

## Frugtudtynding IV. En oversigt over kemisk frugtudtynding

*Fruit thinning IV.  
A review on chemical fruit thinning*

Jørgen Grauslund

### INDHOLDSFORTEGNELSE

	Side
1. Baggrund .....	522
2. Indledning .....	522
3. Frugtsætning og frugtfald .....	522
4. Kemiske udtyndingsmidler .....	524
5. Koncentration .....	524
6. Sprøjtetidspunkt .....	526
7. Klimaets indflydelse på optagelsen af udtyndingsmidler .....	527
8. Fysiologiske forhold, der påvirker frugtudtyndingen .....	528
9. Sprøjttevæskens egenskaber, koncentreret .....	529
10. Virkningsmekanismer .....	530
11. Virkninger af en kemisk frugtudtynding .....	531
12. Æblesorters følsomhed for udtyndingsmidler .....	532
13. Pærer .....	532
14. Blommer .....	532
15. Diskussion .....	533
16. Litteraturliste .....	535

#### Resumé

Der er foretaget en gennemgang af litteraturen vedrørende kemisk frugtudtynding med særlig hensyn til udtynding i æble. Variationer i virkningen af de anvendte udtyndingsmidler er belyst i relation til det pågældende middel, dets koncentration, sprøjtetidspunkt, samt til klimatiske og fysiologiske forhold.

**Nøgleord:** Kemiske midler, koncentration, sprøjtetidspunkt, klima, fysiologiske forhold.

#### Summary

The literature on chemical fruit thinning is reviewed with special emphasis on apple thinning. The main concern has been to evaluate the importance of concentration of chemical, time of application, and of environmental and physiological factors in determining variability in results.

**Key-words:** fruit thinning chemicals, concentration, time of application, climate, physiological factors.

## 1. Baggrund

Kemisk frugtudynding har i Danmark været anvendt i betydelig udstrækning i årene siden anden verdenskrig. Dette skyldes navnlig en række forsøg, som blev udført af Øhlers (1955, 1960, 1964, 1966). De midler, som var til rådighed dengang, var næsten udelukkende midler af auxintypen til æble og pære samt svovlkalk til blomme. Siden er to vigtige midler kommet til, nemlig carbaryl og ethephon.

Selv om kemisk frugtudynding hidtil har været anvendt med betydelig succés, er det fundet formålstjenligt at foretage en gennemgang af den foreliggende, meget omfattende litteratur om emnet for at forsøge at gøre status. Dette skyldes også ønsket om at afdække de vigtigste årsager til den ikke ubetydelige variation i udtyndingsvirkningen, som stadig forefindes. Et andet formål har været at finde frem til uløste spørgsmål, som eventuelt kan tages op i nye forsøg.

I den følgende gennemgang er hovedvægten lagt på udtynding af æbler. Om pære- og blommeudtynding foreligger der kun ganske få forsøg, som vil blive behandlet i særlige afsnit.

## 2. Indledning

Frugtudynding har til formål at øge frugtstørrelsen og modvirke vekselbæring. Det fysiologiske grundlag herfor er, at et stort frugtantal i forhold til bladarealet hæmmer såvel blomsterknopdannelse som tilvæksten i de enkelte frugter. Behovet for at foretage en frugtudynding varierer betydeligt. Visse sorter kræver næsten aldrig udtynding, andre sorter må udtynes i visse år, medens andre igen kræver udtynding hvert år. Disse forskelle skyldes, at størrelsen af den naturlige frugtsætning varierer, og forhold, der påvirker denne, skal derfor først omtales.

## 3. Frugtsætning og frugtfald

### 3.1 Definitioner

I de første 3–4 uger efter blomstringen afkastes et stort antal ubefrugtede blomster, og blomster, hvis frøudvikling ikke foregår normalt. Det antal frugter, der er tilbage efter dette *første fald*, kaldes den *initiale sætning*. I løbet af de næste 4–5 uger foregår det såkaldte *junifald*, og det antal

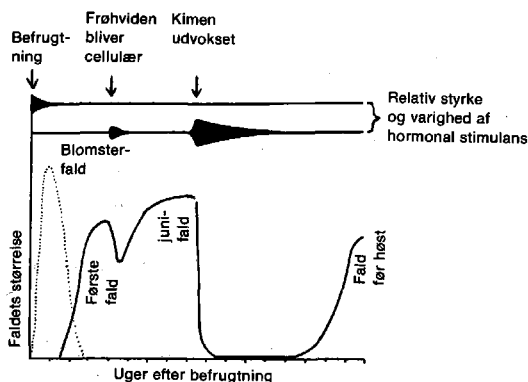
frugter, der herefter er tilbage, kaldes *den endelige sætning*. Yderligere frugtfald forekommer normalt ikke før ved frugtmodning. Der er ikke altid nogen klar adskillelse mellem de to faldperioder, ligesom periodernes længde varierer mellem sorter og fra år til år.

### 3.2 Vækststoffers betydning

Ifølge Addicott (1970) og Addicott og Wiatr (1977) styres abscissionsprocesserne i blade og frugter af en række vækststoffer. Auxiner er den vigtigste hæmningsfaktor for dannelsen af løsningslag, ethylen og abscisinsyre (ABA) fremmer derimod denne proces. Også gibberelliner og cytokininer kan hæmme abscission, men oftest mere indirekte. Afkastning af blade og frugter betragtes desuden som et korrelationsfænomen, d.v.s., at vækstaktiviteter i ét organ kan påvirke abscissionen af et andet organ (konkurrence).

Periodiciteten i frugtfaldet falder sammen med bestemte trin i frøets udvikling (Luckwill 1953a), se figur 1.

Mellem første fald og junifaldet udvikles der cellevægge omkring kærnerne i frøhviden, og samtidig stiger auxinproduktionen. Afslutningen på junifaldet markeres ved et nyt maximum i frøenes auxinindhold, og den voksende kim har nu opnået sin fulde størrelse. Senere undersøgelser tyder på, at flere forskellige auxiner og gibberelliner forekommer i frøene på disse tidlige udvik-



Figur 1. Skematisk fremstilling af en hypotese til forklaring af periodiciteten i frugtfaldet hos æble. Efter Luckwill (1953a), figur 3.

lingsstadier (Luckwill et al. 1969). Blanpied (1972) finder, at ethylenindholdet er højt under blomsterfald, mens der ikke er forøget ethylenindhold under junifaldet. Unge frugter er rige på cytokininer (Letham og Williams 1969).

### 3.3 Befrugtning

Befrugtning af blomsten er normalt af afgørende betydning for blomstens (frugtens) chance for at udvikle sig og undgå afkastning. Afkastede frugter har et lavere antal frø end frugter, som ikke afkastes, ligesom sorter med stort junifald oftest har få og dårligt udviklede frø. God befrugtning og frøudvikling antages derfor at være med til at skabe et attraktionscentrum (sink) for næringsstoffer, hvis fortsatte tilførsel er nødvendig for frugtens vækst. Bestøvnings- og befrugtningsforholdene hos frugttræer er udførligt omtalt af Fisher (1977).

### 3.4 Forhold før blomstring

Forhold forud for blomstringen kan virke begrænsende på muligheden for, at en frugt kan udvikle et fuldstændigt sæt frø. Ikke blot beskadigelser på grund af frost (kulde), men også en stor frugtsætning året før, kan begrænse frugtsætningsmulighederne ved at afkorte den effektive bestøvningsperiode (Williams 1970). En lang effektiv bestøvningsperiode findes ofte i triploide sorter. Abbott (1970) finder, at frugtsætningsevenen er mindre, jo senere blomsterknop-dannelsen foregår sommeren før.

### 3.5 Konkurrence

Konkurrenceforhold mellem forskellige organer spiller også en rolle for frugtsætningen. Hvis konkurrencen mellem skud og frugter elimineres ved knibning af skudspidserne, stiger den initiale sætning, junifaldet mindskes, og antallet af frø i frugterne kan øges (Quinlan og Preston 1971, Quinlan 1974). Konkurrence fra skuddene er formentlig ansvarlig for det store junifald, som forekommer i unge træer med kraftigvoksende skud. Træer af sporetyper, som har svag skudvækst, sætter ofte flere frugter end den almindelige type af samme sort. Fjernelse af de små blade under blomsterne i tiden fra 1 uge før blomstring

til 1 måned efter blomstring kan reducere frugtsætningen (Dalbro 1966).

Den indbyrdes konkurrence mellem frugterne kan også påvirke frugtfaldet. En høj initial sætning fører oftest til et stort junifald og omvendt.

Preston (1954) udtyndede æblesorten 'Duchess Favourite' en måned efter blomstring, og det efterfølgende junifald var ubetydeligt. Preston og Quinlan (1968) tyndede 'Cox's Orange' et par uger efter blomstring, og heller ikke her kom der noget junifald. Men dette forhold gælder ikke altid. I et andet forsøg blev æblesorten 'Sunset' tyndet før blomstring og 1, 2 og 3 uger efter blomstring, men i to ud af tre år kom der alligevel junifald i de tyndede træer (Quinlan og Preston 1968). Faldet var større, jo tidligere der blev udtyndet. I det tredje år, hvor tidlig udtynding ikke gav nævneværdigt junifald, var bestøvningsbetingelserne bedre, og der var flere frø pr. frugt.

Tidlig frugtudtynding kan udløse øget vækst andre steder i træet (Hansen 1971).

Frugtudtynding efter junifaldet, som er det sædvanlige tidspunkt for håndudtynding, kan udføres uden risiko for yderligere frugtfald. Efter junifaldet er frø ikke længere nogen betingelse for, at frugten kan undgå fald (Abbott 1959).

### 3.6 Vækstvilkår

Endelig påvirker en række vækstvilkår frugtfaldet. Forhold, der svækker træets normale funktioner, f.eks. mangel på vand og næringsstoffer samt angreb af sygdomme og skadedyr, virker i retning af at øge frugtfaldet. Lysmangel kan også give anledning til et stort fald af unge frugter (Jackson og Palmer 1977). Høje temperaturer virker i samme retning (Grauslund og Hansen 1975, Grauslund 1978b).

