

S P R E N G E R I N S T I T U U T  
Haagsteeg 6, 6708 PM Wageningen  
Tel.: 08370-19013

*(Publikatie uitsluitend met  
toestemming van de directeur)*

Rapport no. 2123

W. Verbeek

CALORIMETRISCH ONDERZOEK NAAR HET OPTREDEN  
VAN SCHADE TIJDENS DE HEETSTOOKBEHANDELING  
VAN HYACINTEBOLLEN (cv. Pink Pearl).

Uitgebracht aan de directeur van het Sprenger Instituut  
Project no. 49 en 116

I N H O U D

1. Inleiding	2
2. Proefopzet	2
3. Meetresultaten	4
3.1. Meetresultaten van de voorperiode bij 30°C	4
3.2. Meetresultaten bij 38°C	5
3.3. Meetresultaten bij 44°C	5
3.4. Meetresultaten van de naperiode bij 30°C	5
4. Plantresultaten	6
5. Conclusies	6
6. Literatuur	7

Bijlagen

## 1. Inleiding

Het onderzoek naar de oorzaak van de heetstookschade bij hyacintebollen is tot nu toe benaderd met het waarnemen van uitwendige schadeverschijnselen. Tussende mate van circulatie, ventilatie en mechanische beschadiging van de bollen en het optreden van heetstookschade is geen verband aangetoond (1).

De vraag is nu, of het onderzoek naar de oorzaak van de heetstookschade zich niet meer moet richten op inwendige factoren.

Het Sprenger Instituut heeft de beschikking over een isotherme calorimeter, waarmee het mogelijk is nauwkeurig de warmte-ontwikkeling van individuele bloembollen te bepalen (2). Hiermee is nagegaan of schade aan bollen reeds in een vroegtijdig stadium kan worden vastgesteld aan de hand van het warmteproduktieniveau.

De gedachte die aan dit onderzoek ten grondslag ligt is, dat wellicht een meetmethode ontwikkeld kan worden waarmee het mogelijk is op grond van het gemeten warmteproduktieniveau voorspellingen te doen omtrent het uitplantresultaat.

Onderzocht is of er verband bestaat tussen het warmteproduktieniveau en de eventueel later geconstateerde schade bij uitplant.

Verder is nagegaan of de hoge temperatuur en/of de tijdsduur die voor de heetstookbehandeling wordt gehanteerd wellicht schadelijk is voor de bollen. Uit oriënterende metingen is n.l. gebleken, dat de warmteproductie van hyacintebollen bij 44°C lager ligt dan die bij 38°C (Intern verslag no. 300, Sprenger Instituut). Ook Van Dolk en Van Slogteren (3) hebben gevonden, dat de ademhaling boven 40°C afneemt.

Er zijn gedurende de gehele heetstookbehandeling alsmede in de voor- en de naperiode warmteproduktiemetingen verricht met bollen afkomstig uit de heetstookbehandeling (30°, 38° en 44°C).

## 2. Proefopzet

Voorwaarde om een eventuele relatie te kunnen vaststellen tussen het niveau van de gemeten warmte-ontwikkeling en later bij de bloei geconstateerde schade is, dat bij de proefpartij zowel gezonde bollen als bollen met schade aanwezig dienen te zijn.

Het onderzoek is uitgevoerd met de cultivar Pink Pearl, ziftmaat 13/14, omdat uit een voorgaand onderzoek (1) o.m. gebleken is, dat deze cultivar gevoeliger is voor heetstookschade dan bv. de cultivars Carnegie of Ostara.

Verder is de heetstookbehandeling op een laat tijdstip gegeven waarbij bekend is, dat de kans op schade toeneemt.

Opgemerkt kan worden dat de proefpartij is samengesteld uit bollen van verschillende herkomst.

Warmteproduktiemetingen zijn o.m. verricht zowel tijdens de voor- als de naperiode bij 30°C.

Tevens zijn metingen uitgevoerd gedurende de heetstookbehandeling bij 38°C en 44°C. Na afloop van de naperiode (4 weken bij 30°C) zijn de bollen geplant op de proeftuin te Breezand en beoordeeld bij de bloei.

