

Virkninger af kuldioxidtilførsel og igangsætningstidspunkter på udbytte og økonomi i væksthusrøser, *Rosa L*

Effects of carbon dioxide supplementation and date of cut back on yield and economy of glasshouse roses, Rosa L.

H. E. Kresten Jensen

Resumé

Formålet med denne undersøgelse har været at klarlægge, om det kan betale sig at tilføre kuldioxid til roser i væksthus under danske forhold. Endvidere at klarlægge, hvornår det bedst kan betale sig at ophøre med vinterhvilen og sætte roserne i gang igen, når der tages hensyn til energiomkostningerne på årsbasis.

3 år gamle planter af sorterne 'Tanbeedee' Belinda®, 'Merko' Mercedes® og 'Sweet Promise' Sonia® blev sat i gang 15. januar, 7. februar eller 1. marts og blev dyrket til 15. december med CO₂-tilførsel op til et niveau på 1000–1200 vpm¹⁾ og uden CO₂-tilførsel (330 vpm).

Virkningerne af CO₂-tilførsel var længere stilke, flere salgbare roser og en uges tidligere blomstring i florene sidst på sæsonen. Virkningen af CO₂ på antallet af salgbare roser var større ved sen igangsætning end ved tidlig igangsætning.

Friskvægt og tørvægt af blade og stængler var størst, hvor der blev tilført CO₂. Friskvægt og tørvægt faldt i løbet af sæsonen. Bladenes tørstofprocent var størst, hvor der blev tilført CO₂. Bladenes tørstofprocent aftog i løbet af sæsonen. Stilkenes tørstofprocent blev ikke ændret af CO₂-tilførsel og var jævn i løbet af sæsonen.

Den økonomiske værdi af de længere stilke og det større stilkudbytte som følge af CO₂-tilførsel oversteg i alle tilfælde omkostningerne ved CO₂-tilførsel. Det kan således betale sig at tilføre CO₂ til roser i væksthus uanset sort og igangsætningstidspunkt.

Uden tilførsel af CO₂ gav igangsætning 15. januar og 7. februar et større antal salgbare roser og en bedre økonomi end igangsætning 1. marts. Med tilførsel af CO₂ gav igangsætning 7. februar det største antal salgbare roser og den bedste økonomi, når udgifter til energi blev taget i betragtning.

Nøgleord: *Rosa*, væksthusrøser, kuldioxid, igangsætningstidspunkter, udbytte, økonomi.

¹⁾ vpm = volumenenheder pr. million.

Summary

The purpose of this investigation was to see whether CO₂ supplementation is beneficial under Danish conditions for glasshouse rose growing, and to see which date of cut back is the most beneficial when energy costs are taken into consideration.

Three year old plants of 'Tanbeedee' Belinda®, 'Merko' Mercedes®, and 'Sweet Promise' Sonia® were cut back on January 15, February 7 or March 1 and were grown until December 15 in normal atmosphere or CO₂ enriched atmosphere to a level of 1,000 to 1,200 vpm CO₂.

The source of CO₂ was pure CO₂ from high-pressure gas holders. CO₂ was added from sunrise to sunset provided the vents were closed i.e. at temperatures 18 to 26°C. The experiment was conducted in 6 individually controlled glasshouse units in two successive years 1979 and 1980. Plants which received added CO₂ one year were controls the following year and vice versa.

Stem length and yield of saleable blooms was increased by CO₂ supplementation. Following cut back on February 7 and March 1 CO₂ supplementation caused one week promotion of the flushes at the end of the season. The effect of CO₂ enrichment on the number of saleable blooms was more pronounced the later the date of cut back.

Fresh weight and dry weight matter of leaves and stems was higher with CO₂ supplementation. Fresh weight and dry weight matter decreased during the season. Dry matter content in per cent of fresh weight in the leaves was increased by CO₂ supplementation. Dry matter content decreased during the season. In the stems there was no effect of CO₂ on the percentage of dry weight.

A cost benefit analysis shows that CO₂ supplementation is beneficial for alle three cultivars and for all three dates of cut back.

Without CO₂ supplementation cut back January 15 and February 7 gave higher yield and better economy than cut back March 1. With CO₂ supplementation cut back February 7 gave higher yield of blooms and better economy than cut back on January 15 or March 1.

Key words: *Rosa*, glasshouse roses, carbon dioxide, date of cut back, yield, economy.

Indledning

Det økonomiske udbytte ved dyrkning af roser i væksthuse er i de senere år faldet på grund af stigende energipriser (Eskesen, 1980).

For at imødegå den faldende rentabilitet overvejer gartnerne både metoder, der kan øge produktionen, og metoder, der kan nedsætte energiforbruget. Men de mangler beslutningsgrundlag.

Udenlandske forsøg har vist, at produktionen kan øges ved at tilføre kuldioxid. De fleste forsøg er dog udført i vinterhalvåret. Spørgsmålet er, hvor meget produktionen af roser kan øges med tilførsel af kuldioxid, og om det er rentabelt under danske forhold, hvor hovedproduktionen foregår i sommerhalvåret.

I Danmark sættes roserne i hvile i december. Energiforbruget pr. sæson kan gøres lavt ved at lade vinterhvilen være lang. Til gengæld må man regne med en kort sæson og manglende produktion om foråret, hvor priserne på roser er høje. Spørgsmålet er, hvilket der er det mest rentable

igangsætningstidspunkt. Det kan varieres fra midt i januar til først i marts.

Formålet med denne undersøgelse har været at klarlægge, hvilke virkninger tilførsel af kuldioxid og forskellige igangsætningstidspunkter har på florrytmen, antallet af salgbare roser, rosernes kvalitet og den samlede økonomi i rosenkulturen under danske forhold.

Fotosyntese, kuldioxidkoncentration og lys

Den normale andel af kuldioxid (CO₂) i fri luft er ca. 330 volumenenheder pr. million (vpm).

Det er velkendt, at fotosyntesen stiger med stigende koncentration af kuldioxid i luften op til et vist niveau. I roser har dette været vist af Hand og Cockshull (1975a) og Thompson og Hanan (1975).

Det er ligeledes kendt, at planter optager stigende mængder kuldioxid med stigende lysintensitet. For roser har dette været vist af Aikin

(1974), *Aikin og Hanan* (1975) og *Hand og Cockshull* (1975a).

I væksthuse kan koncentrationen af CO₂ falde til 120 vpm (*Lindstrom*, 1965) i tilfælde, hvor planterne optager meget kuldioxid, og vinduerne er lukkede. Både 120 vpm og de normale 330 vpm må anses for underoptimale koncentrationer. Til roser i væksthuse mener *Thompson og Hanan* (1975), at 1500 vpm er det maksimalt ønskelige. *Hand og Cockshull* (1975b) mener, at 1200 vpm er tilstrækkeligt ud fra en praktisk og økonomisk synsvinkel.

Florrytme

I Israel har *Zieslin, Halevy og Enoch* (1972) målt samme udviklingstid for roser med og uden CO₂-tilskud over en periode af to flor om vinteren.

I Norge har *Moe* (1972) målt op til 14 dages hurtigere udviklingstid i første flor ved sen igangsætning 27. februar sammenlignet med tidlig igangsætning 16. januar. *Moe* henfører årsagen til højere lysintensitet og evt. længere daglængde ved sen igangsætning.