### 3.7 Om årsager til frugtfald

Der foreligger ingen undersøgelser, hvor alle faktorer, der kan tænkes at påvirke frugtfaldet, er blevet målt samtidig. Der er dog ingen tvivl om, at befrugtning og frøudvikling normalt spiller en afgørende rolle for frugtens mulighed for at undgå afkastning, selv om frugtudvikling uden frø forekommer (parthenocarpi). Manglende eller mangelfuld frøudvikling eller frøabort antages ofte at

være årsagen til frugtfaldet, men nøjere undersøgelser tyder ikke på nogen simpel årsagssammenhæng (Mostafawi et al. 1970, Weinbaum og Simons 1974). De refererede undersøgelser kan måske lettest tolkes derhen, at ikke nogen enkelt faktor afgør, om en frugt vil afkastes eller ej, men at frugtfaldet er et resultat af et samspil mellem modsat rettede kræfter: udvikling af mange frø i frugten modvirker ved deres auxinproduktion abscissionsprocessen i frugtstilken, mens konkurrencen fra skuddene og imellem frugterne indbyrdes fremmer abscissionsprocessen, specielt i perioder, hvor frøenes auxinniveau er lavt (figur 1). Balancen mellem disse faktorer påvirkes desuden af vækstvilkårene. – Sandsynligheden for en stor frugtsætning er derfor størst, hvis bestøvning og befrugtning har haft gunstige vilkår, hvis konkurrencen er lille, og hvis vækstvilkårene ivojrigt er gode. Omvendt vil dårlig befrugtning af blomsterne, stor indbyrdes konkurrence i træet og dårlige vækstvilkår sandsynliggøre en lav frugtsætning.

#### 4. Kemiske udtyndingsmidler

**NAA** ( $\alpha$ -naftyleddikesyre). Handelsvaren Pomoxon indeholder 1,5 pct. NAA i form af det letopløselige kaliumsalt.

**NAAm** ( $\alpha$ -naftylacetamid). Benævnes også NAD. Forhandles ikke i Danmark.

**Carbaryl** (1-naftyl N-methylcarbamat). Markedsføres i Danmark under forskellige navn. Handelsvaren indeholder i reglen 50 pct. carbaryl. Carbaryl er også et insecticid.

Flere andre carbamater har også udtyndingsvirkning (Westwood 1965, Lecrenier og Liard 1966, Røger 1968).

**Svovlkalk**. Der bruges et præparat, der har en vægtfylde på ca. 1,25 (30° Baumé), og som indeholder 270 g totalsvovl pr. liter, heraf 190 g polysulfidsvovl.

#### Ethylen dannere

**Ethephon** (2-klorethylfosfonyl). Handelsvaren Ethrel 100 indeholder 9,5 pct. ethephon.

**CG 15281** udviklet af Ciba-Geigy. Struktur ikke kendt (Robitaille et al. 1977).

#### Andre stoffer med udtyndingsvirkning

Fungicidet Morestan har også udtyndingsvirkning (Westwood 1965), det samme gælder Thiram (Veinbrants 1972) og Fenitrothion (Kim og Kim 1976).

#### 5. Koncentration

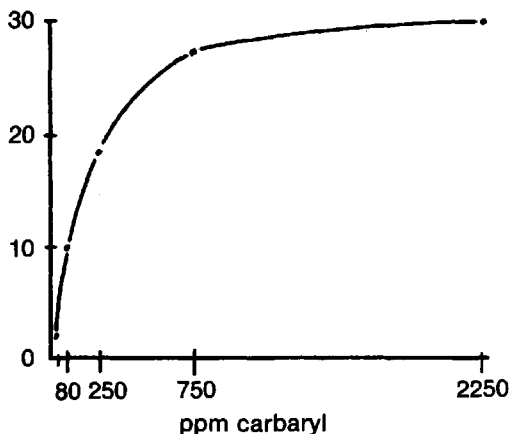
**5.1 NAA**. Koncentrationen af NAA er meget afgørende. Med høje styrker, over 20–30 ppm, er der altid risiko for en alt for stor udtynding og for skadevirkninger i form af hængende og krøllede blade (epinasti) og hæmning af skuddenes og frugternes vækst. Øhlens (1955, 1960) angiver som normaldosering 10–20 ppm afhængig af sorten. Forsøg med 60 ppm gav de omtalte skader, som i nogle tilfælde kunne ses hele sommeren. Forøgelse af normaldosering med 30 pct. gav dog ikke anledning til en væsentlig forøget udtynding i gennemsnit af 12 forsøg, men der var betydelige sortforskelle. Engelske forsøg (Luckwill 1953b) gav meget variable resultater med 20–50 ppm NAA i en række æblesorter. Flere lignende eksempler kunne citeres, men indtrykket er overalt det samme. Stor forsigtighed med koncentrationen er derfor nødvendig.

Risikoen for at få skader på blade og skud og en for stor udtynding er størst ved tidlig sprøjtning, d.v.s. før afblomstring. Faren for hæmning af frugtvækst er størst ved sen sprøjtning, d.v.s. senere end 1 uge efter afblomstring. Ved sen sprøjtning kan NAA føre til det modsatte af udtynding (øget frugtsætning).

**5.2 NAAm**. Dette middel har en mildere virkning, hvorfor små forskelle i koncentrationen ikke er så afgørende (Hoffman et al. 1955). Udtyndingsvirkningen er mindre end med NAA, og bladskader ikke så hyppige (Øhlens 1960), men NAAm giver ofte en mærkbar hæmning af frugtvæksten (Batjer 1965), specielt ved sprøjtning forholdsvis sent. NAAm anbefales oftest i styrkerne 25–50 ppm (Forshey 1976). I Sydeuropa bruges højere styrker til 'Golden Delicious' (Mantinger 1976, Link 1973).

**5.3 Carbaryl**. Anvendes i væsentlig højere styrker end de to foregående midler, og selv store koncentrationsforskelle betyder kun lidt for udtyndingsvirkningen. Almindeligvis anbefales 750

% reduktion i  
frugtsætning



Figur 2. Udtyndingsaktiviteten af carbaryl ved forskellige koncentrationer i æblesorten 'Worcester Pearmain'. Efter Way (1967), figur 1.

ppm svarende til 0,15 pct. af en handelsvare, som indeholder 50 pct. carbaryl. Denne koncentration er langt større end rent carbaryls opløselighed i vand (30–40 ppm), hvorfor de anvendte styrker ikke er egentlige opløsninger, men snarere opslæmninger. Ifølge Way (1967) stiger udtyndingsvirkningen med koncentrationen op til 700–800 ppm, og er herefter konstant ca. 30 pct. reduktion i frugtsætningen i 'Worcester Pearmain' (figur 2).

750 ppm carbaryl til denne sort virker meget ensartet fra år til år og fra sted til sted (Way 1970). En række forsøg støtter Way's resultater med hensyn til koncentrationens betydning (Batjer og Thompson 1961, Wertheim 1966, 1967, Link 1969, Kvåle 1971, Vestrheim 1974). Andre forsøg viser derimod ikke ringere virkning ved at gå ned til 200–500 ppm (Southwick et al. 1964, Teskey og Kung 1967, Veinbrants 1972, Grauslund 1972).

Carbaryl giver ikke skader på blade og skud, og tilfælde af for stærk udtynding er sjældne. Derimod kan det give skrub på frugterne. Dette rapporteres fra sydlige lande (Sydtyskland, Schweiz), men kun ved sprøjtning lige efter afblomstring (Link 1973). I hollandske forsøg gav carbaryl ikke skrub (Wertheim 1970), heller ikke i danske (Grauslund, upubliceret).

**5.4 Ethylen-dannere.** Ethephon er prøvet som udtyndingsmiddel i en række æblesorter, som er vanskelige at udtynde tilfredsstillende med andre midler. Det ser ud til, at der er en betydelig risiko for drastiske reduktioner i sætning og udbytte, hvis koncentrationen er for høj. Den optimale koncentration varierer meget fra sort til sort. Wertheim og Joosse (1975a) anbefaler ca. 1000 ppm til unge træer af 'Benoni' og 1400–1900 ppm til ældre træer af samme sort. I sorterne 'Mantet', 'Lombarts Calville', 'Boskoop', 'Laxton Superb' og 'Winston' er erfaringerne ikke så gode, at der kan anbefales sprøjtning med ethephon. Midlet er for risikabelt på disse sorter (Wertheim og Westerlanden 1976). Ander forsøg tyder på, at 200–400 ppm kan virke godt i sorterne 'Raud Prins', 'Prins', 'James Grieve' og 'Melba' (Kvåle 1977), 'Jonathan' (Veinbrants og Hutchinson 1976) og i 'Laxton Superb' (Knight 1978).

Et nyt ethylen-dannende stof, CG 15281, har været prøvet i et par forsøg. Schumacher og Frankhauser (1977) fandt, at koncentrationer over 450 ppm kunne give for stor udtynding i 'Golden Delicious' og undertiden bladskader.

Robitaille et al. (1977) finder en stigning i udtyndingsvirkningen i koncentrationsområdet 500–2000 ppm til en række æblesorter, bl.a. 'Golden Delicious' og 'Spartan'. Både ethephon og CG 15281 giver øget ethylenindhold i frugtælv, men stigningen er mere kortvarig med CG 15281, hvilket antages at lette doseringen af dette middel.

#### 5.5 Blandinger af flere midler

I USA anvendes blandinger af carbaryl og NAA eller carbaryl og NAAM i sorter, som er vanskelige at tynde med carbaryl alene, eller som får megen bladskade med auxinerne. Dette gælder navnlig tidlige sorter som 'Early McIntosh', 'Lodi', 'Transparente Blanche', 'Quinte' (Edgerton 1973b, Forshey 1976).

Der anbefales en koncentration på 600 ppm carbaryl og 5–10 ppm NAA eller 25–50 ppm NAAM i blandingen. I forsøg med 5-årige 'Golden Delicious' fandt Schumacher og Frankhauser (1972), at 100 ppm NAAM + 750 ppm carbaryl tyndede mere end de to midler hver for sig. Det samme gælder, hvis de samme træer først sprøjtes

med NAAm og senere med carbaryl. Blandinger af carbaryl og NAAm tyndede også for stærkt i 'Golden Delicious' i belgiske forsøg (Anon. 1974). Wertheim et al. (1974) finder, at NAAm tilført ved afblomstring efterfulgt af carbaryl 18 dage efter fuld blomstring giver en meget passende udtynding i 10-årige 'Golden Delicious'.

Blandinger af NAA eller NAAm med ethephon og SADH (Alar) har været prøvet i USA. SADH og ethephon tilsættes for at understøtte udtyndingens positive virkning på blomsterknopdannelsen. Foreløbig har sådanne blandinger kun interesse i specielle tilfælde, f.eks. ved meget rig blomstring, stærkt vekselbærende sorter og i visse sporetyper (Williams og Edgerton 1974).