Om na te gaan in hoeverre de temperatuur van 44°C gedurende 3 dagen schadelijk is voor de bollen zijn ook metingen gedaan met bollen die de heetstookbehandeling van 3 dagen 44°C niet hebben ondergaan. Deze bollen zijn na het eerste gedeelte van de heetstookbehandeling (2 weken 38°C) opgeslagen bij 30°C.

Verder is met een aantal bollen een andere eveneens gebruikelijke heetstookbehandeling uitgevoerd waarbij de bollen 4 weken bij 38°C werden opgeslagen in plaats van 2 weken bij 38°C en 3 dagen 44°C.

Ook tijdens deze behandeling zijn warmteproduktiemetingen uitgevoerd.

Elke warmteproduktiemeting is verricht met 1 hyacintebol. Hiertoe is telkens een bol in een gesloten aluminium vat geplaatst waarvan de inhoud ca. 400 cc bedraagt en de temperatuur is nabij de behandeltemperatuur op dat moment.

Na het inzetten duurt het ca. 6 à 8 uur voordat een nauwkeurige registratie van de warmteproductie plaats kan vinden. Dit vindt zijn oorzaak in het feit, dat enerzijds de temperatuur van het vat met de bol en de temperatuur van de calorimeter zich moeten egaliseren en anderzijds dat na het openen van de calorimeter het meetsysteem thermisch weer in balans moet komen. Per dag (24 uur) kunnen hierdoor maximaal 2 metingen worden uitgevoerd.

(Momenteel heeft het S.I. de beschikking over calorimeters waarin 3 respectievelijk 4 monsters tegelijkertijd kunnen worden gemeten; dit was nog niet het geval in de periode waarin het heetstookonderzoek werd uitgevoerd).

Omdat de heetstookperiode bij 44°C slechts 3 dagen in beslag neemt en meerdere metingen gewenst zijn is de partij gesplitst en is tweemaal een heetstookbehandeling uitgevoerd (zie tijdschema fig. 1).

Om de bollen dezelfde heetstookbehandeling te kunnen geven is hiertoe de lengte van de voorperiode verschillend gekozen. De heetstookbehandeling is uitgevoerd in thermostaatbaden waarvan de temperatuur nauwkeurig ( $< \pm 0,1^{\circ}\text{C}$ ) geregeld werd.

De bollen werden in de thermostaatbaden geplaatst in glazen wekflessen van 3 liter inhoud. Deze werden geheel ondergedompeld in de vloeistof. Ventilatie is verkregen door continu een luchtstroom door de flessen te leiden. De lucht werd op de juiste temperatuur gebracht door deze eerst door een koperen spiraal te leiden die zich eveneens in de thermostaatbak bevond.

Na elke meting werd de bol van een nummer voorzien en weer teruggelegd bij de proefpartij.

De controlepartij, dit zijn bollen waar geen meting mee werd uitgevoerd en die op dezelfde wijze werden opgeslagen, bestond uit 50 stuks.

Zowel de controlepartij als de bollen waarmee de metingen zijn uitgevoerd zijn uitgeplant op de proeftuin te Breezand.

Totaal zijn 76 metingen verricht in de periode van 1 augustus 1979 tot 23 november 1979.

In het tijdschema (fig. 1) is aangegeven op welke data de metingen zijn uitgevoerd alsmede bij welke temperatuur en op welk tijdstip van de behandeling.

In de voorperiode bij 30°C zijn 8 metingen uitgevoerd. Gedurende de heetstookperiode bij 38°C zijn 25 metingen verricht. Bij de 44°C behandeling konden slechts 6 metingen worden uitgevoerd en gedurende de naperiode bij 30°C zijn tenslotte 25 metingen verricht.

### 3. Meetresultaten

#### 3.1. Meetresultaten van de voorperiode bij 30°C

Gedurende de voorperiode zijn een 8-tal metingen uitgevoerd.

Deze periode is voornamelijk benut om de calorimeter te ijken bij de respectievelijk temperaturen 30, 38 en 44°C alsmede om de proefopstellingen te bouwen, nl. thermostaatbaden bij dezelfde temperaturen (zie bijlage 1).

In tabel 1 is de warmteproductie gegeven zoals die is gemeten bij 30°C.

