

PROEFSTATION VOOR DE GROENTEN- EN FRUITTEELT ONDER GLAS TE NAALDWIJK

db

Bibliotheek
Proefstation
Naaldwijk

A
09
S
95

BIBLIOTHEEK
Proefstation voor de Groenten- en
Fruitteelt onder Glas te Naaldwijk.

Klimaat en Botrytis in heteluchttomaat.

Metingen onder praktijkomstandigheden.

juli 1973

No. 612

Th. Strijbosch
J.C.M. Valentin
J. v.d. Vooren

2271064

A
09
3
95

090 + 3013 02 : 53
Stamboek nr. 5954
1.

<u>Inhoud</u>	<u>pagina</u>
Voorwoord	1
1. Inleiding	2
2. Proefopzet	3
3. Resultaat	7
3.1 Temperatuur	7
3.2 Luchtvochtigheid	9
3.3 Luchtbeweging	11
3.4 Botrytisaantasting	15
4. Discussie	15
5. Conclusies	15
6. Samenvatting	16
7. Literatuur	17

Voorwoord

De late stook en koude-tomatencommissie van de Nederlandse Federatie van Tuinbouwstudieclubs heeft in het voorjaar van 1973 het Proefstation voor de Groenten- en Fruitteelt onder Glas te Naaldwijk verzocht onderzoek te doen naar het verband tussen de schimmelziekte Botrytis en het kasklimaat in hete-luchttomaat.

Dit eerste jaar (1973) is het onderzoek inventariserend geweest. Een gevolg hiervan is dat het onderzoek fragmentarisch is geweest en voornamelijk gezocht is naar meet- en verwerkingsmethoden. Met de verkregen ervaring zal het onderzoek in 1974 voortgezet worden.

Veel dank is verschuldigd aan de heer L. Koek, Monsterse Geest, Terheyde. In zijn warenhuis heeft het onderzoek plaatsgevonden.

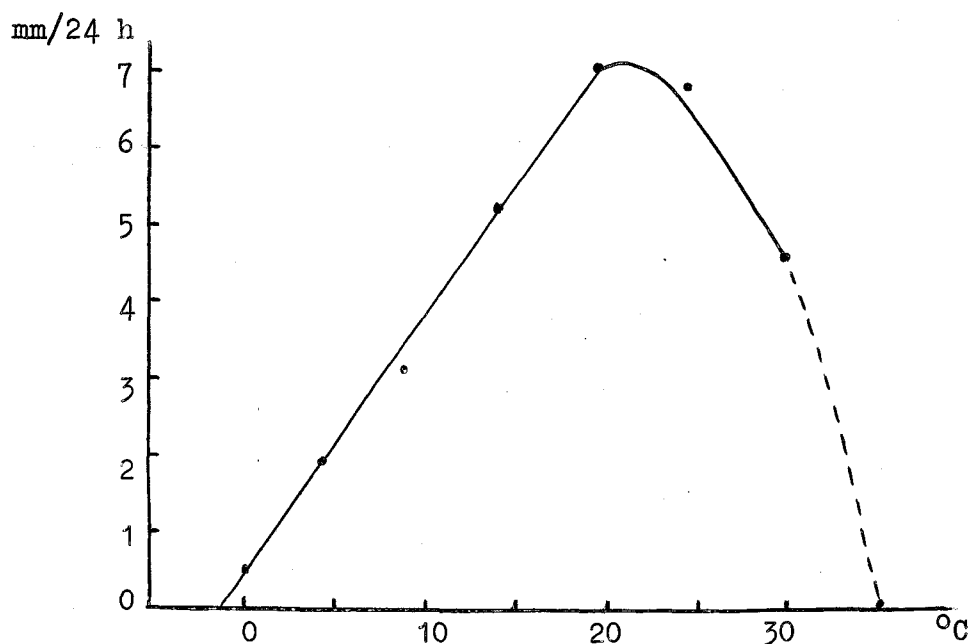
1 Inleiding

De schimmel *Botrytis cinerea* Pers. treedt veelvuldig op in de koude- en heteluchtteelt van tomaten. In de praktijk wordt waargenomen dat het kasklimaat een grote rol speelt bij de aantasting van *Botrytis*.

In de hetelucht-tomatenteelt zijn drie factoren min of meer regelbaar: temperatuur, luchtvochtigheid en luchtbeweging. Niveau en ruimtelijke verdeling van deze onderling sterk afhankelijke factoren hangen sterk af van de warmteproductie en luchtverplaatsing van de kachels, de ventilatiemogelijkheden en het buitenklimaat. Over deze drie klimaatfactoren en hun samenspel in de heteluchtteelt is weinig bekend, zodat slechts globale richtlijnen voor de klimaatregeling opgesteld kunnen worden. (Bakker e.a., 1972)

Botrytis groeit in het planteweefsel, wat rotting van blad en stengel tot gevolg heeft. De planten kunnen bij ernstige aantasting afsterven. Ook de vrucht kan aangetast worden. Dit veroorzaakt "stip" op de vrucht, waardoor deze sterk in kwaliteit vermindert.

De relatie tussen temperatuur en groeisnelheid van *Botrytis* is in figuur 1 weergegeven.



Figuur 1. Effect van de temperatuur in °C op de groeisnelheid in mm/24 h van *Botrytis cinerea* (v.d. Berg en Lentz, 1968).

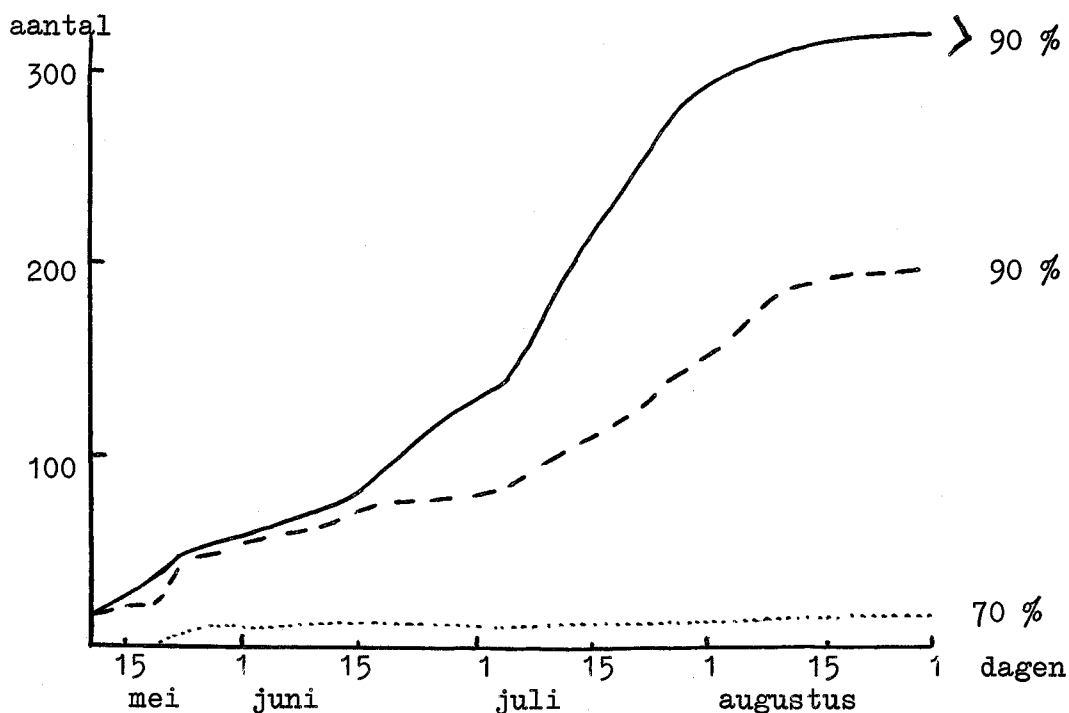
De optimum temperatuur voor de groei is 20 - 25 °C, geen groei vindt meer plaats onder 0 °C, de schimmel sterft af bij 35 °C.

De relatie tussen relatieve luchtvochtigheid (rv) en de vruchtaantasting door *Botrytis* is in figuur 2 weergegeven. Hieruit blijkt dat bij een lage rv de aantasting van stip op tomatenvruchten minder voorkomt dan bij hoge rv.

