

SPRENGER INSTITUUT  
Haagsteeg 6, 6708 PM Wageningen  
Tel.: 08370-19013

*(Publikatie uitsluitend met  
toestemming van de directeur)*

RAPPORT NO. 2126

W. Verbeek

CALORIMETRISCH ONDERZOEK NAAR DE OPTIMALE  
BEWAARTEMPERATUUR VAN NERINEBOLLEN  
(BOWDENII CV. FAVOURITE)

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

I N H O U D

	blz.
1. Inleiding	2
2. Proefopzet	2
3. Meetresultaten	3
4. Conclusies	4
5. Discussie	4
6. Literatuur	6

## 1. Inleiding

In verband met vragen uit de praktijk is met behulp van de isotherme calorimeter (1) nagegaan in hoeverre het mogelijk is op een betrekkelijk snelle wijze de optimale bewaartemperatuur van nerine bollen Bowdenii cv. Favourite vast te stellen.

Als ondergrens van de bewaartemperatuur wordt het "vriespunt" gehanteerd. Onder het vriespunt wordt verstaan de temperatuur waarbij de eerste ijskristallen gevormd worden.

Als bovengrens wordt beschouwd, die temperatuur waarbij het warmteproductieniveau ten gevolge van de ademhaling niet meer afneemt door verdere temperatuurverlaging.

## 2. Proefopzet

De proefpartij nerinebollen is ter beschikking gesteld door Tuinbouwplantenteelt (LH). De bollen zijn geroid in nov. '79. Het betreft bollen, die afkomstig zijn van de volle grond. Er zijn ook enkele metingen verricht met bollen afkomstig uit de kas. Gedurende de meetperiode zijn de bollen bewaard bij  $+ 0,5^{\circ}\text{C}$  in een koelcel uitgerust met een zgn. natte koeler.

De relatieve vochtigheid bedroeg 96% RV. Zowel de temperatuur als de relatieve vochtigheid in deze koelcel zijn zeer constant.

Elke meting is uitgevoerd met een individuele bol. Hiertoe is het produkt in een aluminium vat geplaatst waardoor lucht wordt geleid. Na het inzetten duurt het ca. 6 uur voordat nauwkeurige registratie van de warmte-ontwikkeling kan plaatsvinden. Dit houdt verband met het feit, dat enerzijds de bol de temperatuur van de meter moet aannemen en anderzijds dat na het inzetten van de monstervaten (er kunnen tegelijkertijd 4 metingen worden uitgevoerd) het meetsysteem van de calorimeter thermisch weer in balans moet komen.

De warmteproductiemetingen zijn uitgevoerd met temperatuurstappen van ca.  $1^{\circ}\text{C}$  in het temperatuurgebied tussen  $+5^{\circ}\text{C}$  en  $-2^{\circ}\text{C}$ . De warmteproductie van elke meting boven  $0^{\circ}\text{C}$  is 2 à 3 dagen geregistreerd; dit om voldoende zekerheid te verkrijgen omtrent de constantheid.

De metingen beneden  $0^{\circ}\text{C}$  zijn gedurende tenminste 1 week of langer uitgevoerd, hetgeen noodzakelijk is om vast te stellen of al dan niet een vriespunt wordt bereikt (onder het vriespunt wordt verstaan, de temperatuur waarbij de eerste ijskristallen worden gevormd).

Gebleken is nl., dat het vrieseffect soms pas optreedt nadat de bol zich enkele dagen op de betreffende temperatuur bevindt.

Gezien de tijdsduur van elke meting en het feit, dat het enkele dagen duurt voordat de calorimeter na een wijziging van de temperatuur opnieuw een temperatuurevenwicht bereikt heeft hebben de metingen ca. 2 maanden in beslag genomen. Het is mogelijk, dat hierdoor een invloed van de tijd op de warmteproductie ontstaat met andere woorden de warmteproductie behoeft geen constante te zijn als functie van de tijd. Gedurende de gehele meetperiode zijn dan ook herhalingsmetingen uitgevoerd bij  $2,2^{\circ}\text{C}$  ter controle van deze mogelijke invloed.