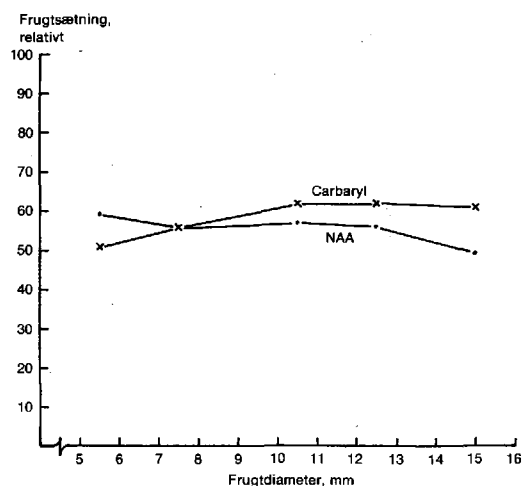
## 6. Sprøjtetidspunkt

Valg af sprøjtetidspunkt sker ud fra hensynet til flere faktorer. Med auxinerne må der først og fremmest vælges et tidspunkt, hvor risikoen for skader på blade, skud og frugter er mindst. Dette hensyn er særligt vigtigt i tidlige æblesorter. Bedste tidspunkt synes her at være i en kort periode omkring afblomstring. Det skal også nævnes, at auxinerne kan have en stærk udtyndingsvirkning i selve blomstringstiden (Luckwill 1953b). Pollenslangernes vækst gennem griflen forstyrres, og befrugtningen forhindres. Virkningen kan sammenlignes med bestøvning med uforeneligt pollen. Da auxinerne ofte giver betydelige bladskader ved sprøjtning i blomstringstiden, og da behovet for udtynding ikke kan vurderes på dette tidspunkt, anvendes denne sprøjtetid ikke meget. – Carbaryl må af hensyn til faren for biforgiftning ikke anvendes på blomstrende træer. På mange middeltidlige og sene æblesorter kan både auxinerne og carbaryl imidlertid anvendes i en periode efter blomstringen og interessen samler sig derfor om at vælge det bedste tidspunkt i denne periode. Herefter bliver de vigtigste hensyn ønsket om at kunne vurdere den initiale sætning inden sprøjtningen, samt hensynet til gunstige vejromstændigheder på sprøjtedagen. Det sidste forhold omtales i næste afsnit.

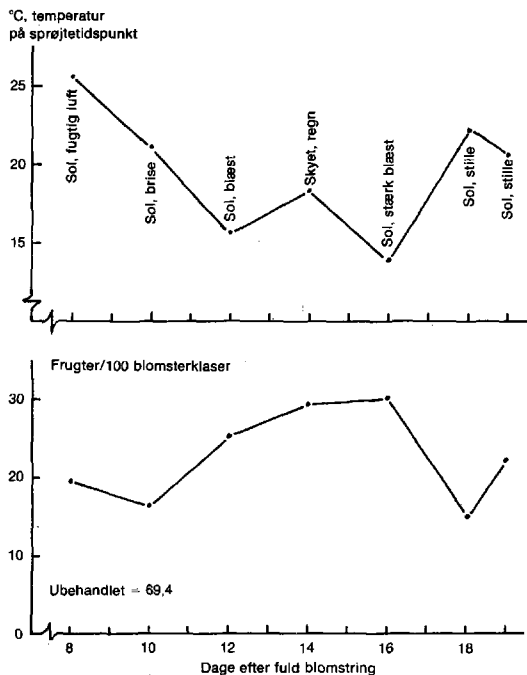
Vurderes alle sprøjtetidsforsøg under ét, fremkommer et meget uensartet billede. Sprøjtning senere end 3-4 uger efter afblomstring giver dog

meget sjældent sikre virkninger. På dette tidspunkt er junifaldet i reglen begyndt. En række forsøg tyder på, at udtyndingsvirkningen aftager jævnt i denne periode, se f.eks. Luckwill (1953b), Way (1970). Andre forsøg tyder derimod på, at virkningen er størst ved bestemte udviklingstrin, defineret ved frugtmålinger (Donoho 1968, Leuty 1973). Valg af sprøjtetidspunkt ved bestemte frugtdiameter anbefales også af andre forfattere (Wertheim et al. 1974, Wertheim og Joosse 1975b). Denne metode har den fordel, at det følsomme udviklingstrin ikke så let forpasses, som hvis der sprøjtes ved et bestemt antal dage efter blomstring. Samme frugtdiameter kan nås på vidt forskellige tidspunkter i forhold til blomstringstidspunkt i forskellige år (Wertheim og Joosse 1975b, Donoho 1968).

NAA og carbaryl er dog virksomme over et ret stort område af frugstørrelser. Batjer et al. (1968) sprøjtede sorterne 'Golden Delicious', 'Delicious', 'McIntosh' og 'Rome Beauty' med carbaryl eller NAA på 5 tidspunkter med 2-4 dages mellemrum over en periode på 13 dage. I gennemsnit af de 4 sorter er udtyndingsvirkningen vist i figur 3 som funktion af frugtdiameteren på sprøjtedagen.



Figur 3. Relativ udtyndingsvirkning af NAA og carbaryl tilført ved 5 forskellige udviklingstrin (frugstørrelser). Ubehandlet = 100. Gennemsnit af 4 æblesorter. Efter Batjer et al. (1968), tabel 2.



Figur 4. Udtynningsvirkning af NAA + carbaryl tilført på 7 tidspunkter i æblesorten 'Golden Delicious', samt temperaturen og vejrforholdene på sprøjtetidspunktet. Efter Edgerton (1973b), tabel 7.

Virkningen er den samme i hele perioden og ens for begge midler. Nogle afvigelser forekommer i enkelte forsøg, men disse tilskrives ugunstige vejrforhold.

Edgerton (1973b) sprøjtede 'Golden Delicious' med en blanding af NAA (7,5 ppm) og carbaryl (900 ppm) på 7 tidspunkter fra 8 til 19 dage efter fuld blomstring. I dette tidsrum steg den gennemsnitlige frugtdiameter fra 4 til 12 mm. Figur 4 viser, at der er nogenlunde ensartet virkning i hele perioden.

I den kølige periode fra 12 til 16 dage efter fuld blomstring er virkningen mindre end på tidligere og senere tidspunkter.

Det gunstigste udviklingsstrin for sprøjtning af 'Golden Delicious' med carbaryl ser ud til at være ved 10–15 mm frugtdiameter (Wertheim et al. 1974, Wertheim og Joosse 1975b). Der måles 100 frugter fordelt på 10 træer, og kun fra sporer på 2 år gamle eller ældre grene.

Danske forsøg med samme sort viste nogenlunde samme virkning ved sprøjtning i tidsrummet 1 til 3 uger efter fuld blomstring (Grauslund 1972). Samme resultat kommer Vestrheim (1974) til med sorterne 'Lobo', 'Spartan' og 'Torstein'. Den følsomme periode er formentlig kortere i sorten 'Prins', hvor Kvåle (1971) finder aftagende virkning i perioden fra 5 til 15 dage efter fuld blomstring.

### Ethylendannere

Under hele blomstringsperioden er blomsterne meget følsomme for ethephon (Wertheim 1973, Kvåle 1974, Veinbrants og Hutchinson 1976, Child og Mapairoje 1977). Herefter er følsomheden mindre, men under junifaldet stiger den igen stærkt. I 'Golden Delicious' faldt alle blomster af ved sprøjtning med 1000 ppm ethephon i blomstringstiden, og alle frugter faldt ved sprøjtning under junifaldet (Wertheim 1973). Med lavere styrker er en vis graduering af udtyndingen dog mulig.

I en række hollandske forsøg med forskellige æblesorter blev ethephon i reglen udsprøjt ved begyndende blomstring (Scholtens og van Dijke 1974). Westerlaken 1974, Wertheim og Joosse 1975a, Wertheim og Westerlaken 1976).

### CG 15281

God frugtudtynding opnåedes på tidspunkterne 20 og 46 dage efter afblomstring. Som med ethephon kan udtynding med dette middel foretages betydeligt senere, end det er muligt med NAA og carbaryl (Robitaille et al. 1977). Frugtfaldet indtræder hurtigere end med ethephon.

## 7. Klimaets indflydelse på optagelsen af udtynningsmidler

Udtynningsmidler skal optages i planterne for at virke, d.v.s., de skal trænge gennem blades og frugters overhud, der er dækket af en kutikula.

### 7.1 Klima for sprøjtning

Kutikula udvikles stærkere og får større voksvertræk i varmt og tørt vejr end i koldt og fugtigt vejr (Skoss 1955). Derfor vanskeliggøres optagelsen, hvis vejrforholdene i en periode før sprøjt-

ning begunstiger udvikling af kutikula og voksvertræk (Forshey 1976, Williams 1977). Forsøg med forbehandling af træer ved forskellige temperaturer og fugtighedsforhold ( i klimarum) har dog ikke givet entydige resultater (Westwood og Batjer 1958, Westwood et al. 1960, Westwood og Batjer 1960, Donoho et al. 1961, Edgerton 1962). Udsættes træerne for frost, eller måske blot kulde, øges optagelsen af NAA, og en drastisk udtynding kan blive følgen (Harley et al. 1957, Horsfall og Moore 1961).

### 7.2 Klima under og efter sprøjtning

Optagelsen af NAA stiger med temperaturen i området 10–27°C, men ikke ved højere temperaturer (Edgerton 1962). Jo længere sprøjtevæsken er om at tørre ud, jo mere optages der (Westwood og Batjer 1958). Under naturlige forhold er dette oftest tilfældet i stille og køligt vejr.

Bedst virkning af NAA under plantageforhold opnås i temperaturområdet 10–22°C (Bömeke 1961, 1968, Liard 1962, Øhlers 1955, 1960). Forshey (1976) mener, at bedste temperatur er 21–24°C. Sprøjtning ved temperaturer lavere end 8–10°C vil ikke give nogen virkning. Ved temperaturer over 25°C er der stor risiko for betydelige bladskader. Sprøjtning må frarådes ved så høje temperaturer. Øhlers (1960) fandt samme udtyndingsgrad ved sprøjtning ved 12–15°C, 16–20°C og ved temperatur over 20°C, men bladskaderne øgedes med temperaturen. Der er derfor ingen sammenhæng mellem graden af skadevirkning på blade og udtyndingsvirkningen (Forshey 1976).

Lys fremmer ofte optagelsen af forskellige stoffer gennem blade. Luckwill og Lloyd-Jones (1962) fandt dog, at 80 pct. af tilført NAA var forsvundet 4 dage efter sprøjtning. Tabet tilskrives sollysets indhold af ultraviolette stråler, som kan destruere stoffet.