Stip komt ^{meer} minder voor bij een lage nachttemperatuur (13 °C) dan bij een hoge (20 °C). Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de hogere rv bij de lagere temperatuur (Winspear e.a., 1970).

Indien de vrucht gedurende 8 - 12 uur nat is bij een temperatuur van 16 - 24 °C kan een aantasting door *Botrytis* plaatsvinden en treedt stip op (Verhoeff, 1970).

In dit onderzoek zal in een warenhuis met hete-lucht tomaten gezocht worden naar een verband tussen enerzijds de verdeling van de *Botrytisaantasting* en anderzijds de temperatuur- en luchtvochtigheidsverdeling en het patroon van de luchtbeweging.



Figuur 2. Effect van drie verschillende relatieve luchtvochtigheden (rv) op "stip" bij tomatenvruchten veroorzaakt door Botrytis. Gestreefd is naar 20 °C dag- en 13 °C nachttemperatuur van het warenhuis. Gestreefd is naar 75 % rv(.....), 90 % rv(-----), geen rv-regeling→90% (—). Volgens Winspear e.a. (1970).

2 Proefopzet

In een nieuw Venlowarenhuis te Ter Heyde (figuur 3) zijn op 17 maart 1973 tomaten van het ras M M Milo, NV C.W. Pannevis te Enkhuizen, uitgeplant. Dit warenhuis heeft een gegalvaniseerde onderbouw met een aluminium dek. De goothoogte is 2,4 m. De breedte van het warenhuis bedraagt 21 kappen à 3,2 m en de diepte 15 potten à 3,0 m, waarvan de 8e poot als middenpad gebruikt wordt. (figuur 6)

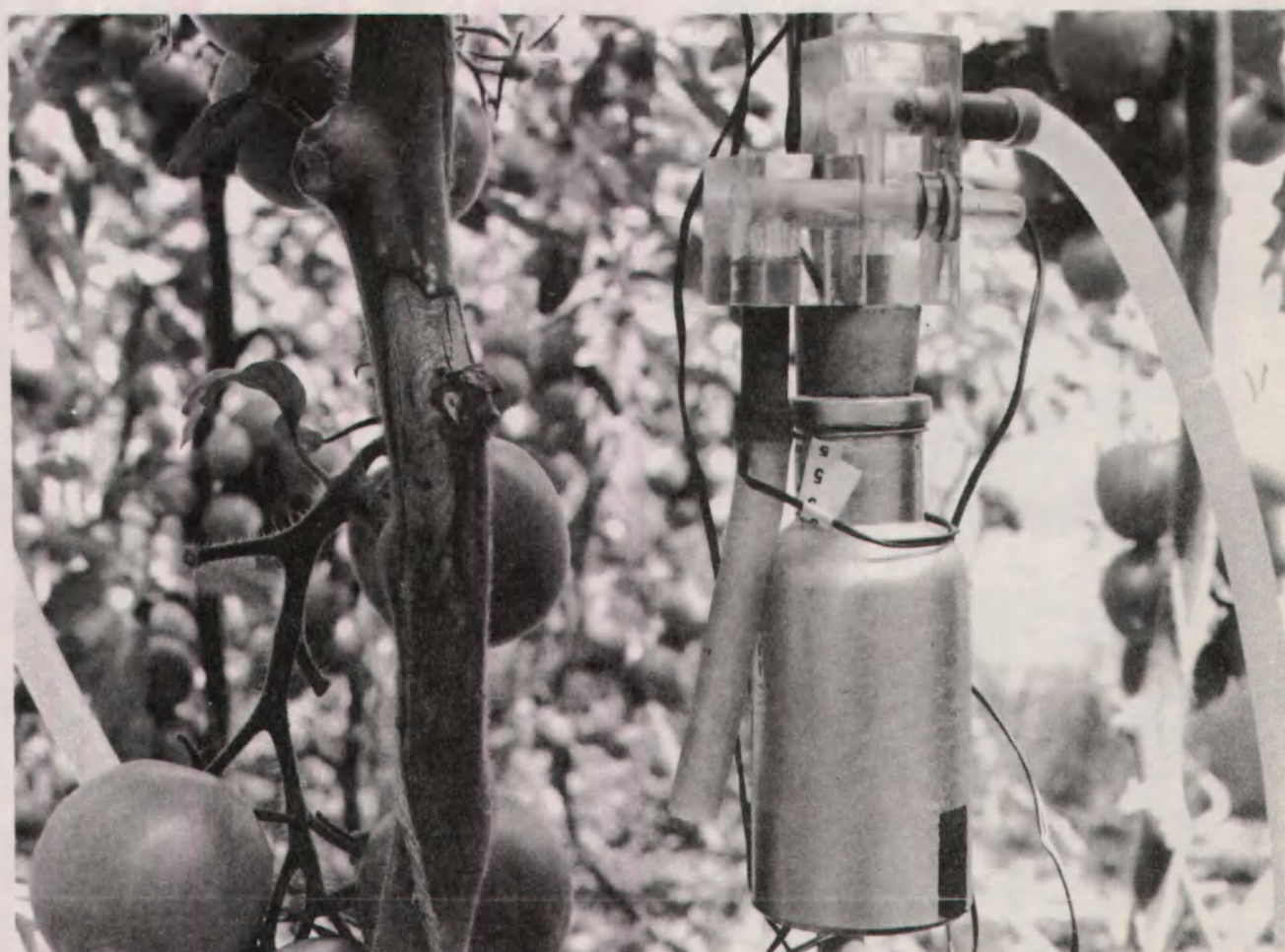
De hetelucht-verwarming heeft een capaciteit van 175 kcal/m²h = 204 W/m² en bestaat uit Priva CO₂-kanonnen van elk 6 l/h en Priva bakbranders van elk 1,7 - 10,8 l/h. De CO₂-kanonnen zijn aangesloten op een ruimtethermostaat, terwijl de bakbranders handbedienend zijn.

De ventilatie bestaat uit luchtramen. Elk 4e raam is een lucht-raam, elke 3e kap heeft tegenlucht. Het luchtwerk is elektrisch handbedienend. Het tegenlucht is aan de NW-kant van de kap.

De temperatuur- en luchtvochtigheidsmetingen zijn gedaan met koper-constantaan thermokoppels (∅ 0,4 mm). Voor nauwkeurige natte bol temperatuur-metingen zuigt een luchtpompje, merk Wisa D.B.G.M. model 300, kaslucht langs een nat kousje (figuur 4). Een 24 kanaals-

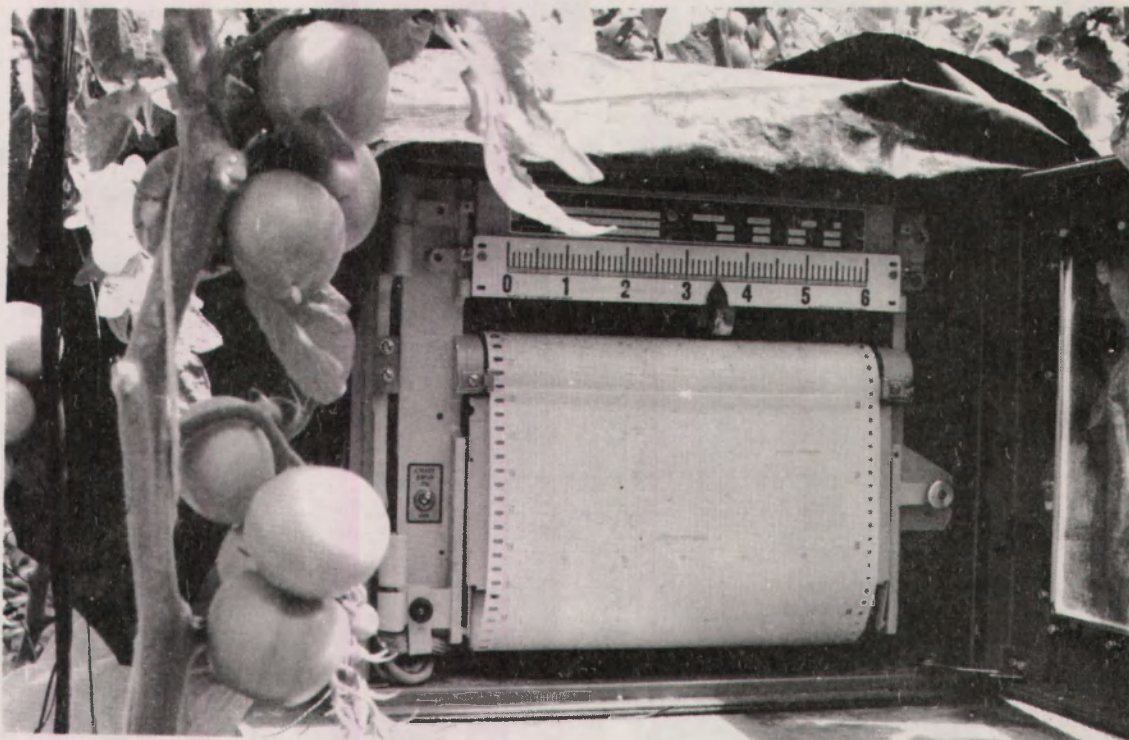


Figuur 3. Venlowarenhuis met hetelucht-tomaten.



