

Vækstregulatorer til frugttræer V

Virkningen af ethephon på frugtmodning i tre tidlige æblesorter

Growth regulators on fruit trees. V. The effect of ethephon on fruit ripening of three early apple cultivars

Jørgen Grauslund

Resumé

'Close', 'James Grieve Lired' og 'Summerred' blev sprøjtet med ethephon i koncentrationer op til 500 ppm på forskellige tidspunkter i perioden 1-4 uger før normal høst. Ethephon frem-skynder frugtens løsning og farveudvikling, nedbrydningen af stivelse og syre i frugten, mens frugtsaftens sukkerindhold viser en stigende tendens. Ethephon muliggør tidligere høst og kan reducere antallet af plukninger.

NAA kan i de fleste tilfælde forhindre frugtfald ved ethephonstyrker op til 250 ppm.

En forudgående sprøjtning med 750-1500 ppm SADH 36 dage efter fuld blomstring i 'James Grieve Lired' forstærkede farvevirkningen af ethephon, men reducerede frugtstørrelsen.

Smagsbedømmelser af frugten, opbevaret 7-30 dage efter høst ved 5°C, viste højeste præference for ubehandlet frugt. Ethephon-behandlede æbler udviklede under opbevaringen en stigende overmoden smag og melethed.

I 'Close' er der fundet skader på bark og knopper i ethephonsprøjtede træer.

Nøgleord: Æbler, ethephon, NAA, SADH, modning, farve.

Summary

Ripening: Ethephon at 100 and 500 ppm applied 1-3 weeks before normal harvest of 'Close' resulted in advanced and some times in more concentrated ripening, Figure 1 and Table 1. – Concentrations of 120, 240, and 480 ppm applied to 'James Grieve Lired' 2-4 weeks before normal harvest gave a considerable increase in red colour, decreased starch and acid content, and increased soluble solids, Figure 2. Pretreatment with 1500 ppm SADH on June 30 intensified the colour promoting effect of ethephon, delayed starch break down and sugar accumulation, but had no effect on acid level. The colour response was rather constant over four years, Table 2. – Concentrations from 10 to 500 ppm were tested on 'Summerred', Figure 3. At 50 ppm and below only marginal response were noted 11-14 days after spraying. Increasing the concentration from 50 to 500 ppm produced an increasing response in terms of fruit colour, loss of fruit firmness, juice acid and starch, while soluble solids was only slightly affected.

Fruit drop was increased with ethephon, but 15 ppm NAA applied together with ethephon prevented drop in most cases, Table 1 and 3. SADH failed to control the drop. In 'Summerred', Figure 3, NAA could not prevent drop after 250-500 ppm ethephon.

Fruit size: Advancing the picking date with ethephon caused a considerable decrease in fruit size of 'Close', Figure 4. Average of three years results indicate a 20 % loss of fruit weight, when harvest was advanced one week. Ethephon had no effect on fruit size, when treated and untreated fruits were harvested at the same time, Table 5. SADH reduced fruit size, Table 6.

Spraying methods: A comparison of a normal dilute spray to run-off with a concentrate spray, applying the same amount of ethephon, was made in 'Summerred', Table 4. The two methods gave similar results.

Fruit quality: A taste panel compared the eating quality of ethephon-treated fruits of 'Summerred' with untreated fruits harvested either the same day or five days later. Intensity of five organoleptic properties were assessed on a 0-10 scale, 10 denoting strongest intensity. Rating of preference was done on a similar scale, 10 denoting highest preference. Ripeness of the three lots of fruits is shown in Table 7, and taste assessments at four dates over a two week-period in Figure 5. Treated fruits were much riper than untreated and became mealy and overripe. Untreated fruits were preferred. Similarly, untreated fruits of 'Lired' were preferred over treated ones after one months storage, Table 8. Table 9 and 10 also indicate reduced shelf-life of treated fruits.

After-effects of ethephon on the trees: Bark splitting and dead flower buds were found on branches of some ethephon-treated 'Close' in spring 1975, Figure 6. Out of 36 treated trees, damage was found on 10 trees. Two of them were dead. The trees had been sprayed the two previous seasons, but no connection could be found between concentration or time of application and degree of damage. However, some reduction in trunk circumference after high concentrations was found, Table 5 and 11. – No visible damage was noted on 'Lired' and 'Summerred'.

Conclusion: The results indicate that concentrations around 100 ppm will give most of the colour response obtainable with higher rates, but leave more time before fruits become overripe. Treated fruits should be harvested 7-10 days after spraying. Storage of treated fruit for more than one week is not recommended.

Key-words: Apples, ethephon, NAA, SADH, ripening, colour.

Indledning

Ethephon nedbrydes i planteceller, og et af nedbrydningsprodukterne er det naturligt forekommende modningshormon ethylen. Mange undersøgelser viser, at ethephon tilført 1-3 uger før høst øger frugtens farve og fremmer modningen, så frugterne kan plukkes tidligere end normalt (se litteraturliste). I tidlige æblesorter varierer det optimale plukketidspunkt ofte betydeligt mellem de enkelte frugter på et træ, hvorfor der ofte må plukkes ad flere gange.

Formålet med forsøgene var at undersøge, om ethephon kan anvendes til at koncentrere modningen i tidlige æblesorter, så plukningen

kan lettes, og om ethephon kan anvendes som et farveforbedrende middel.

Materialer og metoder

Træmateriale

- 1) 'Close'/M 26 plantet i dobbeltrækker 1970 på $(4.0 + 1.5) \times 4.0$ m. Den ene række ryddet januar 1975.
- 2) 'Lired'/M 26 plantet 1968 på 5.0×2.5 m.
- 3) 'Summerred'/MM 106 plantet i dobbeltrækker 1970 på $(3.5 + 1.5) \times 3.0$ m. Den ene række ryddet januar 1975.

Jorden har været kemisk renholdt.

Forsøgsplaner

1) Fra 1973 i 'Close':

1. Ingen ethephon, 15 ppm NAA
 2. 100 ppm ethephon, 15 ppm NAA
 3. 500 ppm ethephon, 15 ppm NAA
 - a. Sprøjtet ca. 3 uger før normal høst
 - b. Sprøjtet ca. 2 uger før normal høst
 - c. Sprøjtet ca. 1 uge før normal høst
- Ialt 9 forsøgsled, 3 fællesparceller à 4 træer

2) Fra 1971 i 'Lired':

1. Ingen ethephon
2. 120 ppm ethephon
3. 240 ppm ethephon
4. 480 ppm ethephon
- a. Ingen NAA
- b. 15 ppm NAA
- x. Ingen SADH
- y. 1500 ppm SADH

Ialt 16 forsøgsled, 4 fællesparceller à 1 træ.

3) Fra 1973 i 'Summerred': Forskellige planer, se resultater. 2 fællesparceller à 6 træer pr. forsøgsled.

I 'Close' og 'Lired' blev der sprøjtet med riffel til afdrypning. I 'Summerred' blev der sprøjtet med tågesprøjte og 10 gange koncentreret væske.

Præparater

Ethephon (2-klorethylfosfonsyre). I 1971 og 1972 anvendtes et forsøgspræparat, Amchen 68-250, indeholdende 480 g aktivt stof pr. liter. Fra 1973 blev anvendt handelspræparatet Ethrel 100, som indeholder 9.5 % aktivt stof. *NAA* (α -naftyleddikesyre) i form af handelsvaren Pomoxon, der indeholder 1.5 % NAA. *SADH* (Ravsyre 2,2-dimethylhydrazid) i form af handelsvaren A.R.85, der indeholder 85 % SADH.

