

De invloed van daglengte en temperatuur op de ontwikkeling van zeven oliezaadsoorten

A.D.H. Kreuzer

cabo-dlo

ISBN 272508



Het DLO-Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek (CABO-DLO) is onderdeel van de Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij.

DLO heeft tot taak het genereren van kennis en het ontwikkelen van expertise ten behoeve van de uitvoering van de landbouwpolitiek van de Nederlandse regering, het versterken van de agrarische industrie, het plannen en beheren van het landelijk gebied en het beschermen van het milieu. CABO-DLO heeft tot taak het verrichten van fundamenteel-strategisch, zowel experimenteel als modelmatig, onderzoek aan planten. De resultaten hiervan dragen bij aan de realisatie van:

- optimale en duurzame plantaardige produktiesystemen;
- produktvernieuwing en produktkwaliteit;
- natuurwaarden en milieukwaliteit in het landelijk gebied.

Adres:

CABO-DLO

Postbus 14

6700 AA Wageningen

tel. 08370-75700

fax. 08370-23110

e-mail postkamer@cabo.agro.nl

Inhoudsopgave

	pagina
Inhoudsopgave	
Samenvatting	1
1. Inleiding	3
2. Materiaal en methoden	5
2.1. Kasproef	5
2.2. Veldproeven	6
3. Resultaten en discussie	9
3.1. Zaai tot opkomst	9
3.2. Opkomst tot bloem-initiatie	10
3.3. Bloem-initiatie tot knopverschijnen	11
3.4. Bloem-initiatie tot bloei	12
3.5. Aantal zichtbare bladeren	15
Bijlage I: Proefopstelling kasproef	1 p.
Bijlage I: Beschrijving plantstadia	7 pp.
Bijlage III: Temperatuursom en aantal dagen tussen de gewasstadia in de kasproef	7 pp.

Samenvatting

Voor zeven soorten oliezaden is voor één herkomst in een kasproef en in twee veldproeven de duur van de ontwikkelingsfasen van zaai tot bloei gemeten in dagen en in graad-dagen. In de kasproef is de invloed onderzocht van de daglengte en de temperatuur op de ontwikkelingsfasen.

De eerste fase van zaai tot opkomst duurde bij alle soorten een vast aantal graad-dagen, onafhankelijk van de temperatuur. Uitzonderingen zijn *Limnanthes* (vertraagde bij hoge temperatuur) en *Euphorbia* (vertraging door lage temperatuur). In het veld waren de temperatuursommen van de soorten ongeveer gelijk aan die in de kasproef.

De fase van opkomst tot bloem-initiatie was bij *Coriandrum*, *Euphorbia* en *Limnanthes* aanzienlijk korter bij lange fotoperiode. De overige soorten, *Calendula*, *Crambe*, *Dimorphotheca* en *Osteospermum* reageerden in deze fase niet op daglengte. In dagen werd de bloem-initiatie aanmerkelijk vertraagd door hoge temperaturen bij *Coriandrum*, *Euphorbia* en *Limnanthes*. Bij *Dimorphotheca* en *Osteospermum* was die vertraging door hoge temperatuur gering en bij *Calendula* en *Crambe* helemaal niet aanwezig. Echter wanneer de tijd in graad-dagen wordt uitgedrukt vertraagden hogere temperaturen de bloem-initiatie bij alle soorten.

De fase van bloem-initiatie tot knopverschijnen was, in dagen, bij de meeste soorten korter bij de hogere temperaturen. In graad-dagen gemeten duurde die fase bij de drie temperatuurniveaus ongeveer even lang, behalve bij *Coriandrum* en *Euphorbia* (vertraging door lage temperatuur) en *Dimorphotheca* (vertraging door de hoge temperatuur). In de fase van bloem-initiatie tot knopverschijnen had de daglengte geen effect op de ontwikkelingssnelheid bij *Calendula*, *Crambe*, *Limnanthes* en *Osteospermum* terwijl het effect bij de overige soorten niet is waargenomen.

De fase van knopverschijnen tot bloei is niet bij alle soorten en alle temperaturen waargenomen. Bij *Calendula*, *Coriandrum* en *Crambe* wijzen de waarnemingen op een constante temperatuursom voor deze fase. In de veldproeven lag de temperatuur in de verschillende fasen rond de laagste kastemperaturen. De ontwikkelingsfasen duurden in het veld even lang als of korter dan in de kas.

Bij alle soorten was de snelheid van bladverschijnen lager bij lagere temperatuur. Echter in graad-dagen was de snelheid van bladverschijnen constant: 2 à 3 bladeren per 100 graad-dagen voor de meeste soorten.

1. Inleiding

Wanneer de ontwikkeling van planten breed wordt opgevat, vallen daaronder zowel de opeenvolgende fasen als de processen van vorming en afsterven van de verschillende organen. Dit onderzoek heeft zich beperkt tot waarnemen van de duur van de onderscheiden plantfasen en de invloed daarop van daglengte en temperatuur. Het patroon van de ontwikkelingsfasen maakt in combinatie met waarnemingen aan gewassen duidelijk of gestreefd moet worden naar aanpassingen. In het voorjaar wordt de start van de gewassen beperkt door nachtvorstgevaar terwijl aan het eind van de levensloop het zaad rijp moet zijn voordat de kans op drogend weer te klein wordt. Daartussen zullen de planten een vegetatief productieapparaat op moeten bouwen dat in staat is vervolgens een ruim voldoende generatief deel te vormen. In de laatste periode moeten voldoende assimilaten gevormd of gerelokeerd kunnen worden om de zaden te vullen. Bij weinig-aangepaste soorten als de meeste oliezaadsoorten in dit onderzoek is de totale lengte van de groeicyclus en de verhouding tussen de fasen meestal nog niet optimaal voor de zaadproductie.

Van de onderzochte oliezaadsoorten is in de literatuur nauwelijks kennis te vinden hoe de ontwikkeling van de planten verloopt onder uiteenlopende omstandigheden of hoe de ontwikkeling gestuurd wordt door de externe omstandigheden, vooral door temperatuur en daglengte. Die kennis is nodig om in experimenten de planten te kunnen manipuleren, plantgrootte en plantstadia te kunnen sturen en de resultaten juist te kunnen interpreteren. Voor de veredeling is het nodig te weten hoe de sturing van de ontwikkeling van de soorten in elkaar steekt om efficiënt te kunnen werken en om te kunnen veredelen op een aangepaste ontwikkelingscyclus voor onze klimaatomstandigheden en onze produktiedoelen. Ook bij de teelt van gewassen is het nuttig te weten welke effecten te verwachten zijn van daglengte en temperatuur, bijvoorbeeld bij herfstzaai tegenover vroege of late voorjaarszaai of in koude tegenover warme perioden.

Dit verslag vat de resultaten samen van de volgende experimenten:

- een veldproef in 1990 waarin de ontwikkelingsstadia van planten en gewassen gedefinieerd zijn en vastgelegd in ontwikkelingsschalen;
- een proef in de kas in 1991 waarin de effecten op de ontwikkeling onderzocht zijn van de twee belangrijkste sturende factoren temperatuur en daglengte;
- een veldproef in 1991 waarin het ontwikkelingsverloop is vastgelegd bij vroege en late zaai, waarbij vooral de temperatuur effecten zal geven.

2. Materiaal en methoden

2.1. Kasproef

De proef is uitgevoerd in drie kascompartimenten in de winter van 1990 - 1991. Er is gezaaid op 28, 29 en 30 november 1990. Op 11 maart 1991 zijn de laatste waarnemingen gedaan, omdat de natuurlijke daglengte langer werd dan de gekozen daglengte voor de korte-dag-behandeling (12 uur). Voor een overzicht van de proefopstelling wordt verwezen naar Bijlage 1.

In de proef zijn verschillende proeffactoren opgenomen, te weten gewas, temperatuur en daglengte. Per gewas is één herkomst gebruikt; het CPRO-nummer van deze herkomst staat vermeld achter het gewas.

De behandelingen waren als volgt:

- Gewas : 1. *Calendula officinalis* (879194)
- 2. *Coriandrum sativum* (883261)
- 3. *Crambe abyssinica* (880956)
- 4. *Dimorphotheca pluvialis* (879585)
- 5. *Euphorbia lagascae* (883118)
- 6. *Limnanthes alba* "Foamore"
- 7. *Osteospermum ecklonis* (883084)

- Temperatuur : 1. 13/10 °C (dag / nacht)
- 2. 18/14 °C ▪
- 3. 23/17 °C ▪

- Daglengte : 1. 12 uur = korte dag
- 2. 18 uur = lange dag

De bovengenoemde temperaturen zullen in het verdere verslag aangeduid worden als hun gemiddelden, resp. 12, 16 en 20 °C. Van 6.30 uur tot 18.30 uur waren de dagtemperaturen ingesteld, terwijl van 18.30 uur tot 6.30 uur de nachttemperaturen heersten. Alle behandelingen werden van 6.30 uur tot 18.30 uur bijbelicht met HPE-lampen; dagverlenging werd gerealiseerd middels gloeilampen, van 18.30 uur tot 0.30 uur. De HPE-lampen hadden een vermogen van 400 Watt en hingen op een hoogte van 1,60 m boven de bakken. De gloeilampen hadden een vermogen van 100 Watt en hingen op een hoogte van 1,50 m. De verdeling van de lampen binnen de compartimenten is weergegeven in Bijlage 1.

De zaden zijn na ontsmetten met thiram (1,5 gr per kg zaad), gezaaid in eterniet bakken van 80 x 80 cm, op een rijenafstand van 5 cm. Deze bakken waren gevuld met potgrond.

Afgezien van *Limnanthes alba*, hebben alle planten tot opkomst bij 18 °C en een natuurlijke daglengte gestaan (circa 8.40 uur). *Limnanthes alba* is gekiemd bij 14 °C en een daglengte van 12 uur. Direct na opkomst zijn de behandelingen ingezet.