### 3. Bespreking meetresultaten

Uit tabel I blijkt, dat gezien de spreiding in de metingen het warmteproductieniveau bij  $2,2^{\circ}\text{C}$  niet aantoonbaar verandert gedurende de betreffende meetperiode waarin de metingen hebben plaatsgevonden.

De warmteproductie bij  $2,2^{\circ}\text{C}$  bedraagt gemiddeld 21 W/t. Bij  $5,0^{\circ}\text{C}$  is het warmteproductieniveau significant hoger dan bij  $2,2^{\circ}\text{C}$ , nl. 37 W/t (zie tabel II).

Bij  $3,8^{\circ}\text{C}$  is het verschil met  $2,2^{\circ}\text{C}$  al niet meer significant. De warmteproductie is bij die temperatuur 25 W/t. De tendens is wel, dat het niveau iets hoger is dan bij  $2,2^{\circ}\text{C}$ . De warmteproductie bij  $3,0^{\circ}\text{C}$ ,  $2,2^{\circ}\text{C}$  en  $1,2^{\circ}\text{C}$  ligt op hetzelfde niveau ca. 20 W/t.

Dit niveau neemt bij temperatuurverlaging tot  $0,2^{\circ}\text{C}$ ,  $-0,5^{\circ}\text{C}$  en  $-0,7^{\circ}\text{C}$  nog iets af; echter ook hier is het verschil niet significant.

Bij  $-0,9^{\circ}\text{C}$  beginnen de bollen te bevriezen. Bij deze temperatuur worden na resp. 5 en 7 dagen de eerste ijskristallen gevormd en bevriest de bol voor resp. 14% en 9% van het gewicht. De zwaarste bol (74 gr.) bevriest later dan de lichtere bol (47 gr.).

Het droge stofgehalte van nerinebollen is op het Sprenger Instituut bepaald en bedraagt 22%. Het overige deel (78%) bestond uit water. Het droge stofgehalte zal gedurende de bewaartijd niet constant zijn, dit is niet nader vastgesteld (bepaling: 25-3-'80).

Uit tabel III blijkt, dat bij verdere verlaging van de temperatuur tot  $-1,2^{\circ}\text{C}$  en  $-1,7^{\circ}\text{C}$  een groter gedeelte van de bol bevriest. (figuur 1, 2 en 3).

Het is niet bekend in hoeverre het bevriezen schadelijk is voor de bollen. Wel is gebleken, dat na ontdooien de celwanden zijn beschadigd zodat gesteld kan worden dat het invriezen niet tot een kwaliteitsverbetering kan leiden.

Bij temperatuurverlaging beneden  $1,0^{\circ}\text{C}$  is de tendens dat de warmteproductie nog verder daalt van ca. 21 W/t naar ca. 16 W/t, alhoewel het verschil niet significant is. (Tabel II).

Een opslagtemperatuur tussen  $-0,5^{\circ}\text{C}$  en  $+0,5^{\circ}\text{C}$  kan wellicht toch zinvol zijn, immers voor de jaarrond teelt is een langere bewaarperiode van groot belang en dient uitputting van de bol tot een minimum te worden beperkt.

Voor wat betreft de metingen van de bollen afkomstig uit de kas is gebleken dat het warmteproduktieniveau lager ligt dan die van bollen afkomstig uit de vollegrond. (Tabel 4).

