

SW
A
L3

ISBN= 437080

Ventilatie en verwarming van tomatenkassen

Th. Strijbosch

Ventilatie en verwarming van tomatenkassen

Inleiding

Vrijwel even belangrijk als de uitbreiding van de tomatencultuur, is de vervroeging van de teelt zelf geweest. Rond 1950 was de uitplantdatum algemeen gesteld op medio februari. In 1965 werd 60 ha uitgeplant vóór 15 december, 500 ha tussen 15 december en 15 januari en 700 ha tussen 15 januari en 6 februari. Door de vervroeging werd het begin van de teelt verplaatst naar het midden van de winter en ontstonden moeilijkheden als gevolg van te weinig licht en te lage buitentemperatuur. Dit heeft aanleiding gegeven tot het nemen van talrijke temperatuurproeven, zowel tijdens de opkweek als na het uitplanten, om te trachten ten behoeve van de vroege teelt een zo gunstig mogelijk regime te vinden. Verwarmingsinstallaties en regelapparatuur werden verbeterd. De schaduwgevendende delen van kassen werden tot het uiterste teruggebracht en het glasdek werd dicht gemaakt. Dit laatste onderwerp, het meer of minder dicht zijn van de kassen, vormt het uitgangspunt van dit artikel.

Gebleken is dat het dicht maken van kassen niet onbeperkt kan worden doorgevoerd. Duidelijk kwam dit naar voren, toen, omwille van de CO₂ toediening, het ventileren tot het uiterste werd beperkt. Dit leidde in veel gevallen tot bladvergeling en algemene verzwakking van de plant.

Aanvankelijk werd verondersteld dat dit een gevolg zou zijn van een overmaat aan CO₂. Gebleken is echter dat het ook kan optreden zonder dat CO₂ wordt gegeven. Omstandigheden waaronder de genoemde verschijnselen optreden zijn: een dichte kas, weinig wind en een klein verschil ($< 10^{\circ}$ C) tussen de kastemperatuur en de buitentemperatuur. Dit

heeft de aandacht gevestigd op de betekenis van luchtverversing.

Men is er toe overgegaan om tijdens de genoemde weersgesteldheid, die in de winter veel voorkomt, zo sterk mogelijk te ventileren. Omdat de sterke ventilatie in veel gevallen tot gevolg heeft dat de temperatuur in de kas te ver daalt, wordt gelijktijdig met de ventilatie de temperatuur van het water in de verwarmingsbuizen naar behoefte opgevoerd. Deze methode, die wordt aangeduid als 'stoken met hete buizen en open ramen', is een succes gebleken.

Regeling

De automatisch werkende regeling van verwarming en ventilatie die in een Bomkas op het Proefstation te Naaldwijk wordt beproefd, heeft dit stoken met hete buizen en open ramen tot uitgangspunt.

Het principe en de werkwijze zijn beschreven in de Meded. Dir. Tuinb. 28 (1965), 10, pp 517-512. De regeling die dit voorjaar is beproefd, wijkt in enkele punten af van de eerder beschreven regeling, zoals blijkt uit het navolgende:

¹⁾ Gegevens proefkas. 4 kappen gescheiden door glazen tussenwanden, per kaplengte 31,00 m, breedte 9,50 m, goothoogte 2,15 m, nokhoogte 5,00 m, onderbouw T. ijzer 1,5 dm.

Verwarming 7 spiralen Ø 51 mm, 25 cm boven maaiveld, 2 spiralen Ø 51 mm, 215 cm boven maaiveld. Ventilatie doorlopende nokluchting kasrichting noord - zuid.