Der er almindelig enighed om, at carbaryl ikke er så klimaafhængig som NAA. Dette tilskrives ofte stoffets immobilitet, idet carbaryl kun transporteres langsomt i planten (Williams og Batjer 1964). Sprøjtning ved temperaturer fra 13 til 21°C gav samme relative udtyndingsvirkning (Grauslund 1978b), men i perioder med meget lave temperaturer opnåedes ikke virkning

(Grauslund 1978a). Westwood (1965) fandt bedre virkning i varmt og tørt end i koldt og fugtigt vejr. Langsom udtørring af sprøjtevæsken kan give skrub på frugten (Schumacher og Frankhauser 1967). Way (1970) og Forshey (1976) angiver, at carbaryl i lave styrker kan anvendes uden risiko på frostskaadede blomster.

## 8. Fysiologiske forhold, der påvirker frugtudtyndingen

8.1 *Knopstørrelse, oplagsnæring.* Southwick og Weeks (1949) undersøgte virkningen af NAA på frugter, der udvikledes fra blomsteknopper af forskellig størrelse. Frugter fra små knopper udtyndes lettere end frugter fra store og kraftige knopper. Dette kan skyldes forskelle i knoppernes indhold af oplagsnæring, men Hennerty og Forshey (1972) kunne ikke påvise nogen sammenhæng mellem udtyndingsgrad og mængden af kulhydrat-oplagsnæring i knopperne. Det antal frugter, som blev fjernet med en NAA-sprøjtning steg med den naturlige frugtsætning ( $R = + 0,893$ ), som igen var korreleret med indhold af opløseligt kvælstof ved fuld blomstring, men kun svagt ( $R = + 0,335$ ). Kvælstofforsyningens betydning for udtyndingsvirkningen har kun været undersøgt i få arbejder. Southwick og Weeks (1957) fandt ingen større forskelle, selv om N-indholdet i bladene året før varierede fra 1,94 til 2,21 pct. ('McIntosh'), eller mellem 1,64 og 2,20 pct. ('Golden Delicious'). I et andet forsøg i 'McIntosh' fandtes større udtynding ved 1,89 pct.N end ved 2,30 pct. Rogers og Thompson (1962) fandt ingen tydelige forskelle i virkning af NAAm ved N-indhold i bladene fra 1,74 til 1,99 pct. Forshey (1976) advarer dog mod at holde så meget igen på N-tilførslen (af hensyn til frugtkvaliteten), at der opstår direkte mangel. I denne situation kan den normalt anvendte udtyndingssprøjtning give alt for stærk udtynding.

8.2 *Blomstermængde, initial sætning.* Rigtblomstrende træer er som regel lettere at tynde end træer med få blomster (Batjer 1965, Veinbrants 1972). Selv om den procentvise initiale frugtsætning er højere i træer med lav-middel blomster-



mængde, er det samlede antal frugter højest på træer med mange blomster, og den indbyrdes konkurrence om assimilater derfor størst. Dette fører til, at en sprøjtning fjerner flere frugter, hvor der er ansat mange, end hvor der er ansat få (Southwick et al. 1962, Forshey 1976). Hvor der i en plantage er enkelte træer med lav sætning, er risikoen for at udtynde disse for stærkt derfor ikke stor. Denne sammenhæng er nok sikrest, hvor der sprøjtes med carbaryl (Veinbrants 1972).

Visse æblesorter har næsten altid en stor frugtsætning, mens andre sorter varierer betydeligt i sætning fra år til år. I amerikanske publikationer angives, at sorter med konstant høj sætning kan være delvis selvfrugtbare, f.eks. 'Baldwin', 'Rome Beauty' og 'Golden Delicious' (Batjer 1965, Edgerton 1973a,b, Forshey 1976).

Delvis selvfrugtbarhed blev tidligere angivet som årsagen til, at sorterne var svære at udtynde kemisk, men Forshey (1976) mener tværtimod, at selvbestøvning gør frugterne lettere at udtynde. – Der foreligger dog ikke forsøgsresultater på dette punkt.

**8.3 Alar-sprøjtede træer.** Alar-sprøjtning kan undertiden medføre øget frugtsætning året efter sprøjtningen. Dette er særlig udtalt ved brug af maximale Alar-styrker, ved sprøjtning sidst på sommeren, og specielt i svagtvoksende træer. Southwick et al. (1973) og Leuty (1974) fandt, at de almindeligt anvendte udtyndingsmidler kunne reducere sætningen også i Alar-sprøjtede træer. Der er alligevel grund til at være opmærksom på forholdet, hvor der hvert år sprøjtes med Alar.

**8.4 Andre forhold.** Unge træer under 5–6 år kræver sjældent udtynding. Kemiske midler må anvendes med forsigtighed, f.eks. i 1/3–1/2 styrke, når træerne begynder at sætte for meget. Alle faktorer, som begrænser træets funktion, vil som tidligere nævnt virke i retning af at øge det naturlige frugtfald. Virkningen af kemiske midler vil også være større under sådanne forhold: svag vækst, lysmangel (tætte træer, tætplantning), for meget eller for lidt vand i jorden, angreb af sygdomme og skadedyr m.v.

## 9. Sprøjtevæskens egenskaber, koncentrering

**9.1 Sprøjtevæskens egenskaber.** I 1950-erne blev der udført undersøgelser for at finde frem til årsagerne til den varierende virkning af NAA som udtyndingsmiddel. Variationer i hårdheden i det vand, som blev anvendt til udsprøjtningen, vandets indhold af andre stoffer, samt rester på blade fra sprøjtninger forud for udtyndingssprøjtningen blev tillagt betydning som kilder til uberegnelig virkning af NAA. Blødt vand og visse ammonium-forbindelser fandtes at øge, hårdt vand og visse insekticider og urea at hæmme NAA-optagelsen (Westwood og Batjer 1960). Disse modificerende virkninger kunne påvises i et år med normale temperaturer, men ikke i år med køligt vejr. Dette skyldes formentlig, at lave temperaturer gør bladoverfladen mere gennemtrængelig (Horsfall og Moore 1961, 1962).

Tilsætning af et spredemiddel til sprøjtevæsken øger optagelsen betydeligt, og koncentrationen af NAA skal derfor nedsættes til 1/3–1/2 af den normale (Harley et al. 1957, Thompson et al. 1958). Forsøg med spredemidler viste, at optagelsen også øges under ugunstige klimaforhold og dermed mindsker variationen i udtyndingsvirkning (Westwood og Batjer 1958, 1960). Forskellige spredemidler reagerer højst forskelligt, selv om de reducerer overfladepændingen i samme grad (nogle kan hæmme optagelsen). Det mest anvendte, Tween 20, har i sig selv en svag udtyndingsvirkning (Harley et al. 1957).

Som følge af disse undersøgelser blev det anbefalet at tilsætte Tween 20 til sprøjtevæsken og nedsætte NAA-koncentrationen fra de normale 10–15 ppm til 2–5 ppm. Den forventede mere ensartede virkning blev dog ikke bekræftet i praksis (Batjer 1965). Alligevel bruges spredemidler stadigvæk i de vestlige stater i USA (Williams 1977).

**9.2 Koncentrering.** I langt de fleste udtyndingsforsøg sprøjtes med fuld væskemængde til af-drypning, men i praksis anvendes i reglen 5–10 × koncentrering. Koncentratsprøjtning frarådes ofte, fordi de små væskemængder hurtigt tørrer ud, og optagelsen fra det indtørrede sprøjtemiddel er væsentlig langsommere end fra stoffet i opløsning. For NAA's vedkommende er lang

optagelsestid særlig ugunstig, fordi dette stof inaktiveres i sollys (*Luckwill* og *Lloyd-Jones* 1962).

Forsøg og praktiske erfaringer viser, at sprøjtning godt kan foretages som koncentrationsprøjtning. *Øhlers* (1955, 1960) fandt, at 5–6 × koncentreret af NAA stort set gav samme virkning som sprøjtning med fuld væskemængde. Specielt for auxinernes vedkommende er det vigtigt, at der tilføres den beregnede mængde aktivt stof, fordi relativt små koncentrationsforskelle som tidligere omtalt kan være meget afgørende for resultatet, særlig i de mere følsomme sorter. *Williams* (1974b) fandt også, at 5 × koncentreret af NAA, NAAm og carbaryl gav samme virkning som fuld væskemængde. Sprøjtning fra helikopter med 50 × koncentreret væske gav derimod alt for lille virkning. 33 × koncentreret gav heller ikke altid så god virkning (*Rogers* og *Thompson* 1969). Fejlregninger ved dosering af carbaryl er som tidligere nævnt ikke forbundet med samme risiko som ved auxinerne, men en jævn fordeling i træerne er vigtig. I praksis kan koncentreret af carbaryl give anledning til varierende resultater (*Wertheim* 1968). I store, tætte træer er en jævn fordeling vanskelig med små væskemængder. Resultatet er ofte, at de nedre grene tyndes for stærkt, mens toppen af træerne tyndes for lidt.

Det frarådes at koncentrere ethephon, måske på grund af faren for vinddrift (*Westerlaken* 1974, *Wertheim* og *Josse* 1975a). Stor væskemængde tilrådes, men svagt blomstrende træer skal springes over ved sprøjtningen.

## 10 Virkningsmekanismer

**10.1 Auxiner.** Det har altid været en gåde, hvorfor auxinerne kan fremkalde øget fald af unge frugter, mens de samme stoffer kan hæmme frugtfald ved modenhed. *Struckmeyer* og *Roberts* (1950), *Luckwill* (1953b) og *Southwick et al.* (1964) fandt dog, at auxinerne også på frugtudtyndningstidspunktet havde en midlertidig hæmmende virkning på frugtfaldet i en periode varierende fra 1–3 uger, hvorefter faldet øgedes. Dette stemmer med, at den primære auxinvirkning er en hæmning af abscissionsprocessen som tidligere omtalt. Den udtyndende virkning må derfor være indirekte. Ad-

skillige teorier har været fremsat om årsagen (se *Edgerton* 1973b).

*Luckwill* (1953b) fandt, at NAA kunne forstyrre frøudviklingen, og at behandlede frugter havde mange aborterede frø. Dette blev også iagttaget i andre forsøg, og man antog derfor, at frøabort var den direkte årsag til udtyndingsvirkningen, fordi frugterne derved berøves deres naturlige auxinkilde. *Marsh et al.* (1960) fandt, at frøabort ikke var en betingelse for at få udtynding, og *Dennis* (1970) viste, at både frøholdige og frøløse kloner af samme æblesort kunne udtyndes med NAA. Frøabort kan derfor ikke være den direkte årsag. NAA-induceret stigning i ethylensyntesen har også været fremført som årsag til frugtfaldet, men ved nærmere undersøgelser er der ikke fundet nogen god korrelation mellem ethylen-niveau og udtynding (*Schneider* 1975a). I andre arbejder fandt *Schneider* (1973a, b), at NAA kan ændre den anatomiske struktur i frugtstilken, men at dette ikke påvirker stilkens evne til at transportere auxin og kulhydrater. Nedsat transport af sukker fra blade til frugt som følge af NAA-sprøjtning (*Schneider* 1975b, 1977) kan da skyldes virkninger på bladene, ligesom skygning af grenpartier resulterer i nedsat sukkertranslokation og udtynding. Hændelsesforløbet efter NAA-tilførsel kan da være følgende: reduceret assimilations-transport til frugten → nedsat frugtvækst → nedsat auxinproduktion → øget ethylensyntese → abscission (*Schneider* 1977, 1978). *Crowe* (1965) fandt, at mængden af auxin i frugtdiffusater blev nedsat i en periode på 2–3 uger efter en udtyndingssprøjtning med NAAm.