Målinger

Den gennemsnitlige høstdato i 'Close'. Da hvert træ oftest høstes ad flere gange, blev der beregnet en gennemsnitlig høstdato med de enkelte høstdages udbytter som »vægte«.

Frugtudbytte pr. træ. Plukket og nedfalden frugt blev bestemt hver for sig.

Frugtstørrelse. Bestemt ved vejning af 50 frugter pr. træ.

Frugtens farve. Frugten er farvesorteret forsøgsledsvis.

% opløseligt tørstof. Til hver prøve blev der udtaget 2×20 frugter. I saften fra de to fællesprøver blev indholdet af opløseligt tørstof (hovedsageligt sukker) bestemt refraktometrisk.

% syre. I ovennævnte saftprøver blev syreindholdet bestemt ved titrering med 0.1 n NaOH med phenolphthalein som indikator. Resultaterne er omregnet til procent syre, beregnet som æblesyre.

Index for stivelsesnedbrydning. Overskårne frugter blev på snitfladen vædet med en opløsning af jod i kaliumjodid. Stivelsesnedbrydningen blev bedømt efter en skala fra 0 til 10. 0 = sortfarvet, ingen nedbrydning, 10 = ufarvet, al stivelse nedbrudt. Resultaterne angiver gennemsnit af 10 frugter.

Frugtens fasthed blev målt med Magness-Taylor trykmåler forsynet med en 9/16 tomme spids. 20 frugter/prøve. På hver frugt blev der målt 3 steder.

Smagsbedømmelse. Et smagspanel på seks medlemmer foretog intensitetsbedømmelser af fem smagsegenskaber. Prøverne blev præsenteret for smagsdommerne som snittede, uskrællede frugter uden kærnehus. Resultaterne udtrykkes på en karakterskala med værdier på 0-10, hvor 0 og 10 angiver henholdsvis ingen og meget stærk intensitet af den pågældende smagsegenskab. Ved en præferencebedømmelse blev prøverne bedømt efter en skala, hvor 0 = uspiselig, og 10 = særdeles god. Metoderne er beskrevet af K. Kaack (1972).

Resultater

Virkning af forskellige ethephon-koncentrationer og sprøjtetidspunkter på frugtmodningen; kombinationer af ethephon med NAA og SADH

'Close'

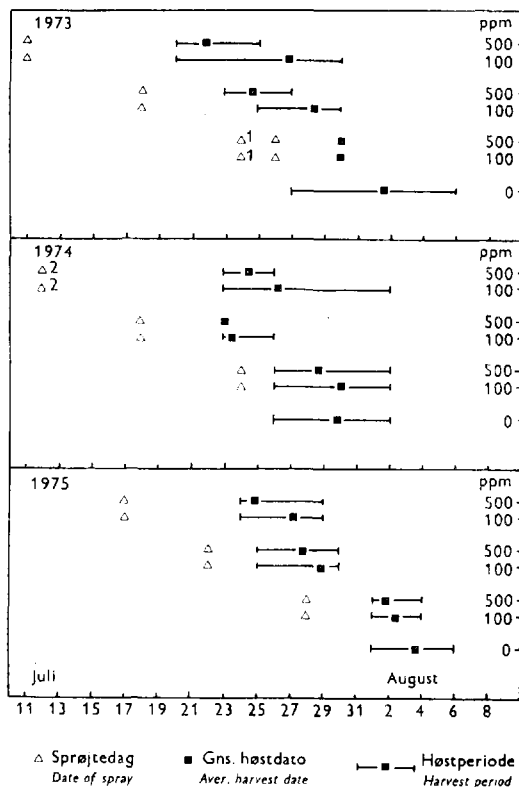
Frugtmodningen i æblesorten 'Close' sker i begyndelsen af august og foregår over en temmelig lang periode. Det er ofte nødvendigt at plukke frugterne ad 3-5 gange. Figur 1 viser den gennemsnitlige høstdato og høstperiodens længde efter ethephonsprøjtning. Frugterne blev i hvert forsøgsled plukket, når de ved visuel bedømmelse var plukkemodne. I forhold til ubehandlede træer har behandlingerne medført tidligere høst og i nogle tilfælde også en kortere høstperiode. Ved den tidligste sprøjtning virker 500 ppm tydeligt kraftigere end 100 ppm, men ved den sene sprøjtning er der ingen eller kun lidt forskel på koncentrationerne. Efter sidste sprøjtetid 1973 kunne alle frugter høstes på én gang. Dette kan skyldes, at træerne blev sprøjtet to gange, da der kom en kraftig regnbyge efter første sprøjtning. Det er muligt, at første sprøjtning trods regnbygen har bidraget til den meget kraftige modningskoncentrering.

Antallet af dage fra sprøjtning til første plukning er større ved den tidlige end ved de to sene sprøjtninger, i gennemsnit af de tre år henholdsvis 9 dage ved den tidlige og 4-5 dage ved de to sidste tidspunkter. I enkelte tilfælde er der kun gået to dage fra sprøjtning til første plukning. Antallet af plukninger er ved sidste sprøjtetid i gennemsnit to mod fire i de ubehandlede. Ved de to første sprøjtetider er antal plukninger ikke gået væsentlig ned.

Ved modenhed løsnes frugten meget hurtigt i 'Close', og et stort frugtfald er ikke ualmindeligt, med mindre der anvendes et 'holdfast'-middel. Sammen med ethephon blev der tilført 15 ppm NAA, men der var dog ofte ret store mængder nedfald, navnlig ved 500 ppm ethephon. Da det blev tilstræbt at plukke ved modenhed og undgå frugtfald, tillader forsø-

get ikke nogen opgørelse af virkningen på størrelsen af frugtfaldet.

I samme sort udførtes et supplerende forsøg, hvor 250 ppm ethephon + 15 ppm NAA tilførtes med tågesprøjte (5 × koncentrering) den 21. juli, tabel 1. Syv dage senere kunne alle frugter høstes på de sprøjtede træer, mens



Figur 1. Virkningen af to ethephon-koncentrationer udsprøjtet på tre tidspunkter på den gennemsnitlige høstdato og høstperiodens længde i 'Close'. Sammen med ethephon tilførtes 15 ppm NAA.

Effect of two concentrations of ethephon applied at three dates on average harvest date and length of harvest period in 'Close'. The spray contained 15 ppm NAA.

- 1) 4 mm regn 3-4 timer efter sprøjtning. Træerne sprøjtet igen 26/7.
- 2) 15 mm regn 2-3 timer efter sprøjtning, ikke om-sprøjtet.
- 1) 4 mm rain 3-4 hours after spray application, trees sprayed again July 26.
- 2) 15 mm rain 2-3 hours after spray application, not sprayed again.

Tabel 1. Supplerende forsøg med ethephon og NAA,
udsprøjtet i 5 × koncentration den 21. juli 1975. 9-årige 'Close'/MM106
Effect of ethephon and NAA applied as a concentrate spray (5 ×)
on picking date, fruit size and colour of 'Close'. Sprayed July 21, 1975.
9 years old trees

Behandling, ppm	NAA	15	15
Treatment, ppm	ethephon	0	250
Høstdatoer		31/7+4/8+6/8	28/7
Harvest dates		(Gns. Aver. 3/8)	
% frugt > 60 mm		58	23
% fruits > 60 mm			
% frugt > 1/2 røde		30	79
% fruits > 1/2 red			
% frugt > 60 mm + 1/2 røde		21	19
% fruits > 60 mm + 1/2 red			
Høstet kg pr. træ, ca.		33	25
Harvested kg per tree, ca.			
Nedfald kg pr. træ, ca.		4	4
Preharvest drop, kg per tree, ca.			