Tabel 1. Instelling van de destijds beschreven regeling

Lichtsterkte	Ruimtetemperatuur	Temperatuur water	Ventilatiewerking bij:
< 100 lux (nacht)	16°C	variabel	watertemp. < 60°C
100-5000 lux (bewolkt)	21°C	variabel	watertemp. < 60°C
5000-15000 lux (zonnig)	variabel	50°C	ruimtetemp. > 22°C
> 15000 lux (zeer zonnig)	variabel	40°C	ruimtetemp. > 22°C

Tabel 2. Instelling van de in de proef gebruikte regeling

Lichtsterkte	Ruimtetemperatuur	Temperatuur water	Ventilatiewerking bij:
< 100 lux (nacht)	16°C	variabel	watertemp. < 55°C
100-7500 lux (bewolkt)	21°C	variabel	watertemp. < 60°C
7500-18000 lux (zonnig)	21°C	variabel	watertemp. < 55°C
> 18000 lux (zeer zonnig)	21°C	variabel	watertemp. < 50°C

Bij de beproefde regeling is de ventilatie onder alle omstandigheden afhankelijk gesteld van de watertemperatuur. Daarbij wordt de watertemperatuur waar beneden de ramen worden geopend, lager gesteld naarmate de straling sterker is. Dit hangt samen met het feit dat de natuurlijke energietoevoer van temperatuur en verdamping toeneemt met de stralingsintensiteit, zodat bij sterker wordende straling de behoefte aan energietoevoer via de verwarmingsbuizen afneemt.

In verband hiermee kan worden opgemerkt dat de regelende invloed van het systeem afneemt, naarmate de watertemperatuur lager moet worden ingesteld en daardoor dicht bij de minimumwaarde komt.

Zoals evenwel uit het bovenstaande blijkt, is onder deze omstandigheden (hoge lichtintensiteit) de noodzaak om regelend in te grijpen ook minder groot. De minimumwaarde van de regeling wordt bereikt als de luchtramen geheel geopend zijn bij de laagste watertemperatuur. Dit is bij de proefinstelling het geval geweest bij een lichtsterkte > 18000 lux en een watertemperatuur van 38° C. Het regelbereik van de be-

proefde wijze van ventileren heeft gelegen tussen een watertemperatuur van 60° C (ramen gesloten bij de hoogste watertemp.) en 38° C (ramen geheel open bij de laagste watertemp.).

De regeling is er op gericht de verliezen aan waterdamp uit de kaslucht gelijk te houden met als uiteindelijk doel grote en snelle veranderingen in de verdamping van de plant tegen te gaan. Aangezien de verliezen aan waterdamp niet of moeilijk meetbaar zijn, worden deze afgeleid uit de warmteverliezen van een kas. Daarbij is van de veronderstelling uitgegaan dat warmteafvoer en afvoer van waterdamp in grote lijnen parallel lopen. Warmteverliezen treden op door het ontwijken van warme lucht via kieren en luchtramen. Met deze warme lucht wordt ook waterdamp uit de kas afgevoerd. Daarnaast verdwijnt warmte uit de kas door straling en geleiding, terwijl waterdamp uit de kaslucht verdwijnt door condensatie op koude voorwerpen in de kas. De snelheid waarmee al deze afvoerprocessen plaatsvinden, wordt in hoge mate bepaald door het temperatuurverschil tussen de kaslucht en de buitenlucht, terwijl ook door wind de afvoer wordt bevorderd.

Enkele proefresultaten

Bij deze eerste beproeving heeft de regeling zeer goed voldaan. In drie afdelingen van de Bomkas is de regeling bij drie plantdata, direct vanaf het begin er onafgebroken toegepast. De temperatuurstellingen zijn daarbij onveranderd gebleven. De indruk werd verkregen dat de gevolgde hethodiek een gunstige invloed heeft gehad op het gewas. Deze indruk is onder meer gebaseerd op het opbrengstniveau dat is weergegeven in tabel 3. Vergeleken met gelijkwaardige teelten in de praktijk zijn deze opbrengsten zeer hoog voor alle drie planttijden.

Tabel 3

Plantdatum	Opbrengst in kg per m ²		
	15 mei	1 juni	15 juni
20 december	5,0	7,1	8,7
12 januari	4,6	6,5	8,8
4 februari	3,1	5,5	8,5

Tijdens de proef is gebleken dat op één punt een verandering van de temperatuurstelling wenselijk is. In het lichttraject van 100-3000 lux zal de huidige instelling van 21° C ruimtetemperatuur worden vervangen door een instelling van 19° C. De temperatuur van 21° C heeft bij deze geringe lichtsterkte aanleiding gegeven tot een snelle lengtegroei van de plant. Een kenmerkende eigenschap van de regeling is de grote traagheid van het open gaan van de ramen. Dit is een gevolg van de langzame temperatuurdaling van het water in de buizen.