**10.2 Carbaryl.** Virkningsmekanismen for carbaryl er ikke opklaret, men en del undersøgelser foreligger. Carbaryl har ingen midlertidig hæmmende virkning på frugtfaldet som NAA, men fremkalder et gradvis øget fald (*Southwick et al.* 1964). Der går op til 12 dage inden det forøgede fald sætter ind, og virkningen kan strække sig over en periode på 3–6 uger (*Westwood* 1965, *Way* 1970, *Wertheim* 1970).

Bladenes fotosyntese hæmmes ikke af carbaryl (*Ayers* og *Barden* 1975). Carbaryl påvirker sandsynligvis ikke assimilationsforløbet til frugten (*Schneider* og *Lasheen* 1973, *Schneider* 1973a, b)

og hæmmer ikke frugtens vækst (*Batjer og Westwood 1960, Southwick et al. 1962, Wertheim 1970*). *Way (1967)* fandt dog en midlertidig hæmning af frugtveksten.

I 'Red Delicious' er der mange aborterede frø efter carbaryl-sprøjtning, dette var ikke tilfældet i tre andre æblesorter (*Batjer og Thompson 1961*). Carbaryl transporteres meget langsomt i træet, og det er vigtigt, at selve frugten rammes af sprøjtevæsken (*Williams og Batjer 1964*).

*Bukovac og Mitchell (1962)* fandt, at carbaryl hæmmer væksten i forskellige testplanter. *Teskey og Kung (1967)* fandt, at bønneplanters reaktion på tilført auxin kunne ophæves, hvis planterne forbehandles med carbaryl. Derfor består virkningen måske i, at transporten af auxin i frugtstilkene hæmmes i overensstemmelse med en teori fremsat af *Williams og Batjer (1964)*.

**10.3 Ethephon.** Ethephon og andre ethylen-dannere spaltes i planten til ethylen, som er den vigtigste abscissionsfremmende faktor (*Addicott og Wiatr 1977*). Når blomsters og frugters følsomhed for ethephon er forskellig på forskellige udviklingstrin (*Veinbrants og Hutchinson 1976, Child og Mapairoje 1977*), kan det hænge sammen med, at indholdet af abscissionshæmmende stoffer er forskelligt (*Figur 1*). Dette støttes af, at ethephon-virkningen er mindre, jo bedre bestøvningen og befrugtningen er (*Wertheim 1973*).

## 11. Virkninger af en kemisk udtynding

**11.1 Frugtstørrelse og udbytte.** Sammenhængen mellem blad/frugt-forholdet og frugtstørrelsen, som er grundlaget for frugtudtynding, er behandlet af *Hansen (1977)* og skal ikke omtales her. Det skal kun nævnes, at frugtudbyttet kan gå ned ved udtynding, hvilket også er vist i mange praktiske udtyndingsforsøg.

En sammenligning mellem kemisk udtynding og håndudtynding viser både ligheder og forskelle. Ved håndudtynding fjernes først og fremmest små og dårligt placerede frugter, men også de kemiske midler er i en vis udstrækning selektive, idet små og fysiologisk svage frugter er mest følsomme (*Westwood et al. 1967, Link 1968*). Kemisk udtynding skal ske ret tidligt i forhold til det

normale tidspunkt for håndudtynding og giver derfor større muligheder for tilvækst i de tiloversblevne frugter. På den anden side kan auxinerne ved en sen sprøjtning eller ved brug af høje styrker direkte hæmme frugtens vækst (*Luckwill 1953b, Southwick et al. 1962*). Den forventede stigning i frugtstørrelsen som følge af udtynding kan derved formindskes eller udeblive helt.

Langt de fleste udtyndingsforsøg viser dog en større eller mindre stigning i den gennemsnitlige frugtstørrelse. Dette kan eventuelt blot være en følge af, at de mindste frugter er fjernet, men siger i sig selv ikke, om der er sket en øget vækst i de resterende frugter. *Forshey og Elfving (1977)* finder i 'McIntosh', at antallet af store frugter er uændret til trods for en kraftig udtynding. Nogle forsøg af *Abbott (1965)* og *Rüger (1968)* med forskellige sorter har givet tilsvarende resultater. Udtyndingen var i nogle forsøg direkte tabgivende.

I sådanne tilfælde må det være andre faktorer end det forhåndenværende bladareal pr. frugt, der har begrænset frugtveksten. Efter opgivelserne har der næppe været noget stort behov for udtynding, idet frugtstørrelsen betegnes som nogenlunde tilfredsstillende også i ubehandlede træer. Disse eksempler understreger dels betydningen af andre vækstfaktorer end bladarealet/frugt, og dels at drastisk udtynding af træer, som ikke har noget stort udtyndingsbehov, let kan blive uøkonomisk.

Et stort antal forsøg i 'Golden Delicious' viser, at udtynding i reglen giver et større udbytte af store frugter (*Elema 1968, Wertheim 1970, Wertheim og Joosse 1975b, Grauslund 1972*). Engelske forsøg med 'Worcester Pearmain' (*Way 1964*), og hollandske med 'Cox's Orange' (*Anon. 1972*) viser det samme. *Way (1969)* konkluderer, at når der udtyndes lige meget, giver håndudtynding og kemisk udtynding samme resultat på udbytte og frugtstørrelse.

**11.2 Vekselbæring.** *Williams og Edgerton (1974)* refererer ældre amerikanske undersøgelser over udtyndingstidspunktets betydning for blomsterknopdannelsen. Det fremgår heraf, at jo tidligere udtyndingen sker, jo større bliver næste års blomstring. Håndudtynding udført efter junifald

kan derfor ikke ventes at give tilnærmelsesvis så stor en virkning på næste års blomstring som en tidlig udtynding. Udtynding i blomstringstiden er særlig effektiv til at bryde vekselbæringsrytmen (Edgerton 1973b). Ikke alene udjævnes udbytterne over en årrække, men frugtkvaliteten (frugtstørrelsen) bliver væsentlig forbedret, og det samlede udbytte over årene kan gå op (Batjer 1965).

Også i de første 3–4 uger efter blomstring er udtynding meget virksom med hensyn til at øge blomsterknopdannelsen. I de fleste forsøg med NAA og carbaryl, som udsprøjtes i denne periode, øges næste års blomstring i sammenligning med ikke-udtyndede træer. I forhold til håndudtynding er kemisk udtynding meget mere effektiv (Wertheim og Joosse 1975b). Auxinerne kan undertiden fremme blomsterknopdannelsen direkte, d.v.s. mere end forventet ud fra udtyndingsgraden (Harley et al. 1958). Denne virkning findes dog ikke altid (Batjer 1965).

Endelig skal det nævnes, at ethephon i de senere år har været anvendt som blomsterudtyndingsmiddel i en række vekselbærende sorter som 'Laxtons Superb' (Knight 1978), 'Belle de Boskoop' (Scholtens og van Dijke 1974), 'Benoni' (Westerlaken 1974). I bæreår sætter disse sorter med ret stor sikkerhed (hvis der ikke er frostska-der) alt for mange frugter, hvorfor en tidlig blomsterudtynding kan være berettiget. Foreløbig er resultaterne bedst med 'Benoni' og 'Laxtons Superb'.

Erfaringerne med ethephon til udtynding af 'Golden Delicious' er ikke gode (Wertheim et al. 1974, Link 1978).

#### 12. Æblesorters følsomhed for udtyndingsmidler

På grundlag af en række publikationer kan der opstilles grupper af sorter med forskellig følsomhed (tabel 1).

#### 13. Pærer

Øhlers (1966) viste, at en række pæresorter kan udtyndes med NAA og NAAM, men at sidstnævnte kan give en varig bladskade. Det anbefalede sprøjtetidspunkt for NAA er fra 2 til 10 dage efter afblomstring. Ikke alle de prøvede sorter

reagerer ens. Mest følsomme er 'Coloree de Juillet', 'Conference', 'Bonne Louise' og 'De Tongres'. Mindre følsomme er sorterne 'Clapps Favourite', 'Pierré Corneille' og 'Clara Frijs'. På 'Grev Moltke' kan der forekomme ret kraftig bladslaphed, og de skadevirkninger, som er nævnt for æbler, kan også forekomme i pærer. Koncentrationen af NAA er 10–20 ppm, afhængig af sorterens følsomhed og forholdene iøvrigt.

Ifølge Edgerton (1973b) og Williams (1974) anvendes i USA udelukkende auxinerne til udtynding i pærer. Også der foretrækkes NAA fremfor NAAM på grund af større flexibilitet med hensyn til sprøjtetidspunktet.

Erfaringerne med carbaryl er ikke omfattende. Batjer (1965) angiver, at det ikke er virksomt i pærer. Kvåle (1975) fik dog ved sprøjtning 12 dage efter fuld blomstring over 50 pct. udtynding i sorten 'Moltke', og i belgiske forsøg tyndede carbaryl også 'Triumphe de Vienne' (Anon. 1974).

Ethephon har været prøvet i sorten 'Conference' i forbindelse med en gibberellin-sprøjtning. Gibberellin anvendes for at sikre mod frostska-der, men uden udtynding bærer træerne alt for mange små frugter. Tidlig håndudtynding eller sprøjtning med 400–600 ppm ethephon kort efter gibberellin-sprøjtningen forbedrer udbyttet af store frugter (Knight 1976, 1977).

#### 14. Blommer

I mange blommesorter er der et stort behov for udtynding.

Øhlers (1972, 1964) viste, at NAA og NAAM ikke er effektive, og Schumacher og Frankhauser (1972b) fandt, at carbaryl er uden virkning i blommer.