Tabel 2. Virkningen af ethephon på frugtens farve i fire år i 'Lired'.
+ ethephon: gns. af 120, 240 og 480 ppm
Effect of ethephon on fruit colour in four years in 'Lired'.
+ ethephon: average of 120, 240, and 480 ppm treatments

År	ethephon	% frugter > 3/4 røde	% frugter > 1/2 røde	Spr. dato	Dage spr.-høst	Middeltemp. °C spr.-høst
Year		% fruits > 3/4 red	% fruits > 1/2 red	Spr. date	Days spr.-harv.	Aver.-temp. °C spr.-harv.
1971	÷	1	13			
	+	48	77	19. aug.	12	16.3
1972	÷	0	13			
	+	35	77	21. aug.	16	13.7
1974	÷	2	29			
	+	26	78	16. aug.	12	15.4
1975	÷	0	5			
	+	8	46	24. aug.	9	18.1

ubehandlede måtte høstes ad tre gange, begyndende den 31. juli. De sprøjtede træer har haft en større del velfarvede frugter.

'Lired'

Ethephon-sprøjtningerne blev gennemført med de samme træer i årene 1971-75. Tabel 2 viser virkningen i fire år på farven samt sprøj-

tetidspunktet og gennemsnitstemperaturer i tiden mellem sprøjtning og høst. Det blev tilstræbt at sprøjte 3-4 uger forventet, normal høsttid (medio september), og alle frugterne blev høstet, når de sprøjtede viste en tydelig farveudvikling. I den kølige sommer 1972 blev der høstet 16 dage efter sprøjtning, mens der kun gik ni dage fra sprøjtning til

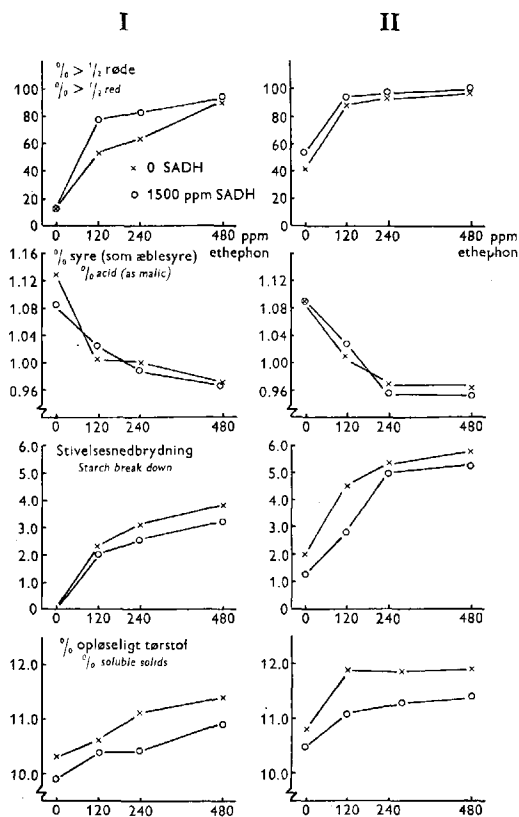
høst i 1975, da temperaturerne var meget høje. Farveforbedringen er tydelig alle fire år, dog er virkningen ikke så kraftig i 1975. Forsøget blev også sprøjtet i 1973, men der var ingen virkning, formentlig på grund af en fejl ved tilberedning af sprøjtevæskan.

Figur 2 viser de enkelte koncentrationers

virkning på forskellige modenhedskriterier i 1972. (Målingerne blev også foretaget de andre tre år, men de afviger ikke væsentligt fra resultaterne i 1972). 14-16 dage efter sprøjtning har alle tre styrker givet en større del velfarvede frugter, mindsket frugtens stivelses- og syreindhold og øget indholdet af opløseligt tørstof (sukker). Ved den sidste sprøjtetid har de tre koncentrationer virket næsten ens på farven og sukkerindholdet, mens der ved første sprøjtetid var stigende virkning med stigende koncentration. Syre- og stivelsesnedbrydningen er derimod ved begge sprøjtetider mindre fremskreden ved den lave styrke (120 ppm).

En forudgående sprøjtning med 1500 ppm SADH øger den farvefremmende virkning af ethephon, men hæmmer samtidig stivelsesnedbrydning og stigningen i opløseligt tørstof. SADH har ikke haft nogen tydelig virkning på syreindholdet.

Tabel 3 viser mængden af nedfaldsfrugt som gennemsnit af de to forsøg. Halvdelen af for-



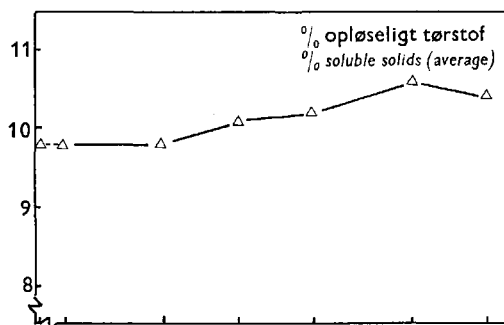
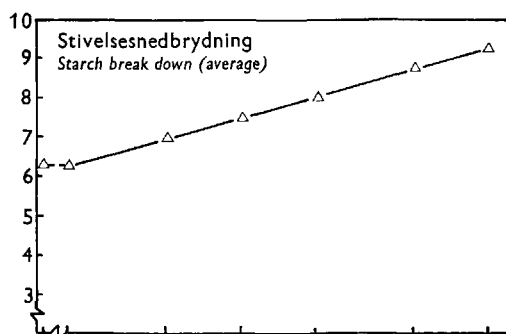
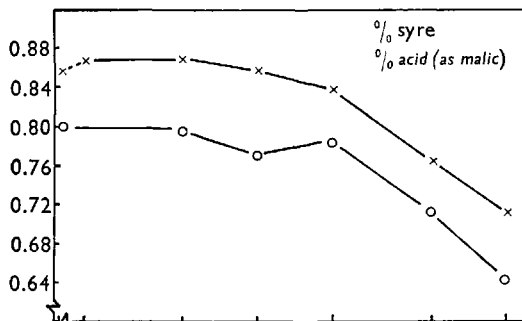
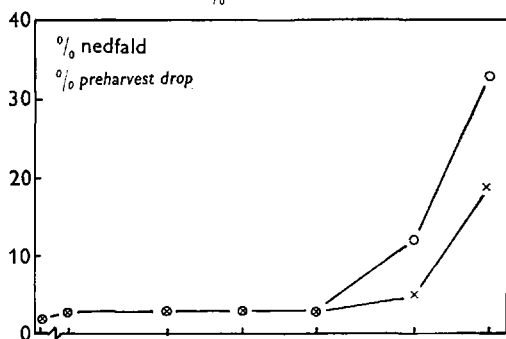
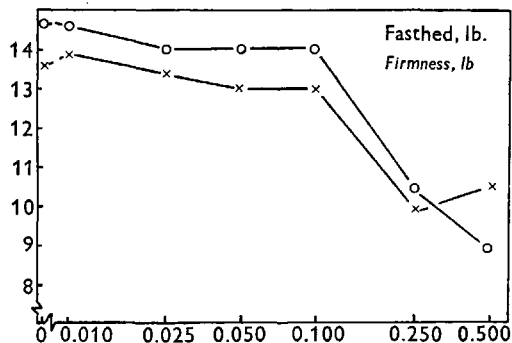
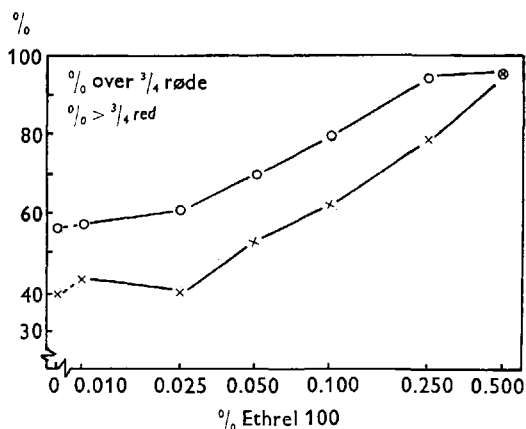
Tabel 3. Virkningen af ethephon, NAA og SADH på frugtfaldet, 'Lired' 1972.