Figuur 4. Opstelling voor temperatuur- en luchtvochtigheidsmeting in een tomatengewas. Botrytisaantasting op de stam.

recorder, Honeywell controls ltd., 0 - 60 °C, registreerde de temperatuur van elk koppel met een cyclustijd van 14 minuten (figuur 5).

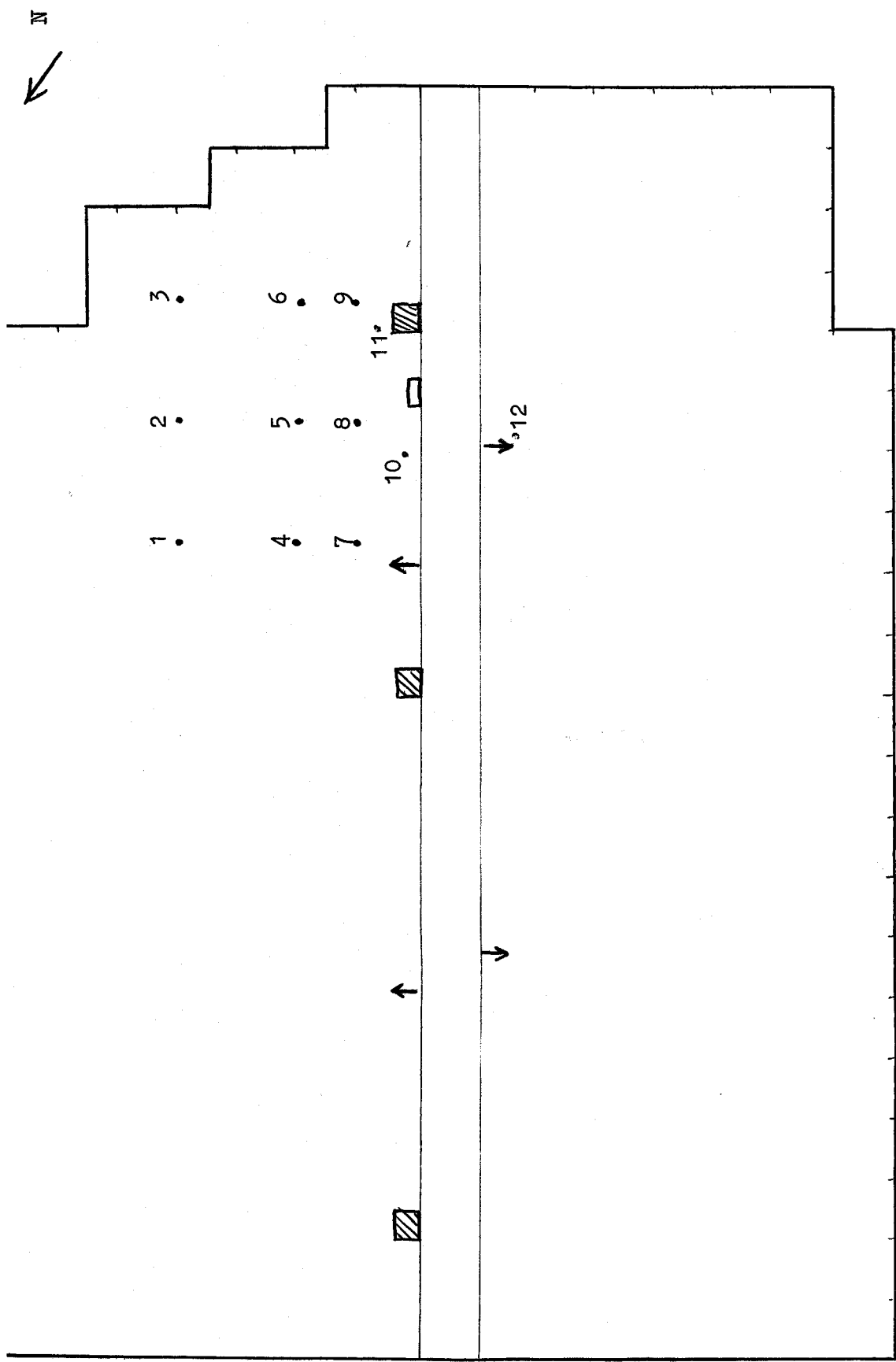


Figuur 5. Registratie van natte en droge bol-temperatuur met een recorder.

In een gedeelte van het warenhuis (figuur 6) zijn negen punten uitgezet, waar de droge en natte bol-temperatuur gemeten wordt. De thermokoppels hangen op 50 cm hoogte tussen het gewas en zijn afgeschermd tegen straling met plastic hulzen. Ook de grondtemperatuur en het aan/uit schakelen van de verwarmingsapparatuur zijn geregistreerd. De temperatuur en luchtvochtigheid buiten de kas zijn vastgelegd met een thermohygrograaf, merk Thies, 0 - 40 °C/0 - 100 % rv. Om de vruchttemperatuur te meten is een thermokoppel (ϕ 0,11 mm) geplaatst op de vrucht onder de kelkblaadjes (fig. 7)

Voor het omzetten van droge en natte temperatuur-combinaties in getallen, die de vochtsituatie weergeven, is een tabel gemaakt. In deze tabel is de rv, vochtdeficit, maximaal en absoluut vochtgehalte weergegeven (v.d. Kaay en Valentin, 1973).

Om de luchtcirculatie te bepalen is gebruik gemaakt van titaan-tetrachloride, $TiCl_4$. Deze stof lost goed op in water en geeft een witte nevel, wanneer het in contact komt met de lucht (Holleman, 1932). Bij het onderzoeken van de stroming was de bakbrander op stand 4 (7,2 l/h) ingeschakeld, met een luchtverplaatsing van 6750 m³/h. Ook de CO₂-kanonnen, met elk een luchtverplaatsing van 4180 m³/h brandden. De stromingsrichting en -snelheid is op 0,5 m en 2,0 m hoogte geschat.



Figuur 6. Plattegrond van het warenhuis met proefopstelling. Legenda: Schaal 1 : 30

- ▨ hetelucht-kachel
- ↑ t/m 9 temperatuur en vochtigheid
- x hetelucht-kanon
- thermohygrograaf
- recorder
- meetpunt



Figuur 7. Opstelling van vruchttemperatuurmeting met thermokoppeldraad in een tomatengewas.

3 Resultaten

3.1 Temperatuur

's-Nachts treden er temperatuurverschillen op in de kas bij brandende kachels. Ter illustratie zijn de nachten van 31 mei/1 juni en 28/29 mei 1973 uitgewerkt.

In de stille regenachtige nacht van 31 mei/1 juni was de buitentemperatuur 11 °C en de rv 90 - 95 %, om 0100 h was de windsnelheid 1.5 m/s, de windrichting Noord-West. Van de temperaturen van de negen meetpunten in de kas is iedere $1\frac{1}{3}$ (=14/9) min. het gemiddelde berekend. De afwijkingen van de gemiddelde temperatuur zijn voor elk meetpunt gesommeerd en gedeeld door het aantal metingen (figuur 8).

0,70	0,50	0,40
0,20	- 0,13	- 0,70
0,14	- 0,16	- 0,95

Figuur 8. De afwijking van de gemiddelde temperatuur in °C voor de meetpunten 1 t/m 9 (figuur 6) in de nacht van 31 mei/1 juni.