In eerste instantie zijn twee keer per week van 10 planten per behandeling de apices bekeken. Hierbij is het aantal zichtbare bladeren aan de hoofdstengel en de toestand van de apex vastgelegd. Het aantal zichtbare bladeren is gedefinieerd als: het aantal ontvouwen bladeren van het rozet plus de bladeren aan de hoofdstengel exclusief de kiemlobben. De toestand van de apex is met een binoculair waargenomen en kan vegetatief of generatief zijn. Vegeta-

tief is gedefinieerd als: aan de apex zijn alleen bladprimordia te onderscheiden; generatief (bloem-initiatie) is gedefinieerd als: bloemprimordia zijn duidelijk te onderscheiden. De verhoging van het gebruikte binoculair was instelbaar van 6 tot 50 maal.

Vanaf het moment dat een behandeling generatief was, zijn tien representatieve planten gevolgd in hun verdere ontwikkeling; dit gebeurde niet-destructief. Waargenomen is vanaf dat moment: het aantal zichtbare bladeren, verschijnen van de hoofdknop (gedefinieerd als: diameter van de knop > 0,5 cm) en begin bloei van de hoofdknop.

In dit verslag is onderscheid gemaakt tussen ontwikkelingsstadia op plant- en op gewas-niveau. Plantstadia gelden voor individuele planten, terwijl gewasstadia voor een gewas als geheel gelden. Een gewasstadium (opkomst, bloem-initiatie, knop zichtbaar, bloei) is bereikt wanneer 50 % van de waargenomen planten dit stadium heeft bereikt. De waarnemingen van de fracties planten die een gewasstadium bereikten zijn uitgezet tegen het aantal dagen of tegen de temperatuursom en het 50 % punt is afgeleid van de regressielijn door die punten. De fase van zaai tot opkomst is m.b.v. een logistische curve gefit. De overige stadia zijn beschreven m.b.v. een rechte lijn. Ook door de gegevens van de bladaantallen is een lineaire regressielijn gefit. De temperatuursom is het totaal van de gemiddelde etmaaltemperaturen, zoals die in de verschillende compartimenten zijn waargenomen, uitgedrukt in graaddagen (°Cd). Bij het berekenen van alle stadia, is gerekend met een basistemperatuur van 0 °C. De fractie generatieve planten en het aantal zichtbare bladeren zijn beschreven vanaf opkomst, terwijl de fractie planten met zichtbare en bloeiende hoofdknop beschreven is vanaf de gefitte bloem-initiatie aan de apex.

Bij het uitwerken van de fasen na de bloem-initiatie zijn alleen de lange-dag-behandelingen bekeken. Dit om twee redenen:

- bij een aantal gewassen was geen effect van daglengte zichtbaar (*Calendula*, *Crambe*, *Dimorphotheca*, *Limnanthes* en *Osteospermum*);
- bij de andere gewassen (*Coriandrum* en *Euphorbia*) was het effect van korte dagen onbekend, omdat de proef beëindigd werd vóódat bij de korte dagen de knop zichtbaar werd. De reden hiervoor was dat de natuurlijke daglengte langer werd dan de gekozen daglengte voor de korte-dag-behandeling (12 uur).

Om de opkomstsnelheid in relatie tot de temperatuur te bepalen, zijn op 22 en 23 januari 1991 bij de drie bovengenoemde temperaturen (12, 16 en 20 °C) en lange dagen (= 18 uur) zaden uitgezaaid in bakken met zand. Dit is gebeurd in 4 herhalingen van elk 50 zaden. Bij *Coriandrum* zijn bij deze kiemproef alleen hele zaadbollen uitgezaaid, dus met 2 zaden per bol. Bij deze proef is het aantal dagen en de temperatuursom van zaai tot 50 % opkomst bepaald.

2.2. Veldproeven

Zowel in 1990 als in 1991 zijn zes van de gewassen, die ook in de kasproef 1990-1991 beproefd waren, uitgezaaid op proefboerderij "De Bouwing" in Randwijk. De grondsoort hier is een stroomruggrond met 40 - 65 % afslibbaar in de bovengrond. De in deze veldproeven opgenomen gewassen waren:

1. *Calendula officinalis*
2. *Coriandrum sativum*
3. *Crambe abyssinica*

4. *Dimorphotheca pluvialis*
5. *Euphorbia lagascae*
6. *Limnanthes alba* "Foamore"

Osteospermum ecklonis is in de veldproeven buiten beschouwing gebleven, omdat hiervan niet genoeg zaaizaad beschikbaar was. De herkomsten van de bovengenoemde gewassen waren hetzelfde als in de kasproef.

De gewassen in de veldproeven zijn op verschillende tijdstippen gezaaid, te weten:

- Z1 '90: 20 maart 1990
- Z2 '90: 23 april 1990
- Z3 '90: 23 mei 1990
- Z1 '91: 29 en 30 maart 1991
- Z2 '91: 1, 2 en 3 mei 1991

In 1990 zijn alle gewassen m.u.v. *Crambe*, gezaaid met een Øyord (proefveld-zaaimachine). Er is in dat jaar gezaaid op een rijenafstand van 15 cm. *Crambe* is in 1990 gezaaid met een Hasia (nokkenrad-zaaimachine), op een rijenafstand van 12 cm. In 1991 zijn *Calendula* en *Limnanthes* gezaaid met een Øyord op een rijenafstand van 15 cm, terwijl de overige gewassen zijn gezaaid met een Accord Fähse (precisie-zaaimachine) op een rijenafstand van 12,5 cm.

Aan de gewassen in de veldproeven zijn dezelfde waarnemingen gedaan als aan de gewassen in de kasproef, te weten opkomst, bloem-initiatie, verschijnen van de hoofdknop, bloei van de hoofdknop en aantal zichtbare bladeren. Ook nu zijn deze stadia uitgedrukt in temperatuursom of aantal dagen. De temperatuurgegevens waren afkomstig van het weerstation Wageningen, Haarweg.

De temperatuursom voor de veldproeven is als volgt berekend: per dag is een gemiddelde temperatuur berekend door middeling van de minimum- en maximum temperatuur. Het totaal van deze dagelijkse gemiddelden vormt de temperatuursom.

De gegevens van Z1 '90 worden in dit verslag niet besproken, omdat deze zaaitijd verre van optimaal groeide, o.a. als gevolg van onregelmatige zaaidiepte en behoorlijke nachtvorstschade. De waarnemingen van de plantstadia in alle overige zaaitijden zijn per stadium uitgezet tegen de tijd of tegen graaddagen. De regressielijnen worden met de kasproef vergeleken.

De resultaten zullen in eerste instantie worden besproken aan de hand van de kasproef. Daarna zal een vergelijking van de veldproef met de kasproef gemaakt worden.

3. Resultaten en discussie

Op grond van de waarnemingen in de veldproef in 1990 zijn per soort de plantstadia gedefinieerd en in een decimale ontwikkelingsschaal verwerkt (Bijlage II).

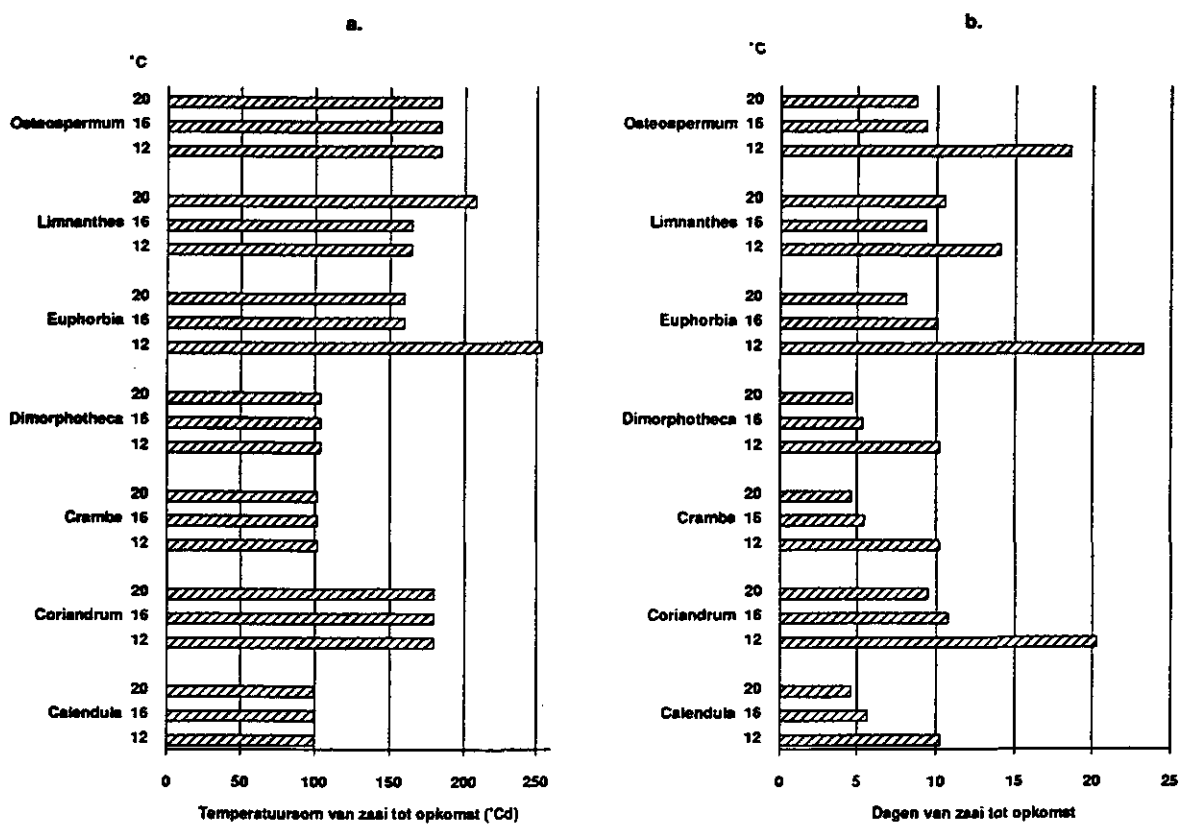
De resultaten van de kasproef worden toegelicht aan de hand van een aantal staafdiagrammen en grafieken. De bijbehorende getallen zijn verwerkt in een reeks tabellen (Bijlage III).

