

Institutt for fruktdyrking
Norges landbrukshøgskole

Stensiltrykk nr. 16

FRUKTSETTING OG FRUKTFALL HOS EPLE - EI LITTERATUROVERSIKT

Av

Sigbjørn Vestrheim

NLH 1972

Institutt for fruktdyrking
Norges landbrukshøgskole

Stensiltrykk nr. 16

FRUKTSETTING OG FRUKTFALL HOS EPLE - EI LITTERATUROVERSIKT

Av

Sigbjørn Vestrheim

Inn h a l d

	Side
I. Innleiing -----	1
II. Fallperiodar og fruktsetting -----	1
1. Fallperiodar -----	1
2. Histologi -----	3
3. Termar og definisjonar -----	4
4. Fruktsettingsprosenten -----	4
III. Faktorar som verkar inn på fruktsettinga -----	6
1. Pollinering og frøing -----	6
2. Vekststoff -----	8
3. Næringstilførsel -----	10
4. Blomsterposisjon og fruktsporeeigenskapar m.v. i relasjon til fruktsetting -----	12
5. Temperatur og nedbør -----	14
6. Dyrkingsinngrep -----	15
IV. Regulering av kartfall og fruktfall hos eple --	17
V. Litteratur -----	20

FRUKTSETTING OG FRUKTFALL HOS EPLE - EI LITTERATUROVERSIKT

I. INNLEIING

Fruktsettingsprosessen har ein sentral plass blant dei faktorane som er avgjørande for avlingsstorleiken, både hos eple og andre frukrarter. I første omgang er det blomstermengda som kan gi ein indikasjon på kor stor avlinga skal bli, men jamvel svært rik blomstring kan gi lite frukt når forholda ikkje ligg til rette for tilstrekkeleg fruktsetting.

På grunn av at fruktsettinga har så stor praktisk interesse, har denne prosessen, og faktorar som verkar inn på den, vore eit viktig forskningsområde i mange land. Særleg gjeld dette England, Tyskland og USA, men også frå mindre land der fruktdyrkinga er ei viktig næring, som t.d. Nederland og Sveits, har det kome mange verdifulle rapportar om dette emnet. I vårt land, og i Skandinavia i det heile, synest derimot problemet å vere lite studert. Denne litteraturoversikta bygger derfor i det vesentlege på litteratur frå land utanfor Skandinavia, men det er lagt vekt på å få med eksempel også frå dei nordiske land der det har vore mogeleg.

Den utanlandske litteraturen på området er svært omfattande, og eit relativt strengt utvalg har vore nødvendig. Det er bl.a. i noen utstrekning vist til tidlegare oversiktsrapportar, og det er elles i første rekke tatt med resultat frå nyare sentrale arbeid innan litteratur av interesse i samband med fruktsetting hos eple.

II. FALLPERIODAR OG FRUKTSETTING

I. Fallperiodar

Hos eple er det ein relativt liten del av blomstermengda som utviklar seg til moden frukt. Dei blomstrane som ikkje når fram til ferdige eple, fell av anten som blomsterrestar eller kart. Dette skjer i tre meir eller mindre skarpt avgrensede periodar, eller "bølger" (5, 6, 31, 33, 36, 38, 58, 87). Den første av desse kan kallast "tidlegfallet", og varer frå kronbladfall til ca. tre veker etter blomstring. Det er her fruktømne og andre restar av upollinerte og/eller ufrødde blomstrar som blir kasta. Etter eit meir eller mindre markert opphald kjem så den neste fallperioden, som både i norsk og utanlandsk litteratur blir kalla "juni-

fallet". Hos oss kjem dette oftast heilt i slutten av juni eller i førstninga av juli, og det er vanlegvis slutt innan 6-7 veker etter blomstring (85). Den siste fallperioden kjem i tida fram mot hausting, og vil i det følgjande bli kalla "haustfallet". Det er her fullt utvikla frukter som blir kasta, før "gjennomsnittsepla" på treet er eigentleg haustmodne. Storleiken av haustfallet er avhengig av når trea blir hausta, men det er oftast moderat samanlikna med dei andre fallperiodane. Det kan likevel ha ganske mye å seie hos sortar som er utsette for dette. Som eksempel på slike innan vårt eige sortiment, kan nemnast Gravenstein, Filippa og Åkerø, mens t.d. Ingrid Marie og Lobo representerer sortar der epla heng fast til dei er haustmodne og vel så det. Etter tyske oppgaver ligg haustfallet i middel for mange sortar og år på 2-3 % (6, 36).

Storleiksforholdet mellom tidlegfallet og junifallet varierer mye, og særleg er det store sortsforskjellar og sesongvariasjonar. Ein generell regel er at dersom det første fallet er moderat, vil junifallet bli desto større; og omvendt blir det etter eit sterkt tidlegfall gjerne lite kart borte seinare (31, 74).

Fleire forfattarar har gruppert eplesortane etter om tidlegfallet eller junifallet er størst, med ei tredje gruppe der dei to fallbøigene er av om lag same storleiksorden (5, 6, 31, 36, 37). Dei fleste oppgir at tidlegfallet er størst (5, 36, 37), mens BLASSE og BARTHOLD (6) fann at 38 % av karten blei kasta under den første fallperioden, mot 44 % under junifallet; i middel av 12 eplesortar i 5 år. James Grieve blei nemnd som ein typisk sort som hadde større juni- enn tidlegfall. Dette stemmer ikkje med norske resultat, der, i middel for to år, 73 % av karten hos James Grieve blei kasta under det første fallet, mot berre 13 % under junifallet (85). I middel for fleire år og mange sortar var tidlegfallet i det heile mye større enn junifallet under norske forhold; henholdsvis 78 mot berre 11 %, og ikkje hos noen av sortane som var med, var junifallet størst (85).

Somme forfattarar (38, 59) nemner fire fallperiodar, i det dei deler tidlegfallet i to. I den første delen fell da frukterne av som ikkje har vakse i det heile, mens det i neste omgang blir kasta frukterne som synar så vidt målbar vekst, men som har stoppa på eit svært tidleg stadium. Det viser seg imidlertid at desse to fallperiodane er vanskelege å skilje i praksis, i det dei overlappar sterkt. Det er derfor mest vanleg å rekne med berre tre slike periodar.

2. Histologi

Den anatomiske sida av kart- og fruktfall er eit heilt kapittel for seg, og berre eit kort utdrag vil bli gitt her. Ved basis av fruktstilken hos eple, eller ved overgangen mellom fruktstilk og fruktfeste, kjem det til syne eit innsnevra område, samansnøringssona (42, 53, 56). Cellene i denne sona er mindre enn i områda nær ved, og den finst både hos kart som fell av og den som blir hangande. I samansnøringssona blir det danna ^{eit} skiljesjikt, der cellene til slutt losnar frå kvarandre, og karten fell av. McCOWN (56) fann at danninga av skiljesjiktet starta i cortex (barken), og utvikla seg vidare innover gjennom vedvevet og mergen i fruktstilken. Det er også vist at det er tydeleg forskjell mellom skiljesjikt som blir danna hos kart om våren og hos ferdig utvikla frukt om hausten; i det første tilfellet blir skiljesjiktet danna av spesielt differensierte celler, om hausten derimot er det berre gamle celler i samansnøringssona som losnar frå kvarandre (42, 56). Gode mikrofoto som viser både denne forskjellen, og utvikling av skiljesjikt m.v. hos eple generelt, er tilgjengelege i både norsk og utanlandsk litteratur (42, 53, 56, 79, 80).

Sortane . oppfører seg som alt nemnt ulikt m.o.t. kart- og fruktfall, og det har vore gjort forsøk på å forklare dette ved hjelp av histologiske studier av utviklinga av skiljesjikt m.v. Særleg mye er det ikkje kome ut av dette, men i amerikanske forsøk fann MacDANIELS (53) at eplesorten McIntosh, som er meir utsett for haustfall enn dei fleste andre sortar, hadde ei særleg markert samansnøringssone, og at området ved skiljesjiktet hadde relativt lite fibrar og steinceller. Det er også blitt hevda at kort og stiv fruktstilk, slik den er hos McIntosh, overfører større press til skiljesona når greinene rører på seg enn ein lengre og tynnare stilk (53).

Kva som skjer reint kjemisk når cellene i skiljesjiktet losnar frå kvarandre, er ennå ikkje heilt klårt. Ein har tidlegare meint at det primære har vore oppløysing av pektinstoffa i midtlamellen hos desse cellene (56), og at pektinspaltande enzym derfor har spela ei avgjørande rolle. I nyare forsøk har auke i aktiviteten til slike enzym vore vanskeleg å påvise, mens derimot cellulosespaltande enzym har vist ein markert auke under utvikling av skiljesjikt (4, 64, 69). Det synest imidlertid ikkje å ligge føre nyare data frå arbeid med eple på dette området, og det er uvisst om resultatata ovanfor, som skriv seg frå forsøk med citrus- og urteaktige planter, kan overførast direkte.