Het verschil in temperatuur, maximaal 1,4 °C, is zo klein, dat met deze meetmethode geen conclusies over de temperatuurverdeling getrokken mogen worden.

In de winderige nacht van 28/29 mei was de buitentemperatuur 15 °C en de rv 80 - 100 %; om 0100 h was de windsnelheid 5 m/s, de windrichting West. De temperatuurgegevens van de 9 meetpunten

zijn verwerkt, zoals hiervoor beschreven. De afwijking van de gemiddelde temperatuur blijkt nu sterk te wisselen (figuur 9).

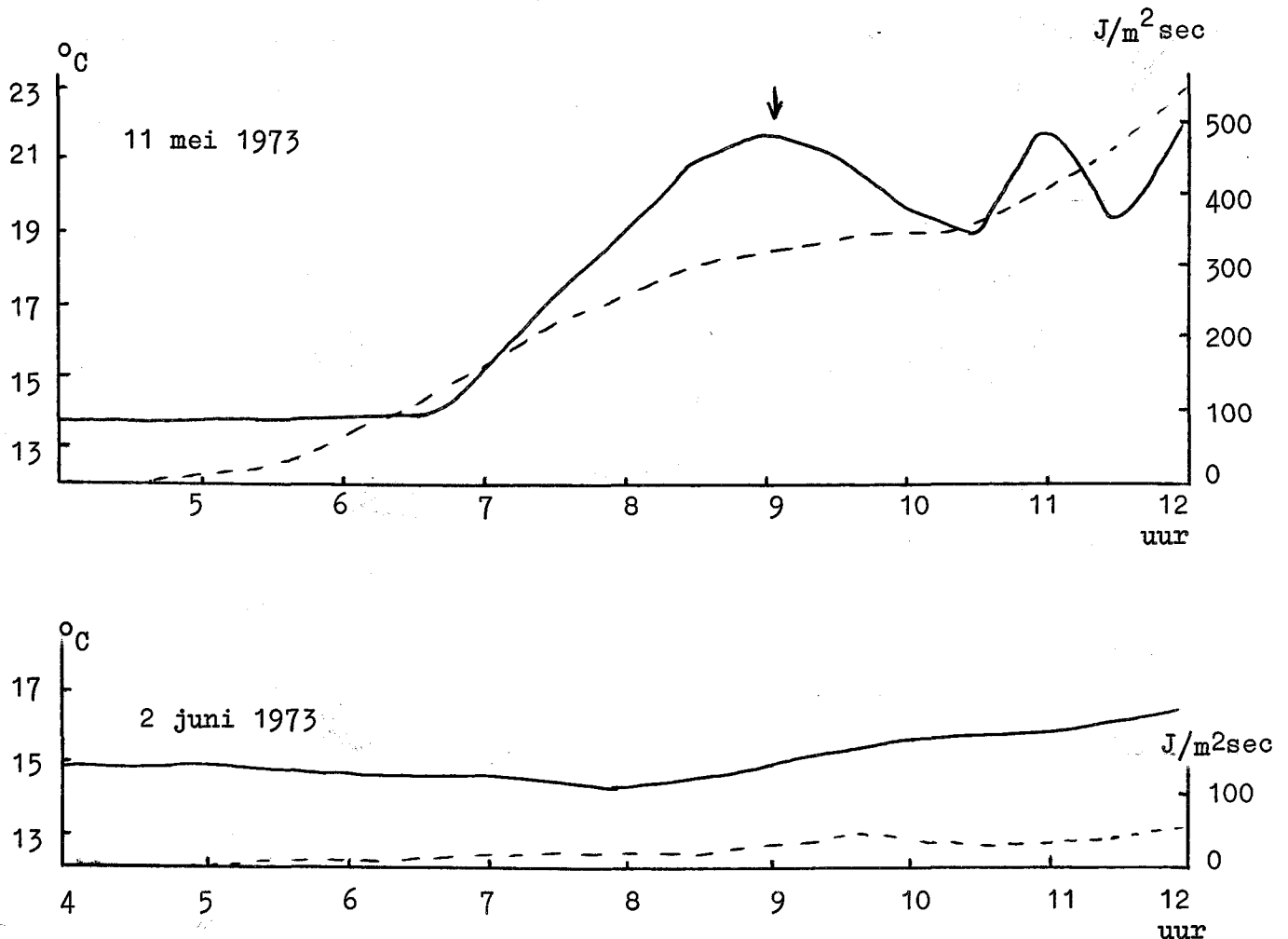
0,11 ↔	-0,13	-0,37 ↔	-0,01	-0,32 ↔	0,52
0,22 ↔	-0,10	-0,18 ↔	-0,16	-0,08 ↔	0,06
0,42 ↔	-0,13	0,21 ↔	-0,17	0,24 ↔	0,02

Figuur 9. Spreiding van de afwijking van de gemiddelde temperatuur in °C voor de meetpunten 1 t/m 9 (figuur 6) in de nacht van 28/29 mei.

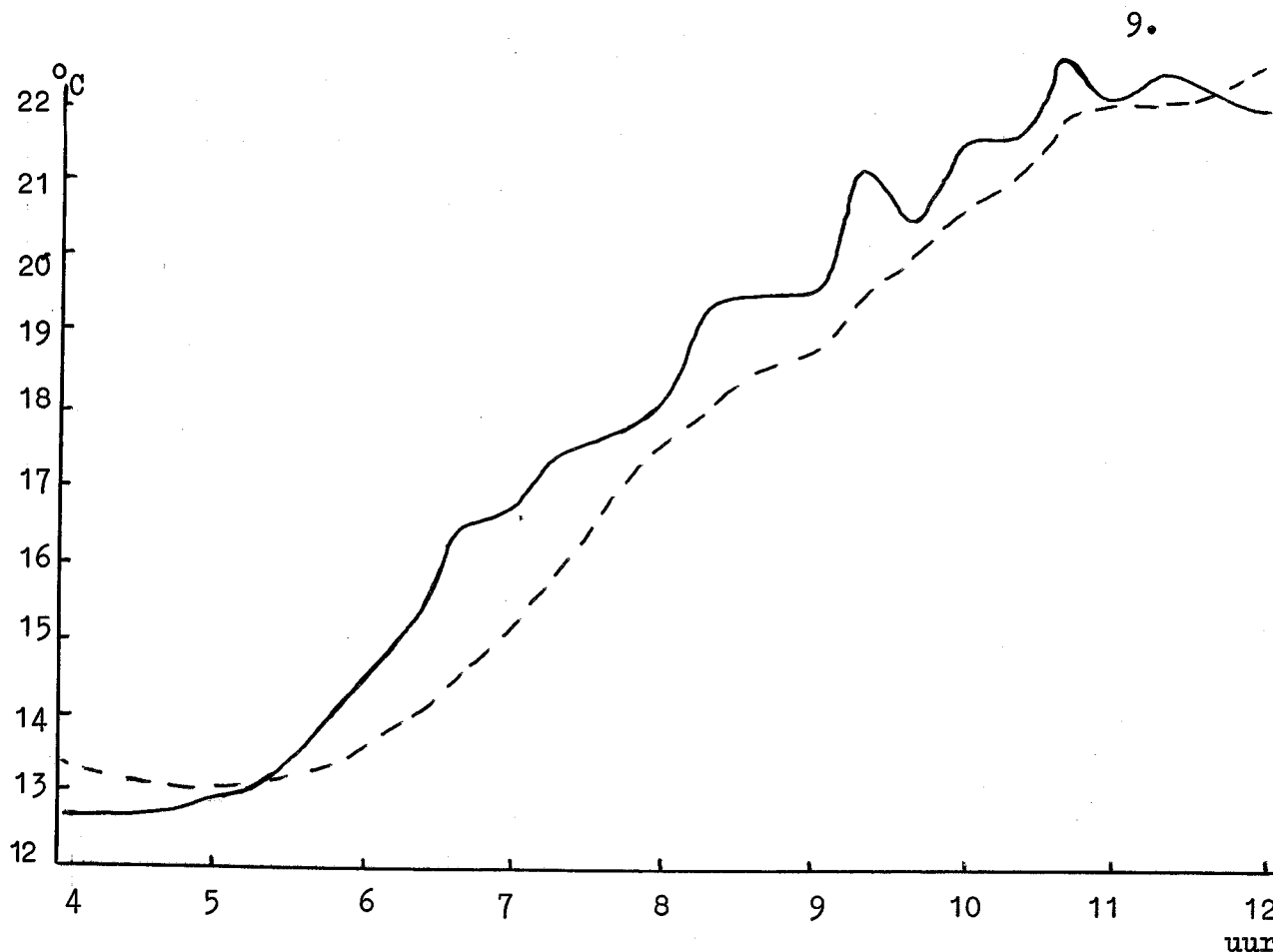
De oorzaak is waarschijnlijk de fluctuering van de windsnelheid.