Bij plotselinge overgangen van donker naar zonnig weer worden daardoor de temperatuur als mede de luchtvochtigheid in de kas tijdelijk hoog.

Door deze maar tijdelijke afwijkingen, die door de praktijk als ongunstig worden beschouwd, wordt het gewas niet nadelig beïnvloed. Zelfs werden aanwijzingen verkregen dat door de traagheid de nadelige gevolgen van de plotselinge weersovergang worden

getemperd, omdat de verdamping van het gewas (lichttoename) door het gesloten blijven van de ramen wordt afgeremd.

Metingen van de relatieve vochtigheid bevestigen de juistheid van de aanvankelijke veronderstelling dat de afvoer van warmte en waterdamp uit de kaslucht in grote lijnen parallel verlopen. Aangezien deze wijze van stoken en ventileren gericht is op het zoveel mogelijk constant houden van de afvoer, is de relatieve luchtvochtigheid hier in hoofdzaak afhankelijk van de produktie van waterdamp in de kas, dus van de verdamping door grond en gewas. Het gewas vormt hierbij de belangrijkste produktiebron.

Voorop dient te worden gesteld dat de relatieve luchtvochtigheid in verwarmde kassen van nature lager is dan buiten, omdat de temperatuur in kassen meestal hoger is.

In kassen met pas geplante tomaten (geringe produktie van waterdamp) is de relatieve luchtvochtigheid veelal laag; ongeveer 60%. Het niveau daalt als de temperatuur stijgt en omgekeerd (fig. 1).

In veel gevallen is het onder deze omstandigheden nodig om door het vochtig houden van de bovengrond de relatieve luchtvochtigheid boven het minimum van 60% te houden. Het nog kleine gewas brengt namelijk onvoldoende waterdamp in de lucht om de relatieve luchtvochtigheid op peil te houden.

Volgroeide gewassen verdampen veel meer water, zodat bij het constant houden van de afvoer de relatieve luchtvochtigheid meestal hoger (70%) is. Bij sterke zonnestraling kan door de sterke verdamping de produktie van waterdamp van een volgroeid gewas zeer hoog worden. De stijging van de temperatuur, die vrijwel altijd het sterker worden van de straling gepaard gaat, komt dan niet meer tot uiting in het lager worden van de relatieve luchtvochtigheid zoals dat in kassen met kleine planten het geval is. De daling van de luchtvochtigheid wordt nu geheel opgevangen door de grotere waterdampproduktie en tegelijk met de temperatuurstijging kan zelfs een stijging van de luchtvochtigheid optreden (fig. 2).

