



24 FEB. 1992

Formning af potteplanter med differentieret dag- og nattemperatur. DIF

Litteraturreview i alfabetisk kulturrækkefølge

H. E. Kresten Jensen
Afdeling for Blomsterdyrkning
5792 Årslev

Tidsskrift for Planteavls Specialserie

Beretning nr. S 2163 - 1991



Formning af potteplanter med differentieret dag- og nattemperatur. DIF

Litteraturreview i alfabetisk kulturrækkefølge

H. E. Kresten Jensen
Afdeling for Blomsterdyrkning
5792 Årslev

Indhold

	Side
Forord	5
Indledning	6
Definition af begrebet DIF	7
Alfabetisk rækkefølge af pottedplanter, hvor DIF har været prøvet	7
<i>Anthurium</i>	7
<i>Aglaonema commutatum</i> Schott 'Fransher'	7
<i>Aphelandra</i>	7
<i>Argyranthemum frutescens</i> (<i>Chrysanthemum frutescens</i>)	8
<i>Aster</i>	8
<i>Asteriscus maritimus</i>	8
<i>Begonia</i>	8
<i>Brachyscome</i>	10
<i>Calendula</i>	10
<i>Campanula</i>	10
<i>Celosia</i>	12
<i>Chrysalidocarpus lutescens</i>	12
<i>Chrysanthemum</i> (se <i>Argyranthemum</i> og <i>Dendranthema</i>)	12
<i>Coleus blumei</i>	12
<i>Cordylina</i>	12
<i>Codiaeum</i>	12
<i>Cyclamen</i>	13
<i>Dahlia</i>	13
<i>Dendranthema</i> (<i>Chrysanthemum</i>)	13
<i>Dianthus</i>	19
<i>Dieffenbachia</i>	20
<i>Euphorbia</i>	20
<i>Epipremnum</i>	21
<i>Ficus</i>	22
<i>Fuchsia</i>	23
<i>Gazania</i>	24
<i>Geranium</i>	24
<i>Gerbera</i>	24
<i>Hedera</i>	24
<i>Hibiscus</i>	24
<i>Hydrangea</i>	25
<i>Hyacinth</i>	25
<i>Hypoestes</i>	25
<i>Impatiens</i>	25
<i>Kalanchoë</i>	25
<i>Leptospermum</i>	26
<i>Lilium</i>	26
<i>Narcissus</i>	28
<i>Nematanthus</i>	28
<i>Nephrolepis</i>	28
<i>Passiflora</i>	28
<i>Pelargonium</i>	29
<i>Petunia</i>	30
<i>Primula</i>	31
<i>Poinsettia</i> , se <i>Euphorbia pulcherrima</i>	31
<i>Portulaca</i>	31

<i>Radermachera</i>	31
<i>Rosa</i>	32
<i>Saintpaulia</i>	32
<i>Salvia</i>	32
<i>Senecio</i>	32
<i>Tulipa</i>	32
<i>Verbena</i>	32
Virkningsgrad af negativ DIF på forskellige pottedplanter	32
Sammendrag og generaliseringer	33
Et eksempel	33
Temperaturvirkninger på plantevækst	35
Gennemsnitstemperatur	36
Internodielængde	36
Skudlængde og plantehøjde	36
Sideskud	37
Blomsterantal	37
Bladlængde	37
Bladorientering	37
Bladudfoldelse	37
Fotosyntese	37
Respiration (ånding)	37
Friskvægt	37
Tørvægt	37
Plantekvalitet (ydre, visuel)	37
Kompakthed	38
Produktionstid	38
Energiforbrug	38
Dagtemperatur alene	38
Nattemperatur alene	38
Neutral DIF	38
Internodielængde	38
Plantehøjde	38
Antal sideskud	38
Blomster	38
Blade	39
Plantekvalitet	39
Produktionstid	39
Energiforbrug	39
Negativ, neutral og positiv DIF	39
Internodielængde	39
Plantehøjde	39
Antal sideskud	39
Blomsterantal, størrelse og blomsterstilk-længde	39
Bladlængde, bladbredde, bladflade og bladorientering	40
Fotosyntese og ånding	40
Friskvægt og tørvægt	40
Plantekvalitet	40
Kompakthed	40
Produktionstid	40
Energiforbrug	40
Manglende viden	41
Litteratur	41
Tabeller 1-22	
Figurer 1-3	

Formning af potteplanter med differentieret dag- og nattemperatur. DIF

Litteraturreview i alfabetisk kulturrækkefølge

H.E. Kresten Jensen

Forord

Når potteplanter skal sælges på det europæiske marked, er der to vigtige ydre kvalitetskriterier, som er bestemmende for den pris, der kan opnås for produktet, nemlig plantens højde og plantens form. Det, der ønskes, er kompakte, velformede planter. Kortsagt planter med lav plantehøjde og kort afstand mellem de enkelte blade på skuddene. Det vil sige planter med korte internodier.

Formen bestemmes af antallet af sideskud, af længden på sideskuddene og deres indbyrdes placering. Det er vanskeligt at sige noget generelt om, hvilken form der er den ideelle, da den er forskellig fra planteart til planteart, men vigtigt er det, at der ikke stikker enkeltskud ud over omridset af helhedsformen. Det bedste man kan sige, er vel, at planten skal være harmonisk i sin opbygning, og at det visuelle tyngdepunkt skal ligge lavt.

I de seneste 20-30 år er planternes højde og form i stor udstrækning blevet reguleret med kemiske vækstregulatorer, men også med bevidste variationer i dyrkningsmæssige kulturforhold som jord, vanding, ernæring, temperatur og lys. Endvidere med kulturindgreb som knibning og afstandsgivning samt valg af arter og sorter, som naturligt giver mere kompakte planter end andre arter og sorter.

Filosofien kan vel nærmest beskrives som fuld fart på tilvæksthastigheden i form af antal blade, blomster, friskvægt og tørvægt kombineret med

regulering af vækstformen med kemiske midler, hovedsagelig med det formål at begrænse stængelernes strækningsvækst ved at påvirke de enkelte internodier til at blive kortere end de ville blive uden brug af vækstregulerende midler.

Gartnerierne selv og det omgivende samfund er interesserede i, at der anvendes så få kemikalier som muligt. Om nogle få år kan det være, at antallet af lovlige kemikalier er begrænset eller det kan være, at de vækstregulerende midler, som gartnerne ønsker at anvende, ikke vil være økonomiske for kemikaliefirmaerne at producere. I en sådan situation med få eller ingen kemiske vækstregulatorer til rådighed, vil gartnerne kun have sortsvalg og variation af dyrkningsfaktorerne som midler til regulering af skudbrydning og skudvækst.

Formålet med dette litteraturreview er tosidigt. Det ene hovedformål er at samle og bearbejde den foreliggende viden om formdannelse hos potteplanter uden kemikalier, således at den kan komme i praktisk anvendelse i gartnerierne hurtigst muligt. Det andet hovedformål er at finde frem til, hvor der mangler viden, og hvor der bør sættes ind med yderligere forskning.

I den sidste halvdel af 1980'erne er der flere steder i verden eksperimenteret en del med virkningen af forskelle mellem dagtemperatur og nattemperatur. Man er blevet opmærksom på, at skudvæksten bliver mindre, når nattemperaturen er højere end dagtemperaturen. Altså det omvendte af,

hvad der normalt forekommer i naturen. Og man ser det som en metode, der kan anvendes til at styre strækingsvækst hos pottedplanter. Internationalt kaldes fænomenet differens mellem dag- og nattemperatur, negativ DIF eller kort og godt DIF. Begrebet defineres nærmere i indledningen.

Differens mellem dag- og nattemperatur er én metode, som man kan bruge til at styre planternes højde med, men der findes også andre kulturforhold og indgreb, som kan påvirke planternes strækingsvækst. For eksempel lyskvalitet, gødnings-sammensætning og vandstress. DIF er således kun et delelement af det store emne, som hedder formdannelse, eller morfogenese, som er den internationale og plantefysiologiske betegnelse for formdannelse. Ordet kommer fra de græske ord *morphé*, der betyder form, og *génésis*, der betyder fødsel eller skabelse. Afhængig af, hvilken klimafaktor eller dyrkningsindgreb man anvender, taler man f.eks. om fotomorfogenese, når det er lys, man anvender til at påvirke planternes vækst, og om termomorfogenese, når det er temperatur, man anvender.

Differens i temperatur mellem dag og nat er et eksempel på termomorfogenetisk styring af planternes vækst. Da dette delelement er meget aktuelt i øjeblikket, vælges at fokusere på dette i dette review.

Reviewet er struktureret således, at konstaterede virkninger af forskellige dag- og nattemperaturer på pottedplanter vækst præsenteres i alfabetisk kulturrækkefølge. Derefter følger et afsnit med generaliseringer for de enkelte vækstparametre og andre forhold som for eksempel energiforbrug. Til sidst gives et bud på, hvor der især mangler viden og yderligere forskning.

Den litteratur, der anvendes, er de sidste 10 års forskningsresultater, som handler direkte om det pågældende emne, f.eks. DIF. Desuden andre forskningsresultater, hvor man har anvendt forskellige dag- og nattemperaturer uden at have sigtet specielt på planternes formdannelse, men måske mere på forhold som energiforbrug eller blomsterdannelse og udvikling.

Litteratur, som kan sige noget om de grundlæggende plantefysiologiske mekanismer, der styrer skudbrydning og strækingsvækst, er kun i ringe omfang medtaget i dette review. Det er dog helt klart, at en forståelse af årsager og mekanismer vil gøre det lettere at pege på, hvilke eksperimentelle veje der har størst sandsynlighed for at give gode metoder til styring af skudbrydning og strækingsvækst hos pottedplanter med reduceret brug af kemiske vækstregulerende midler. Derfor er det et

håb, at det vil være muligt at bearbejde det emne ved en senere lejlighed.

Indledning

I naturen er temperaturen som regel højere om dagen end om natten, fordi solstrålingen varmer jorden og atmosfæren op.

I væksthuse har man mulighed for at holde andre temperaturer end de naturgivne. I princippet kan man holde hvilken som helst temperatur, man ønsker, og man kan skifte temperatur i løbet af døgnet. Man kan holde højere temperatur om natten end om dagen, hvis man vil.

Det har været kendt i en del år, at planter strækingsvækst bliver kortere, når nattemperaturen er højere end dagtemperaturen. Men denne viden har ikke været brugt i praksis.

I 1958 viste *Blake og Spencer* i England blandt andet, at internodiellængden blev kortere hos væksthuseplanter, når nattemperaturen var højere end dagtemperaturen.

I 1978 rapporterer *de Lint* et hollandsk forsøg med positiv, neutral og negativ DIF uden at kalde det sådan. I forsøget indgik bl.a. *Dendranthema*. Planterne blev 20 procent kortere, hvor nattemperaturen var 6°C højere end dagtemperaturen sammenlignet med en behandling, hvor nattemperaturen var 6°C lavere end dagtemperaturen.

Balvoll (1981) i Norge skriver i sin bog om vækst og udvikling af grønsager, at „for at hindre strækingsvækst på småplanter må det regnes som god praksis at holde temperaturen nede på 12-15°C, når lystilgangen er dårlig. Men dersom dagtemperaturen er over 18°C, vil høj nattemperatur reducere strækingsvæksten. Dersom man i tillæg til høj nattemperatur giver kort dag, bliver planterne endnu mere kompakte“. *Balvoll* føjer dog til, at „ved praktisk dyrkning er dette tiltag af tvivlsom værdi, fordi det udmarver planterne, når lystilgangen er dårlig“.

I 1981 viste *Tangerås*, at sænkning af nattemperaturen til fuchsiasorterne 'Beacon' og 'Göteborgsplan' førte til øget strækingsvækst, medens kombinationer af lav dag- og høj nattemperatur resulterede i meget kompakte planter. Liggende resultater fik *Tangerås* (1981) med andre pottedplantekulturer.

Moe (1983) har tidligt været opmærksom på virkningen af høj nattemperatur på strækingsvækst og på mulighederne for at udnytte denne viden i praksis.

Både tidligere og senere end disse forskningsresultater har forskere beskæftiget sig med virkningerne af dag- og nattemperaturer på planternes vækst, men det er først i 1980'erne, at der er sket en målrettet forskning med det formål at finde ud af, hvor langt forskelle i dag- og nattemperatur kan bruges til at styre planternes skudbrydning og strækningsvækst i kommercielle gartnerier.

Definition af begrebet DIF

Begrebet DIF er meget enkelt at forstå. Det er en forkortelse for difference eller differens, som begge betyder forskellen mellem to tal, hvoraf det ene trækkes fra det andet. I denne sammenhæng er det defineret som forskellen mellem dagtemperatur og nattemperatur, og det er nattemperaturen, der trækkes fra dagtemperaturen. Hvis dagtemperaturen og nattemperaturen er ens, bliver differensen 0, og man taler da om neutral DIF. Hvis dagtemperaturen er højere end nattemperaturen, bliver forskellen et positivt tal, og man taler da om positiv DIF. For eksempel vil en dagtemperatur på 22°C kombineret med en nattemperatur på 16°C give en positiv DIF på 6°C, da $22 - 16 = +6$ DIF. Omvendt vil en dagtemperatur på 16°C og en nattemperatur på 22°C give en negativ DIF på 6°C, da $16 - 22 = -6$ DIF (Erwin et al 1988). For dem, som bedst kan lide at læse relationer som matematiske formler, vil udtrykket være:

$$DIF = T_d - T_n$$

hvor

T_d er dagtemperaturen målt i °C og

T_n er nattemperaturen målt i °C.

Som regel angives DIF ved at skrive dagtemperatur/nattemperatur, for eksempel 18/22°C, hvor DIF da vil være -4°C.

Det er klart, at der er mange variations- og kombinationsmuligheder, når man vil studere og anvende DIF til pottedplanter. Væsentlige forhold, der kan påvirke resultatet, kan være følgende:

1. Planteslægt, art, sort, klon.
2. Den målte parameter. Skudbrydning, internodiellængde, plantehøjde eller plantens helhedsindtryk.
3. Dagens og nattens længde = foto- og skotoperiode.
4. Størrelsen af positiv eller negativ DIF i °C. Varigheden af positiv eller negativ DIF. Tidspunkt i døgnet for temperaturskift.

5. Temperaturniveauet. Gennemsnit, maximum og minimum.

6. Geografiske forhold og årstid.

I virkeligheden vekselvirkninger med andre dyrkningsfaktorer som f.eks. lysintensitet og lysets spektrale sammensætning.

Alfabetisk rækkefølge af pottedplanter, hvor DIF har været prøvet

Anthurium

Hendriks og Weimann (1989) har prøvet forskellige dag- og nattemperaturer til *Anthurium scherzerianum*-hybriden 'Dolly' i kultur fra juni til december i dagslyskamre. Der blev prøvet følgende temperaturer dag/nat: 14/14, 18/18, 22/18, 18/22, 26/14, 22/22, 26/22, 22/26 og 26/26°C. Hos denne plante er det ikke stængelstrækning, men bladstilkklængden og blomsterstilkklængden, der afgør plantehøjden. Ved temperaturer under 18°C var væksten hæmmet. Planterne dannede korte blad- og blomsterstilke og usædvanligt små og klorotiske blade. Højbladene var deformerede og atypisk mørke. Ved temperaturer over 24°C var plantekvaliteten ligeledes tydeligt forringet. I området 18 til 24°C førte højere dagtemperatur end nattemperatur til storløvede planter og få deformerede blomster. Høj nattemperatur, som har vist sig fordelagtig til mange andre plantearter, bevirkede ved den undersøgte *Anthurium*-sort små, ikke ønskværdige, lyse blade og flere deformiteter. Heraf følger, at gode salgsplanter kan opnås i temperaturområdet 18-24°C. I undersøgelsen var 22°C optimalt. Resultaterne er vist i tabel 1.

Aglaonema commutatum Schott 'Fransher'

Poole og Conover (1981) har sammenlignet virkningerne af 3 neutrale DIF-temperaturer, nemlig 15, 18 og 21°C i vinterperioden i Florida. Altså i almindeligt sprog 3 forskellige minimum lufttemperaturer. Resultatet blev plantehøjder på henholdsvis 40, 40 og 43 cm. Altså en tendens til stigende plantehøjde med stigende konstant temperatur dag og nat, men forskellen var ikke statistisk sikker for denne plante.

Aphelandra

Poole og Conover (1981) fandt ingen forskel i højden efter dyrkning af *Aphelandra squarrosa* Ness. 'Dania' ved neutral DIF 15, 18 eller 21°C.

Tabel 1. Vækst og blomsterdannelse hos *Anthurium* 'Dolly' ved forskellige temperaturer (6 måneder efter oppotning). (Efter Hendriks & Weimann, 1989).

Temperatur (°C)			DIF	Plante- størrelse cm ²	Bladlængde cm	Blomster antal/ plante	Deformerede højblade %
dag	nat	middeI					
14	14	14	0	105	14,1	2,8	45
18	18	18	0	222	19,2	5,8	23
22	22	22	0	240	17,9	6,0	16
26	26	26	0	177	14,5	6,0	20
18	22	20	- 4	216	19,2	6,0	12
22	18	20	+ 4	258	19,9	5,5	12
26	14	20	+12	144	14,2	5,0	30
22	26	24	- 4	210	15,7	6,8	12
26	22	24	+ 4	223	16,6	6,2	18

Argyranthemum frutescens (*Chrysanthemum frutescens*)

Hendriks (1989) viser i en kurve, hvorledes *Chrysanthemum frutescens* 'Maja Bofinger' reagerer på DIF. Skalaen går fra -12 DIF til +12 DIF. Relationen mellem DIF og plantehøjde er vist som en lineær funktion og med en fordobling af plantehøjden for hver gang, DIF-temperaturen stiger 12°C.

Aster

Uden nogen detaljer klassificerer Heins og Erwin (1990) *Aster* som en af de planteslægter, som reagerer meget lidt eller slet ikke på DIF.

Amsen, Jacobsen og Brøndum (1990) har i gentagne forsøg om vinteren fundet en reduktion af internodiellængden på 37 procent i *Aster novi-belgii* 'Royal Blue' og 42 procent i *Aster novi-belgii* 'Freda Ballard'.

Ørnstrup (1991) har i et forårsforsøg med *Aster novi-belgii* 'Royal Blue' prøvet DIF-størrelserne -6, 0 og +4°C med dag/nattemperaturerne 18/24, 19/19 og 20/16°C om morgenen, idet der blev anvendt klimacomputer, der udjævner temperaturerne resten af døgnet således, at der bliver opnået samme gennemsnitstemperatur. Resultaterne var 8 procent lavere planter ved negativ DIF sammenlignet med positiv DIF.

Asteriscus maritimus

Asteriscus maritimus er en ny udplantningsplante, som er blevet lanceret i Sverige i 1989. Normalt anbefales retardering med Alar 85, men Schlüssler (1990) rapporterer, at dette kan undværes ved at holde en minimumstemperatur (dag og nat) på 18°C både til moderplanterne og under den efterfølgende dyrkningsperiode fra marts til maj. Denne behandling gav mere kompakte planter end 6 eller 15°C til moderplanterne kombineret med 15°C under dyrkningen. Plantehøjden var 18 cm ved de to gange 18°C mod 28 cm ved 6°C eller 15°C til moderplanterne og 15°C under rodning og vækst. Formentlig har det været vanskeligt at holde dagtemperaturerne nede på 6 eller 15°C, medens det nemmere har kunnet lade sig gøre om natten. Derved er der opstået en stor positiv DIF i disse behandlinger, og det kan være årsagen til højere planter end dér, hvor der blev holdt neutral DIF med 18/18°C.

Begonia

Med *Begonia elatior* 'Schwabenland' har Jacobsen et al. (1989) i Danmark undersøgt virkningerne af en negativ DIF på 8°C sammenlignet med neutral DIF på 18°C. Behandlingerne var dag/nattemperaturer på 14/22 og 18/18°C med og uden kemisk vækstregulering med Cycocel i et forårsforsøg uge

4-18. Temperaturskiftene skete samtidig med solopgang og solnedgang. Resultaterne viste en forkortelse af plantehøjden på 7 cm fra 22 til 15 cm med Cycocel, men der var ingen virkninger af den negative DIF på plantehøjde, produktionstid eller plantekvalitet.

I Maryland i USA har *Shanks* (1987) undersøgt virkningen af positiv DIF på forskellige tidspunkter om natten til *Begonia x hiemalis*. Sagt på en anden måde, var der tale om natsænkning fra 17 til 12°C i forskellige tidsrum efter kl. 17. Resultatet var, at jo længere natsænkningen blev udskudt, jo flere blomster kom der på planterne, og jo større var tilvæksten målt i g. Natsænkning fra kl. 17 til 01 gav dog pudsigt nok flest blomster og størst tilvækst i g. *Begonia semperflorens* reagerede på samme måde, og forfatteren konkluderer, at man med en energifordel kan sænke nattemperaturen til begonia fra kl. 17 til omkring midnat, selv om det giver ca. 5 dages forsinkelse i produktionstiden. Plantehøjden er ikke angivet.

Hendriks, L. (1988) i Tyskland gør opmærksom på, at de største muligheder for at styre skudbrydning og plantestørrelse i elatior-begonia ligger i regulering af daglængde og lysintensitet i de forskellige faser af kulturen. Der er dog også muligheder i temperaturreguleringen, og *Hendriks* rapporterer forsøg med *Begonia elatior*, hvori indgår både positive, neutrale og negative DIF-temperaturer, som omredigeret kan ses i tabel 2.

Tabel 2 viser, at plantehøjden, bladfladen og plantebladen stiger med stigende konstant temperatur fra 17 til 20°C. At en DIF på +6°C giver højere planter end neutral DIF med samme gennemsnitstemperatur, og at en DIF på -6 giver lavere

plantehøjde end neutral DIF eller +6 DIF ved samme gennemsnitstemperatur. De mest kompakte planter blev opnået ved -6 DIF. En meget stor positiv DIF på 12°C gav store planter, men som man kan se, har de en lav vægt af tørstof, og har nok været store, løse planter. Man kan sige, at 17/17°C gav endnu lavere plantehøjde end 17/23°C, men her spiller det forhold ind, at lav temperatur giver få sideskud, hvilket er vist i tabel 3.

Tabel 3 viser, at sideskudsdannelsen fremmes af høj temperatur i begyndelsen af kulturen, medens blomsterknopdannelsen fremmes af høj temperatur i kortdagsfasen.