Gennemsnit af 2 sprøjtetider for ethephon og NAA (se figur 2)

Effect of ethephon, NAA, and SADH on preharvest drop, 'Lired' 1972.

Average of 2 spraying times for ethephon and NAA (see Figure 2)

ppm ethephon	Procent nedfald Per cent preharvest drop			
	0 SADH		1500 ppm SADH 30/6	
	0 NAA	15 ppm NAA	0 NAA	15 ppm NAA
0	2	1	1	0
120	3	1	1	1
240	12	3	7	2
480	25	4	33	4
LSD ₉₅ = 9				



Figur 3. Virkningen af ethephon på modning af 'Summerred'. Sprøjtet 22. august med tågesprøjte (10×koncentreret). Koncentrationer refererer til fuld væskemængde. 15 ppm NAA tilført dagen efter. Frugterne plukket 2. september (x) og 5. september (o). Fasthed bestemt den 18. september (efter opbevaring ved 4° C). Øvrige bestemmelser foretaget på høsttidspunktet, 1974.

% Ethrel 100 × 1000 = ppm ethephon

Effect of ethephon on ripening of 'Summerred'. Ethephon was applied as a concentrate spray (10X) on August 22. Concentrations refer to a dilute spray. 15 ppm NAA applied August 23. Fruits picked September 2 (x) and September 5 (o). Firmness (Magness-Taylor) determined September 18 (after storage at 4° C). The other determinations were made at harvest, 1974.

% Ethrel 100 × 1000 = ppm ethephon

søget blev sprøjtet med NAA, tilført samtidig med ethephon. Uden NAA medførte ethephon i høje styrker et stort frugtfald, som næsten helt kan modvirkes med 15 ppm NAA. SADH har ikke kunnet hindre frugtfaldet. – NAA har iøvrigt ikke tydeligt påvirket de i figur 2 viste modenhedsforløb.

'Summerred'

Forsøget i 'Lired' antyder muligheden af, at selv lave ethephon-koncentrationer kan virke modningsfremmende, hvis der sprøjtes på et ikke for tidligt tidspunkt. I 'Summerred' sprøjtedes med koncentrationer fra 10 til 500 ppm den 22. august 1974. Resultaterne fremgår af figur 3, hvor koncentrationen er afsat på en logaritmisk skala. En parcel af hvert forsøgsled blev plukket 11 dage efter sprøjtning, en anden parcel 14 dage efter sprøjtning. Resultaterne af de to høsttidspunkter er opført for sig undtagen for stivelse og opløseligt tørstof, hvor de to høsttider ikke afveg tydeligt fra hinanden.

Mængden af stærkt farvet frugt stiger med udsættelse af høsttiden og med stigende ethe-

phon-styrke. De to laveste koncentrationer har dog næppe forbedret farven. Også stivelsesnedbrydningen og procent opløseligt tørstof stiger lidt med stigende koncentration. Syreindholdet og frugtens fasthed falder kun svagt ved de lave koncentrationer, men meget stærkt over 100 ppm. Samtidig indtræder et betydeligt frugtfald.

Sprøjteteknik

Af de tidligere omtalte forsøg blev nogle sprøjtet med stor væskemængde (riffelsprøjtning til afdrypning), mens andre er sprøjtet med tågesprøjte og koncentreret sprøjtevæske. En sammenligning af disse to sprøjteformer blev foretaget i 'Summerred', se tabel 4. De to tilførselsmåder har stort set givet samme resultater, der er dog tendens til, at koncentrat-sprøjtning har virket lidt stærkere på syreindholdet.

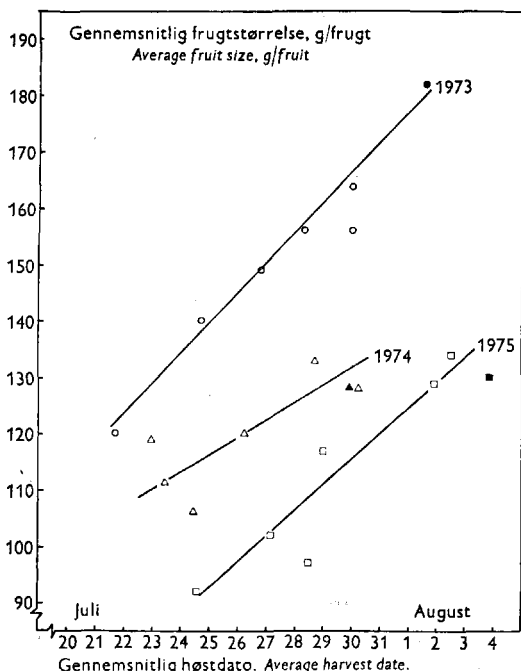
Virkninger på udbytte og frugtstørrelse

'Close'

I dette forsøg blev frugterne som tidligere omtalt plukket, når de skønnedes at være plukke-

Tabel 4. To koncentrationer af ethephon udsprøjtet med riffel til afdrypning sammenlignet med tågesprøjtning med 10 gange koncentreret væske.
Sprøjtet den 16. august, frugten plukket og analyseret 13 dage senere. 'Summerred' 1973
Comparison of two methods of spray application for ethephon. Sprays applied August 16, fruits picked and analyzed 13 days later. 'Summerred' 1973

	% stærkt farvet frugt % highly coloured fruits	% syre acid	% opl. tørstof % sol. solids	Index for stivelses- nedbrydning (0–10) Starch break down
Ubehandlet <i>Untreated</i>	37	1.03	11.6	3.6
Riffelsprøjtning 1,1 liter/træ <i>Spray to run off</i> <i>1.1 litre/tree</i>				
250 ppm	90	1.01	11.7	4.0
500 ppm	85	0.95	11.8	4.0
Tågesprøjtning, 0,1 liter/træ <i>Mist spray</i> <i>0.1 litre/tree</i>				
2500 ppm	83	0.96	11.9	4.0
5000 ppm	97	0.91	11.8	5.0



Figur 4. Frugtstørrelse som funktion af den gennemsnitlige høstdato i 'Close'. De udfyldte symboler angiver det ubehandlede forsøgsled, de åbne angiver ethephon-behandlingerne fra figur 1.

Fruit size and average harvest date in 'Close'. Filled symbols indicate untreated, open symbols ethephon-treatments from Figure 1.

modne. Den tidligere og mere koncentrerede høst, som blev fremkaldt med ethephon, har i væsentlig grad reduceret den gennemsnitlige frugtstørrelse, figur 4. Ud fra kurverne i den-

ne figur kan det beregnes, at en uges fremskyndelse af høsttiden med ethephon medfører en reduktion i frugtstørrelsen med ca. 20 % i gennemsnit af de tre år. Resultaterne i tabel 1 viser også, at ethephon medførte en væsentlig nedgang i procent frugt over 60 mm og et lavere udbyttensniveau.