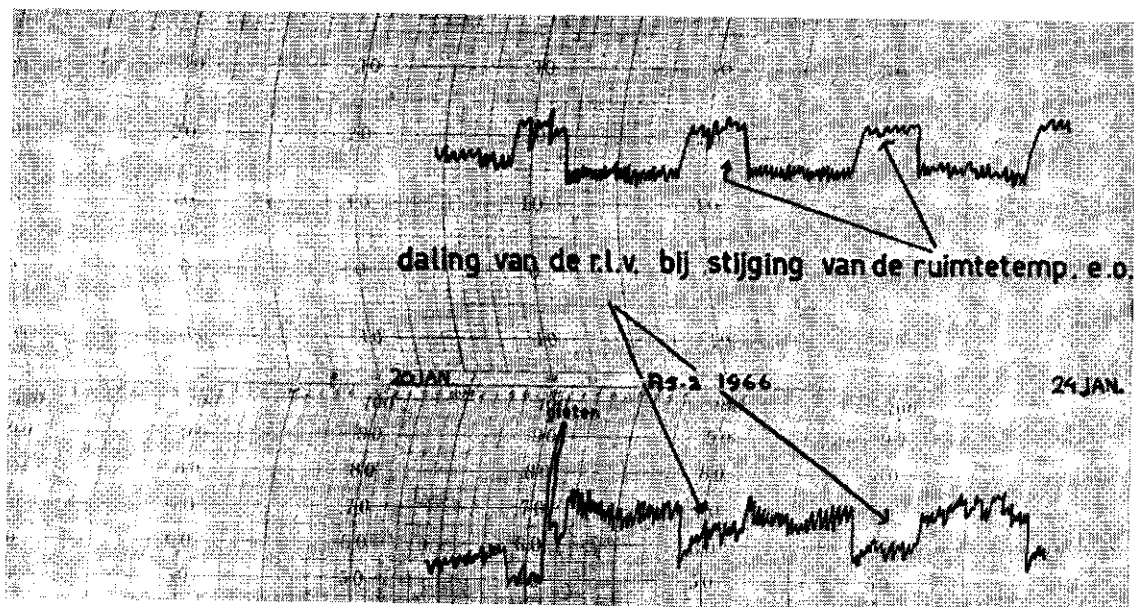


Fig. 1. Het verband tussen de relatieve luchtvochtigheid (onder) en de ruimttemperatuur (boven) is omgekeerd evenredig. De verdamping van het nog kleine gewas is te gering om een duidelijke invloed op de relatieve luchtvochtigheid uit te oefenen.

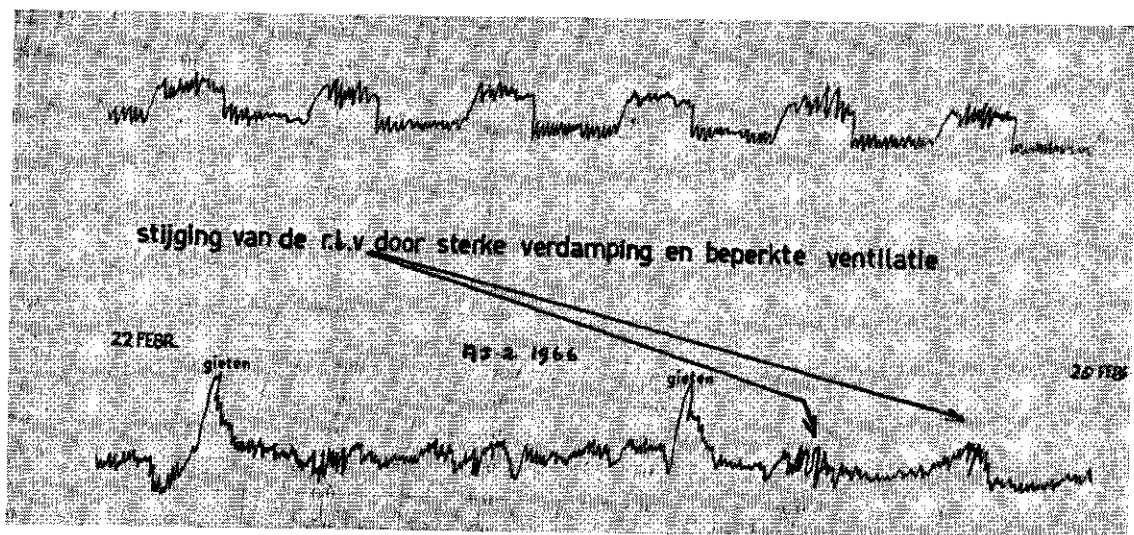


Fig. 2. De invloed van de ruimttemperatuur (boven) op de relatieve luchtvochtigheid (onder) wordt geheel overheerst door de invloed van de verdamping van het volgroeide gewas.

geleidelijke daling van de r.l.v. door geleidelijke vermindering van het vochtgehalte in de grond