Deze bollen hebben vervolgens de normale heetstookbehandeling ondergaan.

Voor wat betreft de plantresultaten is gebleken, dat deze bollen wel zijn opgekomen, maar dat geen enkele een bloem gevormd heeft. Gezien de spreiding van het warmteproductieniveau gemeten tijdens de voorperiode bij 30°C is dit niveau niet representatief voor het uitplantresultaat.

### 3.2. Meetresultaten bij 38°C

Proef 9 t/m 13 en proef 17 t/m 22 zijn gemeten tijdens de 2 weken heetstookbehandeling bij 38°C, hebben daarna 3 dagen 44°C ondergaan en zijn vervolgens nog opgeslagen bij 30°C. De uitplantresultaten waren als volgt: alle bollen zijn opgekomen alleen de onderstreepte proefnummers hebben een bloem gevormd.

Proef 27 t/m 31 zijn gemeten tijdens de 3e en 4e week bij 38°C, dus de andere heetstookbehandeling waarbij geen 44°C wordt gegeven. Deze bollen vertonen al vanaf het begin van de derde week een verdubbeling van het warmteproduktieniveau. Het warmteproduktieniveau is hier significant verschillend.

Geen van deze bollen heeft een bloem gevormd. Hier kan sprake zijn van een relatie warmteproduktieniveau en uitplantresultaat.

### 3.3. Meetresultaten bij 44°C

Opvallend is dat het warmteproduktieniveau gemeten tijdens de 2e heetstookbehandeling bij 44°C ca. 50% hoger ligt dan het niveau van de eerste heetstookbehandeling.

Bovendien hebben de bollen met het hoge warmteproduktieniveau alle drie een bloem gevormd, dit in tegenstelling met die van het lage niveau waarbij geen bloem gevormd is.

Het lage warmteproduktieniveau bij 44°C blijkt in vergelijking met het niveau gemeten bij 38°C niet hoger te zijn.

Kennelijk is hier sprake van schade van de bollen. Het beeld komt overeen met datgene wat Dolk en Van Slochteren (3) indertijd hebben gevonden, nl. dat de ademhaling van hyacintebollen toeneemt tot ca. 40°C en daarboven afneemt.

De bollen van de proefnummers 25 t/m 26 vertonen een zodanige warmteproduktieverhoging als op grond van de Arrhenius vergelijking,  $Q = A \exp - (B/T)$ , verwacht mag worden.

### 3.4. Meetresultaten van de naperiode bij 30°C

Deze metingen kunnen in drie groepen worden verdeeld, nl. groep 1 betreft de bollen, die de normale heetstookbehandeling hebben ondergaan (tabel 4).

Groep 2 betreft de bollen die wel 2 weken 38°C hebben gekregen echter niet de 44°C behandeling (tabel 5.)

Het warmteproduktieniveau is niet verschillend ten opzichte van de bollen die de normale heetstook hebben gekregen. (vergelijk groep 1 en groep 2).

Toch hebben op één uitzondering na alle bollen een bloem gevormd. Dit geeft aan, dat de heetstookbehandeling bij 44°C schade kan berokkenen aan de bollen en sluit dus aan bij de meetgegevens van de 44°C meting. Of de bol beschadigd is is niet vast te stellen aan de hand van het warmteproduktieniveau in de naperiode bij 30°C.

Groep 3 dit zijn de bollen die 4 weken bij 38°C zijn opgeslagen (tabel 6).

Voor deze metingen geldt ook, dat aan de hand van de gemeten warmteproductie in de naperiode bij 30°C niet is te voorspellen of de bol al dan niet een bloem vormt. Dit in tegenstelling tot de meting bij 38°C gedurende de derde en vierde week van de heetstookbehandeling. Bol nr. 43 en 63 hebben een bloem van slechte kwaliteit gevormd. De overige hebben in het geheel geen bloem gevormd.