'Lired'

Ubehandlede og behandlede træer blev høstet samtidig, og alle frugter på et træ blev høstet på én gang. Tabel 5 viser gennemsnit af fire års udbytte og frugtstørrelse. Den høje styrke har medført et lavere udbytte og samtidig er stammeomkredsen reduceret. Frugtstørrelsen er ikke påvirket. – Procent frugtsætning blev bestemt i 1975, men der var ingen sikre forskelle. For at undgå knækkede grene måtte frugterne udtynnes hvert år.

Frugtstørrelsen blev reduceret efter SADH-behandling uden samtidige ændringer i udbyttet, tabel 6.

Ved den tidlige plukning, 6. september 1972, var frugtstørrelsen 11 % mindre end ved den sene plukning 14. september (figur 2).

Smagsbedømmelse og holdbarhed

'Summerred', smag

Påvirkes frugtens smag af ethephon? Frugter fra behandlede træer af 'Summerred' blev sammenlignet med ubehandlede prøver høstet på to forskellige tidspunkter. For at kunne foretage en korrekt sammenligning må det kræves,

Tabel 5. Udbytte og frugtstørrelse i gennemsnit af årene 1972–75 i ethephon-behandlede 'Lired' samt stammeomkreds jan. 75
Yield and fruit size in ethephon-treated 'Lired', average of the years 1972–75, and trunk circumference January 1975

ppm ethephon	kg frugt/træ kg fruits/tree	g/frugt g/fruit	Stammeomkreds, cm Trunk circumference, cm
0	29	127	21.7
120	31	124	22.4
240	30	124	21.2
480	24	129	19.5
LSD ₉₅	2	i.s. ¹⁾	2.0

1) i.s. = ikke signifikant *Not significant.*

Tabel 6. Virkningen af SADH på udbytte og frugtstørrelse. 'Lired'.

Sprøjtet 36 dage efter fuld blomstring begge år
Effect of SADH on yield and fruit size. 'Lired'.
Sprays applied 36 days after full bloom both years

Behandling Treatment	kg/træ kg/tree	g/frugt g/fruit
1972		
0 SADH	17,8	162
1500 ppm SADH (30. juni)	17,4	140
LSD ₉₅	i.s.*)	7
1973		
0 SADH	24,0	115
750 ppm SADH (3. juli)	23,3	107
LSD ₉₅	i.s.	3

*) Ikke signifikant *Not significant.*

at prøverne har samme modenhedsgrad. Målingerne viser imidlertid, at dette krav ikke er opfyldt, tabel 7. Syv dage efter sprøjtning med ethephon er frugterne meget stærkt rødfarvede og meget mere modne end ubehandlede plukket samme dag, men også i forhold til ubehandlede plukket 5 dage senere. Sukkerindholdet er højt i alle prøver og ikke påvirket

af behandling og plukketid. Denne hurtige modning efter ethephonbehandlingen må ses på baggrund af de høje temperaturer i modningsperioden i 1975.

Smagsbedømmelser af de tre frugtpartier blev udført på fire tidspunkter, figur 5. De to ubehandlede partier a og c blev af dommerne vurderet som værende næsten ens i alle smagskriterier og fik næsten samme præferencekarakter. Prøven b adskiller sig i alle kriterier og blev tildelt stigende karakterer for meletthed og overmoden smag og faldende karakterer for præference i bedømmelsesperioden. De forskellige smagskriteriers betydning for dommernes præference fremgår af ligningen nederst i figur 5. Frugtens fasthed, surhed og sødhed er positivt korreleret med præferencen, men fastheden har størst betydning. Meletthed og overmoden smag er negativt korreleret med præferencen. Dommerne blev også bedt om at give karakter for aroma, men der var ingen sikre forskelle mellem prøverne.

'Lired', smag

Efter en måneds opbevaring af 'Lired' gav de

Tabel 7. Modenhed af ubehandlede og ethephon-behandlede 'Summerred' 1975.

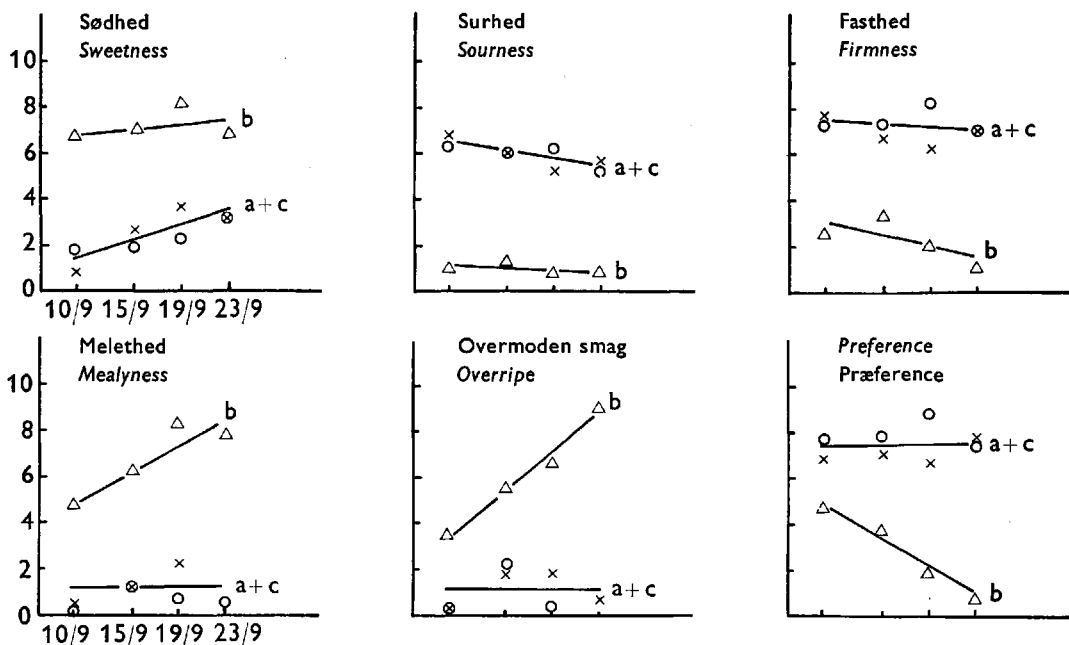
Opbevaret ved 5° C

Ripeness of untreated and ethephon-treated 'Summerred'. 1975.

Stored at 5° C

ppm ethephon	0	250 (27/8)	0
Høstdato Harvest date	3. sept.	3. sept.	8. sept.
	a	b	c
% frugter > 3/4 røde			
% fruits > 3/4 red	51	98	73
Målinger 10. september			
Measurements Sept. 10			
% syre (som æblesyre)			
% acid (as malic)	0,85	0,62	0,76
% opl. tørstof			
% sol. solids	12,4	12,3	12,3
Stivelsesnedbrydning*)			
Starch break down (0-10)	4,4	6,4	5,4
Fasthed			
Firmness Maggn.-Tayl. 1b.	15,8	10,3	15,9

0 = no break down, 10 = all starch hydrolyzed (staining with iodine).



Præference = $4.8 + 0.03 (\text{sødhed}) + 0.09 (\text{surhed}) + 0.33 (\text{fasthed}) - 0.22 (\text{melethed}) - 0.24 (\text{overmoden smag})$
 Preference
 R = 0.85

Figur 5. Smagsbedømmelse af 'Summerred'-prøverne a, b og c fra tabel 7 på 4 tidspunkter. Prøverne opbevaret ved 5° C. Nederst Multipel lineær regressionsligning for præferencens afhængighed af smagskaraktererne.

Taste panel ratings of the 3 samples (a, b, c) from Table 7 at four dates. Samples stored at 5° C. Below: equation of multipel, linear regression between preference and taste scores.

samme dommere også lavere præference til frugter fra ethephon-behandlede træer, tabel 8. Selv om den ubehandlede prøve blev høstet seks dage senere end de behandlede, viste både smagsbedømmelserne og modningsmålinger en lavere modenhedsgrad.