Svovlkalk tilført i blomstringstiden kan give en god udtyndingsvirkning i en række sorter (Øhlers 1963, 1964). Virkningen består sandsynligvis i en svidning af blomsternes ar, hvorved pollenspiring forhindres. Sprøjtes der efter at pollenspiringen har fundet sted, har svovlkalk formentlig ingen virkning. Dette forhold bevirker, at sprøjtetidspunktet er meget afgørende for resultatet. Størst virkning opnås ved sprøjtning, når 80–100 pct. af blomsterne er åbne. Flere gange sprøjtning under blomstringen og brug af rigelig væskemængde

**Tabel 1.** Æblesorters følsomhed og anbefalede koncentrationer

Sorter	% Pomoxon		% af et carbarylmiddele (50% a. st.)	
	Øhlens (1960)	DE <sub>s</sub> spr. vejledning 1978	Wertheim (1966) og senere	DE <sub>s</sub> spr. vejledning 1978
<i>I. gruppe</i>				
Guldborg .....	0,07-0,10	0,10	-	0,15-0,20
James Grieve .....	0,07-0,10	-	0,10*)	-
Bodil Neergård .....	0,07-0,10	0,10	-	-
Tr. Blanche .....	0,07-0,10	0,10	0,15	0,15-0,20
Rød Ananas .....	0,07-0,10	0,10	-	-
Melba .....	-	-	-	0,15-0,20
Ingrid Marie .....	-	-	-	0,15-0,20
<i>II. gruppe</i>				
Cox's Orange .....	0,10	-	0,10-0,15*)	0,20
McIntosh .....	0,10	-	-	-
Lord Lambourne .....	0,10	-	-	-
Lobo .....	-	-	-	0,20
Spartan .....	-	-	-	0,20
St. Earliest .....	-	-	0,15	-
Jonathan .....	-	-	0,12-0,15*)	-
<i>III. gruppe</i>				
Gråsten .....	0,13	0,15	-	0,30
Boskoop .....	0,13	0,15	0,15-0,20	0,30
Laxton Superb .....	0,13	0,15	0,18-0,20	-
Gol. Delicious .....	0,13	0,15	0,15	0,30
Pigeon .....	0,13	-	-	0,30

**Bemærkninger til oversigten**

\*) angiver, at sorten reagerer uberegneligt. I 'James Grieve' og 'Cox's Orange' kan carbaryl give for stærk tynding. 'James Grieve' får let mange væksthæmmede frugter med Pomoxon.

DE = Dansk Erhvervsfrugtavl

forøger virkningen (Kvåle og Ystås 1969). Normalt bruges koncentrationer på 5-7 pct. til sorterne 'Victoria' og 'Opal', men visse sorter tåler ikke så høje styrker (f.eks. 'Rivers Early Prolific').

Også i blomster har ethophon været anvendt. Mest passende koncentration synes at være 100-200 ppm tilført i blomstringstiden eller i en periode efter blomstringen (Schumacher og Frankhauser 1972, Martin et al. 1975, Kvåle 1975, Dhuria et al. 1976). Virkningen er efter opgivelserne stærkt klimaafhængig. Midlertidig hæmning af frugtens tilvækst efter ethephon-sprøjtning er observeret i sveskeblommer (Weinbaum et al. 1977). Gummiflåd fra grene og frugter kan forekomme med høje styrker.

Edgerton (1973b) angiver, at en række andre stoffer har været prøvet uden større held. Det gælder N-1-naftylphtalsyre, 3-klorphenoxypropionsyre og 3-klorphenoxypropionamid.

**15. Diskussion**

*15.1 Variationer i virkningen af en kemisk frugtudynding.*

Med de mange faktorer, der som omtalt i det foregående kan påvirke resultatet af kemisk frugtudynding, kan det ikke undre, at resultaterne i praksis vil variere en del. I tabel 2 gengives efter Williams (1977) en oversigt over klimatiske og fysiologiske faktorer, som har betydning for, om frugterne vil være lette eller vanskelige at

**Tabel 2.** Forhold, som har betydning for, hvor lette frugterne er at udtynde med kemiske midler (Efter Williams 1977)

**Lette at udtynde når:**

1. Frugtsporer har vist svag vækst på lavtsiddende og skyggede grene.
2. Vand- og N-tilførsel er utilstrækkelige.
3. Rodsystemet er svækket, f.eks. på grund af sygdom.
4. Blomstringen er rigelig, særlig efter stor høst.
5. Unge træer har mange kraftige oprette grene.
6. Der er dårlig bestøring (evt. selvbestøring).
7. Der er stor sætning på sorter, som er lette at tynde ('Delicious').
8. Sorten har et stort junifald.
9. Frugterne sætter i klynger i stedet for enkeltvis.
10. Blomstringstiden er kort (kun hvor der bruges midler til blomsterudtynding).
11. Der er høje temperaturer og høj rel. fugtighed før og efter sprøjtning.
12. Blomster og unge blade er frostpåvirket før eller kort efter sprøjtning.
13. Bladene er let gennemtrængelige for udtyndingsmidler efter længere perioder med køligt vejr.
14. Det regner før eller efter sprøjtning.
15. Der kommer længere perioder med overskyet vejr, som reducerer fotosyntesen, før eller efter sprøjtning.

**Vanskelige at udtynde når:**

1. Træerne er i god vækst (30–45 cm terminale skud).
2. Der er få blomster eller lav initial sætning (undtagen unge træer).
3. Der er mange bestøvende insekter og krydsbestøvning finder sted.
4. Ældre træer i god vækst er i fuld bæring.
5. Der sættes frugter på velbelyste dele af træet (top og periferi).
6. Der sættes frugter på vandret-stillede grene.
7. Grene eller sporer har været ringet.
8. Vekselbærere er i deres bærear.
9. Frugterne sættes enkeltvis.
10. 'Golden Delicious' og sporetyper skal tyndes.
11. Der er varmt og solrigt vejr ideelt for god vækst før og efter sprøjtning.
12. Der er lav rel. fugtighed, som giver hurtig udtørring af sprøjtevæsken og dårlig optagelse af udtyndingsmidlerne.

udtynde. Hensigten med denne oversigt er i kort og overskuelig form at samle de vigtigste af de variationsårsager, som har været omtalt i det foregående. Derved skulle det være nemmere at skønne over, om udtynding vil være let eller vanskelig i det enkelte tilfælde. Er der overvægt af forhold, som gør udtynding let, kan sprøjtning måske helt undlades, eller der vælges en lav koncentration. Er der overvægt af forhold, som gør udtynding vanskelig, vælges maximale styrker.

Når bortset fra tidlige æblesorter, som skal sprøjtes umiddelbart efter afblomstring, er det muligt at vente med at træffe afgørelsen om sprøjtning, indtil størrelsen af den initiale sætning kan bestemmes. Udnyttelsen af denne mulighed kan bidrage til at undgå utilsigtet udtynding, specielt ved anvendelse af carbaryl, som ikke giver skader på hverken blade eller frugter. Det ser også ud til, at NAA kan anvendes på et ret sent tidspunkt, i hvert fald i nogle sorter (*figur 3*), men

koncentrationsspørgsmålet er som omtalt her meget vigtigt.

Et væsentligt usikkerhedsmoment med kemisk udtynding er, at størrelsen af junifaldet ikke kendes på sprøjtetidspunktet. Mens dette ikke har stor betydning i sorter, som erfaringsmæssigt sætter for meget hvert år, er det en betydningsfuld faktor i andre sorter.

### 15.2 Eventuelle nye opgaver

I visse tidlige æblesorter, som er meget følsomme for NAA, eller som er vanskelige at udtynde med carbaryl, er det af interesse at prøve blandinger af disse midler. I en sådan blanding kan NAA-styrken måske nedsættes og skadevirkninger undgås.

Hvor der praktiseres integreret insektbekæmpelse, kan carbaryl ikke anvendes til udtynding (Hansen 1978). Eneste alternativ er da oftest NAA. En mere omfattende viden om virkningen ved relativt sene sprøjtetidspunkter vil være ønskelig.

Blomsterudtynding med ethephon har givet gode resultater i visse vekselbærende æblesorter og i enkelte forsøg med pærer og blommer. Selv om virkningen tilsyneladende er meget temperaturafhængig og skadevirkninger kan opstå, har midlet utvivlsomt stor interesse i tilfælde, hvor sætningen med sikkerhed kan forudses at blive alt for stor.

Et væsentligt usikkerhedsmoment med kemisk frugtudtynding er som nævnt størrelsen af junifaldet. På længere sigt er det af interesse at vide mere om årsagerne til variationerne i junifaldet. Foreløbig må følgende forhold antages at have væsentlig betydning: 1) mængden af befrugtede blomster (initial sætning), 2) skudvæksten, 3) vækstforhold, navnlig mangel på vand, næring, lys samt perioder med høje temperaturer.

## 16. Litteraturliste

Abbott, D. L. (1959). The effects of seed removal on the growth of apple fruitlets. – *Ann. Rep. Long Ashton Res. Sta.* 1958: 52–56.  
Abbott, D. L. (1965). Fruit thinning agents for apples: progress report 1964. – *ibid.* 1964: 99–106.  
Abbott, D. L. (1970). The role of budscales in the morphogenesis and dormancy of the apple fruit bud. – In

»*Physiology of tree crops*« (Eds. Luckwill and Cutting), *Academic Press*, p. 65–80.  
Addicott, F. T. (1970). Plant hormones in the control of abscission. – *Biol. Rev.* 45: 485–525.  
Addicott, F. T. and S. M. Wiatr (1977). Hormonal control of abscission: biochemical and ultrastructural aspects. – In »*Plant Growth Regulation*« (Ed. Pilet), *Springer-Verlag*, p. 249–257.  
Anonym (1972). Chemisch dünne Cox's Orange Pip-pin. – *De Fruitteelt* 62: 1139.  
Anonym (1974). Scheikundige Vruchtdünning. – *Jaarverslag Westvlamse Proeftuin 1974*, p. 29–45.  
Ayers, J. C. and J. A. Barden (1975). Net photosynthesis and dark respiration of apple leaves as affected by pesticides. – *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 100: 24–28.  
Batjer, L. P. (1965). Fruit thinning with chemicals. – *U.S.D.A. Agr. Info. Bul.* 289: 1–27.  
Batjer, L. P. and M. N. Westwood (1960). 1-Naphthyl N-methylcarbamate, a new chemical for thinning apples. – *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 75: 1–4.  
Batjer, L. P. and B. J. Thomson (1961). Effect of 1-naphthyl N-methyl carbamate (Sevin) on thinning apples. – *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 77: 1–8.  
Batjer, L. P., C. G. Forshy, and M. B. Hoffman ((1968). Effectiveness of thinning sprays as related to fruit size at time of spray application. – *Ibid.* 92: 50–54.  
Blanpied, G. D. (1972). A study of ethylene in apple, red raspberry and cherry. – *Plant Physiol.* 49: 627–630.  
Bukovac, M. J. and A. E. Mitchell (1962). Biological evaluation of 1-naphthyl N-methyl-carbamate with special reference to abscission of apple fruits. – *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 80: 1–10.  
Bömeke, H. (1961). Ein Beitrag zur Chemischen Ausdünnung. – *Erwerbsobstbau* 3: 88–93.  
Bömeke, H. (1968). Fruchtausdünnung beim Apfel in neuer Sicht. – *Mitt. O.V.R.* 23: 120–128.  
Child, R. D. and P. Mapairoje (1977). Time of application of CEPA in relation to thinning. – *Ann. Rep. Long Ashton Res. Sta.* 1976, p. 24–26.  
Crowe, A. D. (1965). Effect of thinning sprays on metabolism of growth substances in the apple. – *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 86: 23–27.  
Dalbro, D. (1966). De små blade hos æbletræer. – *Horticultura* 20: 4–5.  
Dennis, F. G. (1970). Effects of gibberellins and naphthalene acetic acid on fruit development in seedless apple clones. – *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 95: 125–128.  
Dhuria, H. S., V. P. Bhutani, and C. Parmar (1976). Thinning plums with 2-chloroethylphosphonic acid. – *Scientia Horticulturae* 4: 279–283.  
Donoho, C. W. (1968). The relationship of date of application and size of fruit to the effectiveness of NAA for thinning apples. – *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 92: 55–62.  
Donoho, C. W., A. E. Mitchell, and M. J. Bukovac (1961). The absorption and translocation of ring-la-