#### 4. Plantresultaten

1. Van de controlepartij (50 bollen), dit zijn bollen die de normale heetstook hebben ondergaan, heeft ca. de helft een bloem gevormd (27 stuks).
2. Van de proefpartij hebben 56 bollen een normale heetstookbehandeling ondergaan (2 weken 38°C, 3 dagen 44°C). Hiervan hebben 13 stuks een bloem gevormd (23%).
3. Van de bollen die geen heetstookbehandeling bij 44°C hebben gekregen (9 stuks) hebben er 8 een bloem gevormd (88%).
4. Van de 11 bollen die een heetstookbehandeling hebben ondergaan van 4 weken bij 38°C hebben er 2 een bloem gevormd (18%).

#### 5. Conclusies

- Uit het onderzoek is o.m. gebleken, dat geen relatie aantoonbaar is tussen het warmteproductieniveau gemeten bij 30°C en het uitplantresultaat (tabel 4).
- Voor wat betreft de metingen tijdens de heetstookperiode van 4 weken 38°C is gebleken, dat het warmteproductieniveau vanaf de derde week een toename vertoont van ca. 100%. Geen van deze bollen hebben een bloem gevormd.  
Kennelijk is de opslagtijd langer dan 2 weken 38°C schadelijk. Er is hier mogelijk sprake van een relatie warmteproductieniveau en uitplantresultaat.  
Verondersteld wordt, dat aanvankelijk geen inwendige schade aanwezig was, maar dat de bollen schade ondervinden indien ze te lang (langer dan 2 weken) bij 38°C worden opgeslagen.  
Dit sluit aan bij de gemeten warmteproductie bij 30°C van een duidelijk zichtbare "verstookte" bol waarvan de warmteproductie hoger is dan alle andere waarden, gemeten in de naperiode bij 30°C.

- Bij de metingen gedurende de heetstookbehandeling bij 44°C is gebleken, dat van een aantal bollen het warmteproduktieniveau 50% lager ligt (tabel 3). Deze bollen hebben geen bloem gevormd. De andere bollen gemeten bij 44°C vertonen een warmteproduktieniveau, dat verwacht kon worden volgens de Arrhenius vergelijking, waarbij wordt aangenomen dat de warmteproductie een functie is van de temperatuur ( $q = A \exp - B/T$ ).

Deze bollen hebben wel een bloem gevormd.

Kennelijk is hier mogelijk ook sprake van een relatie warmteproduktieniveau en uitplantresultaat.

Verondersteld wordt, dat bollen waarin geen inwendige schade aanwezig is de heetstooktemperatuur bij 44°C goed kunnen doorstaan, terwijl bollen die reeds schade bevatten niet tegen deze temperatuur bestand zijn.

#### Verder onderzoek

Het verdient aanbeveling het onderzoek voort te zetten omdat aanwijzingen verkregen zijn dat met behulp van de isotherme calorimeters het wellicht mogelijk is op grond van het gemeten warmteproduktieniveau voorspellingen te doen omtrent het uitplantresultaat.

Hiertoe is het noodzakelijk dit onderzoek te herhalen en toe te spitsen op warmteproduktiemetingen tijdens de heetstookbehandeling.

Er wordt gedacht aan een mogelijkheid om inwendige schade van bollen in een vroegtijdig stadium (voor de heetstook) te kunnen defecteren en wel aan de hand van warmteproduktiemetingen bij 44°C. Mogelijk is deze temperatuur kritisch voor bollen in die zin, dat bollen die reeds schade vertonen niet bestand zijn tegen deze temperatuur, hetgeen zich manifesteert in een lager warmteproduktieniveau dan volgens de Arrheniusvergelijking verwacht mag worden.

#### 6. Literatuur

1. Looijesteijn, F.X.C., H.A.M. Boerrigter en B.J.L. Veltman.

Invloed van de ventilatie, circulatie en mechanische beschadiging van de bollen op het optreden van heetstookschade bij hyacinten, rapport no. 2021, juni 1979. Sprenger Instituut, Wageningen.

2. Verbeek, W.

Calorimetrische bepaling van het vriespunt, de enthalpie en de warmteproductie van leliebollen cv. Enchantment na opslagtemperaturen beneden het vriespunt. Rapport no. 2025, juni 1979, Sprenger Instituut, Wageningen.



3. Dr. H.F. Dolk en prof. dr. E. van Slogteren.

Über die Atmung und die ~~Absterberschleimungen~~ bei höheren Temperaturen in Zusammenhang mit der Bekämpfung der Gelbkrankheit (1930).