Antal salgbare roser

De fleste undersøgelser over virkningen af CO₂-tilførsel er udført om vinteren. *Lindstrom* (1965) noterede et merudbytte på 60% med 1200–2000 vpm CO₂ i perioden januar til april. *Mattson og Widmer* (1971a) fik merudbytter på 0 til 27%, afhængig af sort, med 1000 eller 2000 vpm fra november til april. *Hand og Cockshull* (1977) fik i ét forsøg et merudbytte på 12% ved 800 vpm, 38% ved 1200 vpm og 23% ved 1600 vpm. I et andet forsøg (1975a) fandt de et merudbytte på 23% ved 1000 vpm CO₂ i perioden december til april.

Smit (1964) registrerede et merudbytte på 11% ved tilførsel af CO₂ til et niveau på 1000 vpm i perioden februar til november. *Smit* fandt, at merudbyttet navnlig fremkom i forårsperioden og i efterårsperioden.

Mattson og Widmer (1971b) fandt kun eftervirkning (højere udbytte) i én sort ud af 4 på stilkudbyttet fra april til november efter tilførsel af CO₂ fra november til april.

Brydninger og blindskud

Zieslin, Halevy og Enoch (1972) mener, at den positive virkning af CO₂-tilførsel på antallet af salgbare roser består i en nedsættelse af antallet af blindskud i forhold til blomstrende skud. De mener ikke, at årsagen er flere knopper, som bryder.

Hand og Cockshull (1975c) konkluderer, at virkningen både består i en nedsættelse af andelen af blindskud og i en forøgelse af antallet af knopper, som bryder.

Rosernes kvalitet og længde

Med hensyn til rosernes kvalitet registrerede *Hand og Cockshull* (1975a, b og c) en højere andel. 1. sorterings roser, hvor der blev tilført kuldioxid. I et andet forsøg (1977) fandt de ikke nogen forskel. *Smit* (1964) og *Lindstrom* (1965) noterede længere stilke, hvor der blev tilført CO₂, end hvor der ikke blev tilført CO₂.

Økonomi

Beregninger foretaget i England af *Hand og Cockshull* (1975b og 1977) viser, at det kan betale sig at tilføre CO₂ til roser i vinterhalvåret. Når udgifterne til CO₂-tilførsel var trukket fra, blev der tilbage et merudbytte i størrelsesordenen 4–11 kr. pr. m² i perioden november til marts.

Materialer og metoder

Forsøget blev udført i 1979 og 1980 efter følgende forsøgsplan:

Kuldioxidniveauer:

1. Ubehandlet kontrol ca. 330 vpm CO₂
2. Dosering, 1000–1200 vpm CO₂

Igangsætningstidspunkter

1. 15. januar
2. 7. februar
3. 1. marts

Sorter

1. 'Tanbeedee' Belinda®
2. 'Merko' Mercedes®
3. 'Sweet Promise' Sonia®

Forsøget blev udført i et væksthuse, som er opdelt i 6 celler à ca. 35 m². I hver celle var der 60 planter af hver af de 3 sorter. Alle planter var podet på *Rosa canina* 'Pollmeriana'. Ved forsøgets begyndelse var planterne 2½ år gamle.

Planterne blev begge år sat i hvile 16. december. Hviletemperaturen blev sat til minimum 2° med ventilation ved 4°C (Jensen, 1979 og 1980).

På de 3 igangsætningstidspunkter efter hvilen blev planterne beskåret til 60–70 cm højde. Samtidig blev temperaturen hævet og tilførsel af CO₂ blev påbegyndt. Den første uge efter igangsætningsdatoen blev lufttemperaturen holdt på 12°C. Derefter blev automatikken indstillet på 18°C som minimumstemperatur med et lysafhængigt tillæg

på op til 3°C. De 21°C blev nået, når automatikken registrerede en indstråling på 30.000 lux (DGT Lumix Combi). Luftvinduerne blev åbnet ved 26°C. Fra og med 1. oktober blev disse temperaturer nedtrappet med 1°C hver 14. dag frem til 16. december, hvor planterne atter blev sat i hvile.

CO₂ blev tilført som ren CO₂ fra trykflasker fra solopgang til solnedgang. Dog blev doseringen afbrudt, når luftvinduerne var åbne. CO₂ blev tilført på denne måde fra igangsætningstidspunktet til hvilens begyndelse 16. december.

Varigheden af den daglige CO₂-tilførsel var en funktion af daglængden gennem året, samt af solindstrålingen og udetemperaturen, der havde virkning på, hvornår luftvinduerne blev åbnet.

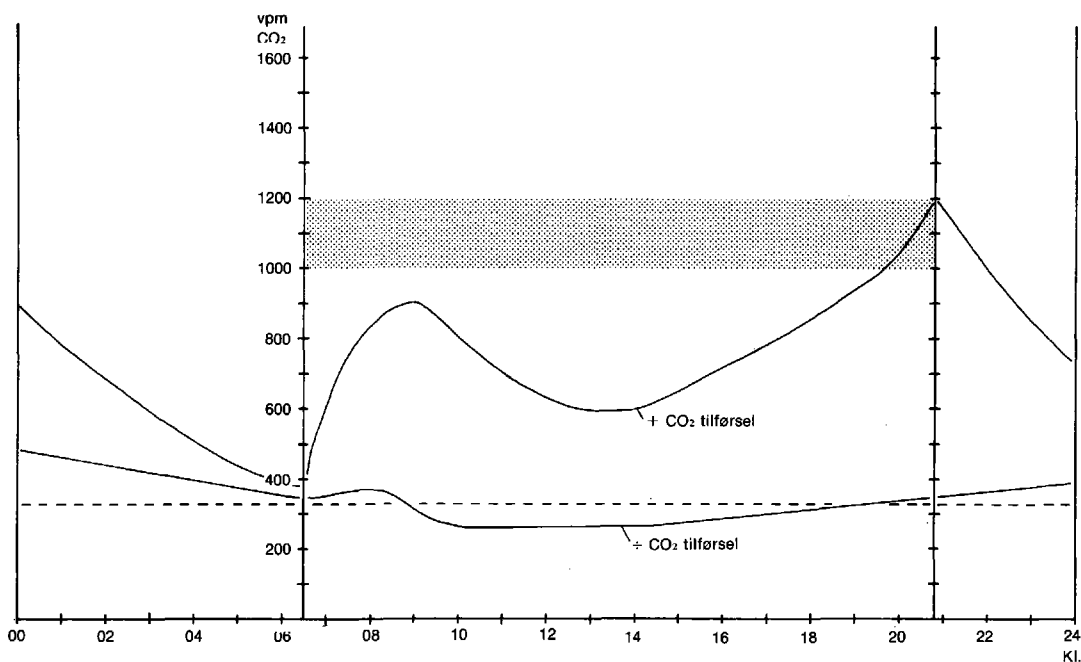


Fig. 1. Overskyet vejr med hård blæst. Kuldioxid koncentration i løbet af døgnet den 19. april 1980 i væksthuseceller uden CO₂-tilførsel og i væksthuseceller, hvor der blev tilført CO₂ til et tilstræbt niveau på 1000–1200 vpm (skraverede område). De viste data er gennemsnit af 3 celler. Udetemperaturen var min. –0,8°C, gns. 1,5°C og max. 4,0°C. Vindhastigheden, min 3,3 m/s, gns. 8,3 m/s, og max. 16 m/s kl. 12.17 svarende til hård kuling. Døgnetts solskinstimer var 1,8. Indstrålingen var 173600 mW/m² i gennemsnit af dagens timer. Daglejngen var 14¼ time, og der kunne tilføres CO₂ i alle dagtimer.