Moe (1990) i Norge fortæller om foreløbige resultater af forskellige dag- og nattemperaturer til hiemalisbegonier (elatiorbegonier). Der prøves 16 kombinationer af dag- og nattemperaturer på 15, 18, 21 og 24°C. Foreløbige resultater viser, at med 'Schwabenland Rød' viser negativ DIF en kraftigt forkortende effekt på strækningsvæksten af internodierne på hovedskuddene, bladstilkene, bladlængden og blomsterstanden. I et andet forsøg undersøger man, hvornår i løbet af døgnnet planterne strækker sig mest. Foreløbige resultater med sorterne 'Aphrodite Rosa', 'Schwabenland Rød' og 'Nelson' tyder på, at en temperatursænkning fra 18 til 12°C i 2 timer sidst på natten og om morgenen virker stærkt hæmmende på strækningsvæksten. Effekten er størst på den stærktvoksende sort 'Aphrodite Rosa'.

Fra Amerika er der udsagn fra praktiske gartnere om, at de anvender negativ og neutral DIF med gode resultater. I et tilfælde siges, at det ikke var nødvendigt at bruge vækstretdrende midler, når der blev anvendt negativ DIF.

Tabel 2. Virkning af forskellige dag- og nattemperaturer på væksten af *Begonia elatior* 'Aphrodite Radiant'. (Efter *Hendriks*, 1988).

Temperatur (°C)			DIF	Plante- højde cm	Blad- flade cm ²	Plante- flade cm ²	Tørstof/ Plante g
dag	nat	gns.					
17	/	17	17,0	0	14,3	613	209
20	/	20	20,0	0	17,0	770	230
23	/	23	23,0	0	17,0	961	242
23	/	17	20,3	+ 6	18,9	849	262
17	/	23	19,7	- 6	15,4	619	188
26	/	14	20,5	+12	17,0	897	242

Tabel 3. Virkning af temperatur i forskellige udviklingsfaser på skud- og blomsterdannelse hos *Begonia elatior* 'Aphrodite Radiant'. (Efter Hendriks, 1988).

Dag- og nattemperatur (°C)			Skud/Plante	Blomster/Plante
LD før KD 28 dage	KD-fase 14 dage	LD efter KD > 28 dage		
17	17	17	4,3	11,2
20	20	20	5,1	16,4
23	23	23	6,1	15,0
17	20	20	5,8	17,5
23	20	20	6,4	15,6
20	17	20	5,6	16,6
20	23	20	5,2	19,2
20	20	17	5,6	16,4
20	20	23	4,8	13,9

Brachyscome

Schüssler (1989) har prøvet negativ DIF i to timer midt på natten kl. 00 til 02, med begyndt optrapning kl. 23 og afsluttet nedtrapning kl. 03, til *Brachyscome multifida*. Dagtemperaturen var 18°C og temperaturerne i de to timer om natten var 21, 24 eller 27°C, altså negativ DIF på -3, -6, og -9°C. Luftfugtigheden blev holdt konstant. Desuden blev der prøvet en behandling med ekstremt lav døgntemperatur, 6°C sammenlignet med 18°C som laveste døgn-temperatur. De høje nattemperaturer i to timer om natten gav op til 15% reduktion af længste skud. De korteste skud fremkom, hvor den laveste døgn-temperatur var 6°C. Dette gav op mod 50% kortere skud, men også en forsinkelse af blomstringen på ca. 3 uger.

Calendula

Heins og Erwin (1990) klassificerer *Calendula* (French Marigold) som en af de planteslægter, der giver lille eller ingen reaktion på DIF.

Campanula

Flere forskellige forfattere har beskæftiget sig med forskellige dag- og nattemperaturer til forskellige arter og sorter af *Campanula*, og *Campanula* viser sig at være en af de slægter, som reagerer meget stærkt på DIF.

Moe (1985, 1990) har i Norge undersøgt virkningen af +12 DIF, +6 DIF, 0 DIF og -12 DIF til

Campanula isophylla 'Alba' og 'Blå'. De konkrete temperaturer dag/nat var 24/12, 21/15, 18/18, 15/21 og 12/24°C. Dagens og nattens længde var 12 timer hver, og forsøget blev udført i fytotron. Ved disse behandlinger bliver gennemsnitstemperaturen 18°C ved alle behandlinger.

Resultaterne med hensyn til strækningsvækster vist i figur 1. Heraf fremgår tydeligt, at positiv DIF øger strækningsvæksten, medens negativ DIF gør strækningsvæksten mindre. Som hovedeffekt af forsøgene fandtes, at skudlængden steg til ca. det dobbelte med stigende dagtemperatur fra 12 til 24°C, medens skudlængden faldt til det halve med stigende nattemperatur fra 12 til 24°C. Dette var gældende, hvad enten det blev målt ved synlig knop eller ved blomstring. Ved samme gennemsnitstemperatur på 18°C gav -12 DIF en mindre forsinkelse i blomstringstidspunktet på 1 til 5 dage i 3 forskellige hold, svarende til ca 7% senere blomstring.

I et andet forsøg med *Campanula isophylla* 'Blå' fandt Moe (1988) ikke forskel mellem 21/15 og 15/21°C og heller ikke placering af 15 eller 21°C på forskellige tidspunkter sidst på natten. Moe tilskriver den manglende effekt det forhold, at der blev brugt glødelamper til belysning. Glødelampen udsender meget langrødt lys, og det ophæver virkningen af temperaturforholdene.

Bekræftelsen på, at denne hypotese er rigtig, kan ses af tabel 4 (Moe og Heins 1989).

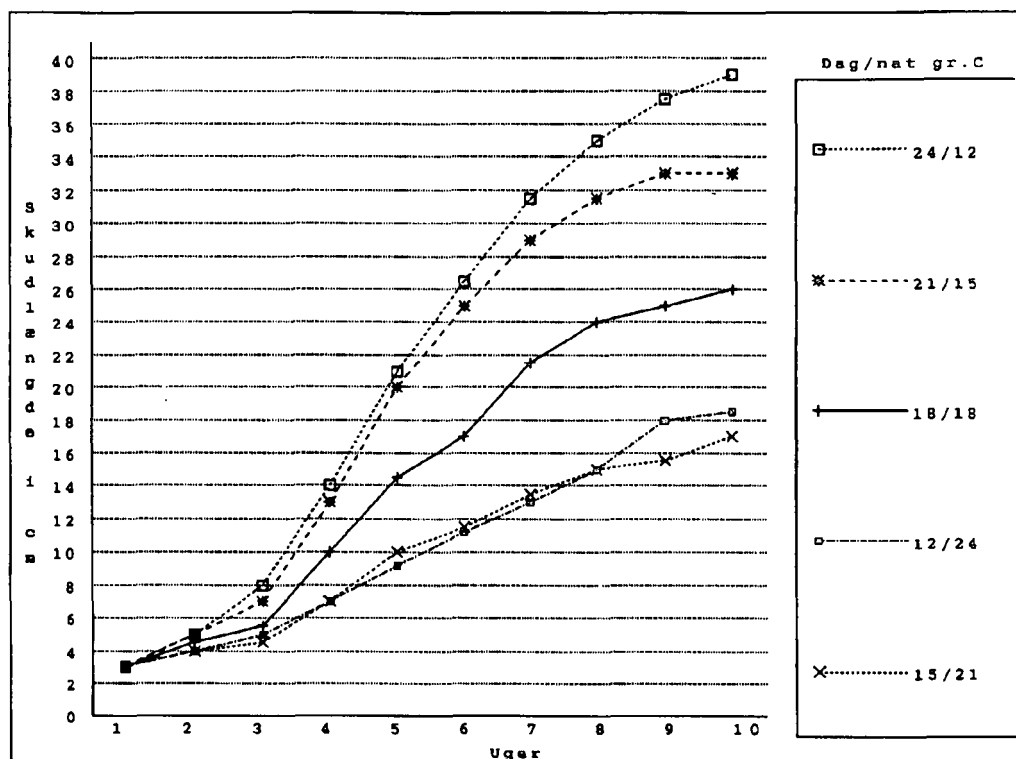


Fig. 1. Virkning af vekslende dag- og nattemperatur på strækingsvækst hos *Campanula isophylla* 'Alba'. (Efter Moe, 1985).

Tabel 4. Virkning af dagtemperatur (DT) og nattemperatur (NT), variationer og dagforlængelseslys med henholdsvis glødelamper (INC) eller lysstofrør (FL) på stængellængde ved blomstring, og antal dage til blomstring i *Campanula isophylla*. Forholdet mellem rødt/langrødt for glødelamper og lysstofrør var henholdsvis 0,7 og 4,2. (Efter Moe og Heins, 1989).

DT/NT °C	DIF °C	Lampetype	Stilk- længde cm	Dage t. blomst.
21/15	+6	glødelampe	43,1	68
15/21	-6	glødelampe	39,6	65
21/15	+6	lysstofrør	33,6	71
15/21	-6	lysstofrør	24,1	67

Af tabel 4 ses, at med glødelampebelysning med meget langrødt i forhold til rødt lys virker DIF ikke. Med belysning med lysstofrør, der har lille andel af langrødt i forhold til rødt, virker negativ DIF derimod meget kraftigt.

Andersen (1988) har med *Campanula carpatica* i Danmark udført forsøg med positiv og negativ DIF og nattens længde. Termostaterne blev sat til dag/nattemperaturer på 24/12, 21/15, 18/18 og 15/21°C. Der blev givet kunstlys med SONT lamper med 30 W per kvadratmeter, og nattemperaturen blev derfor kun holdt i 6 timer. For at undersøge, om nattens længde havde nogen betydning, og om temperaturskiftet skulle følge lyset, blev der givet yderligere to behandlinger. Den ene var 21/15°C nat/dag med 12 timers kunstlys og 12 timers nat. Den anden var 21/15°C nat/dag med 18 timers kunstlys og 12 timers nat/dagtemperaturer.

Efter forsøget konkluderer *Andersen*, at kunstlyset bør anvendes i 18 timer og at *Campanula poscharskyana*, *Campanula* 'Karl Foerster' og *Campanula* 'Clips' kræver ingen eller kun lidt retardering, når de produceres ved høj nattemperatur og lav dagtemperatur. Høj nattemperatur med 18°C i døgn gennemsnit gav tidligere blomstring end 18°C konstant for *Campanula poscharskyana*. Desuden blev plantekvaliteten meget bedre, og planterne blev mere kompakte og fik flere skud og blomster.

Celosia

Heins og Erwin (1990) klassificerer *Celosia* som en af de planteslægter, der reagerer stærkt på DIF.

Chrysalidocarpus lutescens

Andersen (1990) har i Danmark afprøvet konstante temperaturer dag og nat til *Chrysalidocarpus lutescens* samt negativ DIF på -6°C ved to høje temperaturer. Behandlingerne var konstant 21, 25, 29 og 33°C samt dag/nattemperaturer på 23/29 og 27/33°C. Der var ingen forskel i plantehøjden målt som højden af det længste blad.

Chrysanthemum (se *Argyranthemum* og *Dendranthema*)

Coleus blumei

I USA har *Shanks* (1987) undersøgt virkningen af sænkning af temperaturen fra 17 til 9°C på forskellige tider af natten, svarende til en DIF på +8°C. Dagtemperaturen var 17°C med ventilation ved 24°C. Når temperaturen blev sænket fra kl. 20 til 08 eller fra kl. 02 til 08, blev højden af *Coleus blumei* 'Midway' 6 cm større (32 versus 26 cm), end hvis temperaturen blev holdt konstant 17°C natten igennem. Altså et eksempel på, at positiv DIF giver større plantehøjde end neutral DIF.

Cordyline

I Pisa i Italien har *Serra og Carrai* (1988) undersøgt virkninger af sænket nattemperatur til 22, 19 eller 16 efter en dagtemperatur på 24°C til *Cordyline terminalis* 'Lord Robertson'. En fjerde kombination var forlænget dagtemperatur, altså 24°C, om natten, svarende til 40% af dagtimerne, hvorefter temperaturen blev sænket til henholdsvis 22, 19 og 16°C. Årstid og daglængde er ikke opgivet, men man kan vel regne med ca. 17 timer med 24°C i den forlængede dagtemperaturbehandling, og tilsvarende 7 timer med sænket nattemperatur. Behandlingerne svarer til DIF-værdier på henholdsvis +2, +5 og +8.

Ved forsinket natsænkning til 16°C (DIF +8) blev planterne 41 cm høje, ved forsinket natsænkning til 19°C (DIF +5) blev planterne 38 cm høje, og ved forsinket natsænkning til 22°C (DIF +2) blev planterne 34 cm høje. Det viser stigende plantehøjde med stigende positiv DIF. Tilsvarende var bladbredde og bladlængde størst ved største grad af positiv DIF. Når skiftet mellem dag- og nattemperatur blev foretaget ved mørkets frembrud, var forskellen mellem de forskellige natsænkninger mindre og i nogle tilfælde ikke til at få øje på. Tørvægt af rod, stængel og blade steg med stigende grad af natsænkning, uanset om natsænkningen blev foretaget ved dag/natskifte eller ud på natten. Vægten i gram tørvægt var størst, når natsænkningen skete ud på natten.

Hovedkonklusionen i denne sammenhæng må være, at planterne blev mest kompakte, når graden af natsænkning var mindst, eller med andre ord, mest kompakte, når graden af positiv DIF var mindst.

Codiaeum

I Israel har *Zieslin et al.* (1987) undersøgt virkningen af veksling 2 timer med 12°C og 2 timer med 18°C om natten, sammenlignet med 12 eller 18°C om natten. Dagtemperaturen svingede mellem 18 som minimum og 30°C som maximum. Der er altså tale om mindst +6 DIF og 0 DIF og så +6 og 0 vekseltemperatur 2 timer ad gangen om natten. Resultaterne blev modsat af, hvad man normalt finder ved DIF, nemlig stigende stængellængde med stigende nattemperatur og forbausende nok størst stængellængde ved skiftende temperatur natten igennem. Stængellængderne var 23, 28 og 32 cm ved henholdsvis 12, 18 og 18 eller 12°C hveranden time. Man kan sige, at gennemsnitstemperaturen bliver højest ved 18°C om natten, og det kan forklare forskellen mellem 18 og 12°C, men det kan ikke forklare den signifikant større stængellængde ved skiftende temperatur om natten. Forklaringen ligger antagelig i antallet af sideskud, som blev henholdsvis 3,2, 2,8 og 2,2 for de tre temperaturbehandlinger, altså færre sideskud ved 18°C og vekslende 18/12°C end ved 12°C. Man kan konkludere, at hos *Codiaeum variegatum* 'Petra' opnås den korteste vækst og de fleste sideskud med positiv DIF frem for neutral DIF eller vekslende temperatur om natten.

I et forsøg med konstante dag- og nattemperaturer 21, 25, 29 og 33°C samt to -6 DIF-behandlinger dag/nat 23/29 og 27/33°C blev internodiellængden ved de konstante temperaturer 16,

19, 19 og 9 mm, medens den ved de to DIF-behandlinger blev 17 og 18 cm. Altså kortest ved den højeste temperatur 33°C og en lille virkning af negativ DIF. Det skal tilføjes, at planterne ved 33°C blev af meget dårlig kvalitet med små og misfarvede blade (Andersen, 1990). Det ville være relevant at prøve negativ DIF i et lavere temperaturområde i et nyt forsøg.

Cyclamen

Hendriks (1989) mener, at lav dagtemperatur og højere nattemperatur er det bedste middel til at opnå kompakte planter i *Cyclamen*.

I en artikel om højdekontrol uden væksthæmmende stoffer viser han et billede af *Cyclamen*, hvor der har været brugt +14 DIF, 28/14°C og -14 DIF, 14/28°C dag/nat. Billedet viser en overbevisende forskel og forbavsende god plantekvalitet trods de ekstreme temperaturforskelle.

I en anden artikel beskriver Biermann (1988) forsøg med forskellige niveauer af positiv DIF, dag/nattemperaturer 18/10, 16/12 og 14/14°C, som alle har et døgn gennemsnit på 14°C. Den bedste plantekvalitet blev produceret ved 14/14.

Dahlia

Schüssler (1989) har undersøgt virkningen af forskellige temperaturer på vækst og blomstring hos 4 sorter af Hammenhøgs nye *Dahlia*-hybrider under navnet *Dahlia cultorum*. Setpunkterne for nattemperaturerne var 15, 18, 21 og 24°C. Det er ikke tydeligt angivet, men temperaturbegrebet dækker formentlig i dette tilfælde minimumstemperaturen hele døgn. Der er altså tale om forskellige størrelser af neutral DIF. I alle sorter blev plantehøjden og plantebredden mindst ved højeste nattemperatur. Blomsterudviklingen var hurtigst ved 21°C, og antallet af blomster og sideskud var størst ved 21°C. Især i sorten 'Margaret' var plantehøjden markant mindre ved højeste temperatur, nemlig 36% mindre ved 24°C end ved 15°C. 14 cm versus 22 cm.

Christensson (1991) refererer et hollandsk forsøg, hvor -2 DIF (16/18°C) og -8 DIF (13/21°C) blev sammenlignet med +2 DIF (18/16°C). Den retarderende virkning på *Dahlia* betegnes som mådelig til god i en tidlig kultur og ingen virkning i en sen kultur om foråret.

Dendranthema (Chrysanthemum)

I litteraturen optræder denne plante under mange navne, og der er inden for de sidste 10 år sket en del ændringer i brugen af plantenavne inden for denne slægt. I det følgende anvendes navnet *Dendranthema*

for 'gartnerchrysanthemum', selv om de optræder under et andet synonym i litteraturen, og *Argyranthemum* for de 'margeritter', der tidligere blev benævnt *Chrysanthemum frutescens*. Anderson (1987) mener, at slægten *Chrysanthemum* kun indeholder tre arter, som alle er enårige, nemlig *C. carinatum*, *C. coronarium* og *C. segetum*. De fleste af de havebrugsmæssigt vigtige sorter er indeholdt i den nye slægt *Dendranthema*, som indeholder de 7000 sorter af væksthus- og havekrysantemum, og som nu klassificeres *Dendranthema grandiflora* Tzevelev. Anderson (1987) mener, at *Dendranthema grandiflora* Tzevelev har prioritet over *Dendranthema morifolia* Ramat. (*Chrysanthemum morifolium* Ramat.), da *D. grandiflora* var den originalt publicerede betegnelse i 1792.

Da *Dendranthema* i mange år har været en betydningsfuld potteplantekultur i mange lande, er der udført mange forsøg med denne plante, også med hensyn til dens reaktion på forskellige temperaturbehandlinger. Da det er så stor en kultur, og da det samtidig er en plante, som reagerer meget på ydre forhold, kan der være grund til at gå langt tilbage i litteraturen og betragte den lidt som en modelplante til studier af planters reaktion på forskellige temperaturforhold.

Det er velkendt, at *Dendranthema* er en kortdagsplante med en vegetativ fase, som fremmes af lang dag og en generativ fase, hvor blomsterdannelse og udvikling fremmes af kort dag.

I deres bog »Chrysanthemums The Year Round« gennemgår Searle & Machin (1962) tidligere forfatters forskningsarbejder og giver egne erfaringer. De skriver, at *Dendranthema*-planter er meget påvirket af den omgivende temperatur, og at nattemperaturen er en af de hovedfaktorer, der styrer vækstraten hos stænglerne. Det er, fordi strækningsvæksten virkelig aftager om dagen. Vækstraten aftager, når lysintensiteten tiltager, og den laveste væksthastighed er at finde midt på dagen. I denne dagperiode, hvor der er lav vækstrate, assimilerer planterne kulstof fra luften, og denne fotosynteses hastighed og mængde afhænger først og fremmest af lysintensiteten, men også af temperaturen.

Om natten, eller andre perioder med lav lysintensitet, sker der en transport af det sukker, som er resultatet af assimilationen af kulstof ved fotosyntese, og på den måde bliver plantens balance hovedsageligt styret af nattemperaturen og dens forhold til dagtemperaturen. Ved relativ høj nattemperatur kommer vægten til at ligge på vegetativ vækst, og ved relativ lav nattemperatur kommer vægten til

at ligge på rod- og blomsterudvikling. Det væsentlige i denne oplysning er, at strækningssvæksten hovedsagelig sker om natten.

Searle & Machin gør opmærksom på, at da der er tale om en kortdagsplante, kan plantehøjden i stor udstrækning styres med tidspunktet for, hvornår man begynder at kortdagsbehandle planterne med henblik på blomsterdannelse. Men naturligvis er perioden før kortdagsbehandlingen vigtig for formdannelsen, men det kan ikke udelukkes, at stænglerne kan strække sig, selv om der er dannet blomster, hvilket gør, at der ikke dannes nye internodier og blade. På grundlag af undersøgelser af Post & Lacey (1951) og Cathey (1955) har man i mange år ud fra en helhedsbetragtning, ikke mindst blomsterdannelse og produktionstid i antal dage til blomstring, anset minimum 15,5°C for optimal temperatur til *Dendranthema morifolium* og *D. indicum*-hybrider, og det har vel været praktiseret som en minimum nattemperatur med et dagtillæg af en eller anden størrelse, eller simpelthen ukontrolleret overvarme om dagen, især om sommeren, altså en form for positiv DIF (a.n.).

Heins (1990) angiver godt 18°C som optimal temperatur for vækstrate og antal dage til blomstring, når der holdes samme temperatur dag og nat.

Cathey (1955) har klassificeret *Dendranthema*-sorter i 3 grupper ud fra deres reaktion på temperatur med hensyn til blomsterdannelse målt som antal dage fra kortdagsbehandlingens begyndelse til blomstring. De termonegative sorter forsinkes i blomstringen, når nattemperaturen afviger både opad og nedad fra 15,5°C. De termoneutrale sorter har et bredt optimumsområde fra ca. 13 til ca. 22°C, hvor der ikke er stor forskel på antal dage til blomstring, medens de termpositive blomstrer hurtigst, når nattemperaturen er ca. 15 til ca. 25°C.

Vince & Mason (1959) i England har interesseret sig for, hvorledes det går med internodiellængde og plantehøjde, når *Dendranthema* udsættes for forskellige nattemperaturer og daglængder. Udgangspunktet var 15,5°C om dagen og 15,5 eller 10°C om natten i henholdsvis langdagsperioden og kortdagsperioden. Hvis man ser på langdagsperioden, var resultatet efter 52 dage, at 15,5°C gav en internodiellængde på 2,2 cm, medens 10°C om natten gav en internodiellængde på 1,5 cm. Altså kortere internodier ved positiv DIF på 5,5°C i forhold til neutral DIF. I kortdagsperioden blev resultatet kortere internodier end i langdagsperioden, nemlig 1,2 cm ved 15,5°C og 0,5 cm ved 10°C om natten. Flere eksperimenter viste lignende resultater. Indtil videre må vi lade dette resultat stå som

overraskende i DIF-sammenhæng og huske på, at der er tale om positiv DIF i et lavt temperaturniveau, og at det er kendt, at *Dendranthema* har tendens til at danne rosetplanter ved lave temperaturer, altså planter med meget korte internodier, som f.eks. de 0,5 cm ved 10°C om natten ved kort dag i det netop refererede forsøg af Vince og Mason. Desuden skal man være opmærksom på, at der er tale om to forskellige døgn gennemsnit ved de to behandlinger. Den med positiv DIF får et lavere døgn gennemsnit end den med neutral DIF.