'Close', fasthed

Frugtens fasthed efter opbevaring ved to temperaturer blev undersøgt i sorten 'Close', tabel 9. Uanset forudgående behandling med ethephon medfører opbevaring ved 12°C i 16 dage eller længere så lave fasthedsværdier, at frugten må betegnes som stærkt overmoden.

Ved 3°C bevares kvaliteten bedre, men den tidligt høstede og behandlede frugt er efter 3 ugers opbevaring også stærkt overmoden. Mest fast er ubehandlet frugt høstet 29. juli. Sam-

tidig høstet, behandlet frugt er mere moden.

Ved bedømmelse af frugterne efter 2-3 ugers opbevaring bemærkes desuden, at behandlede frugters grønne bundfarve næsten er forsvundet, og at den røde dækfarve ofte har fået en kedelig mørkerød tone.

'Lired', holdbarhed, møsk

Tabel 10 viser resultater af et opbevaringsforsøg med 'Lired'. Ved undersøgelse af frugten den 13. november var der møskangreb i de ethephon-behandlede partier. Angrebet var dog kun af betydning ved den sidste sprøjtning med de to høje styrker og navnlig i de store frugter. Angrebene var lidt større ved undersøgelse den 17. december (tal ikke vist). Igen i 1975 blev frugter fra samme forsøg lagret til den 18. november ved 4°C, men der

Tabel 8. Smagsbedømmelse og modenhed af ethephon behandlede 'Lired' efter ca. een måneds lagring ved 5° C. Målinger og bedømmelser foretaget 9. oktober 1975
Taste panel ratings and ripeness of ethephon-treated 'Lired' after ca. one month's storage at 5° C. Measurements made October 9, 1975

Behandling <i>Treatment</i>	ppm ethephon	0	120	240	480	LSD ₉₅
Sprøjtedato <i>Spraying date</i>		—	24/8	24/8	24/8	
Høstdato <i>Picking date</i>		8/9	2/9	2/9	2/9	
Smagskarakterer (0–10) <i>Taste panel ratings</i>						
Sødhed, <i>sweetness</i>		2.0	3.1	5.9	7.1	2.6
Surhed, <i>sourness</i>		4.4	4.1	1.0	1.0	2.6
Fasthed, <i>firmness</i>		5.4	4.0	2.7	2.1	i.s.
Melethed, <i>mealyness</i>		1.7	3.6	6.0	7.3	3.1
Overmoden smag, <i>overripe</i>		1.6	4.3	8.4	9.1	1.8
Præference, <i>preference</i>		5.7	4.0	1.0	0.6	2.3
% syre (som æblesyre) <i>% acid (as malic)</i>		0.71	0.69	0.69	0.64	
Fasthed <i>Firmness</i>	Magness-Tayl. (1b)	11.2	10.2	9.7	9.3	
Stivelsesnedbrydning (0–10) <i>Starch break down*</i>		6.5	8.2	8.5	9.0	

*) 0 = no break down, 10 = all starch hydrolyzed.

Tabel 9. Fasthed efter opbevaring af 'Close' ved to temperaturer til 14. august 1975

Firmness after storage at two temperatures of 'Close' until August 14, 1975

Behandling <i>Treatment</i>	Plukkedato <i>Picking date</i>	Opbevaringstemperaturer <i>Storage temperatures</i>	
		3° C	12° C
0	29. juli	13,8	8,4
100 ppm 24/7	29. juli	11,9	8,9
500 ppm 24/7	29. juli	10,8	8,8
0	26. juli	12,3	9,0
100 ppm 18/7	23. juli	9,9	7,5
500 ppm 18/7	23. juli	9,9	8,8
	LSD ₉₅	0,5	

var ikke over 3 % angrebne frugter. Partier fra forsøget i 'Summerred' (se tabel 7) blev også undersøgt den 18. november. Heller ikke i dette tilfælde var der nævneværdige angreb af lagersygdomme.

Skadevirkninger af ethephon

I maj måned 1975 blev der i forsøget med 'Close' fundet nogle træer med døde grenpartier og enkelte træer, hvor alle knopper var standset i deres udvikling på et tidligt tids-

Tabel 10. Procent møskangrebne frugter i 'Lired' efter lagring ved 4° C. 1974. I: sprøjtet 16. august, høstet 28. august.
II. sprøjtet 26. august, høstet 5. september
*Per cent fruits with physiological break down in 'Lired' after storage at 4° C. I: sprayed August 16, picked August 28.
II: sprayed August 26, picked September 5*

Frugstørrelse, mm <i>Size of fruits, mm</i>	I		II	
	60/70	70/80	60/70	70/80
Behandling <i>Treatment</i>				
0 ethephon	0	0	0	1
120 ppm ethephon	1	2	0	6
240 ppm ethephon	3	3	2	13
480 ppm ethephon	—	—	7	15

punkt. Af ialt 54 træer, som indgik i forsøget, har 36 træer i de to foregående år været sprøjtet med ethephon (figur 1). I de 18 ubehandlede træer er der ikke konstateret nogen skader.

Af de behandlede træer var to døde, fem havde flere døde hovedgrene, to havde kun én død gren, og et træ havde enkelte, spredte barkbeskadigelser. Ialt 10 træer med større eller mindre skader. Skaderne illustreres af billeder i figur 6. Typisk er den sprængte overhud og bark, forstørrede korkporer og et stort antal døde knopper. Ved undersøgelse af grene, stammer og rødder af angrebne træer, kunne der ikke påvises nogen sygdomsfremkaldende organismer, som kan sættes i forbindelse med symptomerne.

Undersøgelse af rodsystemet af to delvis angrebne træer viste ingen tegn på dårligt fungerende rødder. I løbet af sommeren 1975

fremkom der under de angrebne grenpartier et stort antal nye skud. Ved en opgørelse af skadernes sværhedsgrad kunne der ikke findes nogen sammenhæng med ethephon-koncentrationerne (100 og 500 ppm) eller sprøjtetidspunkterne. Imidlertid findes de angrebne træer hovedsagelig i den ene, lavere liggende halvdel af forsøgsrækken, skønt forsøgsledene var ensartet fordelt rækken igennem.

Tabel 11 viser, at stammekredsen er mindre i træer, der i de tre foregående år blev sprøjtet med 500 ppm. Omkring høsttidspunktet, hvor grenene er stærkest belastet af frugternes vægt, viser de behandlede træer en mere hængende grenform end normalt. Dette tyder på, at grenenes styrke kan være svækket. — I 'Lired' viste de træer, som blev behandlet med 480 ppm, på samme måde en mere hængende grenform og mindre stammeomkreds.

Tabel 11. Stammeomkreds, cm, i ethephon-behandlede 'Close' i oktober 1975 efter 3 års sprøjtning

Trunk circumference, cm, of ethephon-treated 'Close' in October 1975 after 3 years treatments

Behandling <i>Treatment</i>	
0	27,4
100 ppm ethephon	26,2
500 ppm ethephon	23,8
LSD ₉₅	1,3

Diskussion

Forsøgene viser, at ethephon kan fremskynde modningen af alle tre undersøgte æblesorter. Af de mange enkeltprocesser, som foregår under naturlig modning, blev alle de undersøgte fremskyndet eller forstærket: frugtens løsningsdannelse af rød dækfarve, nedbrydning af stivelse og syre, samt nedgang i frugtkødets fasthed. Desuden steg indholdet af opløseligt tørstof (sukker) i frugtsaften ofte lidt. Også



Figur 6. Beskadigede grene på ethephon-behandlede 'Close'. Fotograferet 15. maj 1975. Træerne sprøjtet de to forudgående år i juli måned. Foto: S. E. Vestergaard.