CO₂ concentration in cloudy weather and hard wind. The CO₂ concentrations 19 April, 1980 in glasshouse units where CO₂ was not applied and in units where CO₂ was applied aiming at a level of 1000–1200 vpm (hatched area). The data are average of 3 units. Outdoor temperatures were min. –0.8°C, avg. 1.5°C, and max. 4.0°C. Wind speed min. 3.3 m/s, avg. 8.3 m/s, and max. 16 m/s at 12.17 p.m. corresponding to hard wind. No. of sun hours was 1.8. Irradiation was 173600 mW/m² as an average during day. Daylength was 14¼ hours and it was possible to add supplementary CO₂ all day.

Variationen fra dag til dag var stor, nemlig 4–17 timer, men variationen på gennemsnittene for 2–3 måneders perioder gennem året var lille, nemlig 7–10 timer med et total gennemsnit på 8½ time over hele året.

Koncentrationen i hver af de 6 væksthuseceller blev registreret hvert 6. minut døgnet rundt ved hjælp af en URAS Infra-red Gas Analyser. I fig. 1, 2 og 3 er vist eksempler på koncentrationsforskelle under forskellige vejrforhold i april.

I stormvejr den 19. april (fig. 1) var udgangsniveauet om morgenen ca. 350 vpm. Uden CO₂-tilførsel kom niveauet i løbet af dagen under 330 vpm pga. lukkede vinduer og forbrug hos

planterne. Med CO₂-tilførsel lå niveauet under det tilstræbte 1100 vpm det meste af dagen.

På en relativt vindstille dag med solskin den 22. april (fig. 2) var udgangsniveauet om morgenen 600 vpm. Dette skyldtes biologisk produktion om natten og ringe udsivning på grund af stille vejr. Uden CO₂-tilførsel faldt niveauet i løbet af dagen til ca. 300 vpm. Med CO₂-tilførsel var niveauet 11–1400 vpm fra kl. 7–10. Fra kl. 10 begyndte luftvinduerne at åbne og lukke, og tilførslen af CO₂ begyndte tilsvarende at lukke og åbne. Fra kl. ca. 16 blev der igen konstant tilført CO₂ til solnedgang.

På en vindstille regnvejrdsdag som d. 25. april

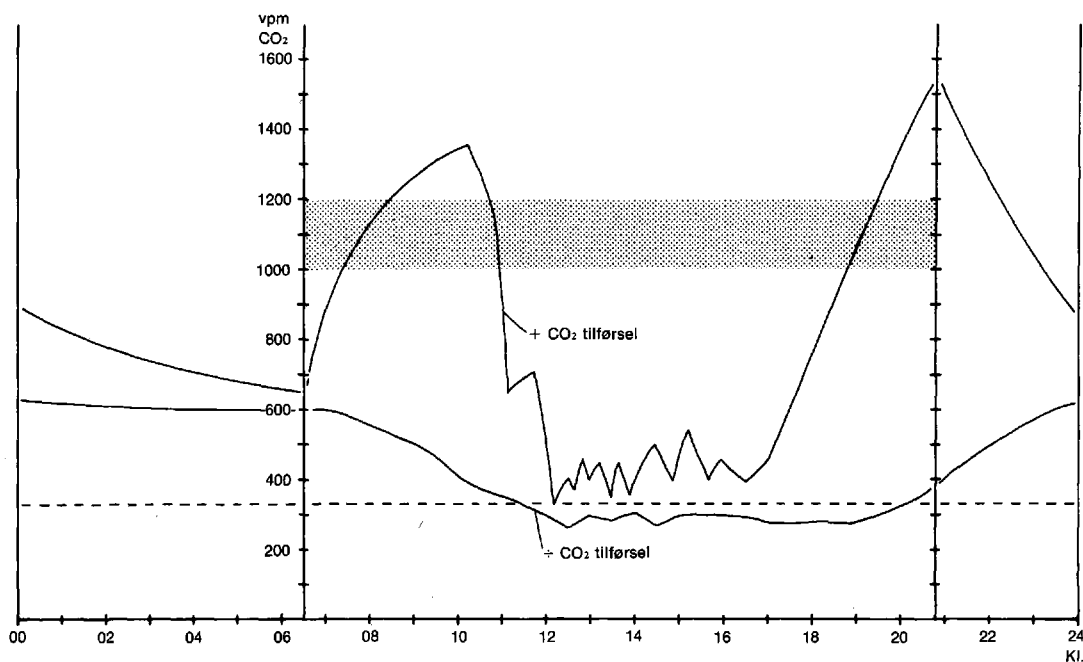


Fig. 2. Solrigt vejr med jævn vind. Kuldioksydkoncentration i løbet af døgnet den 22. april 1980 i væksthuseceller uden CO₂-tilførsel og i væksthuseceller, hvor der blev tilført CO₂ til et tilstræbt niveau på 1000–1200 vpm (skraverede område). De viste data er gennemsnit af 3 celler. Udetemperaturen var min. 0,2°C, gns. 6,0°C og max. 11,2°C kl. 14.40. Vindhastigheden var min. 0,3 m/s, gns. 2,3 m/s og max. 5,4 m/s kl. 8.50 svarende til vindstille til jævn brise i løbet af døgnet. Antallet af solskinstimer var 9,7 og den gennemsnitlige indstråling 302300 mW/m² i gns. af dagens timer. Daglængden var 14¼ time, og der kunne tilføres CO₂ i 10¾ time. Tilførsel af CO₂ blev afbrudt, når luftvinduerne blev åbnet ved indetemperaturen >26°C mellem kl. 10.15 og 16.30.

CO₂ concentration in sunny weather and moderate wind. The CO₂ concentration 22 April, 1980 in glasshouse units where CO₂ was not applied and in units, where CO₂ was applied aiming at a level of 1000–1200 vpm (hatched area). The data are average of 3 units. Outdoor temperatures were min. 0.2°C, avg. 6.0°C and max. 11.2°C at 2.40 p.m. Wind speed was min. 0.3 m/s, avg. 2.3 m/s, and max. 5.4 m/s at 8.50 a.m. corresponding to calm wind to moderate breeze during the day. No. of sun hours was 9.7 and the average irradiation was 302300 mW/m². Daylength was 14¼ hours and it was possible to supply CO₂ 10¾ hours. CO₂ supplementation was interrupted at glasshouse temperatures >26°C. This occurred between 10.15 a.m. to 4.30 p.m.

