer gering bij sterke turgescentie tot maximaal bij verwelken [28, 38]. Voorts is de zuigkracht afhankelijk van de zuigspanning van de grond. Wanneer deze toeneemt ontwikkelt de plant door de geringere vochtvoorziening een grotere zuigkracht; echter alleen tot aan het verwelken. Op iets langere termijn kan de zuigkracht ook worden vergroot door de ophoping van osmotisch actieve stoffen in het celsap [15]. Op zoute gronden kan dit het geval zijn door de ophoping van zout.

De osmotische waarde vertoont eveneens een dagelijkse gang. Als gevolg van het lagere vochtgehalte is de osmotische waarde overdag groter dan 's nachts. Deze schommeling is echter betrekkelijk gering.

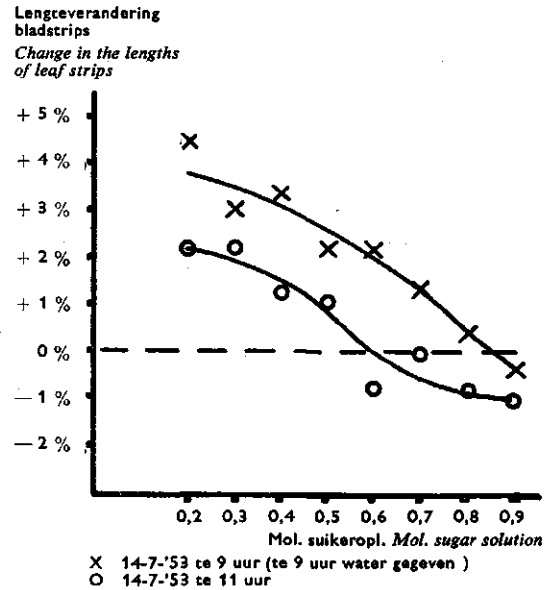
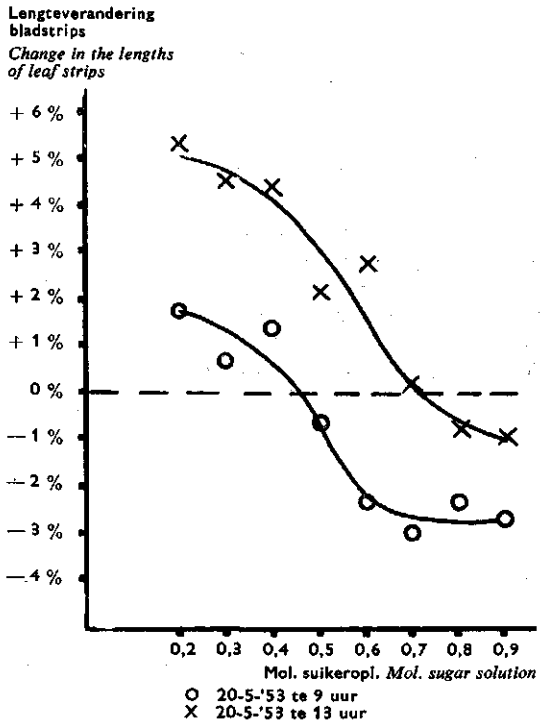
Methoden om de zuigkracht te meten werden o.a. beschreven door URSPRUNG [39]. Bij veel methoden wordt de zuigkracht vergeleken met de osmotische waarden van suikeroplossingen. Bij de z.g. vereenvoudigde methode van URSPRUNG bijvoorbeeld worden weefselstrips gedompeld in suikeroplossingen met oplopende concentraties. Bij daarvoor geschikte weefsels wordt de lengte van de strips bij lage concentraties door wateropname groter, terwijl bij hoge concentraties door waterafgifte een lengtevermindering optreedt. De zuigkracht wordt hierbij aangegeven door de osmotische waarde van die suikeroplossing, waarbij de lengte van de strips niet verandert.

In de fig. 7 en 8 zijn enkele metingen van de zuigkracht van bladeren volgens de vereenvoudigde methode van URSPRUNG weergegeven. Hieruit blijkt dat zowel bloemkool- als tomatenbladeren zich goed lenen voor dit onderzoek. Bij enkele metingen van druivenbladeren waren de resultaten niet zo fraai, daar er slechts geringe lengteveranderingen optraden.