Damage on branches of ethephon-treated 'Close'. Photographs taken May 15, 1975. Trees sprayed in July the two previous seasons.

den tidligere nedbrydning af frugten på lager tyder på en større modenhedsgrad. Resultaterne er i det væsentligste i god overensstemmelse med andre forsøg med en række tidlige og middeltidlige æblesorter (*Schomer et al.* 1971, *Wertheim* 1971, *Johnsson* 1973, *Luckwill* og *Child* 1973, *Kvåle* 1974a, b). Den modningsfremmende virkning medfører da også, at plukkeperioden kan indskrænkes i sorter, der normalt plukkes ad flere gange (*Forshey* og *Edgerton* 1974, *Schomer et al.* 1971, *Wertheim* 1971). Dette indebærer en væsentlig effektivisering af plukkearbejdet.

Imidlertid frembyder anvendelse af ethephon som modnings- og farvefremmende middel betydelige vanskeligheder.

Fastlæggelse af sprøjte- og høsttidspunkter

Sprøjtetidspunktet må vælges således, at frugterne ved høst har en for den pågældende sort tilfredsstillende størrelse. Ethephon reducerer næppe direkte frugtstørrelsen i målelig grad ved en til to ugers interval mellem sprøjtning og høst, tabel 5, (*Johnsson* 1973, *Kvåle* 1974a, *Forshey* og *Edgerton* 1974). Men den tidligere høst kan medføre væsentlig nedgang i frugtstørrelse og udbytte. I 'Worcester Pearmain' finder *Luckwill* og *Child* (1973), at en uges fremskyndelse af høsten reducerer frugtstørrelsen med 16 %, 2 uger med 19 %.

Det anbefalede plukketidspunkt varierer i de citerede undersøgelser fra 5 til 12 dage efter sprøjtning. I forsøgene med 'Lired' og 'Summerred' blev der høstet mellem 9 og 16 dage efter sprøjtning. Den betydelige variation i tiden fra sprøjtning til høst skyldes utvivlsomt, at forskellige sorter kan reagere forskelligt på ethephon, men også forskelle i temperaturforholdene mellem forsøgsstederne. Høj temperatur fremmer modning, lav temperatur forholder den. Samme relation synes at gælde for virkningen af ethephon (*Forshey* og *Edgerton* 1974). Fastlæggelse af høsttidspunktet udelukkende efter frugtens farveudvikling er ingen sikker metode, idet farvedannelsen er underkastet påvirkninger af såvel klimatiske som kulturtekniske faktorer (*Walter* 1967), mens

andre modningsprocesser kan forløbe uden sammenhæng med farveudviklingen.

– At høste et forud fastlagt antal dage efter sprøjtning kan heller ikke anvendes, ikke engang når det drejer sig om en bestemt sort indenfor et bestemt geografisk område, idet temperaturen i modningsperioden som ovenfor nævnt spiller en afgørende rolle for modningshastigheden. Da frugtens egnethed til at tåle varierende behandlinger i omsætningsledet imidlertid er stærkt afhængig af dens modenhedsgrad, bliver fastlæggelse af høsttiden (på et sikkert modenhedstrin) en forudsætning for en heldig gennemført ethephon-anvendelse. – En mulighed er at følge modningen ved bestemmelse af stivelsesnedbrydningen på overskårne frugter ved jodfarvningsmetoden. *Child* (1974) angiver, at sprøjtede 'Worcester Pearmann' skal plukkes, når 1/4 til 1/3 af snitfladen er fri for stivelse.

I 'Close' kan virkningen af ethephon være så hurtig, at den gældende sprøjtefrist på 5 dage er vanskelig at overholde, figur 1.

Nedfald

Ethephon fremskynder også frugtfaldet. Til sætning af 15 ppm NAA til sprøjtevæsken kan i mange tilfælde ophæve virkningen på frugtfaldet uden at påvirke ethephon-virkningen i øvrigt, tabel 3 (*Johnsson* 1973, *Kvåle* 1974b, *Looney* 1975a, b). I 'Summerred' kunne NAA ikke hindre frugtfald ved høje ethephonstyrker efter 11-14 dages virkningstid, figur 3. Ved styrker under 250 ppm og et sprøjtning-høst interval på under 10 dage vil NAA (15-20 ppm) give en god sikkerhed for utilsigtet frugtfald.

Et andet auxin, 2,4,5-triklorphenoxyeddikesyre (2,4,5 TP, fenoprop) forebygger frugtfald mere effektivt. Dette middel har i sig selv en modningsstimulerende virkning og kan i høje koncentrationer (40 ppm) give skader på træerne (*Luckwill* og *Child* 1972).

Frugtens kvalitet

Ethephon-sprøjtning vil oftest bevirke, at frugten skal høstes tidligere end normalt på grund

af den fremskyndede modning. *Luckwill* og *Child* (1972) sammenlignede smagskvaliteten af sprøjtet frugt med ubehandlet samtidig høstet frugt ('Worcester Pearmain'). Smagspanelet gav højere karakterer for udseende (attractiveness), smag (flavour) og tekstur i behandlet frugt. Bedømmelserne blev foretaget på høstdagen.

Efter opbevaring på køl blev smagen bedømt som dårligere i ethephon-behandlet frugt i nærværende undersøgelse. De sprøjtede partier var ved indsætningen langt mere modne end de ubehandlede, og udviklede under opbevaringen en stigende overmoden smag og meletthed. Der må derfor regnes med nedsat holdbarhed efter ethephon-sprøjtning. *Luckwill* og *Child* (1972) regner med en reduktion i opbevaringstiden på 30 %, *Forshey* og *Edgerton* (1974) fraråder længere tids opbevaring af sprøjtet frugt.

Skader på træerne

Kun i 'Close' og kun i en del af de sprøjtede træer er der fundet skader, figur 6. I litteraturen findes ingen tilsvarende angivelser om skader efter ethephon-sprøjtning. Ethylen kan give barksprængninger, døde knopper og kalusvækst på podekviste (*Jannick* 1975). Da skaderne i 'Close' minder meget om ovennævnte, må de antages at skyldes ethephon. Måske er sorten mere følsom end de øvrige prøvede sorter. Det unormalt milde og fugtige efterår 1974 og den efterfølgende milde vinter kan også tænkes at have spillet en rolle. Da skaderne kun forekom i den lavere liggende del af rækken, tyder det på, at vandoverskud i jorden kan være en medvirkende årsag.

Reduceret stammeomkreds, tabel 5 og 11, samt en tilsyneladende svækket grenstyrke, som kunne iagttages i 'Lired' og 'Close' tyder også på en svækkelse af vækstkraften ved høje koncentrationer. I kirsebær er der tidligere fundet skader efter ethephon (*Grauslund* og *Stoyanov* 1971).

De omtalte betydelige risikomomenter forhindrer, at ethephon kan anvendes som et generelt farveforbedrende og modningskon-

centrerende middel. I det følgende skal omtales nogle mulige forholdsregler til imødegåelse af uheldige virkninger.

Kombination ethephon/SADH

En sprøjtning med SADH i juni-juli kombineret med ethephon før høst er undersøgt i en række forsøg (f. eks. *Looney* 1975a, b, *Luckwill* og *Child* 1973). SADH + ethephon kan give en bedre og tidligere farveudvikling, fastere frugter ved høst samt bidrage til at mindske frugtfaldet i forhold til ethephon alene. Sprøjtning med SADH kan dog ikke erstatte virkning af et auxin. Fordelene ved kombinationen er, at frugterne kan høstes tidligere (på grund af den tidligere farveudvikling) med en højere fasthedsværdi. Modenhedsudviklingen efter høst synes dog ikke påvirket.