Overdag is er invloed van de instraling op de luchttemperatuur in de kas. Ter illustratie zijn een heldere dag (6000 Kcal/m² dag) 11 mei en een donkere dag (2000 Kcal/m² dag) 2 juni uitgewerkt (figuur 10). De temperatuur in de kas loopt 's-morgens 11 mei bij toenemende straling snel op. Wanneer de luchtramen opengaan stijgt de temperatuur niet verder. Bij donker weer stijgt de temperatuur bijna niet boven de nachttemperatuur uit.

De temperatuur van de vrucht loopt steeds achter op de luchttemperatuur (figuur 11), hierdoor kan condenswater op de vrucht ontstaan in de vroege morgen (zie 3.2).



Figuur 10. Temperatuur (—) in °C en instraling (----) in J/m²sec. (1Kcal/m² h = 1,163 J/m²sec) op 11 mei en 2 juni 1973. Het begin van ventileren is aangegeven (↓)



Figuur 11. Het temperatuurverloop van de lucht (—) en de vrucht (----) gedurende de ochtend van 24 juli 1973.

3.2 Luchtvochtigheid

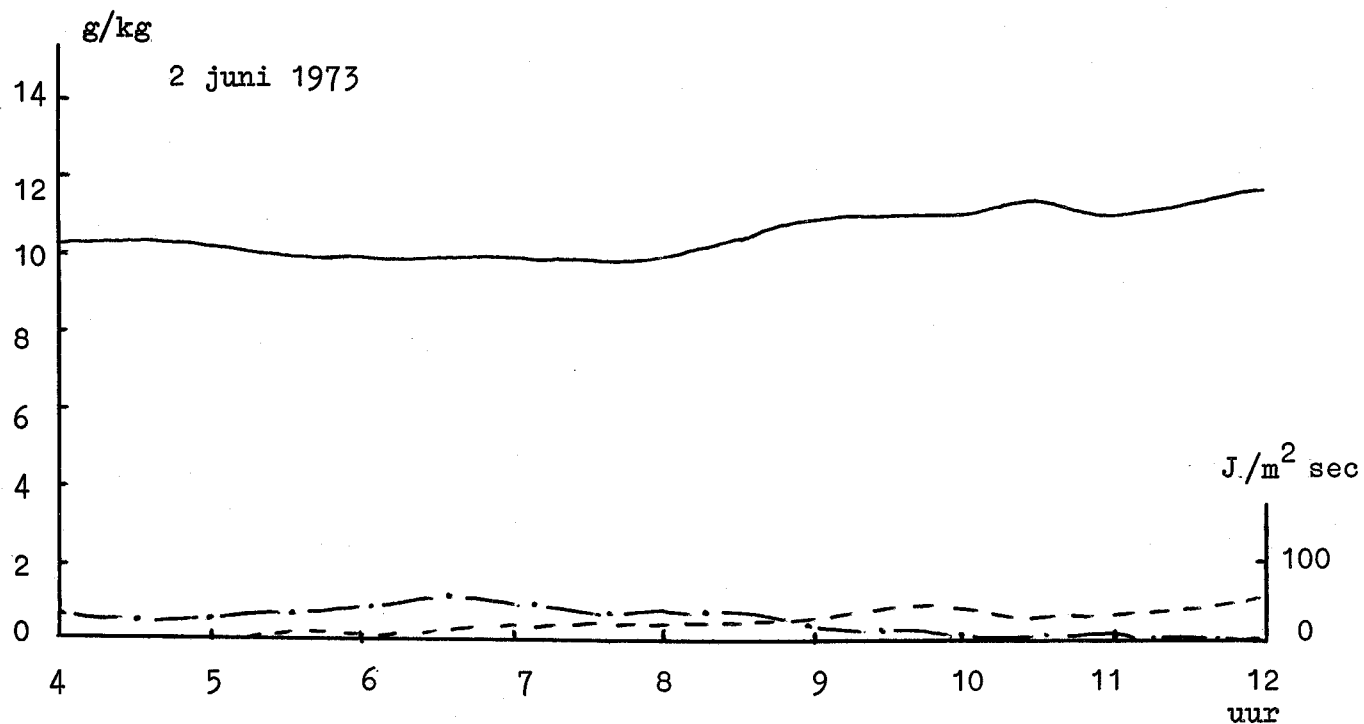
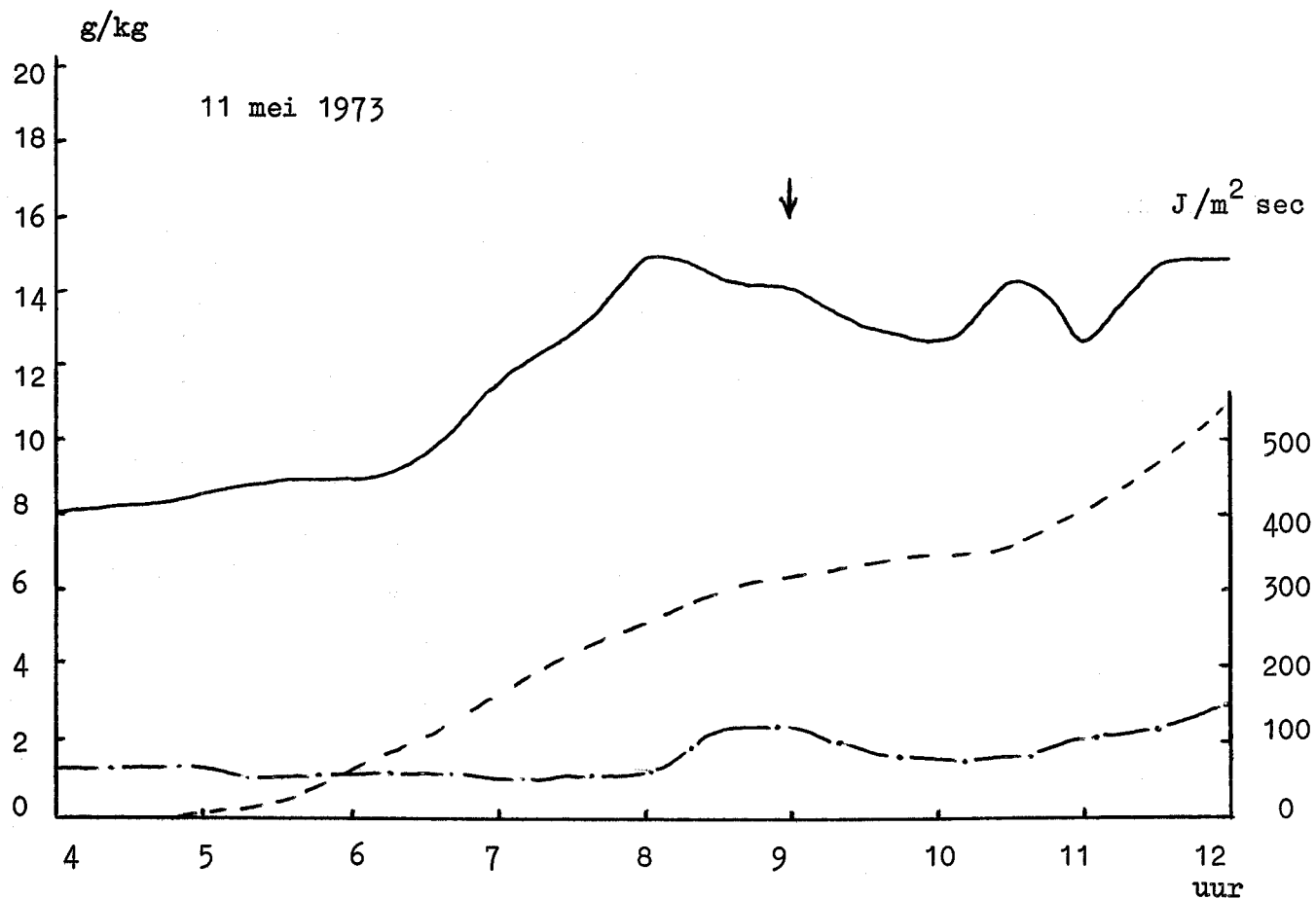
In het absolute vochtgehalte en het vochtdeficit treden evenals in de temperatuur in de kas, verschillen op bij brandende kachels. Deze verschillen, afwijkingen van het gemiddelde, zijn uitgewerkt voor de nacht van 31 mei/1 juni (zie 3.1, figuur 12).