Wageningen, 7 mei 1980

WV/MJ

Tabel 1. De warmteproductie gemeten in de voorperiode bij 30°C

proefnr.	datum	warmteproductie (W/t)	opmerkingen
1	3- 8-'79	63	
2	19- 8-'79	59	gem. 49 W/t
3	25- 8-'79	37	
4	28- 8-'79	55	standaardafwijking
5	30- 8-'79	49	S = 14.3
6	3- 9-'79	34	variatiecoëff.
7	5- 9-'79	67	V = 29%
8	8- 9-'79	29	

Tabel 2. De warmteproductie gemeten tijdens de heetstookperiode bij 38°C.

proëfnr.	datum	warmteproductie (W/t)	opmerkingen
9	9- 9-'79	86	1e heetstookperiode van 2 weken bij 38°C gem. 104 W/t standaardafwijking S = 12,8 variatiecoëff. V = 12%
10	13- 9-'79	98	
11	15- 9-'79	118	
12	19- 9-'79	114	
13	21- 9-'79	104	
<u>17</u>	29- 9-'79	<u>103</u>	2e heetstookperiode van 2 weken bij 38°C  gem. 108 W/t standaardafwijking S = 34,0 variatiecoëff. V = 31%
<u>18</u>	1-10-'79	<u>104</u>	
<u>19</u>	3-10-'79	<u>102</u>	
20	4-10-'79	102	
<u>21</u>	5-10-'79	<u>99</u>	
22	6-10-'79	137	
27	13-10-'79	219	Deze bollen zijn gemeten gedurende de derde en vierde week bij 38°C standaardafw. S = 10,9 V = 5% gem. 208 W/t
28	16-10-'79	205	
29	17-10-'79	214	
30	18-10-'79	212	
31	19-10-'79	191	

De onderstreepte proefnummers hebben een bloem gevormd.

## BIJLAGE 3

Tabel 3. De warmteproductie gemeten tijdens de heetstookperiode bij 44°C.

proefnr.	datum	warmteproductie (W/t)	opmerkingen
14	25-9-'79	98	gem. 99 W/t S = 1,22 V = 1,2%
15	26-9-'79	100	
16	27-9-'79	98	
<u>24</u>	9-10-'79	<u>150</u>	S = 6,9 V = 4,5%
<u>25</u>	10-10-'79	<u>162</u>	gem. 154 W/t
<u>26</u>	11-10-'79	<u>150</u>	

De onderstreepte proefnummers hebben een bloem gevormd.

Tabel 4. Groep 1 Warmteproduktie gemeten in de naperiode bij 30°C (normale heetstookbehandeling).

proefnr.	datum	warmteproduktie	opmerkingen
32		133	
33		106	gem. 111 W/t
39		90	(verstookte bol
40		95	niet meegerekend)
44		88	S = 30,0
45		85	V = 27%
46		71	
51		84	
52		70	slechte bloem
53		177	verstookte bol
<u>54</u>		<u>68</u>	bloem
55		68	
56		89	
61		104	
<u>62</u>		<u>134</u>	bloem
64		126	
65		148	
<u>66</u>		<u>137</u>	bloem
69		160	
71		167	
72		119	
73		132	
74		141	
75		132	
76		119	

BIJLAGE 5

Tabel 5. Groep 2 Warmteproduktie gemeten in de naperiode bij 30°C (2 weken 38°C, geen 44°C).

proefnr.	datum	warmteproduktie	opmerkingen
<u>34</u>		75	
<u>35</u>		125	
<u>37</u>		73	
<u>38</u>		76	gem. 92 W/t
41		69	
<u>50</u>		68	S = 27,2
<u>59</u>		102	V = 29%
<u>60</u>		92	
<u>67</u>		144	

Tabel 6. Groep 3 Warmteproductie gemeten in de naperiode bij 30°C (4 weken 30°C)

proefnr.	datum	warmteproductie	opmerkingen
36		187	
42		141	
43		129	
47		137	gem. 142 W/t
48		115	
49		130	S = 37,9
57		107	V = 27%
58		116	
63		236	
68		145	
70		120	

TIJDSHEMA WARMTEPRODUCTIE- METINGEN