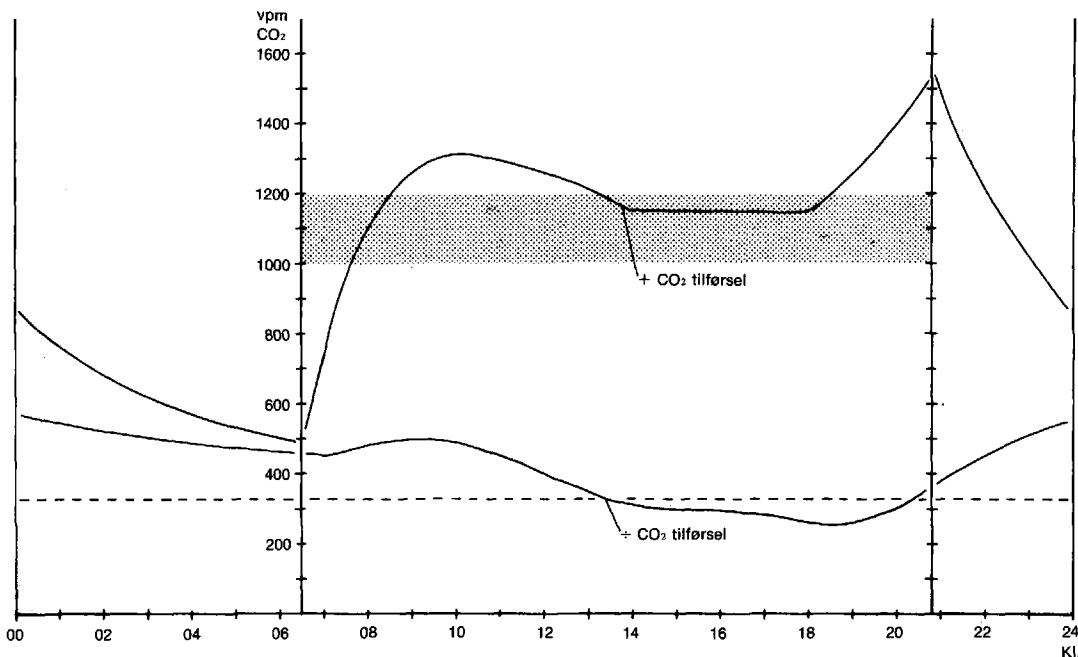


Fig. 3. Overskyet vejr med frisk vind og nedbør. Kuldioxidkoncentration i løbet af døgnet den 25. april 1980 i væksthuse uden CO₂-tilførsel og i væksthuse, hvor der blev tilført CO₂ til et tilstræbt niveau på 1000–1200 vpm (skraverede område). De viste data er gns. af 3 celler. Udetemperaturen var min. 3,9°C, gns. 6,1°C, og max. 8,6°C kl. 16.37. Vindhastigheden var min. 1,6 m/s, gns. 5,3 m/s og max. 9,4 m/s kl. 17.00 svarende til svag til frisk vind i løbet af døgnet. Antallet af solskinstimer var 0,7 og den gennemsnitlige indstråling 127900 mW/m² i dagtimerne. Nedbøren var 4 mm for døgnet. Daglængden var 14¼ time og der kunne tilføres CO₂ i alle dagens timer. CO₂ concentration in cloudy, rainy weather and fresh wind. The CO₂ concentration 25 April, 1980 in glasshouse units where CO₂ was not applied and in units where CO₂ was applied aiming at a level of 1000–1200 vpm (hatched area). The data are average of 3 units. Outdoor temperatures were min. 3.9°C, avg. 6.1°C and max. 8.6°C at 4.37 p.m. Wind speed was min. 1.6 m/s, avg. 5.3 m/s, and max. 9.4 m/s at 5.00 p.m. corresponding fresh breeze. No. of sun hours was 0.7 and the irradiation was 127900 mW/m² as an average during the day. Rain was 4 mm. Daylength was 14¼ hours and it was possible to supply CO₂ all the day.

(fig. 3) var udgangsniveauet om morgenen ca. 500 vpm. Uden CO₂-tilførsel faldt niveauet i løbet af dagen til under 300 vpm. Med CO₂-tilførsel var niveauet over 1100 vpm hele dagen.

Alle hverdage blev roser høstet og sorteret i 7 længder inden for 1. og 2. kvalitet.

Beregning af økonomisk udbytte er foretaget på grundlag af ugentlige afregningspriser for roser af 1. og 2. kvalitet i 7 længdeklasser ved rosenpakkecentralen ved GASA Odense. Der er anvendt et gennemsnit af priserne i 1979 og 1980.

Omkostningerne til CO₂-dosering er beregnet på grundlag af et 6.000 m² stort gartneri, hvor der doseres ren CO₂ fra tank til en pris af 1,75 kr. pr. kg CO₂. Faste plus variable omkostninger er be-

regnet til henholdsvis 16, 15 og 14 kr. pr. m² fra igangsætning henholdsvis 15. januar, 7. februar og 1. marts til hvilens begyndelse 16. december.

Omkostningerne til varme er beregnet på grundlag af standardvæksthuse og en pris på 925 kr. pr. 1.000 kg fuelolie med en brændværdi på 9.650 kcal pr. kg. Prisen er ekskl. moms og energilafgift og er tidsmæssigt henlagt til midten af den 2-årige forsøgsperiode. Prisen på olie svarer da til indtægtsberegningerne, hvor der anvendes et gennemsnit af 1979 og 1980.

Olieforbruget er beregnet til henholdsvis 66, 55 og 47 kg olie pr. m² væksthuse pr. sæson fra igangsætning til hvilens begyndelse 16. december. For de 3 igangsætningstidspunkter er dette

beregnet til henholdsvis 61, 51 og 43 kr. pr. m² væksthusholdning.

Ved gentagelsen i 1980 blev der foretaget en omplacering af behandlingerne i de 6 væksthusholdninger. De roser, som var kontrolparceller i 1979, fik tilført CO₂ i 1980, og omvendt.

I 1980 blev der i alle flor udtaget 20 stilke pr. behandling til bestemmelse af antal kronblade, antal løvblade, stilkklængde samt friskvægt og tør-vægtbestemmelse.

Resultater

Flor-rytme

Fig. 4 og 5 viser, hvornår de enkelte flor fremkom

i løbet af sæsonen for sorterne 'Merko' Mercedes® og 'Sweet Promise' Sonia®. De tilsvarende resultater for 'Tanbeedee' Belinda® er publiceret tidligere (Jensen, 1982a, b, c).

Af fig. 4 fremgår, at 'Merko' Mercedes® efter igangsætning 15. januar producerede 6 flor, og at der sidst på sæsonen var en lang periode, hvor der blev høstet få roser. Tilførsel af kuldioxid havde ingen virkning på tidspunktet for florenes fremkomst. Et merudbytte for CO₂-tilførsel i antal stilke blev navnlig opnået sidst på sæsonen. Efter igangsætning 7. februar kunne der også høstes 6 flor. Tilførsel af kuldioxid fremskyndede florene og et merudbytte ved CO₂-tilførsel blev opnået