Så tidligt som 1978 rapporterer de Lint et hollandsk forsøg med positiv, neutral og negativ DIF uden at kalde det sådan. I forsøget indgik tomat, agurk, sød peber og *Dendranthema*. Dag- og nattemperaturerne var 23/17, 20/20 og 17/23, altså DIF = +6, 0 og -6. Gennemsnitstemperaturen var 20°C for alle behandlinger, hvilket må betyde, at dag og nat var lige lange, 12 timer. Planterne blev dyrket til en vægt op til ca. 100 g. Resultaterne er værd at referere, selv om forsøgets metodebeskrivelse og dokumentation er ufuldstændig. Alle planter groede hurtigst ved positiv DIF 23/17°C og langsomst ved negativ DIF 17/23°C. Tomaterne behøvede 12% mere tid og blev 30% kortere ved DIF = -6 end ved DIF = +6. Agurkerne behøvede 11% mere tid og blev 40% kortere, og peberne behøvede 17% mere tid og blev ligesom tomaterne 30% kortere ved 17/23 end ved 23/17°C. I *Dendranthema* var forskellene lidt mindre på den måde, at planterne behøvede 6% mere tid og blev 20% kortere ved en negativ DIF på -6 end ved en positiv DIF på +6°C.

Parups (1978) i Canada har om vinteren prøvet natsænkning fra 17°C som normaltemperatur til 10°C fra kl. 24 til 08 fra kortdagsbehandlingens begyndelse til blomstring. I forsøget indgik mange sorter, og temperaturbehandlingerne blev prøvet med og uden tilskudsllys. Resultaterne viste, at natsænkningen, svarende til en positiv DIF på +7°C fra midnat til kl. 8 om morgenen, gav ca. 10% højere plantehøjde end fortsat neutral DIF 17°C hele natten. Tilskudsllys med lysstofrør gav højere planter end ingen tilskudsllys og DIF-virkningen var størst, hvor der blev givet tilskudsllys. Kun 6%, hvor der ikke blev brugt tilskudsllys.

At positiv DIF ved sænkning af temperaturen hele natten, eller dele af natten, giver højere planter og længere kulturtid, bekræftes af Bonaminio og Larson (1980), Moustafa & Morgan (1981), Zimmer (1983a, 1983b). Griffith og McIntyre (1989) rapporterer ligeledes, at natsænkning fra 15,5 til 10°C i 10 timer om natten giver 10-20% større plantehøjde, men de mener ikke, at kulturtiden forsinkes

derved, og de ser det som en mulighed for på samme tid at få høje planter og en energibesparelse. *Moe* (1989) viser i en oversigtsartikel om DIF et eksempel på virkningen af 12°C (12/24°C) negativ DIF sammenlignet med 12°C (24/12°C) positiv DIF. Virkningen er helt klart kortere vækst ved negativ DIF. *Moe* anbefaler ikke så høj temperatur som 24°C om natten, da det kan give forsinkelse i blomstringen. *Moe* nævner muligheden for at opnå virkning ved kort temperatursænkning ved solopgang og de første 2-3 timer om morgenen. Det skulle så gøre det ud for lav dagtemperatur.

Cockshull et al. (1981) har i England udført nogle meget interessante forsøg med *Dendranthema* snitsorter, men resultaterne kan sikkert betragtes som generelle for *Dendranthema*. De sammenlignede virkningerne af dag- og nattemperaturer i kortdagsperioden på knopudvikling og interno-

dielængde. Temperaturbehandlingerne var dag/nattemperaturer 10/10, 15/15, 20/20 samt en negativ DIF-behandling 10/20 og en positiv DIF-behandling 20/10°C. Resultaterne med hensyn til blomsterudvikling er vist i tabel 5 og internodiellængderne er vist i tabel 6. Fire sorter reagerede ens, og resultaterne vises derfor som gennemsnit heraf.

Forsøget blev afsluttet efter 42 dage, og antallet af dage til synlig knop er vist med >42, hvor udviklingen endnu ikke var helt fremme til synlig knop.

På baggrund af tabel 5 og 6 konkluderer *Cockshull, Hand* og *Langton* 1981, at den forsinkelse af blomstringen, som mange har observeret ved natsækning af temperaturen eller forskellige grader af DIF, mere er et resultat af gennemsnitstemperaturen end af forskelle mellem dag- og nattemperaturer. Endvidere, at høj dagtemperatur kombine-

Tabel 5. Virkning af temperatur på antallet af kortdage til synlig blomsterknop hos *Dendranthema*. (Efter *Cockshull, Hand & Langton*, 1981).

Sort	Temperatur dag/nat °C				
	10/10	15/15	20/20	10/20	20/10
Yellow Horim } Blue Marble }	> 42	33	26	36	33
Robeam }					
Snowdon }					
Hurricane }					
Elegance	> 42	40	32	> 42	36

Tabel 6. Virkning af temperatur på den gennemsnitlige internodiellængde i mm efter 42 dage hos *Dendranthema*. (Efter *Cockshull, Hand & Langton*, 1981).

Sort	Temperatur dag/nat °C				
	10/10	15/15	20/20	10/20	20/10
Yellow Horim } Blue Marble }	10	18	15	11	21
Robeam }	16	25	27	15	32
Snowkon }					
Hurricane	21	24	18	10	36
Elegance	9	15	19	8	19

ret med lav nattemperatur giver længere internodier end lav dagtemperatur og høj nattemperatur. Her et eksempel på, at negativ DIF kan halvere internodiælængden i forhold til samme gennemsnits-temperatur med konstant temperatur eller positiv DIF.

Tangerås (1981) rapporterer ligeledes, at højere nattemperatur end dagtemperatur reducerer strækningssvæksten hos *Dendranthema* (snitblomster).

Interessen for natsænkning har ligget på energiområdet. *Cockshull, Hand og Langton* (1981) har beregnet den procentvise forskel mellem konstant 15°C og dag/nattemperaturer med negativ og positiv DIF. Beregningen er vist i tabel 7.

Tabel 7. Energibehov fra olie til at opretholde nedenstående temperaturer i et væksthuse i den sydlige del af England, når dag og nat er 12 timer. Procent i forhold til energibehovet ved at holde konstant 15°C. (Efter *Cockshull, Hand & Langton*, 1981).

Årstid	Temperaturer dag/nat °C		
	15/15	10/20	20/10
Marts	100	126	85
September	100	337	40

Tabellen viser, at der kan spares fra 15 til 60% ved positiv DIF, og at det kan være 26 til 237% dyrere at anvende negativ DIF end konstant temperatur. Forfatterne mener, at natsænkning med dagkompensation til samme gennemsnit som konstant temperatur er en reel mulighed for at spare energi, uden at det går nævneværdigt ud over produktionstid og kvalitet. Forfatterne er dog opmærksomme på, at internodieme bliver længere.

Der er grund til at se kritisk på den beregning af energiforbrug, som *Cockshull, Hand og Langton* har lavet. Dels er der tale om årstider, hvor energiforbruget er lavt, specielt ved et udgangspunkt på konstant 15°C som reference. En lille forskel ved f.eks. 10/20°C vil da svulme meget op, når der bruges procenttal. Endvidere må man huske på, at publikationen er fra 1981, hvor det formentligt ikke var almindeligt at bruge gardiner eller anden energiskærm om natten. I hvert fald er det ikke sikkert, at de tal, der er lagt til grund, svarer til nutidens forhold.

Amsen (1988) og *Jacobsen et al.* (1989) har målt energiforbruget ved en negativ DIF på 8°C i niveauet

14/22 sammenlignet med 18/18°C til potteplanter om vinteren fra november til februar. Dagens og nattens længde fulgte solens op- og nedgang. I målingen indgik en længere produktionstid på 4-5 dage. Resultaterne er vist i tabel 8.

Tabel 8. Energiforbrug. Mjoule/plante. (Efter *Amsen*, 1988 og *Jacobsen et al.*, 1989).

	Setpunkter dag/nat °C		Forskel %
	18/18	14/22	
	0 DIF	-8 DIF	
<u>Vinterforsøg</u>			
<i>Kalanchoë</i>	31,4	26,8	-15
<i>Dendranthema</i> 'Garland'	13,9	15,4	+10
<u>Forårsforsøg</u>			
<i>Kalanchoë</i>	17,3	15,4	-13
<i>Dendranthema</i> 'Garland'	16,8	15,7	-7
<i>Begonia</i>	30,4	16,7	-12
<i>Ficus</i>	20,9	19,5	-7
<i>Hedera</i>	8,8	8,2	-7

Af tabellen fremgår, at det kun for *Dendranthema* var 10% dyrere at bruge negativ DIF, medens det for alle andre plantearter var billigere. I øvrigt var der ingen signifikante forskelle mellem de to temperaturbehandlinger for *Dendranthema* i disse forsøg.

I senere undersøgelser har *Jacobsen, Amsen og Nielsen* (1991) fundet større energiforbrug ved anvendelse af DIF i et klimacomputerprogram, hvor en DIF på -8 blev sammenlignet med 0 DIF 18/18°C. DIF-temperaturen 22/14°C begyndte 3 timer før solopgang og blev afsluttet 2 timer efter solopgang. Hvis det var nødvendigt for at holde dagtemperaturen nede på 14°C, blev ventilation anvendt, og forfatterne konkluderer, at det højere energiforbrug i dette tilfælde skyldes energitabet ved ventilation for at provokere et temperaturfald om morgenen.

Hendriks og Scharpf (1985) i Vesttyskland vender sig i en artikel mod brugen af natsænkning til *Dendranthema* under overskriften »Natsænkning til pottekrysantemum - helst ikke«. Efter et vinterforsøg i klimakamre med 12 timers nat og 12 timers dag, hvor dag/nattemperaturerne i °C var 14/22, 18/

18, 22/14, 26/10, konkluderer de følgende: ekstrem natsænkning 26/10 forsinker blomstringen. Der er sortforskelle. Som hovedregel kan man regne med, at 18/18°C giver tidligere blomstring end samme gennemsnitstemperatur ved 14/22, 22/14 og 26/10°C. Forfatterne gør opmærksom på, at det muligvis forholder sig sådan, at høj nattemperatur fremmer selve blomsterdannelsen, medens udviklingen formentlig fremmes af høj dagtemperatur. Når de fraråder natsænkning, er det, fordi forsøget viste, at planterne fik færre sideskud, længere kulturtid og høje planter ved natsænkning (positiv DIF). Altså er negativ DIF mere fordelagtigt. Resultaterne er vist i tabel 9.

Erwin og Heins (1988) mener, at strækningsvæksten hos *Dendranthema* sker både dag og nat, når dagtemperaturen er højere end nattemperaturen. Derimod sker der kun strækningsvækst om dagen (ikke om natten), når dagtemperaturen er koldere end nattemperaturen. Dette synes at foreslå, at virkningen af negativ DIF ligger i, at strækningsvæksten begrænses til at ske om dagen.

Mortensen og Moe (1987) har prøvet at lade temperaturen fluktuere om dagen og om natten i perioder på to timer sammenlignet med konstante og +/- DIF-temperaturer. Temperaturbehandlingerne var dag/nat: 18/18, 18/10-18, 18/14, 18/10, 10-18/18 og 14/18°C med 10 timers fotoperiode fra kl. 08 til 18. Streg mellem to tal betyder, at her blev der skiftet mellem de to temperaturer hver anden time. Da der er tale om 10 timers fotoperiode og 14 timers scotoperiode (mørke), bliver gennemsnitstemperaturerne ikke ens. Sammenlignet med den højeste gennemsnitstemperatur på 18°C ved 18/18, blev planterne signifikant højere ved 18/10 gns. = 13,3 og lavest ved 10-18/18, altså, hvor der blev skiftet mellem lav og høj temperatur i dagtimerne med et temperaturgennemsnit på 16°C. Altså fluktuierende temperatur om dagen bevirkede kor-

tere plantehøjde, medens fluktuierende temperatur om natten ikke havde nogen virkning på strækningsvæksten.

Karlsson et al. (1989) har i Michigan i USA undersøgt virkningerne af et meget bredt område af negative, neutrale og positive DIF i området 10 til 30°C på *Dendranthema grandiflora* Tzevelev. 'Bright Golden Anne'. Temperaturbehandlingerne blev prøvet ved 5 forskellige belysningsniveauer i klimakamre. Lysniveauerne havde ikke indflydelse på skudlængden. Derimod var temperaturerne meget bestemmende for plantehøjden. I tabel 10 kan ses, hvilke temperaturbehandlinger der blev givet i kortdagsbehandlingsfasen, og hvilken virkning de havde på internodiellængden og skudlængden. Der blev anvendt 10 timers dag- og 14 timers natperioder. Da der ikke viste sig at være principiel forskel på skud 1, 2 og 3, gengives kun resultaterne for skud 1, selv om der i det originale materiale er vist resultater for skud 1, 2 og 3.

Af tabel 10 ses, at skudlængden stiger med stigende konstante temperaturer og mest ved de høje temperaturer. Endvidere, at negativ DIF altid giver korteste skudlængde og korteste internodiellængde. Endvidere kan man se, at den samme negative DIF-grad virker stærkest i det nedre temperaturområde.

Det er interessant at se, at den negative DIF på -12 ved 14/26 ikke giver nogen særlig forkortelse af strækningsvæksten i forhold til 20/20. Interessant, fordi flere forskere har udført lignende forsøg og kun med den behandling, sammenlignet med konstant temperatur i nærheden af 20°C. De har ikke fundet nogen DIF-virkning og har undret og ærgret sig over det, måske også været naget af den tanke, at der skulle være noget galt ved eget forsøg. F.eks. har Amsen (1989) og Jacobsen et al. (1989) ikke fundet virkning ved en negativ DIF på 8 i niveauet 22/14, sammenlignet med konstant 18°C.

Tabel 9. Virkning af forskellige dag- og nattemperaturer under kortdagsbehandlingen på forskellige egenskaber hos pottekrysantemum. (Efter Hendriks & Scharpf, 1985).

Temp. °C dag/nat	Plantevægt g frisk		Antal sideskud		Bladantal		Plantehøjde cm fra potte	
	Surf	Garland	Surf	Garland	Surf	Garland	Surf	Garland
14/22	147	183	3,3	4,0	9,6	8,8	13	15
18/18	147	223	3,2	4,1	11,1	9,9	16	19
22/14	152	212	2,9	3,7	10,2	9,8	21	25
26/10	111	180	2,4	3,1	10,4	11,9	14	35

Tabel 10. Virkning af lysintensitet og dag- og nattemperaturer på skudlængde og internodiellængde på *Dendranthema*. (Efter Karlsson et al., 1989).

Lys (PPF) mol/dag/m ²	Dag/nat °C	DIF °C	Skudlængde cm	Internodiellængde cm
1,8	10/10	0	15	1,4
1,8	30/10	+20	26	1,1
1,8	20/20	0	18	1,8
1,8	10/30	-20	14	0,7
1,8	30/30	0	39	1,6
5,8	14/14	0	16	1,9
5,8	26/14	+12	33	3,3
5,8	20/20	0	16	1,8
5,8	14/26	-12	17	1,5
5,8	26/26	0	29	1,9
11,7	20/10	+10	30	3,0
11,7	10/20	-10	10	1,1
11,7	20/20	0	22	2,2
11,7	30/20	+10	28	2,0
11,7	20/30	-10	18	1,6
17,6	14/14	0	15	1,7
17,6	26/14	+12	28	1,8
17,6	20/20	0	15	1,5
17,6	14/26	-12	15	1,4
17,6	26/26	0	31	2,2
21,6	10/10	0	11	1,4
21,6	30/10	+20	30	2,1
21,6	20/20	0	16	1,7
21,6	10/30	-20	17	1,5
21,6	30/30	0	23	1,8

Man kan så spørge sig, hvor meget DIF skal der til, i hvilket temperaturniveau det virker, og i forhold til hvad. Materialet her er velegnet til at give svar på disse spørgsmål, i hvert fald for *Dendranthema grandiflora* Tzevelev., og forfatterne prøver også at sætte resultaterne ind i tredimensionale diagrammer for at analysere sammenhængene mest muligt og foretage generaliseringer.

Forfatterne konkluderer, som følger:

Høje temperaturer under kortdagsbehandlingen resulterer i flere blade, før blomsten dannes, hvilket er udtryk for forsinkelse af blomstringen under høje temperaturer. Denne virkning er mest udtalt under lav lysintensitet.

Temperaturen var den afgørende faktor med hensyn til skudlængden. Forskelle i lysintensiteten havde ingen signifikant virkning på skudlængde og internodiellængde. Høj dagtemperatur kombineret med lav nattemperatur resulterede i høje planter. Planter dyrket ved konstant 14°C var 16 cm lange, sammenlignet med 30 cm ved konstant 26°C. Når dagtemperaturen blev hævet fra 14 til 26°C med en nattemperatur på 14°C, blev skudlængden øget med 16 cm. Når nattemperaturen blev øget fra 14 til 26°C med en dagtemperatur på 14°C, blev skudlængden ikke øget.

Forfatternes hovedkonklusioner er, at antallet af blade stiger med stigende dag- og nattemperatur,

medens stigende lysintensitet resulterer i et lille fald i antallet af blade. Bladudfoldelseshastigheden bliver bestemt af den gennemsnitlige døgntemperatur og internodiellængden bestemmes af forskellen mellem dag- og nattemperatur.

For mig at se kan resultaterne også fortolkes på denne måde: Lav plantehøjde i *Dendranthema grandiflora* Tzevelev. kan opnås ved lav konstant temperatur dag og nat eller ved negativ DIF.

Konstant dag- og nattemperatur kan i mange tilfælde give samme resultat som negativ DIF.

Negativ DIF kan give de laveste planter, især, når det anvendes i temperaturområdet 10-20°C og der anvendes en ret stor DIF. (a.n.).

Heins og Erwin (1990) klassificerer *Dendranthema* som en af de plantearter, der reagerer meget på DIF.

Carlson og Heins (1990) og Heins og Carlson (1990) gør opmærksom på, at DIF kan bruges til det, de kalder graphical tracking, som indebærer nedsættelse, fortsættelse eller forøgelse af strækningsvæksten pr. tidsenhed i forhold til en forud fastlagt vækstkurve med tilhørende salgsdato for det færdige produkt.

Dianthus

Blake og Spencer (1958) i England har undersøgt virkningen af dag- og nattemperatur på internodiellængden hos væksthussnelliker. Sorten var 'White Sim', og forsøgene blev udført under kortdagsbetingelser med 8 timers dag og 16 timers nat. I et sommer- og i et vinterforsøg var temperaturbehandlingerne 16°C om dagen og 16, 10 eller 4°C om natten, altså +DIF på 6 eller 12°C. Resultaterne var meget samstemmende i de to forsøg med gennemsnitlige internodiellængder på 3,4,

4,6 og 5,5 cm ved +DIF på henholdsvis 0, 6 og 12°C. Altså stigende internodiellængde med stigende positiv DIF.

Korteste internodier ved den højeste nattemperatur.

I et tredje forsøg prøvede Blake og Spencer alle kombinationer af 10 og 16°C som dag- og nattemperaturer. Resultaterne er vist i tabel 11.

Aftabel 11 ses, at internodiellængden blev kortest ved de to behandlinger, hvor nattemperaturen var højest, og allerkortest, hvor der var -6°C DIF. Forskellen mellem dag- og nattemperatur er helt klart mere betydningsfuld for strækningsvæksten end gennemsnitstemperaturen. Blomsterdannelsen skete hurtigst ved lav nattemperatur både fysiologisk set og i antal dage, medens udviklingen af knoppen blev fremmet af høj nattemperatur.

Dette er et eksempel på et meget tidligt DIF-forsøg, som viser, at høj nattemperatur kombineret med lav dagtemperatur hæmmer strækningsvæksten.

Moe (1983) har arbejdet med daglængde og temperaturforhold til *Dianthus carthusianorum* 'Napoleon III' (hængenellike), der bruges som potteplante. En daglængde på 10 timer gav kortere stilke end daglængder på 14-24 timer, men samtidig færre sideskud. Ved konstante temperaturer dag og nat i området 12 til 24°C gav høje temperaturer kortere stængler og færre sideskud end lave temperaturer, og også en lavere procentdel af blomstrende skud og antal blomster og knopper.

Virkningen af positiv, neutral og negativ DIF er vist i tabel 12. Heraf fremgår, at en negativ DIF på 12°C 12/24 giver betydeligt kortere skud end neutral DIF og en positiv DIF på 12°C 24/12.

Men man kan også se, at negativ DIF forsinket blomstringen med 6 dage, og at der kommer færre knopper og blomster.

Tabel 11. Virkning af forskellige temperaturer i lys- og mørkeperioder på bladantal, antal dage til blomsterknop, antal dage fra knop til blomstring og gennemsnitlig internodiellængde hos *Dianthus caryophyllus*. (Efter Blake & Spencer, 1958).

Dag/nat temp °C	Gns. °C	Antal bladpar	Dage til knop	Dage, knop til blomst	Internodiellængde cm
10/10	10	31	287	47	3,8
16/10	14	33	287	53	3,6
10/16	12	42	371	36	2,7
16/16	16	40	339	33	3,0

Tabel 12. Virkning af dag/nattemperatur på vækst og blomstring i *Dianthus* 'Napoleon III'. Gennemsnit af 10 og 24 timers fotoperiode. Gennemsnits-temperatur er vist i parentes. (Efter Moe, 1983).