- belled 14 C-naphthaleneacetic acid in the apple and peach. – *Ibid.* 78: 96–103.
- Edgerton, L. J. (1962). Some factors influencing the absorption and breakdown of growth regulators by apple and peach leaves. – *Proc. XVI. Intern. Hort. Congr. Vol. III:* 392–397.
- Edgerton, L. J. (1973a). Control of abscission of apples with emphasis on thinning and preharvest drop. – *Acta Horticulturae* 34(1): 333–343.
- Edgerton, L. J. (1973b). Chemical thinning of flowers and fruits. – In »*Shedding of plant parts*«, Academic Press, p. 435–474.
- Elema, R. K. (1968). Dunproeven bij appels economisch bekeken. – *De Fruitteelt* 58: 416–418.
- Forshey, C. G. (1976). Factors affecting chemical thinning of apples. – *New York's Food and Life Sciences Bulletin* No. 64, p. 1–7.
- Fischer, P. (1977). Bestøvning og befrugtning hos frugt og bær. – *Frugtavleren* 6, tillæg, p. 1–20.
- Forshey, C. G. and D. C. Elfving (1977). Fruit numbers, fruit size, and yield relationship in 'McIntosh' apples. – *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 102: 399–402.
- Grauslund, J. (1972). Frugtudynding I. Virkningen af carbaryl til Golden Delicious. – *Tidsskr. Planteavl* 76: 408–414.
- Grauslund, J. (1978a). Kemisk frugtudynding i æblesorten Summerred. – 1389. meddelelse fra Statens Planteavlsforsøg.
- Grauslund, J. (1978b). Effects of temperature, shoot-tipping, and carbaryl on fruit set of apples. – *Proc. 3rd Int. Symp. Growth Reg. Fruit Prod. (Poznan)*. I trykken.
- Grauslund, J. and P. Hansen (1975). Fruit trees and climate III. The effect of temperature on fruit set in apple trees. – *Tidsskr. Planteavl* 79: 481–88.
- Hansen, P. (1971). The effect of cropping on the distribution of growth in apple trees. – *Ibid.* 75: 119–127.
- Hansen, P. (1977). Blad-frugt relationer og frugtudvikling hos æbletræer. – *Ibid.* 81: 123–132.
- Hansen, T. (1978). Kan man ud fra hidtidige erfaringer sige noget om muligheden for planlægningen af sygdomsbekæmpelsen for den kommende sæson. – *Frugtavleren* 7: 122–127.
- Harley, C. P., H. H. Moon, and L. O. Regeimbal (1957). Effects of the additive Tween 20 and relatively low temperatures on apple thinning by naphthaleneacetic acid sprays. – *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 69: 21–27.
- Harley, C. P., H. H. Moon, and L. O. Regeimbal (1958). Evidence that post-bloom applethinning sprays of naphthaleneacetic acid increase blossom-bud formation. – *Ibid.* 72: 52–56.
- Hennerty, M. J. and C. G. Forshey (1972). Tree physiological condition as a source of variation in chemical thinning of apple fruits. – *HortScience* 7: 259–260.
- Hoffman, M. B., L. J. Edgerton, and E. G. Fisher (1955). Comparisons of naphthalene acetic acid and naphthaleneacetamide for thinning apples. – *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 65: 63–70.
- Horsfall, jr. F. and R. C. Moore (1961). New chemical potentiates and weather as adjuvants to apple thinning by the sodium salt of naphthaleneacetic acid. – *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 77: 9–21.
- Horsfall, jr. F. and R. C. Moore (1962). The effect of spray additives and simulated rainwater on foliage curvature and thinning of apples by the sodium salt of naphthaleneacetic acid. – *Ibid.* 80: 15–32.
- Jackson, J. E. and J. W. Palmer (1977). Effects of shade on the growth and cropping of apple trees II. Effects on components of yield. – *J. Hort. Sci.* 52: 253–266.
- Kim, M. S. and C. C. Kim (1976). A study on the chemical thinning of apples. – *J. Korean Soc. Hort. Sci.* 17: 17–27 (Fra Hort. Abstr. 47: 7180).
- Knight, J. N. (1976). Ann. Rep. E. Malling Res. Sta. 1975, p. 43–44.
- Knight, J. N. (1977). Ann. Rep. E. Malling Res. Sta. 1976, p. 44–45.
- Knight, J. M. (1978). Chemical thinning of the apple cultivar Laxton's Superb. – *J. Hort. Sci.* 53: 63–66.
- Kvåle, A. (1971). Tynning av Prins og James Grieve med carbaryl. – *Gartnerverket* 61: 441–442.
- Kvåle, A. (1974). Tynning av Raud Prins med etefon. – *Forsk. Fors. Landbr.* 25: 347–352.
- Kvåle, A. (1975). Vekstregulering og tynning. – *Årsmelding Ullensvang Forsøksgård 1975*, p. 5–7.
- Kvåle, A. (1977). Etefon (2-kloretyl-fosfonsyre) som tynningsmiddel til epler. – *Forsk. Fors. Landbr.* 28: 631–38.
- Kvåle, A. og J. Ystås (1969). Tynning av plommer med sovelkalk. – *Ibid.* 20: 393–401.
- Leclercq, A. and O. Liard (1966). Compared action of three carbamates and NAA in thinning apples and pears. – *Proc. XVII Int. Hort. Congr. Vol 1*, p. 35.
- Latham, D. S. and M. W. Williams (1969). Regulators of cell division in plant tissue VIII. The cytokinins of the apple fruit. – *Physiol. Plant.* 22: 925–936.
- Leuty, S. J. (1973). Identification of maximum sensitivity of developing apple fruits to naphthaleneacetic acid. – *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 98: 247–252.
- Leuty, S. J. (1974). Influence of SADH on response of McIntosh apples to chemical thinning sprays. *Hort-Science* 9: 193–195.
- Liard, O. (1962). Notes sur certaines reactions de la variété de pommier Golden Delicious éclaircie au moyen de l'acide alpha naphthalene acetique (NAA). – *Proc. XVI Int. Hort. Congr. Vol. III:* 407–415.
- Link, H. (1968). Welche fruchte fallen beim chemischen ausdünnen ab? – *Erwerbsobstbau* 10: 190–193.
- Link, H. (1969). Über die Wirksamkeit chemischer Ausdünnungsmittel zur verringering des Fruchtneubehanges bei Golden Delicious. – *Mitt. Klosterneuburg* 19: 221–227.