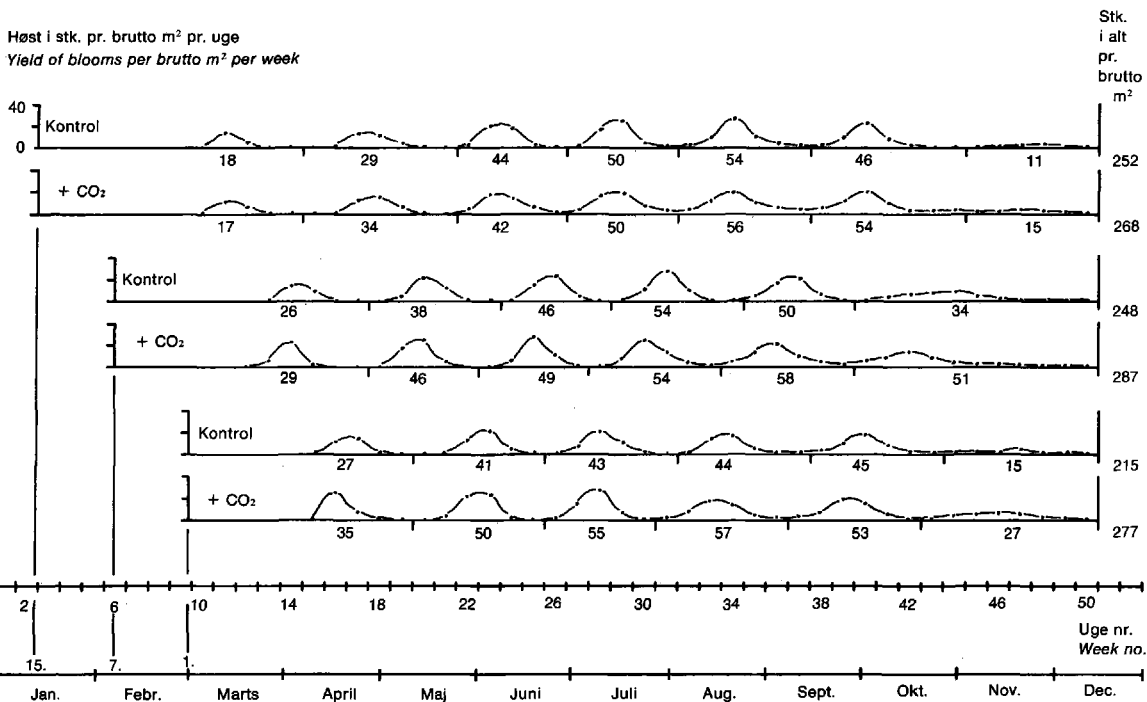


Fig. 4. Florrytme og florudbytte i antal 1. + 2. sorterings roser af 'Merko' Mercedes® i løbet af en kultursæson fra igangsætning 15. januar (de 2 øverste kurveforløb), igangsætning 7. februar (de 2 midterste kurveforløb) eller igangsætning 1. marts (de 2 nederste kurveforløb) til vinterhvilens begyndelse 16. december. De viste data er gennemsnit af 1979 og 1980. 2 sammenhørende kurveforløb viser virkninger af CO₂-tilførsel sammenlignet med kontrol. De små lodrette streger under den vandrette linie viser adskillelse mellem florene og tallene mellem stregerne viser antallet af 1. + 2. sorterings roser i hvert flor. Yderst til højre er vist det samlede høstudbytte over hele sæsonen.

Flushes of 'Merko' Mercedes® during the season. The two upper curves show roses grown without or with supplementary CO₂ following cut back 15 January. The two middle curves show roses cut back 7 February and the two lower curves show roses cut back 1 March after which they were grown without or with supplementary CO₂ until 16 December. The vertical marks below horizontal lines separate the flushes and the numbers between the marks show the number of marketable blooms in each flush.

både først og sidst på sæsonen. Efter igangsætning 1. marts blev der høstet 5 tydelige flor og et svagt markeret 6. flor. Tilførsel af kuldioxid fremskyndede florene en uge sidst på sæsonen og CO₂-tilførsel gav et merudbytte i alle florene.

Af fig. 5 fremgår, at 'Sweet Promise' Sonia® efter igangsætning 15. januar producerede 7 flor. Tilførsel af kuldioxid havde ingen virkning på tidspunktet for florenes fremkomst. Et merudbytte med CO₂-tilførsel blev opnået først og sidst på sæsonen. Efter igangsætning 7. februar kunne høstes 6 flor. CO₂-tilførsel fremskyndede florene og et merudbytte med CO₂-tilførsel blev opnået først og sidst på sæsonen. Efter igangsætning 1.

marts blev der ligeledes høstet 6 flor. CO₂-tilførsel fremskyndede florene op til en uge sidst på sæsonen og CO₂-tilførsel gav et merudbytte i alle 6 flor.

Stilkudbytte

En statistisk analyse af materialet viser, at der med hensyn til antallet af salgare roser af 1. og 2. kvalitet var vekselvirkning mellem CO₂-tilførsel og igangsætningstidspunkt.

Tabel 1 viser stilkudbyttet som gennemsnit af de 3 sorter og de 2 år. Af tabellen fremgår, at CO₂-tilførsel ikke havde signifikant virkning, hvor kulturen blev sat i gang 15. januar. Derimod

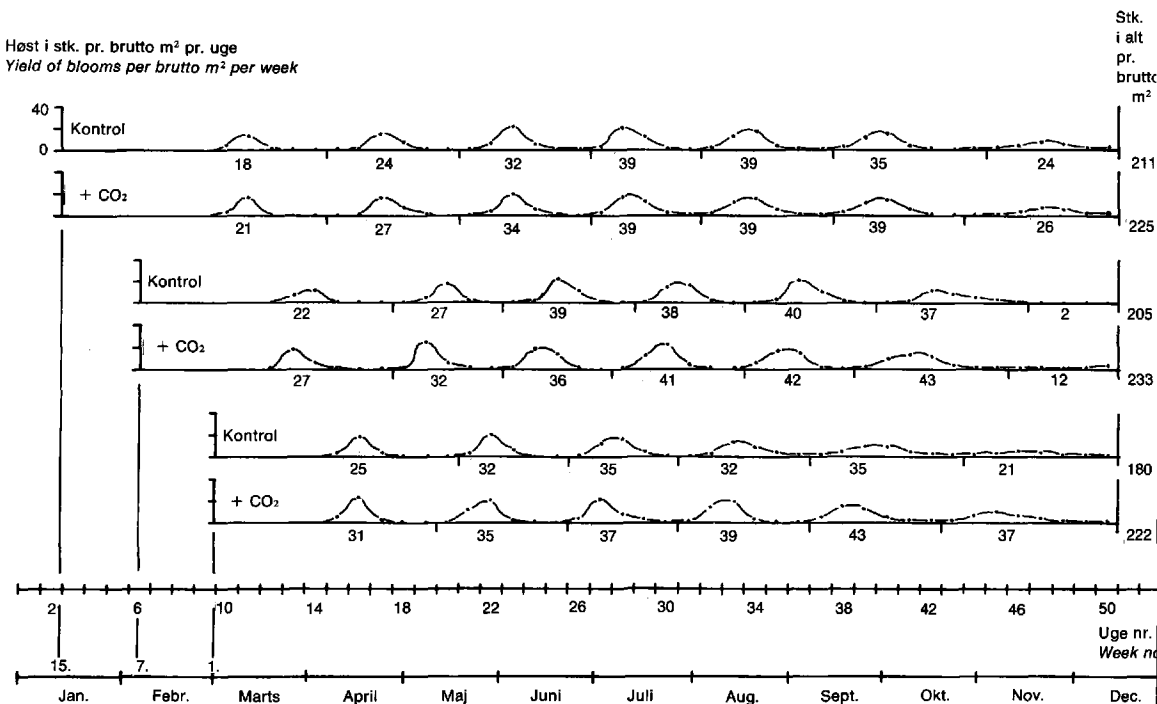


Fig. 5. Florrytme og florudbytte i antal 1. + 2. sorterings roser af 'Sweet Promise' Sonia® i løbet af en kultursæson fra igangsætning 15. januar (de 2 øverste kurveforløb), igangsætning 7. februar (de 2 midterste kurveforløb) eller igangsætning 1. marts (de 2 nederste kurveforløb) til vinterhvilens begyndelse 16. december. De viste data er gennemsnit af 1979 og 1980. 2 sammenhørende kurveforløb viser virkninger af CO₂-tilførsel sammenlignet med kontrol. De små lodrette streger under den vandrette linie viser adskillelse mellem florene og tallene mellem stregerne viser antallet af 1. + 2. sorterings roser i hvert flor. Yderst til højre er vist det samlede høstudbytte over hele sæsonen.

Flushes of 'Sweet Promise' Sonia® during the season. The two upper curves show roses grown without or with supplementary CO₂ following cut back 15 January. The two middle curves show roses cut back 7 February and the two lower curves show roses cut back 1 March after which they were grown without or with supplementary CO₂ until 16 December. The vertical marks below horizontal lines separate the flushes and the numbers between the marks show the number of marketable blooms in each flush.

Tabel 1. Antal salgbare roser af 1. og 2. kvalitet høstet pr. brutto-m² væksthus pr. sæson.

