

DIE INVLOED VAN TEMPERATUUR OP BLOEIWYSE-INISIASIE EN  
-DIFFERENSIASIE VAN ORNITHOGALUM THYRSOIDES JACQ.

deur

PETRUS JACOBUS JANSEN VAN VUUREN

Voorgelê ter vervulling van 'n deel van die vereistes  
vir die graad

M.Sc. (Agric.)

In die Fakulteit Landbou  
(Departement Tuinboukunde)  
Universiteit van Pretoria

PRETORIA

Mei, 1983

Leier: Mnr. D.F.A. von Staden

Medeleier: Prof. L.C. Holtzhausen

Eksterne Eksaminator Dr. D.I. Ferreira



\*1228702\*

## DANKBETUIGING

Wanneer 'n navorsingsprojek aangedurf word wat uiteindelik tot 'n verhandeling lei, kan dit nie sonder die hulp, bystand en aanmoediging van ander persone en instansies suksesvol afgehandel word nie. Met hierdie projek was dit ook nie anders nie en dit is met opregte dankbaarheid dat ek die volgende persone en instansies vir hulle bydrae wil bedank:

My vrou en kinders

My moeder

Die personeel van die Departement Tuinboukunde van die Universiteit van Pretoria by name prof. Cas Holtzhausen, mnre. D.F.A. von Staden, Piet van den Bergh en Johan Grundling.

Die direkteur en betrokke personeel van die Instituut vir Tuinbou van Roodeplaat vir die beskikbaarstelling van temperatuur-beheerde kabinette, mnre. A. Barnhoorn van Hadeco vir die plantmateriaal. Prof. A.G.W. Steyn van die Departement Statistiek van die Universiteit van Pretoria.

Die betrokke personeel van die Rekenaarsentrum.

Mev. Susan Pieterse vir die tikwerk.

Mev. Milda Stanton vir die taalkundige versorging.

## INHOUDSOPGAAF

HOOFSTUK	BLADSY
INLEIDING	1
LITERATUUR OORSIG	4
1. Bolstruktuur	4
1.1 Beskrywing van 'n bol	4
1.2 Groei en ontwikkeling	5
1.2.1 Faktore wat groei beïnvloed	6
1.3 Blominisiasie en Differensiasie	8
1.4 Faktore wat ontwikkeling beïnvloed	9
1.4.1 Bolgrootte	9
1.4.2 Stadium van bolontwikkeling	10
1.4.3 Ligintensiteit en daglengte	10
1.4.4 Vernalisasie	12
1.4.5 Temperatuur	13
1.4.5.1 Optimum temperatuur	14
1.4.5.2 Vertraging van ontwikkeling	16
1.5 Opberging van blombolle	16
1.5.1 Hoë-temperatuurbehoefte	17
1.5.2 Lae-temperatuurbehoefte	17
1.5.3 Temperatuurbehoefte van <i>Ornithogalum thyrsoides</i>	17
MATERIAAL EN METODEDES	19
1. Opberging van bolle	19
2. Fiksering	20
3. Disseksie	21
4. Dehidrasie en Infiltrasie	21
5. Voorbereiding van mikroskooppreparate	22
5.1 Sneë	22
5.2 Kleuring	23
5.3 Montering	24
6. Mikroskopiese ondersoek	24
6.1 Differensiasie	24

7.	Temperatuur effek	27
7.1	Invloed van temperatuur op differensiasie	27
7.2	Invloed van temperatuur op die bloei-eienskappe	28
7.2.1	Eienskappe van die eerste bloeiwyse	30
7.2.1.1	Invloed van temperatuur op die bloeidatum	30
7.2.1.2	Invloed van temperatuur op die bloeiperiode	31
7.2.1.3	Invloed van temperatuur op die bloeias- en bloeisteelafmetings	33
7.2.1.4	Invloed van temperatuur op blomgetalle	33
7.2.2	Eienskappe van die tweede bloeiwyse	34
8.	Dataverwerking	34
	RESULTATE	36
1.	Anatomie	36
1.1	Dehidrasie en infiltrasie	36
1.2	Differensiasie	37
2.	Invloed van temperatuur op bloeiwysedifferensiasie	
2.1	Ontwikkelingstempo (Differensiasietempo)	48
3.	Invloed van temperatuur op die bloei-eienskappe	50
3.1	Bloeidatum	50
3.2	Vertraging van bloeidatum	55
3.3	Bloeiperiode	56
3.3.1	Getal dae wat die bloeiwyse esteties aanvaarbaar is.	56
3.4	Bloeias- en bloeisteelafmetings	57
3.4.1	Bloeiaslengte	57
3.4.2	Bloeisteellengte	58
3.4.3	Totale lengte van die bloeiwyse	59
3.4.4	Bloeiasbasisdeursnee	60
3.4.5	Bloeisteelbasisdeursnee	61
3.5	Totale getal blomme wat differensieer	62

BESPREKINGS EN GEVOLGTREKKINGS	63
1. Anatomie	63
1.1 Dehidrasie en infiltrasie	63
1.2 Differensiasie	63
2. Die invloed van temperatuur op bloeiwyse-inisiasie en -differensiasie.	65
2.1 Inisiasie	65
2.2 Ontwikkelingstempo	68
3. Die invloed van temperatuur op die bloei-eienskappe	69
3.1 Bloeidatum	69
3.2 Eienskappe van die bloeiwyse	72
3.2.1 Getal dae wat die bloeiwyse esteties aan= vaarbaar is.	73
3.2.2 Bloeias- en bloeisteelafmetings	73
3.2.3 Blomgetalle	74
3.3 Die invloed van temperatuur op die tweede bloeias	75
OPSOMMING	77
SUMMARY	80
LITERATUURVERWYSINGS	83

## INLEIDING

Die aarde in geheel het beperkte dele waar plantegroei moontlik is. Hierdie terrestriële habitat is weer onderverdeel in 'n groot verskeidenheid van habitatte. Elke habitat het sy eie edafiese en klimatologiese eienskappe en beperkinge. Dit is hierdie faktore wat 'n spesifieke ekologie skep waarin sekere plantgemeenskappe voorkom wat deur evolusionêre ontwikkeling so aangepas het om onder daardie spesifieke toestande te groei en te vermeerder (Ryke, 1978).

Die verspreiding van bolplante is gekoppel aan gebiede wat gekenmerk word deur periodes van óf intense koue óf droogtes, of 'n kombinasie van die twee faktore (Mathew, 1973). Dit is die rede waarom bolplante 'n ondergrondse struktuur ontwikkel het om tydens ongunstige tye in rus te gaan en in rus te bly totdat toestande weer gunstig word. Dit kan óf met die intree van warmer temperature, óf met die begin van die reënseisoen wees. In spesifieke gevalle kan die aanvang van groei met die begin van die winter saamval.

By die meeste bolplante is die rusperiode belangrik, want dit is gedurende hierdie periode dat die volgende seisoen se blomme geïnisieer word, soms binne die bol (Shoub & Halevy, 1971) of ten minste in die rustende groeipunt (Mathew, 1973).

Die produksie en inisiëring van die bloeias of blomknop is in baie gevalle afhanklik van nie alleen die vegetatiewe status en ouderdom van die bol nie, maar ook temperatuur gedurende die rusperiode (Halaban, Galun & Halevy, 1965).

## INLEIDING

Die aarde in geheel het beperkte dele waar plantegroei moontlik is. Hierdie terrestriële habitat is weer onderverdeel in 'n groot verskeidenheid van habitatte. Elke habitat het sy eie edafiese en klimatologiese eienskappe en beperkinge. Dit is hierdie faktore wat 'n spesifieke ekologie skep waarin sekere plantgemeenskappe voorkom wat deur evolusionêre ontwikkeling so aangepas het om onder daardie spesifieke toestande te groei en te vermeerder (Ryke, 1978).

Die verspreiding van bolplante is gekoppel aan gebiede wat gekenmerk word deur periodes van óf intense koue óf droogtes, of 'n kombinasie van die twee faktore (Mathew, 1973). Dit is die rede waarom bolplante 'n ondergrondse struktuur ontwikkel het om tydens ongunstige tye in rus te gaan en in rus te bly totdat toestande weer gunstig word. Dit kan óf met die intree van warmer temperature, óf met die begin van die reënseisoen wees. In spesifieke gevalle kan die aanvang van groei met die begin van die winter saamval.

By die meeste bolplante is die rusperiode belangrik, want dit is gedurende hierdie periode dat die volgende seisoen se blomme geïnisieer word, soms binne die bol (Shoub & Halevy, 1971) of ten minste in die rustende groeipunt (Mathew, 1973).

Die produksie en inisiëring van die bloeias of blomknop is in baie gevalle afhanklik van nie alleen die vegetatiewe status en ouderdom van die bol nie, maar ook temperatuur gedurende die rusperiode (Halaban, Galun & Halevy, 1965).

Die genus *Ornithogalum* L. waaraan die bekende tjiekerientjee, *Ornithogalum thyrsoides* Jacq. behoort, word geklassifiseer onder die tribus Scilleae van die familie Liliaceae. Die genus is van aansienlike ekonomiese belang vir die tuinboubedryf, want sedert 1940 is 'n uitvoermark vir die blomme en bolle van *Ornithogalum thyrsoides* en *Ornithogalum lacteum* in Europa en Amerika opgebou. *Ornithogalum* is 'n besonder groot genus met ongeveer 245 spesies waarvan 120 alleen in Suid-Afrika, insluitende Suidwes-Afrika, aangetref word (Pienaar, 1963).

Die plante besit 'n meerjarige bol wat bestaan uit blaarbasisse en okselknoppe en ontwikkel 'n roset van 9-11 blare afhangende van die spesie. Die plante blom gewoonlik gedurende die laat lente of vroeë somer en 'n definitiewe rusperiode gedurende die somermaande kom by die meeste spesies voor.

Ongeag die hoë produksie potensiaal en die prag van die blomme, word die plante nie op grootskaal as snyblomme verbou nie, as gevolg van die beperkte natuurlike blomseisoen (Barnhoorn, pers.med., 1982).

Daar bestaan geen gepubliseerde inligting oor die temperatuurbehoefte, opbergtemperatuur van die blombole en die manipulerings van die blomperiode van *Ornithogalum thyrsoides* nie. Die doel van die navorsing waarvoor daar in hierdie verhandelingsverslag gedoen word was eensyds om eksperimenteel die optimum opbergtemperatuur van die blombole vas te stel en andersyds om die invloed van temperatuur op blominitiasie en blomdifferensiasie te bepaal. Verder was die ondersoek daarop gerig om die blombole sō te manipuleer dat die blomdatum eensyds vervroeg en andersyds verleng kon word.



Hierdie navorsing in geheel behoort nie alleen van akademiese belang te wees nie, maar behoort ook 'n bydrae te lewer ten opsigte van kommersiële produksie van *Crnithogalum thyrsoides*. Dit sal veral 'n bydrae lewer t.o.v. die manipulering van die bloeidatum. Uit resultate van hierdie navorsing kan 'n voorafbepaalde bloeidatum verkry word deur die blombolle vir 'n spesifieke periode by 'n spesifieke temperatuur op te berg. 'n Belangrike uitvloeisel uit die resultate is die vertragingseffek wat hoë-temperatuuropberging op differensiasie van die bloeiwyse het. Hierdeur kan die bloeidatum vertraag word sonder nadelige effek op die bloei-eienskappe van die plante.

Die anatomiese ondersoek en beskrywing van bloeiwysedifferensiasie vul ook die leemte aan wat huidig in die literatuur bestaan.

## HOOFSTUK I

### LITERATUUR OORSIG

#### 1. Bolstruktuur

In die tuinboukundige vakliteratuur bestaan daar baie verwarring en teenstellings ten opsigte van die korrekte plantkundige beskrywing van blombol- en aanverwante plante. Daar word dikwels na strukture as bolle verwys terwyl dit stingelvoete, knolle of wortelstokke is.

##### 1.1 Beskrywing van 'n bol

Reynecke, Coetzer & Grobbelaar (1979) beskryf 'n bol as 'n ondergrondse stoororgaan wat hoofsaaklik uit vlesige blaarbasisse bestaan. Hierdie blaarbasisse is altyd naby mekaar geleë omdat hulle op 'n onverlengde stingel voorkom waar die litte kort is en die knope na aanmekaar geleë is. By die Monocotyledoneae is hierdie blare sittend en geen blaarsteel kom voor nie. Die vlesige blare van die bol is gewoonlik sonder chlorofil en het dan slegs 'n bergingsfunksie. Die groeipunt word tussen die vlesige blaarbasisse gedra.

Mathew (1973) onderskei tussen klein bolle, byvoorbeeld *Alium* en *Freesia* en groot bolle, byvoorbeeld *Crimum* en *Zantedeschia*. Hierdie onderskeiding word gemaak op grond van die hoogte wat die bognondse dele bereik en nie die deursnee of massa van die blombol self nie.

Volgens Hartman & Kester (1968) is daar twee tipes bolle, naamlik gerokte en nie-gerokte of skubagtige bolle, terwyl Rees (1972) die egte bolle indeel in drie tipes, naamlik die Hippeastrum-, Tulipa- en Narcissus tipe.

Volgens die voorafgaande beskrywings na Hartman & Kester (1968), Rees (1972), Mathew (1973) en Reynecke, *et al.* (1979) kan die bol van *Ornithogalum thyrsoides* beskryf word as 'n egte gerokte bol, van die klein, Narcissus-tipe. Die bol bestaan uit konsentriese lae van 6 tot 8 vlesige, sirkelvormig vergroeide skubblare en blaarbasisse van die vorige seisoen, omgewe deur een of meer droë skubblare aan die buitekant wat die bol beskerm teen uitdroging en meganiese beskadiging. Die skubblare en blaarbasisse is op 'n plat skyfvormige stingel met diggedronge litte en knope ingeplant. Die groeipunt kom in die sentrale gedeelte van die bol op die stingel voor. Dit is in die sentrale groeipunt waar die bloeiwyse geïnisieer word en waaruit die bloeias met blomme later differensieer. Die jong bloeiwyse word omgewe deur loofblare wat nie sirkelvormig vergroei is nie. Dit is die basisse van hierdie loofblare wat die volgende seisoen se bol gaan vorm.

## 1.2 Groei en ontwikkeling

Vir kommersiële bol-, sowel as blomproduksie duur voortplanting deur middel van saad heeltemal te lank en is vegetatiewe voortplanting die aangewese metode van produksie. Hier word dan gebruik gemaak van bolle en ander ondergrondse strukture (Krabbendam, 1964) en is groei en ontwikkeling van die bol sowel as die blom of bloeiwyse van essensiële belang. Dit is veral die volgende faktore wat belangrik is.

### 1.2.1 Faktore wat groei beïnvloed

Alhoewel daar nie veralgemeen kan word t.o.v. alle spesies nie, is die normale patroon van vegetatiewe ontwikkeling die volgende: Nadat die bol geplant is, begin eerstens die ontwikkeling van die wortels en daarna die boggrondse dele. Die blom of bloeiwyse is reeds volledig in die bol gedifferensieer.

Die aanvanklike groei en ontwikkeling benodig groot hoeveelhede energie wat uit die moederbol onttrek word. In die blombol word groot hoeveelhede voedingstowwe vir hierdie doel opgeberg. (Hartman & Kester, 1968). Volgens Rees (1972) degenerereer die moederbol geleidelik tot na die blomperiode en word deur 'n aantal dogterbolle vervang. Die grootte en massa van die dogterbolle neem geleidelik toe. Aan die begin van die groeiseisoen is 80% van die plant se droë massa in die moederbol gesentreer, daarna neem dit af tot ongeveer nul teen die einde van die seisoen, wanneer die grootste persentasie van die totale droë massa deur dogterbolle bepaal word nadat die boggrondse dele teruggesterf het.

Volgens Rees (1972) is daar min gepubliseerde inligting oor die klimatologiese vereistes van blombolplante in die vegetatiewe stadium beskikbaar. Ryke (1978) beweer dat geofiete, dit is plante wat gedurende ongunstige periodes in rus gaan deurdat die boggrondse dele terugsterf en die groeipunt binne 'n bol of ander struktuur onder die grond beskerm word, in 'n verskeidenheid van habitatte kan groei. Volgens Hartman & Kester (1968) kan met behulp van tuinboukundige praktyke soos die uithaal en opberg van bolle, gebiede buite die normale verspreiding, vir produksie aangewend word.

Daar is 'n direkte korrelasie tussen die temperatuur en blominsisiëring by blombolplante. Hierdie invloed geld tydens die rusperiode van die bol, wanneer die blom of bloeiwyse geïnisieer word. Temperatuur het nie net 'n effek op die seisoenale blomperiode nie, maar ook op die aantal blomme en die tydsduur van die blomperiode (Shoub & Halevy, 1971).

Grondtekstuur en -struktuur het 'n definitiewe effek op groei en ontwikkeling van blombolplante. Die rede hiervoor is dat hulle geofiete is waarvan die bol ondergronds ontwikkel en toeneem in grootte en dit sal moeilik in swaar gronde kan plaasvind. Daarteenoor droog die boonste gedeelte waarin die bol voorkom te vinnig uit wanneer die grond te sanderig is. Soos enige plant het watervoorsiening en bemesting 'n duidelike effek op blombolplante, maar as gevolg van die opberg-effek van die bol, kan periodes van droogte goed weerstaan word. Goeie dreinerings is essensieel omdat die blombolle kan verrot wanneer hulle vir lang periodes aan vrywater in die grond blootgestel is (Barnhoorn, pers. med., 1981).

Volgens Rees (1972) het blomverwydering, die grootte van die moederbol en kultivar-verskille ook 'n invloed op groei en ontwikkeling. Blomontwikkeling onttrek heelwat energie uit die plant en dit kan bolproduksie benadeel. Wanneer blomme egter geproduseer word, het die grootte van die bol weer 'n effek op die kwaliteit van die blomme omdat die blomkwaliteit gedeeltelik afhang van die vegetatiewe status van die plant. Dit hang weer af van die hoeveelheid reserwe voedingstowwe in die moederbol - wat bepaal word deur die grootte van die moederbol. Kultivar-verskille is geneties van aard en word beheer deur gene wat nie alleen kwalitatiewe- nie, maar ook kwantitatiewe eienskappe beheer.

### 1.3 Blominisiasie en Differensiasie

Volgens definisie is 'n blom morfologies 'n korttak wat gewysig is om 'n spesiale funksie, naamlik dié van voortplanting, aan te neem (Reynecke *et al.*, 1979). Wanneer die stingel 'n enkele blom dra staan dit as 'n blomsteel bekend, terwyl 'n stingel met 'n aantal blomme (bloeiwyse) as 'n bloeias bekend staan (van der Schijff, 1977).

Volgens Halaban, Galun & Halevy (1965), ontwikkel die groeipunt by onvolwasse blombolle net vegetatief en geen blomme word geïnisieer nie. Die oorskakeling vanaf vegetatiewe na reprodktiewe ontwikkeling vind plaas in die bol sodra volwassenheid bereik word. Tydens hierdie transformasie word blomknoppe geïnisieer. Die fisiese ontwikkeling van die blomknoppe, met ander woorde, die histologiese veranderinge wat in die vegetatiewe knop plaasvind, word as differensiasie beskou.

Inisiasie het reeds plaasgevind wanneer die apikale meristeem van die stingel wat normaalweg blaarprimordia vorm, begin om blomknoppe te vorm. Dié reeks morfogenetiese veranderinge wat in die apikale meristeem plaasvind, staan as differensiasie bekend (Mastalerz, 1977).

Volgens Shoub en Halevy (1971) duur die ontwikkeling van die bloeiwyse by *Ornithogalum arabicum* vyf maande. Halaban *et al.* (1965) het hierdie aspekte van inisiasie en differensiasie bestudeer deur groeipunte van *Ornithogalum arabicum* in vitro te kweek. Hy het gevind dat die transformasie van die groeipunt van vegetatief na reprodktief in die bol tydens die rusperiode plaasvind en dat beide deur geskikte behandeling van die blombolle versnel kan word.

#### 1.4 Faktore wat ontwikkeling beïnvloed

Ontwikkeling kan as sinoniem met differensiasie van die blom of bloeiwyse beskou word.