De waarnemingen in de twee veldproeven zijn samengevat in tabel 1. De fasen worden hierna besproken in de "natuurlijke" volgorde van zaai - opkomst - bloem-initiatie - knopverschijnen - bloei.

3.1. Zaai tot opkomst

De gegevens van de kasproef omtrent de fase van zaai tot opkomst zijn weergegeven in fig. 1. In deze figuur zijn resp. weergegeven: de gefitte temperatuursom (fig. 1.a) en het gefitte aantal dagen (fig. 1.b) van zaai tot 50 % opkomst bij de verschillende gewassen en behandelingen.

Uitgedrukt in temperatuursom vanaf zaai verliep de kieming bij nagenoeg alle gewassen bij alle temperaturen even snel. Uitzonderingen hierop waren *Euphorbia*, dat bij de laagste temperatuur, en *Limnanthes*, dat bij de hoogste temperatuur duidelijk trager kiemde.



Figuur 1. Duur van de fase van zaai tot opkomst in de kasproef bij gemiddelde etmaaltemperatuur van 12, 16 of 20 °C uitgezet tegen temperatuursom (a.) en dagen (b.)

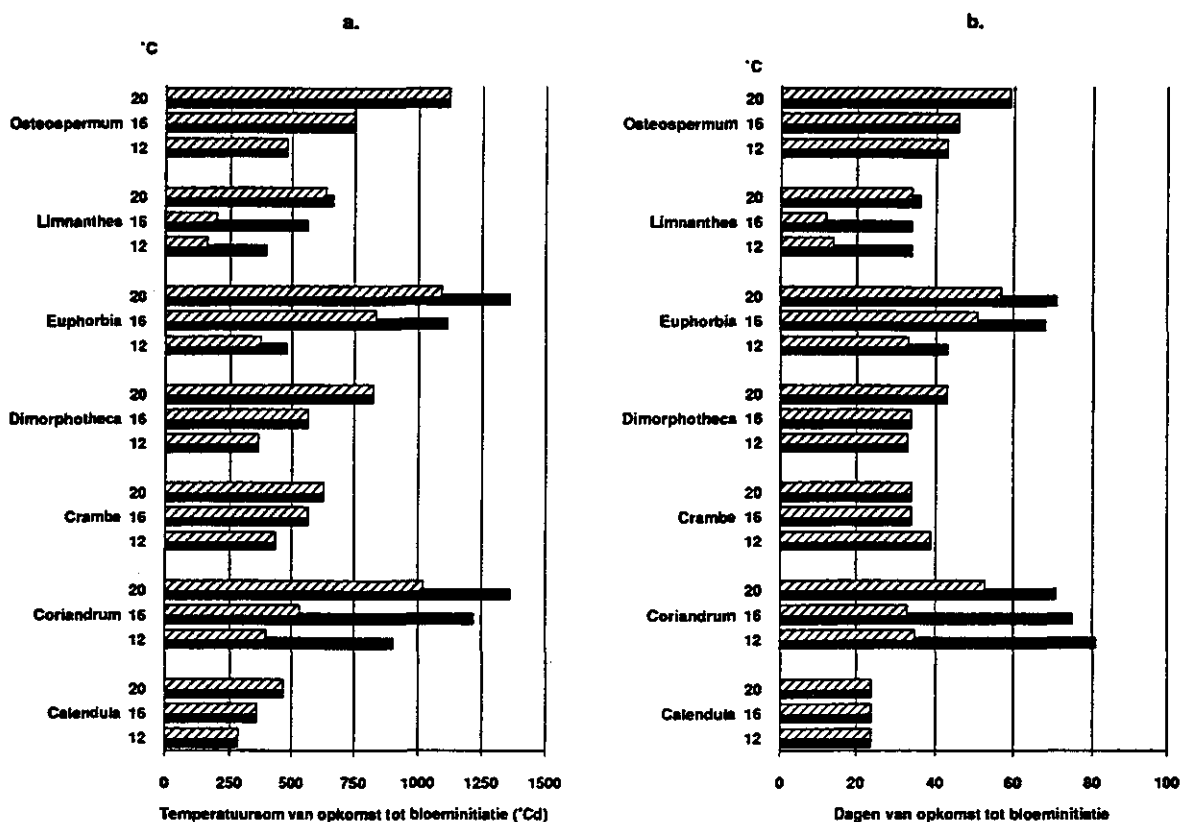
De resultaten van de kasproef waren rechtstreeks vertaalbaar naar veldsituaties, de temperatuursom van zaai tot opkomst kwam op het veld goed overeen met de waarden gevonden in de kas (tabel 1).

Dit betekent dat de kieming, uitgedrukt in dagen vanaf zaai, bij nagenoeg alle gewassen bij 12 °C veel trager, en bij 16 °C iets trager verliep dan bij 20 °C. *Limnanthes* kiemde echter, in dagen uitgedrukt, bij 20 °C iets trager dan bij 16 °C.

3.2. Opkomst tot bloem-initiatie

De gegevens van de kasproef omtrent de fase van opkomst tot bloem-initiatie zijn weergegeven in fig. 2. In fig. 2.a is de bloem-initiatie aan de apex uitgezet tegen de temperatuursom vanaf opkomst. In fig. 2.b is de bloem-initiatie uitgezet tegen het aantal dagen vanaf opkomst.

In deze fase bleek de daglengte alleen bij *Coriandrum*, *Euphorbia* en *Limnanthes* invloed te hebben. Bij deze drie gewassen vertraagden korte dagen de bloeminitiatie, zowel in temperatuursom, als in dagen.



Figuur 2. Duur van de fase van opkomst tot bloem-initiatie in de kasproef bij gemiddelde etmaaltemperatuur van 12, 16 of 20 °C en bij 18 uur (gearceerde kolommen) of 12 uur (zwarte kolommen) daglengte, uitgezet tegen temperatuursom (a.) en dagen (b.)

Alle gewassen werden in deze fase, uitgedrukt in temperatuursom, beïnvloed door de temperatuur. Bij alle gewassen vertraagden hogere temperaturen de bloem-initiatie. Door de gegevens van de verschillende zaaitijden in de veldproef kon in het algemeen één lijn gefit worden, hoewel bij *Coriandrum*, *Dimorphotheca* en *Euphorbia* de gegevens van de laatste zaaitijd in 1990 niet in deze fit pasten (tabel 1). Bij deze zaaitijd was de gemiddelde temperatuur van opkomst tot bloem-initiatie duidelijk hoger dan bij de overige zaaitijden, en de bovengenoemde gewassen reageerden hierop met een duidelijk hogere temperatuursom tot bloem-initiatie. Bij *Calendula* en *Limnanthes* kwamen de uitkomsten van de veldproeven redelijk overeen met de gegevens van de laagste temperatuur uit de kasproef. Bij de overige gewassen bleek de temperatuursom tot bloem-initiatie in het veld duidelijk lager dan bij de laagste kastemperatuur.

Wanneer in de kasproef de fase van opkomst tot bloem-initiatie wordt bekeken in relatie tot het aantal dagen vanaf opkomst, blijkt dat:

- de ontwikkeling van *Calendula* en *Crambe* nauwelijks of niet beïnvloed werd door de temperatuur;
- *Dimorphotheca* en *Osteospermum* bij hogere temperatuur iets trager ontwikkelden;
- *Coriandrum* en *Limnanthes* aanmerkelijk trager ontwikkelden bij de hoogste en *Euphorbia* bij de hoogste twee temperaturen.

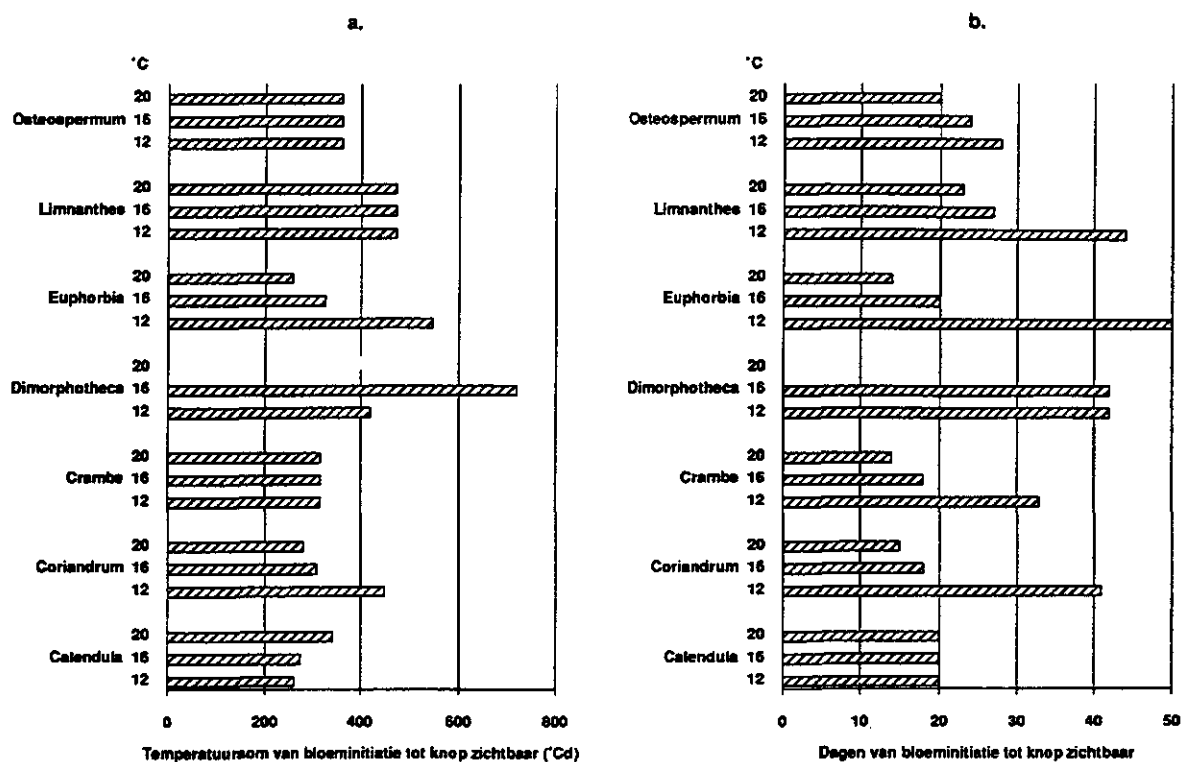
3.3. Bloem-initiatie tot knopverschijnen