3. Termar og definisjonar

Termar som "fruktsetting", "setting", "fruktsettingsprosent" eller berre "settingsprosent", er godt kjende og vanleg brukte i vårt land, og tilsvarande uttrykk er like vanlege i utanlandsk fagspråk. I litteraturen viser det seg at dei ofte er brukte på ulikt grunnlag, i det somme t.d. oppgir fruktsettingsprosenten som registrert før junifallet, og andre etter. Ikkje sjeldan manglar definisjon på kva som er meint, og tala seier i slike tilfelle lite. På engelsk har dei greie uttrykk for dette, i det dei bruker "initial set" om den kanten som er att etter tidløgfallet, og "final set" om settinga etter junifallet. Diverre blir ikkje desse omgrepa alltid brukte i engelskspråklege arbeid om fruktsetting. I det følgjande vil "fruktsettingsprosent" (settingsprosent) og "fruktsetting" (setting) bli brukte om tal kart i prosent av tal blomstrar etter junifallet, der ikkje noe anna går direkte fram av samanhengen. Det er klart at fruktsetting ikkje er noe ideelt uttrykk så lenge det berre er tale om kart, men sidan det er så godt innarbeidd både hos oss og i andre land (eng. "fruit set", ty. "Fruchtansatz"), er det truleg rett å halde på det vidare og.

Med fruktprosent, eit omgrep som har vore brukt i norsk faglitteratur, forstås ein tal frukter ved hausting i prosent av tal blomstrar.

Eit uttrykk som er brukt svært mye i engelsk litteratur om bl.a. fruktsetting og fruktfall (også om bladfall), er abscission, som opprinneleg skriv seg frå latin og tyder eigentleg "skjere av". I botanikken har abscission fått ei spesiell tyding, og kan der definerast som ein del av, eller summen av dei biokjemiske, fysiologiske og mekaniske prosessane som til saman utgjør frukt- eller bladfallprosessen. "Abscission" kan såleis t.d. brukast både i samband med den fysiologiske danninga av skiljesjiktet i fruktstilken, og om berre den siste fasen av kart- eller fruktfall, nemleg losninga frå fruktsporen og fallet ned til bakken. Det er vanskeleg å finne noe kort og enkelt norsk uttrykk som dekkjer "abscission" godt nok, og det vil her bli brukt i ei fornorska form: absisjon. "Abscission" blir også nytta i samansette uttrykk, som t.d. "abscission layer" (= skiljesjikt).

4. Fruktsettingsprosenten

Oppgåvene over kor høg settingsprosenten til vanleg er, varierer ganske mye. Etter eldre amerikanske oppgåver utviklar normalt 3-7 % av blomstrane seg til ferdig frukt hos eple (31). KARNATZ og PFEFFER (36) konstaterte ein variasjon frå 6,1 til 28,7 % blant 17 sortar, i middel av 6 år. Andre tyske oppgåver (73) viser ein settingsprosent på 20,8 hos Golden Delicious (middel av 5 år), 17,3 hos Cox's Orange, og 15,3 hos James Grieve (middel av 3 år). KEMMER og STECKEL (37) granska

settingsprosenten hos 40 eplesortar i 1957 og 1958, og fann at i gjennomsnitt for alle sortane var den 10,1 i 1957 og 11,0 i 1958. I middel for dei to åra sette Gravenstein med 7,5 %, og James Grieve med 6,2 %, og desse to sortane var blant dei som hadde den lågaste settingsprosenten som blei registrert. Ein del av knoppene hos Gravenstein, og kanskje også hos James Grieve, blei skadde av frost i 1957, og i 1958 var pollineringstilhøva dårlege, så tala til Kemmer og Steckel kan derfor vere i underkant av det normale.

Danske resultat baserte på registrering av fruktsettingsprosenten hos kontrolltre av 15 eplesortar i fleire tynningsforsøk, varierte frå 8 % fruktsetting hos James Grieve til 24 % hos Lobo (91). BABALEANU (5) hevda at til vanleg utviklar 10-15 % av epleblomstrane seg til frukt. Normalt er fruktsettinga ikkje over 20 % hos dette fruktslaget (58).

Nyare norske resultat viste at fruktsettinga hos eple, i middel av fleire år og 12 sortar, var ca. 11 %, med ein variasjon frå 3 til over 18 % (85). Eksempelvis var settingsprosenten 14,1 % hos Gravenstein, 14,2 % hos James Grieve, mot heile 18,4 % hos Filippa. Til samanlikning har det tidlegare - i norske tynningsforsøk 1951-1957 - vore registrert ein gjennomsnittleg fruktsettingsprosent på 10,7 hos Gravenstein, 11,5 hos James Grieve, og 21,5 % hos Filippa (43). Rækkefølga mellom sortane var altså den same, og nivåforskjellane var heller ikkje særleg store. Generelt sett ser det ut til at settingsprosenten hos eple er noe lågare i eldre oppgåver enn i seinare registreringar. Dette kan vere tilfeldig, men det kan også skuldast den endringa som har funne stad i retning av yngre plantingar.

Kor høg fruktsettingsprosenten bør vere for at avlinga skal bli tilfredsstillande, er særleg avhengig av blomstermengda. Hos tre i full berealder vil 3-5 % vere tilstrekkeleg når blomstringa er rik (33, 53, 77, 89), mens 20 % kan vere nødvendig i andre høve, t.d. hos unge tre (89). Etter REICHEL (72) gir 4-10 prosent setting i regelen full avling hos eple. Det er likevel grunn til å tru at dette er ein regel med mange unntak, da ein settingsprosent på 10 ofte synest å føre til mindre avling enn ønskeleg er.

III. Faktorar som verkar inn på fruktsettinga

Av taleksemla ovanfor går det tydeleg fram at fruktsettingsprosenten hos eple kan svinge sterkt. Sortsskilnader er alt omtalt, og ei anna av dei viktigaste variasjonsårsakene, blomstermengda, er også nemnd. Denne har direkte samanheng med initierings- og differensieringsprosessen året før blomstring, og desse vil ikkje bli behandla her. Mange andre faktorar har likevel også nær samanheng med fruktsettinga, og dei viktigaste av desse vil bli diskuterte i det følgjande. Det er framleis mye som er usikkert på dette området, både når det gjeld ytre påverknader og fysiologiske prosessar under fruktsetting og kartfall. Verknaden av somme faktorar er likevel etter måten godt kjend, og nyare forskning har gitt mange opplysningar på dette feltet, spesielt på det fysiologiske området.

I. Pollinering og frøing

er normalt nødvendige føresetnader for fruktsetting hos eple. Partenokarpi førekjem, men i liten grad. Som døme her kan nemnast at KARNATZ (35), etter 10 års omfattande forsøk, fann at berre 0,5 % av fruktene hos eplesortane han arbeidet med var utan frø, mot 20,9 % hos pære. Det er også vist av andre at partenokarpi har lite å seie i praksis hos eple (30, 38).

Blomstrar som ikkje er pollinerte og frødde, blir kasta alt under tidlegfallet (31, 33, 38, 54, 58, 59), og karten sin sjanse til å overleve junifallet er påverka av kor mange frø under utvikling den har (31, 38, 57, 59, 71, 89). Frøtalet er igjen, i mange høve, ein indikator på pollineringstilhøva i frukthagen.

Forhold som favoriserer god pollinering og frøing er:

- 1) Rikelig tilgang på kompatibelt pollen
- 2) Nok pollenførande insekt
- 3) Gunstige klimatilhøve

For ein gitt eplesort kan ein i praksis rekne med at andre diploide sortar som står tilstrekkeleg nær og blomstrar samtidig, er gode nok som pollenkjelde. Inkompatibilitet mellom eplesortar er sjeldan, og ingen slike tilfelle er kjende blant dei som er kommersielt viktige hos oss. Døme på slik inkompatibilitet hos sortar som ikkje er uvanlege i vårt sortiment, har vi mellom Filippa og Gul Richard (34).

Effekten av ein pollensort minkar jåmt med avstanden (89), men noen bestemt maksimumsavstand blir sjeldan oppgitt, av di denne vekslar med mange forhold. Ein gammal regel er at "tredjekvart tre i tredjekvar rekke bør vere pollentre"; på den måten får alle trea i feltet eit pollentre som nabo på eine sida (26). Etter australske resultat bør avstanden til nærmaste pollentre ikkje vere over 12 m dersom ein skal kunne rekne med god pollenoverføring (55).