0,23	0,31	0,30
0,03	- 0,11	- 0,11
- 0,05	- 0,09	- 0,50
vochtdeficit		
0,24	0,08	0,02
0,10	0,08	- 0,38
0,11	0,05	- 0,25
absolute luchtvochtigheid		

Figuur 12. De afwijkingen van het gemiddelde vochtdeficit en het absolute luchtvochtigheidsgehalte in g/kg lucht voor de meetpunten 1 t/m 9 (figuur 6) in de nacht van 31 mei/1 juni.

Het verschil in vochtdeficit en absolute luchtvochtigheid is zo klein dat met deze meetmethode geen conclusies over de verdeling getrokken mogen worden.

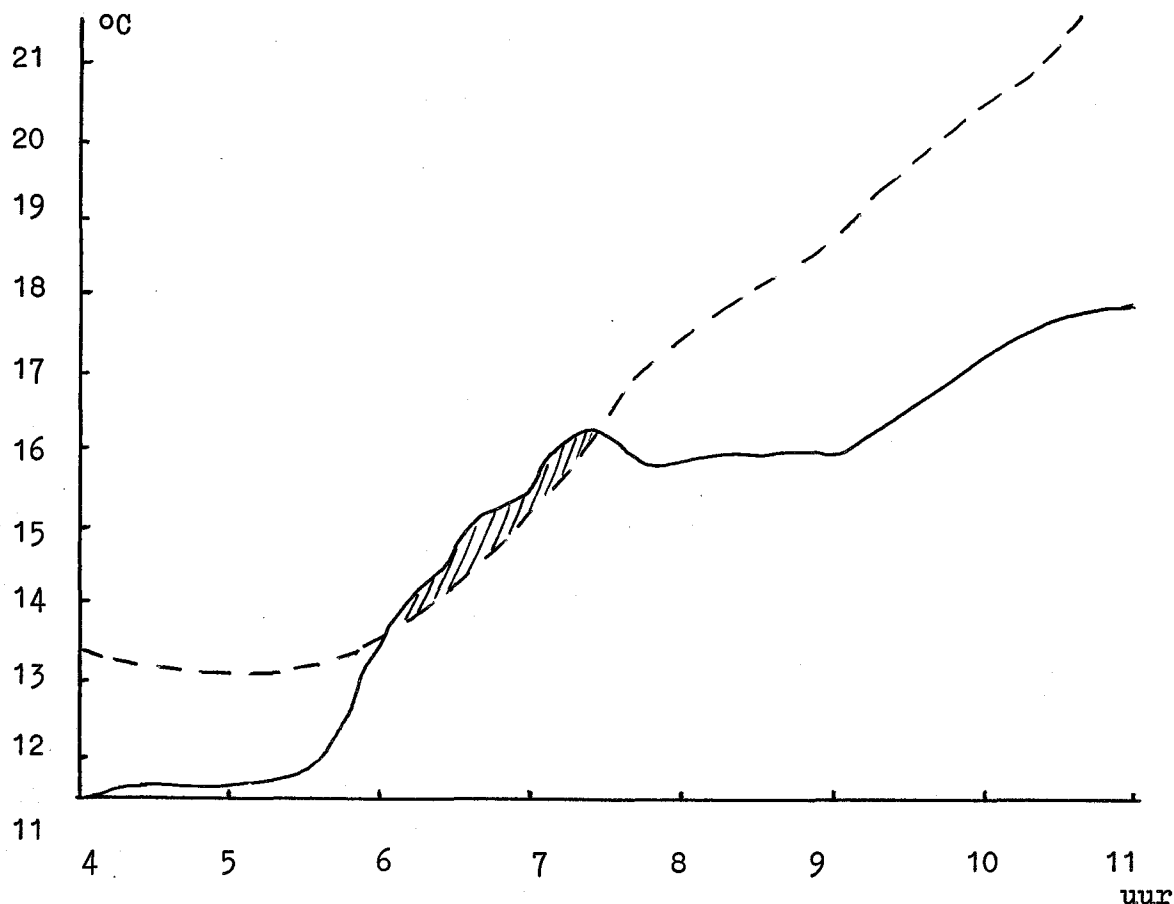
Om de invloed van de instraling op de luchtvochtigheid in de kas te bepalen is een heldere vrijwel onbewolkte dag, 11 mei, vergeleken met een regenachtige, zwaar bewolkte dag, 2 juni (zie 3.1, figuur 13). Bij toenemende instraling stijgt de



Figuur 13. Absolute luchtvochtigheid (—), vochtdeficit (-.-.-) in g/kg lucht en instraling (---) in J/m² sec (1 kcal/m² h = 1,163 J/m² sec op 11 mei en 2 juni 1973. Het begin van ventileren is aangegeven (↓).

absolute luchtvochtigheid, bij weinig instraling blijft dit ongeveer gelijk. Het vochtdeficit is groter bij veel instraling dan bij weinig.

De vruchttemperatuur kan 's-morgens onder het dauwpunt komen (figuur 14). Er kan dan condensatie van waterdamp op de vrucht optreden.



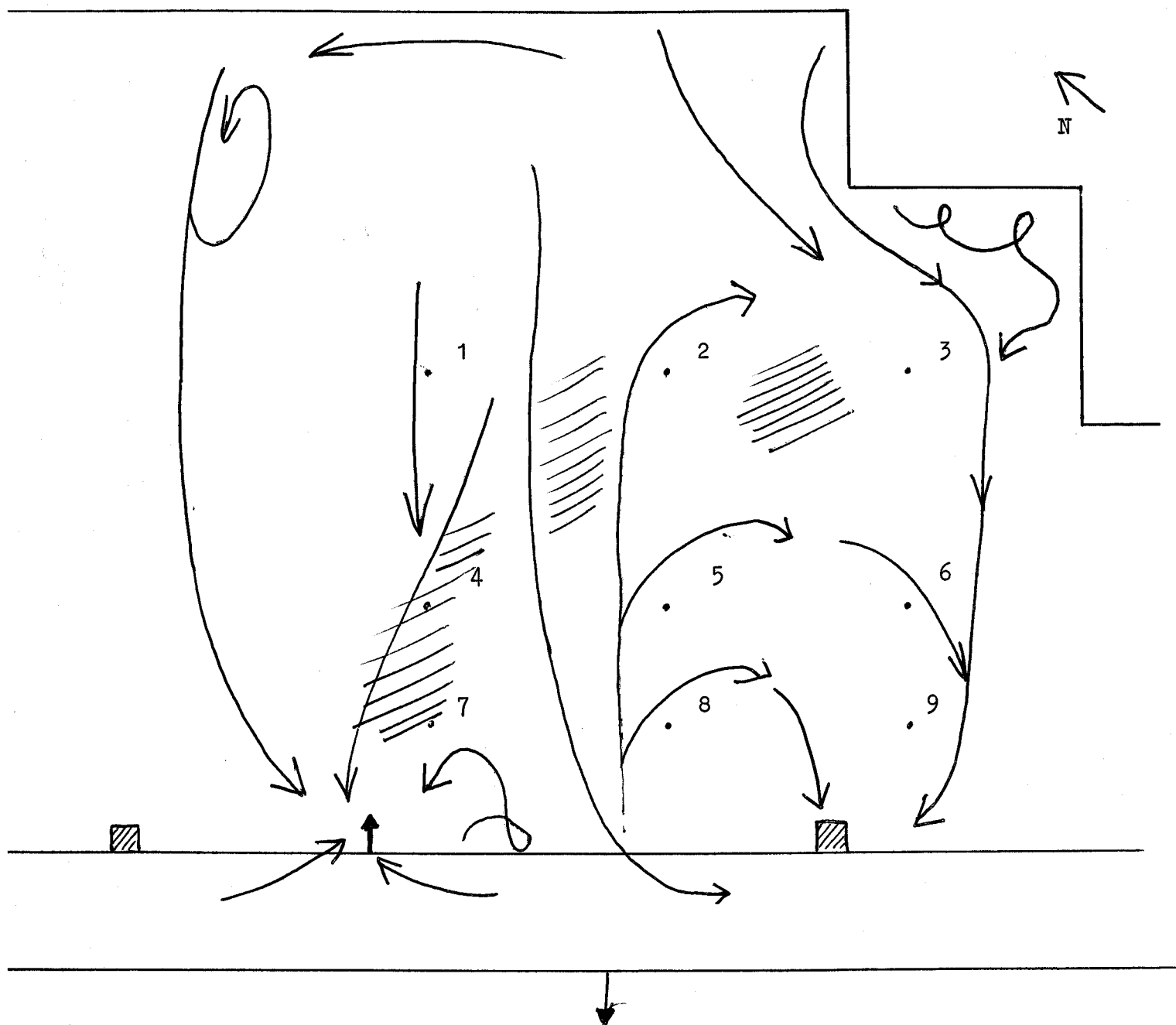
Figuur 14. Het verloop van de vruchttemperatuur (----) en het dauwpunt (—) gedurende de ochtend van 24 juli 1973. Van 06.00 uur tot 07.30 uur kan water op de vrucht condenseren (////)