##### 1.4.1 Bolgrootte

By die meeste blombolplante moet die bol eers 'n sekere grootte bereik voordat hulle blom. Die minimum grootte verskil van spesie tot spesie. Die minimum boldeursnee vir *Tulipa* is tussen ses en nege sentimeter. Dit kan wel gebeur dat 'n baie klein dogterbol, wat nog aan die moederbol vas is, blom, maar dit is moontlik toe te skryf daaraan dat die stimulus van die moederbol na die dogterbol oorgedra word (Rees, 1972), terwyl by *Ornithogalum* die kritiese grootte tussen agt en vyftien gram is (Shoub & Halevy, 1971).

Min is bekend oor die meganisme betrokke by die inisiasie van blomme in die blombol. Fotoperiode het blykbaar min of geen invloed nie, want blombolle kan ongeag die fotoperiode, gestimuleer word om te blom (Hartsema, 1961; Rees, 1972).

Volgens Rees (1972) is dit gibberellienagtige stowwe wat blominisiasie stimuleer en hierdie gibberellienagtige stowwe versamel in die skubblare en word na die groeipunt getranslokeer. By jong bolle is die konsentrasie nog te laag en soos die bol ouer en groter word, verhoog die konsentrasie en word blominisiasie gestimuleer.

#### 1.4.2 Stadium van bolontwikkeling

Daar moet eers fotosintetiserende blare in die bol aanwesig gewees het in die vorige seisoen of selfs seisoene voordat blominsiasie gestimuleer word. Dit is gebaseer op proewe waar blare verwyder is van die plant gedurende die groeiseisoen voordat blominsiasie in die bol begin het (jong bolle). Aanhoudende verwydering van vegetatiewe blare kan blominsiasie uiteindelik voorkom (Hartsema, 1961).

Blominisiasie vind gedurende die lewensiklus plaas nadat daar 'n aantal skubblare en vegetatiewe blare gevorm is. Waarskynlik het die aantal blare nie 'n direkte invloed nie. Die inisiasie kan alleen gedurende 'n spesifieke stadium van ontwikkeling van die bol plaasvind en hierdie stadium verskil by verskillende spesies (Rees, 1972).

#### 1.4.3 Ligintensiteit en daglengte

Volgens werk wat gedoen is met *Lilium longiflorum* is gevind dat die aantal blomme wat per stingel geïnisieer word, afneem soos die ligintensiteit van natuurlike lig van 100% na 75% na 50% verminder. Die omvang van die effek is nie drasties nie omdat die gemiddelde aantal blomme slegs van 13,3 na 11,9 afneem (Rees, 1972).

Om die daglengte behoefte van *Ornithogalum arabicum* te bepaal, het Shoub en Halevy (1971) in Rehovot, Israel blombolle onder kunsmatige toestande van verskillende daglengtes sowel as by verskillende ligintensiteitstoestande gekweek. Hierdie resultate het geen beduidende verskille tussen die plante wat betref blompersentasie, gemiddelde blomsteellengte en gemiddelde blomtalle per bloeias opgelewer nie.



Dit is 'n aanduiding dat ligintensiteit en dagliglengte geen beduidende invloed op blominisiasie by ten minste sommige spesies van blombolplante het nie.

Daglengte of fotoperiode het wel 'n invloed op blomvorming by *Lilium longiflorum* omdat 'n fotoperiode, vernalisasie of lae-temperatuurbehandling kan vervang. Indien ongevernaliseerde bolle aan langdagtoestande onderwerp word, vervroeg dit blomtyd en reageer die blom-bolle dieselfde as wanneer hulle 'n lae-temperatuurbehandling ontvang. Temperature bokant 21°C het geen vernalisasie effek nie en langdagbehandling kan alleen vernalisasie vervang, indien die blom-bolle by temperature tussen 16 en 21°C gekweek word. Blombolle wat gekweek is by temperature hoër as 21°C sal nie reageer op langdagbehandling nie. *L. longiflorum* is fotoperiodies sensitief wanneer die spruite tussen 80 en 100 mm lank is. Blomme kan deur rooiligbehandling gedurende die donkerperiode geïnduseer word deur die donkerperiode met drie tot vyf uur rooilig per dag, oor 'n periode van 30 tot 45 opeenvolgende dae, te onderbreek (Rees, 1972).

Volgens Mastalerz (1977) word fotoperiodisme deur fitochroom gereguleer. Daar is twee vorme van fitochroom, naamlik fitochroom wat lig met 'n golflengte van 660 nm ( $P_{660}$ ), en een wat lig van 730 nm ( $P_{730}$ ) benut. Laasgenoemde is die aktiewe vorm van fitochroom wat blomvorming by langdagplante bevorder, maar dit is nie lig met 'n golflengte van 730 nm wat die stimulus veroorsaak nie, maar wel lig van 660 nm. Die rede hiervoor is dat  $P_{660}$  omskakel na  $P_{730}$  by lig met 'n golflengte van 660 nm. Gedurende die donkerperiode word 'n spontane terugskakeling van  $P_{730}$

na  $P_{660}$  weer verkry. Om die daglengte te verleng en om weer fitochroom in die aktiewe vorm te kry, word die donkerperiode onderbreek met rooi-  
lig (660 nm).

Shoub & Halevy (1971) het by *Ornithogalum arabicum* gevind dat dogter-  
bolle van behandelde plante geen residuele effekte toon nie en het die  
bevindings gestaaf met bewyse uit morfologiese en anatomiese ondersoekes  
van die blombolle.

#### 1.4.4 Vernalisasie

Temperatuur kan 'n direkte of induktiewe effek hê op blominisasie van  
blomplante. Die effek is direk wanneer blominisasie gedurende die  
temperatuurbehandeling plaasvind en induktief wanneer spesifieke be-  
handelings veroorsaak dat die plant op 'n later stadium van die lewens-  
siklus blom. Die induktiewe effek van lae-temperature staan as verna-  
lisasie bekend. Die spesifieke temperatuur en die duur van die behan-  
deling of periode wat benodig word om die plant te vernaliseer, verskil  
van spesie tot spesie. Die temperatuurgrense vir vernalisasie lê  
tussen nul en  $10^{\circ}\text{C}$ . Egte blombolplante soos *Hyacinthus*, *Narcissus* en  
*Tulipa* het nie 'n koue periode nodig om die rusperiode op te hef nie  
maar wel om blomontwikkeling te bevorder nadat die blom in die bol  
geïnisieer is (Hartman, Flocker en Kofranek, 1981).

Volgens Rees (1972) moet die kouebehoefte van *Lilium longiflorum* eers  
bevreëg word voordat blominisasie plaasvind omdat blomknoppe by plante  
waar die blombolle vooraf verkoel was, vroeër as by plante met vooraf  
onverkoelde bolle, verskyn. Anatomiese werk het ook bevestig dat blom-  
inisasie plaasvind nadat vegetatiewe groei begin het. Vernalisasie

geld wel vir *Lilium* maar het op *Narcissus*, *Tulipa*, *Hyacinthus*, *Ornithogalum* en ander, geen effek nie.

#### 1.4.5 Temperatuur

Temperatuur het 'n direkte invloed op blominisiasie van blombolplante omdat blominisiasie gedurende die periode van opbering plaasvind (Hartman *et al.*, 1981).

Die apikale meristeem is die ontvanklike gebied vir temperatuurbehandeling. Die meristematie se selle moet metabolies aktief wees en die groeipunt 'n sekere stadium van ontwikkeling bereik het, voordat die temperatuurstimulus ontvang kan word. Die meeste blombolplante het 'n spesifieke temperatuurbehoefte vir blominisiasie en blomontwikkeling. Indien die temperatuurbehoefte kwalitatief is, sal blominisiasie nie plaasvind tensy die blombol aan 'n spesifieke temperatuur vir 'n minimum periode blootgestel was nie. By blombolplante met 'n kwalitatiewe temperatuurbehoefte kan die plant vegetatief gehou word. Met ander woorde, blominisiasie kan verhoed of vertraag word deur temperatuurmanipulasie. Daarenteen sal plante met 'n kwantitatiewe temperatuurbehoefte vir blominisiasie, ongeag die temperatuurbehandelings, daarna blom (Rees, 1972; Mastalerz, 1977).

Volgens Hartsema (1961), Halaban, Galun en Halevy (1965), Rees (1966), Shoub, Halevy, Maatsh, Herklotz, Bakker en Papendracht (1971), Rees (1972) en Mastalerz (1977) is temperatuur waarskynlik die belangrikste enkele omgewingsfaktor wat 'n invloed op blominisiasie by blombolplante het.

#### 1.4.5.1 Optimum temperatuur

Die optimum temperatuur vir blominsiasie mag verskil van die optimum temperatuur vir blomontwikkeling. Spesies verskil onderling wat betref hulle optimum temperatuurbehoefte (Tabel 1), (Rees, 1972).

Tabel 1. Die verband tussen blominsiasie en temperatuur (Rees, 1972).

Genus	Optimum temperatuur °C	Temperatuurgrense °C
<i>Narcissus</i>	17-20	13-25
<i>Tulipa</i>	17-20	9-28
<i>Hyacinthus</i>	25.5	20-28
<i>Iris</i>	13	5-20
<i>Lilium</i>	20-23	13-23

Volgens werk met *Ornithogalum arabicum* het Shoub en Halevy (1971) gevind dat blominsiasie onder 'n wye reeks van temperatuurbehandelings plaasvind. Temperature het tussen 2<sup>0</sup>C en 30<sup>0</sup>C gewissel. Die inisiasie is baie vinnig by 20<sup>0</sup>C en baie stadig by 2<sup>0</sup>C en by 30<sup>0</sup>C (Fig. 1).

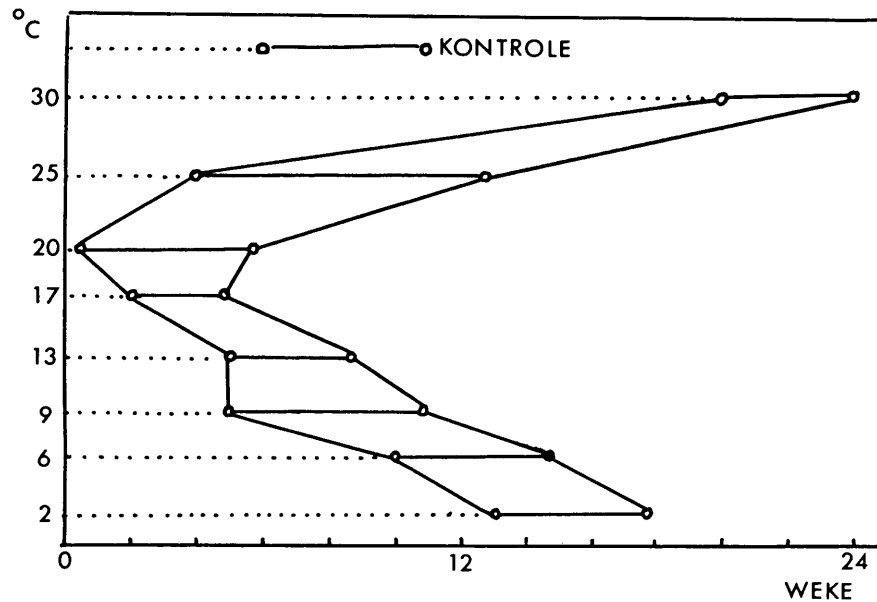


Fig. 1 'n Vergelyking van tydsduur in weke vanaf (i) bloeiwyse-inisiasie en (ii) bloeiwyseverlenging by *Ornithogalum arabicum* bolle wat by verskillende konstante temperature opgeberg is. Gebroke lyne = aantal weke vanaf die begin van die opbergperiode by konstante temperature tot by die begin van bloeiwyse-inisiasie. Ongebroke lyne = aantal weke vanaf die begin van bloeiwyse-inisiasie tot die aanvang van bloeiwyseverlenging (Shoub & Halevy, 1971).

By *Hyacinthus* en *Tulipa* (Hartsema, 1961) en by *Ornithogalum arabicum* (Shoub & Halevy, 1971) is daar twee kritiese temperature - een vir optimale bloeiasverlenging ( $13^{\circ}\text{C}$ ) en een vir optimale blominitiasie wat strek van  $17$  tot  $20^{\circ}\text{C}$ .

By  $20^{\circ}\text{C}$  is die finale ontwikkeling van blare en die bloeiwyse vinniger as by enige ander temperatuur, terwyl blombolle wat opgeberg word by  $13^{\circ}\text{C}$  'n langer bloeias en blare as by ander temperature produseer. Bloeias verlenging begin vroeër by  $1^{\circ}\text{C}$  as by  $13^{\circ}\text{C}$ , maar by  $13^{\circ}\text{C}$  is die latere verlenging van die bloeias beter as by  $17^{\circ}\text{C}$  (Shoub & Halevy, 1971).

#### 1.4.5.2 Vertraging van ontwikkeling

Die meeste egte blombolplant spesies kan in die vegetatiewe stadium gehou word deur die blombolle by 'n relatiewe hoë temperatuur ( $25,5^{\circ}\text{C}$ ) op te berg (Rees, 1972). Die praktiese implikasie hiervan is dat die blomdatum van die plante verleng kan word. Forsering of manipulasie van die blombolle sal kortliks hierna bespreek word.

#### 1.5 Opberging van blombolle

Die uithaal en opberg van blombolle is nie essensieël vir blominisiasie en blomontwikkeling nie, want in die natuurlike staat word die lewenssiklus in elk geval voltooi. Die plante groei vegetatief, blom, sterf terug en gaan in rus. Dit is juis gedurende die rusperiode dat blominisiasie en blomontwikkeling plaasvind om wanneer die toestande gunstig is, te blom (Mathew, 1973).

Volgens Krabbendam (1968) is die uithaal en opberg van blombolle 'n tuinboukundige praktyk waar die natuurlike verskynsels nagevolg en aangepas word om sekere manipulasies moontlik te maak. Hierdie manipulasies is spesifiek daarop gemik om die blomdatums van die blombolplante te verkort of verleng, 'n proses wat algemeen as forsering bekend staan. Een van die hoofredes waarom blombolle uitgehaal en opgeberg word is juis om hierdie manipulasie toe te pas. Temperatuurbehoefte tydens opberging verskil by verskillende spesies as gevolg van inherente genetiese verskille asook verskille in geografiese gebiede waar die spesies ontstaan het. Forsering van blombolle is op bemarking van blombolle na gebiede buite die natuurlike geografiese sowel as bemarking van blomme buite natuurlike bloeitye ingestel.

## 1.5 Hoë-temperatuurbehoefte

'n Vervroegde blomdatum kan verkry word deur byvoorbeeld blombolle van *Narcissus* en *Tulipa*, wat net uitgehaal is, by 'n hoë temperatuur vir 'n kort periode ( $34^{\circ}\text{C}$  vir sewe dae of  $35^{\circ}\text{C}$  vir vyf dae) op te berg. Die verskynsel word beskryf deur Krabbendam (1968) en Rees (1972) maar geen verklaring van die fisiologie of meganisme betrokke word gegee nie. Die behandeling is kompleks en hang af van die gebied en die klimaat waar die blombolle gekweek word, asook die datum wanneer die blombolle uitgehaal word.

### 1.5.2 Lae-temperatuurbehoefte

Blombolplante wat in gematigde gebiede gekweek word se koue- of lae-temperatuurbehoefte word deur die lae temperature gedurende die winter bevredig, ongeag of die koue periode vóór of ná blominisiasie plaasvind. Blombolle word kunsmatig onderwerp aan 'n koue behandeling net voor planttyd en hierdie koue behandeling stimuleer die blombol om aktief te begin groei (Krabbendam, 1968; Rees, 1972).

Volgens Hartman *et al.* (1981) is die kouebehoefte of lae-temperatuurbehoefte van 'n blombolplant tydens sy lewensiklus niks anders as vernalisasie nie en moet eers bevredig word voordat ontwikkeling begin.

### 1.5.3 Temperatuurbehoefte van *Ornithogalum thyrsoides*

*Ornithogalum thyrsoides* is 'n inheemse blombolplant met 'n kommersiële produksiepotensiaal van beide die blomme sowel as die bolle (Barnhoorn, pers. med., 1981) maar daar bestaan geen gepubliseerde inligting oor die temperatuurbehoefte van hierdie spesie nie.

Dit is dan die doel van hierdie navorsing om hierdie leemte in die literatuur te vul - nie alleen wat betref die temperatuurbehoefte en moontlikhede vir forsering van die blombolle ten einde die natuurlike bloeidatum te vervroeg en óf te verleng nie - maar ook om vas te stel of temperatuurbehandelings tydens opberging 'n effek op blomgetalle, bloeiwyseafmetings en blomkwaliteit het. Tesame hiermee is die anatomie van die bloeiwyseontwikkeling (differensiasie) gedoen en weergegee.



## HOOFSTUK 2

### MATERIAAL EN METODEDES

#### 1. Opberging van bolle.

Blombolle van 'n kommersiële seleksie van *Ornithogalum thyrsoides* is in die ondersoek gebruik. Die materiaal was nie klonaal nie maar tog redelik tipe-eg met min sigbare variasie in die uitwendige morfologie.

'n Monster van 2200 blombolle is op grond van grootte (15mm deursnee) en uitwendige voorkoms uit 5000 blombolle geselekteer. Daar is streng geselekteer teen tekens van swaminfeksie en virus-simptome.

Die blombolle wat vir die navorsing gebruik is, is op 'n kommersiële blombolplaas in Transvaal (Muldersdrif omgewing) geproduseer. Onvolwasse blombolle is gedurende Desember 1980 uitgehaal, gewas, gesorteer en daarna opgeberg by  $\pm 22^{\circ}\text{C}$  vir 14 weke. Aan die begin van April 1981 is die blombolle in die ope geplant en toegelaat om te groei en eers nadat die vegetatiewe dele aan die begin van 1982 teruggesterf het, is die blombolle uitgehaal, gewas, gedroog en gesorteer. Die monster van 2200 is uit 5000 van hierdie blombolle geselekteer. 'n Periode van drie weke het verloop na die blombolle uitgehaal is totdat die behandelings begin het.

Vir elke behandeling is 300 blombolle met "Benomyl" (50% bensimidessool) behandel om swamgroei tydens die opbergingsperiode te voorkom. Die materiaal is in geperforeerde plastieksakkies opgeberg om vogverlies te beperk.

'n Reeks van sewe temperatuurbeheerde kabinette met 'n temperatuurwisseling van  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  is ingestel op temperature van  $5^{\circ}\text{C}$  tot  $35^{\circ}\text{C}$ . Die kabinette is vir 7 dae vir konstantheid getoets. Daarna is die materiaal in die kabinette geplaas en twee-weekliks, vir 18 weke, is monsters van 5 blombolle by elke behandeling gemonster vir mikroskopiese ondersoek.

Na 14 weke is 90 blombolle by elke behandeling gebruik om die invloed van temperatuur op die bloei-eienskappe te bepaal soos beskrywe in punt 7.2.

'n Kombinasiebehandeling is ook gedoen deur 90 blombolle vir 'n periode van 8 weke by  $25^{\circ}\text{C}$  en daarna vir 6 weke by  $5^{\circ}\text{C}$  op te berg. Hiermee is 'n hoë-temperatuurbehandeling met 'n lae-temperatuurbehandeling gekombineer. Hierdeur kon die invloed van temperatuur op differensiasie vasgestel word deur die resultate van die standaard  $25^{\circ}\text{C}$ -behandeling met dié van die  $25^{\circ}\text{C}:5^{\circ}\text{C}$ -kombinasiebehandeling te vergelyk. Daar is deurgaans na hierdie behandeling as die kombinasiebehandeling verwys.

Verder is 90 blombolle onafgebroke vir 'n periode van 6 maande by  $35^{\circ}\text{C}$  en daarna vir 2 weke by  $5^{\circ}\text{C}$  opgeberg. Die doel van hierdie behandeling was om vas te stel of langdurige opberging by 'n hoë temperatuur 'n nadelige effek op inisiasie en differensiasie van die bloeiwyse het. Die resultate van hierdie behandeling is nie in detail nie, maar slegs as 'n waarneming weergegee.

## 2. Fiksering

Elke tweede week is 5 blombolle van elk van die sewe behandelings uit die temperatuurbeheerde kabinette uitgehaal en in F.A.A. ( $900\text{ cm}^3$  50% etiel alkohol:  $50\text{ cm}^3$  40% formalien:  $50\text{ cm}^3$  asynsuur) gefikseer.