Det har vore konstaterert at vindpollinering kan forekomme hos eple, men at det likevel er insekt som spelar den viktigaste rolla. Pollinerande insekt i frukthagen er tidlegare omhandla i norsk faglitteratur (41, 52). Det ein i praksis særleg kan gjøre her for å stimulere pollinering og fruktsetting, er å plassere honningbier i nærleiken av frukttrea. Dette er spesielt aktuelt der det finst få ville pollinerande insekt, som humler og villbier. I England har det i seinare år vore gjort forsøk på å auke bestanden av slike insekt nær frukthagane på ymse måtar, utan at dette har ført til tydelege resultat forebels (89).

Det har vore ein del diskusjon om løvetann er ein alvorleg konkurrent til frukttrea når det gjeld å trekke til seg bier, og konklusjonen etter nyare granskingar av dette er at løvetannen kan vera eit problem også i denne samanhengen (25, 26). Det har bl.a. vore vist at biene ikkje utan vidare flytter over på frukttrea når løvetannblomstaren ofte lukkar seg utpå dagen, slik som mange tidlegare trudde. Ei praktisk hjelperåd for å betre pollineringsforholda i frukthagen er etter dette å hindre løvetannblomstring i den aktuelle perioden.

"Gunstige klimaforhold" for pollinering og frøing er varmt ver utan vind eller nedbor. Temperaturar under 0°C er ikkje vanlege under epleblomstringa i norske fruktdistrikt, men vil kunne redusere avlinga sterkt når det hender. Av blomsterorgana er det frøemnet som er mest utsett for frostskaade; pollen tolerer t.d. lågare temperatur (27). Sjansane for pollinering kan og bli redusert ved temperaturar ein del over 0°C , såleis vil mest ingen pollinerande insekt vere aktive når temperaturen går under 10°C (89). I Midt-Vesten i USA har eplesorten Delicious sett altfor lite frukt i år med kaldt ver under blomstringa, trass i at det har vore vist at nettopp denne sorten set godt ved relativt låge temperaturar i veksthusforsøk (44). Fordi det har vist seg at handpollinerte blomstrar hos Delicious set godt også i kjølige år, reknar ein med at temperatureffekten skriv seg frå at aktiviteten til pollenførande insekt blir hindra (29, 44).

Optimumstemperaturen for pollenveksten gjennom griffelen hos eple er ca. 25°C , men den varierer ein god del med sortane (27). Ved $4-5^{\circ}\text{C}$ stoppar veksten mest heilt opp, og det er uvisst om denne effekten blir oppheva når temperaturen stig att. Da levetida til frøemna er avgrensa, vil langsam vekst av pollenslangen redusere sjansane for frøing. For Cox's Orange i England blei det vist at pollinering den dagen blomsteren opna seg, førde til best fruktsetting, og at effekten av handpollinering blei gradvis mindre gjennom ein 6-dagarsperiode (89). Bramley's Seedling sette derimot like godt ved pollinering etter 6 dagar som etter pollinering på første blomstringsdag. WILSON (89) har i samband med dette innført omgrepet "effektiv pollineringsperiode", med forkortinga E.P.P. På bakgrunn av dette, og opplysningar i litteraturen om temperatur og fruktsetting i det helle, er

det grunn til å tru at settinga hos eple i norske frukthagar kan bli sterkt redusert på grunn av låge temperaturar i somme år.

Det blir hevda at ein vindstyrke på 6-9 sekundmeter (læber til frisk bris), hindrar bleaktiviteten (89), og vind kan elles redusere den effektive pollineringsperioden ved at arra tørkar raskare ut.

Regn hindrar også insektflyging, vaskar dessutan pollenkorn bort frå arra, og får pollenknappane - med sitt høge osmotiske trykk - til å ta opp vatn og sprekke (27).

2. Vekststoff

Det er vist av mange at eplekart som fell av under Junifallet, er mindre og har færre - eller færre friske - frø enn den som heng att på treet (31, 57, 58, 71, 80, 81, 87). Dette tyder på at frøa har ein funksjon som hindrar danning av skiljesjikt og kartfall. At frøa verkeleg har ein slik effekt, er vist direkte av ABBOTT (1), som fjerna frøa hos eplekart til ulike tider, med kartfall som resultat, fram til slutten av Junifallet. Når frøa blei fjerna seinare enn dette, hadde det ingen innverknad på kartfallet, og det ser derfor ut til at frøa sin funksjon i fruktsettingssamanheng berre varer til Junifallet er over.

Allt i 1946 oppdaga LUCKWILL (45) at frøa hos eple inneheld auxin, og han fann seinare at slike emne blei produserte i større mengder først ved slutten av tidlegfallet (46). Junifallet fann stad i ein periode med låg auxinproduksjon i frøa, og også under haustfallet var hormonkonsentrasjonen låg (46, 47). Auxindanninga var særleg sterk i frøendospermen, og produksjonstøpane syntest å hange saman med bestemte stadium i utviklinga av denne (47). Luckwill granska hormonverknaden av ekstrakt frå eplefrø biologisk, og fann at frøa inneheldt tre ulike emne som stimulerte lengdeveston hos kveitekoleoptilar (49); og kalla dei *Malus auxin 1*, 2 og 3. Von RAUSSENDORFF-BARGEN (70) har seinare hevda at "*Malus auxin 1*" er indol-3-acetyl-asparaginsyre, og at nr. 3 er ethyløsteren av indol-3-eddiksyre. Det er likevel framleis ein viss tvil om den kjemiske samansetnaden til dei to auxina (63).

Det var lenge uvisst kva "*Malus auxin 2*" egentleg var, men nyare resultat tyder på at det er gibberellin og altså ikkje noe auxin i det heile (51).

LUCKWILL (46) meinte at auxin motverka danning av skiljesjikt i fruktstilken og på denne måten hindra kartfall. At auxin motverkar absisjon av både blad og frukter hos planter generelt, er nå vel stadfesta. Det er også konstatert at auxin kan stimulere vekst av fruktemnet, og derfor stimulere fruktsettinga på denne måten også. Dette gjeld ikkje for alle fruktslag; t.d. kan druer, fiken (14) og jordbær (63) danne normalt utvikla frukter utan pollinering når auxin blir tilført

på kunstig vis. Hos eple og pære kan ein også - i første omgang - auke fruktsettinga på denne måten, men karten fell som regel av etter kort tid. Svært mange fruktarter, og spesielt steinfrukt, reagerer derimot ikkje i det heile for tilført auxin på denne måten (14). Dette viser at dei indre faktorane som bestemmer fruktsettingsprosenten ikkje er like hos alle fruktarter, og indikerer dessutan at andre vekststoff enn auxin kan vere medverkande. Seinare er da også fleire vekststoff påviste i eple. Gibberellin er såleis blitt isolert frå eplefrø (20), som også har synt seg å vere ei god kjelde for stoff med cytokininverknad (90). Representantar for begge desse stoffgruppene har vist seg å kunne stimulere fruktsettinga hos eple (15, 51, 60, 88), og kan derfor vere med i det komplekset av indre faktorar som regulerer denne prosessen. At det er andre, ennå uidentifiserte stoff med, er vist av bl.a. LUCKWILL (51).

Jamvel om forskjellar i respons på tilførsel av somme vekststoff er påviste, er det truleg nær identiske prosessar som fører til blomster- eller kartfall og bladfall (87). I nyare studier av den fysiologiske sida av slike prosessar har ein derfor, av praktiske grunnar, gjerne granska bladfall hos urteaktige planter, som t.d. bønne og bomull. Mye av teoriane omkring dette har derfor sin bakgrunn i resultat frå forsøk med slike planter, jamvel om forsøk med frukt også har spela ei viss rolle.

Eit emne som har vist seg å kunne indusere både blad- og fruktfall, er ethylen (9, 15) som først blei kjent som eit modningshormon, men som seinare har vist seg å vere til stades i mange slag frukter også på eit tidleg utviklingsstadium (15). Det er eit komplisert samspel mellom auxin og ethylen; bl.a. kan eit høgt auxinnivå hindre at ethylen induserer absisjon; ethylen reduserer auxininnhaldet, mens auxin på si side kan stimulere danninga av ethylen (9). Tilført auxin kan etter dette ha to stikk motsette effektar; på den eine sida hindrar auxin i seg sjølv absisjon, mens det samtidig fører til ein auka produksjon av ethylen, som på si side stimulerer same prosessen (65). Kva det endelege resultat skal bli, er bl.a. avhengig av alderen til organet det er tale om, men tydeleg også av andre faktorar. Gibberellin og cytokinin kan også indusere ethylenproduksjon (65), noe som ytterlegare kompliserer bildet.

Strukturen til abscisinsyre (også kalla dormin) blei klårlagd så seint som i 1965. Blant dei mange eigenskapane dette stoffet har, er at det kan fremma danning av skiljesjikt hos fruktkart (15). Abscisinsyre er påvist i epleblad og eplelesaft, men kva verknad den har på den naturlege fruktsettinga hos eple, er forebels uvisst.