3.3 Luchtbeweging

Om de luchtbeweging, veroorzaakt door de brandende kachels, in de kas te bepalen, is op 30 mei 1973 vóór zonsopkomst gemeten op 0,5 m en op 2,0 m hoogte (figuur 15, 16).






Op 0,5 m is er een luchtstroom van de achtergevel naar het middenpad. Bij gevel en middenpad treden er wervelingen op. Op 2,0 m hoogte is er een luchtstroom in de kappen met een kachel van het middenpad naar de gevel, in de overige kappen is de luchtstroom tegenovergesteld. Bij gevel en middenpad treden er wervelingen op.

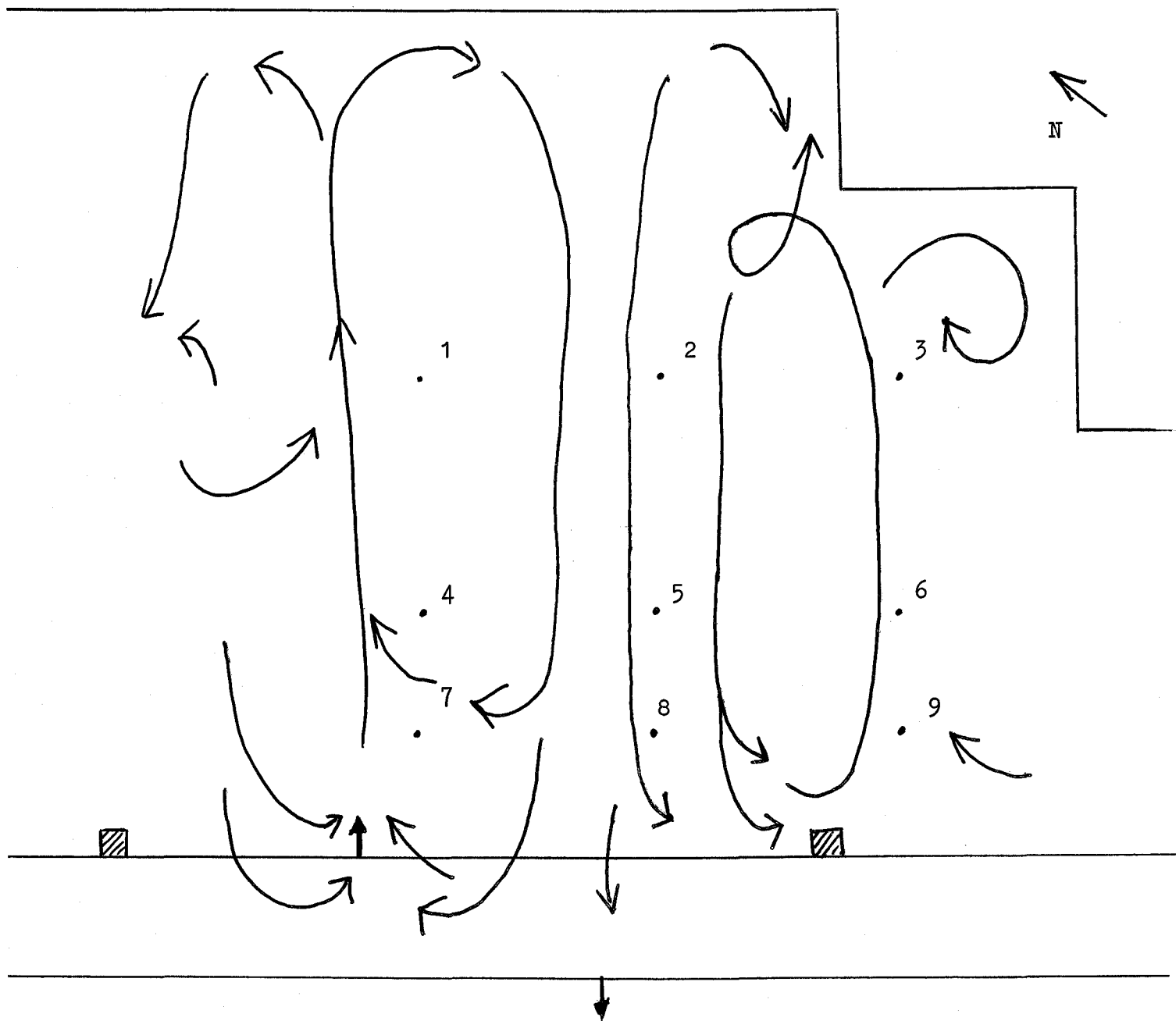
De snelheid van de luchtbeweging is het grootst langs het middenpad en de gevel. Op enkele plaatsen in het midden van het gewas is er geen luchtbeweging.



Figuur 15. Plattegrond van de kas (figuur 6) met richting van de luchtstroming op 0,5 m hoogte. De gebieden met zeer geringe luchtbeving zijn gearceerd.