Gennemsnit af 3 sorter og 2 år

The effect of CO₂ supplementation and date of cut back on the number of marketable blooms per brutto m² per season. Average of 3 cultivars and 2 years

Igangsætning	Antal roser uden CO ₂ -tilførsel	Antal roser med CO ₂ -tilførsel	Merudbytte i antal roser	Merudbytte i procent
<i>Date of cut back</i>	<i>No. of roses without CO₂ enrichment</i>	<i>No. of roses with CO₂ enrichment</i>	<i>Increase in number</i>	<i>Increase in percent</i>
15. januar	276	290	14	5
7. februar	275	306	31	11
1. marts	236	290	54	23

LSD mellem CO₂-behandlingerne er 19

LSD mellem igangsætningstidspunkterne er 19

*LSD between CO₂-treatments = 19**LSD between dates of cut back = 19*

gav CO₂-tilførsel et signifikant merudbytte efter igangsætning 7. februar og 1. marts.

Uden tilførsel af kuldioxid gav igangsætning 1. marts signifikant lavere stilkudbytte end igangsætning 15. januar eller 7. februar.

Med tilførsel af kuldioxid var der ingen sikker forskel på stilkudbyttet efter de 3 forskellige igangsætningstidspunkter, men der var en tendens til, at igangsætning 7. februar gav det største stilkudbytte med CO₂-tilførsel.

Sortering og stilklængde

Den procentvise fordeling af de høstede roser på 1. og 2. sortering blev ikke påvirket af CO₂-tilførsel. I 'Tanbeedee' Belinda® var 89% af de salgbare roser 1. sortering. I 'Merko' Mercedes® var 95% 1. sortering og i 'Sweet Promise' Sonia® var 90% af de salgbare roser 1. sortering og resten 2. sortering.

Derimod blev stilkenes længde påvirket af CO₂-tilførsel. Som vist i tabel 2, 3 og 4 var der procentvis flere lange stilke, hvor der blev tilført CO₂ og tilsvarende flere korte stilke, hvor der ikke blev tilført CO₂.

Bruttoomsætning i kr. pr. m²

Den økonomiske værdi af stilkudbyttet pr. m² væksthus pr. sæson er vist i tabel 5 som et gennemsnit af de 3 sorter og de 2 forsøgsår.

Beregning af bruttoomsætning tager hensyn til mængden, sorteringen, stilklængden og prisen på roser på de tidspunkter på året, hvor roserne blev høstet ved de forskellige forsøgsbehandlinger.

Af tabel 5 fremgår, at CO₂-tilførsel giver en statistisk sikker forøgelse af bruttoomsætningen uanset, hvornår roserne sættes igang. Endvidere kan man se af tabel 5, at igangsætning 7. februar giver den største bruttoomsætning, og at igangsætning 1. marts giver den laveste bruttoomsætning.

Tabel 2. Procentvis fordeling af 1. og 2. sorterings roser af sorten 'Tanbeedee' Belinda® på 5 længdeklasser.

Gennemsnit af 1979 og 1980

The effect of CO₂ enrichment on the percentage of marketable blooms by grade of 'Tanbeedee' Belinda® roses. Average of 1979 and 1980

Stilklængde i cm	Procent roser uden CO ₂ -tilførsel	Procent roser med CO ₂ -tilførsel
<i>Stem length in cm</i>	<i>Per cent roses without CO₂ enrichment</i>	<i>Per cent roses with CO₂ enrichment</i>
20-30	5	4
30-40	43	37
40-50	41	42
50-60	10	15
60-	1	2

Tabel 3. Procentvis fordeling af 1. og 2. sorterings roser af sorten 'Merko' Mercedes® på 5 længdeklasser. Gennemsnit af 1979 og 1980

The effect of CO₂ enrichment on the percentage of marketable blooms by grade of 'Merko' Mercedes® roses. Average of 1979 and 1980

Stilk længde i cm	Procent roser uden CO ₂ - tilførsel	Procent roser med CO ₂ - tilførsel
<i>Stem length in cm</i>	<i>Per cent roses without CO₂ enrichment</i>	<i>Per cent roses with CO₂ enrichment</i>
20-30	1	1
30-40	24	19
40-50	51	49
50-60	21	26
60-	3	5

Tabel 4. Procentvis fordeling af 1. og 2. sorterings roser af sorten 'Sweet Promise' Sonia® på 5 længdeklasser. Gennemsnit af 1979 og 1980

The effect of CO₂ enrichment on the percentage of marketable blooms by grade of 'Sweet Promise' Sonia® roses. Average of 1979 and 1980

Stilk længde i cm	Procent roser uden CO ₂ - tilførsel	Procent roser med CO ₂ - tilførsel
<i>Stem length in cm</i>	<i>Per cent roses without CO₂ enrichment</i>	<i>Per cent roses with CO₂ enrichment</i>
30-40	4	3
40-50	18	14
50-60	35	29
60-80	41	49
80-	2	5

Bruttoomsætning minus udgifter

Tabel 6 viser bruttoomsætningen i kr. pr. m² med fradrag af udgifter til opvarmning, som er forskellig efter de 3 igangsætningstidspunkter samt fradrag af udgifter til CO₂-tilførsel, hvor dette har været anvendt.

De viste tal er et gennemsnit af 3 sorter og 2 år. Tabel 6 giver svar på, om det kan betale sig at tilføre CO₂, og hvilket igangsætningstidspunkt der er det mest rentable. Af tabellen fremgår, at tilførsel af CO₂ giver et merudbytte uanset, hvornår roserne sættes igang. Det kan altså altid betale sig at tilføre CO₂. Uden CO₂-tilførsel var igang-

sætning 15. januar og 7. februar mere rentabel end igangsætning 1. marts. Med CO₂-tilførsel gav igangsætning 7. februar det største udbytte. Igangsætning 7. februar plus CO₂-tilførsel var den mest rentable behandling.

De tilsvarende tal for de enkelte sorter er publiceret tidligere (Jensen, 1982a, b, c).

Blindskud

Tabel 7 viser, at det procentvise antal blindskud var forskelligt fra sort til sort, men ikke afhængigt af CO₂-koncentrationen. Igangsætningstidspunktet var ligeledes uden virkning på det pro-

Tabel 5. Bruttoomsætning i kr. pr. brutto-m² væksthushgrundflade pr. sæson. Gennemsnit af 3 sorter og 2 år
The effect of CO₂ enrichment and date of cut back on gross cash returns per brutto m² glasshouse area. Average of 3 cultivars and 2 years

Igangsætning Date of cut back	Kr. pr. m ² uden CO ₂ -tilførsel	Kr. pr. m ² med CO ₂ -tilførsel	Merudbytte kr. pr. m ² Increase kr. per m ²	Merudbytte i procent Increase in per cent
	<i>Kr. per m² without CO₂ enrichment</i>	<i>Kr. per m² with CO₂ enrichment</i>		
15. januar	288	322	34	11.8
7. februar	282	335	53	18.8
1. marts	243	309	66	27.2

LSD mellem CO₂-behandlingerne er 5

LSD mellem igangsætningstidspunkterne er 5

LSD between CO₂-treatments = 5

LSD between dates of cut back = 5

Tabel 6. Cost-benefit resultat. Bruttoomsætning pr. sæson minus omkostninger til opvarmning efter 3 igangsætningstidspunkter (61, 51 eller 43 kr. pr. m²) og minus omkostninger til CO₂-tilførsel, hvor dette har været anvendt (16, 15 eller 14 kr. pr. m² for de 3 igangsætningstidspunkter). Gennemsnit af 3 sorter og 2 forsøgsår
Cost-benefit result. Gross cash returns per season minus cost of heating following 3 dates of cut back (61, 51 or 43 kr. per m²) and minus cost of CO₂ enrichment where applied (16, 15 or 14 kr. per m²) following 3 dates of cut back). Average of 3 cultivars and 2 years

Igang-sætning	Resultat i kr. pr. m ² uden CO ₂ -tilførsel	Resultat i kr. pr. m ² med CO ₂ -tilførsel	Merudbytte for CO ₂ -tilførsel Kr. pr. m ²	Merudbytte for CO ₂ -tilførsel Procent
<i>Date of cut back</i>	<i>Result in kr. per m² without CO₂ enrichment</i>	<i>Result in kr. per m² with CO₂ enrichment</i>	<i>Increase by CO₂ enrichment Kr. per m²</i>	<i>Increase by CO₂ enrichment Per cent</i>
15. januar	227	245	18	7,9
7. februar	231	269	38	11,5
1. marts	200	252	52	26,0

centwise antal blindskud, når man ser på hele sæsonen.