Det er alt nemnt at cellulosespaltande enzym synest å vere medverkande under absisjon-prosessen. Nærmare bestemt dreiar det seg her om cellulasar, ei enzym-

gruppe, ikkje nærare identifisert, som er medverkande under det første steget av cellulosedbrytinga: cellulose \rightarrow cellodextrinar. Nyare forsøksresultat indikerer at både ethylen (citrus) og abscisinsyre (bomull og bønne) har evne til å auke cellulaseaktiviteten (3, 13, 64). Også tilført gibberellin har stimulert celluloseverksømda, men i mindre grad enn ethylen, mens auxin (Indol-3-eddiksyre) reduserte den i forsøk med citrusblad (69). Karbondioksyd, som er ein ethyleninhibitor, har vist seg å kunne redusere cellulaseaktiviteten i skiljesjikt hos bomullsplanter (4). Andre emne med slik effekt er actinomycin D og cycloheximid (actidion), som er inhibitorar av henholdsvis RNA- og proteinsyntese (4), og som derfor truleg hindrar danninga av cellulase.

3. Næringstilførsel

Ein fruktblomster som ikkje er pollinert og frodd, synest ikkje å ha spesielle føremønningar med omsyn til tilførsel av næringsemne. Under fødinga endrar denne situasjonen seg, slik at fruktemnet blir ein sterk "sink", dvs. eit organ med større tilførsel av næringsemne enn områda omkring. Det har etter kvart blitt tydelegare at fleire vekstregulerande stoff, bl.a. slike som blir danna i eplefrø under utvikling, har ein sentral funksjon nettopp her. Dette gjeld særleg auxin, t.d. Indol-3-eddiksyre (IAA), gibberellin (GA) og cytokinin (t.d. kinetin); men også ethylen har vist seg å kunne ha ein sterk "mobiliserande" effekt på næringsemna. Resultat som særleg tydeleg demonstrerer noe av dette, er publiserte av SETH og WAREING (78), frå forsøk med bønne (*Phaseolus vulgaris*). Metoden dei brukte var å tilføre vekststoff til enden av fruktstilken, etter at frukta først var fjerna, og etterpå registrerte dei tilførsla av radioaktivt fosfor (^{32}P) eller carbondioksyd ($^{14}\text{CO}_2$) til fruktstilken. Fosfor var på førehand injisert ved foten av stengelen, og $^{14}\text{CO}_2$ blei tilført blada. Eit utdrag av resultatata med ^{32}P er vist i tabellen nedanfor:

Behandling	Midlare tellingsfrekvens
Kontroll	24
GA	85
Kinetin	58
IAA	453 ^x
IAA + GA	850 ^x
IAA + kinetin	889 ^x
IAA + GA + kinetin	1943 ^x

^x = forskjellen frå kontrollen er statistisk signifikant på 1 %-nivået

Resultata viser m.a. at ålølne var IAA mest effektiv, men spesielt vil ein leggje merke til det positive samspelet mellom vekststoffa, i det to saman eller alle tre i blanding hadde ein forholdsvis mye sterkare verknad enn summen av enkeltteffektane skulle tilseie. Slike resultat vil ein ikkje kunne vente å få alltid ved tilførsel av vekststoff, bl.a. av di eitt eller fleire av dei vil vere naturleg til stades i optimale mengder i mange høve.

Fruktkart under utvikling må konkurrere om næringsemne med andre "sinks", som, i alle fall hos eple, i første rekke er veksande skotspissar, som også er rike på vekststoff. At trea er i trivnad og har rimeleg god vegetativ vekst, er likevel eit vilkår for høg fruktprosent, særleg fordi bladarealet pr. frukt må å nå ein viss storleik dersom produksjonen av carbohydrat m.v. til fruktene skal bli tilstrekkeleg. Blir derimot den vegetative veksten særleg sterk, vil frukt-karten tape i konkurransen, og settingsprosenten blir låg, noe det ofte er døme på hos sterktveksande ungtre dei første åra etter planting. Også på dette feltet er det utført ein del forsøk, og eit par av dei skal nemnast. ABBOTT (2) oppnådde bra setting i første omgang hos unge epletre utan pollinering i det heile, ved å skjere greinene tilbake til sporar med blomsterknopp tidleg om våren. På denne måten eliminerte han konkurransen frå vegetative vekstpunkt i nærleiken av fruktsporene, og dei fekk dermed nok næring frå opplagsreservane i trea og blad på sporene til at fruktemnet kunne begynne å vekse. Sidan metoden også innebar reduksjon av det bladarealet som seinare i utviklinga skulle forsyne karten med næringsemne, blei resultatet likevel at karten fall av etter relativt kort tid. ABBOTT (2) opponerer elles ikkje mot den tanken at det er auxin som hindrar danning av skiljesjikt i fruktstilken, men meiner at det er fruktsporen sin næringsmessige status som avgjør utviklinga av frøa (som produserer auxin), og at konsekvensen er at dette er den primære faktoren i fruktsettingsprosessen. I seinare engelske forsøk fann QUINLAN og PRESTON (67) at fjerning av skott 5 dagar etter full blomstring auka fruktsettinga i første omgang, men at denne effekten uteblei når skotta blei skorpe bort 25 dagar etter blomstring. Begge behandlingane resulterte i auka junifall og mindre avling i høve til kontrolltrea. Ved samanlikning mellom skottfjerning og skottspirsfjerning 15 dagar etter blomstring fekk dei i begge høve auka setting på eit tidleg stadium; men mens skottfjerning også her auka junifallet, blei fruktsettingsprosenten heva permanent der berre spissane av skotta var tatt bort, med auka avling som endeleg resultat. Dette kan få praktisk verdi ved avlingsregulering, og arbeid er i gang med å granske eventuelle langtidseffektar av slik skott-topping, og med å prøve kjemiske middel til å utføre toppinga med (67).

Eplekarten konkurrerer ikkje berre med vegetativ organ om næringsemne, men

også innbyrdes. Dette verkar inn alt under den første fallperioden, og er truleg ei hovudårsak til junifallet. At nedfallen kart er mindre og har færre frø enn den som heng att på treet, slik som tidlegare nemnt, har nå si naturlege forklaring i det som er kjent om vekststoffproduksjon og næringssemnetransport. Samanlikningar av kjemisk innhald har vist at avfallen eplekart hadde lågare tørrstoff- og mineralinnhald enn den som blei hangande tidleg i sesongen. Seinare, når frukt fall ned berre av tilfeldige årsaker, var ingen slike skilnader påvislege (66).

Etter MURNEEK (59) fell som regel eple med mindre enn 3 frø av når avlinga er stor. Den gunstige verknaden av mange frø både i så måte og når det gjeld fruktvekst tidleg i sesongen, synest det ikkje å vere grunnlag for tvil om. Det er derimot ikkje sikkert at frøa stimulerer fruktveksten på eit seinare stadium (18), og det er tilmed funne negativ korrelasjon mellom frøtal og fruktvekt, særleg i tilfelle der frøtalet var høgt (76). Dette skal etter SCHANDERL (76) skuldast konkurransen mellom frøa og andre deler av frukta. På den andre sida har KOBEL (38) konstatert positiv korrelasjon ($r = +0,237$) mellom frøtal og fruktvekt hos eple, så det er vanskeleg å dra noen generell konklusjon på dette feltet.

4. Blomsterposisjon og fruktsporeeigenskapar m.v. i relasjon til setting hos eple

Blomsterklassen hos eple har ein terminal blomster + ca. 5 sideblomstrar ordna i spiral bakover blomsteraksen. Terminalblomsteren, hos oss ofte kalla toppblomsteren, blir oftast nemnd som nr. 1, den nærmaste som nr. 2 osv. til nr. 6 (eller 7), som er nederst i klasen. Tal blomstrar pr. klasse kan variere ein god del.

Terminalblomsteren blir differensiert først, og faldar seg alltid først ut når den er uskadd. Den er kraftig, og har størst sjanse til å utvikle seg til frukt under elles like forhold (5, 39, 68). Blomster nr. 4 og 5 sprett ut i neste omgang, og set frukt nesten like ofte som terminalblomsteren (5). Blomster nr. 2 faldar seg ut sist, men fell av først (5, 68). Terminalfruktene og dei i posisjonane 5 og 6 var størst hos eplesorten Laxton's Superb (68).

Frukt danna frå toppblomsteren har gjennomgåande færre frø enn eple utvikla frå laterale blomstrar (31, 68), til tross for at den har flest frøanlegg (39). Dette skriv seg sikkert frå at toppblomsteren er kraftigare enn dei andre, og derfor står sterkast i konkurransen om næringssemna, slik at karten treng færre frø for å sikre tilstrekkeleg næringsstilførsel.

Blomstringstida kan variere ein del mellom blomsterstandane innan same tre.