De gegevens van deze ontwikkelingsfase zijn voor de kasproef weergegeven in fig. 3. In fig. 3.a is de temperatuursom weergegeven vanaf bloem-initiatie tot knopverschijnen, terwijl in fig. 3.b het aantal dagen van bloem-initiatie tot knopverschijnen is weergegeven. In de fase van bloem-initiatie tot knopverschijnen had de daglengte geen effect op de ontwikkelingsnelheid bij *Calendula*, *Crambe*, *Limnanthes* en *Osteospermum*. Bij *Dimorphotheca* was het effect van de daglengte onduidelijk. Bij *Coriandrum* en *Euphorbia* was de ontwikkeling tot bloem-initiatie door korte dagen zo zeer vertraagd dat de meeste planten het knopstadium bij beëindigen van de proef niet bereikt hadden en de invloed van de daglengte in de periode tot knopverschijnen onbekend is.

De gewassen reageerden in deze fase niet allemaal hetzelfde op de verschillende temperaturen. Uitgedrukt in temperatuursom vanaf bloem-initiatie waren er m.b.t. de temperatuur drie verschillende reacties te zien:

- de temperatuur had geen invloed, deze fase is met één temperatuursom te beschrijven: dit gold voor *Crambe*, *Limnanthes* en *Osteospermum*;
- hogere temperaturen vertraagden het verschijnen van de knop: dit speelde bij *Calendula* en *Dimorphotheca*;
- lagere temperaturen vertraagden deze fase: dit gold voor *Coriandrum* en *Euphorbia*.

Kijkend naar de resultaten van de veldproef, blijkt in de eerste plaats dat voor alle gewassen deze fase beschreven kon worden met één temperatuursom (tabel 1). Daarnaast was bij *Coriandrum*, *Crambe* en *Euphorbia* deze temperatuursom vergelijkbaar met de temperatuursom van de kasbehandeling van 16 °C. Bij de overige gewassen verliep deze fase in het veld duidelijk sneller, dus met een lagere temperatuursom.



Figuur 3. Duur van de fase van bloem-initiatie tot knopverschijnen in de kasproef bij gemiddelde etmaaltemperatuur van 12, 16 of 20 °C uitgezet tegen temperatuursom (a.) en dagen (b.)

Wanneer het verschijnen van de knop werd weergegeven tegen het aantal dagen vanaf bloem-initiatie zijn er twee verschillende reacties te zien:

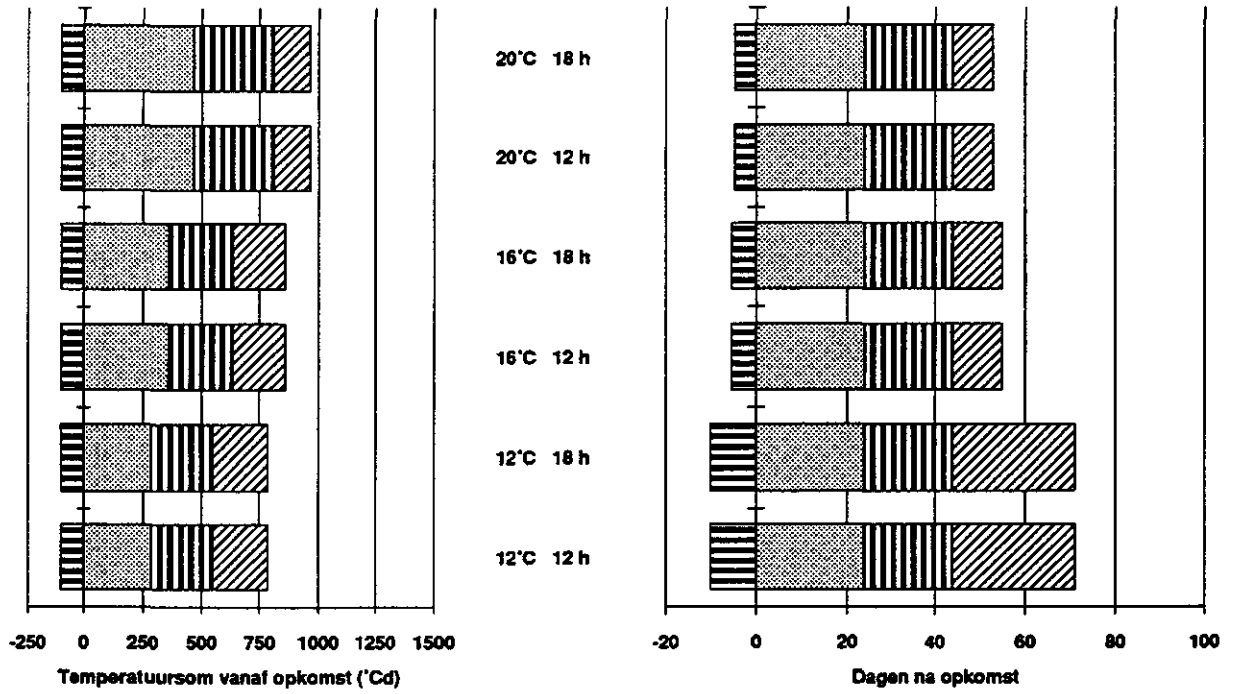
- temperatuur speelde geen rol, alleen het aantal dagen was bepalend voor het zichtbaar worden van de knop: dit gold voor *Calendula* en *Dimorphotheca*;
- lagere temperaturen vertraagden het verschijnen van de knop: dit gold voor de overige gewassen, te weten: *Coriandrum*, *Crambe*, *Euphorbia*, *Limnanthes* en *Osteospermum*.

3.4. Bloem-initiatie tot bloei

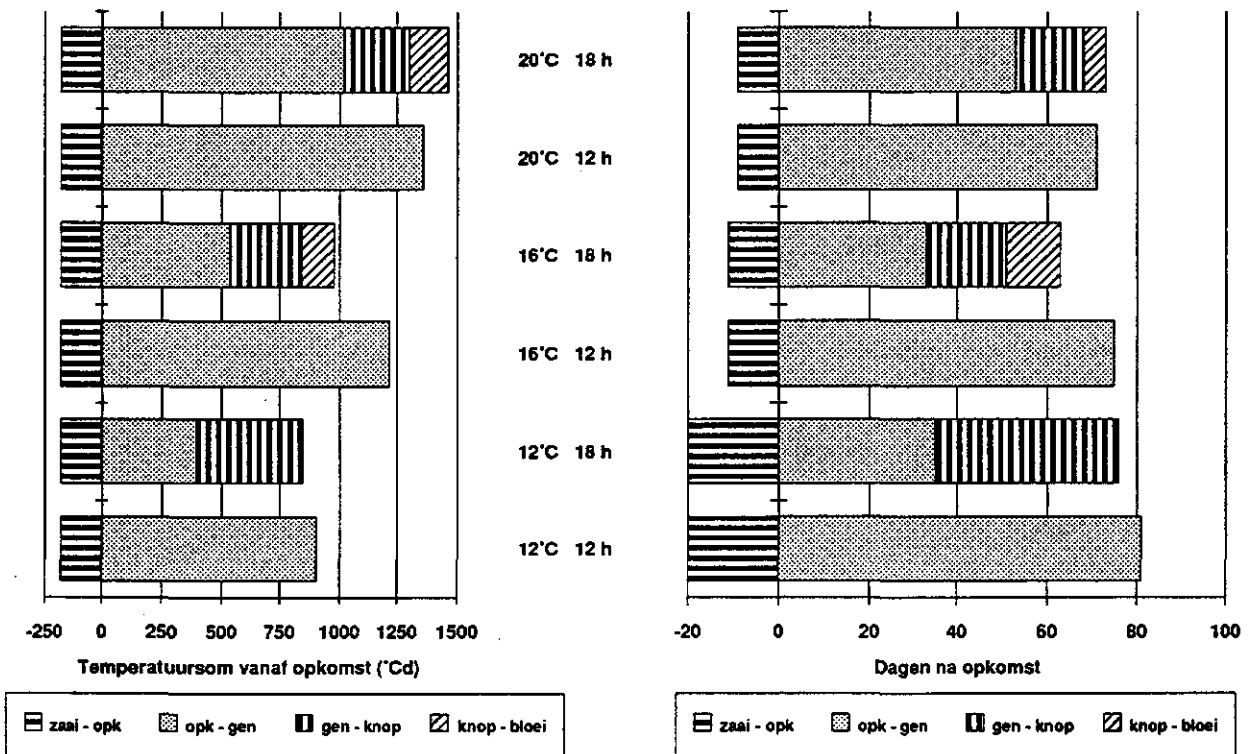
Na het verschijnen van de knop is de bloei van de hoofdknop het volgende meetpunt van de ontwikkeling. De fase tot dat punt is niet gemeten vanaf knopverschijnen maar vanaf bloem-initiatie. Daarvoor is gekozen omdat de variatie tussen planten in tijdstip van initiatie veel kleiner was dan voor knopverschijnen.