	Dag/nattemperatur °C		
	24/12 (17) +12°C DIF	18/18 0 DIF	12/24 (19) -12°C DIF
Skudlængde	44	35	26
Antal bladpar	15	16	17
Dage til syn- lig knop	57	54	72
Dage til blomst	90	84	90
Antal blomster og knopper	16	13	9

Dieffenbachia

Det generelle billede er, at planterne bliver højere med stigende dyrkningstemperatur udtrykt som minimum nattemperatur. Poole og Conover (1981) fik plantehøjder på 52, 54 og 56 cm ved 15, 18 og 21°C. Poole og Conover (1986) forsøgte natsenkning fra 18 eller 16°C til 10 eller 7°C i en eller tre nætter om ugen for at spare energi. Planterne voksede simpelthen mindst, hvor der blev brugt natsenkning. I den samme hensigt har Zieslin og Yagev (1987) sammenlignet nattemperaturer på 12 og 18°C med vekslen mellem 12 og 18°C to timer ad gangen natten igennem. Også her blev planterne højest ved den højeste gennemsnitstemperatur 18°C. Vekslede temperatur gav en mellemting, og 12°C gav den mindste vækst. Det samme var gældende for friskvægt, antal blade og antal sideskud. Larsen og Mortensen (1987) og Mortensen og Larsen (1989) har prøvet, om planterne kan udnytte virkelig høje temperaturer. Temperaturerne varierede fra 21 til 32°C dagtemperatur (kl. 08-18) eller nattemperatur (kl. 18-08). Den relative luftfugtighed varierede fra 60 til 90% RH. Generelt var resultatet det samme, om høj temperatur blev givet om dagen eller natten. *Dieffenbachia* havde størst vægt, bladantal og skudantal ved 27°C. De længste skud kom ved 32°C. Høj temperatur gav sig udslag i grønne (mindre brogede) blade, smallere bladform og smallere vækstform. Høj relativ fugtighed så ud til at være positivt.

Hendriks (1989) har prøvet forskellige dag- og nattemperaturer til *Dieffenbachia maculata* 'Compacta'. Behandlingerne var dag/nattempe-

raturer på 14/14, 18/18, 22/18, 18/22, 26/14, 22/22, 26/22 og 26/26°C, hvilket giver gennemsnits-temperaturerne 14, 18, 20, 20, 20, 22, 24 og 26°C. Efter seks måneders kultur viste resultaterne, at det hos denne planteart er døgngennemsnittet, der bestemmer plantehøjden og antallet af sideskud, der begge steg med stigende døgngennemsnit. Selv ved en ekstrem natsenkning (26/14 grader) reagerede planterne stort set ligesom ved 22/18 og 18/22, der også har 20°C som døgngennemsnit. Derimod reagerer de på længere tids sænkning af døgngennemsnittet under 18°C. Under disse betingelser var væksten stærkt begrænset. Bladene var blege og med få kontraster i bladtegningen.

Euphorbia

Tangerås (1981) har udført forsøg med dag- og nattemperaturer til julestjerner, *Euphorbia pulcherrima* Willd. 'Annette Hegg Lady' og 'Annette Hegg Topstar'. Ifølge forsøgssopslægget blev der prøvet alle kombinationer af dag- og nattemperaturerne 15, 18, 21 og 24°C, men resultaterne vises kun som virkninger af stigende dag- eller nattemperatur, ikke som differens mellem dag- og nattemperatur.

Hovedvirkningerne var, at stigende dagtemperatur fra 15 til 27°C ikke havde megen virkning på strækningsvæksten, medens stigende nattemperatur fra 15 til 27°C forkortede skudlængden fra 32 til 20 cm. Antallet af brakteer og stjemediameteren steg med stigende temperatur op til 21°C. Natsenkning, som er positiv DIF, gav forkortelse af plantehøjden, men man må huske på, at natsenkning også giver en lavere gennemsnitstemperatur, så hvis lav dag- eller nattemperatur hver for sig giver lav plantehøjde, er det ikke forbavsende, at en lavere gennemsnitstemperatur af dag- og natforholdene giver lav plantehøjde.

Hendriks og Scharpf (1985) har set på virkningen af forskellige natsænkninger med samme gennemsnitstemperatur. Resultaterne er så interessante, at de vises i tabel 13.

Af tabel 13 ses, at plantehøjden stiger med stigende positiv DIF uanset gennemsnitstemperaturen. Tørvægten pr. plante stiger med stigende DIF op til et vist niveau (+DIF 7-10), hvorudover resultatet bliver det samme eller mindre. Det samme gælder braktéstørrelsen. Højere gennemsnitstemperatur gav højere planter, mere tørstof og større brakteer. Antallet af sideskud blev kun i ringe grad påvirket af behandlingerne. Forfatterne konkluderer, at virkningerne er et resultat af større fotosyn-

Tabel 13. Virkning af dag- og nattemperatur på forskellige egenskaber hos julestjerne 'A.H.Diva.' (Efter Hendriks & Scharpf, 1985).

Temperatur °C Dag/nat	Gns.	DIF	Plantehøjde cm	Plantevægt g tørstof	Brakteer tværmål cm
20/18	19	+ 2	19	2,3	16
23/16	19	+ 7	24	3,1	18
26/14	19	+12	29	3,3	18
20/20	20	0	23	2,4	17
23/18	20	+ 5	24	3,3	21
26/16	20	+10	30	3,5	22
28/14	20	+14	46	4,2	13
23/20	21	+ 3	25	3,7	22
26/18	21	+ 8	28	3,8	25
28/16	21	+12	42	3,8	20
20/14	17	+ 6	20	1,8	11
28/20	23	+ 8	33	4,5	22

tese ved højere temperatur om dagen og lavere ånding ved lavere temperaturer om natten.

At dette meget vel kan være rigtigt, kan ses af resultater fra et forsøg udført af Senecal et al. (1989). De holdt en dagtemperatur på 20°C og sænkede nattemperaturen fra kl. 16 til kl. 08 til 17, 13 eller 9°C, altså positive DIF-temperaturer på +3, +7 eller +11°C. Blomstringen blev forsinket ved natsækning, antallet af brakteer blev større ved natsækning, men brakteerne blev mindre med stigende DIF. Tørvægten af skuddene var uændret, men indholdet af sukker og stivelse steg med stigende DIF i form af natsækning.

Erwin et al. (1988) viser i en oversigtsartikel uden egentlig dokumentation kurver for, hvordan internodiellængden principielt bliver hos poinsettia ved negativ, neutral og positiv DIF. Kurverne viser, at strækningsvæksten bliver kortest med negativ DIF, men også 1°C forskel i DIF giver større udslag ved positiv DIF end ved negativ DIF. Endvidere vises, at vækstraten er størst i midten af kulturen for knebne poinsettia.

Heins og Erwin (1990) gør opmærksom på, at virkningen af DIF er størst i den midterste vækstfase, hvor vækstraten er størst. Også, at virkningen er større under kortdags- end under langdagsbetingelser.

Carlson og Heins (1990) siger, at vækstregulatorer og temperaturmanipulationer er de to værktøjer, der for tiden er til rådighed for at styre plantehøjden i poinsettia. De anbefaler brug af DIF før knibning, hvis det er muligt. I perioden frem til blomsterinitiering, under initiering og efter initiering, medens de siger, at der er minimal virkning i den sidste del af kulturperioden.

Heins og Erwin (1990) klassificerer *Euphorbia pulcherrima* Willd. (julestjerne) som en af de plantearter, der reagerer meget på DIF.

Berhage og Heins (1991) viser strækningsvæksten for hvert internodie i tiden efter knibning og frem til dannelse af brakteer og blomstring. Det første internodie er længere end de øvrige, og det modner hurtigere. Alle internodiellængder var en funktion af DIF. Internodiene blev kortere og kortere, jo tættere på blomstringstidspunktet de blev dannet. Forfatterne har udarbejdet en model, hvorefter man kan forudsige skudlængden på en hvilken som helst dag frem til anthesis.

Epipremnum

Poole og Conover (1981) har sammenlignet væksten hos *Epipremnum aureum* 'Golden Pothos' ved konstante temperaturer 15, 18 og 21°C. Plante-

kvaliteten var bedst ved 21°C, og rankerne blev længere, jo højere temperaturen var.

Larsen og Mortensen (1987) og Mortensen og Larsen (1989) har i Norge prøvet dyrkning af *Epipremnum* i området 21 til 32°C. Planterne fik størst vækst ved 24-27°C. De længste skud kom ved den højeste temperatur 32°C, men kvaliteten gik noget ned.

Andersen (1990) har i et efterårsforsøg i Danmark sammenlignet konstante temperaturer 21, 25, 29 og 33°C dag og nat med -6°C DIF på 2 temperaturniveauer 23/29 og 27/33°C. Planternes kvalitet var god nok op til 29°C. Ved 33°C fik planterne nekroser og blev hvide i bladfarven. Plantekvaliteten var også god nok ved 23/29 og 27/33°C.

Skudlængden steg med stigende temperatur op til 29°C, simpelthen som følge af højere vækstrate, men internodiellængden blev kortere, jo højere temperaturen var. Det vil sige mere kompakte planter ved høj temperatur. Skudlængden ved -6 DIF 23/29 med en gennemsnitstemperatur på 25°C svarede til skudlængden ved 21°C dag og nat og var altså kort. Internodiellængden ved 23/29 var kortere end konstant 25°C. Negativ DIF har altså virket både på skudlængden og på internodiellængden og gav korte, kompakte ranker. Det samme var gældende ved -6 DIF 27/33. Ved neutral DIF og meget høj temperatur 33/33°C dag og nat blev der tale om regulær misvækst med lille vækstrate, ganske vist meget korte internodier, men nærmest hvid bladfarve og mange nekrotiske blade. Set ud fra en helhedsbetragtning skulle konstant 25 eller 29°C eller de to -6 DIF temperaturkombinationer 23/29 eller 27/

33°C være brugbare og gode muligheder. Resultaterne bliver mere overskuelige ved at se på tabel 14.

Ficus

Zieslin og Yorgev (1987) har under israelske forhold november-marts undersøgt virkningen af nattemperaturerne 18 og 12°C kombineret med en dagtemperatur, som lå i området min. 18°C og max. 30°C. Testplanterne var bl.a. *Ficus benjamina* 'Starlight' og 'Golden Princess'. Sigtet var at se, om man kan spare energi ved natsækning til 12°C, men resultaterne kan også bruges til at se, hvordan positiv DIF virker på denne plante. Resultaterne var højere planter og mindre friskvægt ved natsækning til 12°C (positiv DIF), som simpelthen kan fortolkes som mindre vækst ved lavere temperaturgennemsnit. En anden virkning af natsækning var mindre vækst hos sideskuddene.

Larsen og Mortensen (1987) og Mortensen og Larsen (1989) i Norge har prøvet konstante temperaturer i området 21-32°C til flere forskellige potteplanter, blandt andet *Ficus benjamina* og *Ficus elastica*.

Ficus benjamina var den planteart, som bedst udnyttede de høje temperaturer. Planterne var en del højere og havde meget større tørvægt ved 32°C. Kvaliteten ved høje temperaturer var også god, men planterne var muligvis noget løse i væksten. Hvis man ser på væksthastigheden, blev den næsten fordoblet fra 21 til 32°C.

Ficus elastica 'Robusta' var også størst ved 32°C. Den fik da størst vækst og flest blade. Ved

Tabel 14. *Epipremnum pinnatum*. Virkning af forskellige temperaturkombinationer på antal dage fra formering til salg, skudlængden af længste og næstlængste skud, internodiellængden af de 4 øverste internodier på længste skud, bladfarve og antal blade med nekroser. Bladfarve 1=hvid, 9=grøn. (Efter Andersen, 1990).

Temperatur Dag/nat °C	Dage til salg	Skudlængde cm		Internodie- længde mm	Blad- farve	Blade m. nekroser
		1.	2.			
21/21	151	106	78	43,2	7,0	1,8
25/25	133	116	81	39,5	6,3	3,0
29/29	121	118	81	33,4	5,6	6,3
33/33	127	70	59	16,4	1,1	35,4
23/29	130	107	76	35,4	5,8	3,6
27/33	126	112	81	31,0	5,2	8,4

den høje temperatur fik de mest aflang bladform. Planterne kunne ved 32°C virke noget tynde.

Andersen (1990) i Danmark fandt i et efterårsforsøg ud af, at *Ficus benjamina* 'Cleo' får kortere internodier og kortere kulturtid, jo højere temperaturen er i området 21 til 33°C som konstant temperatur dag og nat. -6 DIF 23/29 eller 27/33°C giver kortere internodier end tilsvarende gennemsnitstemperatur ved konstant temperatur. Virkningen af negativ DIF er dog ikke særlig stor, nemlig kun et par mm kortere på internodielængder på ca. 30 mm, svarende til en virkning på ca. 6 procent.

Ficus elastica 'Robusta' reagerede modsat *Ficus benjamina* med hensyn til internodielængden ved forskellige, konstante temperaturer dag og nat. Hos *Ficus elastica* steg internodielængden med stigende temperatur, og DIF havde ikke nogen sikker virkning.

Kulturtiden blev meget forkortet (3-4 måneder) ved at holde 29°C frem for 21°C. 33°C var for meget og gav små, krøllede blade, der stod opret langs stammen. De øvrige temperaturer gav god kvalitet.

Fuchsia

Tangerås (1981) i Norge har undersøgt væksten hos *Fuchsia hybrida* ved forskellige dag- og nattemperaturer. Strækningsvæksten øgedes kraftigt ved at hæve temperaturen fra konstant 15 til 18°C. Ved 15°C var længden af længste gren 23 cm, medens den var 33 ved 18°C. Stigende temperatur fra 18 til 24°C påvirkede ikke strækningsvæksten, og en yderligere hævnings af temperaturen førte til nedgang i grenlængden. Højere dagtemperatur end nattemperatur (positiv DIF) havde ingen virkning på strækningsvæksten. Derimod førte høj nattemperatur og lav dagtemperatur (negativ DIF) til væsentlig reduktion i grenlængden. Vækstformen var forskellig ved negativ, neutral og positiv DIF. Ved høj dagtemperatur og lav nattemperatur 27/15°C (+12 DIF, 10 timers dag, 14 timers nat) blev planterne stærkt opretvoksende. Ved lav dagtemperatur og høj nattemperatur 15/27°C (-12 DIF, 10 timers dag og 14 timers nat) voksede grenene meget mere horisontalt, og blomster og grene blev mere hængende. Ved 21/21°C (neutral DIF) blev væksten en mellemting mellem de to andre behandlinger. Planterne kom tidligst i blomst ved 21 - 24°C. Skift mellem dag- og nattemperatur sinkede blomstringen. Størst var virkningen af højere dagtemperatur end nattemperatur.

Tangerås (1979) konkluderer, at strækningsvæksten hos *Fuchsia x hybrida* alene bestemmes af nattemperatur, uafhængigt af dagtemperaturen. Ved en given nattemperatur førte ændring af dagtemperaturen ikke til ændring af strækningsvæksten. Omvendt førte ændring af nattemperatur ved en given dagtemperatur altid til ændring af strækningsvæksten. Øgning af nattemperatur fra 15 til 27°C forkortede strækningsvæksten med 10-15 cm. Dokumentationen er vist i tabel 15. Tallene er vist uden decimaler i forhold til originaltallene. *Fuchsia* er et eksempel på en planteart, der reagerer meget på DIF, idet virkningen ligger på ca. 40 procent ved -12°C DIF.

Tabel 15. Virkning af temperaturfluktuationer på skudvækst hos *Fuchsia x hybrida* 'Beacon'. (Efter Tangerås, 1979)

Nat-temp. °C	Dagtemperatur °C					Gns.
	15	18	21	24	27	
15	32	34	35	31	27	32
18	31	28	31	30	28	30
21	27	27	29	27	25	27
24	25	25	23	24	21	23
27	21	20	22	22	17	20
Gns.	27	27	28	27	24	26

Heins (1990) finder med *Fuchsia hybrida* den samme virkning, at højere nattemperatur giver lavere planter, men at dømme efter de viste fotografier virker stigende dagtemperatur forlængende på strækningsvæksten ved en given nattemperatur. Dette passer ikke helt overens med Tangerås (1979). Årsagen til forskellen kan være sortsforskelle og forskellige temperaturområder i de to undersøgelser. Hos Heins (1990) er det ikke vist i artiklen, hvilken sort der er tale om. Hos Tangerås (1979) var temperaturområdet 15-27°C, hos Heins (1990) var temperaturområdet 12-24°C, og det er netop 12°C som dagtemperatur, der hos Heins giver lavere plantehøjde end de øvrige plantehøjder, uanset nattemperatur.

Schüssler (1987) i Sverige har undersøgt virkningen af forskellige nattemperaturer for forskellige sorter af *Fuchsia x hybrida*. Der var tale om et forsøg, der varede fra marts til slutningen af maj. Dagtemperaturen må formodes at have været 21°C,

selv om det er lidt uklart formuleret. Nattertemperaturerne var 15, 18, 21 og 24°C, altså DIF-temperaturer på +6, +3, 0 og -3. Resultaterne i tabel 16 viser ret store sortsforskelle med hensyn til reaktion på nattertemperaturen.

Tabel 16. Virkning af forskellige nattertemperaturer på plantehøjden målt i cm hos forskellige sorter af *Fuchsia x hybrida* ved en dagtemperatur på 21°C. Decimaler udeladt. (Efter Schüssler, 1987).

		Nattertemperatur °C og DIF				
		Nat °C	15	18	21	24
		DIF °C	+6	+3	0	-3
Sort						
'Countess of Aberdeen'		28	27	25	26	
'Lady Thumb'		29	25	21	20	
'Tom Thumb'		33	30	26	21	
'White Knights Pearl'		26	27	16	10	

Som man kan se af tabel 16, virker det mere og mere forkortende på plantehøjden, jo længere man kommer fra positiv mod negativ DIF. Virkningen er principielt den samme hos alle sorter, men virkningen er mindre hos 'Countess of Aberdeen' end hos de øvrige sorter. Man må altså desværre konkludere, at DIF virker forskelligt på forskellige sorter, og at man ikke blot kan tale om, hvordan det virker på en planteart. I øvrigt observerede Schüssler, at antallet af skud over 5 cm på det pågældende tidspunkt var væsentligt mindre ved negativ DIF. Det vil sige, at den laterale sideskudsvækst hæmmes af høj nattertemperatur.

Andersen (1988) konkluderer efter at have prøvet DIF-værdierne +6, 0, -6 og -12°C i området 12-24°C, at *Fuchsia* 'Beacon' og 'Gøteborgskan' kræver ingen eller kun lidt kemisk retardering, når de produceres ved høj nattertemperatur og lav dagtemperatur.

Christensson (1991) refererer hollandske forsøg, hvor den retarderende virkning af -2 DIF (16/18°C) og -8 DIF (13/21°C) i forhold til +2 (18/16) DIF betegnes som god til særdeles god. Virkningen var større i en tidlig kultur end i en sen kultur om foråret.

Heins og Erwin (1990) klassificerer *Fuchsia*, som en af de plantearter, der reagerer meget på DIF.

Gazania

Christensson (1991) refererer til et hollandsk forsøg, hvor den retarderende virkning af -2 DIF (16/18°C) og -8 DIF (13/21°C) blev sammenlignet med -2 DIF (18/16°C). Virkningen betegnes som ingen eller mådelig.

Geranium

Heins og Erwin (1990) placerer *Geranium* i en mellemgruppe, som ligger mellem planter med stor reaktion på DIF og planter med lille eller ingen reaktion på DIF.

Gerbera

Heins og Erwin (1990) placerer *Gerbera* i en mellemgruppe, som ligger mellem planter med stor reaktion på DIF og planter med lille eller ingen reaktion på DIF.

Hedera

Larsen og Mortensen (1987) i Norge har sammenlignet væksten hos en del pottedplanter i området 21-32°C dag og nat. *Hedera* så ikke ud til at have nogen fordel af høje temperaturer. Ved 21°C fik *Hedera helix* 'Mein Hertz' de længste skud og det største antal skud. Tørvægten var imidlertid større ved 24°C (Mortensen og Larsen, 1989). Synlig skade på planterne var der ikke før ved 32°C.

Jacobsen et al. (1989) har under danske forhold sammenlignet neutral DIF 18/18°C med en negativ DIF på 8°C 14/22 om foråret. Internodielængden hos *Hedera helix* 'Susanne' blev 2,2 cm ved neutral DIF og 1,8 cm ved -8 DIF. Negativ DIF havde således en forkortende virkning på internodielængden. Produktionstiden blev 4 dage længere ved -DIF, men energiforbruget var lavest ved -DIF trods samme gennemsnitstemperatur, der blev målt til at være henholdsvis 18,4 og 18,5°C. Der var ingen kvalitetsforskelle i øvrigt.

Hibiscus

Andersen (1988) har under danske forhold sammenlignet forskellige pottedplanter vækst ved forskellige dag- og nattertemperaturer. Behandlingerne var 21/15, 18/18, 15/21 og 12/24°C som dag/nattertemperaturer med 18 timers dag. Altså +6, 0, -6 og -12 DIF. Desuden 15/21 og 15/21°C med 12 timers dag. Andersen konkluderer, at *Hibiscus rosa-sinensis* 'Rød' ikke bør dyrkes ved et døgn gennemsnit under 18°C, og at *Hibiscus* bliver mere kompakt og får en bedre kvalitet, når de

dyrkes ved høj nattemperatur. Men de blev ikke tilstrækkeligt retarderet ved de undersøgte temperaturbehandlinger.

Hydrangea

Morita, Iwamoto og Higuchi (1980) i Japan har undersøgt, hvorledes det går med plantehøjden, bladlængden og blomsterskærm diameteren ved forskellige dyrkningstemperaturer 10, 18 og 25°C, når planterne tages ind til drivning på forskellige tider af året november til februar. Planten var *Hydrangea* 'El Dorado'. Resultaterne er helt klare. Jo tidligere planterne blev taget ind, des kortere blev nyvæksten, og der var virkelig markante forskelle, således at nyvæksten var ca. 2 cm ved indtagning i november mod 17 cm ved indtagning i januar eller februar ved en drivningstemperatur på 18°C. Planterne blev kortere, jo højere dyrkningstemperaturen var, og også her var forskellene meget markante. For eksempel 24, 16 og 8 cm plantehøjde (skudlængde) ved henholdsvis 10, 18 og 25°C dyrkningstemperatur. Bladlængden var ligeledes kortest ved tidlig indtagning og høj temperatur. Blomsterstandens diameter var ligeledes mindst ved tidlig indtagning og ved høj dyrkningstemperatur. Kort daglængde gav kortere skud ved den højeste temperatur 25°C, men havde ellers ikke virkning på strækningvæksten. Det samme var gældende for blomsterstandens diameter og bladenes længde. Virkningen var størst ved sen indtagning i januar og februar.