¹⁾ Bedoeld wordt zuigkracht per cm², welke wordt uitgedrukt in atm.

²⁾ Niet alle verschijnselen betreffende opname en afgifte van water kunnen met osmose worden verklaard. Soms spelen imbibitiekrachten een belangrijke rol. Voorts kunnen stofwisselingsprocessen van belang zijn. Doch veelal is het osmotisch proces overheersend.

FIG. 7. Toename van de zuigkracht van bloemkoolbladeren tengevolge van verdamping. *Increase of the suction force of cauliflower leaves due to transpiration.*
 FIG. 8. Afname van de zuigkracht van tomatenbladeren tengevolge van een watergift. *Decrease of the suction force of tomato-leaves due to watering.*



De zuigkracht kan ook worden gemeten door gewichtsveranderingen van weefselblokjes in suikeroplossingen na te gaan. Hierbij mag het weefsel echter geen intercellulair bezitten, daar deze door de opname van water zouden storen. Indien dit wel het geval is heeft de methode alleen nog waarde, wanneer cijfers van eenzelfde weefsel worden vergeleken.

Bij zuigkrachtmetingen volgens deze gravimetrische methode is gebleken, dat de zuigkracht van tomatenvruchten bij toenemende verdamping toeneemt. Voorts werd bij bloemkool gevonden, dat na het oogsten de zuigkracht van de kolen bij ongedopte planten sneller toeneemt dan bij gedopte planten. Dit wijst op een wateronttrekking door de bladeren aan de kool.

De waterverplaatsing in de plant is veelal bepaald op grond van de osmotische waarde van het celsap [10, 22, 31]. Hoewel de waterverplaatsing in de plant niet plaats vindt langs een osmotische gradient maar langs de gradient van de zuigkracht, gaan deze twee onder droge en dus kritieke omstandigheden meestal samen.

De osmotische waarde van de bladeren is vrijwel steeds groter dan die van de vruchten. SMOCK heeft dit voor appels bevestigd [32]. Bij zijn onderzoek over stip

vond hij, dat de cultuurmaatregelen die stip bevorderen tot gevolg hebben, dat het verschil in osmotische waarde tussen bladeren en vruchten groter wordt. Een omstandigheid dus waardoor de wateronttrekking door de bladeren aan de vruchten in de hand wordt gewerkt.

WALTER [40] gebruikte de osmotische waarde van het celsap als indicator voor de hydratuur. Onder dit begrip verstaat hij de watertoestand van de plant. Hoe hoger de osmotische waarde is, des te lager is de hydratuur.

Planten bezitten op een droge standplaats hogere osmotische waarden en dus een lagere hydratuur dan op een vochtige standplaats. WALTER onderscheidt hydratuurmaxima, -optima en -minima. De grenzen van een verspreidingsgebied van een plantensoort kunnen volgens hem worden bepaald door een te lage hydratuur.

Bij het onderzoek van de physiogene afwijkingen, die worden veroorzaakt door een tijdelijk vochttekort, zal het van belang zijn om door middel van bepalingen van de osmotische waarde de hydratuur na te gaan. Enerzijds bezitten planten, die onder vochtige omstandigheden zijn opgegroeid, planten dus met een hoge hydratuur, een geringe weerstand tegen droogte en daarmee tegen de afwijkingen. Hierbij ligt het criterium voor de verdroging bij een te sterke verdamping. Anderzijds treden de afwijkingen op bij een geringe wateropname, zoals op zoute gronden. De planten bezitten dan een lage hydratuur. Hierbij ontstaat de verdroging dus door een geringe wateropname.

Meting van de openingstoestand van de huidmondjes

Daar de huidmondjes een grote rol spelen bij de verdamping, moet het onderzoek hiernaar zeker bij de studie over de waterhuishouding worden betrokken. Methoden om de openingstoestand te meten werden o.a. beschreven door STÅLFELT [33].

De waterdamp gaat in hoofdzaak door de huidmondjes naar buiten; slechts een klein deel verdwijnt door de opperhuid tussen de huidmondjes. Door het sluitingsmechanisme is de plant in staat de waterafgifte te beperken. Volgens onderzoekingen van STÅLFELT [34] berust dit mechanisme op twee factoren en wel op de vochttoestand van het bladweefsel en op de werking van het licht. Zonder deze processen in details te behandelen wordt erop gewezen, dat de huidmondjes onder invloed van het licht overdag geopend en 's nachts gesloten zijn. Wanneer de vochttoestand van de bladeren echter te zeer daalt, zet het sluitingsmechanisme zich ook overdag in werking. Bij veel planten zijn daardoor de huidmondjes in de namiddag gesloten. Dit mechanisme zorgt er voor dat planten, die geen water meer ontvangen, veel minder water gaan verbruiken dan planten die over voldoende vocht kunnen beschikken.

De regelende werking van de huidmondjes is niet in staat een snelle daling van het vochtgehalte van de plant te voorkomen. Het mechanisme werkt hiervoor te traag. Dit trage reageren kan gevaarlijk zijn wanneer een plant plotseling aan een sterke verdamping wordt blootgesteld [35].

MAGNESS e.a. [26] vonden voor appels, dat het kleiner worden van de dagelijkse tijdsduur van open zijn der huidmondjes misschien wel het beste criterium is voor de vochtvoorziening van de bomen. Wanneer deze tijdsduur klein is, is de groei van de appels gering. MAXIMOV en ZERNOVA [27] vonden bij tarwe dat de openingstoestand van de huidmondjes zeer nauw samenhangt met de vochttoestand van de grond. Bij dichte huidmondjes op droge gronden was het drooggewicht van de planten klein.

Wij hebben bij bloemkool en tomaten waarnemingen verricht volgens de porometer-methode. Hierbij wordt een klein glazen klokje luchtdicht op een blad bevestigd. Met behulp van dit klokje wordt bij een bepaalde onderdruk lucht door het blad gezogen. De doorgestroomde hoeveelheid lucht is dan een maat voor de openingstoestand van de huidmondjes. Op deze wijze werd gevonden, dat de huidmondjes bij bloemkool en tomaten zich gedragen, zoals boven werd beschreven. 's Avonds sluiten de huidmondjes bij deze gewassen zich dus, terwijl zij 's morgens open gaan. Bij sterke verdamping overdag sluiten de huidmondjes zich eveneens. Door te zorgen voor een voldoende vochtvoorziening in de grond kan dit sluiten overdag worden beperkt.

DE ORGANISCH-CHEMISCHE SAMENSTELLING VAN DE PLANT IN VERBAND MET DE VOCHTTOESTAND

De vochttoestand van de plant is van invloed op allerlei physiologische processen en daarmee op de organisch-chemische samenstelling [10, 22, 31].

Bij afnemend vochtgehalte wordt als gevolg van hydrolyse dikwijls minder zetmeel gevonden en meer suikers. Voorts worden bij droogte vaak pentosen (pentosanen) gevormd ten koste van hexosen (hexosanen). Door de vele processen, die de koolhydraatstofwisseling beïnvloeden, verloopt de omzetting van koolhydraten bij droogte echter niet steeds gelijk. Zo wordt soms in plaats van een toenemend gehalte aan suikers wel een afnemend suikergehalte gevonden.

De eiwitstofwisseling is eveneens afhankelijk van de vochttoestand van de plant. Bij droogte bevat de plant dikwijls meer aminozuren dan bij een goede vochtvoorziening. Dit kan zowel een gevolg zijn van een verminderde eiwitsynthese als van een afbraak van de eiwitten.

Het organisch-chemisch onderzoek kan wellicht van betekenis zijn voor de kennis omtrent de besproken physiogene afwijkingen. Enkele onderzoekingen werden in dit verband reeds verricht.

BARTHOLOMEW en ROBBINS [7] vonden dat door „internal decline” aangetaste citroenen meer pentosen (pentosanen) bevatten en minder hexosen (hexosanen) dan gezonde vruchten. Ook de chemische samenstelling van de vruchten wijst er dus op, dat „internal decline” veroorzaakt wordt door een vochttekort.

Wij ¹⁾ vonden bij waterzieke bloemkool, dat bij de glazige kooldelen het gehalte aan elk der aminozuren (een veertiental aminozuren werd onderzocht) hoger was dan bij de gezonde kooldelen en het gehalte aan suikers (glucose en fructose) lager. Deze gezonde kooldelen bevatten vrijwel dezelfde hoeveelheden aminozuren en suikers als geheel gezonde kolen. Het hoge gehalte aan aminozuren van de glazige kooldelen kan in verband worden gebracht met de verdroging van die delen. Voor het lage gehalte aan suikers is dit minder goed mogelijk.

¹⁾ Het chemisch onderzoek werd verricht door dr A. J. VAN DUUREN op het Instituut voor Rationele Suikerproductie te Bergen op Zoom.

SAMENVATTING

Wanneer de verdamping de wateropname tijdelijk te veel overtreft kunnen bij tal van gewassen physiogene afwijkingen optreden, zoals rand bij sla, waterziek bij bloemkool en lamsteligheid bij druiven. Door de bijzondere klimatologische omstandigheden komen dergelijke afwijkingen vooral voor bij de teelten onder glas. Door allerlei cultuurmaatregelen kan men het kasklimaat echter beïnvloeden. Door het juist uitvoeren van dergelijke maatregelen kan men de voor de physiogene afwijkingen kritieke omstandigheden beperken en mogelijk ook voorkomen. De perspectieven voor het onderzoek naar de bestrijding van deze afwijkingen onder glas zijn dus gunstig.

Naast het waterleverend vermogen van de bodem en de wateronttrekkende kracht van de atmosfeer zijn de inwendige factoren, die de wateropname en waterafgifte beïnvloeden, van belang voor het optreden van de physiogene afwijkingen. Voorts zijn tal van verschijnselen hierbij slechts te verklaren door interne waterverplaatsingen. Bij een nadere bestudering van de omstandigheden, waaronder de afwijkingen zich voordoen, zal men dus ook de waterhuishouding van de plant dienen te onderzoeken. Enkele onderzoeksmethoden, die hiervoor bruikbaar zijn, werden besproken, zoals het verrichten van groeimetingen, het meten van de zuigkracht van weefsels en van de osmotische waarde van het celsap en het vaststellen van de openingstoestand van de huidmondjes.

Het organisch-chemisch onderzoek van de plant zal van belang kunnen zijn voor het inzicht in de aard van de verschijnselen.

Punten uit de discussie

Prof. E. C. WASSINK merkte op, dat men bij de verlaging van de zuigkracht van bladeren door beschaduwning zou kunnen denken aan een relatie met de hoeveelheid gevormde assimilaten, bijv. suikers. Een dergelijke relatie zou niet alleen een verklaring kunnen vormen van de grote randgevoeligheid van de jonge beschaduwde bladeren van de slakrop, maar ook van de grote randgevoeligheid van stooksla, die onder lichtarme omstandigheden wordt opgekweekt.

Ir JOH. BOS vroeg, of men de afname van de omvang van een vrucht door sterke verdamping overdag kan verhinderen door het besproeien van de plant.

Inderdaad is dit het geval. In een droge atmosfeer zal het daarvoor echter dikwijls noodzakelijk zijn meerdere malen per dag te besproeien.

Naar aanleiding van de vraag van ir J. BUTIJN of de reactie van de huidmondjes niet achter de vochtvoorziening van de plant aanloopt, kan voor appels verwezen worden naar het onderzoek van MAGNESS e.a. [26]. Bij een verminderende vochtvoorziening vonden zij eerder een verandering in het gedrag van de huidmondjes dan in de groei van de vruchten.

De verdere discussie handelde over enkele methoden om de openingstoestand van de huidmondjes te meten (prof. R. PRAKKEN), de geschiktheid daarvan voor veldwaarnemingen (dr R. J. VAN DER LINDE) en de moeilijkheden die zich bij het onderzoek van de huidmondjes voordoen (ir W. G. BEEFTINK). Het zou echter te ver voeren hier nader op deze punten in te gaan.

SUMMARY

PHYSIOLOGICAL DISEASES RELATED TO THE WATER STATUS IN THE PLANTS

If transpiration temporarily exceeds the absorption of water to a considerable extent many crops will develop physiological diseases, such as tipburn in lettuce, „waterziek” (symptoms resembling browning) in cauliflower and shanking in grapes. Due to the peculiar climatic conditions the plants are subjected to, these defects are most frequently noticed with crops under glass. By all kinds of cultural measures the climate in glasshouses can be controlled. By a proper application of such measures the prevalence of critical conditions giving rise to physiological diseases can be restricted and perhaps averted. The prospects of research on the control of these diseases are therefore propitious.

Apart from the water supplying properties of the soil and the evaporative power of the air there are internal factors affecting the absorption of water and rate of transpiration having a bearing on the incidence of physiological diseases. Furthermore numerous phenomena are involved which can only be explained by transmission of water in the plant. A closer study of the conditions obtaining when the diseases occur, will have to include an investigation on the water relations of the plant. Some suitable methods of research to be applied here are discussed, such as measuring the rate of growth, the suction force of the tissues and the osmotic pressure of the cell sap as well as the determination of the width of the space between the guard cells of the stomata.

An organic-chemical examination of the plant is apt to be of importance in arriving at a proper understanding of the nature of the symptoms.

LITERATUUR

1. ANDERSEN, E. M.: Tipburn of lettuce; effect of maturity, air- and soiltemperature and soil moisture tension. Cornell University, Agr. Exp. Station. Bull. 829, 1946.
2. ARLAND, A.: Kalidüngung und Wasserverbrauch. Die Ernährung der Pflanze, 1952: 27—34.
3. BARKER, J.: Annotated bibliography on bitter pit. Imp. Bur. Fruit Prod. Occas. paper 3, 1934.
4. BARTHOLOMEW, E. T., J. T. BARRETT and H. S. FAWCETT: Internal decline of lemons. I. Distribution and characteristics. American Journ. of Bot. 10, 1923: 67—70.
5. BARTHOLOMEW, E. T.: Internal decline of lemons. II. Growth rate, water content and acidity of lemons at different stages of maturity. American Journ. of Bot. 10, 1923: 117—126.
6. BARTHOLOMEW, E. T.: Internal decline of lemons. III. Water deficit in lemon fruits caused by excessive leaf evaporation. American Journ. of Bot. 13, 1926: 102—117.
7. BARTHOLOMEW, E. T. and W. J. ROBBINS: Internal decline (endoxerosis) of lemons. IV. The carbohydrates in the peel of healthy and endoxerotic fruits. American Journ. of Bot. 13, 1926: 342—354.
8. BAUMEISTER, W.: Neuere Ergebnisse über die Wirkung des Bors. Ztschr. f. Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde, 48 (93), 1950: 190—203.
9. BUTLER, E. J. and S. G. JONES: Plant Pathology. Mac Millan & Co, London, 1949.
10. CRAFTS, A. S., H. B. CURRIER and C. R. STOCKING: Water in the physiology of plants. Chronica Bot. Comp. Waltham, Mass., 1949.
11. DEARBORN, C. H.: Boron nutrition of cauliflower in relation to browning. Cornell University, Agr. Exp. Station. Bull. 778, 1942.
12. ENDE, J. VAN DEN: De invloed van zout gietwater op de ontwikkeling van verschillende gewassen onder glas. Meded. Dir. Tuinb. 15, 1952: 884—903.
13. ENDE, J. VAN DEN en IJ. VAN KOOT: Ziekten door een gestoorde waterhuishouding in de plant. Tuinbouwids 1954: 247—248.
14. FURR, J. R. and C. A. TAYLOR: Growth of lemon fruits in relation to moisture content of the soil. Un. States Dep. of Agr., Wash, D. C. Techn. Bull. 640, 1939.
15. HAYWARD, H. E. and C. H. WADLEIGH: Plant growth on saline and alkali soils. Advances in Agronomy, vol. 1, 1949: 1—38.
16. HONERT, T. H. VAN DEN: Experiments on the water household of tropical plants. I. Water balance in *Cissus sicyoides* L. Annals of the Botanic Gardens Buitenzorg, vol. 51, 1941: 58—82.

17. JUMELET, A. en IJ. VAN KOOT: Factoren die het optreden van neusrot bij tomaat bepalen. Tijdschrift over Plantenziekten, 1945: 93—115.
18. KLOES, L. J. J. VAN DER: Het randen van sla. Meded. Dir. Tuinb. **15**, 1952: 125—139.
19. KLOES, L. J. J. VAN DER: De bemesting van tomaten. Meded. Dir. Tuinb. **16**, 1953: 151—168.
20. KOOT, IJ. VAN en L. J. J. VAN DER KLOES: Publicatie in voorbereiding.
21. KOOT, IJ. VAN en A. DE ZEEUW: Klimatologische omstandigheden en vruchtzetting bij gewassen onder glas. Meded. Dir. Tuinb. **16**, 1953: 501—518.
22. KRAMER, P. J.: Plant and soil water relationships. McGraw-Hill Book Comp. New York, 1949.
23. LATIMER, L. P.: The relation of cultural practices to a marked outbreak of cork in McIntosh apples in Northern New England. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. **26**, 1929: 149—150.
24. MACDOUGAL, D. T.: The daily course of growth in two types of fruits. Carnegie Institution of Washington; yearbook 18, 1919.
25. MACDOUGAL, D. T.: Growth in trees and massive organs of plants. Carnegie Institution of Washington; publ. 350, 1924.
26. MAGNESS, J. R., E. S. DEGMAN and J. R. FURR: Soil moisture and irrigation investigations in eastern apple orchards. U.S.D.A., Wash., D. C., Techn. Bull. 491, 1935.
27. MAXIMOV, N. A. and L. K. ZERNOVA: Behaviour of stomata of irrigated wheat plants. Plant Physiology, **11**, 1936: 651—654.
28. MOLZ, F. J.: A study of suction force by the simplified method. I and II. American Journ. of Bot. **13**, 1926: 433—463 and 465—501.
29. MULDER, D.: Stip in appels als cultuurverschijnsel. Meded. Dir. Tuinb. **14**, 1951: 20—27.
30. Proeftuin Zuid-Hollands Glasdistrict: Jaarverslag 1944.
31. RICHARDS, L. A. and C. H. WADLEIGH: Soil water and plant growth. In B. T. Shaw (ed.): Soil physical conditions and plant growth: 73—251 (Agronomy; a series of monographs, 2 [1952]).
32. SMOCK, R. M.: Studies on bitter pit of the apple. Cornell University, Agr. Exp. Station, Memoire 234, 1941.
33. STÅLFELT, M. G.: Neuere Methoden zur Ermittlung des Öffnungszustandes der Stomata. Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden, Abt. XI, Teil 4, 1929: 167—192.
34. STÅLFELT, M. G.: Die Abhängigkeit der Spaltöffnungsreaktionen von der Wasserbilanz. Planta **8**, 1929: 287—340.
35. STÅLFELT, M. G.: Der stomatare Regulator in der pflanzlichen Transpiration. Planta **17** 1932: 22—85.
36. THOMPSON, R. C.: Lettuce varieties and culture. U.S. Dep. of Agr. Washington, D. C., Farmers' Bull. no. 1953, 1944.
37. THOMPSON, R. C.: „Progress” tackles tipburn. Sth. Seedsman **11**, 1948: no. 10. Plant Breeding Abstracts **19**, 1949: 169.
38. URSPRUNG, A.: Einige Resultate der neuesten Saugkraftstudien. Flora **118—119**, 1925: 566—599.
39. URSPRUNG, A.: Die Messung der osmotischen Zustandsgrößen pflanzlicher Zellen und Gewebe. Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden, Abt. XI, Teil 4, Heft 7, 1938: 1109—1572.
40. WALTER, H.: Die Hydratur der Pflanze. Gustav Fischer, Jena, 1931.
41. WIESNER, J.: Studien über das Welken von Blüten und Laubspossen. Sitzungsberichte der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien. Mathem.-Naturw. Classe LXXXVI, 1882: 209—265.