Antal kronblade, løvblade samt frisk- og tørvægt
 Antallet af kronblade var gennemsnitligt 26 for alle sorter med en spredning på 2,6. Antallet af kronblade blev ikke påvirket af CO₂-tilførsel.

Blomsterknophøjden og blomsterknopbredden blev heller ikke påvirket af CO₂-tilførsel.

Stilkklængden var i gennemsnit 41 cm for Belinda, 45 cm for Mercedes og 60 cm for Sonia. CO₂-tilførsel forlængede stilkene med 2-4 cm.

Bladlængden og bladbredden, som blev målt i 1. flor, blev ikke påvirket af CO₂-tilførsel.

Stilkdiameteren, som blev målt i 1. flor, blev i gennemsnit af de 3 sorter forøget en smule fra 4,1 til 4,3 mm ved CO₂-tilførsel.

Antallet af blade pr. stilk var 6,4 for Belinda, 8,6 for Mercedes og 8,7 for Sonia. CO₂-tilførsel øgede gennemsnittet fra 7,7 til 8,1.

Friskvægten af blade var i gennemsnit 5,8 g pr. stilk for Belinda, 6,7 g for Mercedes og 12,2 g pr. stilk for Sonia. Friskvægten af blade varierede i løbet af sæsonen med laveste niveau sidst på sæsonen. Friskvægten af blade i de 6 første flor var 8,6, 9,6, 9,3, 7,7, 7,6 og 6,6 g pr. stilk som gennemsnit af 3 sorter. CO₂-tilførsel øgede den gennemsnitlige vægt af blade fra 7,8 til 8,6 g pr. stilk.

Tabel 7. Procent blindskud over 20 cm længde af samtlige stilke over 20 cm længde. Gennemsnit af 3 igangsætningstidspunkter og 2 forsøgsår
Percentage of blind shoots longer than 20 cm of all stems longer than 20 cm. Average of 3 dates of cut back and 2 years

Sort	Procent blindskud uden CO ₂ -tilførsel	Procent blindskud med CO ₂ -tilførsel	
<i>Cultivar</i>	<i>Percentage of blind shoots without CO₂ enrichment</i>	<i>Percentage of blind shoots with CO₂ enrichment</i>	
'Tanbeedee' Belinda®	5.7	5.3	n.s.
'Merko' Mercedes®	16.1	14.3	n.s.
'Sweet Promise' Sonia®	9.5	8.8	n.s.
LSD	2.7	2.7	

Bladenes tørvægt pr. stilk var 2,2 g for Belinda, 2,1 g for Mercedes og 2,3 g for Sonia. Bladenes tørvægt pr. stilk faldt i løbet af sæsonen og var i de 6 første flor 2,4, 2,7, 2,6, 2,1, 1,9 og 1,6 som gennemsnit af de 3 sorter. CO₂-tilførsel øgede tørvægten af blade pr. stilk fra 2,05 g til 2,37 g som gennemsnit af de 3 sorter.

Bladenes tørstofprocent var som gennemsnit for hele sæsonen 26,6 for Belinda, 27,9 for Mercedes og 26,3 for Sonia. Tørstofprocenten faldt i løbet af sæsonen og var i de 6 første flor 28,5, 28,9, 27,8, 26,5, 25,2 og 24,7 som gennemsnit af de 3 sorter. CO₂-tilførsel hævede tørstofprocenten i bladene fra 26,1 til 27,7 som gennemsnit af de 3 sorter.

Stilkens friskvægt var 6,3 g pr. stilk for Belinda, 6,2 g for Mercedes og 10,0 g for Sonia. Stilkens friskvægt faldt i løbet af sæsonen og var i de 6 første flor 6,1, 7,8, 7,7, 6,4, 5,5 og 4,8 g pr. stilk som gennemsnit. CO₂-tilførsel øgede stilkens friskvægt fra 5,8 g til 7,0 g pr. stilk, som gennemsnit af de 3 sorter.

Stilkens tørvægt var 1,1 g pr. stilk i Belinda, 1,3 i Mercedes og 2,5 i Sonia. Stilkens tørvægt faldt i løbet af sæsonen og var i de 6 første flor 1,6, 2,0, 1,9, 1,6, 1,4 og 1,2 g pr. stilk. CO₂-tilførsel hævede stilkens tørvægt fra 1,5 g til 1,8 g pr. stilk som gennemsnit af de 3 sorter.

Stilkens tørstofprocent var 24,5 i Belinda, 26,4 i Mercedes og 24,9 i Sonia. Tørstofprocenten i stilkene var jævn i de 6 flor, nemlig 25,5, 25,9, 25,3, 25,0, 24,6 og 25,2. CO₂-tilførsel ændrede ikke tørstofprocenten i stilkene, idet den var 25,1% uden CO₂ og 25,4% med CO₂.

Sammenfattende kan man sige, at friskvægten af blade øges med 10% og stilkens friskvægt med 20% ved CO₂-tilførsel. Tørvægten af blade øges med 15% og tørvægten af stilkene med 20% ved CO₂-tilførsel. Bladenes tørstofprocent øges med 5%, og stilkens tørstofprocent ændres ikke ved CO₂-tilførsel. Friskvægt og tørvægt af blade og stilke pr. rose falder i løbet af sæsonen fra 2. flor. Tørstofprocenten i bladene falder i løbet af sæsonen, medens tørstofprocenten i stilkene er konstant i løbet af sæsonen.

I første flor kunne konstateres en virkning af igangsætningstidspunktet. Tørstofprocenten i

bladene steg, jo senere roserne blev sat i gang, og var 26,3% efter igangsætning 15. januar, 28,9% efter 7. februar og 30,4% efter igangsætning 1. marts. I stænglerne var de tilsvarende tal 24,6, 25,4 og 26,4. Tørvægten af blade plus stilk var 3,8, 3,9 og 4,3 g pr. rose i første flor efter de 3 igangsætningstidspunkter.

Diskussion

Den øgede tørvægt af blade og stængler ved CO₂-tilførsel bekræfter, at rosers optagelse af kulstof stiger, når koncentrationen af CO₂ i luften hæves fra de normale 330 vpm til 1000–1200 vpm. Den øgede tørvægt ved sen igangsætning bekræfter, at roser optager større mængder CO₂ ved høj lysintensitet end ved lav lysintensitet.

Resultaterne med hensyn til stilkudbyttet bekræfter tidligere undersøgelser, som viser, at tilførsel af kuldioxid til roser øger stilkudbyttet. Merudbyttet for CO₂-tilførsel, der var 11% efter igangsætning 7. februar, svarer nøje til resultater publiceret af Smit (1964).