#### 4. Conclusies

1. De momenteel voorgeschreven opslagtemperatuur van nerine Bowdenii van  $+2^{\circ}\text{C}$  (lit. 3) is, indien de keuze van deze temperatuur op grond van de gemeten warmteproductie zou moeten geschieden een juiste keuze.  
Verlaging van deze temperatuur tot  $1^{\circ}\text{C}$  geeft geen verlaging van dit ademhalingsniveau.  
Er is een tendens, dat een marginale verlaging van dit niveau bereikt zou kunnen worden door de bollen op te slaan tussen  $-0,5^{\circ}\text{C}$  en  $+0,5^{\circ}\text{C}$ .
2. Het vriespunt van nerine Bowdenii (dit is de temperatuur waarbij de eerste ijskristallen gevormd worden) ligt tussen  $-0,5^{\circ}\text{C}$  en  $-0,9^{\circ}\text{C}$ . Het vriespunt kan worden gehanteerd als veilige grens met andere woorden dat overschrijding van deze temperatuur schade aan de bollen kan veroorzaken.  
Bij  $-0,9^{\circ}\text{C}$  bevriezen de bollen voor ca. 10%.
3. Uit de warmteproduktiemetingen kan een temperatuurgebied worden afgeleid waarbij de warmteproductie praktisch constant is en temperatuurverlaging geen verdere verlaging van het ademhalingsniveau meer oplevert. Het opgeven van een temperatuurgebied is zinvol, omdat vrijwel elke koelcel spreiding vertoont voor wat betreft de temperatuur, hetgeen enerzijds komt door fluctuaties veroorzaakt door de werking van de thermostaat, en anderzijds een gevolg is van onvolgende luchtbeweging in delen van de opslagruimte of het gevolg is van de wijze van de verpakking. Het veilige opslaggebied voor wat betreft de temperatuur ligt op grond van de warmteproduktiemetingen tussen  $-0,5^{\circ}\text{C}$  en  $+3,0^{\circ}\text{C}$ . Rekening houdend met vóórkomende temperatuurspreiding in de opslagruimte voor  $\pm 1,5^{\circ}\text{C}$  zou op deze basis een optimale bewaartemperatuur van  $+1,0^{\circ}\text{C}$   $\pm 1,5^{\circ}\text{C}$  geadviseerd kunnen worden.

Beschikt men over een bewaarcel waarin de temperatuurfluctuaties gering zijn (bv. indirect koelsysteem of zgn. nat koelsysteem) en is het gewenst om in verband met jaarrond teelt de bollen langdurig te bewaren dan wordt aanbevolen de bollen op te slaan bij een lagere temperatuur, die ligt tussen  $-0,5^{\circ}\text{C}$  en  $+0,5^{\circ}\text{C}$ .

## 5. Discussie

Met behulp van de isotherme calorimeters is het mogelijk om op een betrekkelijk snelle wijze op grond van het ademhalingsniveau de optimale bewaar temperatuur van bloembollen te bepalen.

Tot op heden is deze optimale bewaar temperatuur bepaald van leliebollen cv. Enchantment (gebied van  $-1^{\circ}\text{C}$  tot  $-3^{\circ}\text{C}$ ) en nerinebollen Bowdenii (gebied van  $+0^{\circ}\text{C}$  tot  $+3^{\circ}\text{C}$ ).

In feite waren deze temperaturen reeds bekend en empirisch tot stand gekomen door de bollen bij verschillende temperaturen op te slaan en vervolgens de bloeieresultaten te bekijken (2). Deze empirische methode neemt veel tijd in beslag, zeker voor wat betreft nerinebollen omdat deze over meerdere jaren opgeslagen en uitgeplant dienen te worden alvorens men zekerheid verkrijgt over de optimale bewaar temperatuur. De nerinebollen blijven in tegenstelling met de leliebollen (eenmalig) meerdere jaren in cultuur en kunnen bv. afhankelijk van de teelt (binnen of buiten) verschillen in constitutie hetgeen mogelijk verschillende bewaarcondities vraagt.

Bekend is, dat momenteel in de praktijk geprobeerd wordt nerinebollen op te slaan bij temperaturen beneden  $0^{\circ}\text{C}$  analoog aan de leliebollen bewaring. Op grond van het verrichte onderzoek echter, moet op voorhand reeds getwijfeld worden aan het resultaat omdat:

1. Het vriespunt van nerinebollen Bowdenii tussen  $-0,5^{\circ}\text{C}$  en  $-0,9^{\circ}\text{C}$  ligt. Opslaan bij temperaturen tussen  $-1,0^{\circ}\text{C}$  en  $-3,0^{\circ}\text{C}$  zal niet succesvol zijn, omdat uit het onderzoek is gebleken, dat bij  $-1,7^{\circ}\text{C}$  de bol reeds voor 50% bevroren is.

Het vriespunt voor leliebollen cv. Enchantment daarentegen ligt op  $-3,0^{\circ}\text{C}$ . Het bewaren van leliebollen in het temperatuurgebied tussen de  $-1,0^{\circ}\text{C}$  en  $-3,0^{\circ}\text{C}$  behoeft dan ook geen problemen te geven.

2. Het warmteproduktieniveau van nerinebollen neemt bij temperatuurverlaging beneden  $0^{\circ}\text{C}$  niet verder af. Verdere temperatuurverlaging met als doel het ademhalingsniveau te reduceren heeft dus geen zin.

Bij leliebollen daarentegen neemt tijdens de bewaring boven 0°C het warmteproduktieniveau toe tegelijkertijd met het optreden van spruitvorming. Gebleken is, dat in dat geval de spruitvorming en dus ook het ademhalingsniveau geremd kan worden bij temperaturen beneden 0°C.

Het verdient aanbeveling van die tuinbouwprodukten waarvan de optimale bewaar-temperatuur nog niet of onvoldoende bekend is het proefplan voor wat de verschillende bewaar-temperaturen voor het onderzoek betreft vooraf te laten gaan door metingen van de warmteproduktie bij verschillende temperaturen waardoor op een betrekkelijk snelle wijze een gebieds afbakening wordt bereikt en zodoende tijd, moeite en produkt bespaard kunnen worden.

## 6. Literatuur

### 1. Verbeek, W.

Calorimetrische bepaling van het vriespunt en de enthalpie van leliebollen.  
Koeltechniek 73 (1980) nr. 3.

### 2. Staden, O.L. en W. Maas.

Het "invriezen" van de leliebol cv. Enchantment.  
Bloembollencultuur, 21 oktober 1977, blz. 361.

### 3. Sytsema, E.W.

Effects of storage and date of planting on flowering and bulb growth of nerine Bowdenii.  
Proefstation voor de Bloemisterij, Mededeling no. 44, Aalsmeer.

Wageningen, 20 mei 1980

WV/MJ

Tabel I. Meetresultaten bij +2,2°C.

datum	warmteproductie W/t	gemiddeld	spreiding $\sigma$
28-1-1980	16 - 18 - 26	20	5,29
6-3	17 - 19 - 31 - 18	21	6,56
10-3	14 - 25 - 22 - 33	23,5	7,85
13-3	19 - 18 - 22 - 20	20	1,73
20-3	28 - 24 - 21 - 17	23	4,69
24-3	23 - 23 - 19 - 19	21	2,31
31-3	17 - 18 - 18 - 14	17	1,9
totaal gem.		21	$\sigma = 4,75$
variatiecoëfficiënt $V = 23\%$			

Tabel II. Meetresultaten bij enkele temperaturen.

temp.	warmteproductie (W/t)	gemiddeld (W/t)	spreiding $\sigma$ + variatiecoëff. V $\sigma$ V
5°C	33 - 39 - 43 - 32	37	5,20 14%
3,8°C	24 - 23 - 27 - 25	25	1,73 7%
3,0°C	23 - 20 - 20 - 22	21	1,53 7%
2,2°C	{ 20 - 21 - 23,5 - 20 - 23 - 21 - 17	21	4,75 23%
1,2°C	22 - 22 - 17	20	2,92 14,6%
0,2°C	16 - 15 - 14	15	1,00 7%
-0,5°C	17 - 16 - 15 - 17 - 16 - 15 - 16	16	1,00 5,1%
-0,7°C	21 - 18 - 13 - 14 - 14 - 15 - 20 - 23 - 16	17	3,55 5,1%



Tabel III. Gemeten enthalpie bij 3 temperaturen, alsmede het invriespercentage berekend uit de ijsfractie

	temperatuur		
	-0,9°C	-1,2°C	-1,7°C
enthalpie (J/g)	-29 tot -47	-70 tot -107	-135
ijsfractie (%)	11 tot 18	27 tot 41	52
ingevroren deel van de bol (%)	9 tot 14	21 tot 32	41

Tabel IV. Meetresultaten bij enkele temperaturen van bollen afkomstig uit de kas.