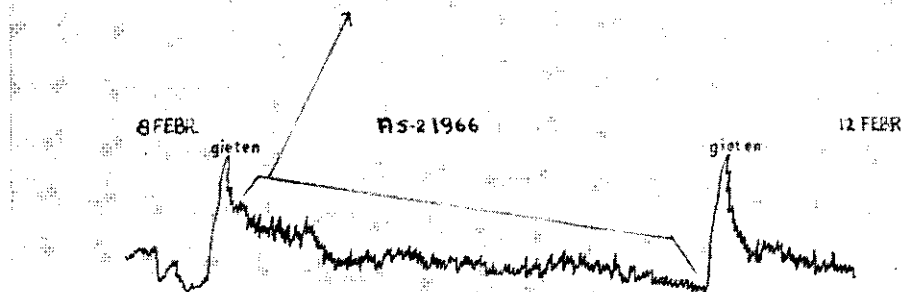


Fig. 3. Invloed van de vochtopname op de verdamping en daarmee op de relatieve luchtvochtigheid.

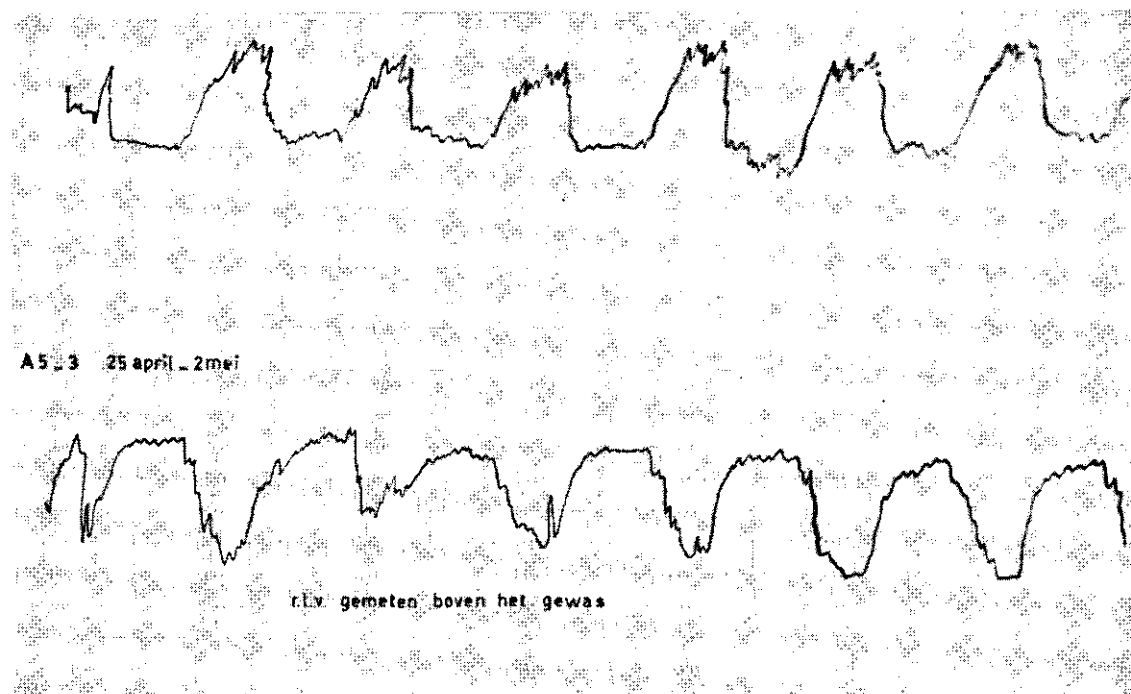


Fig. 4. Boven het gewas in de nok van de kas is het verband tussen de relatieve luchtvochtigheid en de temperatuur ook bij volgroeide gewassen omgekeerd evenredig. De invloed van de gewasverdamping komt niet in de relatieve luchtvochtigheid tot uiting.

Vermindering van de verdamping, die kan worden veroorzaakt door een geringe wateropname via de wortels (droge grond, kurk, knol), komt tot uiting in een daling van de relatieve luchtvochtigheid (fig. 3).