Legenda: Schaal 1 : 150

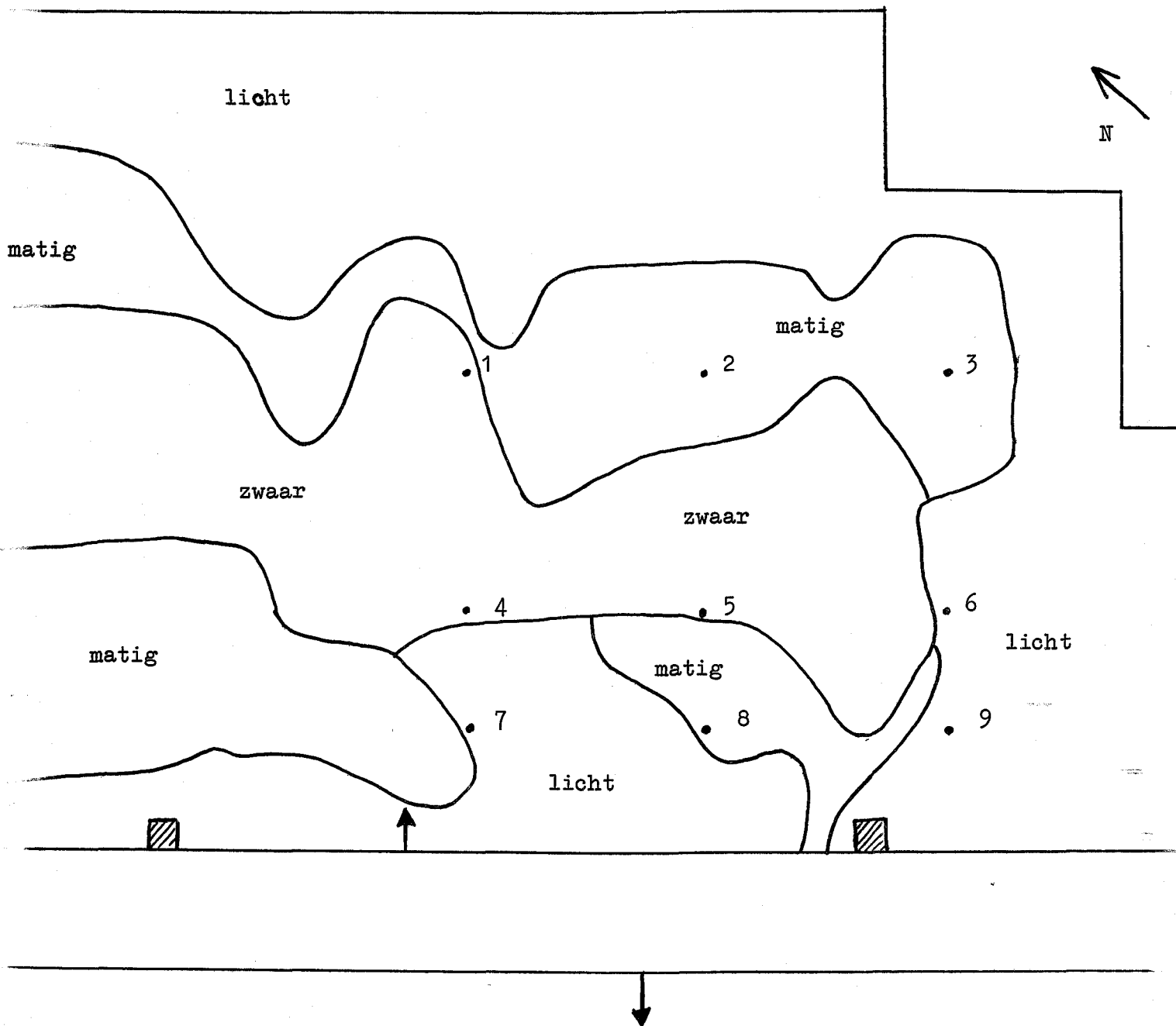
-  hetelucht-kachel
-  hetelucht-kanon
-  meetpunt 1 t/m 9
-  richting luchtstroming
-  stilstaande lucht.



Figuur 16 . Plattegrond van de kas (figuur 6) met richting van de luchtstroming op 2,0 m hoogte.

Legenda: Schaal 1 : 150

- ▨ heteluchtkachel
- ↑ heteluchtkanon
- meetpunt 1 t/m 9
- richting luchtstroming.



Figuur 17. Plattegrond van de kas (figuur 6) met mate van Botrytis-aantasting.

Legenda: Schaal 1 : 150

- ▨ heteluchtkachel
- ↑ heteluchtkanon
- meetpunt 1 t/m 9

licht: gemiddeld < 1 Botrytisaantasting per plant
 matig: gemiddeld $\geq 1, < 2$ " " " "
 zwaar: gemiddeld ≥ 2 " " " "

3.4 Botrytisaantasting

Het aantal Botrytisaantastingen is bepaald per plant in een gedeelte van de kas (figuur 6). De aantasting is uitgedrukt in zwaar (≥ 2 gemiddeld aantal aantastingen per plant), matig ($< 2, \geq 1$) en licht (< 1). Gebieden met gelijke aantasting zijn in figuur 17 weergegeven. De aantasting door Botrytis neemt toe vanaf gevel en middenpad naar het midden.

4. Discussie

De verschillen gevonden in de temperatuur- en vochtigheidsverdeling in de kas zijn zo gering, dat met deze meetmethode geen conclusies getrokken mogen worden (3.1, 3.2).

De invloed van de hete-luchtkachels op de luchtstroming in de kas is bij dit volgroeide tomatengewas gering en plaatselijk. In het midden van het gewas is er geen luchtstroming (3.3).

Botrytisaantasting komt weinig voor langs de gevels en het middenpad, terwijl de aantasting in het midden van het gewas zwaar is. Dit patroon is ook gevonden in andere warenhuizen (3.4).

Hoewel de mate van luchtstroming slechts oriënterend gemeten is, lijkt er een verband te zijn met de Botrytisaantasting.

De vruchttemperatuur blijkt achter te lopen bij de luchttemperatuur. Er doen zich situaties voor dat water op de vrucht condenseert. De tijdsduur, dat de vrucht nat is, en de temperatuur zijn van belang voor het optreden van stip (Verhoeff, 1970; figuur 1).

Het verdere onderzoek dient zich niet te richten op de temperatuur- en luchtvochtigheidsverdeling in de kas, maar op de "vrucht-nat-periode". De verdeling van deze "vrucht-nat-periode" dient in verband gebracht te worden met de verdeling van de Botrytisaantasting in de kas.

Oriënterend kan bekeken worden hoe deze "vrucht-nat-periode" verkort kan worden.

5. Conclusies

Door de kleine verschillen in de verdeling van temperatuur- en luchtvochtigheid in een kas met heteluchttomaat konden geen conclusies over een eventueel verband van deze klimaatfactoren met het optreden van Botrytis getrokken worden.

Midden in het gewas is er bijna geen luchtbeweging; hier is ook de Botrytisaantasting het grootst. Een verband lijkt aanwezig.

Er treden situaties op dat water op de vrucht condenseert. De periode, dat de vrucht nat is blijkt bepalend te zijn voor een Botrytisaantasting.

Onderzoek dient zich te richten op:

1. Meten van de condensatie op de plant en de verdeling van het optreden van deze condensatie in de kas.
2. Meten van de mate van luchtbeweging en de verdeling hiervan in de kas.
3. Bepaling optreden en verdeling van Botrytis in de kas.
4. Programma-eisen opstellen voor een automatische ventilatie (verwarmings)regelaar ter voorkoming of verkorting van de "vrucht-nat-periode".

6. Samenvatting

In een hete-lucht tomatengewas zijn in 1973 de temperatuur- en luchtvochtigheidsverdelingen bepaald met thermokoppels - droge/natte bol om de verschillen in schimmelaantasting door Botrytis in de kas te kunnen verklaren. De optredende verschillen zijn echter zo klein, dat geen conclusies getrokken kunnen worden.

In het midden van het gewas treedt bijna geen luchtbeweging op. De Botrytisaantasting is hier het zwaarst, zodat er een verband lijkt te zijn.

Uit de literatuur is bekend dat een bepaalde "vrucht-nat-periode" bepalend is voor het optreden van een Botrytisaantasting op de vrucht ("Stip"). Er zijn situaties opgetreden tijdens deze teelt, dat water op de vrucht condenseert.

Onderzoek naar het verband van de Botrytisaantasting met de mate van luchtbeweging en met de verdeling van de "vrucht-nat-periode" in de kas en verkorting of voorkoming van deze periode lijkt zinvol.

7 Literatuur

- Bakker, J.P., Boer, W. den, e.a. 1972. Teelt van licht-verwarmde en koude tomaten. Proefstation Groenten- en Fruitteelt Glas, Naaldwijk. Informatiereeks 14, 57 p.
- Berg, L. v.d. en Lentz, C.P. 1968. The effect of relative humidity and temperature on survival and growth of *Botrytis cinerea* and *Sclerotinia sclerotiorum*. Can. J. Bot. 46 : 1477-1484.
- Holleman, A.F. 1932. Leerboek der anorganische chemie. Wolters, Groningen, 536 p.
- Kaay, B. v.d. en Valentin, J. 1973. Tabel van droge en natte boltemperatuur, luchtvochtigheid, maximale en absolute vochtgehalte en vochtdeficit. Proefstation Groenten- en Fruitteelt Glas, Naaldwijk.
- Verhoeff, K. en Weber, L. 1967. Optreden en verspreiden van *Botrytis cinerea* in tomatengewas. Proefstation Groenten- en Fruitteelt Glas, Naaldwijk.
- Verhoeff, K. 1970. Spotting of tomato fruits caused by *Botrytis cinerea*. Inst. Plantenziektenkundig Onderzoek, Wageningen. Meded. 542 : 219-226.
- Winspear, K.W., Postlewaite, J.D. en Cotton, R.F., 1970. The restriction of *Cladosporium fulvum* and *Botrytis cinerea*, attacking glasshouse tomatoes, by automatic humidity control. Ann. Appl. Biol. 65 : 75-83.