At høje temperaturer nedsætter plantehøjden hos *Hydrangea*, bekræftes af forsøg udført af Shanks (1987). Shanks prøvede natsænkning af forskellig varighed per nat. I forsøget indgik *Hydrangea macrophylla* 'Merveille' og 'Merritt's Supreme'. Jo længere planterne fik lov at beholde dagtemperaturen 17°C om natten, des kortere blev planterne og blomsterstandens diameter. Man kan udtrykke det på den måde, at en udskydelse af iværksættelse af natsænkning (positiv DIF) nedsatte plantehøjden, hvilket må være det samme som, at positiv DIF gav højere planter end neutral DIF.

Hyacint

Heins og Erwin (1990) klassificerer *Hyacint* som en af de plantearter, der reagerer lidt eller slet ikke på DIF.

Hypoestes

Heins og Erwin (1990) klassificerer *Hypoestes* som en af de plantearter, der reagerer meget på DIF.

Impatiens

Ball (1988) omtaler forsøg i USA udført af John Erwin med udplantningsplanter, bl.a. *Impatiens walleriana*. Der vises et fotografi, hvor planterne har dag/nattemperaturer på 25/15 eller 15/25°C med en 9 timers dag og 15 timers nat. De planter, som havde fået -DIF 15/25°C, var meget mindre og mere kompakte end de planter, som havde fået +DIF 25/15°C. De nævner, at mange udplantningsplanter får klorose ved negativ DIF, især småplanter, men siger også, at det fortager sig, når planterne bliver større, og at det i det hele taget kan kureres med neutral eller positiv DIF nogle få dage.

Christensson (1991) refererer et hollandsk forsøg, hvor den retarderende virkning af -2 DIF (16/18°C) og -8 DIF (13/21°C) sammenlignes med +2 DIF (18/16°C). Virkningen på *Impatiens* betegnes som god til særdeles god i en tidlig kultur, medens der ikke var nogen virkning i en senere kultur om foråret.

Heins og Erwin (1990) klassificerer *Impatiens* som en af de plantearter, der reagerer meget på DIF.

Kalanchoë

Larsen og Mortensen (1987) prøvede dyrkning af *Kalanchoë blossfeldiana* 'Pollux' og 'Singapore' ved 21-32°C uden kortdagsbehandling. Det, som var interessant, var den observation, at ved høj temperatur og luftfugtighed fik planterne flere sideskud (en øgning fra 13 til 23 ved at hæve temperaturen til 32°C). Hvordan disse skud siden ville opføre sig med hensyn til rodnings og brydnings som stiklinger, blev ikke undersøgt.

Shanks (1987), der arbejdede med natsænkning fandt, at planterne blev kortere, jo længere sænkning fra 17°C til 9 eller 12°C om natten blev udskudt i tid per nat. Dvs., jo længere tid iværksættelse af positiv DIF blev udskudt. Positiv DIF virker altså forlængende på stænglerne.

Jacobsen et al. (1989) har undersøgt virkningen af negativ DIF i et efterårs- og et forårsforsøg under danske forhold. Behandlingerne var neutral DIF 18/18°C og negativ DIF 14/22°C med skift mellem dag og nat som naturlig daglængde. I ingen af forsøgene blev *Kalanchoë blossfeldiana* 'Pollux' kortere ved negativ DIF. Derimod var kulturtiden kortere og energiomkostningerne lavere ved -8°C DIF-behandlingen.

Andersen (1988) prøvede et bredere DIF-område, nemlig -12, -6, 0 og +6°C DIF med dag/nattemperaturkombinationerne 12/24, 15/21, 18/18 og 21/15°C med 18 timers dag og 6 timers nat. Desuden

15/21 og 21/15°C med 12 timers dag og 12 timers nat. Andersen konkluderer, at *Kalanchoë* 'Calypso' bliver mere kompakt og får en bedre kvalitet, når de dyrkes ved høj nattemperatur. Men de bliver ikke tilstrækkeligt retarderet ved de undersøgte temperaturbehandlinger.

Leptospermum

Zieslin og Gottesman (1986) i Israel har fundet ud af, at der er en vekselvirkning mellem daglængde og temperatur med hensyn til blomstring og længdevækst hos *Leptospermum scoparium* Forst. De sammenlignede de to negative DIF-temperaturkombinationer 20/26 og 10/16°C under henholdsvis kortdags- og langdagsbetingelser. Skudlængden blev 50 cm under lang dag og den højeste temperatur, mens den kun blev 5 cm under lang dag og den laveste temperaturkombination. Ved kort dag og højeste temperatur blev planterne også kun 5 cm. Blomstring skete kun ved kort dag, men ved begge temperaturkombinationer, og lav temperatur fremmede blomstringen, således at den kunne ske i daglængder mellem 12 og 14 timer.

Lilium

Liljer er ikke nogen stor sag som potteplante i Danmark, men det er den i USA. Da der er udført meget forsøgsarbejde med DIF til netop denne plante, er den blevet en af klassikerne i DIF-studierne, og den behandles derfor uddybende her, selv om den har lille betydning i Danmark. I øvrigt kunne den vel få det.

Erwin et al. (1987) i USA fortæller, at dyrkning af *Lilium longiflorum* Thunb. (Easter lily) består af to hovedfaser. Kølefasen og dyrkningsfasen. I kølefasen sættes de pottede løg til vernalisering i mørke i 6 uger ved 5°C. Det fremmer blomsterinduktion (Erwin et al. 1989). I drivningsfasen vokser planterne, og blomsterne færdiggøres og udvikles. Erwin et al. fortæller videre, at *Lilium* er termomorfogenetisk, hvilket vil sige, at temperaturen påvirker planternes morfologi, det ydre udseende. *Lilium* er også termoperiodisk. Det vil sige, at planten reagerer forskelligt på dagtemperatur og nattemperatur. Planteøjden forøges, når dagtemperaturen øges fra 13 til 30°C. Omvendt formindskes planteøjden, når nattemperaturen øges fra 13 til 30°C. Planteøjden stiger med stigende positiv DIF, og planteøjden falder med faldende DIF.

Planterne bliver højere under langdagsbetingelser end under kortdagsbetingelser. Det kunne

tyde på, at det er en kortdagsplante med den mekanisme, at lang dag bevirker senere blomsterdannelse og derfor mere tid til vækst. Men det er en langdagsplante med hensyn til blomsterdannelse, og langdagsbetingelser kan faktisk erstatte kølebehandling (Atherton, 1987) i temperaturområdet op til 21°C, hvor virkningen sættes ud af kraft. Der er altså tale om, at væksten også er påvirket af daglængden. Bladene bliver oprette ved positiv DIF, vandret udstående ved neutral DIF og nedadbøjede ved negativ DIF. Det er ligefrem til at huske.

Nogen klorose eller gulfarvning forekommer ved negativ DIF, men det fortager sig ved blomstringstiden og kan i øvrigt rettes med kort tids positiv DIF. Virkningen af DIF er hurtig. Virkningen på stængelstrækning og bladorientering sker inden for 24 timer og er klart synlig efter 7 dage. Resultaterne af forsøgene er i disse artikler dokumenteret med fotografier, ikke tabeller. Det ser ud til, at samme negative DIF giver samme planteøjde uanset temperaturniveauet fra dag/nat 14/18 til 26/30°C, blot med den forskel, at planterne ved de høje temperaturer blomstrede tidligst.

I en anden artikel (Erwin et al. 1988) fortæller de samme 6 forfattere delvist det samme, og nogle af billederne er de samme som hos Erwin et al. (1987). Det nye i artiklen er en beregning af energiomkostningerne ved at bruge negativ DIF med lav dagtemperatur og højere nattemperatur. Desuden vurderes omkostningerne ved at bruge kemisk vækstregulering. Jeg citerer: „Lad os tage et praktisk eksempel: Dyrkning af liljer i januar, februar og marts i Michigan i USA, hvor der kan være koldt og fugtigt. Vi simulere fyngsomkostningerne ved et traditionelt temperaturregime med 20°C som dagtemperatur og 18°C som nattemperatur, med og uden varmegardiner. Når der ikke blev brugt gardiner, var lav dagtemperatur og høj nattemperatur 5% dyrere end det traditionelle temperaturprogram med høj dagtemperatur og lav nattemperatur.

Hvis der blev brugt gardiner, var lav dagtemperatur og høj nattemperatur 2,5% billigere end det omvendte.“

Med hensyn til kemisk vækstregulering versus negativ DIF skriver forfatterne: „Lad os tage et eksempel med omkostningerne forbundet med vækstregulering af liljer med A-Rest (ancymidol). En typisk dosering er 0,25 milligram aktivt stof pr. plante, hvis det vandes ud eller 0,5 mg pr. plante, hvis det sprøjtes ud. Det vil koste 4,8 cent pr. plante, hvis det vandes ud, og 9,6 cent pr. plante, hvis det

sprøjtes ud. Det svarer til en besparelse på 12 til 24 cent pr. kvadratfod, afhængigt af planteafstand og tilførelsesmåde, hvis den kemiske vækstregulering kan erstattes af negativ DIF.“ Omregnet til danske penge, vil det være en besparelse på 9 til 18 kr. pr. m² pr. kultur, hvis man kan erstatte kemisk vækstregulering med negativ DIF. Det vil sige, at besparelsen på kemikalieudgiften vil være større end besparelsen ved negativ DIF, der kan skønnes til ca. 1-2 kr., når der bruges gardiner. Selv hvis man ikke har gardiner, vil der være en besparelse at hente ved at bruge negativ DIF fremfor kemisk vækstregulering.

Som tidligere nævnt, har Amsen (1988) og Jacobsen et al. (1989) med en række potteplante-kulturer dokumenteret et lavere energiforbrug på 7 til 15% ved brug af negativ DIF i forhold til neutral DIF, hvilket bekræfter beregningerne foretaget af Erwin et al. (1988). Jacobsen et al. (1991) har i senere forsøg målt et større energiforbrug ved at bruge negativ DIF fremfor neutral DIF. Grunden til dette større energiforbrug var åbning af ventilationsvinduerne om morgenen for at få et hurtigt skift fra nattemperatur til dagtemperatur.

Zieslin (1988) i Israel har undersøgt skudlængde, antal blomster og frisk- og tørvægt efter dyrkning af *Lilium longiflorum* Thunb. 'Nellie White' og 'Enchantment' ved dag/nattemperaturer 22/14 og 14/22°C, altså +8 DIF og -8 DIF. Virkningerne er vist i tabel 17.

Som man kan se af tabel 17, blev skudlængden halveret ved negativ DIF i forhold til positiv DIF. Friskvægt og tørvægt var lidt mindre ved negativ DIF, og antallet af blomster blev ikke påvirket. Tørvægten er forbavsende høj. Det må være nogen tørre hunde. I rosenstilk og rosenblade er tørvægtsprocenten 25-28%.

Erwin et al. (1989) diskuterer det problem, at det mange gange kan være vanskeligt at holde en

lav dagtemperatur. De rapporterer forsøg og praktiske erfaringer, som viser, at med *Lilium longiflorum* kan det give en stor virkning, hvis temperaturen sænkes hurtigt om morgenen, når lyset kommer frem, og hvis den holdes nede de to første timer. Det kan næsten være lige så godt som at holde temperaturen nede hele dagen, selv om de anbefaler dette med en bemærkning om, at høj temperatur om eftermiddagen kan øge strækningsvæksten.

Erwin, Heins og Karlsson (1989) har skrevet en mere uddybende beretning om forsøgene med *Lilium longiflorum* Thunb., udført ved Michigan State University i USA, og her kommer der tal frem som dokumentation i stedet for fotografier og generelle kurver som i de tidligere artikler i de gartnerisk faglige tidsskrifter.

Resultaterne er vist i tabel 18.

Forsøgsmaterialet var løg af *Lilium longiflorum* Thunb. 'Nellie White' med en omkreds på 17-20 cm, pottet i oktober. Først blev de holdt ved 17 grader i 2 uger for at fremme rodvækst. Derefter blev de vernaliseret i mørke i 6 uger ved 5°C. Derefter fik de lang dag i 7 dage ved konstant 20°C, hvorefter de blev ført tilbage til 9 timers fotoperiode. Den 22. januar havde alle planter initieret blomsteranlæg, men ikke udviklet dem. På det tidspunkt blev planterne delt i hold, som fik alle kombinationer af 14, 18, 22, 26 og 30°C som dag-og/eller nattemperatur, i alt 25 temperaturkombinationer. Fotoperioden var 10 timer fra kl. 08 til 18 og skotoperioden derfor 14 timer.

Resultaterne dokumenterer, at stigende dagtemperatur giver stigende plantehøjde, internodiellængde og opadbøjning af bladene, medens der ikke var sikker virkning på bladlængde og blomsterlængde. Stigende nattemperatur gav derimod mindre plantehøjde, internodiellængde og nedadbøjning af bladene, mindre bladlængde og mindre blomsterlængde. Forfatterne siger, at forskellen

Tabel 17. Virkningen af dag- og nattemperatur på skudlængde, friskvægt, tørvægt, tørvægtprocent og antal blomster hos *Lilium longiflorum*. (Efter Zieslin, 1988).

Dag/nat °C	Skudlængde cm	Friskvægt g	Tørvægt g %	Antal blomster
22/14	45,2	20,6	8,4 41	3,6
14/22	22,8	20,1	7,9 35	3,6

mellem dagtemperatur og nattemperatur havde større indflydelse på plantehøjden end dagtemperatur, nattemperatur eller gennemsnitstemperatur.

Tabel 18. Virkning af dag- og nattemperatur på plantehøjde, internodiellængde, bladorientering og bladlængde hos *Lilium longiflorum* 'Nellie White'. Bladorientering +/- i forhold til vandret. (Efter Erwin, Heins & Karlsson, 1989).

Nattemp. °C	Dagtemperatur °C				
	14	18	22	26	30
PLANTEHØJDE cm					
14	44	55	62	68	72
18	41	46	57	61	64
22	32	42	44	51	51
26	30	39	41	44	51
30	31	34	41	42	51
INTERNODIELLÆNGDE mm					
14	3,1	4,8	6,0	6,8	8,2
18	2,5	3,8	5,6	6,4	-
22	2,3	3,1	4,6	4,8	5,4
26	2,2	2,7	4,1	4,5	4,6
30	1,7	2,0	3,6	3,8	4,9
BLADORIENTERING °vinkel					
14	- 6	-5	+12	+19	+26
18	-10	-18	+ 6	+12	+15
22	-24	-10	-<	+ 3	+ 6
26	-21	-13	- 1	- 3	+ 8
30	-17	-13	-13	- 7	+ 2
BLADLÆNGDE cm					
14	18	21	21	20	20
18	17	18	20	18	19
22	17	17	17	18	17
26	16	15	16	15	15
30	12	13	14	14	14
BLOMSTERLÆNGDE cm					
14	18	18	18	18	17
18	18	19	18	17	17
22	18	17	18	17	17
26	17	17	17	17	16
30	15	16	17	16	16

Figur 2, som er udarbejdet af Erwin, Heins og Karlsson (1989), viser virkningen af DIF på plantehøjden hos *Lilium longiflorum* Thunb. 'Nellie White'. Den er næsten lineær.

Carlson og Heins (1990) og Heins og Carlson (1990) omtaler mulighederne for at følge væksten gennem kulturforløbet frem til salgstidspunktet ved at plote den ind på en kurve og justere væksthastigheden med DIF (graphical tracking).

Heins og Erwin (1990) klassificerer af gode grunde *Lilium longiflorum* Thunb. som en af de planter, der reagerer meget på DIF.

Narcissus

Heins og Erwin (1990) klassificerer *Narcissus* som en af de plantearter, der kun reagerer lidt eller slet ikke på DIF.

Nemathanthus

Larsen og Mortensen (1987) har dyrket forskellige potteplanter i temperaturområdet 21 til 32°C. De skriver, at *Nemathanthus radicans* var absolut bedst ved 21°C. Ved højere temperatur fik de kompakt vækst og reduktion i vægt. Høj relativ fugtighed gav løsere vækst og lysere farve. Med de øjne, som er sat på i dette litteraturreview, ser det ud til, at der her netop skal bruges høj temperatur og tør luft, så planterne kan blive kompakte. I hvert fald er der peget på muligheder for at regulere planternes højde og form.

Nephrolepis

Larsen og Mortensen (1987) og Mortensen og Larsen (1989) fandt den bedste vækst hos *Nephrolepis exaltata* 'Bostoniensis' ved 27°C. Planterne var meget større og kraftigere ved 27°C end ved 21°C. Ved den højeste temperatur 32°C fik de mange flere små blade.

Passiflora

Andersen (1988) har undersøgt virkningen af temperaturkombinationerne dag/nat 12/24, 15/21, 18/18 og 21/15, altså -12 DIF, -6 DIF, 0 DIF og +6 DIF. Resultaterne med *Passiflora caerulea* var, at planterne ved negativ DIF gav tidligere blomstring end neutral DIF med samme gennemsnitstemperatur. Desuden blev plantekvaliteten meget bedre, og planterne blev mere kompakte og fik flere skud og blomster. Ved de laveste gennemsnitstemperaturer blev planterne klorotiske, og Andersen konkluderer, at *Passiflora* ikke bør dyrkes ved døgngennemsnit under 18°C.

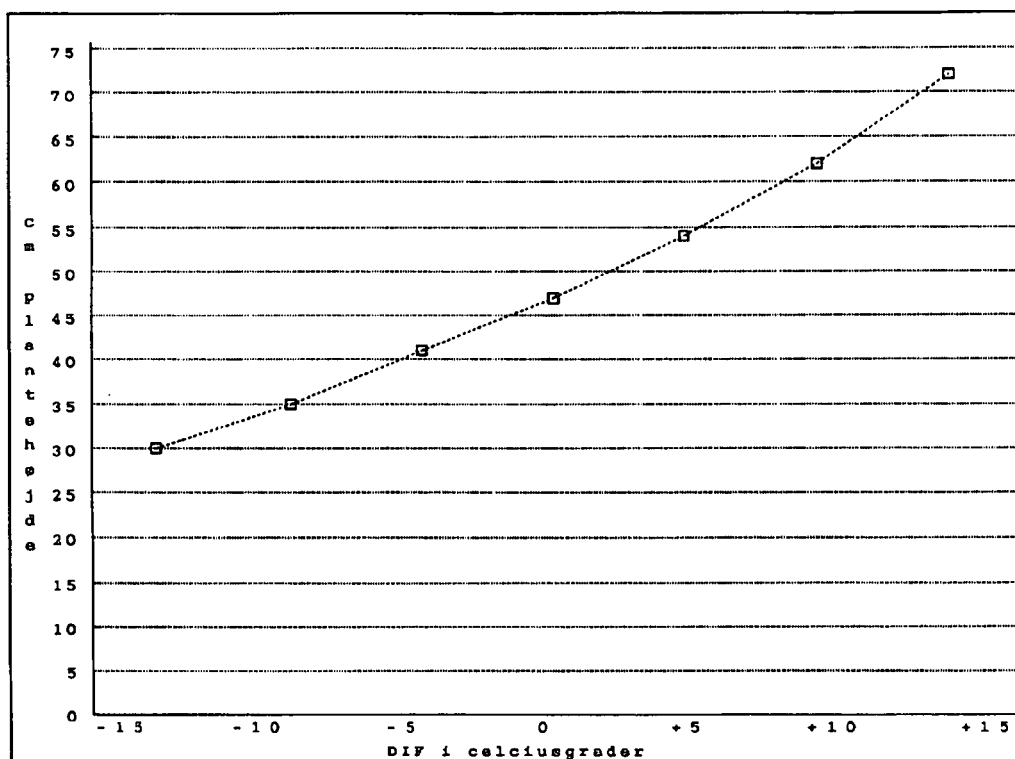


Fig. 2. Relation mellem plantehøjde ved anthesis og differencen mellem dagtemperatur og nattemperatur (DIF) hos *Lilium longiflorum* Thunb. 'Nellie White'. (Efter Erwin et al., 1989).

Pelargonium

Hendriks og *Scharpf* (1984) i Tyskland har prøvet en række positive DIF-kombinationer ud fra den tankegang, at høj dagtemperatur kunne kompensere for lav nattemperatur med henblik på energibesparelse. De regner ud, at 26/6°C eller 26/10 dag/nat koster dobbelt så meget i energi som 18/14 om foråret. De er selv opmærksomme på, at ved den slags kalkulationer spiller årssforskelle og virkoms-hedsspecifikke forhold ind, men de ser på tendensen og siger, at det dog ikke ændrer helhedsbilledet, at dagtemperaturen er billigere at skaffe til veje end nattemperaturen.

Det har faktisk ændret sig siden med indførelsen af isoleringsgardiner, og vi ved nu, at det koster det samme eller mindre at holde højere nattemperatur end dagtemperatur, også når kulturtid og

gennemsnitstemperatur tages i betragtning. Bortset fra det konkluderer *Hendriks* og *Scharpf*, at gennemsnitstemperaturen ikke må ligge under 16°C, da der ellers vil opstå kuldesymptomer i form af klorose. Udviklingen var hurtigere ved høj gennemsnitstemperatur, og stor positiv DIF gav større planter end en mindre positiv DIF. Forfatterne fortæller, at planterne får en uønsket strækningsvækst i lysfattige år. Derimod synes lysintensiteten ikke at have stor indflydelse på, hvornår blomsterne dannes og udvikler sig, dog kan lav lysintensitet føre til færre enkeltblomster i blomsterstanden.

White og *Warrington* (1984) i Palmerston i New Zealand har prøvet natsenkning til frøformerede *Pelargonium x hortorum* 'Red Elite' med og uden CCC kemisk vækstregulering. Den kemiske vækstregulering (vanding med 3 g aktivt stof pr. l) gav en

forkortelse af plantehøjden (canopy) på ca. 50 procent. Stor natsækning i 14 timer fra 21 til 10°C gav kortere sideskudsvækst end en mildere natsækning fra 21 til 15°C, sandsynligvis som et simpelt resultat af forskel i gennemsnitstemperatur på døgnbasis.

Stor natsækning gav betydeligt højere indhold af stivelse og sukker end mildere natsækning. Det tyder på, at planterne ikke udnytter den forudgående dags fotosynteseassimileret godt nok, når der bruges natsækning, og forfatterne mener, at den manglende omsætning om natten hæmmede fotosynteseraten den følgende dag.

Høj lysintensitet gav mere kompakte planter. I lighed med *Hendriks* og *Scharpf* fandt *White* og *Warrington* ingen virkning af lysintensiteten på blomsterdannelsen.