temp.	warmteproduktie (W/t)	gemiddeld	spreiding $\sigma$ + variaticoeff. $v$
5°C	22 - 33 - 28 - 30	28	$\sigma$ 4,65 $v$ 17%
3,8°C	21,5 - 15,5 - 18 - 16	18	2,74    15%
2,3°C	15 - 18 - 15	16	1,73    11%
1,2°C	15 - 14 - 16	15	1,00    17%
0,2°C	13 - 10 - 9	11	2,12    19%

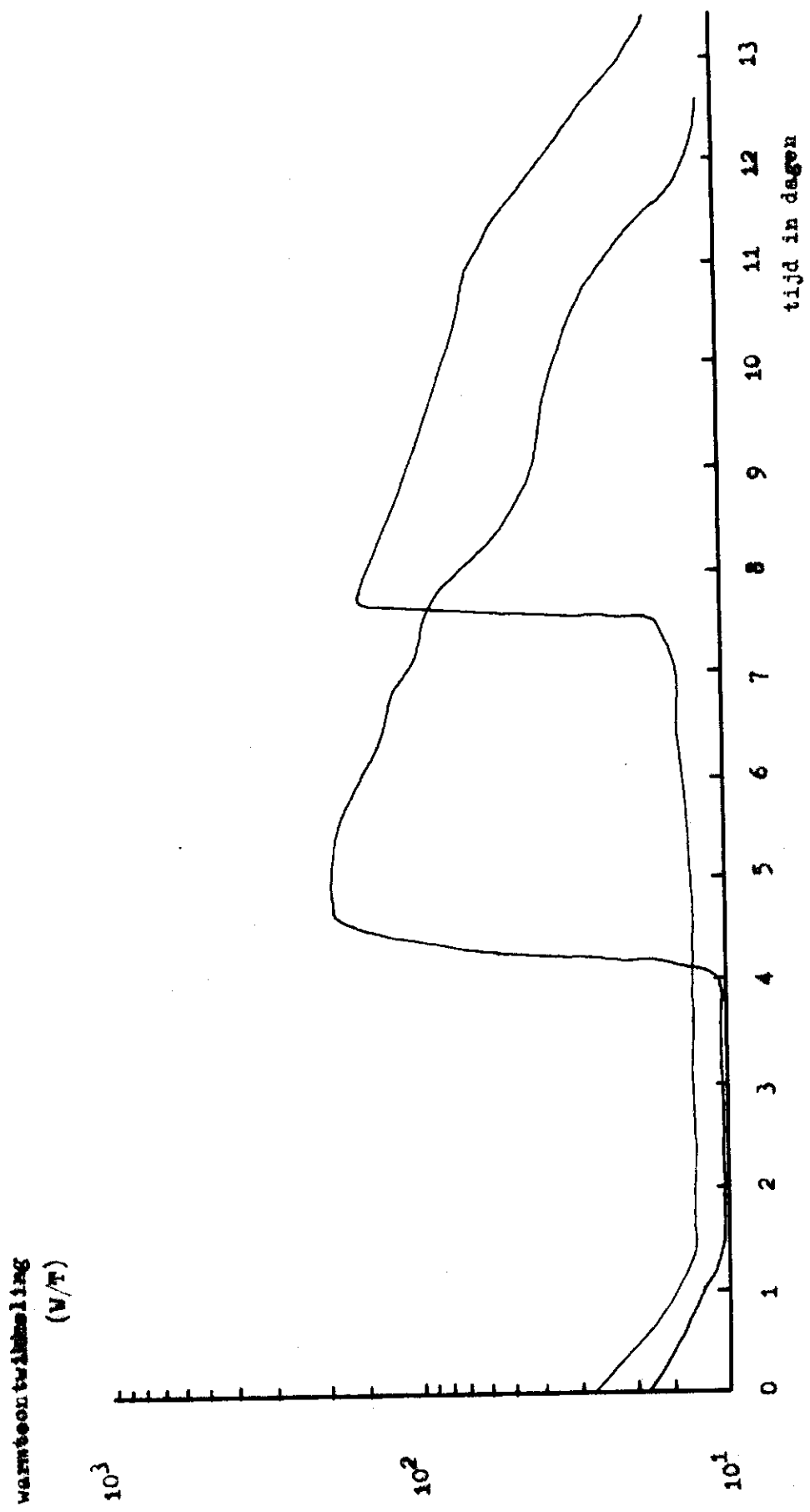


Fig. 1. Het invrieseffect van nerinebollen Bowdenii bij  $-0,9^{\circ}\text{C}$

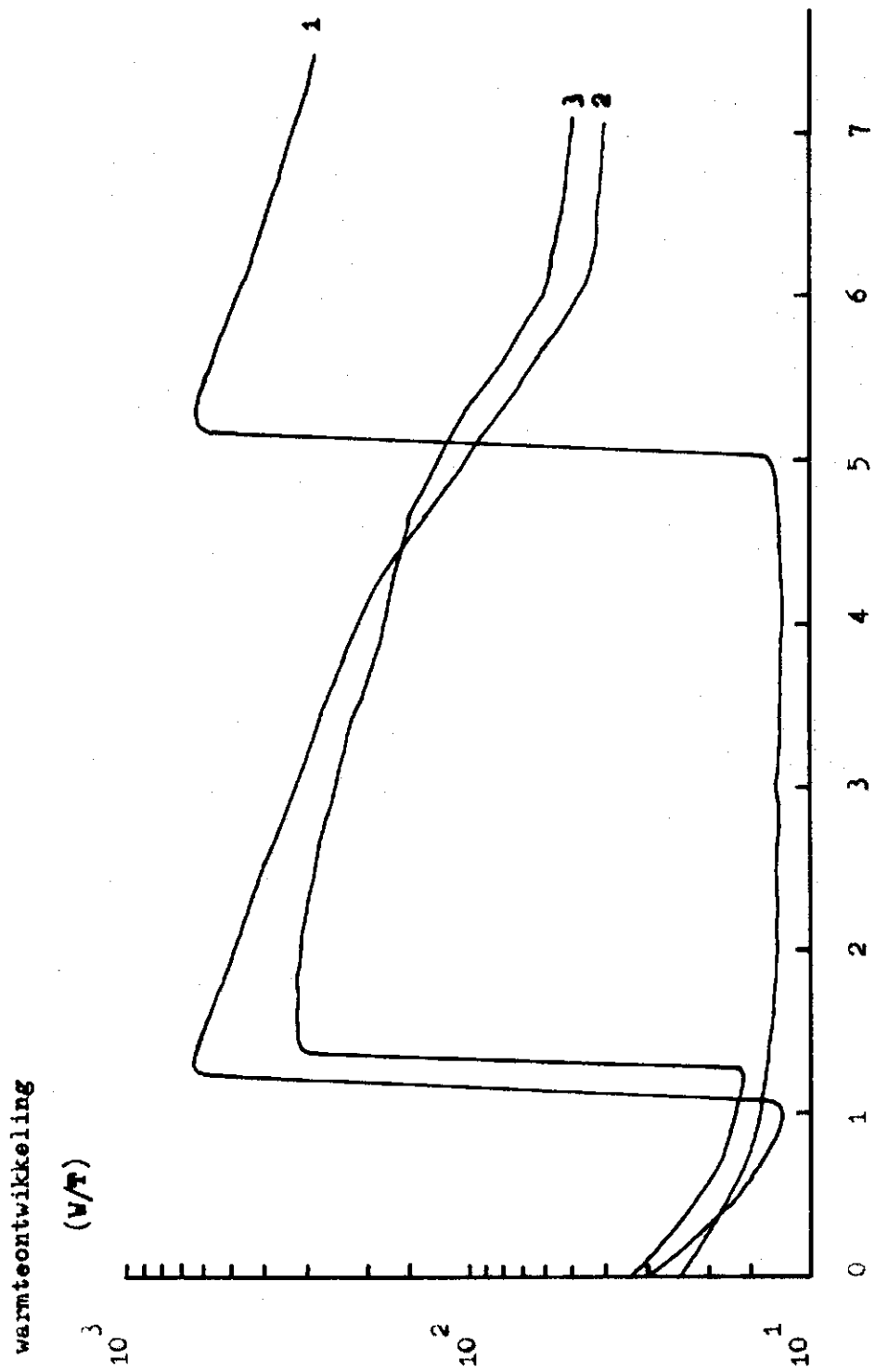