Er zijn aanwijzingen verkregen dat een plotselinge beperking van de wateropname of een snelle en sterke toename van de afvoer door ventilatie tijdens een periode met hoge lichtintensiteit tot gevolg kan hebben dat het groeiritme van en het evenwicht in de plant voor lange tijd worden verstoord. De verstoring gaat dikwijls gepaard met een toename van virusverschijnselen in het gewas. Door verstoring van het even-

wicht is het gewas gevoeliger en reageert het scherper op eventueel aanwezige virus. Een andere waarneming in deze proef is dat het vochttekort dat dikwijls in een plant optreedt, kort na een snelle toename van de lichtintensiteit (verdamping), kan worden voorkomen door gelijktijdig met de toename van de lichtintensiteit de ventilatie te beperken. De toename van de verdamping en de beperking van de ventilatie veroorzaken een stijging van de luchtvochtigheid, waardoor een verdere toename van de verdamping wordt tegengewerkt. Bij deze regeling wordt dit bereikt door het vertraagde opengaan van de ramen, zoals dit eerder is vermeld.

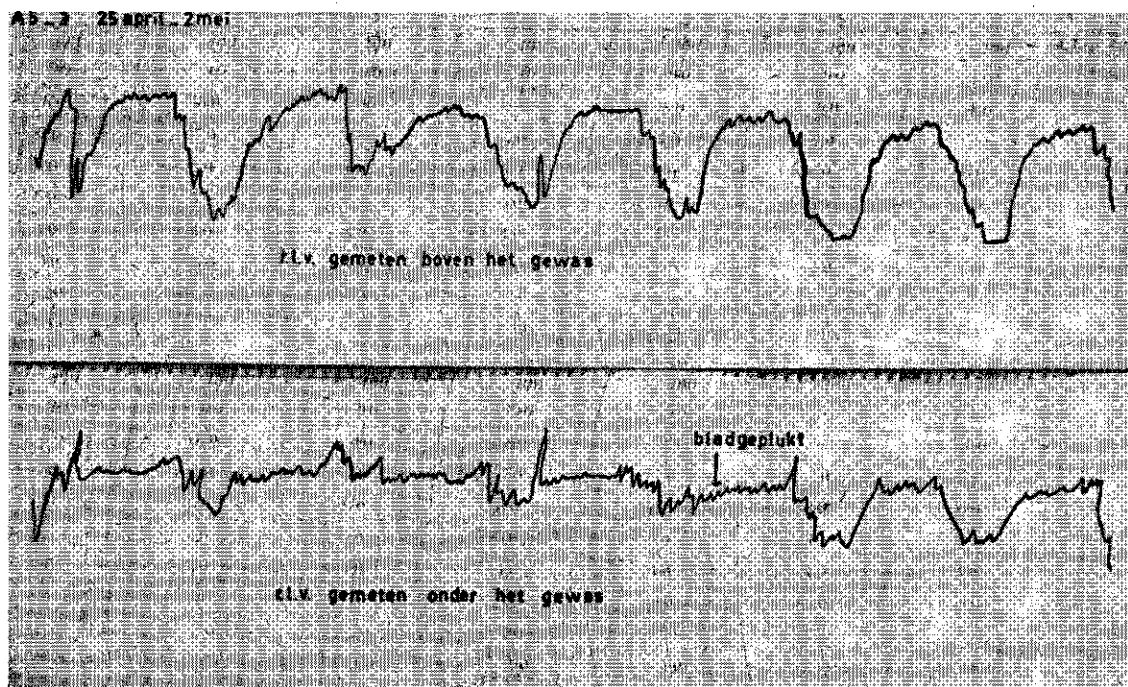


Fig. 5. Het klimaat tussen het gewas (onder) zoals dit tot uitdrukking komt in de relatieve luchtvochtigheid, wijkt bij zonnestraling sterk af van het klimaat boven het gewas (boven). De verschillen zijn groter naarmate het bovenste bladerdek van het gewas dichter is (vóór en na bladplukken).



Het gewas aan de bovenzijde beschermd door een bladerdek.