Alleen de gewassen *Calendula*, *Coriandrum*, *Crambe* en *Limnanthes* zijn in deze proef nog tot bloei gekomen, zodat voor *Dimorphotheca*, *Euphorbia* en *Osteospermum* over deze fase niets gezegd kan worden.

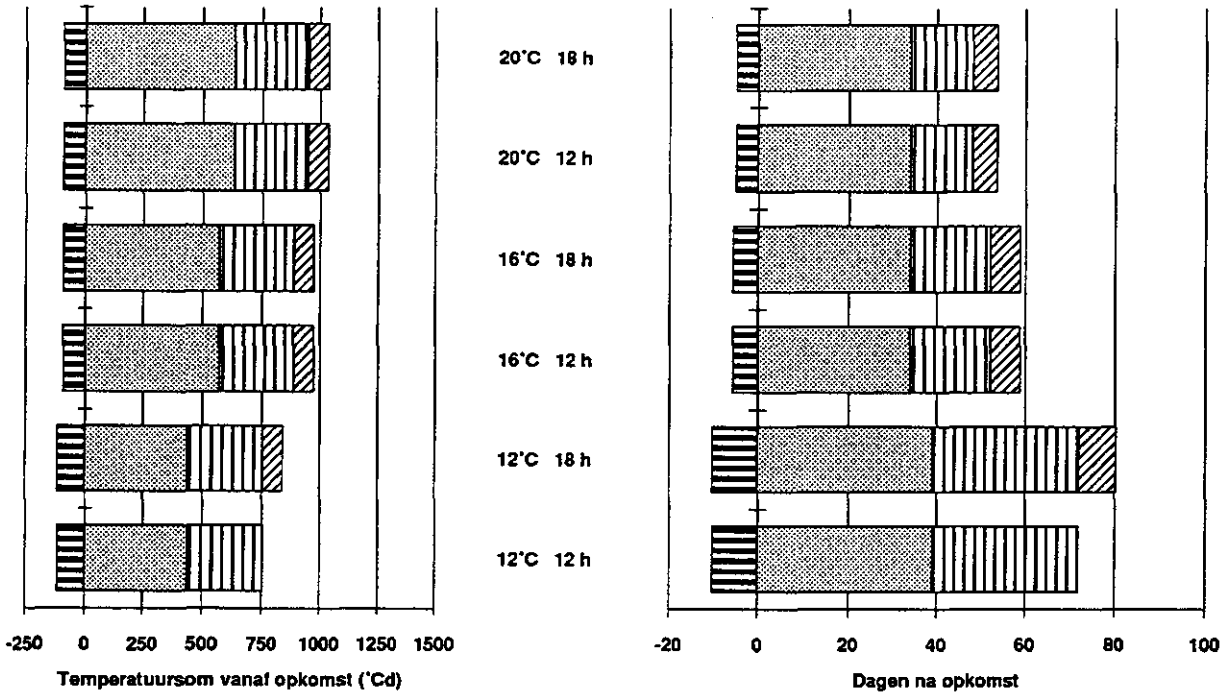
De gegevens over alle ontwikkelingsfasen van *Calendula*, *Coriandrum*, *Crambe* en *Limnanthes* staan weergegeven in de figuren 4.a t/m 4.d. In fig. 4.a is de ontwikkeling van *Calendula* uitgezet tegen de temperatuursom en het aantal dagen vanaf opkomst. In fig. 4.b t/m 4.d is ditzelfde weergegeven voor *Coriandrum*, *Crambe* en *Limnanthes*.



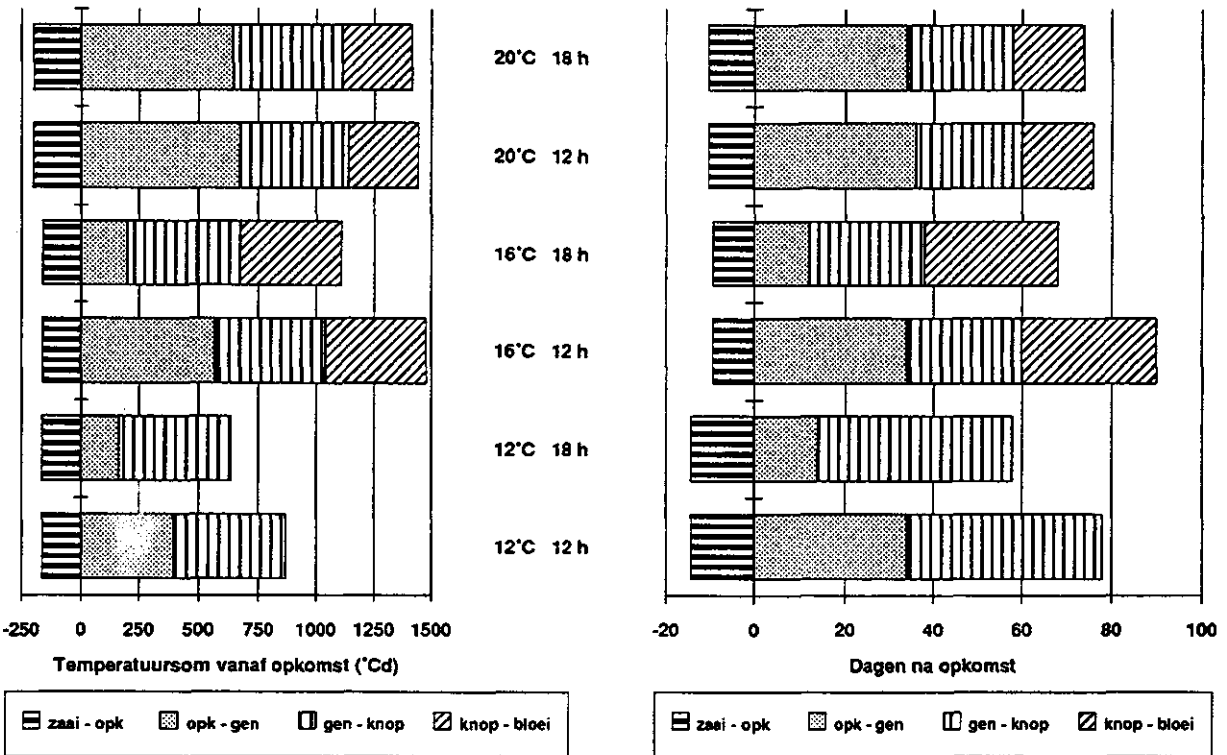
Figuur 4.a Ontwikkeling van *Calendula* in de kasproef afhankelijk van temperatuursom en aantal dagen vanaf opkomst



Figuur 4.b Ontwikkeling van *Coriandrum* in de kasproef afhankelijk van temperatuursom en aantal dagen vanaf opkomst



Figuur 4.c Ontwikking van *Crambe* in de kasproef afhankelijk van temperatuursom en aantal dagen vanaf opkomst



Figuur 4.d Ontwikking van *Limnanthes* in de kasproef afhankelijk van temperatuursom en aantal dagen vanaf opkomst

De fase van bloem-initiatie tot bloei was te karakteriseren met een temperatuursom bij *Calendula* (500 °Cd), *Coriandrum* (450 °Cd) en *Crambe* (415 °Cd). Bij *Limnanthes* was geen temperatuursom voor deze fase te geven. Bij 16 °C bloeide dit gewas bij een hogere temperatuursom dan bij 20 °C. Bij de laagste temperatuur is *Limnanthes* in de proefperiode niet meer tot bloei gekomen.

De gegevens van de veldproef sloten bij *Calendula*, *Coriandrum* en *Crambe* goed aan op de gegevens van de kasproef (tabel 1); de gegevens van beide proeven konden als één geheel gefit worden. In de veldproeven trad bij *Limnanthes* de bloei van de hoofdknop bij een lagere temperatuursom op dan in de kas.