Det syner seg at blomstrar som spreitt ut tidleg, er meir generativt prega enn dei som kjem seinare, som har utvikla seg meir i vegetativ lei (75). Dette gir seg uttrykk i ei utvikling gjennom blomstringsperioden i retning av lengre blomsteraksar og -stilkar, færre blomstrar pr. blomsterstand, og færre støvblad og frøanlegg pr. blomster (75). Seine blomsterstandar har dessutan mindre evne til å sette frukt, og fruktvakta blir lågare (75).

HEINICKE (31) utførde eit grundig studium av m.a. relasjonar mellom fruktsporeeigenskapar og fruktsetting hos eple. Trass i at dette arbeidet nå er 65 år gammalt, har seinare granskingar stort sett berre stadfesta og supplert dei resultatane han kom fram til i 1917. HEINICKE (31) fann bl.a. at sporar seom produserte mange blomstrar, hadde større sjanse til å sette frukt enn sporar med få blomstrar. Sporar som hadde vakse meir enn 1 cm sesongen før, hadde større tendens til å sette frukt enn slike som hadde mindre vekst. Det blei også konstatert at sporar som bar fram frukt, var tyngre enn dei som mista all kart og blomster, at ledningsvevet hadde ein større diameter i tyngre enn i lette sporar; og at sporar som bar fram frukter med få frø, var tyngre enn slike som bar fram eple med mange frø. HEINICKE (31) viste elles at fjerning av frukta frå stilkken førde til danning av skiljesjikt mellom fruktstilk og spore, og at frukt som blei dokka av vaselin eller podevoks, fall av etter om lag ei veke.

Han konkluderte med at dei kraftige sporane syntest å favorisere fruktsetting p.g.a. at dei har større evne til å fornye fruktene med rikelege mengder av vatn og næringsemne, og at god frøutvikling hos karten har mykje mindre å seie for settinga på sterke enn på veikte fruktsporar.

Fruktsettinga aukar frå dei indre til dei ytre delene av treet (5), noe som sikkert har samanheng med svak vekst p.g.a. skyggeverknaden i indre deler av krona (24). FEUCHT (24) har forsøkt å forklare forskjellane i setting mellom sterk og svak fruktved på fysiologisk grunnlag. Han hevdar at andinga i ledningsvevet er særstærk, og står i samanheng med næringsemnetransport-mekanismen. Den stærkaste fruktveden har utan tvil eit større tal levande celler, dermed eit større andingspotensial, og følgelig meir energi til stofftransport (24).

Eit svensk forsøk med Ingrid Marie (23) viste at fruktsettinga var større på langskott (20 %) enn på kortskott (16 %). Kortskotta blomstra 2 dagar tidlegare enn langskotta, og frukttilveksten var raskare, slik at epla blei størst på kortskotta. Frukt på kortskott hadde fleire "store kjørnar" enn frukt på langskott (23).

Blomsterknoppene hos eple inneheld også bladanlegg, og blada frå desse falldar seg ut kort tid før blomstrane om våren. DALBRO (16) kalla desse blada "vårblad" i motsetning til "sommerblad", som utviklar seg seinare frå vanlege

bladknoppar. "Sporeblad" er ofte brukt (29), men er litt misvisande når ein siktar til berre dei første blada som kjem frå blomsterknoppar, fordi ein fruktspore også har vanlege bladknoppar nedanfor blomsterstanden. Eit tredje alternativ er "primærblad", som vil bli brukt her.

Det er som regel 6-10 primærblad pr. blomsterstand, men arealet er nokså lite, ofte berre 25-40 cm² til saman (16, 31). Likevel viste HEINICKE (31) at fruktsetinga blei kraftig redusert når alle desse blada blei fjerna før blomstring. Kraftige sporar som hadde to primærblad att, sette derimot mest like godt som sporar der ingen blad var tatt bort. At primærblada har stor innverknad på fruktsetinga, er også hevda av andre (16, 29). DALBRO (16) fann at fjerning av primærblada hadde størst effekt på fruktsetinga når dette blei utført tidleg, men at ein viss verknad kunne påvisast også når dei blei tatt bort fleire dagar etter blomstring. Det blir derfor peika på at fruktsetting - og dermed avling - truleg vil bli redusert dersom primærblada blir skadde av t.d. insekt, sopp eller sprøytemiddel på eit tidleg stadium (16).

5. Temperatur og nedbør

Temperaturen sin innverknad på fruktsettingsprosessen hos eple er alt omtalt under "Pollinering og frøing", og det er neppe tvil om at det er i blomstringsperioden den influerer sterkast på settinga. Det synest likevel klart at temperaturen også etter kronbladfall kan verke inn. I eit arbeid om junifallet hos eple nemner SCHUMACHER (77) at kjølig ver i tida etter tidlegfallet vil redusere den daglege tilveksten hos karten svært sterkt, og at dette kan føre til kartfall. Dei minste fruktene er tydeleg dei svakaste, og toler ikkje det "sjokket" som eit brått temperaturfall gir. Schumacher meiner at temperatursvingningar i perioden etter blomstring i svært høg grad er bestemmende for storleiken av junifallet.

GARDNER et al. hevdar også at temperaturen i perioden like etter blomstring influerer sterkt på fruktsettinga, og meiner at dette særleg skuldast frostskaade fruktemne og temperaturen sin innverknad på utviklinga av primærblada. GARDNER et al. (29) granska klimaeffektar gjennom forskjellige periodar etter full blomstring, og det kan derfor tenkjast at noe av temperatureffektane dei fann, hadde med pollinering og frøing å gjøra.

I Niederelbedistriktet i Nord-Tyskland hadde epletrea i 1953 eit særleg sterkt junifall, trass i at blomstringa og forholda i blomstringsperioden var slik at dei skulle tilseie høg fruktsetting (10). Sortar der junifallet var spesielt merkert, blomstra mellom 2. og 6. mai. Kort tid etter blomstring, 10.-12. mai, vart det kaldt ver, med minimumstemperatur ned til +0,7° C den 11. mai.

Det viste seg at sortar som blomstrar middels tidleg ("Die Mittelblüher") på denne tida var i eit særst òmfintleg stadium. Bl.a. fekk dei sentrale cellene rundt kjernehuset skade, og det blei ein brun ring rundt dette. Embryo i frøa strauk også med i stor utstrekning, og truleg har særleg dette hatt innverknad på fruktsettingsprosenten. Andre skader som blei noterte, men som truleg hadde mindre effekt på settinga, var skadde epidermisceller, og dermed korkdanning, og ein skade som kunne minne nøy om solbrann i fruktkjøtet i bekarenden av karten (10).

Det er ei gammal røynsle at kartfallet er større i tørre år enn når nedbøren er tilstrekkeleg (58). Det blir hevda at jamvel under tilhøve med bra vasstilgang i jorda, kan kart- og blomsterfall skuldast vassmangel (54). Grunnen til dette er at blada står sterkare i konkurransen om vatnet, og at dei ofte transpirerer vatn raskare enn det kan bli tilført (54). Dette vil kunne skje berre under tilhøve med særleg høg temperatur og låg luftråme, og kartfall p.g.a. vassmangel risikerer ein derfor under våre forhold berre i tørkeperiodar. I slike periodar kan karten visne og falle av før visningssymptom er synlege hos blada (77). Vass-suget frå blada kan bli så stort at fruktvolumet går ned i løpet av dagen. I ekstreme tilfelle kan denne nedgangen ikkje kompensrast gjennom auka tilgang på vatn om natta, og skiljesjikt vil da danne seg (77). Vassmangel vil særleg om våren og føresommaren kunne gi seg slike utslag, da karten på denne tida berre har svakt utvikla kutikula. Dette fører til sterk kutikulær transpirasjon, og dette i tillegg til konkurransen frå blada kan da raskt føre til auka kartfall. Absisjonsprosessen synest å kunne bli starta under ugunstige tilhøve som varer berre eit par timar i gongen (54).

6. Dyrkingsinngrep

Generelt sett er god vekst og trivnad hos trea ein føresetnad for høg fruktsettingsprosent. At tilgangen på vatn er viktig, er alt nemnt, og vatning er derfor eit middel til å redusere kartfallet i tørkeperiodar.

Mineralforsyninga er også ein viktig faktor, og gjødsling er eit kulturtiltak som kan influere på fruktsettinga. I eit oversiktsarbeid om gjødsling og fruktsetting peikar TAYLOR (82) på at dårleg setting kan vere eit symptom på mangel av både nitrogen, kalium, fosfor, magnesium, bor, sink og jern. Mye tyder på at adekvat nitrogenforsyning er særleg viktig under fruktsettingsprosessen, noe som er rimeleg nok i relasjon til den raske celledeling som går føre seg i denne perioden (38). HILL-COTTINGHAM og WILLIAMS (32) fann i forsøk med Lord Lambourne at unge tre som ikkje hadde fått N året før blomstring ikkje sette frukt, heller ikkje slike som var gjødsla med N om våren; mens N-gjødsling om

sommæren (først i august) og hausten (oktober/november) førde til respektive "god" og "rikeleg" fruktsetting. Det viste seg at berre tre som var tilført N om sommæren og hausten hadde blomstrar der frøemna heldt seg i live dei 6 dagane som var nødvendige for at frøing skulle kunne finne stad (32).