De boven behandelde gegevens zijn ontleend aan metingen van de relatieve luchtvochtigheid tussen het gewas. In deze proef is een begin gemaakt met het vergelijken van de relatieve luchtvochtigheid tussen het gewas en boven het gewas. De eerste gegevens wijzen er op dat de invloed van het gewas op de relatieve luchtvochtigheid zeer groot is in de ruimte tussen het gewas, doch dat deze in de ruimte boven het gewas vooral bij sterke uitstraling, nog maar gering is. Het niveau van de luchtvochtigheid

in de ruimte boven het gewas is vooral van de temperatuur afhankelijk. Aangezien boven het gewas, vooral in de nokruimte, grote temperatuurvariaties optreden, komen ook variaties in de luchtvochtigheid voor. In hoeverre de ongewenste klimaatstoestanden die bij sterke zonnestraling boven het gewas ontstaan, ook tussen het gewas doordringen hangt onder meer af van de volgende factoren. Ten eerste van de ontwikkeling van het gewas. Naarmate het gewas krachtiger ontwikkeld is en een groter gedeelte van de

kasinhoud beslaat, zullen de ongunstige omstandigheden die in de overblijvende lege kasruimte heersen minder ver doordringen in de ruimte tussen het gewas. Ten tweede van de mate waarin het gewas aan de bovenzijde is afgeschermd van de bovenliggende kasruimte. De afscheiding wordt gevormd door het bovenste bladerdek. De afschermcapaciteit daarvan is groter naarmate het dek dichter is (fig. 5, vóór het bladplukken). De afschermcapaciteit kan echter belangrijk worden vergroot door bevochtiging (koeling) van het bladerdek als de temperatuur daar te hoog wordt. Deze mogelijkheid zal in 1967 op haar praktische waarde worden beproefd. Een derde tegenmaatregel is koeling van het glasdek door beregening boven op de kas. Hierdoor wordt het ontstaan van hoge temperaturen en de daarmee samenhangende lage luchtvochtigheid in de nok van de kas tegengegaan.

Samenvatting

Door de combinatie van lichtintensiteit, ruimtetemperatuur en watertemperatuur als basis te nemen voor de automatische regeling van verwarming en ventilatie in tomatenkassen, is het mogelijk gebleken een stabiliserende invloed uit te oefenen op de afvoer van warmte en waterdamp uit de kaslucht. Hierdoor kunnen grote en schoksgewijze veranderingen in de temperatuur, de relatieve luchtvochtigheid en de verdamping van vocht uit het gewas geheel worden voorkomen. Hierdoor kan mede een stabiliserende invloed worden uitgeoefend op de luchtbeweging in een kas. Het gewas heeft op deze wijze van regelen zeer gunstig gereageerd.

De stabiliserende invloed heeft vooral betrekking op de omstandigheden in de ruimte tussen het gewas.

Op de omstandigheden in de ruimte boven het gewas wordt vooral bij zonnig weer maar een zeer beperkte invloed uitgeoefend. Om deze reden moet worden gezorgd voor een afscheiding tussen beide ruimten. De afscheiding kan worden gevormd door het bovenste bladerdek van het gewas.

Lichtintensiteit, ruimtetemperatuur en watertemperatuur zijn als volgt met elkaar verbonden. Een ruimtethermostaat regelt de temperatuur van het verwarmingswater zodanig dat de ruimtetemperatuur constant blijft. Een in de verwarmingsbuizen aangebrachte waterthermostaat commandeert de ventilatie via de luchtramen. De ramen gaan open als de watertemperatuur beneden de ingestelde waarde daalt. Deze waarde is afhankelijk van de lichtintensiteit en is lager naarmate de lichtintensiteit hoger is.

Summary

Ventilation and heating in tomato glass houses – Th. Strijbosch, Research Station for Fruit and Vegetable growing under Glass at Naaldwijk.

By taking the combination: light intensity, space temperature and water temperature as a basis for the automatic regulation of heat and ventilation in tomato glasshouses, it appeared that a stabilizing influence could thus be exercised on the removal of heat and vapour from the glasshouse and that this completely prevents great abrupt changes in temperature, the relative air humidity and the evaporation of the crop.