- Link, H. (1973). Effect of fruit thinning on some components of fruit quality in apples. - *Acta Horticulturae* 34(1): 445-449.
- Link, H. (1978). Results of thinning apples with some thinning compounds. - *Proc. 3rd Int. Symp. Growth Reg. Fruit Prod. (Poznan)*. I trykken.
- Luckwill, L. C. (1953a). Studies of fruit development in relation to plant hormones I. Hormone production by the developing apple seed in relation to fruit drop. - *J. Hort. Sci.* 28: 14-24.
- Luckwill, L. C. (1953b). Studies of fruit development in relation to plant hormones II. The effect of naphthaleneacetic acid on fruit set and fruit development in apples. - *Ibid.* 28: 25-40.
- Luckwill, L. C. and C. P. Lloyd-Jones (1962). The absorption, translocation and metabolism of 1-naphthaleneacetic acid applied to apple leaves. - *Ibid.* 37: 190-206.
- Luckwill, L. C., P. Weaver, and J. Mac Millan (1969). Gibberellins and other hormones in apple seeds. - *Ibid.* 44: 413-24.
- Mantinger, H. (1976). Die chemische Fruchtausdünnung 1975. - *Der Landwirt (Südtirol)* 7: 214-216.
- Marsh, H. V., F. W. Southwick, and W. D. Weeks (1960). The influence of chemical thinners on fruit set and size, seed development, and preharvest drop of apples. - *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 75: 5-21.
- Martin, G. C., L. B. Fitch, G. S. Sibbett, G. L. Carnill, and D. E. Ramos (1975). Thinning french prune (*Prunus domestica* L.) with (2-chlorethyl) phosphonic acid. - *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 100: 90-93.
- Mostafawi, M., R. Stösser, and G. Buchloh (1970). Über Beziehungen zwischen Embryoentwicklung und Junifall bei Apfelsfrüchten. - *Gartenbauwissenschaft* 35: 175-184.
- Preston, A. P. (1954). Effects of fruit thinning by the leaf count method on yield, size and biennial bearing of the apple Duchese Favourite. - *J. Hort. Sci.* 29: 269-277.
- Preston, A. P. and F. D. Quinlan (1968). A fruit thinning experiment with Cox's Orange Pippin apple. - *Ann. Rep. East Malling Res. Sta.* (1967), p. 75-78.
- Quinlan, J. D. (1974). Influence of shoot competition on seed development in apple fruits. - *Proc. XIX Int. Hort. Congr. Vol. IA*, p. 409.
- Quinlan, J. D. and A. P. Preston (1968). Effects of thinning blossoms and fruitlets of growth and cropping of Sunset apple. - *J. Hort. Sci.* 43: 373-381.
- Quinlan, J. D. and A. P. Preston (1971). The influence of shoot competition on fruit retention and cropping of apple trees. - *Ibid.* 46: 525-534.
- Robitaille, H. A., F. H. Emerson, and K. S. Yu (1977). Thinning apples with ethylene-releasing chemicals. - *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 102: 595-598.
- Rogers, B. L. and A. H. Thompson (1962). Yield, fruit size and growth of York Imperial apple trees as affected by chemical thinning and differential nitrogen nutrition for 6 years. - *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 80: 50-57.
- Rogers, B. L. and A. H. Thompson (1969). Chemical thinning of apple trees using concentrate sprays. - *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 94: 23-25.
- Rüger, H. (1968). Die Fruchtausdünnung bei Äpfeln in physiologischen und Wirtschaftlichen Auswirkung. - *Erwerbsobstbau* 10: 64-67.
- Schneider, G. W. (1973a). Effects of NAA and sevin on the structure of apple pedicels. - *Hort Science* 8: 392-294.
- Schneider, G. W. (1973b). Translocation of <sup>14</sup>C-indole acetic acid and <sup>14</sup>C-sucrose in excised apple pedicels. - *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 98: 278-281.
- Schneider, G. W. (1975a). Ethylene evolution and apple fruit thinning. - *Ibid.* 100: 356-359.
- Schneider, G. W. (1975b). <sup>14</sup>C-sucrose translocation in apple. - *Ibid.* 100: 22-24.
- Schneider, G. W. (1977). Studies on the mechanism of fruit thinning in apple and peach. - *Ibid.* 102: 179-181.
- Schneider, G. W. (1978). The mode of action of apple thinning agents. - *Proc. 3rd Int. Symp. Growth Reg. Fruit Prod. (Poznan)*. I trykken.
- Schneider, G. W. and A. M. Lasheen (1973). NAA and sevin on composition, development, and abscission of apple fruit. *HortScience* 8: 103-104.
- Scholten, A. en J. F. van Dijke (1974). Chemische dünnung op Schone von Boskoop. - *De Fruitteelt* 64: 368-369.
- Schumacher, R. und F. Frankhauser (1967). Wirkung chemischer Ausdünnungsmittel bei Golden Delicious auf Berostung, Fruchtansatz und Qualität. *Schweiz. Z. Obst- u. Weinbau* 103: 290-300, 315-324.
- Schumacher, R. und F. Frankhauser (1972a). Chemische Fruchtausdünnung mit sevin und naphthylacetamid in kombinierter Anwendung. - *Ibid.* 108: 264-269.
- Schumacher, R. und F. Frankhauser (1972b). Fruchtausdünnung von Fellenbergzweitschen (*Prunus domestica*) mit Ethrel. - *Ibid.* 108: 74-80.
- Schumacher, R., F. Frankhauser und W. Stadler (1977). Fruchtausdünnung bei der Sorte Golden Delicious. - *Ibid.* 113: 188-192.
- Skoss, J. D. (1955). Structure and composition of plant cuticle in relation to environmental factors and permeability. - *Bot. Gaz.* 117: 55-72.
- Southwick, F. W. and W. D. Weeks (1949). Chemical thinning of apples at blossom time and up to four weeks from petal fall. - *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 53: 143-147.
- Southwick, F. W. and W. D. Weeks (1957). The influence of naphthaleneacetic acid and naphthaleneacetamide during a four-year period on thinning and subsequent flowering of apples. *Ibid.* 69: 28-40.

- Southwick, F. W., W. D. Weeks, E. Sawada, and J. F. Anderson (1962). The influence of chemical thinners and seeds on the growth rate of apples. - *Ibid.* 80: 33-42.
- Southwick, F. W., W. D. Weeks, and G. W. Olanyk (1964). The effect of naphthaleneacetic acid type materials and 1-naphthyl N-methylcarbamate (Sevin) on the fruiting, flowering, and keeping quality of apples. - *Ibid.* 84: 14-24.
- Southwick, F. W., D. W. Greene, and W. J. Lord (1973). Effect of SADH treatments on the response of McIntosh apple trees to chemical thinners. - *Hort-Science* 8: 314.
- Stuckmeyer, B. E. and R. H. Roberts (1950). A possible explanation of how naphthaleneacetic acid thins apples. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 56: 76-78.
- Teskey, B. J. E. and S. D. Kung (1967). Some effects of carbaryl on two apple cultivars. - *Can. J. Plant Sci.* 47: 311-318.
- Thompson, A. H., B. L. Rogers, and C. P. Harley (1958). Some factors affecting chemical thinning of Golden Delicious apples with naphthaleneacetic acid plus Tween 20. - *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 72: 45-51.
- Way, D. W. (1964). Carbaryl as a fruit thinning agent I. Results with Worcester Pearmain in the years 1961-63. - *Ann. Rep. East Malling Res. Sta.* 1963, p. 56-59.
- Way, D. W. (1967). Carbaryl as a fruit thinning agent II. Concentration and time of application. - *J. Hort. Sci.* 42: 355-365.
- Way, D. W. (1969). Carbaryl as a fruit thinning agent IV. A comparison of hand and chemical thinning. - *Ann. Rep. East Malling Res. Sta.* 1968, p. 65-66.
- Way, D. W. (1970). How satisfactory is chemical thinning? - *Ibid.* 1969, p. 185-186.
- Weinbaum, S. A. and R. K. Simons (1974). An ultrastructural evaluation of the relationship of embryo/endosperm abortion to apple fruit abscission during the post-bloom period. - *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 99: 311-314.
- Weinbaum, S. A., C. Giulivo, and A. Ramina (1977). Chemical thinning: ethylene and pretreatment fruit size influence enlargement, auxin transport, and apparent sink strength of french prune and 'Andross' peach. - *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 102: 781-785.
- Veinbrants, N. (1972). Comparison of thiram, carbaryl, NAA, and NAD as fruit thinning sprays on Granny Smith apples. - *Austr. J. Exp. Agr. Anim. Husb.* 12: 83-88.
- Veinbrants, N. and J. F. Hutchinson (1976). Studies on the use of 2-chlorethylphosphonic acid (ethephon) as a thinning agent for Jonathan apples. - *Ibid.* 16: 937-942.
- Wertheim, S. J. (1966). Chemisch dunnen op vruchtbomen, - Mededeling Nr. 6, Proefst. Fruitteelt. Wilhelminadorp, p. 1-48.
- Wertheim, S. J. (1967). De vruchtdunning bij appel. - *De Fruitteelt* 57: 545-548.
- Wertheim, S. J. (1968). Advies voor het chemisch dunnen van appels. - *Ibid.* 58: 674-675.
- Wertheim, S. J. (1970). Carbaryl; a reliable chemical thinner for Golden Delicious apple trees. - *Publ. no. 9. Proefst. Fruitteelt. Wilhelminadorp*, p. 1-19.
- Wertheim, S. J. (1973). Chemical control of flower and fruit abscission in apple and pear. - *Acta Horticulturae* 34(1): 321-331.
- Wertheim, S. J., F. Nijse en M. L. Joosse (1974). De chemische dunning van Golden Delicious. - *De Fruitteelt* 64: 402-404.
- Wertheim, S. J. en M. L. Joosse (1975a). Proefervaringen met het bloemdunningsmiddel Ethrel A. - *Ibid.* 65: 464-465.
- Wertheim, S. J. en M. L. Joosse (1975b). Proefervaringen met de vruchtdunning carbaryl op Golden Delicious. - *Ibid.* 65: 588-590.
- Wertheim, S. J. en J. Westerlaken (1976). Bloemdunning met Ethrel A: mogelijkheden en risico's. - *Ibid.* 66: 472-473.
- Westerlaken, J. (1974). Ethrel A als bloemdunningsmiddel voor Benoni. - *Ibid.* 64: 378-379.
- Vestrheim, S. (1974). Karttynning av eple med carbaryl. - *Meldinger Norges Landbrukshøgskole* 53(6): 1-10.
- Westwood, N. N. (1965). A cyclic carbonate and three new carbamates as chemical thinners for apple. - *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 86: 37-40.
- Westwood, M. N. and L. P. Batjer (1958). Factors influencing absorption of dinitro-ortho-cresol and naphthaleneacetic acid by apple leaves. - *Ibid.* 72: 35-44.
- Westwood, M. N. and L. P. Batjer (1960). Effects of environment and chemical additives on absorption of naphthaleneacetic acid by apple leaves. - *Ibid.* 76: 16-29.
- Westwood, M. N., L. P. Batjer, and H. D. Billingsley (1960). Effect of environment and chemical additives on absorption of dinitro-orthocresol by apple leaves. - *Ibid.* 76: 30-40.
- Westwood, N. N., L. P. Batjer, and H. D. Billingsley (1967). Cell size, cell number, and fruit density of apples as related to fruit size, position in cluster, and thinning method. - *Ibid.* 91: 51-62.
- Williams, M. W. (1974a). Chemical thinning and guide for size-thinning Bartlett pears. - *Proc. Washington State Hort. Ass., 69th Ann. Meeting*, p. 55-59.
- Williams, M. W. (1974b). Concentrate versus dilute spraying of thinning chemicals on Golden Delicious apples. - *Ibid.* 69th Ann. Meeting, p. 54.
- Williams, M. W. (1977). Chemical thinning. *Western Fruit Grower* 97 (3): W-2, W 18-19.

- Williams, M. W. and L. P. Batjer (1964). Site and mode of action of 1-naphthyl N-methylcarbamate (Sevin) in thinning apples. - *Proc. Amer. Hort. Sci.* 85: 1-10.
- Williams, M. W. and L. J. Edgerton (1974). Biennial bearing of apple trees. - *Proc. XIX Int. Hort. Congr. vol III*: 343-352.
- Williams, R. R. (1970). Factors affecting pollination of fruit trees. - In »*Physiology of Tree Crops*« (eds. Luckwill and Cutting), *Academic Press*, p. 193-206.
- Øhlers, H. (1955). Forsøg med frugtudynding på æble ved sprøjtning med plantehormoner. - *Tidsskr. Planteavl* 59: 636-669.
- Øhlers, H. (1960). Forsøg med frugtudynding på æble ved sprøjtning med plantehormoner. 1955-58. - *Ibid.* 64: 213-243.
- Øhlers, H. (1962). Frugtudynding. - *Erhvervsfrugtavl* 28: 279-284.
- Øhlers, H. (1963). Kemisk frugtudynding af blomster. - *Ibid.* 29: 256-258.
- Øhlers, H. (1964). Forsøg med kemisk frugtudynding af blomster. - *Tidsskr. Planteavl* 68: 701-722.
- Øhlers, H. (1966). Forsøg med kemisk frugtudynding af pærer ved sprøjtning med plantehormoner. - *Ibid.* 70: 254-260.

Manuskript modtaget den 20. marts 1978.