I amerikanske forsøk der sprøyting med bor blei utført tidleg i vekstsesongen, auka slik behandling fruktsettinga signifikant hos eplesorten Stayman, men ikkje hos Jonathar og Golden Delicious (7). Stayman er ein sort som vanlegvis har låg fruktsettingsprosent, mens dei to andre normalt set rikeleg. Det var ikkje særleg store forskjellar i B-innhald i karten mellom kontrolltre av Jonathan og Stayman (38 og 32 ppm på tørrvektbasis), mens Golden Delicious hadde noe høgre B-konsentrasjon (51 ppm). Auken i fruktsettinga hos Stayman kunne mogeleg skrive seg frå den kjende positive effekten B har på pollenspiring (7). Noen sikker konklusjon om relasjonen mellom bor og fruktsetting synest det likevel ikkje å vere grunnlag for førebels.

Skjering vil i regelen auke fruktsettingsprosenten, særleg fordi næringsreservane i stamme og hovudgreiner da kjem færre blomstrar og kart til gode. Det er gjort få direkte forsøk på dette området, men amerikanske resultat etter skjeringsforsøk med eplesortane McIntosh og Rhode Island Grøening viste bl.a. at den berarde overflata til 15-årige tre kunne reduserast med 1/4 - 1/3 utan nedgang i avlinga (54). Under verforhold som var ugunstige for setting, resulterte slik sterk skjering faktisk i auka avling.

Skjering vil ikkje kunne auke fruktsettingsprosenten under alle forhold. Særleg sterk skjering, spesielt av unge tre, kan stimulere den vegetative veksten i så sterk grad at settinga blir redusert eller hindra heilt (27).

Samanhengen mellom grunnstamme og fruktsetting er lite granska, og det er ikkje mogeleg å dra sikre konklusjonar ut frå dei opplysningane ein finn i litteraturen om dette emnet. REICHEL (72) fann at fruktsettingsprosenten eitt år var 30-50 % høgre hos Cox's Orange (7-12 år gamle tre) på M II enn på M IX, men omvendt hos James Grieve. Året etter var det liten forskjell mellom stammene. I grunnstammeforsøk med James Grieve (62) hadde både gamle og unge tre vanlegvis høveleg fruktsetting på M II, mens kartfallet ofte var for stort hos tre på M IV, særleg etter hard skjering. Settinga hos eldre tre på M IX var god, men noe for svak på yngre tre (5 år).

Von RAUSSENDORFF-BARGEN (71) har vist at falleple frå unge tre på M IX gjennomgåande hadde fleire dårlege frø enn kart som hadde falle av tre på M IV, og meinte at dette kunne tyde på at di sterkare den vegetative veksten er, di fleire frø må til for setting.

Dei få resultatata som ligg føre om dette, tyder på at samanhongen grunnstam-

me/fruktsetting er av komplisert karakter, og må vera av sekundær art. Den synest vere påverka av både sort, år og veksestad, og dessutan sikkert av trealder.

Skadedyr og sjukdomarvil kunne auke kartfallet, men med det effektive plantevernet som nå blir gjennomført i kommersiell epledyrking, er denne faktoren ikkje lenger særleg aktuell i praksis. Tidlegare kunne ein også risikere sterkt kartfali p.g.a. sprøyteskade, særleg etter bruk av svovelmiddel, men heller ikkje dette synest vere noe problem ved bruk av dei relativt milde plantevernmidla av i dag. Dette er granska når det gjeld soppmiddel av DANCS og KISS (17), som studerte verknader av 17 fungicid på pollenspiring og fruktsetting hos eple-sorten Jonathan. Pollenspiring blei hindra nesten totalt av alle fungicida når dei blei tilførde in vitro, men når spiringa blei kontrollert i feltet 24 timar etter sprøyting, var den lite affisert av sprøytemidla, og alltid tilstrekkeleg. Eitt fungicid, Antracol, auka jamvel pollenspiringa med over 20 %. Effekten på fruktsettinga varierte frå ein auke på 23 %, oppnådd i ett av to år med Maneb, til ein reduksjon på 14 % med Morestan. Det var små avlingsutslag, men ein tendens til auke etter bruk av dei fleste fungicid (17).

IV. REGULERING AV KARTFALL OG FRUKTFALL HOS EPLE

Ujamne avlingar har alltid vore eit vanskeleg problem i kommersiell epledyrking. Avlingssvingningane skuldast m.a. at mange viktige sortar er såkalla vekselberarar, som i regelen får eit kvileår etter ein sesong med god avling. Den viktigaste årsaka til avlingsvariasjonane er likevel av klimatiske art, da særleg temperaturen - som vi har sett - kan ha avgjørande innverknad på fruktsettinga. Det er også klimatiske faktorar som er mest bestemmande for blomsterinitiering og vidare utvikling av blomsterknoppene. Det vil likevel i dei fleste år vere stor nok blomstermengd til å gi tilfredsstillande avling dersom settingsprosenten er høg nok.

Utanom sesongbestemte avlingssvingningar finst det også døme på sortar som til vanleg ber så mye at frukta blir for små, og kvaliteten for skral, eller som på jamnan gir avlingar som er i underkant av det optimale. Regulering av forholdet blomstermengd/avlingsmengd er såleis i høg grad eit aktuelt problem. Generelle faktorar som påverkar fruktsettinga er alt omtalt, og det blir her berre tatt med meir direkte metodar.

Til nå er det særleg tiltak som tar sikte på å reducere fruktsettingsprosen-

ten som har vore nytta i praksis, nemleg tytning. Handtynning har vore mest brukt i vårt land, men denne fell relativt sett stadig dyrare, og bruk av effektive kjemiske middel til dette formålet er derfor eit stadig sterkare ønskemål. Av eldre og velprøvde preparat er det del av dinitro-cresol-typen (handelspreparatet Elgetol), naftyleddiksyre (NAA) og amidet av denne (NAAm) som er best kjende, og del er til dels framleis i bruk i andre land. Hos oss kan vi vel seie at dei er ute av billettet nå; dette skuldast bl.a. at verknaden er variabel, og at det gjerne vil oppstå ein del sprøyteskade. NAA reduserer dessutan fruktveksten (48). Elgetol, og til dels dei to andre, har elles vore brukte under blomstring, og på denne tida veit ein generelt sett lite om kor stort behovet for tytning verkeleg vil bli. Tynning alt under blomstring bør derfor berre vere aktuelt for å redusere avlinga i bereår hos typiske vekselberarar.

Eit middel av nyare dato er Carbaryl (1-naftyl N-methylkarbammat, handelspreparat Sevin, Monsur m. fl.) som blir brukt berre til karttynning. I regelen blir boste sprøytetid oppgitt til 2-4 veker etter full blomstring. På denne tida er tidlegfallet stort sett over, mens junifallet til vanleg ikkje har starta for fullt. Det kan derfor seiast at ein med tynningssprøyting på denne tida aukar junifallet. Jæmvel om ein på dette tidspunktet ikkje kjønner storleiken av det naturlege junifallet, kan ein ved å vurdere settinga etter tidlegfallet i høve til dei faktorane som påverkar junifallet, danne seg ei meining om tynningsbehovet. Det er truleg at kjemisk tytning generelt bør utførast i om lag dette tidsrommet (2-4 veker etter full blomstring), fordi seinare sprøyting vil gi mindre verknad på vekselbering og fruktstorleik, og fordi tidlegare tytning kan redusere avlinga for mye.

Carbaryl blei kjent som tynningsmiddel i 1958, og har seinare vore prøvt i svært mange forsøk. Konklusjonen av desse er at det er ingen risiko for sprøyteskade ved bruk av dette preparatet, og at overtynning sjeldan oppstår. Carbaryl har såleis vist seg å vere eit "svakt" tynningsmiddel, og tynner derfor ofte jæmvel for lite. Norske forsøk har til dels gitt lovande resultat (40), men har også demonstrert at Carbaryl tynner for lite i somme høve (84). Det er derfor for tidleg å seie kor stor verdi dette tynningsmidlet vil få hos oss.

Blant dei mest interessante av nyare middel som har vist seg å kunne tynne eple, er Ethrel (2-kloretan-fosfonsyre), som verkar ved å frigjøre ethylen etter opptak i plantene. Ved sprøyting med forholdsvis sterke ethrel-konsentrasjonar (1000-2000 ppm) har ein kunna eliminere all frukt hos fleire eplesortar utan nemnande skade, og reduksjon i fruktsettinga er blitt oppnådd etter kartsprøyting med svakare konsentrasjonar (22). Fordi ethrel også reduserer vekstraten hos eplekart, synest den likevel ikkje altfor lovande som tynningsmiddel (22).