Scharpf (1987) i Tyskland har undersøgt forskellige dag- og nattemperaturers virkning på *Pelargonium* 'Mars'. Forsøget omfattede negative, neutrale og positive DIF-grader. *Scharpf* kommer til det resultat, at den maksimale vækst sker ved 18°C som døgnmiddeltemperatur. Store udsving mellem dag- og nattemperatur, for eksempel 24°C, fører til uoprettelige bladskader. Blomsterdannelsen og dermed produktionstiden bestemmes overvejende af middeltemperaturen. Temperaturer under 15°C forsinket kulturtiden særlig stærkt. Over 21°C er der ingen fremskyndelse mere ved at hæve temperaturen yderligere. Ved temperaturforskelle mellem dag og nat forløber udviklingen hurtigere end ved konstante temperaturer med samme døgn gennemsnit. Med hensyn til kompakthed viser *Scharpf* en interessant tabel, som gengives her som tabel 19.

Tabel 19. Virkning af forskellige dag- og nattemperaturer på kompakthed hos *Pelargonium zonale* 'Mars'. I skalaen betyder 1 = meget god og 6 = utilfredsstillende. (Efter *Scharpf*, 1987).

Nattemperatur °C	Dagtemperatur °C			
	12	18	24	30
6	-	-	3,3	2,8
12	2,5	3,0	3,5	4,5
18	1,0	2,8	3,8	5,5
24	1,0	2,5	2,8	4,0

Af tabel 19 ses, at det er de negative DIF, 12/24, 12/18 og 18/24, der giver de mest kompakte planter, efterfulgt af de neutrale DIF 12/12 og 18/18. De

positive DIF giver mindre kompakthed. Den store positive DIF 30/6 giver samme kompakthed som 18/18, men her er tale om dårlig samlet kvalitet i form af utilfredsstillende bladfarve, blomsterfyldning og blomsterstandsdiаметer, hvilket dokumenteres i andre tabeller.

Christensson (1991) har oversat og sammendraget et hollandsk forsøg med udplanterplanter. Her blev +2 DIF (18/16°C) sammenlignet med -2 DIF (16/18°C) og -8 DIF (13/21°C). Virkningen på *Pelargonium* 'Pulsar rød' bedømmes som god til særdeles god, afhængig af årstid. Virkningen var størst i en tidlig kultur i forhold til en sen kultur om foråret.

Petunia

Kaczperski et al. (1988) i Amerika har undersøgt virkningerne af alle kombinationer af dag/nattemperaturerne 10, 15, 20, 25 og 30°C på *Petunia x hybrida* 'Snowcloud'. Planterne fik temperaturbehandlingerne 14 dage efter såning. Desværre dokumenteres de ikke med tal, men med ord og billeder. Lave temperaturer gav lave planter. Dagtemperaturer på 10 eller 15°C, kombineret med nattemperaturer på 10, 15 eller 20°C, kunne kontrollere plantehøjden. Ved 15/20 dag/nat behøver planterne kemisk vækstregulering. Alle planter fik samme antal blade og internodier. Forskel i plantehøjde skyldes altså forskellig internodielængde.

Ved lav dagtemperatur kommer blomsterne op over løvet, så de let kan ses. Ved varm dagtemperatur på 20°C og derover gror løvet hurtigere end knopudviklingen og blomsterne skjules.

Lav dagtemperatur fremmer antallet af sideskud. Ved 10°C producerer planterne 8 sideskud, men ved 30°C kun 4.

Sideskuddenes vækst er meget afhængig af dagtemperaturen. Jo lavere dagtemperatur, jo længere sideskud, uafhængigt af nattemperaturen. Ved en stigning af dagtemperaturen fra 10 til 30°C falder sideskudslængden fra 7,5 til 1,3 cm. Det påvirker den totale plantehøjde, men påvirker også planternes fylde.

Et døgn gennemsnit på 15°C giver den hurtigste blomstring, men planterne er af dårlig kvalitet, høje og ranglete og med få sideskud. Ved 10°C om dagen og 15°C om natten bliver *Petunia* faste og velgredede, men behøver 105 dage fra frø til blomst. Ved 25°C kan det gøres på 46 dage, men som sagt, kvaliteten er dårlig. Tiden, der medgår frem til blomstring, er et resultat af døgn gennemsnittet. Kvalitetsfordelene ved lav dagtemperatur kan bibe-

holdes ved at holde lav dagtemperatur, og høj nattemperatur kan fremskynde udviklingen, uden at det går ud over kvaliteten.

Omkostningerne ved at holde lav dag- og høj nattemperatur (negativ DIF) kompenseres ved brug af varmebesparende gardiner og ved ingen udgift til vækstretarderende kemiske midler. Hvis man kan tolerere den længere produktionstid, kan man producere *Petunia* af høj kvalitet med lav dagtemperatur og høj nattemperatur.

Moe (1990) viser et billede af *Petunia*, som er dyrket ved +9 DIF (24/15°C dag/nat) og ved -6 DIF (15/21°C dag/nat). Billedet viser ca. en halvering af plantehøjden ved negativ DIF.

Christensson (1991) har oversat og sammen-draget et hollandsk forsøg, hvor den retarderende virkning af -2 og -8 DIF i forhold til +2 DIF blev vurderet. Virkningen på *Petunia* betegnes som god i en tidlig kultur og mådelig i en sen kultur om foråret.

Heins og Erwin (1990) klassificerer *Petunia* som en plante med middel reaktion på DIF.

Primula

Armitage og Billingsley (1983) i Georgia, USA, fortæller, at i Amerika anbefales det at dyrke *Primula x polyanthus* enten konstant ved 8°C eller ved 7°C, indtil 2-3 blomsterknopper er synlige, hvorefter de kan drives ved 13°C. Forfatterne siger, at den omstændighed, at kulturen skal dyrkes under 10°C gør, at den kun kan dyrkes i den nordlige del af landet, fordi temperaturen ikke kan komme så langt ned i den sydlige del. Hvis *Primula* kunne dyrkes ved højere temperatur, kunne den få en større udbredelse. De prøvede derfor at dyrke *Primula x polyanthus* 'Pacific Giant Dwarf Jewel Strain' med 18-25°C om dagen og 10 eller 20°C om natten med en fotoperiode på 18 timer og 6 timers nat fra sidst

i oktober, hvor planterne var 2 måneder gamle, regnet fra såning.

Resultaterne viste, at det tog 98 dage til blomstring uanset nattemperaturen, men der var flest blomster, hvor nattemperaturen var 20°C. Ved 20°C om natten blev blomsterstilkene meget kortere end ved 10°C. Ved 20°C var antallet af blade større, det totale bladareal uændret og det enkelte blads areal mindre end ved 10°C. Tørvægten ved de to nattemperaturer var ens.

Forfatterne fortæller, at begge temperatur-regimer gav planter af god kvalitet, men også at de var meget forskellige i udseende. Den udeblivende stækning af blomsterstilkene og de flere og kortere blade ved 20°C gav kompakte planter, som på ingen måde var ringere end „normale“ *Primula* med lange blade og blomsterne over bladene. Det, der er prøvet her, må nærmest siges at være neutral DIF 18-25/20°C dag/nat sammenlignet med positiv DIF 18-25/10°C dag/nat. Resultaterne er så interessante, at de vises i tabel 20.

Poinsettia, se *Euphorbia pulcherrima*

Portulaca

Heins og Erwin (1990) klassificerer *Portulaca* som en plante, der reagerer meget på DIF.

Radermachera

Negativ DIF til *Radermachera sinicum* giver kortere kulturtid, men ingen retardering af plantehøjden. Planterne får bedst kvalitet ved 21/21°C dag/nat, men dette giver også længere kulturtid end højere temperaturer. Negativ DIF 23/29°C giver godt 2 ugers kortere kulturtid, men måske en lidt dårligere kvalitet. Højere temperaturer giver for tynde planter og større udfald på grund af rodsvampe (Andersen 1990).

Tabel 20. Virkningen af nattemperatur på blomstring og vækst af *Primula x polyanthus*. (Efter Armitage & Billingsberg, 1983).

Nattemp. °C	Dage til blomst	Antal blomster	Blomster- stilk cm	Antal blade	Total cm ² bladareal	Enkelt blad
10	98	16	7,6	13,6	514	37,8
20	98	25	0,5	22,2	537	25,2

Rosa

Weidinger (1988) og Hendriks (1988) refererer til resultater, fremlagt af L. Hendriks fra Tyskland på et symposium om potteroser, afholdt af firmaet Meilland i Nizza. Weidinger siger, at vi er vant til at sænke temperaturen om natten for at spare energi, men det kan være rigtigt at holde højere nattemperatur end dagtemperatur på grund af plantekvaliteten. Ved samme konstante temperaturer mellem 14 og 26°C aftager skudlængden med stigende temperatur. Ved 14°C er skudlængden 20 cm, ved 18°C 16 cm. Ved 14/22°C dag/nat og en gennemsnits-temperatur på 18°C blev skuddene kun 12 cm. En kombination med 14/26°C (-12 DIF) gav den største retardering og kun 10 cm skudlængde. Negativ DIF virker altså reducerende på strækingsvæksten hos roser. Sorterne var 'Orange Meilandina' og 'Red Minimo'.

Negativ DIF fremmede også antallet af sideskud, så længe døgn gennemsnittet ikke oversteg 20°C, og kombinationen 24/26°C dag/nat med 12 timers daglængde var bedst. Derudover faldt antallet af sideskud med stigende gennemsnits-temperatur.

Udviklingshastigheden steg med stigende gennemsnits-temperatur i området 14 til 26°C og var størst, når dagtemperaturen var højere end nattemperaturen, altså ved positiv DIF.

Antallet af blomstrende skud og antal blomsternopper pr. skud var højest ved lave temperaturer, og planternes holdbarhed var også bedst ved lave temperaturer. Forfatteren mener, at man måske skulle bruge negativ DIF i begyndelsen for at få kompakte planter, og bruge neutral eller positiv DIF senere i kulturen for at fremme udviklingshastigheden.

Andersen (1988) har prøvet DIF-gradene -12, -6, 0 og +6 i temperaturområdet 12 til 24°C til Rosa 'Red Minimo' om vinteren. Andersen fandt, at roserne ikke blev retarderet, men fandt en virkning på antallet af sideskud, her udtrykt på den måde, at høj dagtemperatur og lav nattemperatur (positiv DIF) gav færrest sideskud. Sagt på en anden måde, negativ DIF giver flere sideskud, hvilket svarer til resultaterne, refereret af Weidinger (1988).

Saintpaulia

Hendriks og Biermann (1987) har undersøgt, hvordan DIF-temperaturene dag/nat 20/20, 23/17 og 17/23, altså neutral DIF, +6 DIF og -6 DIF virker på planteformen og kulturtiden hos en række sorter af Saintpaulia. Konklusionen blev, at med et døgn-gennemsnit på 20-21°C kan temperaturen svinge mellem 17 og 23°C, uden at der kan forventes store

ændringer i planteform og vækst. Der var dog en tendens til, at højere nattemperatur end dagtemperatur førte til en forkortelse af kulturtiden på 5 til 14 dage afhængigt af sorten. Højere dagtemperatur end nattemperatur gav uhensigtsmæssigt store blade og lange blomsterstilke. Plantevægt i gram tørstof per plante var ikke forskellig, medens der var en tendens til større tørstofprocent ved negativ DIF.

Salvia

Erwin og Heins (1989) viser i en oversigtsartikel et billede, som viser, at plantehøjden hos *Salvia splendens* reduceres, når nattemperaturen er højere end dagtemperaturen. På billedet er temperatur-kombinationerne -10 DIF 15/25°C dag/nat, sammenlignet med +10 DIF 25/25°C dag/nat.

Heins og Erwin (1990) klassificerer *Salvia* som en af de plantearter, der reagerer meget på DIF.

Senecio

Erwin og Heins (1989) viser i en generel artikel et fotografi af *Senecio (Cineraria)* småplanter, der har været dyrket ved -10 DIF og +10 DIF, 15/25 og 25/15°C dag/nat. Billedet viser mere kompakt vækst ved -10 DIF.

Tulipa

Heins og Erwin (1990) klassificerer *Tulipa* som en af de plantearter, der reagerer lidt eller slet ikke på DIF.

Verbena

Christensson (1991) refererer et hollandsk forsøg, hvor den retarderende virkning af -2 DIF og -8 DIF blev sammenlignet med +2 DIF. Resultatet var, at virkningen af negativ DIF måtte betegnes som mådelig, både i en tidlig og i en sen kultur om foråret.

Virkningsgrad af negativ DIF på forskellige potteplanter

For at besvare spørgsmålet om, hvilke potteplanter der reagerer på temperatur-DIF, og i hvilken grad, har jeg udarbejdet tabel 21. Tabellen opdeler 41 plantearter i 4 kategorier: ingen, svag, middel og stærk reaktion på DIF.

Til udarbejdelse af tabel 21 er brugt den størst observerede, forkortende virkning på internodielængde eller plantehøjde i procent af største længde i den givne sammenhæng. Alle oplysninger, fundet i litteraturen, er brugt, og det uanset om der er tale

om dokumenterede forskelle eller blot udsagn med en eller anden grad af dokumentation. Tabel 21 skal af disse grunde ikke tages for bogstaveligt. Det er ikke sikkert, at man under alle forhold vil opnå 30-50% reduktion af plantehøjden med planter i denne gruppe. Men tabellen kan vise, hos hvilke planter man kan forvente stor reaktion, og hos hvilke planter man kan forvente lille reaktion på DIF. Læseren kan selv slå tilbage under pågældende kultur, se baggrunden, og vurdere mulighederne. En lignende oversigt er tidligere publiceret af Jensen (1990).

Sammendrag og generaliseringer

Forskellen mellem dagtemperatur og nattemperatur kaldes DIF. Det kommer af differens eller difference, som betyder forskellen mellem to tal. I denne sammenhæng er det defineret som dagtemperaturen DT minus nattemperaturen NT.

$$DIF = DT - NT.$$

Hvis dagtemperaturen er højere end nattemperaturen, er resultatet et positivt tal, og man taler om positiv DIF. Hvis dagtemperaturen og nattemperaturen er ens, er resultatet 0, og man taler om neutral DIF. Hvis dagtemperaturen er lavere

end nattemperaturen, er resultatet et negativt tal, og man taler om negativ DIF. Tallets størrelse angives i grader celsius.

Et eksempel

I det følgende vil jeg gerne gennemgå et eksempel med *Lilium longiflorum* og gøre det grundigt, fordi det giver en god forståelse af DIF-effekten.

Lilium longiflorum kaldes i Amerika for Easter lily. Det er ikke nogen stor sag som potteplante i Danmark, men den kunne måske blive det. Det er en løgvækst med store løg, omkring 17-20 cm i omkreds. Løgene plantes i potter, udvikler rødder ved 17°C i 2 uger, og får derefter kuldebehandling i mørke med 5°C i 6 uger. Det fremmer den senere blomsterdannelse. Det er en langdagsplante, og blomsterne anlægges under væksten i løbet af cirka en måned efter kuldebehandlingen.

Som tidligere omtalt, har Erwin, Heins og Karlsson (1989) undersøgt virkningen af forskellige dagtemperaturer og nattemperaturer på strækningsvæksten hos *Lilium longiflorum* 'Nellie White' i perioden fra færdigdannede blomsteranlæg til blomstring. På baggrund af deres forsøgsresultater har jeg udarbejdet tabel 22. Tabellen viser ikke kun virkningen af forskellige temperaturkombinationer på plantehøjden, men samtidig de forskellige DIF-grader og gennemsnitstemperaturer, der førte til

Tabel 21. Virkningsgrad af DIF på forskellige potteplanter, målt som størst observerede virkning på internodelængde eller plantehøjde.

Ingen 0-10 %	Svag 10-30 %	Middel 30-50 %	Stærk virkning > 50 %
<i>Aglaonema</i>	<i>Begonia</i>	<i>Anthurium</i>	<i>Campanula</i>
<i>Aphelandra</i>	<i>Coleus</i>	<i>Aster</i>	<i>Chrysanthemum</i>
<i>Calendula</i>	<i>Cordylina</i>	<i>Asteriscus</i>	<i>Dendranthema</i>
<i>Chrysalidocarpus</i>	<i>Cyclamen</i>	<i>Celosia</i>	<i>Euphorbia</i>
<i>Codiaeum</i>	<i>Dahlia</i>	<i>Fuchsia</i>	<i>Hydrangea</i>
<i>Epipremnum</i>	<i>Dianthus</i>	<i>Hypoestes</i>	<i>Lilium</i>
<i>Ficus</i>	<i>Gerbera</i>	<i>Impatiens</i>	
<i>Gazania</i>	<i>Hedera</i>	<i>Pelargonium</i>	
<i>Hyacinth</i>	<i>Hibiscus</i>	<i>Petunia</i>	
<i>Kalanchoë</i>	<i>Nematanthus</i>	<i>Primula</i>	
<i>Narcissus</i>	<i>Passiflora</i>	<i>Portulaca</i>	
<i>Radermachera</i>	<i>Senecio</i>	<i>Rosa</i>	
<i>Tulipa</i>	<i>Verbena</i>	<i>Salvia</i>	

resultatet. Tabellen er stor og synes uhåndterlig, men den er nødvendig at fordybe sig i for at forstå sammenhængene mellem DIF, gennemsnits-temperatur og strækningsvækst.

Tabel 22 viser, at plantehøjden stiger med stigende dagtemperatur, uanset hvilken nattemperatur der bruges. Den viser også, at plantehøjden falder med stigende nattemperatur, uanset hvilken dagtemperatur der bruges. I hvert fald inden for visse grænser.

Jamen er plantehøjden så ikke bare et resultat af gennemsnitstemperaturen? Det kan man studere ved at læse på kryds i tabellen. Hvis man starter i øverste venstre hjørne og går mod nederste højre hjørne, vil man få et gennemløb med gennemsnitstemperaturene 14, 18, 22, 26 og 30°C. De tilsvarende plantehøjder vil så være 44, 46, 44, 44 og 51 cm. Altså højst 7 cm forskel i det gennemløb med konstante temperaturer dag og nat fra 14 til 30°C. Tager man et andet gennemløb fra nederste venstre hjørne mod øverste højre hjørne, vil man gennemløbe gennemsnitstemperaturene 23, 23, 22,

21 og 21°C. De tilsvarende plantehøjder vil være på 31, 39, 44, 61 og 72 cm. Altså en forskel på 41 cm ved en forskel i gennemsnitstemperatur på blot 2°C. Det kan ikke forklare den store forskel i plantehøjde.

Hvad er det da, der giver den store forskel i dette gennemløb? Det er forskellen mellem dagtemperatur og nattemperatur, udtrykt som differens i °C. I det skrå gennemløb fra nederste venstre hjørne mod øverste højre hjørne gennemløbes DIF-værdierne -16, -8, 0, +8 og +16. De resulterende plantehøjder er 31, 39, 44, 61 og 72 cm. Altså en forskel på 41 cm i yderpunkterne med begribelige mellemværdier i midten af forløbet. Der er altså gode belæg for forfatterens udsagn om, at det er forskellen mellem dag- og nattemperatur, der betyder noget, og at den har større betydning end gennemsnitstemperaturen.

En yderligere bekræftelse på, at det er DIF, der betyder noget, får man ved at se på, hvordan plantehøjden er ved samme DIF, men forskellige gennemsnitstemperaturer, altså samme DIF opstået ved forskellige temperaturkombinationer. Det viser sig, at samme DIF giver samme plantehøjde uanset

Tabel 22. DIF-grad, tilhørende gennemsnitstemperatur og resulterende plantehøjde hos *Lilium longiflorum*. Decimaler udeladt. (Bearbejdet på grundlag af data fra *Erwin, Heins & Karlsson*, 1989).

Nattemp. °C		Dagtemperatur °C				
		14	18	22	26	30
14	DIF	0	+ 4	+ 8	+12	+16
	Gns.	14°	16°	17°	19°	21°
	cm	44	55	62	68	72
18	DIF	- 4	0	+ 4	+ 8	+12
	Gns.	16°	18°	20°	21°	23°
	cm	41	46	57	61	64
22	DIF	- 8	- 4	0	+ 4	+ 8
	Gns.	19°	20°	22°	24°	25°
	cm	32	42	44	51	51
26	DIF	-12	- 8	- 4	0	+ 4
	Gns.	21°	23°	24°	26°	28°
	cm	30	39	41	44	51
30	DIF	-16	-12	- 8	- 4	0
	Gns.	23°	25°	27°	28°	30°
	cm	31	34	41	42	51

temperaturniveau. Tag for eksempel det nedadgående skrå gennemløb fra venstre mod højre for -4 DIF. Det giver plantehøjderne 41, 42, 41 og 42 cm, medens gennemsnitstemperaturen gennemløber 16, 20, 24 og 28°C.

På baggrund af undersøgelsen har forfatterne tegnet en kurve for virkningen af forskellige DIF-værdier på plantehøjden hos *Lilium longiflorum*. Kurven er vist i figur 2 (side 29).

De enkelte plantearters reaktion på DIF svarer til hældningsgraden af en sådan kurve. Hvis kurven er vandret, uden hældning, er planten uden reaktion på DIF. Jo større hældning, jo større reaktion på DIF. Et eksempel på en plante med stor reaktion er vist i figur 2. En krum kurve viser, at 1°C forskel i

DIF ikke har samme virkning i hele DIF-området. Et eksempel på det er vist i figur 3.

I eksemplet med *Lilium longiflorum* havde alle planter det samme antal blade. Virkningerne på plantehøjden er derfor et udtryk for virkning på internodiellængden. I det følgende gennemgås virkning af DIF på andre forhold end internodiellængde og plantehøjde.

Temperaturvirkninger på plantevækst

I det følgende går vi på tværs af kulturene for at se, hvad der er generelle virkninger af forskellige temperaturforhold på en række plantekarakterer, som tilsammen danner planternes form og ydre

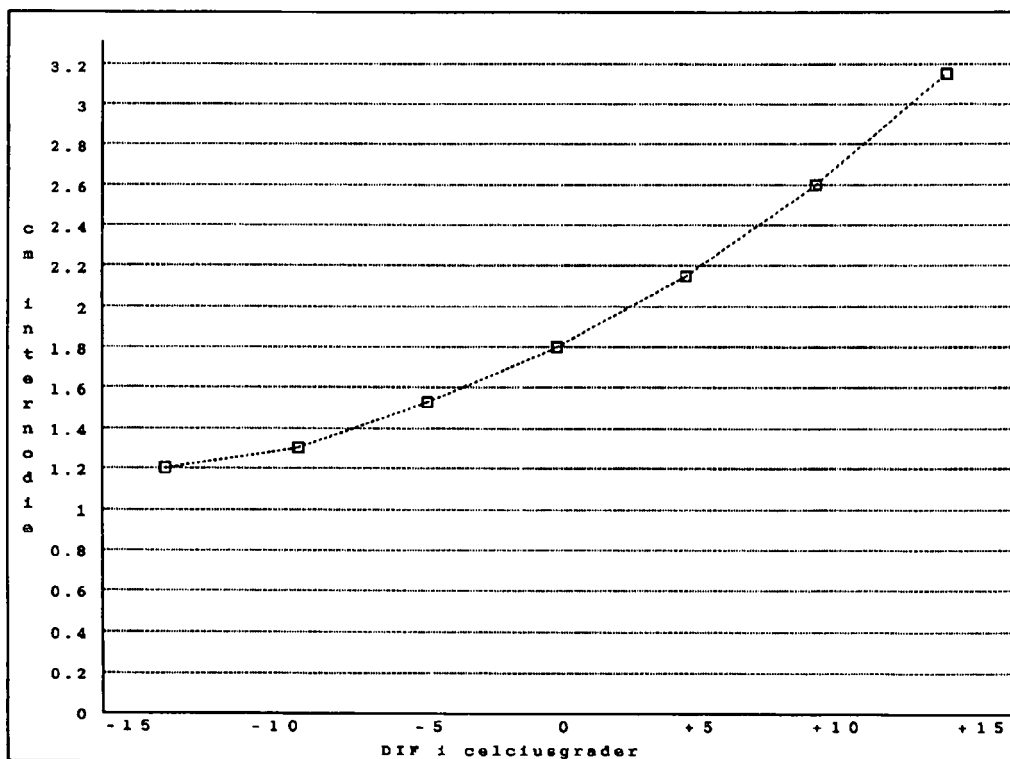


Fig. 3. Virkningen af DIF på *Euphorbia pulcherrima* (julestjerne, poinsettia). Plantehøjden stiger med en stigende rate, når DIF stiger. Øgningen af internodiellængden er mindre, når DIF øges fra -15 til 0, end når DIF øges fra 0 til +15.

kvalitet. Desuden nogle få dyrkningsmæssige og økonomiske overvejelser. Dispositionen vil være:

Virkning af:

- Gennemsnitstemperatur
- Dagtemperatur alene
- Nattemperatur alene
- Positiv DIF alene
- Neutral DIF alene
- Negativ DIF alene

Virkning på:

- Internodiellængde
- Plantehøjde
- Antal sideskud
- Antal blomster
- Blomstertilklangde
- Blomstørrelse
- Bladlængde
- Bladbredde
- Bladflade
- Bladorientering
- Fotosyntese
- Respiration
- Friskvægt
- Tørvægt
- Plantekvalitet
- Kompakthed
- Produktionstid
- Energiforbrug

Gennemsnitstemperatur

Internodiellængde

En døgn gennemsnitstemperatur kan være resultat af samme temperatur døgnnet rundt med afvigelser, som der regnes gennemsnit på. I så fald er der tale om neutral DIF.

En gennemsnitstemperatur kan også være resultat af et negativ DIF eller et positiv DIF program med indregning af varigheden af dag og nat. Også her med indregning af afvigelser fra de fastsatte sætværdier.

En gennemsnitstemperatur kan være resultatet af små eller store udsving fra en middelværdi. Udsvingene kan være resultat af en forud fastsat lille eller stor DIF, eller uønskede udsving som følge af mangelfuldt udstyr til klimaregulering. Stor påvirkning fra udeklimaet kan give store, uønskede udsving.

I det foreliggende litteraturmateriale kan man finde eksempler på, at stigende gennemsnitstemperatur øger internodiellængden, men der er også

eksempler på det modsatte. Der er to oplagte muligheder for at forstå det. Den ene er, at arter reagerer forskelligt. Det er en reel mulighed, og hvis det er tilfældet, må man konstatere, at det ikke er muligt at sige noget generelt. Den anden mulighed er, at oplysningerne stammer fra temperaturområder, der ligger på hver sin side af optimum.

Kortere internodier ved stigende temperatur er fundet i *Dianthus* (Blake & Spencer 1958), *Dendranthema* (Vince & Mason 1959), *Epipremnum* og *Ficus benjamina* (Andersen 1990). I forsøget med *Dendranthema* blev der holdt en ekstremt lav nattemperatur på 10°C.

Det kan have sat andre mekanismer i gang. Det kan have været en impuls til rosetdannelse, hvilket kan forklare kortere internodier ved lavt temperaturgennemsnit.

Længere internodier ved stigende temperatur er fundet i *Dendranthema* (Cockshull et al. 1981 og Karlsson et al. 1989), i *Lilium* (Erwin et al. 1989), i *Ficus elastica* og *Codiaeum* (Andersen 1990). I tilfældet med *Codiaeum* var der tale om et eksempel på stigende internodiellængde i området 21-29°C og faldende internodiellængde ved temperaturer derudover.

Man må konkludere, at der ikke kan generaliseres med hensyn til døgn gennemsnittets virkning på internodiellængden hos forskellige plantearter. Derimod er der meget, der tyder på, at de hver især har deres optimumskurve, hvor man kan finde både tiltagende og aftagende internodiellængde med stigende temperatur. Ved ekstremt lave eller ekstremt høje temperaturer dominerer andre fysiologiske processer og fører til anden form for vækst eller ligefrem skader i form af nekroser og misvækst, der påvirker internodiellængden.

Skudlængde og plantehøjde

Det generelle billede med hensyn til skudlængde er øget skudlængde med stigende gennemsnitstemperatur, når denne optræder som vækstfaktor. Dette er fundet i *Dendranthema* (Karlsson et al. 1989), *Epipremnum* (Andersen 1990), *Leptospermum* (Zieslin & Gottesman 1986). Uændret skudlængde er fundet i *Lilium* (Erwin, Heins & Karlsson 1989). Kortere skudlængde ved stigende temperatur er fundet i *Hydrangea* (Morita et al. 1980 og Shanks 1987) og i roser (Hendriks 1988 og Weidinger 1988). Hvor der er fundet kortere skudlængde ved stigende temperatur, er det nærliggende at tro, at dette skyldes tidligere blomsterdannelse, der standser væksten. I *Fuchsia* er fundet stigende skudlængde ved at øge temperaturen fra 15 til 18°C, fra 18 til 24°C var der

ingen forskel og temperaturer over 24°C førte til fald i skudlængden (Tangerås 1981).

Med hensyn til plantehøjde er billedet ikke overraskende det samme som ved skudlængde. De fleste planter reagerer med højere planter ved højere gennemsnitstemperatur. Det er fundet i *Asteriscus* (Schlüssler 1990), *Begonia* (Hendriks 1988), *Dieffenbachia* (Poole & Conovor 1986, Zieslin & Yogeve 1987, Hendriks 1989), *Euphorbia poinsettia* (Tangerås 1981).

Nogle planter reagerer ikke. Det gælder f.eks. *Aglaonema* (Poole & Conovor 1981), *Chrysalidocarpus* (Andersen 1990) og *Lilium* (Erwin et al. 1987). *Nematanthus* synes at have nået optimum allerede ved 21°C (Lørsen & Mortensen 1987).

Sideskud

Antallet af sideskud som funktion af døgnets gennemsnitstemperatur ser ud til at være arts-specifikt, eller også er der tale om stigning og fald omkring et optimum, som ikke er undersøgt i fuld udstrækning i de fleste forsøg.

Stigende antal sideskud med stigende temperatur er fundet i *Begonia* (Hendriks 1988), *Dieffenbachia* (Zieslin & Yogeve 1987, Hendriks 1989) og *Kalanchoë* (Larsen og Mortensen 1987).

Faldende antal sideskud med stigende temperatur er fundet i *Codiaeum* (Zieslin et al. 1987), *Dianthus* (Moe 1983) og *Petunia* (Kaczperski et al. 1988).

Uændret eller stigende og faldende antal sideskud, afhængigt af temperaturniveauet er fundet i *Euphorbia poinsettia* (Hendriks og Scharpf (1985) og *Rosa* (Weidinger 1988, Hendriks 1988).

Blomsterantal

Det dominerende billede er et stigende antal blomster med stigende temperatur. Det er fundet i *Anthurium*, *Begonia*, *Dahlia*, *Dianthus* og *Petunia*. En undtagelse er *Rosa*, hvor der er noteret færre, blomstrende skud og færre blomster pr. skud ved stigende temperatur.

Bladlængde

Det generelle er kortere bladlængde ved stigende temperatur. Det er fundet i *Hydrangea* og *Lilium*, mens der i *Anthurium* er fundet et optimum ved 18°C.

Bladorientering

Bladene bliver mere oprette med stigende gennemsnitstemperatur, hvilket er fundet i *Fuchsia* og *Lilium*.

Bladudfoldelse

I *Dendranthema* er fundet, at bladudfoldelse er styret af gennemsnitstemperaturen mere end af forskellige dag/nattemperaturer.

Fotosyntese

Generel viden er, at den reelle fotosyntese (brutto) stiger med stigende temperatur op til et niveau, hvorefter den ikke stiger mere og sågar kan falde, hvis planterne bliver skadet af højere temperatur. Den tilsyneladende fotosyntese (netto) har samme reaktionsmønster, men toppunktet ligger ved en lavere temperatur, fordi den tilsyneladende fotosyntese er den reelle fotosyntese minus respirationen.

Respiration (ånding)

Som alle enzymkatalyserede processer stiger respirationen med stigende temperatur og når sit toppunkt ved den temperatur, hvor enzymerne ødelægges.

Friskvægt

Friskvægt er et resultat af nettofotosyntese samt vand og næringsoptagelse. I det foreliggende materiale er der eksempler på stigende friskvægt med stigende gennemsnitstemperatur. Eksemplerne er *Dieffenbachia* og *Ficus*.

Tørvægt

Tørvægt er et resultat af nettofotosyntese og næringsoptagelse.

I det foreliggende materiale er der eksempler på stigende tørvægt ved stigende gennemsnitstemperatur, men som altid må man regne med, at det, der ses på, er et sted på en optimumskurve. Hvis respirationen overstiger nettofotosyntesen på grund af for høj temperatur under de givne lysforhold, vil der blive tale om faldende tørvægt med stigende temperatur. Et eksempel på stigende tørvægt med stigende temperatur kan ses under *Euphorbia pulcherrima*.

Plantekvalitet (ydre, visuel)

De forskellige plantearter har tydeligvis hver deres optimumsområde, hvor planterne er normale og gode, og også hver deres nedre og øvre grænser, hvor overskridelse fører til misdannelser og kloroser. I det foreliggende materiale er der eksempler inden for *Anthurium*, hvor optimum var 22°C og grænserne 18 og 24°C. *Epipremnum*, hvor planterne i et forsøg blev bedst ved den højeste temperatur, der blev prøvet, nemlig 21°C, medens plantekvaliteten

i et andet forsøg blev god nok op til 29°C, men ikke ved 33°C. *Passiflora* har nedre grænse ved 18°C.

Kompakthed

Med hensyn til kompakthed synes det helt generelt, at kompaktheden stiger med stigende gennemsnitstemperatur. Dette er fundet i *Asteriscus*, *Epipremnum*, *Hibiscus* og *Nematanthus*. *Pelargonium* er muligvis en undtagelse.

Produktionstid

De enkelte plantearter synes at have hver deres optimum. Det vil sige, at hvis temperaturen er under eller over dette område, vil kulturen blive forsinket. Med *Begonia* er noteret længere kulturtid ved natsænkning, som nedsætter gennemsnitstemperaturen. I *Dendranthema* anses 16-18°C for optimalt. I *Pelargonium* forsinkes kulturtiden meget under 15°C, medens temperaturer udover 21°C ikke fremskynder produktionstiden.

Energiforbrug

Energiforbruget pr. tidsenhed vil naturligvis stige med stigende temperatur, men det behøver ikke betyde, at høj temperatur giver højere omkostninger pr. produceret potteplanteenhed. Det kan være, at hurtigere produktionstid mere end kompenserer for udgifterne til det højere temperaturniveau. Materialet her giver ikke mulighed for at generalisere.

Dagtemperatur alene

Stigende dagtemperatur fører i mange planter til længere skud. Det er fundet i *Campanula*, *Dendranthema*, *Euphorbia*, *Lilium*, *Pelargonium* og *Petunia*. Længere internodier er målt i *Lilium* og *Petunia*. I *Fuchsia* er i et forsøg fundet virkning af dagtemperatur på strækningsvæksten i området 12-24°C. I et andet forsøg fandtes ingen virkning i området 15-27°C.

Tidligere blomstring med stigende dagtemperatur er fundet i *Dendranthema*. Færre sideskud, fremmet løvvækst og ringere kvalitet i *Petunia* samt opbøjning af bladene i *Lilium* er fundet som funktion af stigende dagtemperatur uafhængigt af nattemperatur.

Nattemperatur alene

Stigende nattemperatur uafhængigt af dagtemperatur eller gennemsnitstemperatur fører hos næsten alle planter til kortere skudlængde. Det er observeret

i *Brachysome*, *Cordyline*, *Campanula*, *Dendranthema*, *Dianthus*, *Euphorbia*, *Fuchsia*, *Lilium* og *Pelargonium*. Undtagelser er *Codiaeum* og en undersøgelse med *Euphorbia*. Det generelle er altså kortere skud ved stigende nattemperatur.

Stigende nattemperatur kan endvidere have følgende virkninger:

Mindre blade, hvilket er fundet i *Anthurium* og *Primula*. Større antal blade, som er fundet i *Dianthus* og *Primula*. Flere blomster, *Primula*. Muligvis fremskyndet blomsterdannelse og/eller udvikling, *Dendranthema* og *Petunia*. Flere sideskud, *Dendranthema*, *Dieffenbachia*, men begrænsning af deres vækst, *Fuchsia*. Høj nattemperatur kan give lyse blade og deformiteter, *Anthurium*.

Neutral DIF

Internodiellængde

Stigende neutral DIF vil sige højere temperatur med samme temperatur dag og nat (stigende gennemsnitstemperatur). I litteraturen er der eksempler på både kortere og længere internodier med stigende neutral DIF. Kortere internodier er fundet i *Dianthus*, *Epipremnum* og *Ficus benjamina*. Længere internodier er fundet i *Codiaeum*, *Dendranthema*, *Ficus elastica* og *Lilium longiflorum*. I *Codiaeum* er påvist længere internodier i området 21-29°C og kortere internodier ved 33°C.

Plantehøjde

Stigende neutral DIF kan give både kortere, længere eller samme plantehøjde afhængigt af plantearten. Uændret plantehøjde er fundet i *Aglaonema*, *Chrysalidocarpus* og *Lilium*. Større plantehøjde er fundet i *Begonia*, *Dendranthema* og *Dieffenbachia*. Lavere plantehøjde er fundet i *Dahlia* og *Hydrangea*.

Antal sideskud

Stigende neutral DIF kan resultere i flere eller færre sideskud. Flere er fundet i *Begonia*, *Dahlia*, *Dieffenbachia* og *Kalanchoë*. Færre er fundet i *Codiaeum* og *Dianthus*.

Blomster

Stigende neutral DIF kan føre til tidligere blomstring, som fundet i *Dahlia* og *Dendranthema*. Formentlig har selve blomsterdannelsen et optimumsområde, medens udviklingen har et andet optimumsområde. Mindre skærmdiameter er fundet hos *Hydrangea*, og lidt kortere blomsterlængde er fundet hos *Lilium*.

Blade

Generelt kan man sige, at stigende neutral DIF (stigende gennemsnitstemperatur) normalt vil føre til flere blade. Det er fundet i *Dendranthema*, *Dianthus*, *Dieffenbachia*, *Ficus benjamina* og *Ficus elastica*. Bladenes størrelse og form følger en optimumskurve, hvor de bliver små under optimum, større med stigende temperatur inden for et temperaturområde, og små, når temperaturene overstiger optimumsområdet. Eksempler er *Anthurium*, *Begonia*, *Codiaeum*, *Dieffenbachia* og *Nephrolepis*. Høje temperaturer i nærheden af, eller over optimum kan føre til misdannelser, mindre broget bladtegning, nekroser, bleg og hvidlig bladfarve, aflang bladform, kortere bladlængde. Eksempler på det er fundet i *Anthurium*, *Dieffenbachia*, *Epipremnum*, *Ficus* og *Hydrangea*.

Bladorienteringen går fra nedadrettet mod vandret ved stigende neutral DIF, hvilket er observeret i *Ficus elastica* og *Lilium*.

Plantekvalitet

Plantekvaliteten ved stigende neutral DIF udviser en typisk optimumskurve, godt illustreret ved f.eks. *Anthurium*, der giver optimal plantekvalitet ved 22°C og stærkt forringet kvalitet, når temperaturen går ud over grænserne, som her er 18 og 24°C.

For andre kulturer er observerede øvre grænser følgende: *Cyclamen* bedst ved 14/14, *Codiaeum* 29, *Epipremnum* 27 eller 29, *Ficus benjamina* og *Ficus elastica* 27-29, *Petunia* 15 og *Radermachera* 21°C.

Produktionstid

Generelt kan man sige, at inden for det temperaturområde, hvor vækst, bladdannelse og bladudvikling, blomsterdannelse og blomsterudvikling fremmes af højere temperatur, vil stigende neutral DIF give kortere produktionstid.

Energiforbrug

Alt andet lige vil stigende neutral DIF give større energiforbrug.

Negativ, neutral og positiv DIF

Internodiellængde

Virkningen af negativ DIF i forhold til positiv DIF på internodiellængden er undersøgt i *Aster*, *Codiaeum*, *Dendranthema*, *Dianthus*, *Euphorbia pulcherrima*, *Epipremnum*, *Ficus benjamina*, *Hedera*, *Lilium longiflorum* og *Petunia*. I alle tilfælde

er virkningen den, at negativ DIF giver kortere internodier end neutral DIF eller positiv DIF.

Plantehøjde

Det generelle billede er, at plantehøjden bliver lavere ved negativ DIF sammenlignet med neutral DIF, og virkningen er større, når der sammenlignes med positiv DIF. Det er påvist i *Begonia*, *Coleus*, *Cordylina*, *Campanula*, *Chrysanthemum frutescens*, *Dendranthema*, *Euphorbia pulcherrima*, *Fuchsia*, *Hydrangea*, *Lilium longiflorum*, *Pelargonium*, *Rosa*, *Salvia* og *Senecio*. En undtagelse er *Dieffenbachia*. Hos disse plantearter er det generelle billede, at virkningen er større, jo større forskellen mellem dagtemperaturen og nattemperaturen er.

I nogle forsøg har temperaturdøgngennemsnittet været det samme, medens DIF har været varieret. Her ses den rene DIF-virkning. Det gælder for eksempel forsøg med *Begonia*, *Chrysanthemum frutescens*, *Dendranthema*, *Euphorbia pulcherrima*, *Lilium longiflorum* og *Rosa*. I andre forsøg har der været tale om natsænkning, som udløser en positiv DIF, men også en lavere døgngennemsnits-temperatur. Det gælder for eksempel forsøg med *Coleus*, *Cordylina*, *Dendranthema*, *Euphorbia pulcherrima* og *Hydrangea*. Nogle planter viser sig at reagere kun lidt eller slet ikke med hensyn til plantehøjden. Det gælder for eksempel *Aglaonema*, *Aphelandra*, *Ficus elastica*, *Kalanchoë*, *Narcissus*, *Radermachera* og *Tulipa*.

Antal sideskud

Generelt synes døgngennemsnittet at være af større betydning for antallet af sideskud end positiv eller negativ DIF. Flere sideskud med negativ DIF i forhold til positiv DIF ved samme gennemsnits-temperatur er observeret i *Dendranthema* og *Rosa*. Der mangler viden på dette felt.

Blomsterantal, størrelse og blomsterstilk-længde

I undersøgelser, hvor temperaturdøgngennemsnittet har været det samme, har negativ DIF i forhold til neutral eller positiv DIF givet følgende virkninger: Flere blomsterstilke i *Anthurium*, tidligere blomstring i *Campanula* og *Passiflora*, kortere stilke i *Saintpaulia*. Både negativ og positiv DIF har forsinket blomstringen i *Dendranthema* og *Fuchsia* på grund af, at man med DIF kommer bort fra optimaltemperaturen. I andre plantearter, som for eksempel *Lilium longiflorum*, *Pelargonium* og *Petunia*, er indtrykket, at det mere er døgngennemsnit-

ted, der bestemmer hastighed og mængde af blomsterdannelse, end det er graden af DIF.

Bladlængde, bladbredde, bladflade og bladorientering

Kortere blade ved negativ DIF er observeret i *Anthurium*, *Lilium longiflorum*, *Primula* og *Saintpaulia*. Mindre bladflade ved negativ DIF er målt i *Begonia*, *Primula* og *Saintpaulia*. I *Epipremnum* noteret lysere bladfarve og flere nekroser ved negativ DIF, og i *Lilium* er fundet klorose og gulfarvning ved negativ DIF. Det kan dog hurtigt rettes op med kort tids neutral eller positiv DIF. Generelt kan man sige, at både negativ og positiv DIF kan give skader, når temperaturerne bliver ekstreme på begge sider af plantens normale optimum. Andre virkninger kan være nedadrettede blade ved negativ DIF og oprette blade ved positiv DIF.

Fotosyntese og ånding

I *Euphorbia pulcherrima* er der fundet stigende tørstofproduktion ved stigende positiv DIF i forhold til negativ DIF, og det formodes at hænge sammen med højere fotosyntese ved højere dagtemperatur kombineret med lavere ånding om natten ved positiv DIF.

Friskvægt og tørvægt

Med hensyn til friskvægt synes denne at afhænge meget af, hvor temperaturen er i forhold til plantens optimum. I *Lilium longiflorum* er der ikke observeret forskel på grund af DIF. I *Dieffenbachia* er noteret største friskvægt ved højest prøvede temperatur, i et forsøg 18°C og i et andet forsøg 27°C. I *Ficus* er fundet lavere friskvægt ved natsænkning (+DIF), men det kan også skyldes lavere gennemsnitstemperatur over døgnet.

Det generelle omkring tørvægt er stigende tørvægt med stigende positiv DIF. Det er fundet i *Cordyline*, *Euphorbia pulcherrima* og *Lilium longiflorum*. I andre arter er fundet planteartsspecifikke temperaturoptima. For eksempel i *Dieffenbachia*, *Ficus benjamina*, *Ficus elastica*, *Hedera*, *Epipremnum* og *Nephrolepis*.

Plantekvalitet

Det generelle indtryk er, at negativ DIF giver bedre visuel plantekvalitet end neutral eller positiv DIF. I *Begonia* og *Hedera* er ikke fundet nogen forskel. I *Cyclamen* er fundet bedste kvalitet ved neutral DIF. I *Campanula*, *Hibiscus*, *Kalanchoë*, *Passiflora*, *Pelargonium*, *Petunia* og *Rosa* er fundet bedre kvalitet ved negativ DIF. I andre plantearter er der

tale om temperaturoptima. Det gælder for eksempel *Epipremnum* og *Radermachera*, og i *Primula* er fundet gode, men meget forskellige kvaliteter ved henholdsvis negativ og positiv DIF.

Kompakthed

Det altdominerende billede er, at lille DIF giver mere kompakte planter end stor DIF, uanset om temperaturforskellene er udtrykt som mindre størrelse af DIF eller reel negativ DIF. Dette er fundet i *Asteriscus*, *Cordyline*, *Campanula*, *Cyclamen*, *Epipremnum*, *Hibiscus*, *Impatiens*, *Kalanchoë*, *Nemathanthus*, *Passiflora*, *Pelargonium*, *Primula*, *Rosa* og *Senecio*.

Produktionstid

Det generelle er, at produktionstiden forlænges lidt, når der anvendes DIF, specielt negativ DIF. Dette er fundet i *Dendranthema*, *Hedera*, *Petunia* og *Rosa*, og det er vel ikke så mærkeligt, da man fjerner sig fra en optimal gennemsnitstemperatur en del af døgnet, eller måske i to perioder af hele døgnet. I *Pelargonium* synes afvigelser fra neutral DIF at give kortere produktionstid. For *Pelargonium* menes, at gennemsnitstemperaturen betyder mere for produktionshastigheden end DIF. Der er dog også eksempler på, at produktionstiden er kortere ved negativ DIF end ved positiv DIF. Det er observeret i *Kalanchoë* og *Saintpaulia*.

Energiforbrug

Energiforholdene kan vurderes på mange måder. Tidligere har der været spekulationer og beregninger over, hvad der kunne spares ved at bruge natsænkning, altså positiv DIF uden samme gennemsnitstemperatur. Det fører som regel til længere kulturtid, men også energibesparelse og ændret plantevækst i form af højere planter, hvilket kan tolkes som større vækst og altså et gode. Eksempler på sådanne overvejelser kan findes under *Begonia*, *Dendranthema*, *Dieffenbachia*, *Ficus*, *Pelargonium* og *Rosa*.

Hvis målet er kompakte planter, og det søges opnået med højere nattemperatur end dagtemperatur, er både mål og midler de stik modsatte. Hvis man gårud fra, at der anvendes energibesparende gardiner og færre vækstretarderende midler, kan regnestykket godt blive positivt for brug af negativ DIF. Det er der beskrevet eksempler på under *Begonia*, *Dendranthema*, *Hedera*, *Kalanchoë*, *Ficus* og *Lilium longiflorum*. Det generelle billede er, at hvis man ikke bruger energigardiner, vil brug af højere nattemperatur end dagtemperatur være dyrere end det

omvendte eller samme dag- og nattemperatur. Hvis man bruger energigardiner om natten, kan det være billigere at bruge negativ DIF end at bruge neutral eller positiv DIF. Dog må det tilføjes, at hvis man bruger energigardiner og tillader ventilation om morgenen for at fremprovokere et temperaturfald til en lavere dagtemperatur, så vil det være dyrere pr. produceret potteplanteenhed at bruge negativ DIF end neutral eller positiv DIF.

Manglende viden

Efter denne gennemgang af, hvad der vides om virkningen af DIF på forskellige potteplanter, fremgår det, at der mangler en hel del viden. På det praktiske plan mangler der viden om, hvor på natten DIF har størst virkning, hvor lang tid den høje nattemperatur skal holdes. Der mangler også viden om, hvad der betyder mest for virkningen: graden af DIF eller varigheden af den. Det er heller ikke fuldt ud klart, om det er brat temperaturstigning eller brat temperaturfald, som giver virkningen af DIF mere end en højere temperatursum om natten end om dagen. Mange potteplantearters reaktion på DIF er ikke kendt. Endelig er vekselvirkningen med andre klimafaktorer, som for eksempel lysintensitet, lyskvalitet og daglængde, ikke tilstrækkeligt kendt.

Endvidere mangler der megen grundlæggende viden om strækningsvækst som sådan.

Litteratur

- Amsen, M.G. (1988). Effekstudjævning 1987-88. Energiministeriets Forskningsudvalg for produktion og fordeling af el og varme. Sektion for Gartneriteknik, DK-Årlev 1988.
- Amsen, M.G., Jacobsen, L.H. & Brøndum, J.J. 1990. Negative DIF: The effect of temperature drop prior to daybreak on internode length of young tomato seedlings. Report no. 2104, Tidsskr. Planteavl 94:503-506.
- Andersen, H. 1988. Høj nattemperatur til potteplanter. Gartner Tidende 104(44), 1192-1193.
- Andersen, H. 1990. Personlig kommunikation.
- Anderson, N.O. 1987. Reclassifications of the Genus *Chrysanthemum* L. HortScience 22(2), 313.
- Anon. 1990. Growers on DIF. Part II: Hands-on experience from half dozen leading growers. Greenhouse Growers 8(3), 66-74.
- Armitage, A.M. and Billingsley, J.W. 1983. Influence of Warm Night Temperatures on Growth and Flowering of *Primula x polyanthus*. HortScience 18(6), 882-883.
- Atherton, J.G. 1987. Manipulation of Flowering. Butterworths, London 1987.
- Ball, V. 1988. Day/night temperature combinations can hold plug height. Grower Talks 52(8), 86.
- Balvoll, G. 1989. Vekst og utvikling av grønsaker. Landbruksforlaget Oslo 1981.
- Berhage, R.D. and Heins, R.D. 1991. Quantification of temperature effects on stem elongation in *Poinsettia*. J.Amer.Soc.Hort.Sci. 116(1), 14-18.
- Biermann, W. 1988. Unterschiedliche Tag- und Nachttemperaturen bei *Cyclamen*. Gb+Gw 88(4), 156-160.
- Blake, J. and Spencer, R. 1958. The Influence of Temperature during the Light and Dark Periods on the Growth and Flowering of the Carnation. Rep. XV Int.Hort.Congr. 2, 412-422.
- Bonaminio, V.P. & Larson, R.A. 1980. Influence of Reduced Night Temperatures on Growth and Flowering of 'May Shoesmith' *Chrysanthemums*. J.Amer.Soc.Hort.Sci. 105(1), 9-11.
- Carlson, H. and Heins, R. 1990. Get the plant height you want with graphical tracking. Grower Talks 53(9), 62-68.
- Cathey, H.M. 1955. Temperature guide to *Chrysanthemum* varieties. Bull.N.Y.St.Flower Grs. 119.I.
- Christensson, H. 1991. Temperaturretardering av utplanteringsväxter. Fakta/trädgård Nr. 870. Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Cockshull, D.E., Hand, D.W. and Langton, F.A. 1981. The effects of day and night temperature on flower initiation and development in *Chrysanthemum*. Acta Horticulturae 125, 101-110.
- de Lint, P.J.A.L. 1978. The effects of environmental factors on the growth and development of glasshouse crops. Ann. Rep. Glasshouse Crops Res. Exp. Stn., Naaldwijk, 1977.
- Erwin, E., Heins, R.D., Karlsson, M., Berhage, R., Carlson, W. and Biernbaum, J. 1987. The basics on Easter lilies: Light and temperature. Grower Talks 51(7), 84-86, 88, 90.
- Erwin, H.J., Berhage, R., Karlsson, M., Bierbaum, J. and Carlson, W. 1988. Use Temperature to Control Plant Height. Greenhouse Grower 6(9), 32, 34-37.
- Erwin, J., Heins, R., Berhage, R., Karlsson, M., Carlson, W. & Biernbaum, J. 1988. Why grow plants with warmer nights. Grower Talks 51(12), 48-50, 52, 54, 56, 58.

- Erwin, J.E. and Heins, R.D. 1988. Effect of diurnal temperature fluctuations on stem elongation circadian rhythms. *HortScience* 23(3), 164.
- Erwin, E., Heins, R.D., Berhage, R., Kovanda, B.J., Carlson, W.H. and Biernbaum, J. 1989. Cool mornings can control plant height. *Grower Talks* 52(9), 73-74.
- Erwin, J.E., Heins, R.D., Carlson, W.H. and Biernbaum, J. 1989. Do cool days/warm nights work with plugs? You bet! *Grower Talks* 52(11), 46,48-50,52.
- Erwin, J.E., Heins, R.D. and Karlsson, M.G. 1989. Thermomorphogenesis in *Lilium longiflorum*. *Amer.J.Bot.* 76(1), 47-52.
- Griffith, M. and McIntyre, H.C.H. 1989. Use of Low Night Temperature and Supplemental Light to Produce Potted Chrysanthemums in Alaska. *Agroborealis* 21(1), 12-17.
- Heins, R.D. 1990. Choosing the Best Temperature for Growth and Flowering. How Temperature Affects Plant Response. *Greenhouse Grower* 8(4), 56-64.
- Heins, R.D. and Carlson, W.H. 1990. Understanding and Applying Graphical Tracking. A Road Map for Growth. *Greenhouse Grower* 8(5), 73-77.
- Heins, R. & Erwin, J. 1990. Understanding & applying DIF. *Greenhouse Grower* 8(2), 73-78.
- Hendriks, L. und Scharpf, H.C. 1984. Pelargonien kommen mit 16°C Tagesmittel-Temperatur aus. *Gb+Gw* 84(29), 702-704.
- Hendriks, L. und Scharpf, H.C. 1985. Nachtabsenkung bei Topf Chrysanthemen - lieber nicht. *Gb + Gw* 85(36), 1362-1363.
- Hendriks, L. & Scharpf, H.C. 1985. Nachts schlafen die Pflanzen nicht. Zur Temperaturreaktion von Poinsettien. *Gb+Gw* 85(38), 1434-1436.
- Hendriks, L. und Biermann, W. 1987. Kürzere Kulturzeiten bei Saintpaulien. *Deutscher Gartenbau* 41(14), 832-836.
- Hendriks, L. 1988. Kultursteuerung von Elatior-Begonien. *Gb+Gw* 88(45), 1988-1992.
- Hendriks, L. 1988. Nach Nizza - der Topfrosen wegen. *Taspo* 122(14), 7.
- Hendriks, L. 1989. Höhenkontrolle ohne Hemmstoffe? *Gb+Gw* 89(10), 483-486.
- Hendriks, L. 1989. Dieffenbachien: Qualität bei mittleren Temperaturen. *Taspo* 123(9), 9.
- Hendriks, L. 1989. Steuern statt stauchen - Temperatur und Licht beeinflussen das Wachstum. *Taspo* 123(38), 4.
- Hendriks, L. und Weimann, G. 1989. 22 Grad sorgen bei Anthurien für zügiges Wachstum. *Taspa* 123(9), 9.
- Jacobsen, L.H., Adriansen, E., Amsen, M.G. & Nielsen, O.F. 1989. The response of pot plants to reduction of energy consumption peaks in greenhouses. *Danish Journal of Plant and Soil Science* 93, 37-43.
- Jacobsen, L.H., Amsen, M.G. & Nielsen, O.F. 1991. The response of short day plants to negative DIF. *Tidsskr. Planteavl.* In press.
- Jensen, H.E.K. 1983. Effects of carbon dioxide supplementation and date of cut back on yield and economy of glasshouse roses, *Rosa L.* *Tidsskrift for Planteavl* 87, 153-166.
- Jensen, H.E.K. 1990. Formning af pottedplanter med temperatur-DIF. *Gartner Tidende* 106(39), 1070-1072.
- Kaczperski, M.P., Carlson, W.H., Heins, R.D. and Biernbaum, J. 1988. Petunias designed by cool days/warm nights. *Grower Talks* 52(1), 37-39.
- Karlsson, M.G., Heins, R.D., Erwin, J.E., Berhage, R.D., Carlson, W.H. and Biernbaum, J.A. 1989. Temperature and Photosynthetic Photon Flux Influence *Chrysanthemum* Shoot Development and Flower Initiation under Short-day Conditions. *J.Amer.Soc.Hort.Sci.* 114(1), 158-163.
- Larsen, G. og Mortensen, L.M. 1987. Forsøk med høye temperaturer til grønplanter. *Gartneryrket* 77(28), 643.
- LM. Liste over standardiserede plantenavne. 3. udgave. Landbrugsministeriet, Plantedirektoratet, Afdeling for Gartneri, Skovbrynet 20, DK-2800 Lyngby.
- Moe, R. 1983. Temperature and daylength responses in *Dianthus carthusianorum* cv. Napoleon III. *Acta Horticulturae* 141, 165-171.
- Moe, R. 1985. Virkning av dag- og nattemperatur og vekstregulatorer på strekningsvekst og blomstring hos *Campanula isophylla*. NJF-Utdredning/Rapport No. 22, 59-74.
- Moe, R. 1988. Regulering av strekningsvekst, bryting og blomstring ved hjelp av temperatur og lyskvalitet. NJF-Utdredning/Rapport No. 48, 35-50.
- Moe, R. & Heins, R. 1989. Control of plant morphogenesis and flowering by light quality and temperature. *Acta Hortic.*
- Moe, R. 1989. Differansen mellom dag- og nattemperatur kontrollerer plantehøyden i veksthuskulturene. *Gartneryrket* 79(7), 26-28.
- Moe, R. 1990. Effect of day and night temperature alternations and of plant growth regulators on stem elongation and flowering of the long-day plant *Campanula isophylla* Moretti. *Scientia Horticulturae* 43, 291-305.

- Moe, R. 1990. Vekstrytmer i plantene blir regulert av temperatur og lys. *Gartneryrket* 80(15), 25-27.
- Moe, R. 1990. Regulering av strekningsvekst og blomstring ved temperatur og lyskvalitet. NJF seminar 172. Från Växtreaktioner till Tillväxtmodeller. Juni 1990, Yttermark, Finland.
- Morita, M., Iwamoto, S. and Higuchi, H. 1980. Interrelated Effect between Thermo- and Photoperiodism on Growth and Development of Ornamental Woody Plants. V. Modification of Photoperiodic Response to Temperature Treatment in *Hydrangea*. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 48(4), 488-494.
- Mortensen, L.M. and Moe, R. 1987. Effect of Fluctuating Temperature on Growth and Flowering of *Chrysanthemum x morifolium* Ramat. *Gartenbauwissenschaft* 52(6), 260-263.
- Mortensen, L.M. and Larsen, G. 1989. Effects of temperature on growth of six foliage plants. *Scientia Horticulturae* 39, 149-159.
- Moustafa, A.T. & Morgan, J.V. 1981. The effects of root zone warming and low night temperature on the growth and quality of spray chrysanthemums in nutrient solution culture. *Acta Horticulturae* 125, 133-140.
- Parups, E.V. 1978. *Chrysanthemum* Growth at Cool Night Temperature. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 103(6), 839-842.
- Pedersen, A. 1945. Nordisk Illustreret Havebrugsleksikon. G.E.C. Gads forlag, København.
- Poole, R.T. & Conover, C.A. 1981. Growth response of foliage plants to night and water temperatures. *HortScience* 16(1), 81-82.
- Poole, R.T. and Conover, C.A. 1986. Growth of Foliage Plants at Infrequent Low Night Temperatures. *Foliage Digest* 9(2), 7-8.
- Scharpf, H.C. 1987. Versuchsberichte Zierpflanzenbau. Landwirtschaftskammer Hannover, Lehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau, Ahlem 1987, 31-36.
- Schüssler, H.K. 1987. Tillväxtregulering av *Fuchsia x hybrida* med hjälp av olika temperaturer. Fakta/trädgård Nr. 479. Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Schüssler, H.K. 1989. Erfarenheter med sticklingsföroökade dahlior vid olika natterperaturer. Trädgård-Fakta, Sveriges Lantbruksuniversitet Nr. 673: 4 pp.
- Schüssler, H.K. 1989. Alternativa retarderingsmetoder för *Brachyscome multifida*. Trädgård-Fakta Nr. 692: 4 pp.
- Schüssler, H.K. 1990. *Asteriscus maritimus*. Alternativ retardering. Temperaturbehandling av moderplantor. Trädgård-fakta, Sveriges Lantbruksuniversitet Nr. 812.
- Searle, S.A. and Machin, B.J. 1962. *Chrysanthemums The Year Round*. Second Ed. Blanford Press Ltd. London. 304 pp.
- Senecal, M., Dansereau, B. and Paquin, R. 1989. Fertilization and night temperature effects on growth and carbohydrate status of *Poinsettia*. *Can. J. Plant Sci.* 69, 347-349.
- Serra, G. & Carrai, C. 1988. Effect of prolonged temperature in night-time and different levels of night temperature on growth of *Cordyline* „Lord Robertson“. *Acta Horticulturae* No. 229, 393-398.
- Shanks, J.B. 1987. Development of ornamental crops under split night temperatures. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112(4), 651-657.
- Tangerås, H. 1979. Modifying effects of ancymidol and gibberellins on temperature induced elongation in *Fuchsia x hybrida*. *Acta Horticulturae* 91, 411-417.
- Tangerås, H. 1981. Vekst og blomstring hos nokre veksthuskulturar ved ulike kombinasjonar av dag- og natterperaturen. Dr. scient. afhandling, Ås-NLH, november 1981. 126 pp.
- Vince, D. & Mason, D.T. 1959. Low temperature effects on internode extension in *Chrysanthemum morifolium*. *J. Hort. Sci.* 34, 199-209.
- Weidinger, G. 1988. Temperaturführung bei Topfrosen. *Gb+Gw* 88(19), 810.
- White, J.W. and Warrington, I.J. 1984. Effects of Split-night Temperatures, Light and Chloromequat on Growth and Carbohydrate Status of *Pelargonium x hortorum*. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 109(4), 458-46.
- Zander, R. 1984. Handwörterbuch der Pflanzennamen. 13. Aufl., Ulmer, Stuttgart.
- Zieslin, N., Khayat, E. & Yogev, S. 1987. Response of Potted Plants of Tropical Origin to Changes in the Night Temperature Regime. *Scientia Horticulturae* 33, 299-305.
- Zieslin, N. and Tsujita, M.J. 1988. Regulation of Stem Elongation of Lilies by Temperature and the Effect of Gibberellin. *Scientia Horticulturae* 37, 165-169.
- Zimmer, K. 1983a. Temperaturuntersuchungen an Chrysanthemen (I). Temperaturänderungen während der Dunkelperiode. *Deutscher Gartenbau* 37(9), 390-92.
- Zimmer, K. 1983b. Temperaturuntersuchungen an Chrysanthemen (I). Einfluss der Natterperatur im Langtag vor dem Kurztag. *Deutscher Gartenbau* 37(10), 448-54.
- Ørnstrup, H. 1991. Privat kommunikation.

Afdelinger m.v. under Statens Planteavlsforsøg

Direktionen

Direktionssekretariatet, Skovbrynet 18, 2800 Lyngby	45 93 09 99
Informationstjenesten, Skovbrynet 18, 2800 Lyngby	45 93 09 99
Afdeling for Biometri og informatik, Lottenborgvej 24, 2800 Lyngby	45 93 09 99

Landbrugscentret

Centerledelse, Fagligt Sekretariat, Forskningscenter Foulum, Postbox 23, 8830 Tjele ...	86 65 25 00
Afdeling for Grovfoder og Kartofler, Forskningscenter Foulum, Postboks 21, 8830 Tjele ..	86 65 25 00
Afdeling for Industriplanter og Froavl, Ledreborg Allé 100, 4000 Roskilde	42 36 18 11
Afdeling for Sortsafprøvning, Teglværksvej 10, Tystofte, 4230 Skælskør	53 59 61 41
Afdeling for Kulturteknik, Flensborgvej 22, Jydevad, 6360 Tinglev	74 64 83 16
Afdeling for Jordbiologi og -kemi, Lottenborgvej 24, 2800 Lyngby	45 93 09 99
Afdeling for Planteernæring og -fysiologi, Vejenvej 55, Askov, 6600 Vejen	75 36 02 77
Afdeling for Jordbrugsmeteorologi, Forskningscenter Foulum, Postbox 25, 8830 Tjele ..	86 65 25 00
Afdeling for Arealdata og Kortlægning, Enghavevej 2, 7100 Vejle	75 83 23 44
Borris Forsøgsstation, Vestergade 46, 6900 Skjern	97 36 62 33
Lundgård Forsøgsstation, Kongeåvej 90, 6600 Vejen	75 36 01 33
Rønhave Forsøgsstation, Hestehave 20, 6400 Sønderborg	74 42 38 97
Silstrup Forsøgsstation, Oddesundvej 65, 7700 Thisted	97 92 15 88
Tylstrup Forsøgsstation, Forsøgsvej 30, 9382 Tylstrup	98 26 13 99
Ødum Forsøgsstation, Amdrupvej 22, 8370 Hadsten	86 98 92 44
Laboratoriet for Biavl, Lyngby, Skovbrynet 18, 2800 Lyngby	45 93 09 99
Laboratoriet for Biavl, Roskilde, Ledreborg Allé 100, 4000 Roskilde	42 36 18 11

Havebrugscentret

Centerledelse, Fagligt Sekretariat, Kirstinebjergvej 10, 5792 Årslev	65 99 17 66
Afdeling for Grønsager, Kirstinebjergvej 6, 5792 Årslev	65 99 17 66
Afdeling for Blomsterdyrkning, Kirstinebjergvej 10, 5792 Årslev	65 99 17 66
Afdeling for Frugt og Bær, Kirstinebjergvej 12, 5792 Årslev	65 99 17 66
Afdeling for Planteskoleplanter, Kirstinebjergvej 10, 5792 Årslev	65 99 17 66
Laboratoriet for Forædling og Formering, Kirstinebjergvej 10, 5792 Årslev	65 99 17 66
Laboratoriet for Gartnertechnik, Kirstinebjergvej 10, 5792 Årslev	65 99 17 66
Laboratoriet for Levnedsmiddelforskning, Kirstinebjergvej 12, 5792 Årslev	65 99 17 66

Planteværnscentret

Centerledelse, Fagligt Sekretariat, Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby	45 87 25 10
Afdeling for Plantepatologi, Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby	45 87 25 10
Afdeling for Jordbrugszoologi, Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby	45 87 25 10
Afdeling for Ukrudtsbekæmpelse, Flakkebjerg, 4200 Slagelse	53 58 63 00
Afdeling for Pesticidanalyser og Økotosikologi, Flakkebjerg, 4200 Slagelse	53 58 63 00
Bioteknologigruppen, Lottenborgvej 2, 2800 Lyngby	45 87 25 10

Centrallaboratoriet

Centrallaboratoriet, Forskningscenter Foulum, Postbox 22, 8830 Tjele	86 65 25 00
--	-------------