Die droë skubblare tesame met die buitenste vlesige skubblaar sowel as die wortels is verwyder en die materiaal is in water gewas om die swamdoder te verwyder. Hierna is die materiaal in F.A.A. geplaas en onder vakuüm (400 - 500 mmHg) gehou vir 30 minute waarna die vakuüm geleidelik opgehef is. Die materiaal is in die fikseeroplossing opgeberg totdat dit benodig is.

### 3. Disseksie

Vir dehidrasie en infiltrasie is die meeste van die buitenste skubblare, die apikale sowel as die basale gedeeltes van die blombol weggesny. Die skubblare is tot so na as moontlik aan die sentrale gedeelte van die blombol verwyder om infiltrasie te vergemaklik.

As gevolg van die teenwoordigheid van 'n taai slym wat die hantering van die materiaal bemoeilik, is die disseksie onder die water gedoen. Die slym is oplosbaar in water en dit vergemaklik die hantering.

### 4. Dehidrasie en Infiltrasie

Baie probleme is met wasinfiltrasie van die materiaal ondervind en verskeie prosedures is beproef. Daar is uiteindelik op die volgende metode van dehidrasie en infiltrasie besluit :-

Gefikseerde, gedissekteerde materiaal is in 'n outomatiese weefsel prosesseerder geplaas en is vir 4-uur stappe geprogrammeer met die volgende reeks oplossings in die apparaat :-

- (i)  $H_2O$
- (ii) 50% Etiel alkohol
- (iii) 75% Etiel alkohol
- (iv) Absolute etiel alkohol (2x)
- (v) Etiel alkohol : Xylol :: 75:25
- (vi) Etiel alkohol : Xylol :: 50:50
- (vii) Xylol : Etiel alkohol :: 75:25
- (viii) Xylol
- (ix) Xylol : Aptekersparaffien :: 50:50
- (x) Was : Aptekersparaffien :: 75:25 by  $55^{\circ}C$
- (xi) Was : by  $55^{\circ}C$

Vanuit die gesmelte was (stap xi) is die materiaal in 'n papiergeut geplaas en in 'n staaf gegiet met  $61^{\circ}C$  "Tissuemat" waarby  $2\frac{1}{2}\%$  byewas gevoeg is. Die byvoeging van byewas vergemaklik lintvorming wanneer die materiaal met die roterende mikrotom gesny word (Holtzhausen, 1972). Die byvoeging van byewas verminder ook die effek van statiese elektrisiteit wat die hantering van die linte vergemaklik.

## 5. Voorbereiding van mikroskooppreparate

### 5.1 Sneë

Die stawe is in blokkies opgesny tot ongeveer 3 mm vanaf die materiaal en op houtblokkies gemonteer. Die kante van die wasblokkie is presies haaks gesny, om te verhoed dat die lint na links of regs buig wanneer dit op die roterende mikrotom gesny word. Die sneë is gemaak met 'n Spencer roterende-mikrotom en teen  $7\ \mu m$  dikte gesny. Om te voorkom dat die materiaal skeur, is die oppervlaktenspanning verhoog deur speksel met die duim op die snyvlak aan te vryf.

Linte is in gerieflike lengtes opgesny en in 'n bakkie op kraanwater ( $20^{\circ}\text{C}$ ) geplaas vir voorlopige strekking. Hierna is die linte oorgeplaas in 'n termostaatbeheerde-waterbad op water by  $50^{\circ}\text{C}$  vir finale strekking. Die linte is uit die warmbad opgetel met 'n voorwerpglasie wat met 'n dun laagje Haupt albumien as kleefmiddel bedek is. Die lint is in posisie geskuif en op 'n warmplaat ( $30^{\circ}\text{C}$ ) geplaas om droog te word. Haupt se kleefmiddel word as volg opgemaak :- Los 1 gram gelatien op in  $100\text{ cm}^3$  gedistilleerde water, verhit tot  $30^{\circ}\text{C}$  tot alle gelatien opgelos is. Voeg dan 2 gram fenol kristalle by en los op. Voeg hierna  $15\text{ cm}^3$  gliserol by, roer goed en filtreer.

Indien die plaatjies nie direk hierna gekleur is nie is hulle bewaar in 'n formaliënversadigde atmosfeer waarin hulle gelaat kan word vir 'n onbepaalde tyd (Holtzhausen, 1972).

## 5.2 Kleuring

Safranien-vastegroen kleurproses is vir differensiële kleuring gebruik en kan as volg opgesom word :

- (i) Xylol (2x) 5 min. elk
- (ii) Safranien 60 min. (2 gram +  $1\text{ dm}^3$  50% etiel alkohol)
- (iii) 50% Etel alkohol - spoel
- (iv) 95% Etel alkohol - spoel
- (v) Vastegroen 10 sek. (10 gram vastegroen in  $1\text{ dm}^3$  naeltjie-olie)
- (vi) Naeltjie-olie : Etel alkohol : Xylol :: 50:25:25 10 min.
- (vii) Xylol 5 min.

### 5.3 Montering

Die snitte is in Kanada balsem gemonteer en met 'n dekglasie bedek. 'n Metaalblokkie (70 gram) met ongeveer dieselfde oppervlak as die dekglasie (22 x 50 mm) is bo-op die plaatjie geplaas. Daarna is die voorwerpglasie met gewiggie daarop op 'n warmplaat (55<sup>0</sup>C) geplaas en so gelaat totdat alle lugblasies en oortollige Kanada balsem onder die dekglasie uitgepers is. Hierna is die plaatjies in 'n oond gedroog vir vier dae by 70<sup>0</sup>C.

## 6. Mikroskopiese ondersoek

### 6.1 Differensiasie

Vir die anatomiese studie van differensiasie is 100 blombolle by ongekontroleerde toestande (18 - 22<sup>0</sup>C) opgeberg en elke week is 5 blombolle gemonster en voorberei vir mikroskopiese ondersoek soos beskrywe onder punte 2 tot 5.3. Die materiaal is met behulp van 'n Wild M3 disseksie mikroskoop onder 16x objektief en 10x okulêr vergroting bestudeer en gerieflikheidshalwe in verskillende ontwikkelingsstadia opgedeel. Die stadia strek vanaf die begin van differensiasie tot waar die oudste blomme in die bloeiwyse begin met differensiasie van die perigoon-, meeldraad- en vrugblaarkrans (Fig. 2 a - i). Die stadia (1 - 9) is gebruik om die aanvang en vordering van differensiasie by die verskillende temperatuurbehandelings te volg en sodoende die effek van temperatuur op differensiasie tydens opberging te bepaal. Die materiaal is met 'n Reichert Univar outomatiese fotomikroskoop op 'n Panatomic X, 32 ASA film gefotografeer. Die negatiewe is met Kodak D76 ontwikkel en foto's is gemaak met Agfa

4(BH310 PE) fotografiese papier wat met Kodak D163 ontwikkel en met Amfix gefikseer is. Ontwikkelingstye en beligting word deur verskeie faktore beïnvloed en hang ook af van die effek wat verkry wil word.

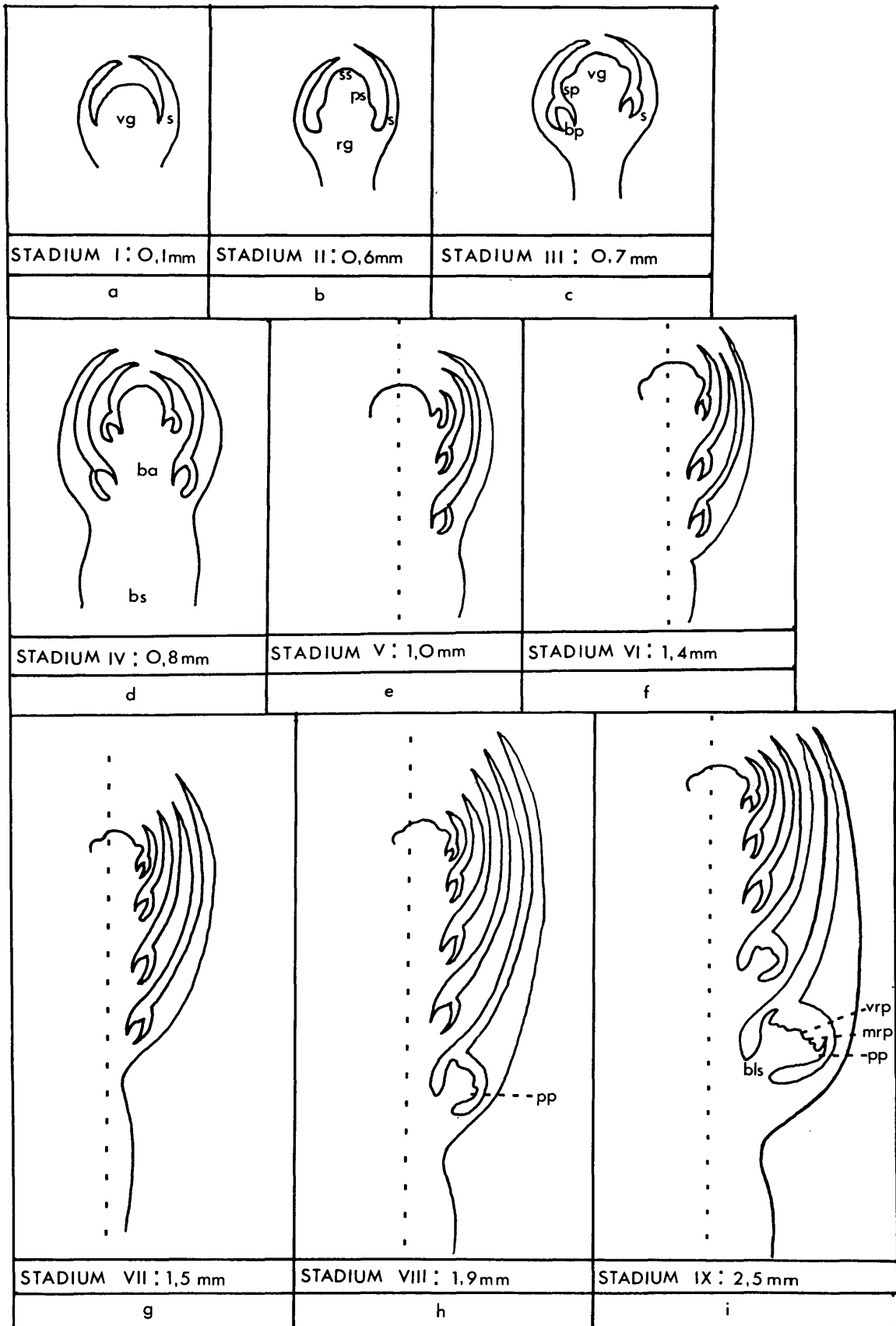


Fig. 2 Diagramatiese voorstelling van die ontwikkelingsstadia van die jong bloeiwyse van *Ornithogalum thyrsooides* vanaf die begin van differensiasie totdat differensiasie in die oudste blom begin.



Die betekenis van die afkortings wat deurgaans by die figure gebruik word is die volgende :-

ba = bloeias	rg = reprodktiewe groeipunt
bp = blomprimordium	s = skutblaar
bls = blomsteel	sp = skutblaarprimordium
bs = bloeisteel	ss = sentrale sone
gs = gedronge stingel	tb = tweede bloeiwyse
jb = jong bloeiwyse	vb = vegetatiewe blaar
mrp = meeldraadprimordium	vg = vegetatiewe groeipunt
pp = perigoonprimordium	vrp = vrugblaarprimordium
ps = periferaale sone	

## 7. Temperatuur effek

### 7.1 Invloed van temperatuur op differensiasie

Elke twee weke vir 18 weke is 5 blombolle van elke behandeling gemonster en voorberei vir mikroskopiese ondersoek waarna lengtesneë van 7  $\mu\text{m}$  van elke monster gemaak is. Die monster is vanaf 'n laterale kant opeenvolgend gesny tot ongeveer in die sentrale gedeelte van die blombol waar die bloeiwyse voorkom. Die sneë is deurgaans onder die disseksie mikroskoop ondersoek direk nadat die lint op die warmwaterbad gestrek is. Die detail van so 'n snit bly behoue vir ongeveer 5 minute, waarna die weefsel begin krimp en die detail verlore gaan.

Twee of drie duidelike sneë van elk van die 5 blombolle van elke behandeling, elke twee weke, vir 18 weke is gekleur en permanent gemaak. Elke plaatjie is met 'n driesyfer kode gemerk. Die eerste syfer dui die behandeling, die tweede die aantal weke wat verloop het en die derde die blombolnummer aan.

Die groep plaatjies van elk van die sewe behandelings is mikroskopies ondersoek en vergelyk met die diagramme van stadia 1 - 9 (Fig. 2 a - i) en sodoende is vasgestel op welke stadium van elke behandeling differensiasie 'n aanvang neem en hoe ver die ontwikkeling na 18 weke in die behandeling gevorder het. Lengtebepalings van die totale bloeiwyse (bloeias en bloeisteel) van elk van die 5 blombolle van elke behandeling is gedoen om 'n gemiddelde bloeiwyselengte vir elk van die behandelings op 'n spesifieke stadium te bepaal. Die metings is gedoen met 'n Reichert Visopan. Hierdie gemiddelde bloeiwyselengtes is gebruik om die ontwikkelingstempo tydens opberging by die verskillende temperature vas te stel, om sodoende die effek van temperatuur op die ontwikkelings tempo te bepaal.

## 7.2 Invloed van temperatuur op die bloei-eienskappe

Na 14 weke in die temperatuurbeheerde kabinette is 90 blombolle van elke behandeling uitgeplant. Elke behandeling is in goedvoorbereide beddings uitgeplant volgens die proefuitleg soos in Figuur 4 geïllustreer.

Die beddings is 300 mm. uitgewaarde en met 'n mengsel van sanderige leemgrond en kompos (verhouding 3:1) gevul. Die kompos bestaan uit goed afgebreekte perdestalbeddegoed. Bogenoemde groeimedium is met 'n 3:2:1 kunsmengsel in 'n verhouding van 100 mg. Kg<sup>-1</sup> verryk.

Fig. 3 Die kweekhuis waarin die blombolle geplant is en die plante vir die duur van die eksperiment in gegroei het.

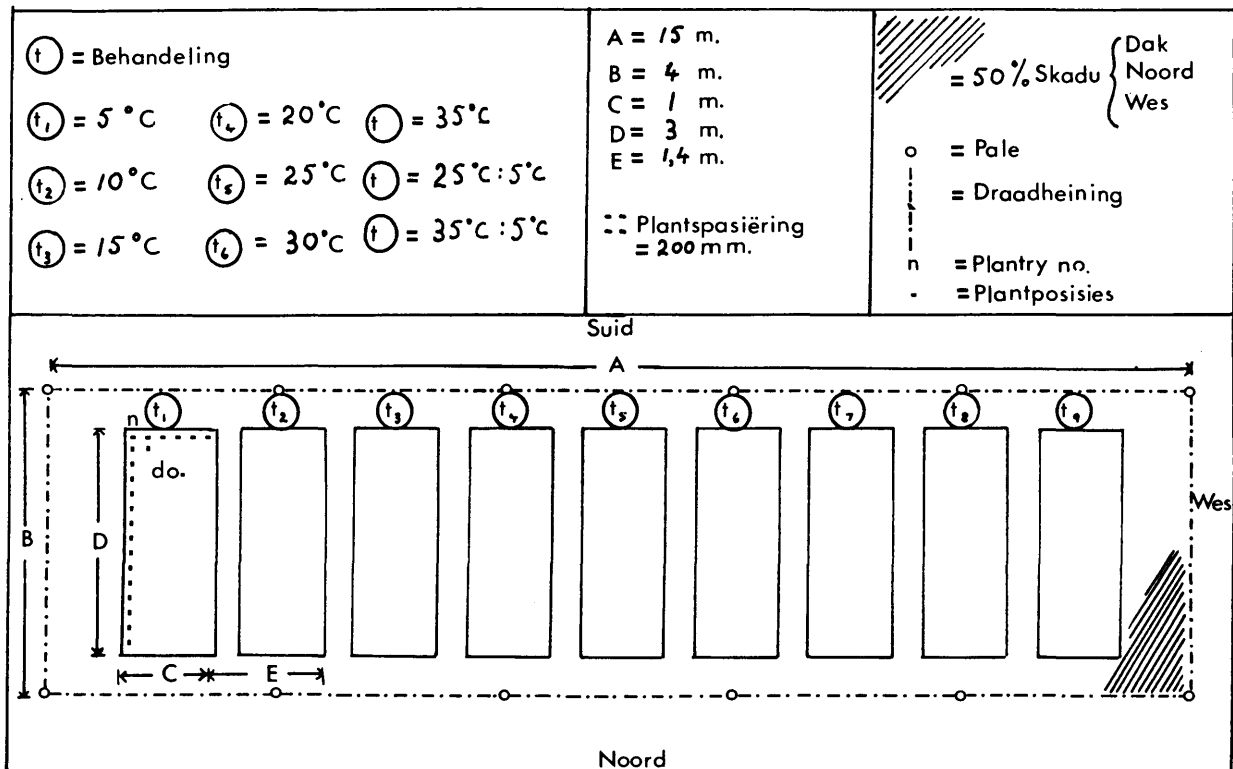


Fig 4 'n Diagramatiese voorstelling van die proefuitleg in die kweekhuis.

Ná planting is die beddings tweekeer per week deeglik natgemaak. 'n Volledige voedingsoplossing (chemicult) is twee-weekliks in 'n konsentrasie van  $200\text{mg. dm}^{-3}$  toegedien en namate die plantgrootte toegeneem het, is die toedienings tot eenmaal per week vermeerder. Volledige insekbeheer is sover moontlik toegepas, veral teen snywurms, plantluise en miere. Die beddings is ook totaal onkruidvry gehou vir die duur van die eksperiment.

### 7.2.1 Eienskappe van die eerste bloeiwyse

#### 7.2.1.1 Invloed van temperatuur op die bloeidatum

Al die plante van elke behandeling is eenmaal per dag tussen 8h00 en 10h00 ondersoek vir tekens dat die oudste blom van die bloeiwyse oopgaan (Fig. 5).

Fig. 5 Die bloeiwyse van *Ornithogalum thyrsoides* nadat die oudste blomme van die bloeiwyse oopgegaan het.

Dié datum is vir elke bloeiwyse aangeteken totdat 100% van die plante van elke behandeling se oudste blomme oopgegaan het. Die kumulatiewe persentasie (persentiele) van die getal plante waarvan die oudste blomme oopgegaan het, is vir elke dag bereken vanaf die dag dat die eerste plant se eerste blom oopgegaan het, totdat 100% van die plante van elke behandeling se eerste blomme oopgegaan het. Dié persentiele is teenoor die datums geplot op rekenkundige normaalwaarskynlikheids=papier. Deur gebruik te maak van die eienskappe van die normaalverdeling is die verskillende behandelings met mekaar vergelyk om vas te stel of temperatuur tydens opberging van die blombole, 'n invloed op die uiteindelijke blomdatum van die plante het.

#### 7.2.1.2 Invloed van temperatuur op die bloeiperiode

Al die plante van elke behandeling is eenmaal per dag tussen 8h00 en 10h00 ondersoek vir tekens dat die oudste blom van elke bloeiwyse verlep (Fig. 6) Dié datum is aangeteken totdat 100% van die plante van elke behandeling se oudste blomme verlep het. Hierdie data is gebruik om vas te stel of die opbergingstemperatuur van die blombole 'n invloed het op die getal dae wat die individuele blomme van elke bloeiwyse esteties aanvaarbaar bly.

Om vergelykbare data te kry ten opsigte van die getal dae wat die bloeiwyse hou, is vir die doel van die ondersoek 'n kriterium van estetiese aanvaarbaarheid van die bloeiwyse daargestel :- Wanneer ongeveer 20% van die totale getal blomme per plant verlep, 40% van die totale getal oop en 40% nog in die knopstadium is, het die bloeiwyse die piek van aanskoulikheid bereik. Dit is ook die stadium waarop die bloeiwyse geoes is (Fig. 7).

Fig. 6 'n Bloeiwyse van *Ornithogalum thyrsoides* waarvan die oudste blom verlep het.

Fig. 7 'n Bloeiwyse van *Ornithogalum thyrsoides* wat die piek van aanskoulikheid bereik het.

Nadat die bloeiwyse hierdie stadium, soos hierbo beskrywe, bereik het, is die bloeiwyse van die plant verwyder en gebruik vir blomtelling, bloeisteel- en bloeiasmeting. Die bloeiperiode van elke plant is vasgestel deur die getal dae te bereken vanaf die dag dat die oudste blom op die bloeiwyse oopgegaan totdat die bloeiwyse die kriterium soos hierbo verduidelik, bereik het. Die data is gebruik om vas te stel of temperatuur tydens die opberging van die blombolle 'n invloed op die uiteindelige bloeiperiode van die plante het.

#### 7.2.1.3 Invloed van temperatuur op die bloeias- en bloeisteelafmetings

Nadat die bloeiwyses geoes is, is die totale lengte van die bloeiwyse, die bloeias, bloeisteel sowel as die deursnee van die bloeisteel en die bloeias aan die basis bepaal. Die data is gebruik om vas te stel of die opbergingstemperatuur van die blombolle 'n effek op die uiteindelige bloeias- en bloeisteelafmetings het.

#### 7.2.1.4 Invloed van temperatuur op blomgetalle

Die bloeiwyses wat geoes is, is ook vir blomtelling gebruik. Die getal knoppe sowel as die getal blomme wat tot en met die oesdatum oopgegaan het, is bepaal. Uit hierdie gegewens is die totale getal blomme wat aan elke bloeiwyse gedifferensieer het, bepaal. Hierdie data is gebruik om vas te stel of die opbergingstemperatuur van die blombolle 'n effek het op die uiteindelige getal blomme wat tydens opberging en daarna differensieer.

### 7.2.2 Eienskappe van die tweede bloeiwyse

Dieselfde prosedures soos vir die eerste bloeiwyse beskrywe, is vir die tweede bloeiwyse wat aan elke plant vorm, gebruik. Die resultate van die tweede bloeiwyse is nie in die verhandeling ingesluit nie maar is by die departement Tuinboukunde van die Universiteit Pretoria vir naslaan doeleindes beskikbaar. Die bespreking en gevolgtrekkings uit hierdie resultate is in hoofstuk 4 ingesluit.

## 8. Dataverwerking

Al die waarnemings (1120) met 9 veranderlikes van die 7 behandelings is met die rekenaar verwerk deur van die algemene liniëre model (GLM-prosedure) gebruik te maak. Die Duncan-toets is gebruik om veranderlikes op 'n 5% peil te toets. Die data van die eerste en tweede bloeiwas van elke behandeling is afsonderlik vir betekenisvolheid getoets. Die veranderlikes is die volgende:

- (i) Datum waarop die eerste blom van elke plant oopgaan.
- (ii) Datum waarop die eerste blom van elke plant verlep.
- (iii) Oesdatum van die bloeiwyse.
- (iv) Getal blomme wat aan elke bloeiwyse oopgegaan het tot en met die dag waarop die bloeiwyse geoes is.
- (v) Getal knoppe aan die bloeiwyse die dag waarop die bloeiwyse geoes is.
- (vi) Die bloeiwaslengte van elke bloeiwyse.
- (vii) Die bloeisteellengte van elke bloeiwyse.
- (viii) Die bloeiwas-basis deursnee van elke bloeiwyse.

Die volgende veranderlikes is vir elke bloeiwyse bereken:

- (x) Die periode in dae wat 'n blom esteties aanvaarbaar bly  
(ii) - (i).
- (xi) Die periode in dae wat 'n bloeiwyse esteties aanvaarbaar bly  
(iii) - (i).



- (xii) Die totale getal blomme wat aan elke bloeiwyse differensieer (iv) + (v).
- (xiii) Die totale lengte van die bloeiwyse (vi) + (vii).

Al die dataverwerking is deur die Departement Statistiek in samewerking met die rekenaarsentrum van die Universiteit van Pretoria gedoen.

Die volledige rekenaaruitdruk is by die departement Tuinboukunde van die Universiteit van Pretoria ter insae beskikbaar.

## HOOFSTUK 3

### RESULTATE

#### 1. Anatomie

##### 1.1 Dehidrasie en infiltrasie

Aanvanklik is die volgende prosedure gevolg om die materiaal wat nodig is vir mikroskopiese ondersoek te dehidreer en met was te infiltreer:-

4-uur stappe in :-

- (i) H<sub>2</sub>O
- (ii) 50% Etiel alkohol
- (iii) 75% Etiel alkohol
- (iv) Absolute etiel alkohol (2x)
- (v) Etiel alkohol : Tersiere butiel alkohol :: 75:25
- (vi) Etiel alkohol : Tersiere butiel alkohol :: 50:50
- (vii) Tersiere butiel alkohol : Etiel alkohol :: 75:25
- (viii) Absolute tersiere butiel alkohol
- (ix) Was by 55<sup>0</sup>C (2x)

Die bogenoemde prosedure het baie swak infiltrasie tot gevolg gehad en die materiaal wou glad nie sny op die roterende mikrotoom nie. Die tydsduur in elke oplossing is verleng tot 8 uur sonder enige verbetering.

Om meer drastiese infiltrasie te kry is die tersiere butiel alkohol met xylol vervang in stappe v tot viii. Met hierdie verandering is beter resultate verkry maar die sneë was nog nie bevredigend nie. Die tydsduur is weereens van 4 uur na 8 uur stappe verleng. Die verlenging van die tydsduur het 'n verbetering tot gevolg gehad, maar die materiaal het steeds geskeur. Twee addisionele stappe is tussen

stap viii en ix ingevoeg naamlik xylol : Aptekersparaffien :: 50:50  
 en Was : Aptekersparaffien:: 75:25 by 55<sup>0</sup>C.

Hierdie prosedure het bevredigende resultate gelewer en is deurgaans vir dehidrasie en infiltrasie van die materiaal gebruik. Die volledige prosedure is soos beskrywe in hoofstuk 2 in punt 4.

## 1.2 Differensiasie

Die ontwikkeling van die bloeiwyse is 'n deurlopende proses van deling van die meristematische selle in die apikale gedeelte van die groeipunt en differensiasie van blomknoppe al langs die bloeias af. Vanaf inisiasie totdat die delings verskuif vanaf die sentrale sone na die periferele sone, duur vyf tot ses weke. Die ontwikkeling vanaf inisiasie totdat die oudste blomme in die bloeiwyse begin met differensiasie van die periant, meeldraad- en vrugblaarkrans, duur ongeveer 20 weke by ongekontroleerde opbergingsstoestande. Twee weke later begin die bloeisteel verleng en stoot die bloeiwyse by die blombol uit. Die differensiasie van die bloeiwyse is stapsgewys gevolg en weergegee telkens wanneer 'n volgende krans blomme gevorm is, totdat die perigoon-, meeldraad- en vrugblaarprimordia in die oudste blom sigbaar word.

Differensiasie van die jong bloeiwyse in die blombol van *Ornithogalum thyrsoides* vind in die groeipunt plaas, wat in die sentrale gedeelte van die gedronge stingel gesetel is en wat deur 'n koepel van skutblare omgewe is. Die groeipunt bestaan uit 'n groepie meristematische selle wat koepelvormig, ongeveer 0,2 mm lank en 0,15 mm breed is.

Die lengte van die groeipunt en jong bloeiwyse word gemeet vanaf die vlak waar die skutblare met die gedrongestingel aansluit, tot by die apikale punt van die groeipunt.

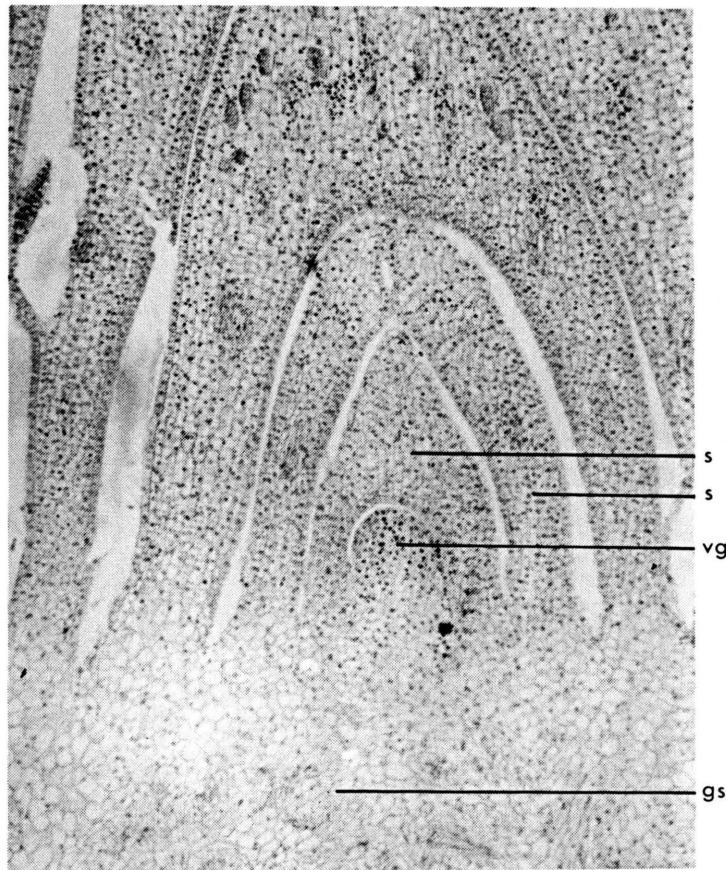


Fig. 8 'n Mediane lengtesnee deur die sentrale gedeelte van die blombol van *Ornithogalum thyrsoides* voordat differensiasie begin (vergroting x88).

Wanneer die blombolle opgeberg word by hoë temperature ( $30^{\circ}\text{C}$  -  $35^{\circ}\text{C}$ ) word bloeiwyse-inisiasie totaal geïnhibeer, terwyl beperkte differensiasie van vegetatiewe dele (blare) plaasvind deur meristematische aktiwiteit in die groeipunt. Op hierdie stadium kan die groeipunt as vegetatief beskou word. Die meristematische aktiwiteit is tot die sentrale sone beperk met vegetatiewe blare tot gevolg (Fig. 8).

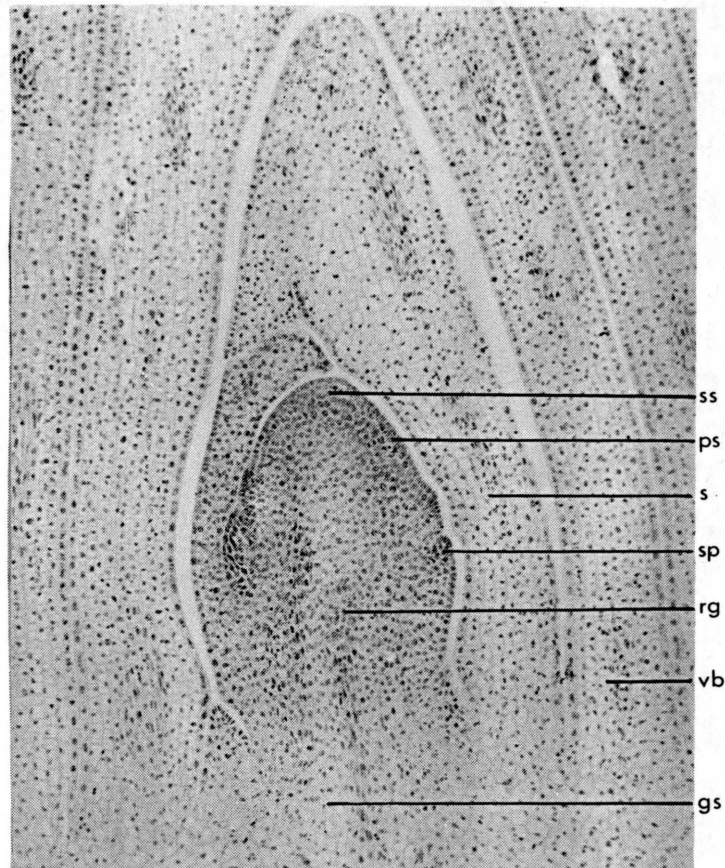


Fig. 9 'n Mediane lengtesnee deur die sentrale gedeelte van die blombol van *Ornithogalum thyrsoides* direk nadat differensiasie begin het (vergroting x88).

Die eerste tekens van differensiasie is wanneer aktiewe seldeling in die groeipunt plaasvind. Die seldeling verskuif van die sentrale sone na die perifere sone en as gevolg hiervan plat die groeipunt af. Die groeipunt word reprodutief wanneer die meristematische aktiwiteit oor die hele oppervlakte uitbrei. Wanneer dit plaasgevind het, het differensiasie van die jong bloeiwyse reeds 'n aanvang geneem. Afgesien van die afplatting van die groeipunt, is die eerste morfologiese verandering wat in die reprodutiewe groeipunt plaasvind, die verskyning van skutblaarpriordia van die eerste krans blomme aan die laterale kante van die groeipunt. Op hierdie tydstip het differensiasie van vegetatiewe blare gestaak maar aktiewe seldeling vind oor die hele oppervlakte van die vegetatiewe blare plaas en die blare neem in grootte toe (Fig. 9).

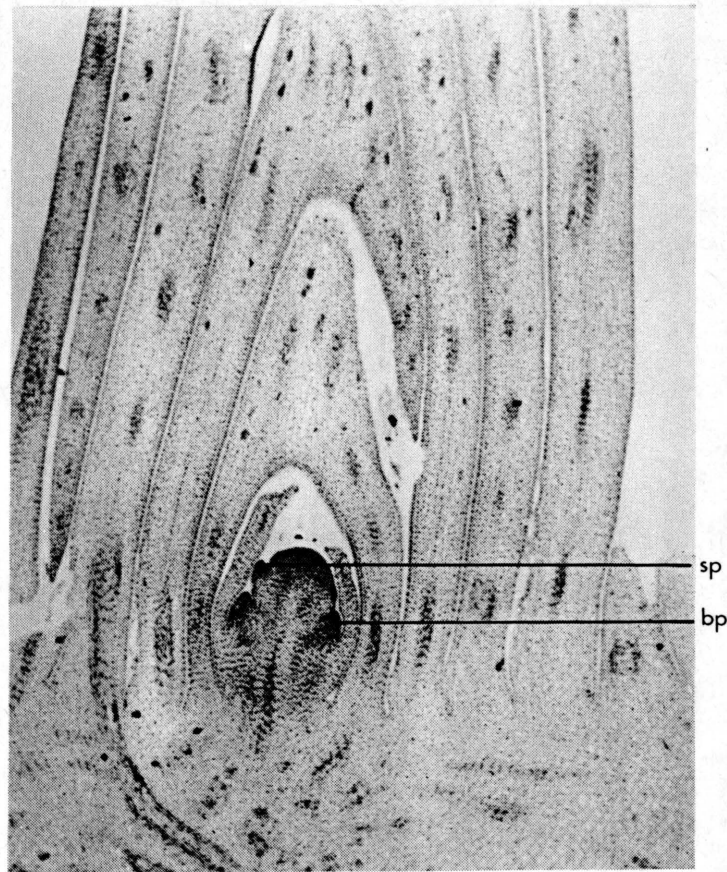


Fig. 10 'n Mediane lengtesnee deur die sentrale gedeelte van die blombol van *Ornithogalum thyrsoides* nadat die eerste blomprimordia differensieer (vergroting x 35).

Die eerste krans blomprimordia verskyn kort na die skutblaarprimordia in die oksels van die skutblaarprimordia. Die skutblare ontwikkel vinnig, terwyl die blomknoppe in die primordiaal stadium bly. Op hierdie stadium van ontwikkeling is die totale lengte van die bloeiwyse 0,6 mm (Fig. 10).

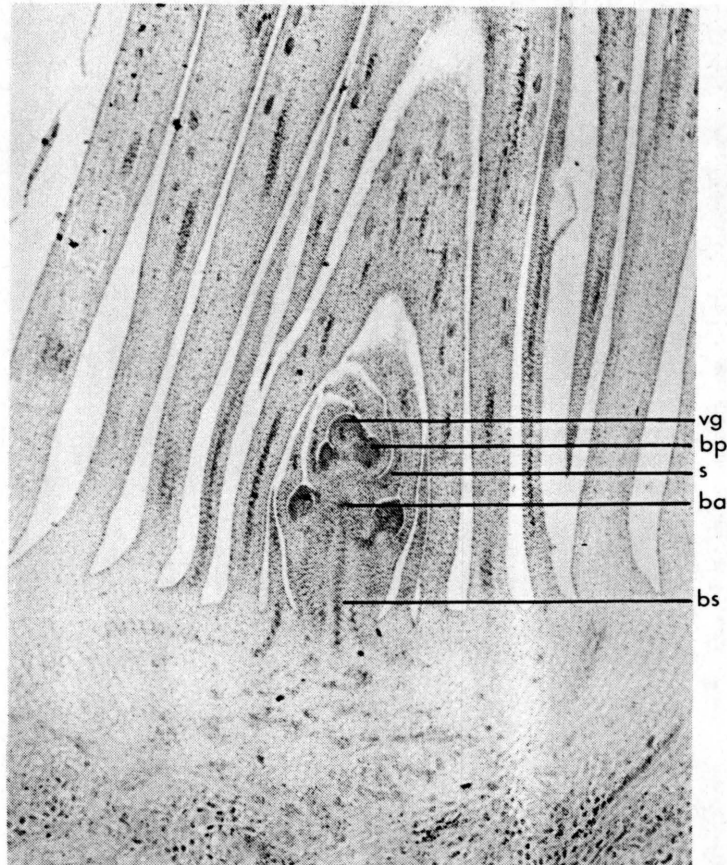


Fig. 11 'n Mediane lengtesnee deur die sentrale gedeelte van die blom= bol van *Ornithogalum thyrsoides* nadat die tweede krans blom= primordia differensieer (vergroting x 35).

Verdere ontwikkeling vind plaas deurdat die groeipunt die volgende krans skutblaarprimordia en daarna blomknopprimordia differensieer. Die skutblare ontwikkel vinnig terwyl die blomknoppe in die primordiaal stadium bly. Op die tydstip dat die tweede krans blomprimordia gedifferensieer is, is die bloeias en bloeisteel ongeveer ewelank en die totale lengte is 0,8 mm. (Fig. 11).

Hierdie volgorde van ontwikkeling duur voort totdat die vyfde of sesde krans differensieer en die bloeiwyse 'n totale lengte van ongeveer 2mm. bereik het (Fig 12 & 13).

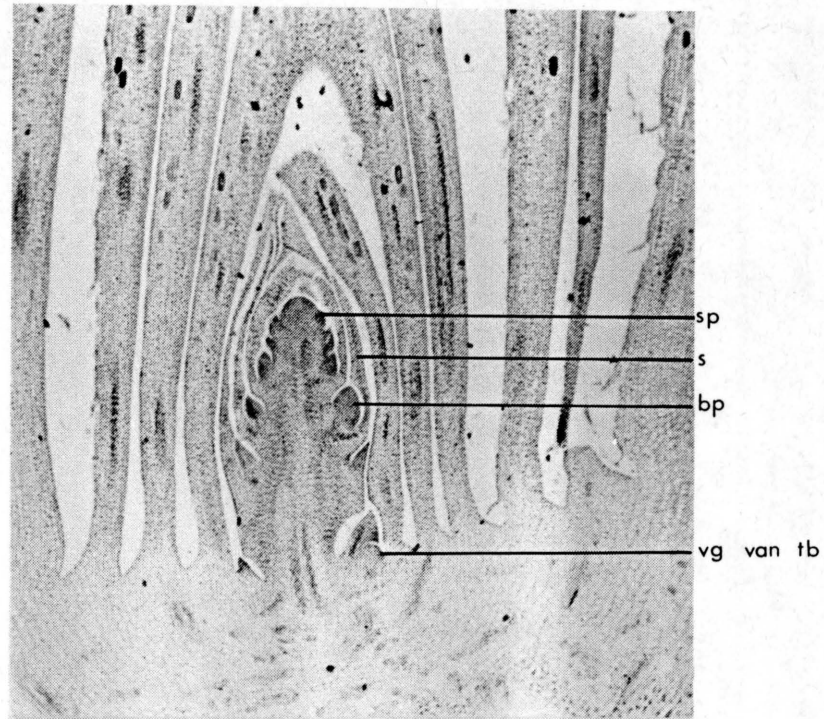


Fig. 12 Mediane Lengtesnee deur die sentrale gedeelte van die blombol van *Ornithogalum thyrsoides* nadat die vyfde krans blomprimordia differensieer (vergroting x 35).