Det finst vidare ei lang rekke kjemikalium som kan stimulere absisjon, men som i dei fleste tilfelle ikkje er prøvde på eple. Det ser ut til at dei aller fleste slike middel, også dei gamle, induserer ethylenproduksjon (12).

Det er gjort mye for å finne preparat som kan tynne eple, mens rapportaroom forsøk med å auke avlinga ved hjelp av kjemiske middel er meir sjeldne. Som alt nemnt, er det likevel vist at visse vekststoff kan auke fruktsettinga. Ei større melding om nyare forsøk på dette området er utgitt av WERTHEIM (87). Han fann at særleg gibberellin var eit lovande middel til å redusere junifallet med. Ikkje alle gibberellinar var like effektive; GA₄₊₇ verka godt, mens berre høge konsentrasjonar av GA₃ auka settinga. Desse tre gibberellina er alle påviste i eple (63). BUKOVAC og NAKAGAWA (8) testa ei lang rekke gibberellin, og fann at GA₄ var i særklasse mest effektiv i å indusere setting av emaskulerte blomstrar, i det 82 % i høve til pollinerte kontrollfrukter blei hangande. Deretter følgde GA₁₄ (34 %), GA₁₃ (33 %), GA₇ (23 %) og GA₂ (15 %). GA₁, 2, 5 og 10 gav låg fruktprosent, og ingen av blomstrane behandla med GA₆, 8 eller 9 nådde fram til modning (8). Også DENNIS (19) fann at GA₇ og GA₇₊₄ var meir effektive enn GA₃, men hevda at GA hadde liten effekt på fruktsetting hos eple med mindre pollinering blir hindra. Noe eldre sprøyteforsøk med GA (50) gav auka fruktprosent hos 1 av 6 eplesortar. Sprøyting blei utført ved kronbladfall. I forsøka til WERTHEIM (82) var GA₄₊₇ mest effektiv ca 20 dagar etter full blomstring. Tidspunktet for applisering synest såleis å vere viktig for verknaden av GA i fruktsettings-samanheng, men dette er førebels lite granska. I det heile er det førebels uvisst om gibberellin kan få noen praktisk verdi som settingsstimulerande middel for eple. Noe som kan tale mot dette, er at GA fører til svakare blomsterdanning og derfor redusert blomstermengd året etter sprøyting. Dei fleste resultat tyder elles på at det er særleg når den naturlege frøutviklinga av ei eller anna årsak blir hindra at GA er effektiv.

Det har lenge vore kjent at NAA ikkje alltid har tynningsverknad, men at den tvert om kan redusere kartfallet i visse høve. WERTHEIM (87) viste at NAA reduserte junifallet når den blei tilførd 30-42 dagar etter full blomstring, men at den verka som tynningsmiddel ved sprøyting 10-21 dagar etter blomstring. Dette understrekar også at sprøytetidspunktet er særleg viktig ved bruk av dette middelet. NAA, og amidet av denne, har auka fruktsettinga hos eple også ved sprøyting mellom ballongstadiet og full blomstring (11).

Naftyleddiksyre har truleg ikkje vore brukt i praksis til å auke fruktsettinga, men den har lenge vore, og er framleis, nytta til å redusere haustfallet. Denne effekten var først oppdaga av GARDNER et al (28) i 1939, som fann at både NAA og NAAm motverka fruktfall hos eple. Det blei straks stor interesse for det-

te, og mange supplerende forsøk er seinare blitt utførde. Engelske granskingar viste m.a. at sprøyting med låge konsentrasjonar av NAA (5 ppm) så tidleg som 1. juli, hindra tidleg fruktfall hos Cox's Orange (86). Verken lagringsevne eller avlinga året etter blei påverka av behandlinga. Det har vore utført omfattande forsøk på dette området også her i landet (42), og det blei oppnådd gode resultat med ein del eplesortar, først og fremst dei tidlege, men også med seinare sortar som Filippa og Åkerø. Gravenstein reagerte derimot ikkje tilfredsstillande på behandlinga. Dei tidlege sortane blei sprøytt i august, dei seinare i løpet av dei 10 første dagane av september, med 10-20 ppm NAA (42).

Det vekstretarderande stoffet Alar har vist seg å kunne motverke haustfallet like godt som noe spesialmiddel (21, 60). Alar har ein tilsvarende verknad tidleg i vekstsesongen, og kan stimulere fruktsettinga (60, 83). I forsøk der Alar blei injisert i stamma, blei junifallet hindra omtrent fullstendig (83). Som NAA kan imidlertid også Alar redusere fruktstorleiken, noe som oftast er ein mangel.

Eit anna veksthemmande emne, CCC, reduserte junifallet svært sterkt i eit nederlandsk forsøk med eple og pære (83). Andre meldingar om ein slik effekt av CCC er ikkje funne, og det er uvisst kva verknad CCC kan ha på haustfallet.

Fleire emne enn dei som er tatt med ovanfor, er under prøving som absisjonregulerande emne, og berre dei mest kjende er nemnde her. Vi vil derfor i framtida truleg få betre kjemiske middel til å regulere avlinga med enn dei vi har i dag.

V. LITTE RATUR

1. ABBOTT, D.L. 1959. The effect of seed removal on the growth of apple fruitlets. Ann.Rep.Long Ashton Res.Stn for 1958, 52-56.
2. ABBOTT, D.L. 1965. The effect of severe pruning on the fruiting of young apple trees. Ann.Rep.Long Ashton Res.Stn for 1964, 106-112.
3. ABELES, F.B. 1968. Role of RNA and protein synthesis in abscission. Plant Physiol. 43:1577-1586.
4. ABELES, F.B. 1969. Abscission: role of cellulase. Plant Physiol. 44:447-452.
5. BABALEANU, P. 1938. Zur Frage des Fruchtansatzes beim Apfel. Angew.Bot. 20:453-538.
6. BLASSE, W. und F. BARTHOLD. 1971. Fallperioden und relatives Fruchtungsvermögen bei Stein- und Kernobst. 2.Mittellung:Kernobst. Arch.Gartenb.19:81-104.
7. BRAMLAGE, W.J., and A.H. THOMPSON. 1962. The effect of early-season sprays of boron on fruit set, color, finish, and storage life of apples. Proc.Amer. Soc.Hort.Sci. 80:64-72.
8. BUKOVAC, M.J., and S. NAKAGAWA. 1967. Comparative potency of gibberellins in inducing parthenocarpic fruit growth in Malus sylvestris Mill. Experientia 23:865.
9. BURG, S.P. 1968. Ethylene, plant senescence and abscission. Plant Physiol. 43:1503-1511.
10. BOMEKE, H. 1953. Gedanken zum diesjährigen Junifruchtfall. Mitt. OVR Jork 8:166-169.
11. BOMEKE, H. 1971. Erprobung von Wachstumsregulatoren im Obstbauggebiet der Niederelbe von 1949 bis 1971. Mitt,OVR Jork 26 (11):442-455.
12. COOPER, W.C., G.K. RASMUSSEN, B.J. ROGERS, P.C. REECE, and W.H. HENRY. 1968. Control of abscission in agricultural crops and its physiological basis. Plant Physiol. 43:1560-1576.
13. CRACKER, L.E., and F.B. ABELES. 1969. Abscission: role of abscisic acid. Plant Physiol. 44:1144-1149.
14. CRANE, J.C. 1964. Growth substances in fruit setting and development. Ann.Rev.Plant Physiol. 15:303-326.
15. CRANE, J.C. 1969. The role of hormones in fruit set and development. Hort.Sci. 4:108-116.
16. DALBRO, S. 1964. Untersuchungen über die Bedeutung der Frühlingsblätter für den Fruchtansatz bei Äpfeln. In Physiologische Probleme im Obstbau, Tagungsberichte Nr.65, Deutsche Akad.der Lantw.schaftwiss.
17. DANCS, Z., and A. KISS. 1970. Effect of fungicides applied at the time of flowering on the pollen germination and fruit set of Jonathan apple trees. Acta agron.hung. 19:313-320. Ref. H.A.40:5765.
18. DENNE, M.P. 1963. Fruit development and some tree factors affecting it. N.Z.J.Bot. 1:265-294.
19. DENNIS, F.G.Jr. 1970. Effects of gibberellins and naphthaleneacetic acid on fruit development in seedless apple clones. J.Amer.Soc.Hort.Sci. 95:125-128.
20. DENNIS, F.G., and J.P. NITSCH. 1966. Identification of gibberellins A₄ and A₇ in immature apple seeds. Nature 211:781-782.