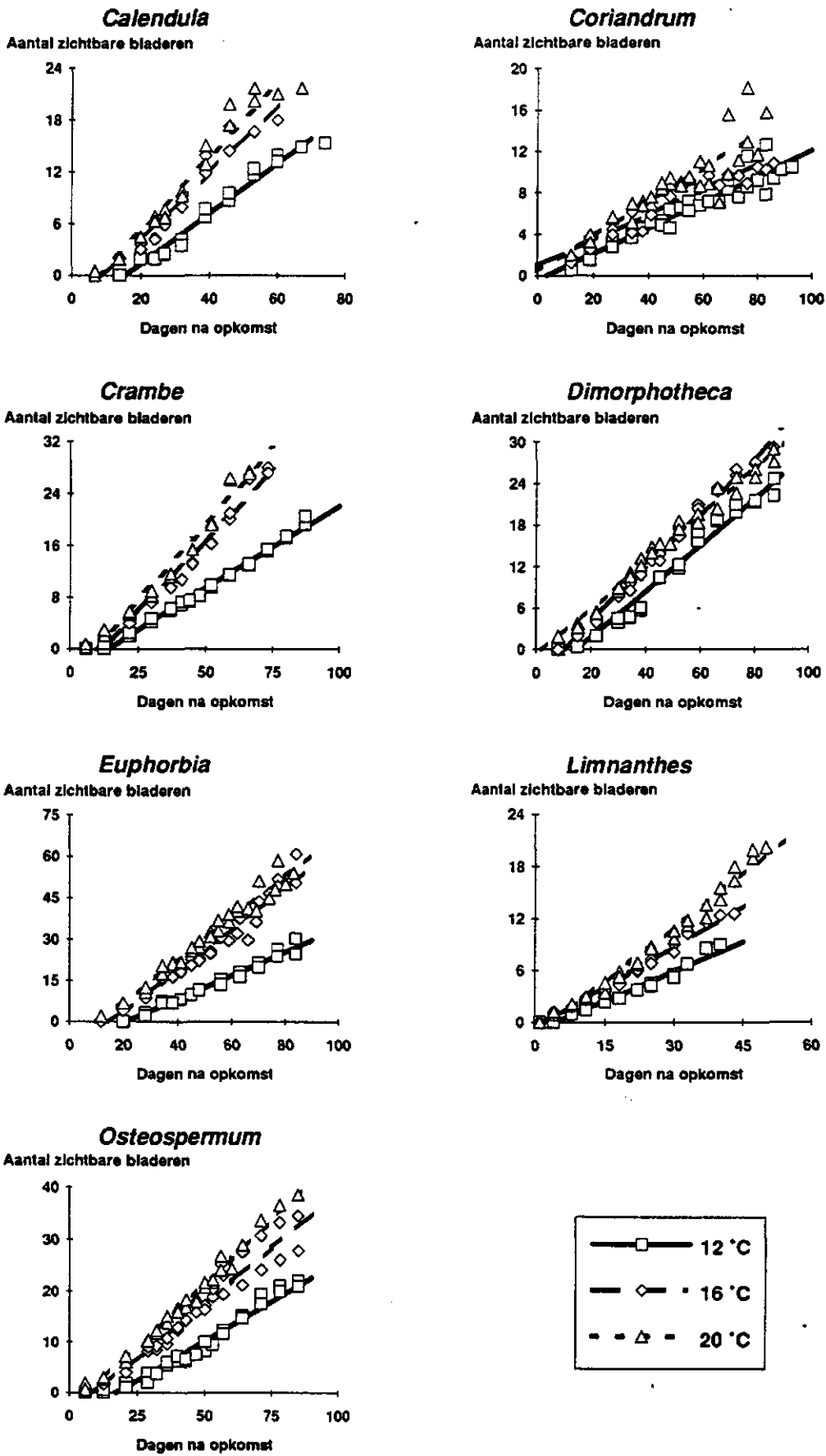
Wanneer in de kasproef de fase van bloem-initiatie tot bloei in dagen wordt uitgedrukt, vertoonden lage temperaturen de bloei bij alle soorten waarbij bloei waargenomen is.

Tabel 1. Temperatuursom (°Cd) tussen twee opeenvolgende gewasstadia bij zes oliehoudende zaadgewassen in de veldproeven van 1990 en 1991, en de temperatuursom van opkomst tot bloei

Gewas	Zaai - Opkomst	Opkomst - Bloem-initiatie	Bloem-initiatie - Knop	Knop - Bloei	Opkomst - Bloei
<i>Calendula</i>	100	262	190	311	663
<i>Coriandrum</i>	180	228	285	177	690
<i>Crambe</i>	102	315	267	147	729
<i>Dimorphotheca</i>	104	265	248	232	745
<i>Euphorbia</i>	160	238	375	*	*
<i>Limnanthes</i>	165	131	222	393	746

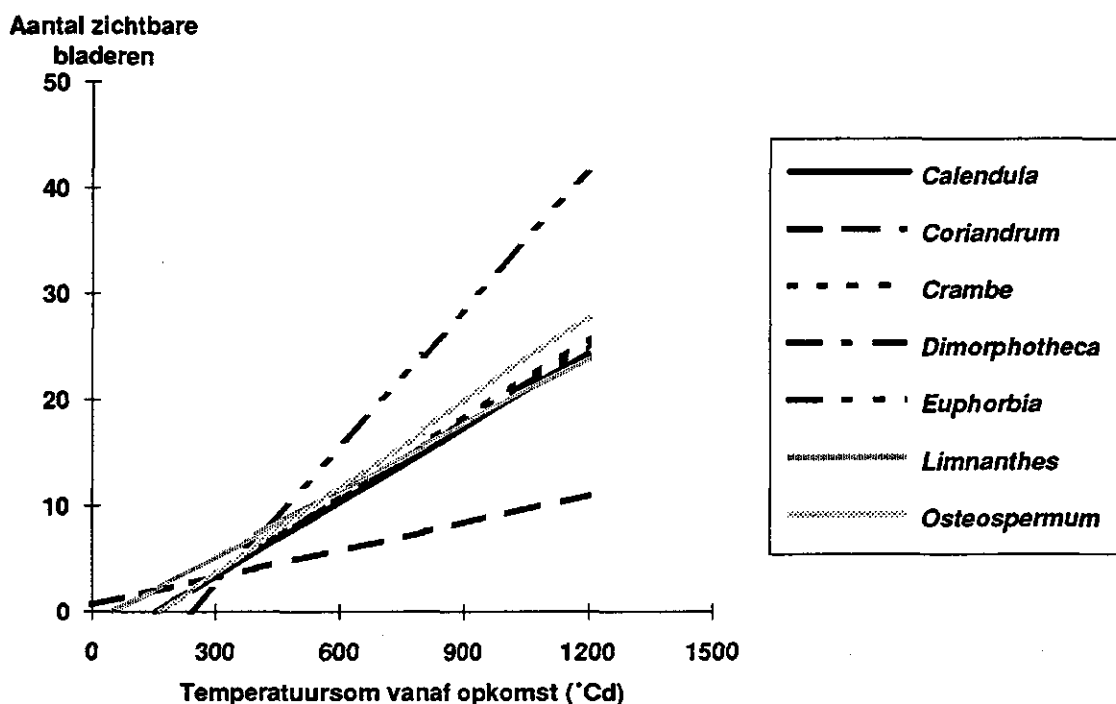
3.5. Aantal zichtbare bladeren

In de kasproef was voor alle soorten de bladverschijningsnelheid in dagen lager bij lagere temperaturen (fig. 5). Deze snelheid bleef per temperatuurbehandeling gedurende het groeiseizoen vrijwel constant. De daglengte had geen invloed op het aantal bladeren. Vanaf knopverschijnen neemt het bladaantal niet meer verder toe.



Figuur 5. Aantal zichtbare bladeren in de kasproef uitgezet tegen het aantal dagen vanaf opkomst. Door de waarnemingen is per temperatuurbehandeling een regressielijn gefit.

Wanneer de waargenomen bladaantallen worden uitgezet tegen de temperatuursom vanaf opkomst (fig. 6) blijkt dat de verschijningsnelheid in graaddagen bij alle soorten onafhankelijk van de temperatuur was. Per 100 graad-dagen verschenen 2 à 3 bladeren bij *Calendula*, *Crambe*, *Dimorphotheca*, *Limnanthes* en *Osteospermum* (tabel 2). Bij *Coriandrum* was de snelheid duidelijk lager (0,9 per 100 °Cd) en bij *Euphorbia* duidelijk hoger (4,3 per 100 °Cd). Voor *Dimorphotheca* zijn in fig. 6 uitsluitend de gegevens van de ontwikkeling bij 16 °C weergegeven, omdat de hoogste temperatuur de bladverschijning enigszins vertraagde.



Figuur 6. Relatie tussen het aantal zichtbare bladeren en de temperatuursom vanaf opkomst bij zeven oliezaadgewassen in de kasproef

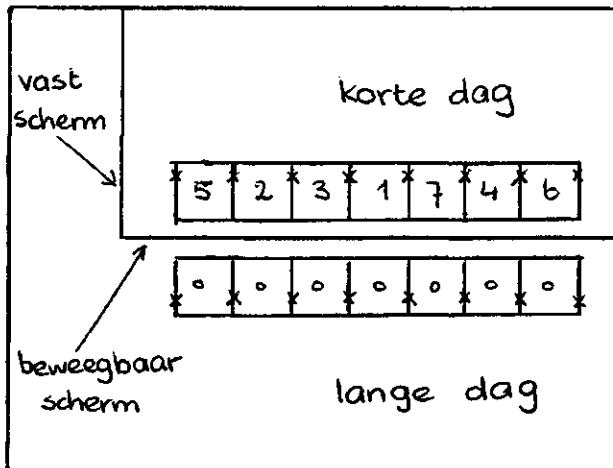
Ook in veldproeven is een lineair verband gevonden tussen het aantal zichtbare bladeren en de temperatuursom. Bij de meeste soorten kwam de snelheid van bladverschijnen in het veld overeen met de toename van het bladaantal in de kas (tabel 2). Maar bij *Coriandrum* en *Dimorphotheca* verschenen de bladeren in het veld sneller, bij *Euphorbia* trager dan in de kas.

Tabel 2. De snelheid van bladverschijnen als functie van de temperatuursom vanaf opkomst
 $y = c + b * T$, waarbij : y = totaal aantal verschenen bladeren
 c = constante
 b = bladverschijningsnelheid (aantal bladeren / 100 °Cd)
 T = temperatuursom vanaf opkomst (°Cd / 100)
 r² adj = % verklaarde variantie

Gewas	proeflocatie	constante	bladverschijningsnelheid	r ² adj
<i>Calendula</i>	kas	-3,656	2,334	95,4
	veld	-2,668	2,706	79,9
<i>Coriandrum</i>	kas	0,682	0,858	83,9
	veld	-0,824	1,846	93,2
<i>Crambe</i>	kas	-4,152	2,480	97,3
	veld	-0,321	2,377	91,3
<i>Dimorphotheca</i>	kas	-1,529	2,057	91,6
	veld	-2,917	3,357	86,1
<i>Euphorbia</i>	kas	-10,221	4,293	96,3
	veld	-3,190	3,334	84,1
<i>Limnanthes</i>	kas	-1,129	2,093	98,0
	veld	0,645	1,961	89,8
<i>Osteospermum</i>	kas	-4,443	2,688	96,9