Fig. 2. Het invrieseffect van neriinebollen Bowdenii bij -1,2°C

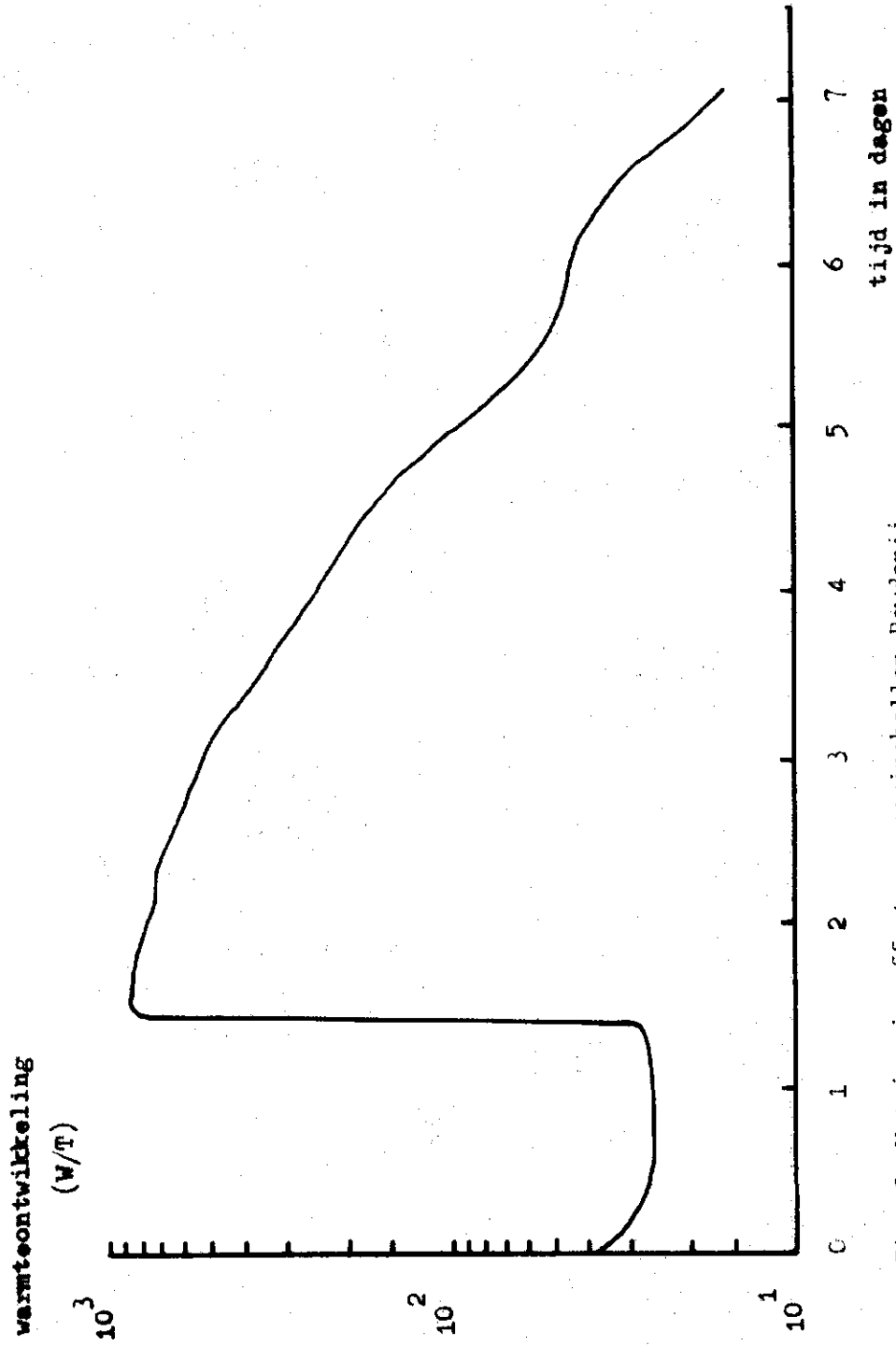


Fig. 3. Het invrieseffect van nerinebollen Bowdenii bij  $-1,7^{\circ}\text{C}$ .