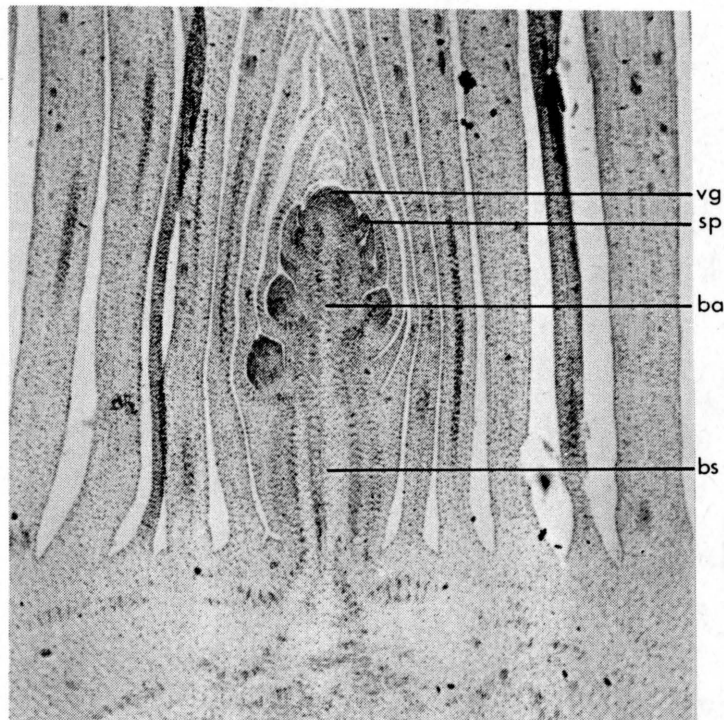


Fig. 13 Mediane lengtesnee deur die sentrale gedeelte van die blombol van *Ornithogalum thyrsoides* met 'n jong bloeiwyse met 'n totale lengte van  $\pm$  2 mm. (vergroting x 35).



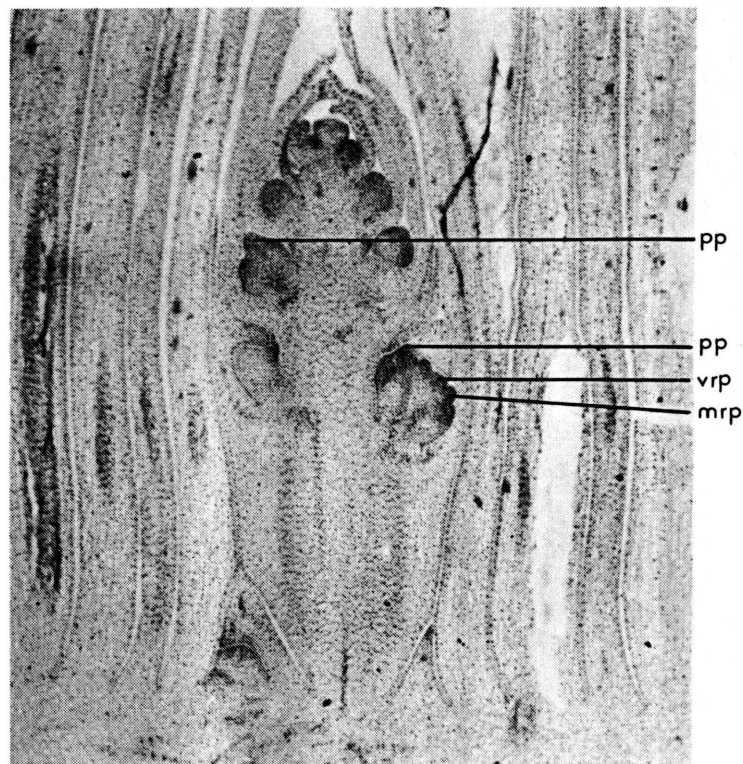


Fig. 14 'n Mediane lengtesnee deur die jong bloeiwyse van *Ornithogalum thyrsoides* nadat differensiasie in die blomprimordia plaasvind (vergroting x 35).

Nadat die vyfde of sesde krans gedifferensieer het begin die oudste blomprimordia differensieer, terwyl die groeipunt steeds nuwe kranse vorm. Die perigoon- en meeldraadprimordia word eerste gedifferensieer. Tydens die differensiasie van perigoon- en meeldraadprimordia in die tweede krans blomprimordia, differensieer die vrugblaarprimordia in die oudste krans (Fig. 14).

Figuur 15 verteenwoordig die jong bloeiwyse in die blombol van *Ornithogalum thyrsoides* met 'n totale lengte van 8 mm., 20 weke nadat die blombolle by ongekontroleerde toestande opgeberg is. Na 22 weke stoot die bloeiwyse by die blombol uit deur die bloeisteel wat verleng, alhoewel die bloeiwyse

nog nie volledig gedifferensieer is nie. Verdere differensiasie van die bloeiwyse vind buite die blombol plaas waar dit deur 'n suil van vegetatiewe blare beskerm word. Hierdie suil van vegetatiewe blare pas dig om die jong bloeiwyse.

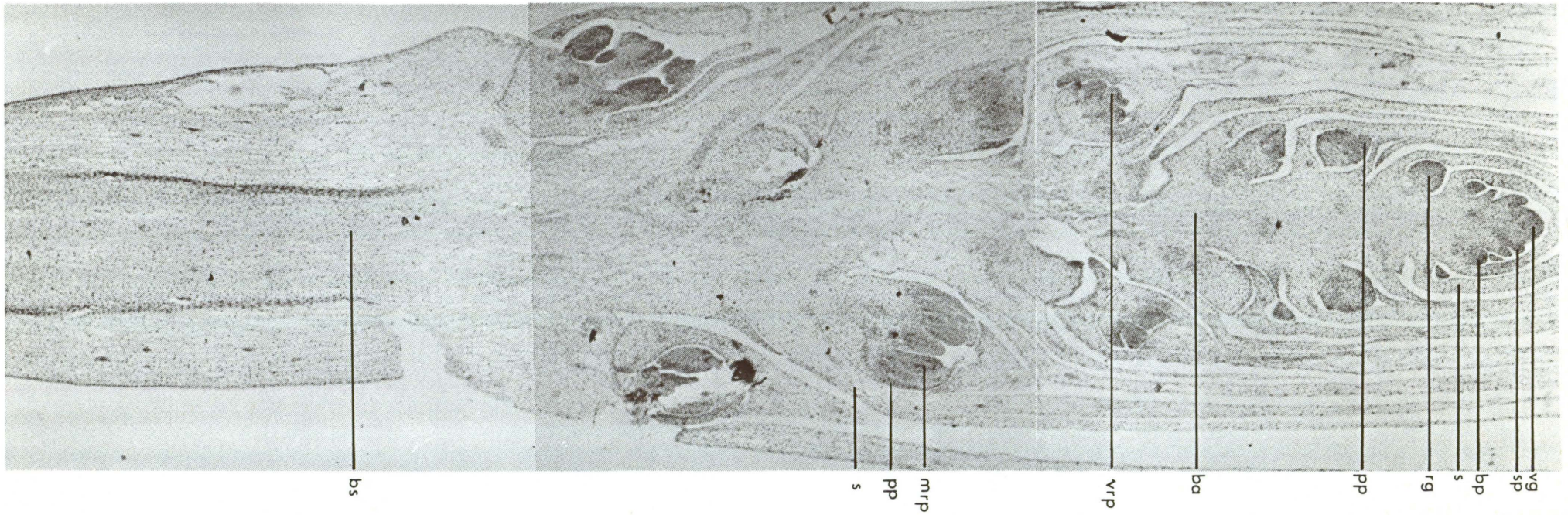


Fig. 15 Saamgestelde Figuur wat die mediane lengtesnee van die jong bloeiwyse in die blombol van *Ornithogalum thyrsoides* net voordat die bloeiwyse by die blombol uitstoot, toon (vergroting x 35).

## 2. Invloed van temperatuur op bloeiwysedifferensiasie

Tabel 2 Gemiddelde lengtes (mm) (gemeet van 5) van die jong bloeiwyse in die bol van *Ornithogalum thyrsoides* op verskillende tye (weke) gedurende opberging van die blombolle by verskillende konstante temperature.

Opbergings temperatuur in °C	Aantal weke in opberging								
	2	4	6	8	10	12	14	16	18
5	0,16	0,37	0,53	0,60	0,85	1,25	1,31	1,68	2,06
15	0,10*	0,18	0,42	0,51	0,72	1,03	1,25	1,51	1,9
20		0,10*	0,26	0,35	0,53	0,70	0,80	1,12	1,60
25				0,10*	0,26	0,34	0,54	0,70	0,94
30									0,10*
35									0,10*

\*0,1 mm = lengte van die groeipunt voordat differensiasie 'n aanvang neem.

In Tabel 2 word die totale bloeiwyselengte as 'n gemiddelde waarde, bereken uit vyf waarnemings elk by die verskillende opbergingstemperature, weergegee. Dit is duidelik uit die data dat by 5°C, differensiasie reeds gedurende die eerste twee weke van opberging plaasgevind het, want daar is 'n lengtetoenname van 0,06mm. Die lengtetoenname is bepaal deur 'n meting aan die begin van opberging (0,10mm) met 'n meting na twee weke in opberging (0,16mm), te vergelyk.

By 15°C is die eerste lengtetoenname na 4 weke, by 20°C na 6 weke en by 25°C na 10 weke in opberging waargeneem.

Die temperatuurbeheerde kabinet wat op  $10^{\circ}\text{C}$  ingestel was het nie na behore gefunksioneer nie. Die opbergings temperatuur het gedurig gefluktueer tussen  $0^{\circ}\text{C}$  en  $30^{\circ}\text{C}$ . Mikroskopiese ondersoek het getoon dat inisiasie wel na 4 weke plaasgevind het, maar dat die jong bloeiwyses in die blombol tydens opberging afgesterf het. Die blombolle is wel na 14 weke in opberging uitgeplant maar slegs 10% van die plante het vegetatief gegroei en van hierdie 10%, het geen plant geblom nie. Hieruit kan afgelei word dat gedurige fluktuasie van opbergings temperatuur uiters nadelig is vir bloeiwyses-inisiasie en -differensiasie.

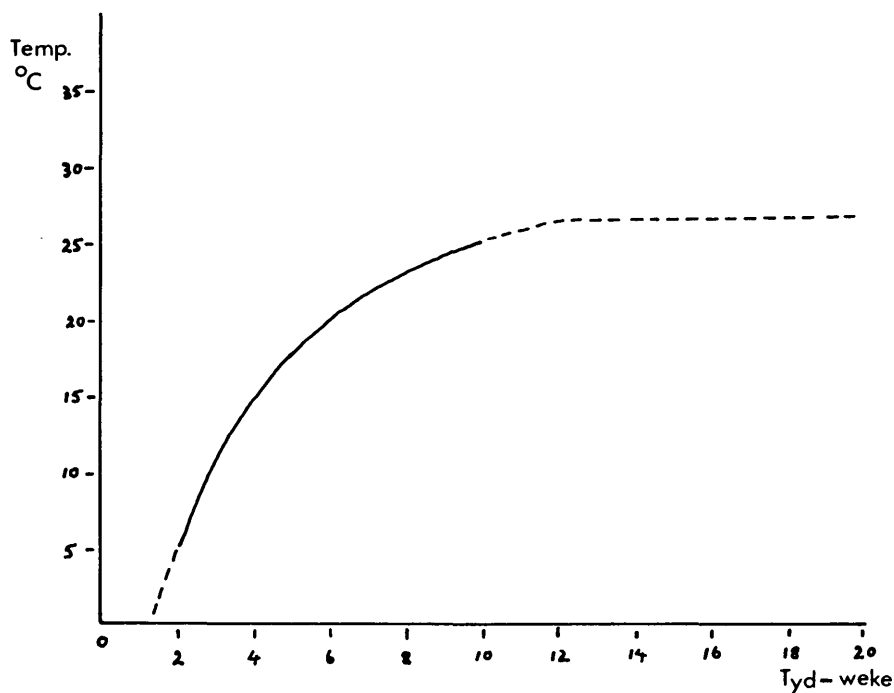


Fig. 16 'n Vergelyking van aanvangstye van bloeiwysesdifferensiasie van *Ornithogalum thyrsoides* blombolle en die tyd wat verloop het in weke tydens opberging by verskillende konstante temperature.

Uit Fig. 16 is die volgende duidelik : By lae temperature begin differensiasie reeds vroeg gedurende die opberging, maar namate die blombolle by hoër temperature opgeberg word, duur dit langer vir differensiasie om te begin. By  $5^{\circ}\text{C}$  begin differensiasie reeds gedurende die eerste twee

weke, by  $15^{\circ}\text{C}$  duur dit 4 weke, by  $20^{\circ}\text{C}$  duur dit 6 weke en by  $25^{\circ}\text{C}$  neem dit 10 weke voordat differensiasie begin. By temperature van  $30^{\circ}\text{C}$  en hoër vind geen differensiasie tydens opberging plaas nie.

## 2.1 Ontwikkelingstempo (Differensiasietempo)

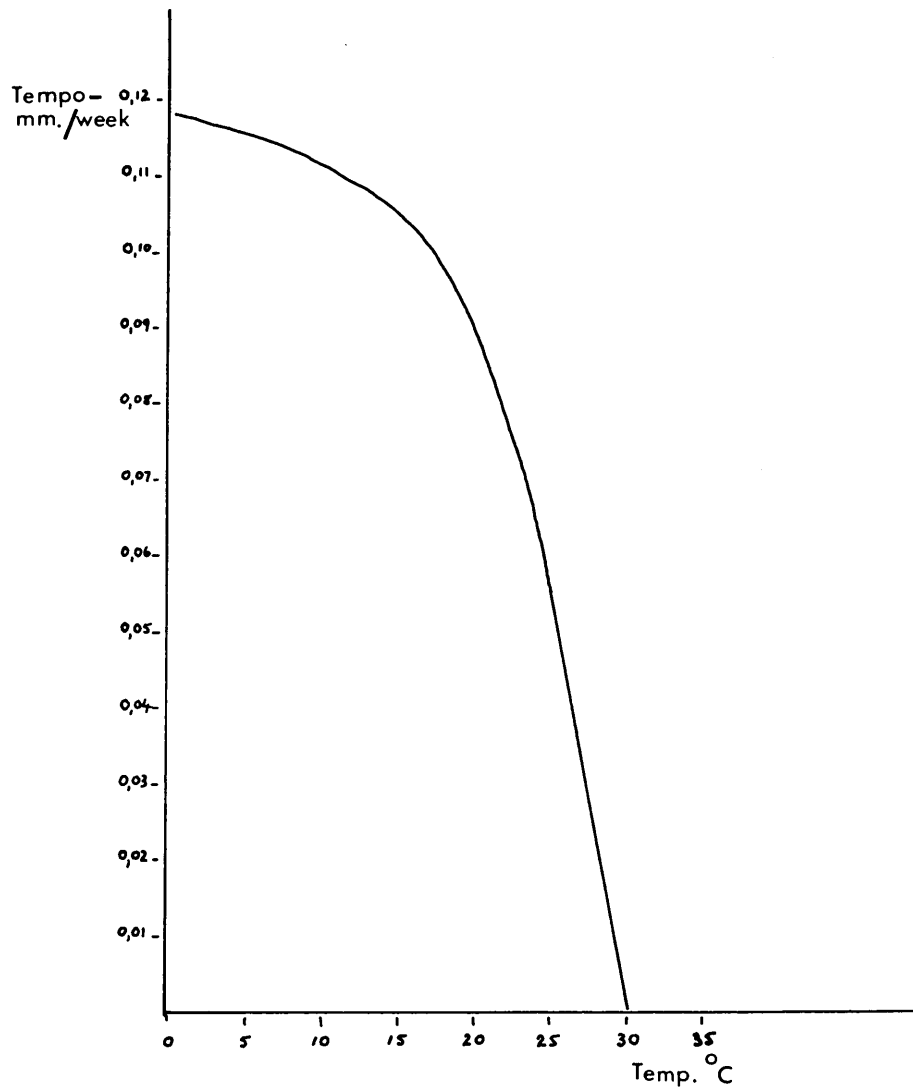


Fig. 17 Die invloed van verskillende konstante opbergingstemperature op die ontwikkelingstempo van die jong bloeiwyse in die blom- bol van *Ornithogalum thyrsoides*.

In Figuur 17 word die ontwikkelingstempo (Differensiasietempo) van die bloeiwyse in die blom- bol as 'n lengtefunksie, gemeet in mm. groei per week, by die verskillende opbergingstemperature weergegee. Dit is

duidelik uit die figuur dat die ontwikkelingstempo afneem, soos die temperatuur waarby die blombolle opgeberg word, styg. Maksimum groei vind by 5<sup>o</sup>C en 'n minimum groei (nul) by 30<sup>o</sup>C en 35<sup>o</sup>C plaas.

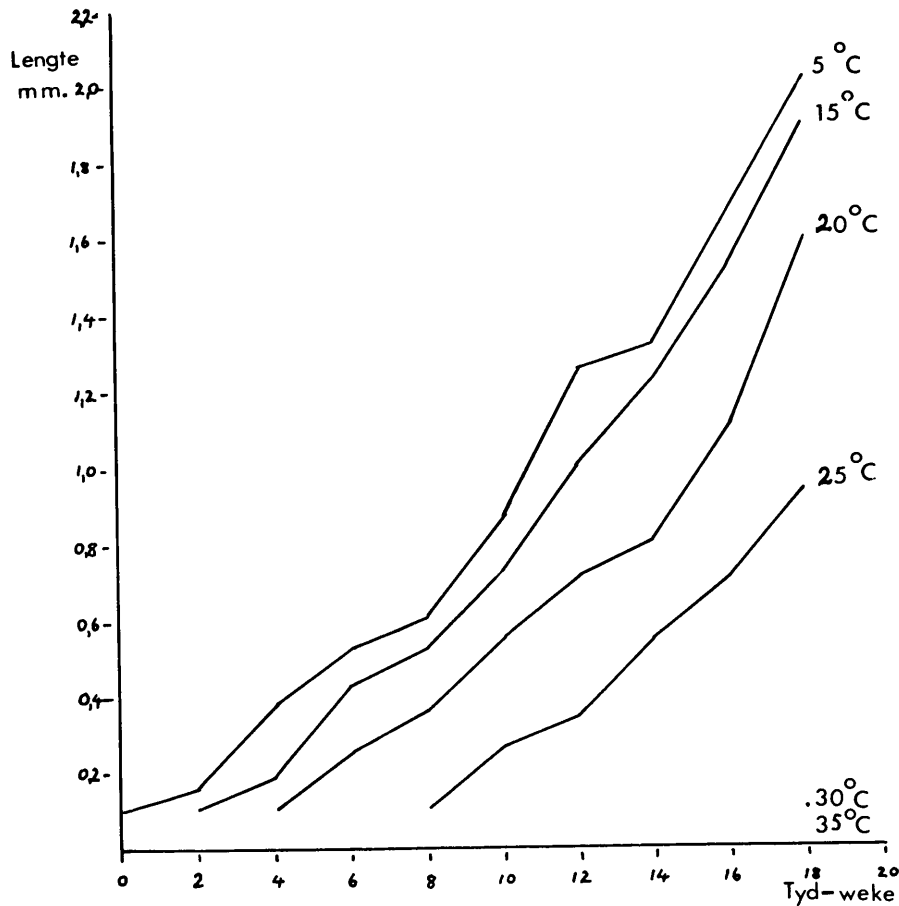


Fig. 18 Die invloed van die opbergingsperiode op die lengte van die jong bloeiwyse in die bol van *Ornithogalum thyrsoides* by verskillende opbergingstemperature.

In Figuur 18 word die totale lengte van die jong bloeiwyse in die blombol (gemeet in mm.) van die verskillende behandelings, teenoor die getal weke in opberging, weergegee.

Uit die gegewens in Figure 16 tot 18, sowel as gegewens in Tabel 2, is dit duidelik dat differensiasie van die bloeiwyse in die bol tydens opberging, vroeër begin by die laer-temperatuurbehandelings en dat die ontwikkelingstempo progressief afneem soos die temperatuur waarby die

blombolle opgeberg word, hoër word. 'n Aspek wat ook baie duidelik is uit die resultate, is dat die opberging van die blombolle by temperatuur van 30°C en 35°C, differensiasie van die bloeiwyse volledig inhibeer.

### 3. Die invloed van temperatuur op die bloei-eienskappe

#### 3.1 Bloeidatum

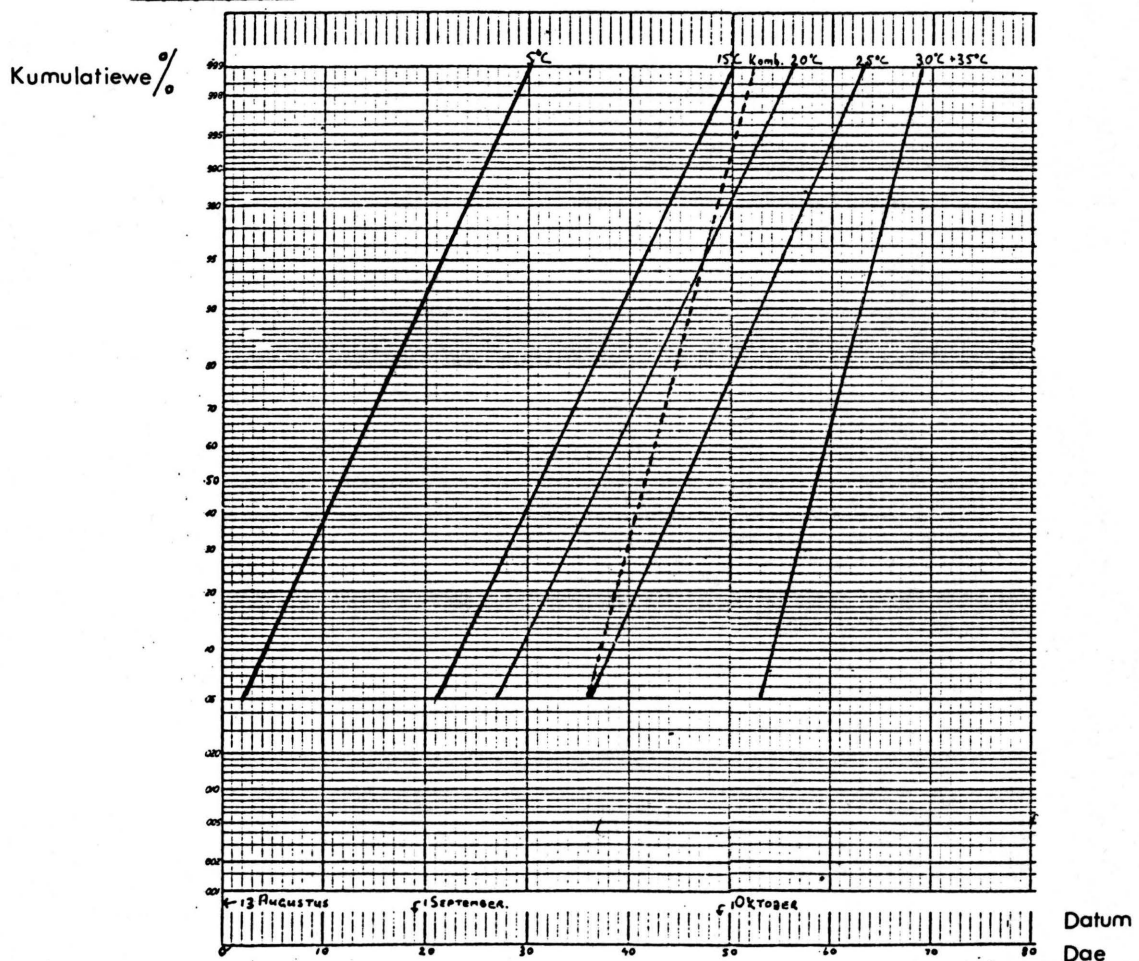


Fig. 19 Verdelings van die bloeidatums van die verskillende behandelings soos voorgestel op rekenkundige normaalwaarskynlikheidsgrafiek=papier.

Aanvanklik is vir elke behandeling die kumulatiewe persentasie van die bloeiwyses waarvan die eerste blom oopgegaan het bereken, vandat die eerste plant se eerste blom oopgegaan, totdat die laaste plant se eerste blom oopgegaan. Hierdie persentiele is gebruik om groei- (bloei) krommes



grafies te plot teenoor die spesifieke datums waarop die blomme oopgegaan het. Uit die groeikrommes kan slegs beperkte afleidings gemaak word, daarom is daar gebruik gemaak van rekenkundige normaalwaarskynlikheidsgrafiekpapier waar die persentiele teenoor dae geplot is (Fig. 19). Deur van die eienskappe van die normaalverdeling gebruik te maak, kan daar direk uit Figuur 19 afgelei word of die verskillende verdelings statisties vergelykbaar is en of die temperatuurbehandelings van die blombole tydens opberging, wel 'n invloed het op die uiteindelijke blomdatum.

Uit Figuur 19 kan die standaardafwyking direk afgelees word deur reguit lyn  $90^{\circ}$  op die X-as te projekteer deur die punt waar die verdeling die 84ste, 16de en 50ste persentiel sny. Op die X-as kan die standaardafwyking dan bepaal word deur die eenhede (dae) te tel tussen die afsnit op die X-as van die lyn van die 16de of 84ste persentiel, tot by die afsnit op die X-as van die lyn van die mediaan. Die standaardafwykings van die verskillende verdelings word in Tabel 3 weergegee.

Tabel 3 Die standaardafwykings van die verskillende normaalverdelings van die kumulatiewe persentasie van die bloeidatums van die verskillende behandelings van *Ornithogalum thyrsoides*.

Behandeling							
	5 <sup>0</sup> C	15 <sup>0</sup> C	20 <sup>0</sup> C	25 <sup>0</sup> C	30 <sup>0</sup> C	35 <sup>0</sup> C	Komb. <sup>x</sup>
S <sup>x</sup>	5,5	5,5	5,0	5,5	4,0	4,0	4,0

<sup>x</sup>S = standaardafwyking  
 Komb. = 25<sup>0</sup>C:5<sup>0</sup>C-kombinasiebehandeling

Uit Tabel 3 is dit duidelik dat die verdelings vergelykbaar is (tussen 4 en 5,5 dae). Dit beteken dat tussen 4 en 5,5 dae voor of na die mediaan, ongeveer 70% van die plante in die behandeling begin blom. Volgens die rekenaar verwerking is die verskillende behandelings vergelykbaar ( $F = 268,98$ ;  $PR = 0,0001$ ). Die verdelings van  $30^{\circ}\text{C}$  en  $35^{\circ}\text{C}$  in Figuur 19 val saam, 'n verskynsel wat daarop dui dat 'n opbergings-temperatuur van  $35^{\circ}\text{C}$  nie die bloeidatum verder vertraag as 'n opbergings-temperatuur van  $30^{\circ}\text{C}$  nie. Die aanvangsbloeidatum van  $25^{\circ}\text{C}$ - en die  $25^{\circ}\text{C}$ : $5^{\circ}\text{C}$ -kombinasiebehandeling val wel saam, maar die mediaan van die  $25^{\circ}\text{C}$ : $5^{\circ}\text{C}$ -kombinasiebehandeling lê 5 dae vroeër as die van die  $25^{\circ}\text{C}$ -behandeling wat 'n verdere bewys is dat die ontwikkelingstempo van die jong bloeiwyse in die bol, vinniger is by lae temperature as by hoë temperature soos in Figuur 17 geïllustreer.

Tabel 4 'n Vergelyking van die getal dae vanaf die plantdatum van blombolle van *Ornithogalum thyrsoides* totdat 50% van die plante van elke behandeling se eerste bloeias se eerste blomme oopgaan soos bereken uit Figuur 19.

Behandeling	Totale getal dae vanaf plantdatum totdat 50% van die plante blom.
	1 <sup>e</sup> Bloeias
$5^{\circ}\text{C}$	128
$15^{\circ}\text{C}$	148
$20^{\circ}\text{C}$	154
$25^{\circ}\text{C}$	162
$30^{\circ}\text{C}$	176
$35^{\circ}\text{C}$	176
Kombinasie	157

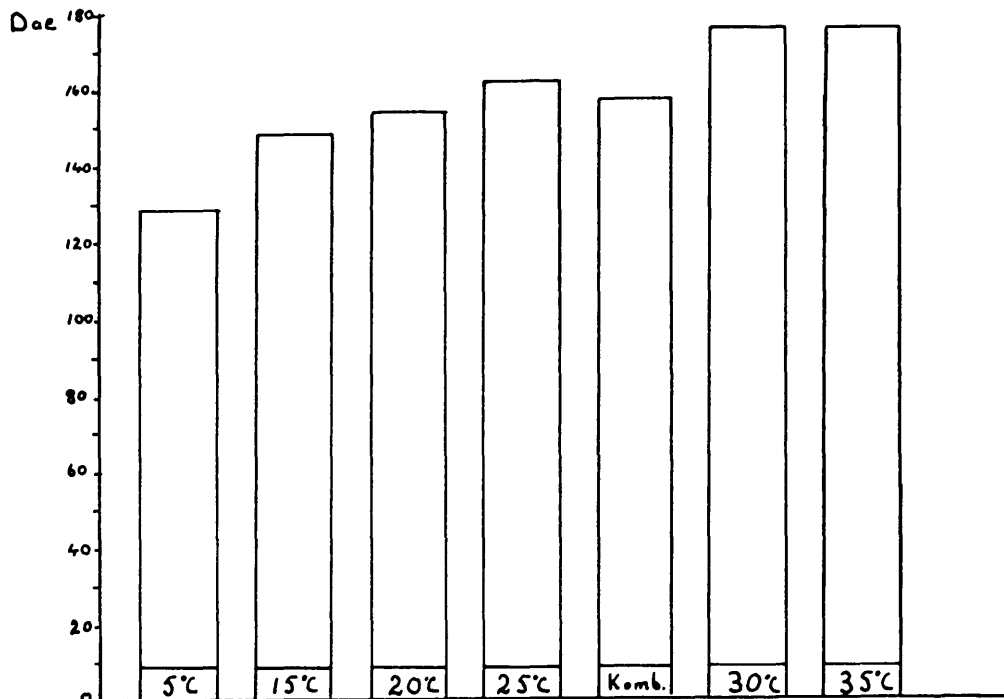


Fig. 20 Histogram van die totale aantal dae vanaf die plantdatum tot dat 50% van die plante van die verskillende behandelings se eerste blomme oopgaan.

Uit Figuur 20 en Tabel 4 is dit duidelik dat daar 'n direkte korrelasie is tussen temperatuur en die bloeidatum. Indien die mediaan van elke verdeling as 'n kriterium gebruik word en die aantal dae vanaf 'n vaste gemeenskaplike verwysingspunt, naamlik die plantdatum van elke behandeling, vergelyk word, is daar 'n duidelike tendens dat die mediaan met 'n aantal dae aanskuif met elke 5<sup>0</sup>C wat die opbergings temperatuur tot 'n maksimum van 30<sup>0</sup>C styg. 'n Verhoging van die opbergings temperatuur na 35<sup>0</sup>C het geen verdere vertragingseffek nie, wat 'n duidelike aanduiding is dat opberging by 30<sup>0</sup>C die maksimum vertragingseffek op die bloeidatum het. Wanneer 'n hoë temperatuur (25<sup>0</sup>C) met 'n lae temperatuur (5<sup>0</sup>C) gekombineer word, kan die aanvanklike vertraging opgehef word. Volgens gegewens in Figuur 20 en Tabel 4 is dit duidelik dat hierdie kombinasiebehandeling nie 'n drastiese effek tot gevolg het nie.

Tabel 5 Die gemiddelde getal dae vanaf die plantdag, totdat die eerste blomme van elke behandeling oopgaan.

Behandeling	Gemiddelde getal dae	Statistiese <sup>x</sup> Groepering	Getal plante betrokke
5 <sup>o</sup> C	136,200	F	65
15 <sup>o</sup> C	149,076	E	78
20 <sup>o</sup> C	153,576	D	78
25 <sup>o</sup> C	162,519	B	77
30 <sup>o</sup> C	175,506	A	77
35 <sup>o</sup> C	174,541	A	72
Kombinasie	156,692	C	78

<sup>x</sup> Behandelings met dieselfde letterkode verskil nie betekenisvol op 'n 5% peil nie.

Die waardes in Tabel 5 is met die rekenaarprogram bepaal en vergelyk goed moet die waardes in Tabel 4, wat met behulp van die rekenkundige normaalwaarskynlikheidsgrafiekpapier bereken is.

Hieruit kan afgelei word dat, alhoewel die metode met die grafiekpapier minder akkuraat is, dit tog met vrug in die praktyk toegepas kan word.

Volgens gegewens in Tabel 5 kan die vroegste bloeidatum verkry word deur die blombolle by 5<sup>o</sup>C op te berg, terwyl die maksimum vertraging deur die 30<sup>o</sup>C- en 35<sup>o</sup>C-opberging verkry word. Omdat al die handelings (uitgesonder die 30<sup>o</sup>C- en 35<sup>o</sup>C-behandeling) betekenisvol op 'n 5% peil van mekaar verskil, kan afgelei word dat temperatuur tydens opberging van die blombolle, wel 'n effek het op die uiteindelijke bloeidatum.

### 3.2 Vertraging van bloeidatum

Alhoewel dit nie deel van die proefuitleg was nie, is 80 blombolle van *Ornithogalum thyrsoides* vir 6 maande by 35<sup>0</sup>C en daarna vir 2 weke by 5<sup>0</sup>C opgeberg. Daarna is die blombolle onder dieselfde toestande as die ander behandelings uitgeplant. Hierdie plante het na ± 170 dae geblom en die bloei-eienskappe het goed vergelyk met die 30<sup>0</sup>C- en 35<sup>0</sup>C-behandeling. Die resultate is nie ingesluit in hierdie studie nie en is bloot gedoen om die effek van langdurige opberging by 'n hoë temperatuur, waar bloeiwyse inisiasie volledig geinhibeer word, waar te neem. Dit wil dus voorkom uit hierdie waarnemings dat die natuurlike bloeidatum (begin September) met tot 90 dae vertraag kan word sonder nadelige effek op die bloei-eienskappe.

'n Verdere aspek waarna verwys kan word t.o.v. die bloeidatum, is die resultate wat verkry is deur blombolle vir 'n periode van 8 weke by 25<sup>0</sup>C en daarna vir 6 weke by 5<sup>0</sup>C op te berg. Die behandeling se verdeling in Figuur 19 lê tussen die 20<sup>0</sup>C- en 25<sup>0</sup>C-behandelings se verdelings en volgens die standaardafwyking (Tabel 3) is hierdie verdeling statisties vergelykbaar met die ander verdelings. Volgens gegewens in Tabel 4 duur dit 162 dae vir die 25<sup>0</sup>C-behandeling, 154 dae vir die 20<sup>0</sup>C-behandeling en 157 dae vir die kombinasiebehandeling, vanaf die plantdatum voordat 50% van die plante se eerste blomme oopgaan. Volgens Tabel 5 verskil die 25<sup>0</sup>C-, en 20<sup>0</sup>C- en kombinasiebehandeling statisties betekenisvol van mekaar en is 'n verdere bewys dat die ontwikkelingstempo en uiteindelik die bloeidatum positief gekorreleerd is met temperatuur.

### 3.3 Bloeiperiode

#### 3.3.1 Getal dae wat die bloeiwyse esteties aanvaarbaar is.

Tabel 6. Die gemiddelde getal dae wat die bloeiwyse van elke behandeling esteties aanvaarbaar is.

Behandeling	Gemiddelde getal dae	Statistiese groepering <sup>x</sup>	Getal plante betrokke
5°C	20,969	A	65
15°C	16,969	B	78
20°C	15,818	BC	78
25°C	12,818	E	77
30°C	14,948	CD	77
35°C	14,818	D	72
Kombinasie	16,153	B	78

<sup>x</sup>Behandelings met dieselfde letterkode verskil nie betekenisvol op 'n 5% peil nie.

Volgens gegewens uit Tabel 6 is daar wel statisties betekenisvolle verskille tussen sommige van die behandelings. Dit is veral die 5°C- en 25°C-behandeling wat verskil van die ander. Die 5°C-behandeling vertoon die beste terwyl die 25°C-behandeling die swakste vertoon. Daar is 'n duidelike tendens dat die behandelings swakker vertoon soos die behandelingstemperatuur styg. Hieruit kan afgelei word dat die opbergings temperatuur wel 'n invloed het op die getal dae wat die bloeiwyse esteties aanvaarbaar is.

### 3.4 Bloeias- en bloeisteelafmetings

#### 3.4.1 Bloeiaslengte

Tabel 7 Die gemiddelde lengte van die bloeias (in mm.) van die verskillende behandelings.

Behandeling	Gemiddelde lengte	Statistiese <sup>x</sup> groepering	Getal plante betrokke
5 <sup>o</sup> C	130,92	C	65
15 <sup>o</sup> C	149,87	B	78
20 <sup>o</sup> C	127,69	C	78
25 <sup>o</sup> C	149,87	B	77
30 <sup>o</sup> C	173,89	A	77
35 <sup>o</sup> C	172,22	A	72
Kombinasie	166,79	A	78

<sup>x</sup>Behandelings met dieselfde letterkode verskil nie betekenisvol op 'n 5% peil nie.

Die behandelings in Tabel 7 kan t.o.v. die gemiddelde lengte van die bloeias, statisties in drie groepe verdeel word. Die 5<sup>o</sup>C-behandeling vertoon die swakste, terwyl die 30<sup>o</sup>C- en 35<sup>o</sup>C-behandelings die beste vertoon. Indien die behandelings in geheel met mekaar vergelyk word, kan daar tog 'n tendens van stygende waardes teenoor stygende opbergings=temperature, waargeneem word. Hieruit kan afgelei word dat opbergings=temperatuur positief korreleer met die uiteindelijke bloeiaslengte.

### 3.4.2 Bloeisteellengte

Tabel 8 Die gemiddelde lengte van die bloeisteel (in mm.) van verskillende behandelings.

Behandeling	Gemiddelde lengte	Statistiese <sup>x</sup> groepering	Getal plante betrokke
5 <sup>o</sup> C	264,92	E	65
15 <sup>o</sup> C	349,87	C	78
20 <sup>o</sup> C	290,51	D	78
25 <sup>o</sup> C	352,46	C	77
30 <sup>o</sup> C	414,15	A	77
35 <sup>o</sup> C	375,00	BC	72
Kombinasie	388,07	B	78

<sup>x</sup> Behandelings met dieselfde letterkode verskil nie betekenisvol op 'n 5% peil nie.

Volgens die statistiese groepering in Tabel 8 val vier van die sewe behandelings saam. Hierdie vier behandelings verskil nie statisties betekenisvol van mekaar nie, maar wel van die ander drie behandelings. Die 5<sup>o</sup>C-, 20<sup>o</sup>C- en 30<sup>o</sup>C-behandelings verskil wel statisties betekenisvol van mekaar. Omdat die 5<sup>o</sup>C-, 20<sup>o</sup>C- en 30<sup>o</sup>C-behandeling statisties betekenisvol van mekaar verskil en die waardes van hierdie behandelings 'n stygende tendens toon, kan afgelei word dat daar 'n moontlike positiewe korrelasie is tussen opbergings temperatuur en bloeisteellengte.



### 3.4.3 Totale lengte van die bloeiwyse

Tabel 9 Die gemiddelde totale lengte van die bloeiwyse ( mm ) van die verskillende behandelings.

Behandeling	Gemiddelde lengte	Statistiese <sup>x</sup> groepering	Getal plante betrokke
5 <sup>o</sup> C	395,84	D	65
15 <sup>o</sup> C	499,74	C	78
20 <sup>o</sup> C	418,20	D	78
25 <sup>o</sup> C	502,33	C	77
30 <sup>o</sup> C	588,05	A	77
35 <sup>o</sup> C	547,22	B	72
Kombinasie	554,87	B	78

<sup>x</sup> Behandelings met dieselfde letterkode verskil nie betekenisvol op 'n 5% peil nie.

Volgens die statistiese gegewens in Tabel 9 kan die sewe behandelings in vier groepe verdeel word wat statisties betekenisvol van mekaar verskil. Daar bestaan 'n neiging dat die plante van die hoë-temperatuur-behandelings (>20<sup>o</sup>C) gemiddeld langer bloeiwyses het as die van die laer-temperatuurbehandelings (<20<sup>o</sup>C). Daar is 'n verskil van  $\pm 19$  cm tussen die grootste en kleinste gemiddelde waarde, waar die 5<sup>o</sup>C-behandeling die kleinste en 30<sup>o</sup>C-behandeling die grootste gemiddelde waarde het. Hieruit kan afgelei word dat daar wel 'n verband tussen opbergings-temperatuur van die blombolle en die totale lengte van die bloeiwyse is.

### 3.4.4 Bloeiasbasis deursnee

Tabel 10 Die gemiddelde deursnee in mm. van die bloeiasbasis van bloeiwyses van die verskille behandelings.

Behandeling	Gemiddelde deursnee	Statistiese <sup>x</sup> groepering	Getal plante betrokke
5 <sup>o</sup> C	3,244	D	65
15 <sup>o</sup> C	3,638	BC	78
20 <sup>o</sup> C	3,442	CD	78
25 <sup>o</sup> C	3,763	B	77
30 <sup>o</sup> C	4,105	A	77
35 <sup>o</sup> C	4,030	A	72
Kombinasie	3,653	BC	78

<sup>x</sup> Behandelings met dieselfde letterkode verskil nie betekenisvol op 'n 5% peil nie.

Volgens die data in Tabel 10, is daar drie groepe wat statisties betekenisvol van mekaar verskil. Die 5<sup>o</sup>C-behandeling het die kleinste waarde, terwyl die 15<sup>o</sup>C-, 20<sup>o</sup>C- en die kombinasie-behandelings nie statisties-betekenisvolle verskille van mekaar toon nie, maar wel van die 5<sup>o</sup>C- en 30<sup>o</sup>C- en 35<sup>o</sup>C-behandelings. Die 30<sup>o</sup>C- en 35<sup>o</sup>C-behandelings het die grootste waardes en verskil ook statisties betekenisvol van die ander behandelings. Hieruit kan afgelei word dat die deursnee van die bloeias positief met die opbergings temperatuur van die blombolle korreleer.

### 3.4.5 Bloeisteelbasisdeursnee

Tabel 11 Die gemiddelde deursnee in mm. van die bloeisteelbasis van die bloeiwyses van die verskillende behandelings.

Behandeling	Gemiddelde deursnee	Statistiese <sup>x</sup> groepering	Getal plante betrokke
5 <sup>o</sup> C	5,464	D	65
15 <sup>o</sup> C	6,841	B	78
20 <sup>o</sup> C	6,160	C	78
25 <sup>o</sup> C	7,162	AB	77
30 <sup>o</sup> C	7,553	A	77
35 <sup>o</sup> C	7,419	A	72
Kombinasie	7,164	AB	78

<sup>x</sup> Behandelings met dieselfde letterkode verskil nie betekenisvol op 'n 5% peil nie.

Volgens die data in Tabel 11 is daar drie groepe wat statisties betekenisvol van mekaar verskil. Die resultate is statisties vergelykbaar met die resultate van die bloeiasbasisdeursnee en dieselfde afleiding, naamlik dat die deursnee van die bloeisteelbasis positief met die opbergings temperatuur van die blombolle korreleer, kan hieruit gemaak word.

### 3.5 Totale getal blomme wat differensieer

Tabel 12 Die gemiddelde getal blomme van elke behandeling wat aan elke bloeiwyse differensieer.

Behandeling	Gemiddelde getal	Statistiese <sup>x</sup> groepering	Getal plante betrokke
5 <sup>o</sup> C	46,630	D	65
15 <sup>o</sup> C	54,346	C	78
20 <sup>o</sup> C	52,833	C	78
25 <sup>o</sup> C	60,792	B	77
30 <sup>o</sup> C	66,987	A	77
35 <sup>o</sup> C	65,069	AB	72
Kombinasie	63,564	AB	78

<sup>x</sup> Behandelings met dieselfde letterkode verskil nie betekenisvol op 'n 5% peil nie.

Volgens gegewens in Tabel 12 kan die behandelings in drie groepe verdeel word wat statisties betekenisvol van mekaar verskil. Dit is duidelik dat die behandelings van temperature > 20<sup>o</sup>C statisties beter presteer as die behandelings van temperature < 20<sup>o</sup>C, terwyl behandelings van temperature < 15<sup>o</sup>C statisties die swakste presteer ten opsigte van die totale getal blomme wat aan elke bloeias differensieer.

## HOOFSTUK 4

### BESPREKINGS EN GEVOLGTREKKINGS

#### 1. Anatomie

##### 1.1 Dehidrasie en infiltrasie

As gevolg van die spesifieke morfologie van die blombol wat opgebou is uit opeenvolgende lae van vlesige blaarbasisse waar elke blaarbasis aan beide kante deur 'n epidermis en kutikula beskerm word, sowel as die aanwesigheid van 'n taai slym en groot hoeveelhede opgeloste koolhidrate, wou die prosedure soos beskryf deur Holtzhausen (1972) nie bevredigende resultate lewer nie. Die vervanging van tersiêre butiel alkohol met xylol het infiltrasie verbeter, omdat xylol 'n meer drastiese effek het as tersiêre butiel alkohol. Deur addisionele stappe van aptekersparaffien (stap ix en x) soos volledig beskryf in hoofstuk 2 (punt 4) in te sluit in die dehidrasie en infiltrasie prosedure is baie bevredigende resultate verkry. Die rede waarom daar op aptekersparaffien besluit is, is omdat aptekersparaffien chemies nou verwant is aan paraffienwas (met 'n kleiner digtheid) en maklik in xylol oplos. Op hierdie wyse kan xylol volledig deur aptekersparaffien en later deur paraffienwas vervang word. Sodoende kan volkome infiltrasie verkry word, wat tot gevolg het dat die materiaal egalig sny sonder dat die weefsel skeur.

##### 1.2 Differensiasie

Die anatomie (ontwikkelingsmorfologie) van die jong bloeiwyse van *Ornithogalum thyrsoides* stem nou ooreen met die resultate wat Shoub

& Halevy (1971) gekry het met differensiasie van die bloeiwyse wat gedoen is op *Ornithogalum arabicum*. Omdat die twee spesies taksonomies verwant is en morfologies nou ooreenstem, kan daar verwag word dat daar min of geen verskille sal wees, ten opsigte van die ontwikkelingsmorfologie van die jong bloeiwyse van die twee spesies nie. Daar is geen gepubliseerde inligting oor die anatomie van differensiasie van die bloeiwyse van *Ornithogalum thyrsoides* nie en is die werk van Shoub & Halevy (1971) die enigste vergelykbare gepubliseerde inligting.

In Figure 8 - 15 word die ontwikkeling van die jong bloeiwyse in die blombol stapsgewys weergegee. Die ontwikkeling is gerieflikheidshalwe stapsgewys ingedeel, alhoewel dit 'n aaneenlopende proses is, wat begin wanneer die meristematische aktiwiteit van die groeipunt oor die hele oppervlakte uitbrei. Hierdie verskynsel kan ook beskou word as die oorgangsstadium van die groeipunt van vegetatief na reprodutief. Differensiasie van die blomknoppe vind akropetaal plaas en duur voort selfs nadat die bloeiwyse, deur verlenging van die bloeisteel, by die blombol uitstoot. Op die stadium dat die bloeiwyse buite die blombol verskyn, is slegs ongeveer 40% van die totale aantal blomme op die bloeiwas gedifferensieer. Die oorblywende 60% differensieer buite die blombol. Hierdie verskynsel verklaar die klein verskille in die totale blomgetalle by die verskillende behandelings (Tabel 12), wat toegeskryf kan word aan die feit dat slegs 'n gedeelte van die totale getal blomme differensieer onder die invloed van die opbergings temperatuur, terwyl die res van die blomme by die verskillende behandelings by dieselfde temperatuur (temperatuur van die groeimedium) differensieer. Indien al die blomme tydens opberging onder die invloed van die opbergings temperatuur sou differensieer, sou al die behandelings t.o.v. die blomgetalle statisties betekenisvol van mekaar verskil het, omdat daar 'n direkte verband

tussen ontwikkelingstempo van die bloeiwyse en temperatuur bestaan (Fig. 17).

## 2. Die invloed van temperatuur op bloeiwyse-inisiasie en -differensiasie.

### 2.1 Inisiasie

Volgens Hartsema (1961), Halaban, Galun & Halevy (1965), Rees (1966), Shoub *et al.* (1971), Rees (1972), Mastalerz (1977), Hartman *et al.* (1981) is temperatuur waarskynlik die enigste faktor wat 'n invloed het op die inisiasie en differensiasie van die bloeiwyse in die blombol tydens opberging.

Rees (1972) en Mastalerz (1977) groepeer blombolplante in twee groepe naamlik blombolplante met 'n kwalitatiewe en blombolplante met 'n kwantitatiewe temperatuurbehoefte.

*Ornithogalum thyrsoides* het 'n kwalitatiewe temperatuurbehoefte omdat inisiasie van die bloeiwyse deur temperatuurmanipulasie verhoed kan word. Volgens Rees (1972) kan inisiasie van die meeste blombolplantspesies verhoed word deur die blombolle by 'n temperatuur van 25,5°C op te berg. Hierdie temperatuur geld nie vir *Ornithogalum arabicum* of *Ornithogalum thyrsoides* nie. Shoub & Halevy (1971) het gevind dat by *Ornithogalum arabicum* differensiasie na 4 weke begin by 'n opbergingstemperatuur van 25°C. Selfs 'n opbergingstemperatuur van 30°C verhoed nie differensiasie nie, maar het slegs 'n vertragingseffek (Fig. 1).

*Ornithogalum thyrsoides* reageer totaal verskillend van *Ornithogalum arabicum* t.o.v. sy temperatuurbehoefte en reaksies op die opbergingseffek.

temperatuur betreffende bloeiwyse-inisiasie en -differensie. Daar is wel 'n mate van ooreenkoms by opbergings-temperatuur  $>30^{\circ}\text{C}$  deurdat inisiasie by *Ornithogalum arabicum* vertraag word by hierdie temperatuur, terwyl inisiasie by *Ornithogalum thyrsoides* totaal geïnhibeer word.

Inisiasie kan nie direk gemeet of bepaal word nie. Die aanvang van differensiasie (afplatting van die groeipunt) word as kriterium gebruik dat inisiasie wel vooraf plaasgevind het.

By *Ornithogalum arabicum* vind inisiasie onmiddellik by 'n opbergings-temperatuur van  $20^{\circ}\text{C}$  plaas en word progressief vertraag by opbergings-temperatuur  $>20^{\circ}\text{C}$  sowel as  $<20^{\circ}\text{C}$ . Opbergings-temperatuur van  $5^{\circ}\text{C}$  en  $30^{\circ}\text{C}$  het ongeveer dieselfde vertragingseffek (Fig.1).

By *Ornithogalum thyrsoides* vind inisiasie binne die eerste twee weke van opbergings-temperatuur plaas by 'n temperatuur van  $5^{\circ}\text{C}$  en word progressief vertraag by opbergings-temperatuur van  $5^{\circ}\text{C}$  tot by  $30^{\circ}\text{C}$  waarna inisiasie volledig geïnhibeer word. 'n Optimum opbergings-temperatuur kan nie sonder meer vir *Ornithogalum thyrsoides* vasgestel word nie. Volgens die literatuur word die opbergings-temperatuur van die reeks temperature waar inisiasie die vroegste 'n aanvang neem, gegee as die optimum. Die opbergings-temperatuur net kleiner as dié waar inisiasie volledig geïnhibeer word, word as die maksimum opbergings-temperatuur beskou. Op hierdie wyse is die optimum- en maksimum opbergings-temperatuur vir die meeste kommersiële blomplantsoorte bepaal.

Met hierdie metode van bepaling van die optimum- en maksimum opbergings-temperatuur is daar bepaald leemtes. Die rede is dat die opbergings-temperatuur ook 'n invloed het op die bloei, en blomteienskappe soos later



in die bespreking uitgewys sal word. By *Ornithogalum thyrsoides* sou 5<sup>0</sup>C die optimum opbergings temperatuur volgens die bogenoemde kriteria gewees het en die maksimum opbergings temperatuur net kleiner as 30<sup>0</sup>C. Later in die bespreking sal daarop gewys word dat die plante van die 5<sup>0</sup>C-behandeling in die meeste gevalle statisties betekenisvol swakker vertoon as die plante van die ander behandelings. Afhangende van wat deur temperatuurmanipulasie bereik wil word, kan die opbergings temperatuur teen mekaar vergelyk word. Indien kwaliteit die oogmerk is, moet die opbergings temperatuur wat uiteindelik die beste resultate t.o.v. bloei- en blomeienskappe lewer, as die optimum opbergings temperatuur beskou word. Wanneer die oogmerk manipulerings van die bloei datum is, moet ander kriteria gebruik word om die verskillende opbergings temperature met mekaar te vergelyk.

Omdat inisiasie plaasvind by 'n wye reeks temperature, maar progressief vertraag word soos die opbergings temperatuur styg van 5<sup>0</sup>C tot by net kleiner as 30<sup>0</sup>C, kan gespekuleer word dat die meganisme betrokke 'n moontlike eksotermiese, omkeerbare chemiese reaksie is (Schwarzer, pers. med., 1983). 'n Ander moontlike verklaring is dat daar 'n remstof in die blombolle teenwoordig is en dat hierdie remstof stabiel en gevolglik onreaktief is by temperature < 30<sup>0</sup>C en onstabiel en gevolglik reaktief is by temperature > 30<sup>0</sup>C tot by die getoetsde 35<sup>0</sup>C (De Beer, pers. med., 1983).

Die apikale meristeem is die reseptiewe gebied vir die stimulus vir bloeiwyses-inisiasie en hierdie is 'n fisiologiese stimulus wat deur temperatuur te weeg gebring word (Rees, 1972; Mastalerz, 1977). Volgens Hartsema (1961) moet daar eers fotosintetiserende blare aan

die bol aanwesig gewees het in die vorige groeiseisoen of -seisoene, voordat bloeiwyse-inisiasie gestimuleer word by blombolplante. Hierdie aspek is nie vir *Ornithogalum thyrsoides* in hierdie studie ondersoek nie, maar indien dit aanvaar word dat wat vir ander blombolplante in hierdie opsig geld, ook op *Ornithogalum thyrsoides* van toepassing is, is dit waarskynlik 'n remstof wat in die blare tydens die voorafgaande groeiseisoen gesintetiseer word. Die remstof word dan na die blombol getranslokeer waar dit dan beheer uitoefen op die aanvang van bloeiwyse-differensiasie.

Verdere navorsing is nodig om die minimum temperatuur vas te stel deur blombolle by 'n reeks temperature op te berg van 0<sup>0</sup>C tot 10<sup>0</sup>C met 2<sup>0</sup>C intervalle. Hieruit kan 'n opbergings temperatuur eksperimenteel vasgestel word waarmee die vroegste moontlike inisiasie verkry kan word, wat weer die vroegste moontlike bloeidatum tot gevolg sal hê. Verder kan ook die maksimum opbergings temperatuur eksperimenteel vasgestel word deur blombolle by 'n reeks temperature op te berg wat strek van 24<sup>0</sup>C tot 34<sup>0</sup>C met 2<sup>0</sup>C intervalle. Uit resultate van hierdie studie is die maksimum opbergings temperatuur >25<sup>0</sup>C en <30<sup>0</sup>C. Dit wil sê dit is die maksimum temperatuur waar inisiasie nog steeds plaasvind. Uit hierdie reeks kan ook die minimum opbergings temperatuur eksperimenteel vasgestel word wat bloeiwyse-inisiasie volledig inhibeer. Hierdie temperatuur behoort <30<sup>0</sup>C te wees.

## 2.2 Ontwikkelingstempo

Die ontwikkelingstempo is net soos bloeiwyse-inisiasie, direk gekorreleer met temperatuur. Die maksimum tempo is by 5<sup>0</sup>C en die minimum tempo (nul) by 30<sup>0</sup>C waargeneem. Die afname is nie liniêr nie, maar wel progressief (Fig. 17) (Tabel 2). Die resultate is uit 5 waarnemings by

elke behandeling, elke twee weke bepaal (Hoofstuk 2 punt 2.1). Vir akkurate statistiese inferensie kan die getal waarnemings na 10 vermeerder en die twee weke interval na 1 week verkort word, maar vir die doel van hierdie ondersoek toon Figuur 17 'n duidelike tendens, wat genoegsaam bewys is dat temperatuur 'n definitiewe invloed op die ontwikkelingstempo van die jong bloeiwyse in die blombol tydens opberging het.

Die effek van die opbergingstemperatuur op die ontwikkeling kan as 'n verdere staving van die vermoede dat daar 'n remstof in die blombol aanwesig is, gebruik word. Vermoedelik beheer die remstof nie net die fisiologiese reaksies wat die oorskakeling van die groeipunt van vegetatief na reproductief moontlik maak nie, maar beheer ook die ontwikkelingstempo van die jong bloeiwyse in die blombol.

### 3. Die invloed van temperatuur op die bloei-eienskappe.

#### 3.1 Bloeidatum.

Daar is 'n positiewe korrelasie tussen opbergingstemperatuur en die bloeidatum. Indien die getal dae, bereken vandat die blombolle geplant is totdat 50% van die plante van elke behandeling se eerste blomme oopgegaan het, vergelyk word, is daar 'n duidelike tendens in die verspreiding van die bloeidatums van die verskillende behandelings. Indien die mediaan van die verdeling van die 5<sup>o</sup>C-behandeling in Figuur 19 as verwysingspunt geneem word (die behandeling met die vroegste bloeidatum), dan het elke 5<sup>o</sup>C-interval tot by 30<sup>o</sup>C 'n vertragingseffek van 'n aantal dae op die bloeidatum (Fig. 20). Die data in

Tabel 5 is statisties op 'n 5% peil getoets en al die behandelings, behalwe die 30<sup>0</sup>C- en 35<sup>0</sup>C-behandeling, verskil statisties betekenisvol van mekaar. Hieruit kan afgelei word dat die bloeidatum van *Ornithogalum thyrsoides* deur temperatuurbehandeling van die blombolle tydens opberging, gemanipuleer kan word. Dit bevestig ook die resultate wat Shoub & Halevy (1971) gekry het by *Ornithogalum arabicum* sowel as ander outeurs, soos veral Rees (1966) en (1972) wat on ander blombolspesies gewerk het, wat betrekking het op temperatuurmanipulasie van die bloeidatum.

Dit is veral die inhiberingseffek van die 30<sup>0</sup>C-behandeling wat 'n praktiese implikasie het vir kommersiële blom- en bolproduksie van *Ornithogalum thyrsoides*. Hierdie aspek kan meer volledig eksperimenteel ondersoek word om die maksimum opbergingsperiode by hoë temperature, waar bloeiwyse-inisiasie volledig geïnhibeer word, sonder nadelige effek op die kwaliteit van die bloeiwyse, vas te stel. Uit die proef waar blombolle vir 6 maande by 35<sup>0</sup>C en 2 weke by 5<sup>0</sup>C opgeberg is, kon geen nadelige effek by die bloei-eienskappe waargeneem word nie. Met hierdie prosedure kan daar verwag word dat die plante sal blom, ± 1 jaar nadat die behandeling (180 dae by 35<sup>0</sup>C, 14 dae by 5<sup>0</sup>C en 175 dae in die grond) begin.

Volgens die resultate van die 25<sup>0</sup>C:5<sup>0</sup>C kombinasiebehandeling is dit duidelik dat indien die meganisme betrokke by inisiasie en ontwikkeling 'n temperatuurbeheerde remstof is, hierdie remstof se reaksie temperatuur-omkeerbaar is. Hierdie verskynsel is ook van praktiese waarde t.o.v. die manipulering van die bloeidatum. Dit wil voorkom asof blombolle wat by 'n relatief hoë temperatuur (25<sup>0</sup>C) opgeberg word, se

ontwikkeling versnel kan word deur die opbergings-temperatuur te verminder na  $5^{\circ}\text{C}$ , wat 'n vervroegde bloeidatum tot gevolg sal hê.