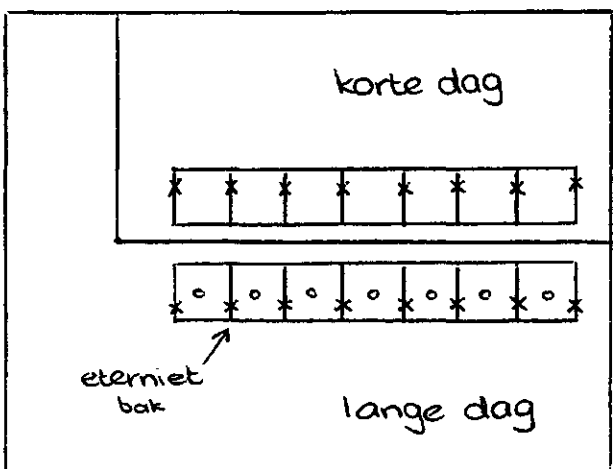
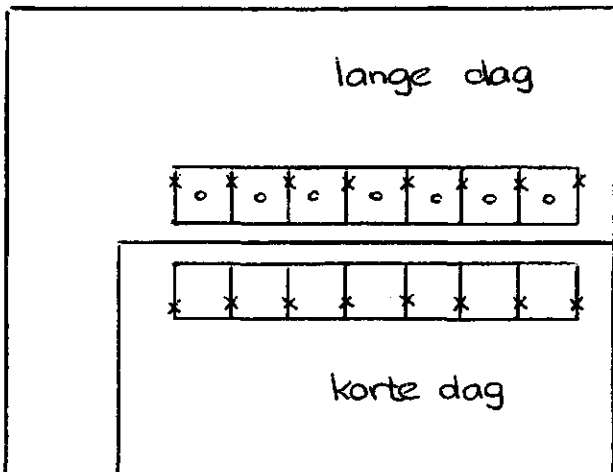
Bijlage I: Proefopstelling kasproef

Bovenaanzicht



x = HPE - lamp
o = gloeilamp

- 1 = *Calendula officinalis*
- 2 = *Coriandrum sativum*
- 3 = *Crambe abyssinica*
- 4 = *Dimorphotheca pluvialis*
- 5 = *Euphorbia lagascae*
- 6 = *Limnanthes alba*
- 7 = *Osteospermum ecklonis*



Bijlage II: Beschrijving plantstadia

1. *Calendula officinalis*
2. *Coriandrum sativum*
3. *Crambe abyssinica*
4. *Dimorphotheca pluvialis*
5. *Euphorbia lagascae*
6. *Limnanthes alba*

1. Calendula

Stadium

0. Kieming

droog zaad	0,2
vochtig zaad	0,4
worteltje zichtbaar	0,6
hypocotyl zichtbaar	0,8

1. Bladproductie

beide kiemlobben ontvouwen en groen	1,00
eerste echte blad (ontvouwen en groen)	1,01
tweede echte blad	1,02
enz.	
laatste	1,99

2. Apexontwikkeling

vegetatieve apex	2,0
generatieve apex	2,1

3. Stengelstrekking

geen internodiën zichtbaar (bladrozet)	3,00
eerste internodium (> 2 cm)	3,01
tweede internodium	3,02
enz.	
laatste internodium	3,99

4. Bloemknopontwikkeling

geen knop zichtbaar	4,0
groene knop (> 0,5 cm) zichtbaar bij:	
eerste orde vertakking	4,1
tweede orde vertakking	4,2
enz.	

5. Bloei

geen bloem	5,0
open bloem (kelkblaadjes gespreid) bij:	
eerste orde vertakking	5,1
tweede orde vertakking	5,2
enz.	

6. Zaadzetting

geen zaad gezet	
zaadzetting (groene zaadjes in bloembodem, kelkblaadjes verwelkt) bij:	
eerste orde vertakking	6,1
tweede orde vertakking	6,2
enz.	

7. Zaadrijping (rijp = crèmekleurig/bruin, hard, vetzig)

geen rijp zaad	7,0
alle zaadjes rijp in eerste orde vertakking	7,1
enz.	

8. Bladafsterving**9. Stengelafsterving**

2. Coriandrum	
0. Kieming	
droog zaad	0,2
vochtig zaad	0,4
worteltje zichtbaar	0,6
hypocotyl zichtbaar	0,8
1. Bladproductie	
beide kiemlobben ontvouwen en groen	1,00
eerste echte blad (ontvouwen en groen))	1,01
tweede echte blad	1,02
enz.	
laatste	1,99
2. Apexontwikkeling	
vegetatieve apex	2,0
generatieve apex	2,1
3. Stengelstrekking	
geen internodiën zichtbaar (bladrozet)	3,00
eerste internodium (> 2 cm)	3,01
tweede internodium	3,02
enz.	
laatste internodium	3,99
4. Bloemknopontwikkeling	
geen knop zichtbaar	
groene knop met blote oog zichtbaar van:	4,0
eerste orde scherm (hoofdscherm)	4,1
tweede orde scherm	4,2
enz.	
5. Bloei	
geen scherm open	5,0
eerste orde scherm open (rose kelkblaadjes zichtbaar)	5,1
tweede orde schermen open	5,2
enz.	
6. Zaadzetting	
geen zaadzetting	6,0
eerste orde scherm gezet	6,1
tweede orde schermen gezet	6,2
enz.	
7. Zaadrijping	
geen rijpzaad (onrijp = groen, waterig)	7,0
eerste orde scherm rijp (rijp = rood/paars, vettig)	7,1
tweede orde schermen rijp	7,2
enz.	
8. Bladafsterving	
9. Sengelafsterving	

	Stadium
3. Crambe	
0. Kieming	
droog zaad	0,2
vochtig zaad	0,4
worteltje zichtbaar	0,6
hypocotyl zichtbaar	0,8
1. Bladproductie	
beide kiemlobben ontvouwen en groen	1,00
eerste echte blad (ontvouwen en groen)	1,01
tweede echte blad	1,02
enz.	
laatste	1,99
Volgende waarnemingen aan hoofdstengel, anders vermelden bij welke zijstengels	
2. Apexontwikkeling	
vegetatieve apex	2,0
generatieve apex	2,1
3. Stengelstrekking	
geen internodiën zichtbaar (bladrozet)	3,00
eerste internodium (> 2 cm)	3,01
tweede internodium	3,02
enz.	
laatste internodium	3,99
4. Bloemknopontwikkeling	
geen knop zichtbaar	4,0
groene knoppen met blote oog zichtbaar	4,1
5. Bloei	
geen bloem open	5,00
eerste bloem open	5,01
tweede bloem open	5,02
enz.	
laatste bloemen open	5,99
6. Houtontwikkeling	
(geaborteerde houtjes meetellen)	
geen houtje zichtbaar	6,00
eerste houtje zichtbaar	6,01
tweede houtje zichtbaar	6,02
enz.	
laatste houtjes zichtbaar	6,99
7. Zaadrijpheid (abortie meetellen)	
geen rijp zaad (groen houtje, licht groen zaadje, waterig)	7,00
eerste zaadje rijp (crèmekleurig houtje, groen-zwart zaadje, vetzig)	7,01
tweede zaadje rijp	7,02
laatste zaadje rijp	7,99
8. Bladafsterving	
9. Stengelafsterving	

4. <i>Dimorphotheca</i>	Stadium
0. Kieming	
droog zaad	0,2
vochtig zaad	0,4
worteltje zichtbaar	0,6
hypocotyl zichtbaar	0,8
1. Bladproductie	
beide kiemlobben ontvouwen en groen	1,00
eerste echte blad (ontvouwen en groen)	1,01
tweede echte blad	1,02
enz.	
laatste	1,99
2. Apexontwikkeling	
vegetatieve apex	2,0
generatieve apex	2,1
3. Stengelstrekking	
geen internodiën zichtbaar (bladrozet)	3,00
eerste internodium (> 2 cm)	3,01
tweede internodium	3,02
enz.	
laatste internodium	3,99
4. Bloemknopontwikkeling	
geen knop zichtbaar	4,0
groen knop (> 0,5 cm) zichtbaar bij:	
eerste orde vertakking	4,1
tweede orde vertakking	4,2
enz.	
5. Bloei	
geen bloem	5,0
open bloem (kelkblaadjes gespreid) bij :	
eerste orde vertakking	5,1
tweede orde vertakking	5,2
enz.	
6. Zaadzetting	
geen zaad gezet	6,0
zaadzetting (groene zaadjes in bloembodem, kelkblaadjes verwelkt bij:	
eerste orde vertakking	6,1
tweede orde vertakking	6,2
enz.	
7. Zaadrijping (rijp = bruin, vettig)	
geen rijp zaad	7,0
alle zaadjes rijp in de eerste orde vertakking	7,1
enz.	
8. Bladafsterving	
9. Stengelafsterving	

5. Euphorbia

	Stadium
0. Kieming	
droog zaad	0,2
vochtig zaad	0,4
worteltje zichtbaar	0,6
hypocotyl zichtbaar	0,8
1. Bladproductie	
beide kiemlobben ontvouwen en groen/rood	1,00
eerste echte blad (ontvouwen en groen/rood)	1,01
tweede echte blad	1,02
enz.	
drie bladeren op één aanzethoogte	1,99
2. Apexontwikkeling	
vegetatieve apex	2,0
generatieve apex	2,1
3. Bloei	
geen bloei	3,0
bloei eerste etage	3,1
bloei tweede etage	3,2
enz.	
4. Zaadzetting	
geen zaadzetting	4,0
zetting eerste etage (groen, melkachtig, bol)	4,1
enz.	
5. Zaadrijping	
onrijp zaad (groei vruchtbeginsel, witte zaadhuid, waterig)	5,0
rijp zaad eerste etage (rijp = bruin vruchtbeginsel, bruin/zwarte zaadhuid, vettig)	5,1
enz.	
6. Bladafsterving	
7. Stengelafsterving	