SADH gav også i 'Lired' bedre farveudvikling ved lave ethephonstyrker, navnlig ved første sprøjtetid, og forsinkede stivelsesomdannelsen. – Samtidig måtte der noteres et fald i frugtstørrelsen, skønt der ikke blev sprøjtet særlig tidlig (*Grauslund* 1975).

Anvendelse af reducerede ethephon-mængder

Ethephon bliver normalt anvendt i styrker på 250 ppm. Lavere styrker er ifølge figur 1, 2 og 3 virksomme. I koncentrationsforsøget i figur 3 blev der tilført fra 10 til 500 ppm, svarende til 17,5 til 876 g ethephon pr. ha. Ved 100 ppm, svarende til 175 g/ha, kunne der stadig opnås en del af farvevirkningen, mens de negative virkninger: fald i fasthed og syre, samt frugtfald, stort set kunne undgås. Også farvevirkningen i 'Lired' var udmærket ved 120 ppm ved sidste sprøjtetid. *Child* (1973) udførte et forsøg i 'Worcester Pearmain' og tilførte fra 170 til 1700 g ethephon/ha. Alle forsøgsled blev sprøjtet med samme koncentration (750 ppm), men væskemængden blev varieret fra 225 til 2250 l/ha. Farvevirkningen var stort set den samme ved alle de prøvede mængder, men frugterne blev hurtigere bløde med stigende mængde ethephon. Dette stemmer overens med fasthedsmålingerne i figur 3.

Det skulle derfor medføre en større sikkerhed mod uønsket hurtig modning kun at anvende omkring 100 ppm ethephon, svarende til ca. 200 g/ha. Sprøjtning kan udføres som koncentrat-sprøjtning, *Child* 1973, og tabel 4.

Konklusion

Ethephon kan fremme og koncentrere modningen samt øge frugtens farve i de undersøgte æblesorter. Samtidig fremmes også frugtens løsnings, men dette kan i de fleste tilfælde modvirkes ved at tilsætte NAA til sprøjtevæsken.

'Close'. Ved en tidlig sprøjtning, d.v.s. ca. 14 dage før normal plukketid, fremskyndes modningen 6-10 dage. Høstes der f. eks. 1 uge tidligere end normalt, må der regnes med en betydelig nedgang i frugtstørrelsen. I gennemsnit af tre års forsøg medførte en uges tidligere høst 20 % reduktion i frugtstørrelsen.

Vælges et senere sprøjtetidspunkt bliver udbyttenedgangen ikke så stor, men den gældende sprøjtefrist på fem dage kan da være vanskelig at overholde. Dette betyder, at nogle frugter vil være overmodne og eventuelt falde ned inden sprøjtefristen udløber.

Den modningskoncetrerende virkning af ethephon har været noget varierende i forsøgene. I flere tilfælde medførte behandlingen dog, at alle frugter kunne høstes på én gang.

Sprøjtet frugt vil ofte være så moden, at den ikke kan opbevares mere end nogle få dage efter plukning.

I foråret 1975 blev der fundet skader på nogle af de træer, som var sprøjtet med ethephon i de to foregående år.

Alt i alt er det derfor tvivlsomt, om ethephon-behandling af 'Close' kan ske med fordel.

'Lired' og 'Summerred'. Tidlig plukning medførte ikke så stor en nedgang i frugtstørrelsen som i 'Close'. En uges tidligere høst gav i 'Lired' 11 % reduktion i frugtstørrelsen.

Sprøjtning med 100-500 ppm 2-3 uger før

normal høsttid gav en væsentlig forøgelse af frugtens farve og modenhed.

Hvor meget modningen fremskyndes efter en ethephon-sprøjtning er vanskeligt at forudsige. Høje koncentrationer, langt interval mellem sprøjtning og høst, samt høj temperatur vil resultere i stærkt øget modning. Anvendelse af en lav styrke, ned til 100 ppm, formindsker risikoen for en uønsket hurtig modning, og giver under gunstige betingelser alligevel en betydelig farveforbedring. Plukning bør ske indenfor 7-10 dage efter sprøjtning.

Da modningsforløbet efter høst også kan være hurtigere i behandlet frugt end i ubehandlet, er det vigtigt, at frugten sættes på køl umiddelbart efter plukningen.

Smagskvaliteten af ethephon-behandlet frugt er ved plukning udmærket. Smagsbedømmelser viser dog, at den sprøjtede frugts større modenhedsgrad kan medføre, at smagskvaliteten bliver dårligere end i ubehandlet frugt efter en opbevaringsperiode på 1-4 uger. Det må derfor stærkt frarådes at opbevare sprøjtet frugt ud over én uge.

Erkendtlighed

For modtaget hjælp under arbejdet bringes tak til lic. agro. K. Kaack, forskningslaboratoriet for grønt- og frugtindustri, Blangstedgaard, for organisering og ledelse af smagsbedømmelserne, til gartner G. Wichmann for den daglige pasning af forsøgene, og til teknisk assistent P. Henriksen for analysering af frugten.

Litteratur

- Child, R. D.* (1973): The interaction of SADH, CEPA, and 2,4,5-TP in improving the quality of early harvested apples. – Technical Communications of ISHS, No. 34, vol. I: 441-44. (Symposium on growth regulators in fruit production).
Child, R. D. (1974): Growth regulators and their effect on 'Worcester Pearmain'. Comm. Grower, No. 4083: 545-47.
Grauslund, J. og S. Stoyanov (1971): Virkningen af Alar og Ethrel på frugtretentionskraft og modning af kirsebær. Tidsskr. Planteavl 75: 683-93.
Grauslund, J. (1975): Vækstregulatorer til frugt-

- træer. II Markforsøg med SADH til unge æble- og pæretæer. Tidsskr. Planteavl 79: 37–50.
- Forshey, C. G. and L. J. Edgerton* (1974): The use of ethephon on apples. An extension publication of The New York State College of Agriculture and Life Sciences. Information Bulletin 57.
- Kaack, K.* (1972): Smagsbedømmelse af frugt og grøntsager. Tidsskr. Planteavl 76: 604–10.
- Looney, N. E.* (1975a): Control of ripening in 'McIntosh' apples. I. Some growth regulator effects on preharvest drop and fruit quality at five harvest dates. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 100(4): 330–32.
- Looney, N. E.* (1975b): Control of ripening in 'McIntosh' apples. II. Effect of growth regulators and CO₂ on fruit ripening, storage, and shelf life. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 100(4): 332–36.
- Luckwill, L. C. and R. D. Child* (1972): Growth regulator effects on quality and preharvest drop of 'Worcester Pearmain' apples. J. hort. Sci. 47: 249–54.
- Luckwill, L. C. and R. D. Child* (1973): Growth regulator sprays for improving the quality of early harvested apples. – Expl. Hort. 25: 1–6.
- Schomer, H., M. W. Williams and H. D. Billingsly* (1974): Effect of combinations of growth regulators on maturity and quality of 'Tydemans Red' apples. Hort. Sci. 6: 453–55.
- Walter, T. E.* (1967): Factors affecting fruit colour in apples: a review of world literature. Rep. E. Malling Res. Stn. for 1966, 70–82.
- Wertheim, S. J.* (1971): Het gebruik van Ethrel-fruut voor oogstvervroeging in kleurverbetering bij appel. De fruitteelt 61: 746–48.

Manuskript modtaget den 5. juli 1976.