Det er bemærkelsesværdigt, at roser, der sættes sent i gang, giver større udslag for CO₂-tilførsel end roser, som sættes tidligt i gang. En mulig årsagsforklaring kunne være, at planter, der sættes sent i gang, har en kort sæson, hvor lysintensiteten er forholdsvis høj. Et væsentligt argument imod denne forklaring er, at de roser, som sættes tidligt i gang, gennemlever samme periode som roser, der sættes sent i gang. I den periode skulle merudbyttet altså blive det samme, men det er det ikke, når man ser på fig. 4 og 5.

En anden mulighed er, at virkningen af CO₂-tilførsel på antallet af knopper, som bryder i første flor, er større ved sen igangsætning, hvor lysintensiteten er høj, end ved tidlig igangsætning, hvor lysintensiteten er lav. Denne hypotese støttes af fig. 4 og 5. Ved sen igangsætning er merudbyttet af roser i 1. flor større end ved tidlig igangsætning. Denne fordel holder sig hele sæsonen, fordi der allerede i 1. flor er skabt et større antal grene, som efter skæring i hvert flor producerer et eller flere nye skud.

En tredje mulig forklaring på større virkning af CO₂-tilførsel ved sen igangsætning kunne være antal blindskud. Men da det procentvise antal

blindskud var det samme ved de 3 igangsætnings-tidspunkter set over hele sæsonen, kan årsagen ikke være en virkning via antallet af blindskud.

Det faktum, at merudbyttet med hensyn til antal stilke overvejende fremkom forår og efterår kan ligeledes forklares på flere måder. Mulighederne er færre blindskud, flere brydninger eller et sænket lyskompensationspunkt som følge af høj CO₂-koncentration, hvilket navnlig kommer til udtryk i lysfattige perioder som tidligt forår og sent efterår.

Materialet er mangelfuldt til en belysning af dette spørgsmål. Dels er antallet af brydninger ikke blevet talt, og dels er antallet af blindskud kun registreret for stilke med en længde over 20 cm.

En mulig årsag til størst virkning forår og efterår kunne være, at tilførsel af CO₂ kun lader sig gøre kort tid pr. dag om sommeren, fordi vinduerne åbnes på grund af høj udetemperatur. Denne forklaring holder imidlertid ikke, idet der kunne tilføres CO₂ mindst 7 timer pr. dag i hele perioden, når man ser på gennemsnit over 2-3 måneder.

CO₂-tilførsel gav ikke signifikant udslag med hensyn til antal stilke, når roserne blev sat i gang 15. januar (tabel 1), men samme behandling viste signifikant udslag, når antallet af stilke blev omregnet til økonomiske størrelser som bruttoomsætning (tabel 5). Dette skyldes, at virkningen af tidspunkt på året for merudbyttet af stilke og den øgede stilk længde til en højere pris lægges til. Tilsammen udtrykkes i bruttoomsætningen den samlede nyttevirkning af CO₂-tilførsel, som består af mere end et forøget antal roser pr. m².

Cost-benefit beregningerne (tabel 6), hvor omkostningerne til CO₂-tilførsel og varme er trukket fra, viser, at det er rentabelt at tilføre CO₂ til roser i væksthuse under danske kulturforhold uanset hvornår roserne sættes i gang. Samme cost-benefit beregninger viser, at det har tvivlsom værdi at forsøge at nedsætte energiomkostningerne til opvarmning ved at vælge et sent igangsætningstidspunkt (1. marts).

Overslagsberegninger med andre indtægts- og omkostningsniveauer kan foretages med de viste stilkudbytter, sorteringer og stilk længder som grundlag.

Konklusion

Tilførsel af kuldioxyd til en koncentration af 1100 ppm til roser i væksthuse øger tørstofmængden, stilk længden og antallet af roser, der kan høstes pr. areal i løbet af en sæson.

Økonomisk set kan det betale sig at tilføre kuldioxyd uanset, hvornår roserne sættes igang efter vinterhvilen, men virkningen er større, jo senere roserne sættes igang.

Uden tilførsel af kuldioxyd giver igangsætning 15. januar til 7. februar større stilkudbytte og større økonomisk udbytte end igangsætning 1. marts. Med CO₂-tilførsel giver igangsætning 7. februar større stilkudbytte og større økonomisk udbytte end igangsætning 15. januar eller 1. marts.

Igangsætning 7. februar med CO₂-tilførsel giver det største stilkudbytte og det største økonomiske udbytte.

Litteratur

- Aikin, W. J. (1974): Photosynthesis in roses. I. Effect of light intensity. Colorado Growers Association. Bulletin 289, 1-4.
- Aikin, W. J. & Hanan, J. J. (1975): Photosynthesis in the rose; Effect of light intensity, water potential and leaf age. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 100, 551-553.
- Eskesen, J. G. (1980): Roser II. En produktionsøkonomisk analyse 1980. Dansk Erhvervsgartnerforening, 33 pp.
- Hand, D. W. & Cockshull, K. E. (1975a): CO₂ enrichment and glasshouse rose production. ADAS Q. Rev. 17, 26-32.
- Hand, D. W. & Cockshull, K. E. (1975b): The effects of CO₂ concentration on the canopy photosynthesis and winter bloom production of the glasshouse rose 'Sonia' (syn. 'Sweet Promise'). Acta Horticulturae 51, 243-252.
- Hand, D. W. & Cockshull, K. E. (1975c): Roses I. The effects of CO₂ enrichment on winter bloom production. J. hort. Sci. 50, 183-192.
- Hand, D. W. & Cockshull, K. E. (1977): Roses: the effect of controlled levels of CO₂ enrichment on winter bloom production. Expl. Hort. 29, 72-79.
- Jensen, H. E. Kresten (1979): Hvilketemperaturens virkning på udbytte og økonomi i væksthuseroser, Rosa L. Tidsskr. Planteavl 83, 432-440.
- Jensen, H. E. Kresten (1980): Virkning af temperatur og luftfugtighed i hvileperioden på udbytte i væksthuseroser, Rosa L. Tidsskr. Planteavl 84, 229-236.

- Jensen, H. E. Kresten* (1982a, b, c): Kuldioxid til roser i væksthuse øger indtjeningen.
- Statens Planteavlsvforsøg, Meddelelse nr. 1648.
 - Gartner Tidende 98, 36-37, 39.
 - Gärtnerbörse und Gartenwelt 82, 99-101.
- Lindstrom, R. S.* (1965): Carbon dioxide and its effect on the growth of roses. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 87, 521-524.
- Mattson, R. H. & Widmer, R. E.* (1971a): Effects of solar radiation, Carbon dioxide and soil fertilization on *Rosa hybrida*. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 96, 484-486.
- Mattson, R. H. & Widner, R. E.* (1971b): Year round effects of carbon dioxide supplemented atmospheres on greenhouse rose (*Rosa hybrida*) production. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 96, 487-488.
- Moe, R.* (1972): Effect of daylength, light intensity, and temperature on growth and flowering in roses. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97, 796-800.
- Smit, W.* (1964): Succes mit CO₂-behandeling bij de Super Star te Noordbroek. Citeret af *Rupprecht H.* (1970): Rosen unter Glas. Verlag J. Neumann-Neudamm, Melsungen, Basel, Wien. 428 pp.
- Thompson, C. J. & Hanan, J. J.* (1975): Effect of CO₂ concentrations on roses: CO₂ uptake by individual leaves. Colorado Flower Growers Association. Bulletin 306, 1-2.
- Zieslin, N., Halevy, A. H. & Enoch, Z.* (1972): The rate of CO₂ in increasing the yield of 'Baccara' roses. Hort. Res. 12, 97-100.

Manuskript modtaget den 24. august 1982.