6. <i>Limnanthes</i>	Stadium
0. Kieming	
droog zaad	0,2
vochtig zaad	0,4
worteltje zichtbaar	0,6
hypocotyl zichtbaar	0,8
1. Bladproductie	
beide kiemlobben ontvouwen en groen	1,00
eerste echte blad (ontvouwen en groen)	1,01
tweede echte blad	1,02
enz.	
laatste	1,99
 Volgende waarnemingen aan hoofdstengel, anders vermelden bij welke zijstengels	
2. Apexontwikkeling	
vegetatieve apex	2,0
generatieve apex	2,1
3. Stengelstrekking	
geen internodiën zichtbaar (bladrozet)	3,00
eerste internodium (> 2 cm)	3,01
tweede internodium	3,02
enz.	
laatste internodium	3,99
4. Bloemknopontwikkeling	
geen knop zichtbaar	4,0
groene knoppen met blote oog zichtbaar (> 0,5 cm)	4,1
5. Bloei	
geen bloem open	5,00
eerste bloem open (kelkblaadjes gespreid)	5,01
tweede bloem open	5,02
enz.	
laatste bloemen open	5,99
6. Zaadzetting	
geen zaad gezet	6,00
zaad gezet in eerste bloemhoofdje	6,01
enz.	
alle zaad gezet	6,99
7. Zaadrijping	
onrijp zaad (groen, zacht, waterig)	7,00
rijpzaad in eerste bloemhoofdje (rijp = bruin/zwart, hard, vetzig)	7,01
enz.	
alle zaad rijp	7,99
8. Bladafsterving	
9. Stengelafsterving	

Bijlage III:

Temperatuursom en aantal dagen tussen de gewasstadia in de kas- proef

Tabel 1.a. Temperatuursom (°Cd) tussen twee opeenvolgende gewasstadia bij *Calendula officinalis* bij drie temperaturen en twee daglengten, en de temperatuursom van opkomst tot bloei

Temperatuur	Daglengthe	Zaai - Opkomst	Opkomst - Bloem-initiatie	Bloem-initiatie - Knop	Knop- Bloei	Opkomst - Bloei
20	18	100	467	342	159	968
	12	*	467	342	159	968
16	18	100	361	273	228	862
	12	*	361	273	228	862
12	18	100	287	260	241	788
	12	*	287	260	241	788

Tabel 1.b. Aantal dagen tussen twee opeenvolgende gewasstadia bij *Calendula officinalis* bij drie temperaturen en twee daglengten, en de temperatuursom van opkomst tot bloei

Temperatuur	Daglengthe	Zaai - Opkomst	Opkomst - Bloem-initiatie	Bloem-initiatie - Knop	Knop- Bloei	Opkomst - Bloei
20	18	5	24	20	9	53
	12	*	24	20	9	53
16	18	6	24	20	11	55
	12	*	24	20	11	55
12	18	10	24	20	27	71
	12	*	24	20	27	71

Tabel 2.a. Temperatuursom (°Cd) tussen twee opeenvolgende gewasstadia bij *Coriandrum sativum* bij drie temperaturen en twee daglengten, en de temperatuursom van opkomst tot bloei

Temperatuur	Daglengthe	Zaai - Opkomst	Opkomst - Bloem-initiatie	Bloem-initiatie - Knop	Knop- Bloei	Opkomst - Bloei
20	18	180	1022	279	163	1464
	12	*	1363	*	*	*
16	18	180	537	307	135	979
	12	*	1218	*	*	*
12	18	180	398	450	*	*
	12	*	904	*	*	*

Tabel 2.b. Aantal dagen tussen twee opeenvolgende gewasstadia bij *Coriandrum sativum* bij drie temperaturen en twee daglengten, en de temperatuursom van opkomst tot bloei

Temperatuur	Daglengthe	Zaai - Opkomst	Opkomst - Bloem-initiatie	Bloem-initiatie - Knop	Knop- Bloei	Opkomst - Bloei
20	18	9	53	15	5	73
	12	*	71	*	*	*
16	18	11	33	18	12	63
	12	*	75	*	*	*
12	18	20	35	41	*	*
	12	*	81	*	*	*

Tabel 3.a. Temperatuursom (°Cd) tussen twee opeenvolgende gewasstadia bij *Crambe abyssinica* bij drie temperaturen en twee daglengten, en de temperatuursom van opkomst tot bloei

Temperatuur	Daglengte	Zaai - Opkomst	Opkomst - Bloem-initiatie	Bloem-initiatie - Knop	Knop- Bloei	Opkomst - Bloei
20	18	102	633	318	96	1047
	12	*	633	318	96	1047
16	18	102	570	318	96	984
	12	*	570	318	96	984
12	18	102	437	318	96	851
	12	*	437	318	*	*

Tabel 3.b. Aantal dagen tussen twee opeenvolgende gewasstadia bij *Crambe abyssinica* bij drie temperaturen en twee daglengten, en de temperatuursom van opkomst tot bloei

Temperatuur	Daglengte	Zaai - Opkomst	Opkomst - Bloem-initiatie	Bloem-initiatie - Knop	Knop- Bloei	Opkomst - Bloei
20	18	5	34	14	5	53
	12	*	34	14	5	53
16	18	6	34	18	7	59
	12	*	34	18	7	59
12	18	10	39	33	8	80
	12	*	39	33	*	*

Tabel 4.a. Temperatuursom (°Cd) tussen twee opeenvolgende gewasstadia bij *Dimorphotheca pluvialis* bij drie temperaturen en twee daglengten, en de temperatuursom van opkomst tot knop zichtbaar

Temperatuur	Daglengthe	Zaai - Opkomst	Opkomst - Bloem-initiatie	Bloem-initiatie - Knop	Knop- Bloei	Opkomst - Bloei
20	18	104	824	*	*	*
	12	*	824	*	*	*
16	18	104	572	722	*	1294
	12	*	572	722	*	1294
12	18	104	367	421	*	788
	12	*	367	421	*	788

Tabel 4.b. Aantal dagen tussen twee opeenvolgende gewasstadia bij *Dimorphotheca pluvialis* bij drie temperaturen en twee daglengten, en de temperatuursom van opkomst tot knop zichtbaar

Temperatuur	Daglengthe	Zaai - Opkomst	Opkomst - Bloem-initiatie	Bloem-initiatie - Knop	Knop- Bloei	Opkomst - Bloei
20	18	5	43	*	*	*
	12	*	43	*	*	*
16	18	5	34	42	*	76
	12	*	34	42	*	76
12	18	10	33	42	*	75
	12	*	33	42	*	75

Tabel 5.a. Temperatuursom ($^{\circ}\text{Cd}$) tussen twee opeenvolgende gewasstadia bij *Euphorbia lagascae* bij drie temperaturen en twee daglengten, en de temperatuursom van opkomst tot knop zichtbaar

Temperatuur	Daglengthe	Zaai - Opkomst	Opkomst - Bloem-initiatie	Bloem-initiatie - Knop	Knop- Bloei	Opkomst - Bloei
20	18	160	1095	257	*	1352
	12	*	1361	*	*	*
16	18	160	837	325	*	1162
	12	*	1116	*	*	*
12	18	254	374	547	*	921
	12	*	481	*	*	*

Tabel 5.b. Aantal dagen tussen twee opeenvolgende gewasstadia bij *Euphorbia lagascae* bij drie temperaturen en twee daglengten, en de temperatuursom van opkomst tot knop zichtbaar

Temperatuur	Daglengthe	Zaai - Opkomst	Opkomst - Bloem-initiatie	Bloem-initiatie - Knop	Knop- Bloei	Opkomst - Bloei
20	18	8	57	14	*	71
	12	*	71	*	*	*
16	18	10	51	20	*	71
	12	*	68	*	*	*
12	18	23	33	50	*	83
	12	*	43	*	*	*

Tabel 6.a. Temperatuursom (°Cd) tussen twee opeenvolgende gewasstadia bij *Limnanthes alba* bij drie temperaturen en twee daglengten, en de temperatuursom van opkomst tot bloei

Temperatuur	Daglengte	Zaai - Opkomst	Opkomst - Bloem-initiatie	Bloem-initiatie - Knop	Knop- Bloei	Opkomst - Bloei
20	18	208	642	473	320	1435
	12	*	680	473	320	1473
16	18	165	199	473	599	1271
	12	*	569	473	599	1641
12	18	165	162	473	*	*
	12	*	397	473	*	*

Tabel 6.b. Aantal dagen tussen twee opeenvolgende gewasstadia bij *Limnanthes alba* bij drie temperaturen en twee daglengten, en de temperatuursom van opkomst tot bloei

Temperatuur	Daglengte	Zaai - Opkomst	Opkomst - Bloem-initiatie	Bloem-initiatie - Knop	Knop- Bloei	Opkomst - Bloei
20	18	11	34	23	18	75
	12	*	36	23	18	77
16	18	9	12	27	39	78
	12	*	34	27	39	100
12	18	14	14	44	*	*
	12	*	35	44	*	*

Tabel 7.a. Temperatuursom ($^{\circ}\text{Cd}$) tussen twee opeenvolgende gewasstadia bij *Osteospermum ecklonis* bij drie temperaturen en twee daglengten, en de temperatuursom van opkomst tot knop zichtbaar

Temperatuur	Daglengthe	Zaai - Opkomst	Opkomst - Bloem-initiatie	Bloem-initiatie - Knop	Knop- Bloei	Opkomst - Bloei
20	18	184	1123	361	*	1484
	12	*	1123	361	*	1484
16	18	184	753	361	*	1114
	12	*	753	361	*	1114
12	18	184	482	361	*	843
	12	*	482	361	*	843

Tabel 7.b. Aantal dagen tussen twee opeenvolgende gewasstadia bij *Osteospermum ecklonis* bij drie temperaturen en twee daglengten, en de temperatuursom van opkomst tot knop zichtbaar

Temperatuur	Daglengthe	Zaai - Opkomst	Opkomst - Bloem-initiatie	Bloem-initiatie - Knop	Knop- Bloei	Opkomst - Bloei
20	18	9	59	20	*	79
	12	*	59	20	*	79
16	18	9	46	24	*	70
	12	*	46	24	*	70
12	18	19	43	28	*	71
	12	*	43	28	*	71