Die verskynsel dat bloeiwyse-inisiasie onmiddellik by 'n opbergings-temperatuur van  $5^{\circ}\text{C}$  begin, het ook praktiese waarde vir 'n kommersiële blom- en bolkweker. Deur opberging van die blombolle by hierdie temperatuur vir 14 weke, kan daar verwag word dat 50% van die plante na  $\pm 236$  dae (100 dae opberging en 136 dae in die grond) sal blom. Deur die blombolle aan die einde van Desember in opberging te plaas kan verwag word dat 50% van die plante reeds aan die begin van Augustus sal blom. Hierdie manipulasie sal beperkinge hê wanneer die plante in die ope uitgeplant word. Alhoewel *Ornithogalum thyrsoides* vegetatief groei gedurende die winter maande en ontwikkeling van die jong bloeiwyse gedurende dieselfde periode plaasvind, verskyn die blomme aan die begin van die lente wanneer die temperatuur begin styg. Lae dag- en nagtemperature het 'n nadelige effek op die kwaliteit van die blomme en bloeiwyse soos later in die hoofstuk bespreek sal word. Om die probleem te oorbrug kan die plante waarvan die blombolle geforseer is om vroeg te blom, onder gekontroleerde toestande in 'n kweekhuis geproduseer word.

In die bedryf word die blombolle vanaf die begin van Januarie vir 14 weke opgeberg by  $22^{\circ}\text{C}$  en daarna bemark. Hierdie blombolle blom in die eerste twee weke van September. 'n Kombinasiebehandeling van 8 weke by  $25^{\circ}\text{C}$  gevolg deur 6 weke by  $5^{\circ}\text{C}$ , lewer deurgaans betekenisvol beter resultate t.o.v. bloei-eienskappe, as die  $20^{\circ}\text{C}$ - sowel as die  $25^{\circ}\text{C}$ -behandeling. Hierdie kombinasiebehandeling behoort dieselfde bloeidatum as die kommersiële behandeling te hê. Na aanleiding van bogenoemde kan daar aanbeveel word dat die bedryf hierdie kombinasiebehandeling as standaard behandeling gebruik. Dit is prakties

uitvoerbaar omdat die meeste vooraanstaande blombolkwekers reeds oor temperatuurbeheerde opbergingsfasiliteite beskik.

### 3.2 Eienskappe van die bloeiwyse

Kwaliteit van blomme en bloeiwyses is moeilik definieerbaar. Blomkwaliteit kan slegs gemeet word aan enkele kwantitatiewe eienskappe, maar word hoofsaaklik beoordeel volgens kwalitatiewe eienskappe wat moeilik wetenskaplik meetbaar is. Kwantitatiewe eienskappe wat wel meetbaar is, is getal blomme aan die bloeiwyse en bloeiasafmetings. Die getal dae wat die blomme en derhalwe die bloeiwyse esteties aanvaarbaar bly, sowel as die aanskoulikheid van die blomme is kwalitatiewe eienskappe wat moeilik meetbaar is.

In hierdie studie is daar gepoog om beide kwantitatiewe en kwalitatiewe eienskappe te gebruik. Kwantitatiewe data is 'n meer betroubare parameter om die verskillende veranderlikes akkuraat, statisties, te korreleer met die behandelings. Die kwantitatiewe data is wel statisties vergelykbaar, maar die gevolgtrekkings is minder akkuraat omdat die waarnemings nie uit absolute waardes bestaan nie. Die getal dae wat die blom of die bloeiwyse esteties aanvaarbaar bly het twee faktore wat die akkuraatheid van die waarnemings kan beïnvloed. Die een is die aspek van die estetiese aanvaarbaarheid van die blom (wanneer die blom verlep) soos geïllustreer in Figuur 6. Die ander faktor is die stadium wanneer die bloeiwyse die piek van aanskoulikheid bereik het. Vir die doel van hierdie ondersoek is 'n kriterium vir aanskoulikheid van die bloeiwyse daargestel soos geïllustreer in Figuur 7 en onder punt 7.2.1.2 in hoofstuk 2 beskryf. Wanneer waarnemings van hierdie veranderlikes

gemaak word, kan daar nie direk gemeet word nie, maar volgens oordeel 'n vergelyking getref, tussen die kriterium en die plant wat betrokke is by die waarneming. Hierdie metode kan aanleiding gee tot variasie, maar die invloed van hierdie bron van variasie word grootliks uitgeskakel deur die groot getal waarnemings (tussen 65 en 78) by elke behandeling.

### 3.2.1 Getal dae wat die bloeiwyse esteties aanvaarbaar is.

Daar is wel statistiese betekenisvolle verskille tussen die 5<sup>0</sup>C- en 25<sup>0</sup>C-behandelings t.o.v. mekaar en ook t.o.v. die ander handelings. Dit is veral die 5<sup>0</sup>C-behandeling se bloeiwyses wat enkele dae langer hou as die behandeling met die tweede grootste waarde (16,9 dae) en enkele dae langer as die behandeling met die kleinste waarde (12,8 dae) (Tabel 6). Omdat die omgewingsfaktore soos dagtemperatuur en lugvogtigheid veranderlikes is wat nie inaggeneem is toe die waarnemings by die verskillende handelings gemaak is nie, kan daar nie sondermeer aanvaar word dat hierdie verskille wat wel voorkom, toegeskryf kan word aan behandelingseffek nie. Daar is twee redes waarom die opbergings temperatuur nie 'n effek op die getal dae het wat die bloeiwyse esteties aanvaarbaar bly nie. Die eerste is dat daar nie 'n duidelike tendens in die resultate is nie en tweedens, die moontlike invloed van omgewingsfaktore op die waarnemings.

### 3.2.2 Bloeias- en bloeisteelafmetings

Die enigste afleiding wat uit die data gemaak kan word is dat hoëtemperatuurbehandelings (30<sup>0</sup>C en 35<sup>0</sup>C) statisties betekenisvol van

die ander behandelings verskil. Daar is veral 'n duidelike verskil tussen die 5<sup>0</sup>C-behandeling en die 30<sup>0</sup>C-behandeling en 35<sup>0</sup>C-behandeling. Dit is deurgaans die geval by bloeias-, bloeisteel-, totale bloeiwyselengte, bloeiasbasis- en bloeisteelbasisdeursnee. Dit is duidelik uit die resultate (Tabel 7 - 12) dat die hoë-temperatuur-behandelings (30<sup>0</sup>C en 35<sup>0</sup>C), beter as die lae-temperatuurbehandelings (5<sup>0</sup>C) vertoon. 'n Moontlike verklaring is, dat alhoewel die tempo van seldeling (ontwikkelingstempo) vinniger by die lae temperatuur is, die hoë temperatuur waarskynlik 'n voordelige invloed op selvergroting het.

### 3.2.3 Blomgetalle

Alhoewel die 5<sup>0</sup>C-behandeling heelwat swakker vertoon t.o.v. blomgetalle as die 30<sup>0</sup>C- en 35<sup>0</sup>C-behandeling (daar is 'n verskil van ± 20 blomme), is daar nie 'n duidelike tendens wat daarop dui dat die blomgetalle progressief toeneem soos die behandelingstemperatuur styg nie. Soos vroeër daarna verwys differensieer 60% van die blomme nadat die blombolle in die grond geplant is. Hierdie blomme differensieer onder die invloed van die heersende omgewingstemperatuur. Die temperatuur waarby die blombolle opgeberg is, geld dus nie vir 'n groot gedeelte van die totale getal blomme wat uiteindelik aan die bloeiwyse voorkom nie. Die bloeidatum van die 5<sup>0</sup>C-behandeling is 40 dae vroeër as die bloeidatum van die 30<sup>0</sup>C- en 35<sup>0</sup>C-behandeling en hierdie 40 dae val in die periode Augustus-September-Oktober. Dit kan aanvaar word dat gedurende hierdie periode, daar 'n geleidelike toename is in die gemiddelde dag- en nagtemperatuur in die gebied waar die proewe gedoen



is. Om hierdie rede kan die verskille nie sondermeer aan die behandelings-effek alleen toegeskryf word nie. Afgesien hiervan, kan die opbergings-temperatuur, tesame met die omgewingsfaktore, as 'n geheel gesien word en kan dit aanvaar word dat die hoë-temperatuurbehandelings meer voordelig is t.o.v. die totale getal blomme wat differensieer, as die lae-temperatuurbehandelings. Hieruit kan die afleiding gemaak word dat temperatuur positief korreleer met die uiteindelijke getal blomme wat aan elke bloeiwyse differensieer.

### 3.3 Die invloed van temperatuur op die tweede bloeias.

Die resultate is nie in die verhandeling ingesluit nie, maar die volledige rekenaaruitdruk is by die departement Tuinboukunde van die Universiteit van Pretoria beskikbaar. Die tweede bloeiwyse differensieer nadat die blombolle geplant is en is dus nie direk aan opbergings-temperatuur nie, maar wel aan die heersende temperatuur van die groei-medium onderhewig. Omdat die blombolle van al die behandelings in dieselfde medium (bedding) geplant is, kan dit aanvaar word dat almal deurentyd onderhewig was aan dieselfde temperatuur. Om hierdie rede kan daar verwag word dat die bloeidatums van die tweede bloeiwyse van die verskillende behandelings nie statisties betekenisvol van mekaar sal verskil nie.

Volgens die resultate verskil die bloeidatums van die verskillende behandelings wel statisties betekenisvol van mekaar. Die bloeidatums is gemiddeld 20,792 dae later as die van die eerste bloeiasse. Gevolglik kan afgelei word dat die meganisme wat betrokke is by inisiasie en ontwikkeling van die eerste bloeias, ook 'n invloed op die tweede bloeias het.

Wat die ander eienskappe van die tweede bloeiwyse (bloeias- en bloei= steelafmetings, blomgetalle en getal dae wat die bloeiwyse esteties aanvaarbaar bly) betref, stem dit baie ooreen met die eienskappe van die eerste bloeiwyse. Daarom is die gevolgtrekkings wat vir die eerste bloeias gemaak is, ook op die tweede bloeias van toepassing.

## OPSOMMING

Daar kon geen literatuur gevind word wat oor die ontwikkelingsmorfologie van die bloeiwyse van *Ornithogalum thyrsoides* handel nie. Die leemte is deur hierdie studie aangevul. Die ontwikkeling (differensiasie) is volledig bespreek en met fotografiese figure geïllustreer, vanaf die begin van differensiasie (afplating van die groeipunt), totdat die individuele blomme van die bloeiwyse begin om blomdele te differensieer.

As gevolg van die spesifieke morfologie en chemiese samestelling van die blombol, is daar baie probleme met 'n dehidrasie en wasinfiltrasie ondervind. Volledige dehidrasie en wasinfiltrasie is verkry deur die standaard prosedures aan te pas. Tersiêre butiel alkohol is met xylol vervang en tussenstappe van aptekersparaffien, net voor die finale stap (was by 55<sup>0</sup>C), is ingevoeg.

Volgens die literatuur is temperatuur waarskynlik die belangrikste enkele faktor wat 'n direkte invloed op bloeiwyse-inisiasie en -differensiasie het. Volgens resultate van hierdie navorsing, korreleer opbergings temperatuur negatief met die ontwikkelingstempo (differensiasietempo) wat tot gevolg het dat die bloeidatum vertraag word, soos die temperatuur waarby die blombole opgeberg word, styg.

Uit resultate van hierdie ondersoek, is dit duidelik dat die bloeidatum direk gekorreleer is met opbergings temperatuur. Opbergings van die blombole vir 14 weke by 5<sup>0</sup>C het die vroegste bloeidatum tot gevolg. Vir elke 5<sup>0</sup>C wat die opbergings temperatuur styg, word die bloeidatum progressief, met enkele dae vertraag, tot by 'n maksimum

van 30°C. Daar is geen statisties betekenisvolle verskille tussen die resultate van die 30°C- en die 35°C-behandeling nie.

Die meganisme betrokke by bloeiwyse-inisiasie en -differensiasie is waarskynlik 'n temperatuurbeheerde remstof. Hierdie remstof het nie alleen 'n invloed op die aanvang van differensiasie nie, maar het moontlik ook 'n invloed op die tempo van differensiasie. Die remstof het moontlik ook 'n invloed op die tweede bloeiwyse wat differensieer nadat die blombolle geplant is.

Die lae-opbergings temperatuur (5°C) het 'n nadelige invloed op die bloei-eienskappe, terwyl die hoë-opbergings temperatuur (30°C en 35°C), 'n voordelige invloed tot gevolg het. Daar is veral 'n duidelike verskil in die totale blomgetalle wat differensieer, sowel as in die totale bloeiwyselengte, by die bogenoemde behandelings.

Blombolle van *Ornithogalum thyrsoides* kan vir lang periodes (6 maande) by 35°C opgeberg word, sonder nadelige effek op die bloei-eienskappe.

Die verskynsel dat differensiasie byna onmiddellik by opberging van 5°C begin, het 'n praktiese implikasie vir die blombolbedryf :- Hierdeur kan 'n baie vroeë bloeidatum verkry word. 'n Verdere praktiese implikasie vir veral die blomkwekers, is die totale inisiasie-inhiberingseffek van opbergings temperatuur tussen 30°C en 35°C :- Hierdeur kan bloeidatums so gereguleer word dat blomme vir 'n periode van 3 maande na die natuurlike bloeidatum, geproduseer kan word.

Daar is bepaalde aspekte in dié studie wat verder navorsing regverdig. Dit is veral die minimum- en maksimum opbergings-temperature wat in meer detail ondersoek kan word. Verder kan die ontwikkelingsmorfolo- gie van mikro- en makrosporogenese gedoen word om by werk wat in hierdie studie gedoen is, aan te sluit.

## SUMMARY

No literature could be found covering the subject of developmental morphology of the inflorescence of *Ornithogalum thyrsoides*. This study filled the existing gap in the literature. The development (differentiation) is discussed fully and is illustrated with photographic figures, from the beginning of differentiation (flattening of the growth point) upto differentiation of floral parts of the individual flowers.

Because of the specific morphology and chemical composition of the flower bulb, many problems were experienced with dehydration and wax infiltration. Complete dehydration and wax infiltration were obtained by altering the standard procedures. Tertiary butyl alcohol was replaced with xylol and intermediary steps of liquid paraffin, prior to the final step (wax at 55°C), were included in the final procedure.

According to the literature, temperature is probably the most important single factor with a direct influence on inflorescence initiation and - differentiation. According to the results of this study, there is a negative correlation between storage temperature and the developmental rate (differentiation rate), with the result that the flowering date is retarded, as the storage temperature increases.

From the results of this study, it is clear that the flowering date is directly correlated with storage temperature. Storage of the flower bulbs at 5°C for 14 weeks, resulted in the earliest flowering date. With every 5°C increase in storage temperature upto a maximum of 30°C

the flowering date was progressively retarded with a number of days. There are no meaningful statistical differences between the results of the 30°C - and 35°C treatments.

The mechanism involved in inflorescence initiation and - differentiation is probably a temperature controlled growth inhibitor. This inhibitor does not only have an influence on the commencement of differentiation, but probably has an influence on the rate of differentiation as well. The inhibitor could also have an influence on the second inflorescence which differentiates after planting.

The low storage temperature (5°C) has a disadvantageous effect on flowering characteristics, whereas the high storage temperatures (30°C and 35°C) have an advantageous effect. There is a prominent difference in the total number of flowers which differentiate and in the total length of the inflorescence in the above mentioned treatments.

Flower blulbs of *Ornithogalum thyrsoides* can be put in storage for prolonged periods (6 months) at 35°C, without detrimental effects on the flowering characteristics.

The fact that differentiation commences immediately at 5°C storage, in a phenomenon with practical application in the flower bulb industry : With this - a very early flowering date can be achieved. A further practical inhibitory effect of storage temperatures between

30°C and 35°C :• With this - flowering dates can be regulated so that flowers can be produced for a 3 month period after the natural flowering date.

There are particular aspects in this study which justify further research. Especially the minimum • and maximum storage temperatures, can be looked into in more detail. The developmental morphology of micro - and macro sporogenesis is another aspect that needs attention to conclude with work done in this study.



## LITERATUURVERWYSINGS

1. BARNHOORN, A., 1981. Persoonlike mededelings: Mededirekteur Hadeco. Posbus 7, Maraisburg, Transvaal.
2. BARNHOORN, A., 1982. Persoonlike mededelings: Mededirekteur Hadeco Posbus 7, Maraisburg, Transvaal.
3. DE BEER, W.H.J., 1983. Persoonlike mededelings: Hoof van Departement Organiese Chemie, Technikon Pretoria, Kerkstraat 420, Pretoria.
4. HALABAN, R., GALUN, E., Experimental morphogenesis of stem tips of & HALEVY, A.H., 1965. *Ornithogalum arabicum* L. cultured in vitro. *Phytomorphology*, 15, 379 - 87.
5. HARTMAN, H.T. & KESTER, D.E., 1968. Plant propagation - principles and practices, 2nd ed. Englewood Cliffs. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
6. HARTMAN, H.T., FLOCKER, W.J. Plant Science. Growth, Development and & KOFRANEK, A.M., 1981 Utilization of Cultivated Plants, 1st ed. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall, Inc.
7. HARTSEMA, A.M., 1961. Influence of temperatures on flower formation and flowering of bulbous and tuberous plants. Handb. PLPhysiol., 16, 123-67.
8. HOLTZHAUSEN, L.C., 1972. 'n Morfo-genetiese en fenologiese studie van die blom en vrug van *Citrus Sinensis* (L) Osbeck, Cultivar Valencia. D.Sc. Tesis, Universiteit van Pretoria, Departement Tuinboukunde.
9. KRABBENDAM, P., 1964. Bloembollenteelt, vijftiende druk. N.V. Uitgeversmij. W.E.J. Tjeenk Willink, Zwolle.

10. KRABBENDAM, P., 1968. Bloembollenteelt, sestiende druk. N.V. Uitgeversmij. W.E.J. Tjeenk Willink, Zwolle.
11. MASTALERZ, J.W., 1977. The Greenhouse Environment. The effect of environmental factors on the growth and development of flower crops. 1st ed. U.S. A.: John Wiley & Sons, Inc.
12. MATHEW, B.M., 1973. Dwarf Bulbs, 1st ed. The Royal Horticultural soc., LONDON: B.T. Batsford.
13. PIENAAR, R. de V., 1963. Sitogenetiese studies in die Genus *Ornithogalum L.* Journal S. Afr. Bot. XXIX part III
14. REES, A.R., 1966. The physiology of ornamental bulbous plants. Bot. Rev., 32, 1-23.
15. REES, A.R., 1972. The growth of bulbs - applied aspects of the physiology of ornamental bulbous crop plants, volume I, 1st ed. LONDON: Academic Press Inc., LTD;
16. REYNECKE W.F., COETZER, L.A. Plantkunde - organografie en sitologie, & GROBBELAAR, N., 1979. 1<sup>e</sup> uitgawe, DURBAN: Butterworth & Kie (SA) (EDMS) Bpk.
17. RYKE, P.A.J., 1978. Ekologie - beginsels en toepassings, Durban, Butterworth & Kie.
18. SCHWARZER, S., 1983. Persoonlike mededelings : Hoof van Departement Analitiese Chemie, Technikon Pretoria, Kerkstraat 420, Pretoria.
19. SHOUB, J. & HALEVY, A.H., 1971. Studies on the developmental morphology and the thermoperiodic requirements for the flower development in *Ornithogalum arabicum L.*, Hort. Res., 1971. Vol II, pp 29 - 39.

20. SHOUB, J., HALEVY, A.H., MAATSCH, R., Control of flowering in  
HERKLOTZ, A., BAKKER, J. *Ornithogalum arabicum* L. Hort.  
& PAPENDRACHT, G., 1971. Res. Vol. II, pp 40 - 51.
21. VAN DER SCHIJFF, H.P., 1977. Algemene Plantkunde, 3<sup>e</sup> uitgawe,  
PRETORIA: J.L. van Schaik Bpk.