21. EDGERTON, L.J., and G.D. BLANPIED. 1970. Interaction of succinic acid 2,2-dimethyl hydrazide, 2-chloroethyl phosphonic acid and auxins on maturity, quality and abscission of apples. *J.Amer.Soc.Hort.Sci.*95:664-666.
22. EDGERTON, L.J., and W.J. GREENBALGH. 1969. Regulation of growth, flowering and fruit abscission with 2-chloroethanephosphonic acid. *J.Amer.Soc.Hort.Sci.* 94:11-13.
23. EK, L.M. 1968. Blomning och fruktutveckling på olika skott av Ingrid Marie. *Lantbr.Högsk.Medd.*, Ser.A,87, 55,3.
24. FEUCHT, W. 1959. Das kräftige Fruchtholz des Apfels und die physiologische Ursachen seiner Überlegenheit im Fruchten. *Erw.Obstb.*1:110-112.
25. FREE, J.B. 1968. Dandelion as a competitor to fruit trees for bee visits. *J.appl.Ecol.*5:169-178.
26. FREE, J.B. 1970. Insect pollination of crops. Acad.Press, London and New York.
27. FULFORD, R.M. 1965. Regular and Irregular bearing in fruit plants. *Ann.Rep. E.Malling Res.Stn for 1964*, 71-82.
28. GARDNER, F.E., P.C. MARTH, and L.P. BATJER. 1939. Spraying with plant growth substances to prevent apple fruit dropping. *Science* 90:208-209.
29. GARDNER, V.R., T.A. MERRILL, and W. TOENJES. 1949. Fruit setting in the Delicious apple as influenced by certain post-blossoming environmental factors. *Spec.Bul .Mich.agric.Exp.Sta.* 358.
30. GORTER, C.J., and T. VISSER. 1958. Parthenocarpy of pears and apples. *J. Hort.Sci.* 33:217-227.
31. HEINICKE, A.J. 1917. Factors influencing the abscission of flowers and partially developed fruits of the apple (*Pyrus malus* L.). *Cornell agric. Exp.Sta.Bul.* 393:43-114.
32. HILL-COTTINGHAM, D.G., and R.R. WILLIAMS. 1967. Effect of time of application of fertilizer nitrogen on the growth, flower development and fruit set of maiden apple trees, var. Lord Lambourne, and on the distribution of total nitrogen within the trees. *J.hort.Sci.* 42:319-338.
33. Horticultural Education Association Fruit Committee. 1960. The pollination of fruit crops. Part I. Factors affecting pollination and fruit-setting. *Sci.Hort.* 14:126-150.
34. JOHANSSON, E. 1945. Befruktningsförhållanden hos äpple, päron, plommon och körsbär. *Medd.nr.28, Stat.Trädg.förs.*, 142 s.
35. KARNATZ, A. 1963. Untersuchungen über das natürliche Ausmass der Parthenokarpie bei Kernobstsorten. *Züchter* 33:249-259.
36. KARNATZ, A. und R. PFEFFER. 1963. Beziehungen zwischen Blüte, Ansatz und Ertrag bei Äpfeln. *Mitt.Klosterneuburg Ser.B.*, 13B:115-124.
37. KEMMER, E. und W. STECKEL. 1959. Über den Zusammenhang zwischen blüte, Ansatz und Ertrag bei Kernobst. *Erw.Obstb.*1:90-95.
38. KOBEL, F. 1954. Lehrbuch des Obstbaus auf physiologischer Grundlage. 2.Aufl. Springer-Verlag, Berlin, Göttingen, Heidelberg.
39. KRUMBHOLZ, G. 1939. Beiträge zur Morphologie der Apfelblüte. *Gartenbauwiss.* 9:509-557.
40. KVÅLE, A. 1971. Tynning av 'Prins' og 'James Grieve' med carbaryl. *Gartneryrket* 61:442-443.

41. I.JONES, B. 1949. Insektvitjingane i fruktblomen. *Frukt og Bær* 2:72-78.
42. I.JONES, B. 1952. Forsøk med sprøyting med plantehormon mot fruktfall. *Forskn.Fors.Landbr.* 3:93-125.
43. I.JONES, B., O. NESDAL, A. HJELTNES og P. HUSABØ. 1959. Forsøk med kjemisk tynning av eple. *Forskn.Fors.Landbr.* 10 1-31.
44. LU, C.S., and R.H. ROBERTS. 1952. Effect of temperature upon the setting of Delicious apples. *Proc.Amer.Soc.Hort.Sci.* 59:177-183.
45. LUCKWILL, L.C. 1946. A fruit-setting hormone from apple seeds. *Nature, Lond.*, 158:663.
46. LUCKWILL, L.C. 1948. The hormone content of the seed in relation to endosperm development and fruit drop in the apple. *J.Hort.Sci.* 24:32-44.
47. LUCKWILL, L.C. 1953. 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.
48. LUCKWILL, L.C. 1953. Studies of fruit development in relation to plant hormones. II. The effect of naphthalene acetic acid on fruit set and fruit development in apples. *J.Hort.Sci.* 28:25-40.
49. LUCKWILL, L.C. 1957. Studies of fruit development in relation to plant hormones. IV. Acidic auxins and growth inhibitors in leaves and fruits of the apple. *J.hort.Sci.* 32:18-33.
50. LUCKWILL, L.C. 1959. The effect of gibberellic acid on fruit set in apples and pears. *Ann.Rep.Long Ashton Res.Stn. for 1959*, 59-64.
51. LUCKWILL, L.C., P. WEAVER, and J. MacMILLAN. 1969. Gibberellin and other growth hormones in apple seeds. *J.hort.Sci.* 44:413-424.
52. LØKEN, A. 1949. Insekter som har verdi for pollineringa i frukthagen. *Frukt og Bær* 2:65-71.
53. MacDANIELS, L.H. 1937. Some anatomical aspects of apple flower and fruit abscission. *Proc.Amer.Soc.Hort.Sci.* 34:122-129.
54. MacDANIELS, L.H., and A.J. HEINICKE. 1929. Pollination and other factors affecting the set of fruit, with special reference to the apple. *Cornell Agr.Exp.Sta.Bul.* 497.
55. MAGGS, D.H., G.J. MARTIN, and R.A. NEEDS. 1971. The spread of cross-pollination in a solid block of Granny Smith apples. *Aust.J.exp.Agric. Anim.Husb.* 11:113-117.
56. McCOWN, M. 1943. Anatomical and chemical aspects of abscission of fruits of the apple. *Bot.Gaz.* 105:212-220.
57. MOSTAFAWI, R., R. STÖSSER und G. BUCHLOH. 1970. Über Beziehungen zwischen Embryoentwicklung und Junifall bei Apfelfrüchten. *Gartenbauwiss.* 35:175-184.
58. MÜLLER-THURGAU, H. und F. KOBEL. 1928. Untersuchungen über den Blüten- und Fruchtansatz unserer Obstbäume. *Landw.Jahrb.d.Schweiz*, 42:683-782.
59. MURNEEK, A.E. 1954. The embryo and endosperm in relation to fruit development, with special reference to the apple, *Malus sylvestris*. *Proc.Amer.Soc.Hort.Sci.* 64:573-582.
60. MÅGE, F. 1968. Vekstretarderende stoff i frukt- og bærdyrkinga. Litteraturversyn. *Inst.for fruktd.Norg.landbr.høgsk.*, stensiltrykk nr. 13.
61. MÅGE, F. 1969. Gibberellin til frukt og bær. Litteraturoversyn. *Inst.for fruktd.Norg.landbr.høgsk.*, stensiltrykk nr. 15.

62. NEUMANN, E. 1961. Junifruchtfall bei James Grieve. Rhein.Monatsschr. Gemüse-, Obst- u. Gartenb. 49:233-234.
63. NITSCH, J.P. 1970. Hormonal factors in growth and development. In: The biochemistry of fruits and their products, Vol.1, Hulme, A.C. (ed.), 427-472. Academic Press, London.
64. POLLARD, J.E., and R.H. BIGGS. 1970. Role of cellulase in abscission of citrus fruits. J.Amer.Soc.Hort.Sci. 95:667-673.
65. PRATT, H.K. 1969. Physiological roles of ethylene in plants. Ann.Rev. Plant Physiol. 20:541-584.
66. QUINLAN, J.D. 1969. Chemical composition of developing and shed fruits of Laxton's Fortune apple. J.hort.Sci. 44:97-106.
67. QUINLAN, J.D., and A.P. PRESTON. 1971. The influence of shoot competition on fruit retention and cropping of apple trees. J.hort.Sci. 46:525-534.
68. RAKE, B.A. 1959. A note on fruit set and fruit drop in relation to position on the truss in the apple variety Laxton's Superb. Ann.Rep.Long Ashton Res. Stn for 1959, 57-58.
69. RATNER, A., R. GOREN, and S.P. MONSELISE. 1969. