INSTITUUT VOOR TUINBOUWTECHNIEK

MEDEDELING 16 WAGENINGEN, SEPTEMBER 1951

DE KAS ALS KWEEKMILIEU.

DOOR

Dr Ir E. W. B. VAN DEN MUIJZENBERG

OVERDRUK UIT HET AUGUSTUS/SEPTEMBER-NUMMER VAN DE MEDEDELINGEN DIRECTEUR VAN DE TUINBOUW 14: 691—706, 1951

1604
27b

2285356

DR IR E. W. B. VAN DEN MUIJZENBERG
Instituut voor Tuinbouwtechniek, Wageningen

DE KAS ALS KWEEKMILIEU

Influence of greenhouse on growth conditions

INHOUD

Inleiding 691
Factoren die de plantengroei in de kas beheersen 693
1. Het licht 693
2. De temperatuur 695
3. Het water 697
4. De lucht 699
5. De scheikundige stoffen 701
Samenvatting 703
Punten uit de discussie 703
Summary 704
Literatuur 704

INLEIDING

De kas biedt de mogelijkheid om verschillende groeifactoren in meer of mindere mate te beheersen en het kweken van tuinbouwgewassen daardoor minder afhankelijk te maken van de weersomstandigheden.

Het kweken van tuinbouwproducten onder glas is voor Nederland van zeer grote betekenis. Dit komt vooral goed naar voren, indien de oppervlakte aan tuinbouw onder glas over de gehele wereld in aanmerking wordt genomen. In Nederland n.l. staat of ligt meer dan 1/4 van de totale glasoppervlakte, zoals uit onderstaande tabel blijkt.

Landen	Oppervlakte in ha	Landen	Oppervlakte in ha	
Noordelijk halfrond		Transport: . . .		9 469
Europa:		Noord-Amerika:		
Nederland	3 251	Ver. Staten	2 051	
Engeland	1 900	Canada	300 [1]	
België	759	Overige landen	10 [1]	2 361
Duitsland	989	Azië:		
Denemarken	350	Japan	90 [1]	
Zweden	491	China	30 [1]	
Noorwegen	200 [1]	Overige landen	20 [1]	140
Zwitserland	128 [1]			11 970
Frankrijk	200 [1]	*Zuidelijk halfrond*		
Rusland	900 [1]	Zuid-Amerika	10 [1]	
Overige landen	301 [1]	Zuid-Afrika	10 [1]	
		Australië	10 [1]	30
	9 469	Totaal . . .		12 000

[1]) Geschat. Zie verder diverse reisverslagen (46).

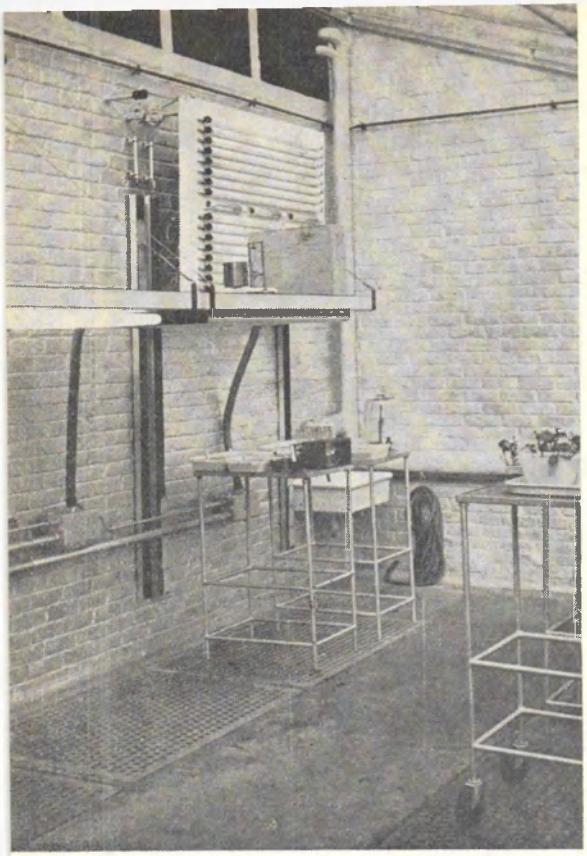


Fig. 1. Belichtingsinstallatie te Luik.

Het is dan ook niet verwonderlijk, dat er in Nederland veel meer aandacht aan de kassen wordt besteed dan elders. Mijn belangstelling hiervoor vloeit mede voort uit een uitvoerige studie van de historische ontwikkeling van de kassenbouw en verwarming in de dertiger jaren (32), waarvan een korte samenvatting als 1e mededeling van het I.T.T. is verschenen (23). Ook TSCHIRA (41) schreef er een studie over. Bij deze studie is mij wel gebleken hoe er in de loop van de eeuwen naar gestreefd is het kweekmilieu in de kas te verbeteren. Hierbij is, hetzij bewust, hetzij onbewust, gestreefd naar het verkrijgen van meer licht en anderzijds naar het verkrijgen van een gelijkmatiger warmtegraad in de kas. Deze ontwikkeling is m.i. als een parameter van de maatschappelijke ontwikkeling te beschouwen.

Zoals in genoemde publicatie is aangegeven, zijn we van de kelder en schuur met luiken via de orangerie, de muurkas en de tweezijdige kas tot de kunstmatige belichting in de kas gekomen. De behoefte aan nog meer licht kan thans leiden tot het kweken in de natuur in die gebieden waar voldoende zonlicht is, vanwaar de producten met behulp van het moderne vervoer naar alle gewenste plaatsen ter wereld kunnen worden gebracht, of tot het kweken in geïsoleerde ruimten met kunstlicht en luchtbehandeling, waarvan we hier in de bloembollenschuren en in de champignonruimten en in Amerika in de „phytotron" van prof. WENT (45) en die van prof. BOUILLENNE te Luik het begin aantreffen.

Bij de verwarming blijkt de ontwikkeling te gaan in de richting van een centralisatie van warmte-opwekking en decentralisatie van warmte-afgifte. We zijn daarbij van de vuurtesten, via kachels, de ovens met rookkanalen, de warmwater- en stoomverwarming met pijpen gekomen tot de electrische verwarming met verwarmingskabels en straalelementen (hierbij vindt de energie-opwekking aanvankelijk plaats in de electrische centrale). Deze ontwikkelingsgang, berustend op het verder centraliseren van warmte-opwekking en decentraliseren van warmte-afgifte, doortrekkend, komen we weer bij de zon als bron van energie. Doch ook als we zien hoe in de Verenigde Staten van Amerika in de winter het vervoer der producten van het Zuiden naar het Noorden plaats vindt, kunnen we ons zeer wel indenken, dat men in de 21e eeuw hier geleidelijk minder in kassen gaat telen en in plaats daarvan de producten in de winter met een vliegtuig, aangedreven b.v. door atoomenergie, uit Zuid-Afrika, Zuid-Amerika enz. laat aanvoeren, terwijl in de zomer vervoer in omgekeerde richting plaats zal vinden.

Aangezien we nog niet zover zijn en het zelfs de vraag is of we ooit zover komen, wil ik mij thans afvragen in hoeverre in de huidige kassen de verschillende groeiomstandigheden voldoende beheerst worden en in welk opzicht in de naaste toekomst hierin verbetering kan worden verwacht. Enige artikelen schreef ik reeds hierover in „De Tuinbouw" (25, 26). Als doel zal daarbij steeds gelden het gunstigste microklimaat voor de planten te scheppen, waarbij echter wel moet worden opgemerkt dat in velerlei opzichten de gunstigste groeivoorwaarden van de planten nog weinig bekend blijken te zijn.

FACTOREN DIE DE PLANTENGROEI IN DE KAS BEHEERSEN

Als belangrijkste groeifactoren voor de planten zijn aan te merken: licht, temperatuur, water, lucht, koolzuur en scheikundige stoffen. In verband met de plaatsruimte zal ik interacties veelal buiten beschouwing moeten laten.

Daarnaast interesseert ons als tuinbouwkundigen in het bijzonder de vraag op welke wijze de beheersing van deze groeifactoren met de minste kosten mogelijk is, zodanig dat aan de voorwaarden voor een bepaalde teeltwijze van een bepaald gewas wordt voldaan. Dit zal al naar jaargetijde en ontwikkeling van het gewas dan nog weer verschillen.

Nagegaan zal worden hoe elk der genoemde groeifactoren naar behoefte kan worden geregeld en hoe gelijkmatige verdeling plaats kan vinden.

1. *Het licht*

Er wordt gestreefd naar meer licht, wat te bereiken is door grotere glasruiten en smallere roeden aan te brengen. De glas/roede-verhouding is in de loop der eeuwen steeds meer gewijzigd ten gunste van de glasoppervlakte. Zo nam het glas in de lichtste kassen in de 17e eeuw ca 45 %, in de 18e eeuw ca 75 %, in de 19e eeuw ca 85 % en thans ca 95 % van de gehele raamoppervlakte in beslag.

Het gebruik van zeer grote ruiten is alleen mogelijk bij toepassing van dikker glas, gehard glas (verre trempé) of van onbreekbaar glas (securit). Daarnaast komt, indien de prijs lager wordt, de isolerende ruit (thermopane) uit Amerika, met afgesloten luchtruimte(n) tussen de ruiten, mogelijk in aanmerking. Hetzelfde is denkbaar van kunstglas, waarvan ook een gehele kas kan worden gebouwd.

Behalve door de roeden, wordt de hoeveelheid licht in de kas verminderd door reflectie van het licht aan de oppervlakken van en absorptie door het glas. Het schoonhouden van de ruiten is van zeer grote betekenis. Gemiddeld werd 5,5 % lichtverlies tengevolge van vervuiling vastgesteld (10); schoonmaken van de ruiten is dan ook vooral vlak vóór de wintermaanden van belang. Het lichtdoorlatend vermogen van schoongemaakte glasruiten bleek voor de lichtste ruiten 88—91 % te zijn (10).

In een warenhuis vond ik dan ook op de grond gemiddeld 75 % van de lichtintensiteit (24), in Engeland vond LAWRENCE (16, p. 129) in een lichte kas bij bewolkte lucht 44—58 % (gem. 52 %). Dat de weersomstandigheden en plaats in de kas hierbij van grote betekenis zijn, blijkt uit de waarnemingen van ODÈN (28) in Zweden, die op een heldere dag 69—39 % en op een bewolkte dag 52—33 % vond.

De regeling van de lichtintensiteit en -hoeveelheid. Over de jaarlijkse en dagelijkse gang van het daglicht zijn door prof. PRINS en medewerkers (30, 31) interessante gegevens verstrekt.

Het verlagen van de intensiteit geschiedt algemeen, b.v. door bekalken van het glas, waardoor de intensiteit tot 1/4 kan worden teruggebracht, of door het aanbrengen van schermmateriaal. In België en Zuid-Duitsland wordt veel gehamerd glas (martilé) gebruikt, waardoor „schermen" niet nodig is. Ook het „kontrasol"-glas, dat bij 25° C melkwit zou worden, kan straks misschien als zodanig dienst doen. Een automatische bediening van een scherm zou met behulp van seleen-cellen en electronische versterking kunnen geschieden.

Het is wel mogelijk met behulp van kunstlicht de hoeveelheid, de intensiteit, de kwaliteit en de dagelijkse duur van het licht te vergroten, zoals ook bij de teelt in kassen van o.a. komkommer en tomaat in de winter met veel succes wordt toegepast.

Het *kunstlicht* kan op zeer verschillende wijzen worden gegeven, waarbij thans vooral de hogedruk-kwiklampen, zoals de HO 2000, naar voren komen (36). De opgave in aantal ergs/sec./cm², in Watts/m² of beter nog in Newtons/sec/m volgens het nieuwe internationale maatstelsel, is voor ons van belang.

Bij kunstlicht moet men zich wel realiseren, dat van de electrische energie, voor het kunstlicht gebruikt, 75 à 90 % in warmte wordt omgezet. In een kas betekent een vermogen van 400 Watt/m² (400 N/sec) een aanzienlijke temperatuursverhoging, zodat bij voortdurend kunstlichtgebruik de verwarming kan vervallen. Voor de toekomst zal dan ook gezocht moeten worden naar een lichtbron, waarvan het licht kan worden uitgeschakeld, doch de warmte-afgifte blijft. De planten benutten van de lichtenergie slechts 2 % (7) en voor de photosynthese zijn volgens WARBURG 4 quanten per mol O_2 nodig (p. 221). Volgens Amerikaanse onderzoekers is de maximale efficiency 0,09—0,11 (p. 271). Lichtverzadiging treedt in de natuur reeds op bij 0,85 cal. per cm²/min. (7, p. 47), d.i. 5,94 W/m² licht bij ca 6000 lux, dus ca het tienvoudige van het geïnstalleerde vermogen.

De *regeling van de duur* kan voor verlenging zeer goed met zwak gloeilicht en voor verkorting door nauwkeurig afschermen gebeuren, daar 7 ergs/cm²/sec (1 lux) reeds als daglicht kunnen werken.

De *kwaliteit van het licht* (golflengte) begint van meer betekenis te worden. Reeds lang zijn 2 absorptie-toppen (0,45 en 0,65 μ) van het chlorophyl (7) bekend. Daarnaast komt het blauwlicht-effect, zoals dr ROODENBURG het noemt (34), meer naar voren.

Onlangs bleek uit proeven van prof. WASSINK, mej. ir KRIJTHE en mej. dra VAN DER SCHEER (43), dat tussen de golflengte, die slechts strekking tot gevolg heeft en de rode stralen, die het sterkst geabsorbeerd worden (ca 0,65 μ), nog een gedeelte van het spectrum bij ca 0,8 μ ligt, dat geen bladgroenvorming en geen strekking tot gevolg heeft. Bij boterzaad vond prof. WASSINK (42) een bevestiging van FRANCK'S waarneming, dat blauw-violette stralen en in mindere mate infra-rode stralen, bloemvorming het minst bevorderen. Hij meent dit aan de werking van carotinoiden te moeten toeschrijven, waarbij echter de stengelverlengende werking van infra-rood niet wordt verklaard (44).

Om de verschillende lichtbronnen naar waarde te schatten, wordt dan ook door de Commissie voor Plantenbestraling van de Nederlandse Stichting voor Verlichtingskunde een ontwerp-indeling in golflengte-groepen gemaakt, geheel ingesteld op de lichtbehoefte der planten, waarnaar de lichtbronnen dan te classificeren zijn. Zowel uit onderzoekingen van GABRIELSEN (9) als van WASSINK blijkt, dat de verschillende golflengten, wat de assimilatie betreft, toch meer effect kunnen sorteren dan te verwachten zou zijn op grond van chlorophyl-absorptie, mits de vegetatie maar voldoende dicht is.

We kunnen het kunstlicht als bijbelichting doch ook als hoofdbelichting bezigen. Het wordt langzamerhand een rekensommetje: wat kost meer, verwarming of meer verlichting? Vanzelfsprekend komt bij de teelten, waarvoor naar verhouding weinig licht nodig is, zoals bij het trekken van tulpen, het gebruik van uitsluitend kunstlicht het eerst in aanmerking (29, 35). Wanneer een relatief hoge temperatuur vereist wordt, zal de vraag naar voren komen of verwarming en/of kunstlicht moet worden toegepast. De regeling van de kunstlichttoevoer kan met schakelklokken geschieden, waarbij echter de temperatuur van verschillende gasontladingsbuizen niet te laag mag zijn.

Selecteurs kunnen zich nog toeleggen op het verkrijgen van planten met een hoog assimilatorisch rendement.

2. *De temperatuur*

De temperatuureisen van de meeste cultuurgewassen zijn globaal wel bekend, doch vrijwel alleen bij bloembollen is, dank zij het grondleggende werk van prof. BLAAUW en anderen, vrij nauwkeurig bekend op welke wijze de temperatuur de vorming van verschillende organen beïnvloedt.

De eerste opgave betreffende het temperatuurverloop in een kas is die van PIETER DE LA COURT VAN DER VOORT te Leiden (1737) waarover ik in „De Fruitteelt" in 1939 een kort artikel schreef (21).

Het glas heeft als functie: 1. de beschutting, waardoor de luchtverplaatsing, d.i. tevens warmteverplaatsing, wordt tegengegaan; 2. warmte-isolatie (glas is een slecht geleidend materiaal in vergelijking met ijzer e.d.); 3. lichtstralen door te laten: de ultra-violette stralen worden geabsorbeerd, evenals de langere infrarode, zgn. warmtestralen (muizenvaltheorie).

De dagelijkse en jaarlijkse gang van de temperatuur is bekend. Als we de gemiddelde maandtemperaturen uitzetten tegenover de gemiddelde lichthoeveelheid in die tijden (31), dan ziet het er naar uit, dat bij continu-donker (sterke bewolking) de temperatuur om het vriespunt zou komen te liggen (fig. 2).

Bij de dagelijkse gang van de temperatuur in de kas heeft deze een na-ijling van ca ½ uur.

Bij de berekening van de kasverwarming wordt algemeen de fout gemaakt (4) (onlangs nog door ZIMMERMANN (47) en CIROTZKI (2)), dat wordt uitgegaan van de gewone buitentemperaturen, terwijl eigenlijk de temperatuur in de onverwarmde kas als uitgangstemperatuur dienst moet doen. Dit blijkt duidelijk uit de door mij genomen proeven met electrische verwarming (22). Hoe groot de betekenis van isolatie is, blijkt uit waarnemingen in een bak met glazen ramen voorzien van aluminium isolatie, waardoor de temperatuurschommeling 2,6 tot 6,6 maal verkleind wordt

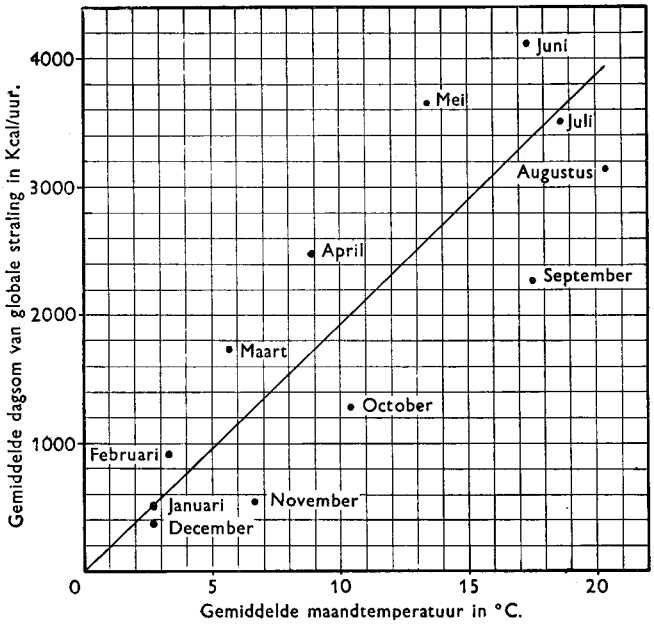


Fig. 2. Verhouding van gemiddelde dagsom van de totale globale straling en de gemiddelde maandtemperatuur van 1931 t/m 1940.

(19) en bij gebruik alleen gedurende de nacht, de temperatuur 1—4° C hoger bleef.

Bij de dagelijkse gang zou de temperatuur door zonnewarmte verkregen, indien niet gelucht wordt, in de zomer in de kas tot 70° C en hoger oplopen. In een bak (met klein luchtvolume) nam ik 80° C waar. Bij de hogere kas, waarbij de ruiten meer als secundaire straler dienst doen, loopt de temperatuur minder op en kan het klimaat beter beheerst worden. In de winter bedraagt de temperatuursverhoging door de kas maar enkele graden.

De warmteregeling door verhoging van de temperatuur is zeer goed mogelijk met behulp van verwarmingsinstallaties. Deze kunnen zowel met de hand als automatisch met een temperatuurregelaar worden bediend. In het laatste geval kan de regeling ook zeer geleidelijk geschieden, waardoor een zeer gelijkmatige temperatuur wordt verkregen. Ook geschiedt het wel automatisch aan de hand van de buitentemperatuur. Naast electrische regeling komt de luchtdrukregeling in aanmerking. Op de betekenis van de plaats van de voeler voor de temperatuurregelaar werd door mij reeds vroeger gewezen (20).

De warmtebeheersing door verlaging van de temperatuur geschiedt in de eerste plaats door luchten (eventueel automatisch), daarnaast door de instraling te verminderen met behulp van schermen en in bijzondere gevallen door koelen (zie ook onder lucht).

Getracht dient te worden de optimale (celerrimale) temperaturen bij een bepaalde lichthoeveelheid voor een bepaald stadium te krijgen. Hierbij zal programmaregeling met verschillende dag- en nachttemperatuur meer naar voren komen, zoals o.a. wenselijk gebleken is bij de tomaat (WENT).

Als de buitentemperatuur te hoog is en koeling nodig is, kan dit geschieden door koud water in de buizen van de warmwaterverwarming te laten circuleren of door de lucht te koelen met bronwater (op de wijze zoals dat geschiedt bij de viruskas van het I.P.O. en in de nieuwe champignonruimten, beide methodes door het I.T.T. geadviseerd). Slechts in enkele gevallen zal het lonend zijn de temperatuur met behulp van een koelmachine te verlagen (WENT, BOUILLENNE). Een andere mogelijkheid is nog de

afkoeling door over het kasglas een waterlaag te laten lopen (45) of door water over een poreus oppervlak te sproeien, zodat bij de verdamping warmte aan de omgeving wordt onttrokken (39). In Engeland is hiervoor de „autoclima" ontwikkeld, die zowel voor verhoging en verlaging van temperatuur, als voor bevochtiging dienst kan doen.

De temperatuur(warmte)verdeling dient in de kas zo gelijkmatig mogelijk te zijn, vandaar dat de warmte-afgevende lichamen, de pijpen, meer en meer verdeeld komen te liggen en zo is dan door mijn medewerkers de heren SPOELSTRA en DE JAGER naar analogie van de electrische kabelverwarming, de dunne-pijpverwarming met gedwongen circulatie ontworpen. Deze maakt niet alleen een veel snellere regeling mogelijk, doch geeft tevens verschillende besparingen en wordt zowel bij nieuwe aanleg als bij vernieuwingen algemeen toegepast. Luchtverwarming wordt thans reeds in Denemarken (40) en Noorwegen (27) en ook in Keukenhof te Lisse toegepast. Hierbij moet echter rekening gehouden worden met de straling van het koude glas. We komen langzamerhand tot nog andere mogelijkheden en wel het aanbrengen van straalkachels of hogedruk en super-hogedruk buislampen boven de planten, waarvan behalve het licht ook de warmte benut wordt. Van grote betekenis is hier zeker ook de luchtbeweging.

3. *Het water*

De waterbehoefte van de planten is o.a. afhankelijk van de temperatuur en de luchtvochtigheid (relatieve droogte), dus van het waterdeficit, de windsnelheid, de totale straling, de zuigspanning, de hoogte van de plant enz. We moeten daarbij onderscheid maken tussen verdamping door grond en planten en de transpiratie. Een uitstekende studie hierover maakt drs MAKKINK voor het grasland (17). Ook voor het kasmilieu dient een dergelijk verband nauwkeurig te worden bepaald.

Door de kas wordt het afvoeren van waterdamp tegengegaan. Doordat de temperatuur in de kas echter hoger is dan buiten, neemt de kasruimte meer waterdamp op. Door de kieren tussen de ruiten wordt de afgifte weer groter (1). Door de hoge temperatuur en het ontbreken van neerslag zal meer dan buiten een opwaartse waterstroming in de grond optreden, die zouten meevoert welke tot verzilting van de bovenlaag leiden (15, 37, 38).

Men zou de kieren tussen de ruiten dicht kunnen maken, maar door de lage oppervlakte-temperatuur van de ruiten zal steeds weer water tegen de ruiten condenseren tot een evenwicht bereikt is. Dit gaat vrij vlug, al zal er steeds een verschil tussen het vochtgehalte op verschillende plaatsen in de kas en buiten blijven bestaan. Voorts is er rekening mee te houden, dat bij zonneschijn de temperatuur van het blad hoger is dan die van de omgeving, waardoor dan met waterdamp verzadigde lucht bij het blad zal ontstaan. 's Nachts is het tegendeel het geval, door de uitstraling van het blad.

De vochtregeling kan, wat de verhoging betreft, geschieden door met behulp van een haarhygrometer of een cellophaan hygrometer, een sproei- of vernevelinstallatie in te schakelen. De uitschakeling moet echter na een bepaalde tijd automatisch geschieden, daar de regeling anders meestal te traag is; zelfs programmaregeling is hiervoor mogelijk (13).

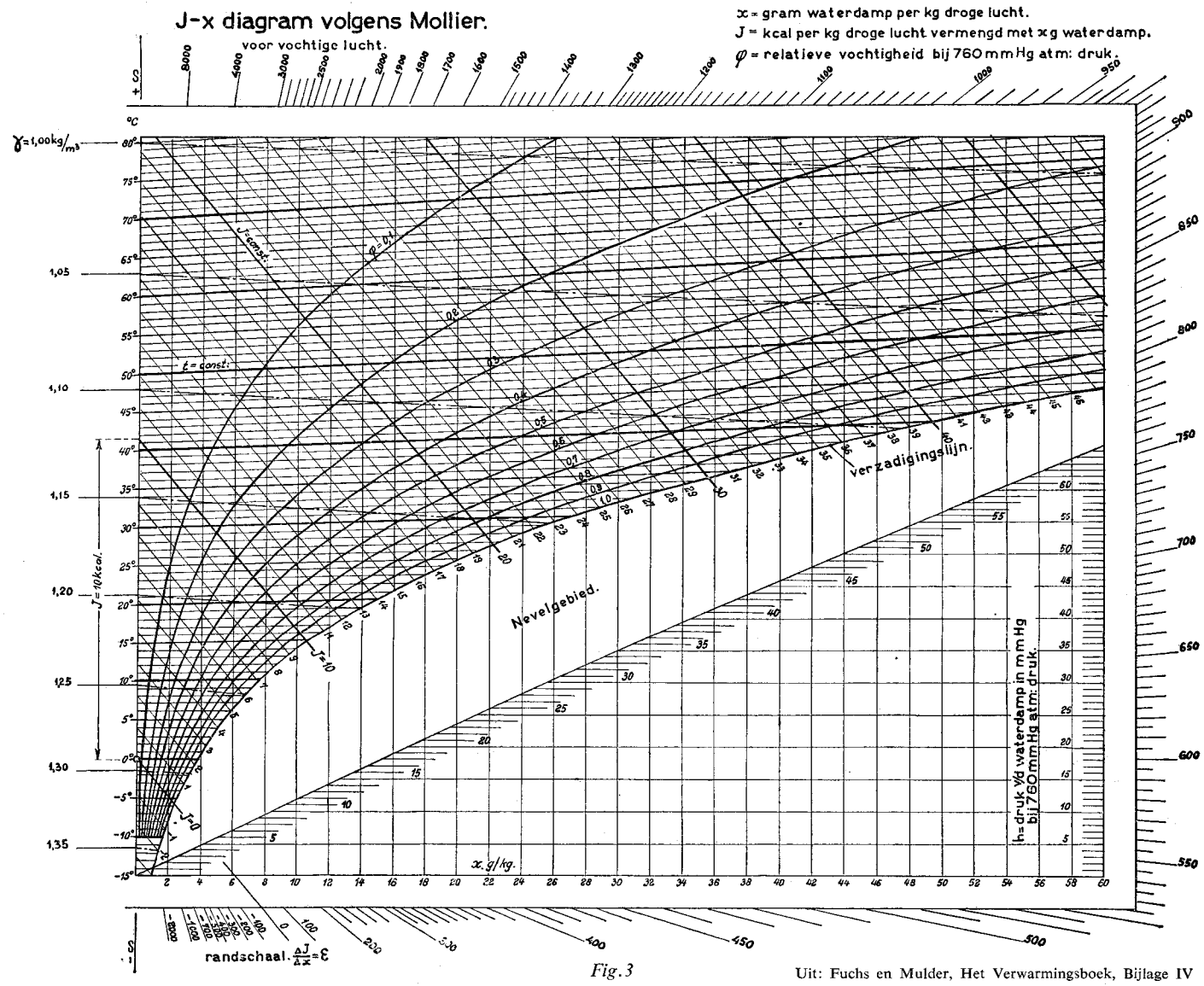


Fig. 3

Uit: Fuchs en Mulder, Het Verwarmingsboek, Bijlage IV

In een kas zal vochtverhoging, in verband met de condensatie tegen ruiten en roeden, vaak maar ten dele mogelijk zijn, zoals volgt uit het J-x diagram volgens MOLLIER (fig. 3). Hier komt dan dubbel (twee lagen) glas in aanmerking, of, zoals in Amerika, ruiten met één of twee droge luchtruimten er tussen (Thermopane). Ook in België worden met twee lagen glas, waarvan de binnenste luchtdicht is aangebracht, goede resultaten bereikt.

De vochtverhoging en tevens de watervoorziening in de kas kan door vernevelen geschieden. Ook de noodzaak van zuinig gebruik van water alsmede de wenselijkheid om de luchtvochtigheid veel beter in de hand te hebben, leiden tot vernevelen. De bijzondere resultaten die wij verkregen met de nevelspuit bij de ziektenbestrijding, zijn oorzaak dat ik hier veel vertrouwen in stel. Zowel door drukverstuiven, centrifugaalverstuiven, luchtverstuiven, als door een combinatie van deze systemen is dit mogelijk. Wel zullen hiervoor de doppen nog verder dienen te worden uitgewerkt. Deze verneveling wordt door ons reeds enkele jaren toegepast in holkamers, bewaarcellen voor plantuien (eigenlijk pootuien) en champignonruimten. Te verwachten is, dat er naar toestellen zal worden uitgezien, waarmee het mogelijk is de gewenste luchtvochtigheid geregeld te handhaven en waarbij dus waterhoeveelheden van tiende millimeters per uur worden gegeven, daar het dagelijkse verlies door verdamping slechts enkele millimeters bedraagt. Overigens zal natuurlijk bezien moeten worden of een regelmatige dan wel intermitterende besproeiing de beste resultaten geeft. Ook vraag ik me af of het spuiten in de huidmondjes, zoals prof. FROESCHEL (8) aangeeft van bijzondere betekenis is. In de grond kan het vochtgehalte behalve door besproeien ook door bevloeien of infiltreren verhoogd worden.

De *vochtverlaging* kan door draineren plaats vinden, waarbij — afhankelijk van het doorlatingsvermogen van de grond — afstanden van 1½ m (in klei) tot 60 m (in duinstreken) toegepast worden. In de kasatmosfeer kan de verlaging, vooral in de verwarmde kas, zeer goed geschieden door luchten, omdat de lucht van hoge temperatuur meer waterdamp kan bevatten. Bij wijze van proef is zij wel kunstmatig verlaagd met een „kathabar" toestel (WENT, 45).

4. *De lucht*

Hierbij hebben we zowel met de luchtverplaatsing, de wind, als met het koolzuurgehalte te maken; daarnaast met voldoende zuurstof in de grond, terwijl ook aan andere gassen gedacht kan worden. Zuurstof en stikstof zijn in de lucht meestal in voldoende mate aanwezig. Zoals bekend, is het CO_2-gehalte in de lucht niet hoger dan 0,03 % (0,3 ‰). Vlakbij de bladeren is het gehalte lager, doch door diffusie wordt dit voortdurend genivelleerd. Er zijn aanwijzingen, dat door het voortdurend verversen van de lucht de CO_2-assimilatie toeneemt. Voor het koolzuurgas geldt hetzelfde als bij de waterdamp, n.l. dat hiervoor de kas met haar vele luchtspleten tussen de elkaar overlappende ruiten te beschouwen is als een zeef, waar gemakkelijk lucht in en uit kan treden. Vandaar dat kunstmatige CO_2-toevoer tot heden in de tuinbouw weinig ingang vond. Eigenlijk kunnen we deze luchtspleten als de veiligheidskleppen van de kas beschouwen. Zouden deze er niet zijn, zoals bij de diffusiedichte kas, dan is het

noodzakelijk de luchtverversing zeer goed in de hand te hebben. Voor een gewone kas blijkt tweemaal luchtverversing per uur voor CO_2-toevoer voldoende te zijn (12), dus voor een kas van $10 \times 50 \times 2$ m $= 1000$ m³ is voor dit doel een capaciteit van 30 m³ per minuut nodig. Wil men echter luchten om de temperatuur te verlagen, dan wordt zoals bij prof. BOUILLENNE de kaslucht twee- à driemaal per minuut ververst, dus $\pm$ 120 à 180 maal per uur. In de genoemde kas van 1000 m³ zou dit 150 000 m³/h $=$ 2500 m³/min zijn bij gebruik van lucht, die enkele graden lager is in temperatuur.

Nemen we als voorbeeld een instraling (op een warme dag) van 720 kcal/m² per uur dan zal bij een eenmalige luchtverversing met (buiten)lucht die 4° C lager in temperatuur is, dit $4 \times 0{,}3$ kcal $= 1{,}2$ kcal per m³ zijn. Er is dan bij een gemiddelde hoogte van de kas van 3 m een 200-voudige luchtverversing per uur nodig.

GRAY vond in een gewone kas, dat bij een hoge temperatuur met de luchtramen langs de nok geopend, de lucht 10 maal werd ververst en 40 à 60 maal als ook de zijramen open stonden. Bij holkamers moet de verversing tenminste 10 maal per uur plaats vinden om schimmelen e.d. te voorkomen. De smaak van aardappels wordt bij veelvuldige verversing beter. Het is te verwachten dat dit voor meer producten geldt. Appels in mosbewaarplaatsen met veel luchtverplaatsing, hebben geen koelhuissmaak. Ook de champignonlucht in kweekruimten moet worden afgevoerd. De betekenis van sterke luchtverversing komt thans meer en meer naar voren. Het spuiten van water in de huidmondjes verbetert in sterke mate de geur van groente. Een geregelde luchtverversing houdt het koolzuurgehalte bij de bladeren op niveau en bevordert de assimilatie, zodat we ongetwijfeld mogen aannemen, dat ook bij de luchtverwarming naast de temperatuur tevens de luchtverplaatsing een rol speelt.

Het CO_2-gehalte is ruwweg chemisch te bepalen met een Orsattoestel. Naast deze methode is de weerstandsbepaling van de lucht met koolzuurgas mogelijk met de diaferometer-methode. De toevoer van koolzuur uit drukvaten is veel te duur. Zo is dan ook door ir FERGUSON een speciaal kacheltje ontworpen om koolzuur te vormen uit cokes; door wassen worden teerdampen e.d. hieruit verwijderd. Kacheltjes voor speciale briketten, die geen SO_2 geven, werden in de twintiger jaren ook reeds gebruikt (32). Het zal nog moeten blijken in hoeverre deze installatie zodanig kan worden vereenvoudigd dat het gebruik voor het kweken in kassen of geïsoleerde ruimten economisch verantwoord is.

Wat de *CO_2-concentratie* betreft, is uit proeven die ir STENDER bij ons neemt, gebleken, dat een tijdelijke verhoging tot 3 % CO_2 in een kasje geen nadelige invloed heeft op de planten (o.a. Salvia, prei, tomaat, kroot). Ook in Amerika (7, p. 49) kon door verdubbeling van het CO_2-gehalte een 3-voudige verhoging van de assimilatie bij tomaten worden verkregen. In Duitsland zijn volgens opgave (14) (fig. 4) drievoudige, soms zelfs achtvoudige opbrengsten verkregen. Ook WASSINK wijst erop, dat hij, terwijl op het veld de bruto-rendementen 0,5 — 2 % zijn, reeds Sachs-rendementen van 3 — 7 % verkreeg. Ook wijzen zijn proeven met afgesneden bladeren er op, dat verhoging van het gehalte aan koolzuurgas en van de lichtintensiteit tot verhoogde opbrengsten kan leiden (42). Men zal bij koolzuurtoediening zeker goed rekening moeten houden met lichtintensiteit, temperatuur, vochtgehalte, voedingstoestand. Alleen wanneer er voldoende licht en voedingsstoffen zijn en de

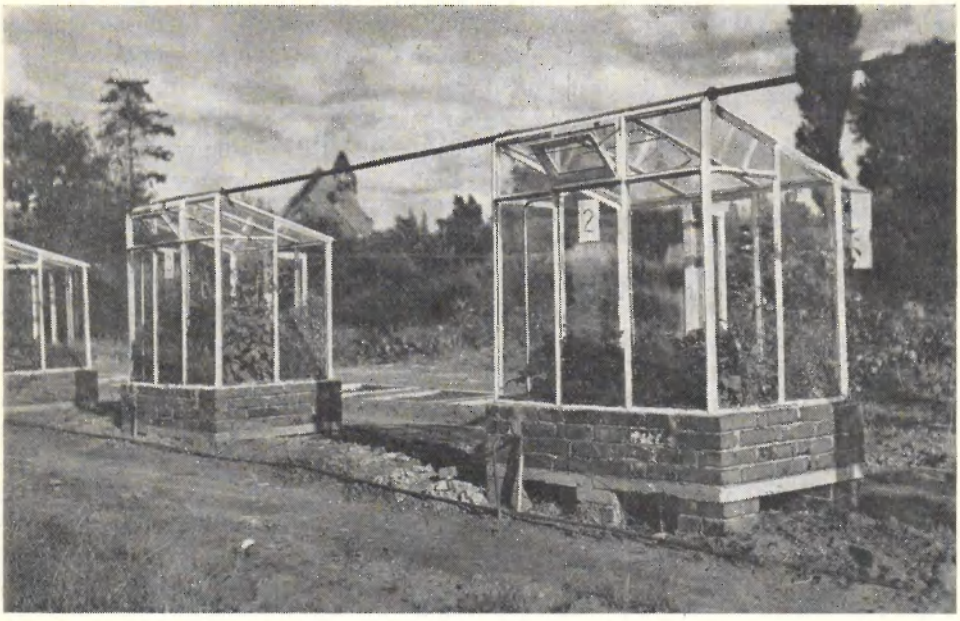


Fig. 4. Kasje voor proeven met koolzuurgas te Essen.

temperatuur hoog genoeg is, heeft CO_2-toevoer zin. Het lucht- en vooral zuurstofgehalte in de grond is ook van zeer grote betekenis, zoals bij het kweken in grintbedden is gebleken, zodat wellicht ook in dit opzicht, veel meer dan nu, kunstmatige toevoer van zuurstof/lucht zal plaats vinden. In de toekomst zal ongetwijfeld door koolzuurtoevoer nog een aanmerkelijke teeltverbetering kunnen worden verkregen. Het is m.i. in het bijzonder voor de onderzoekers in Nederland van belang de nieuwe teeltmethoden in diffusiedichte kassen uit te werken.

5. *De scheikundige stoffen*

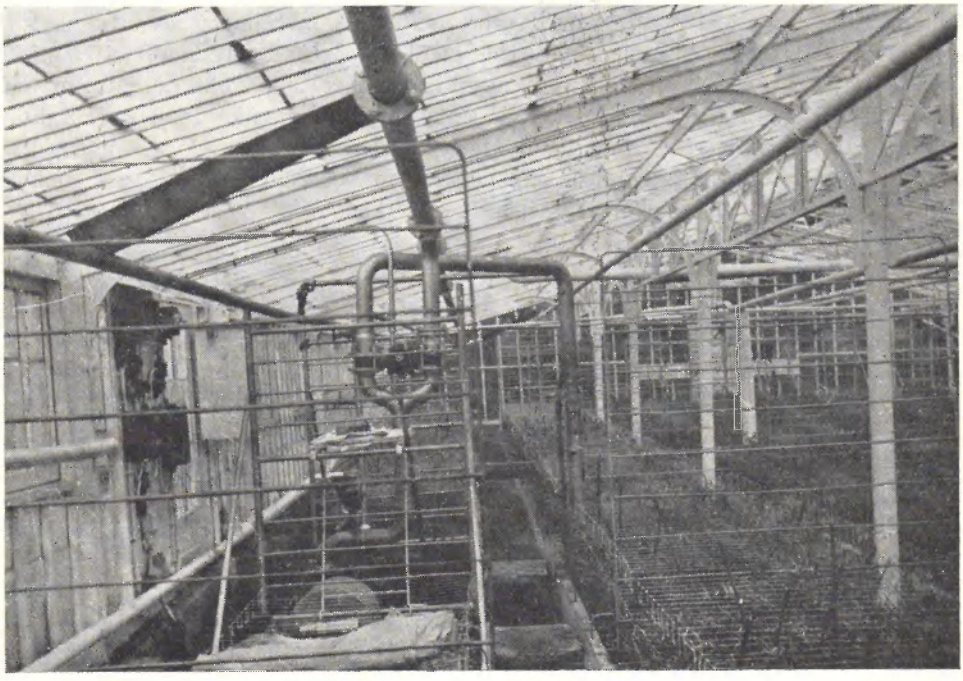
De betekenis hiervan, zowel voor de plantengroei als voor de ziektenbestrijding, is in de kas zeer groot, omdat daarin vaak het gehele jaar door planten worden gekweekt. Ofschoon nog veelal de mest, ook stalmest, op de grond wordt uitgestrooid en daarna ondergewerkt, begint het sproeien en vernevelen met kunstmestoplossingen de aandacht te vragen. De verneveling van ziektebestrijdingsmiddelen met aerosols en ook van groeistoffen vond reeds ingang.

De *meting* van de hoeveelheid scheikundige stoffen geschiedt door een analyse van iedere stof, soms door middel van spectraal-analyse. De micro-analyse van de bladeren, zoals in Engeland vooral voor vruchtbomen is uitgewerkt, zal ongetwijfeld bij de tomaten toepassing kunnen vinden. Daarnaast zal het mogelijk zijn, om, zoals bij kweken in grint, de voedingsoplossing die zeer goed belucht, d.w.z. van zuurstof voorzien moet zijn (6), hetzij continu dan wel periodiek toe te voeren.

Door EBBINGE WUBBEN (5) is een systeem uitgewerkt, waarbij de voedingsoplossing wordt aangevuld in plaats van vernieuwd. Ook in België (13, 3) is er veel belangstelling voor. Het gehalte vooral aan stikstof dient in de zomer het grootst te zijn. Wel blijkt het mogelijk om verschillende gewassen, in het bijzonder die, welke te lijden hebben van bodemparasieten beter te kweken. Ik denk aan Gerbera in de proeftuin te Aalsmeer, aan anjers, rozen, die aanvankelijk ook wel met een constant waterniveau (Noorwegen) gekweekt werden. Dit systeem heeft vooral in Amerika tijdelijk ingang gevonden, doch is daar weer verlaten, misschien omdat het nog onvoldoende gecombineerd is met het verbeterde beluchtingssysteem waarbij gedurende lange tijd belucht water wordt toegevoerd, en omdat een nauwkeurig inzicht ten aanzien van de verschillende eisen van de planten in zomer en winter ontbrak.

Bij ziektenbestrijding in kassen zal meer dan tot nu toe geprofiteerd dienen te worden van de mogelijkheden die de kas als kweekmilieu biedt. Zo kan door fijner vernevelen van het water de vochtigheid in de nacht lager gehouden worden omdat de grond dan minder waterdamp afgeeft. Het vernevelen is tot nu toe weinig toegepast. De aerosol-methode verdient aandacht in de toekomst, waarbij dan de vraag van belang is of evenals bij de besproeiing met een vaste installatie kan worden gewerkt. Als we water gaan vernevelen met hoeveelheden van 1—10 mm/etmaal in 10 uur gegeven, dus 0,1—1 ltr/m²/h of 10—100 ltr/are/uur, dus bijna 167 à 1667

Fig. 5. Anjerkas met grintteelt te Heemstede.



cc per min per are, is het mogelijk een combinatie van water en ziektenbestrijdingsmiddelen te vernevelen.

De *verhoging* van de hoeveelheid scheikundige stoffen kan behalve door infiltreren en vernevelen door sproeien geschieden. De *verlaging* door het uitspoelen van de grond (37) of wanneer de grond een tijdlang onbewerkt blijft, door het afscheppen van een bovenlaagje (37, 15) en verder uitspoelen.

Wat de directe bespuiting met voedingsstoffen, niet alleen met water en meststoffen doch ook met suikers e.d. betreft, staat men nog pas aan het begin. De resultaten hiermede bereikt door prof. WENT te Pasadena en thans door ir VAN KOOT aan het Proefstation te Naaldwijk, zijn veelbelovend.

De interactie tussen hoeveelheid licht, hoeveelheid voedingsstof, de wijze van versproeien of — wellicht beter — vernevelen, het kasklimaat (o.m. vochtgehalte, temperatuur, luchtverversing, CO_2-gehalte) zal m.i. nader dienen te worden uitgewerkt. Ook ten aanzien van het gebruik van groeistoffen zal verder onderzoek gewenst zijn.

SAMENVATTING

Een overzicht wordt gegeven van het oppervlak aan kassen in de verschillende landen, waarbij blijkt, dat over de gehele wereld de tuinbouw onder glas ca 12 000 ha beslaat, waarvan 1/4 in Nederland. Als factoren die van invloed zijn op de plantengroei in de kas, worden achtereenvolgens behandeld: licht, temperatuur, water, lucht, (koolzuur) en scheikundige stoffen.

Naast toepassingsmogelijkheden en invloed worden behandeld de hoeveelheid, de regelmogelijkheden ter verhoging en verlaging van de hoeveelheid, de mogelijkheden die door beheersing van deze groeifactoren van betekenis kunnen worden, alsmede de veranderde eisen, die aan de kassenbouw, verwarming, luchting en toevoer van scheikundige stoffen gesteld worden.

In dit verband wordt gewezen op de zeer grote betekenis van het gebruik van kwiklampen bij het opkweken van planten, dunne-pijp- en luchtverwarming van kassen e.d.; voorts op de invloed van het vernevelen ter verhoging van het vochtgehalte in de kas en voor het verspreiden van scheikundige stoffen o.a. ziektenbestrijdingsmiddelen. Ook wordt aandacht geschonken aan het kunstmatig verhogen van het koolzuurgehalte in diffusiedichte kassen.

PUNTEN UIT DE DISCUSSIE

Het is wel te verwachten, dat kunststof in de toekomst het glas gedeeltelijk zal vervangen; het moet daartoe echter harder en goedkoper worden. Dat bijv. gehamerd glas, zoals prof. BLAAUW reeds mededeelde, meer licht in de kas kan geven zonder dat het meer licht doorlaat dan gewoon glas, is mogelijk toe te schrijven aan de breking der stralen. Dit is ook wel het geval bij gebruik van thermoluxglas op grotere afstand van het glas (Zwitserse proef.) Dat de groei onder gehamerd glas vaak beter is dan onder gewoon glas is wellicht hieraan toe te schrijven dat gewoon glas sneller bekalkt wordt. De zonstraling in de kas is o.a. in Zweden gemeten bij verschillende zonnestand; de straling van de grond in de kas is voor zover mij bekend, nooit gemeten, doch zij is wel te berekenen.

Zoals door mij reeds is aangegeven, meen ik dat bij de berekening van de capaciteit van de verwarmingsinstallatie van een kas niet van de temperatuur van de buitenlucht, doch van die in de onverwarmde kas dient te worden uitgegaan.

Of broeimest in de toekomst veel voor bakverwarming zal worden gebruikt, zal afhangen van de vraag of men goedkope kunstmatige broeimest zal kunnen maken, waarbij naast warmte-ontwikkeling ook CO_2-ontwikkeling en humusvorming een rol spelen.

Het feit dat lange ruiten reeds 40 jaar geleden in het Westland aanleiding gaven tot te hoge luchtvochtigheid in de kas, bevestigt, dat de kieren tussen de ruiten van betekenis zijn voor de luchtuitwisseling.

Dat bespuiting met fosfaten en nitraten wel eens beschadiging geeft, zegt nog niet, dat dit ook zal geschieden indien deze stoffen verneveld worden, zoals wel gebleken is bij onze proeven met de nevelspuit, waarbij met een tienvoudige concentratie van de bij de gewone bespuiting gebruikelijke wordt gespoten, zonder dat beschadiging optrad.

Inderdaad schijnt 3 % CO_2 bij langdurige toepassing in vele gevallen beschadiging van de planten op te leveren. In hoeverre dit onvermijdelijk is, zal zeker nog bij de practische toepassing moeten blijken, waarbij het in de eerste plaats wel om de grootte van de productie zal gaan en veelal met geringere concentraties kan worden volstaan.

Het is waarschijnlijk, dat wanneer bij nevelbespuitingen de huidmondjes met water verzadigd raken, de gasuitwaseming geringer zal worden. Bij een lage luchtvochtigheid zal dit echter niet gemakkelijk te bereiken zijn.

De interactie die er bestaat tussen bespuiting met suiker en kunstmatige belichting zal ongetwijfeld nog verder uitgewerkt dienen te worden alvorens daarvan meer met zekerheid te zeggen valt. De wisselwerking tussen de verschillende genoemde groeifactoren is inderdaad van groot belang, doch bespreking ervan zou thans te ver voeren.

Inderdaad gaat de ontwikkeling van de kassen, evenals die van de maatschappij in de richting van veel sterkere beheersing van de verschillende factoren, met de gevaren die dit met zich brengt, zodat dus een ruimer inzicht vereist wordt om er met succes mee te kunnen werken. In beide gevallen kunnen we de klok moeilijk terugzetten.

SUMMARY

INFLUENCE OF GREENHOUSE ON GROWTH CONDITIONS

A survey is given of the area under glass in the various countries, showing that the total area under glass all over the world, used for the culture of horticultural crops is approximately 12 000 ha of which 1/4 in the Netherlands. All factors effecting the growth of plants under glass are dealt with consecutively: illumination, temperature, water, air, carbonic acid, and chemicals.

Besides occurrence and effect, their magnitude, possibilities of control to raise or reduce the rates, the possibilities accruing from the control of the growth promoting factors are discussed.

The changed requirements of glasshouse construction, heating, ventilating, airconditioning and supply of chemicals are examined, all with the emphatic provision that they are purely considered from a horticultural point of view.

In this connection the extreme importance is being stressed of the application of mercury vapour lamps in raising plants, heating of greenhouses by forced hot water circulation through narrow pipes and airconditioning of houses etc. Furthermore atomisation to increase the moisture content inside the glasshouse and to distribute chemicals e.g. plant protecting products; the artificial increasing of the carbon dioxide content in diffusionproof glasshouses.

LITERATUUR

1. BASART, A. H. U., en D. VAN ZUILEN: Luchtverwarming in woningen. Rapport T.N.O. 1944, T. A. 191.
2. CIROTZKI, R.: Untersuchungen zum Waermebedarf von Gewaechshaeusern. Heizung-, Luftung-, Haustechnik **2**, 1951: 47—49.
3. CORTVRIENDT, S. F. en J. BRACKE: Plantenteelt zonder aarde. Landbouwtijdschrift **3** (1950): no. 11, overdr. 17 pp.
4. DUNKER, R.: Ueber die Heizwaerme im Glashaus. Bonn 1932: 41 pp.

5. EBBINGE WUBBEN, G. J. H. en A. A. STEINER: Mogelijkheden bij de samenstelling en behandeling van voedingsoplossingen voor grintcultuur. Rapport T.N.O. 1938: T 1286.

6. FILIPPO, H.: Grintcultuur beter dan grondcultuur. Vakbl. v. d. Bloemisterij **3** (1947): p. 2, 13.

7. FRANCK, J. and W. E. LOOMIS: Photosynthesis in plants. Iowa State Coll. Press 1949: VIII, 500 pp.

8. FROESCHEL, P. und G. L. FUNKE: Ein Versuch zur experimentellen Pflanzensoziologie II. Biologisch Jaarboek **7** (1949): 267—273).

9. GABRIELSEN, E. K.: Einflusz der Lichtfaktoren auf die Kohlensaeureassimilation der Laubblaetter. Dansk Bot. Arkiv **10** (1940): no. 1, overdr. 177 pp.

10. GINSEL, L. A.: Onderzoek betreffende het doorlatingsvermogen, zowel voor op assimilatie gewaardeerd zonlicht als voor zonnewarmte, van in Nederland voor kassen en bakken gebruikte ruiten. Rapport T.N.O. 1942: T.A. 96; Rapport B, verkorte uitgave van T. A. 96, 1943; T.A. 152.

11. GRAY, H. E. and K. POST: Florist crop production and marketing. Orange Judd Publ. Co., New York 1950: 891 pp.

12. HEINICKE, A. J. and N. F. CHILDERS: The daily rate of photosynthesis during the growing seasons of 1935 of a young appletree of bearing age. Ithaca Agr. Exp. Sta. 1936: Memoir 201, 52 pp.

13. HOMÈS, M. V. et J. R. ANSIAUX: l'Aquiculture. Bruxelles 1949: 116 pp.

14. JACOBY, T.: Neue Versuche mit Kohlensaeureduengung in Treibhaeusern. Technik fuer Bauern und Gaertner **2** (1950): 31—32.

15. KERS, D.: De kasgrond doorspoelen of uitrijden. Meded. Dir. v. d. Tuinb. (1944): 278—280.

16. LAWRENCE, W. J. C.: Science and the glasshouse. Oliver and Boyd, London 1948: 174 pp.

17. MAKKINK, G. F.: Vijf jaren grasland besproeien. Versl. v. Landbouwk. Onderzoekingen No. 55.8, 1949: 49 pp.

18. MARLE, G. S. VAN: De toepassing van parathion. Vakbl. v. d. Bloemisterij **5** (1950): 380.

19. MORRIS, L. G.: Insulation of greenhouses. Agric. Engin. Record **2** (1948): 146—147.

20. MUIJZENBERG, E. W. B. VAN DEN en J. J. F. ROGHAIR VAN RIJN: Electrische temperatuurregelaars en hun toepassing in de tuinbouw bij verwarming van kassen en bakken. Lab. v. Tuinb.pl.teelt, Meded. no. 30. Electrotechniek **15** (1937): 237—241, 247—250, 257—260, 271—272.

21. MUIJZENBERG, E. W. B. VAN DEN: De oudste nauwkeurige beschrijving van het forceren van druiven. De Fruitteelt **29** (1939): 55—61.

22. MUIJZENBERG, E. W. B. VAN DEN: De electrische verwarming van bakken. Electrotechniek **21** (1943): 253—255.

23. MUIJZENBERG, E. W. B. VAN DEN: Overzicht van de historische ontwikkeling van de kassenbouw en de kasverwarming. Inst. v. Tuinb.techn., Meded. 1, 1943: 11 pp.

24. MUIJZENBERG, E. W. B. VAN DEN: Enige proeven met verschillende licht- en stralingsbronnen bij kasplanten. Het licht in de kas. Inst. v. Tuinb.techn. Meded. 3, 1948: 16 pp.

25. MUIJZENBERG, E. W. B. VAN DEN: De kas als kweekmilieu. De Tuinbouw **5** (1950): p. 244.

26. MUIJZENBERG, E. W. B. VAN DEN: Twintigste eeuw, overgang van kwaliteit naar kwantiteit. De Tuinbouw **6** (1951): p. 51.

27. NIELSEN, V.: Luftwarme-anlaege til drifhus opvarmning. Gartner Tidende **65** (1949): 543—547.

28. ODÈN, S.: Vaextodling i electriskt ljus. Kungl. Landtbr. Stockholm, Medd. L., 1929: 161 pp.

29. PORTER, A. M.: Effect of light intensity on the photosynthetic efficiency of tomato plants. Plant Physiology **12** (1937), No. 2, p. 225—252. Ref. Agric. Engin. **19** (1938): p. 236.

30. PRINS, J. A. en J. J. M. REESINCK: Meteorologische waarnemingen te Wageningen. Meded. Landbouwhogeschool, **48**, 3, 1946: 84 pp.

31. REESINCK, J. J. M. en D. A. DE VRIES: De jaarlijkse en dagelijkse gang van het daglicht in Nederland. Meded. Landbouwhogeschool **46**, Verh. 1, 1942: 24 pp.

32. REINAU, E.: Praktische Kohlensaeureduengung. Springer, Coburg 1927: 200 pp.

33. ROMEIN, J.: Het onvoltooid verleden. Em. Querido, Amsterdam 1937: 56 pp.

34. ROODENBURG, J. W. M.: De bruikbaarheid van verschillende lichtbronnen voor het bevorderen van de groei van kasplanten. Meded. Dir. v. d. Tuinb. **11** (1948): p. 522—528.

35. ROODENBURG, J. W. M., J. D. W. VAN GEEL en C. SCHOUTSEN: Het trekken van bloembollen met kunstlicht. Meded. Dir. v. d. Tuinb. **11** (1948): p. 25—33.

36. ROODENBURG, J. W. M.: De hogedruk kwiklamp als plantenbestraler. De Tuinbouw **4** (1949): p. 188.

37. SEFFINGA, J.: Enige gegevens en waarnemingen betreffende de gloeirest van kasgrond. Meded. Dir. v. d. Tuinb. (1944): 312—323.

38. SLITS, H. J. A.: Het verzouten van kasgronden. Meded. Dir. v. d. Tuinb. **8** (1945): 180—188.

39. SUTTON, G. E.: Roof-spray for reduction intransmitted solarradiation. Heating, Piping & Air Conditioning **22** (1950): p. 131.

40. THINGBØ, P. A.: Vekstahusoppvarming ved hjelp av varm luft. Gartneryrket **40** (1950): 459—462.

41. TSCHIRA, A.: Orangerien und Gewaechshaeuser. Deutscher Kunstverlag, Berlin 1939: 135 pp.

42. WASSINK, E. C.: Probably closure of stomata caused the carbon dioxide pressure required to overcome limitation to be unexpectedly high. Enzymologia **12** (1946): 33—35.

43. WASSINK, E. C., N. KRIJTHE en C. VAN DER SCHEER: On the effects of light of various spectral regione on the sprouting of potatoes tubers. Kon. Ned. Acad. v. Wetenschap. Proc. **53** (1950): 14 pp.

44. WASSINK, E. C., C. M. J. SLUYSMANS and J. A. J. STOLWIJK: On some photoperiodic and formative effects of coloured light in Brassica Rapa. Ec. Kon. Ned. Ac. Wet., **53** (1950): 12 pp.

45. WENT, F. W.: Earhart plant research laboratory. (Calif. Inst. of Technol.) Chron. Bot. **12** (1949): 17 pp.

46. WRIGHT, W. J.: Greenhouses, their construction and equipment. Orange Judd Publ. Comp., New York 1946: 269 pp.

47. ZIMMERMANN, W.: Die Beheizung des Kulturbodens im Freiland und im Gewaechshaus. Gesundheitsingenieur **42** (1950): 47—50.

Mededelingen van het Instituut voor Tuinbouwtechniek
Wageningen (The Netherlands)

1. E. W. B. van den Muijzenberg, Overzicht van de historische ontwikkeling van de kassenbouw en de kasverwarming. (f 0.30).
2. E. W. B. van den Muijzenberg en P. G. Treurniet, De tuinbouwbedrijfsschuur in Berkel en omstreken. (f 0.30).
3. E. W. B. van den Muijzenberg, Enige proeven met verschillende licht- en stralingsbronnen bij kasplanten. Het licht in de kas (Some trials with various kinds of light and radiation sources by glasshouse-plants. The light in the glasshouse). (f 0.30).
4. Ontwikkelingsdagen voor leerkrachten in tuinbouwtechniek op 20, 21 en 22 October 1948. (f 0.75).
5. E. W. B. van den Muijzenberg, Bestrijdingstechniek (Equipment for pest-control). (f 0.30).
6. E. W. B. van den Muijzenberg, De motortrekker in de tuinbouw (The tractor in horticulture). (f 0.50).
7. Ontwikkelingsdagen voor leerkrachten in tuinbouwtechniek op 24, 25 en 26 November 1949. (f 0.75).
8. E. W. B. van den Muijzenberg, Het vervoer in de tuinbouw (Transport in horticulture). (f 0.50).
9. E. W. B. van den Muijzenberg, De toepassing van technische hulpmiddelen in de tuinbouw in Engeland. (f 0.60).
10. E. W. B. van den Muijzenberg, De fabricage en de toepassing van technische hulpmiddelen in de tuinbouw in Zwitserland. (f 0.75).
11. E. W. B. van den Muijzenberg, Tuinbouwtechniek in Scandinavië. (f 0.60).
12. E. W. B. van den Muijzenberg, Technische hulpmiddelen in de tuinbouw in Frankrijk (The equipment of horticultural holdings in France). (f 0.50).
13. Ontwikkelingsdagen voor leerkrachten in tuinbouwtechniek op 8, 9 en 10 November 1950. (f 0.95).
14. G. W. van den Helm en E. W. B. van den Muijzenberg, De watervoorziening en de inrichting van tuinbouwbedrijven in Engeland (The water supply and further provisions on horticultural holdings in England). (f 0.30).
15. P. A. Spoelstra, Grondstomen (Steam sterilisation of soils). (f 0.40).
16. E. W. B. van den Muijzenberg, De kas als kweekmilieu (Influence of greenhouse on growth conditions). (f 0.50).

22757/I - '51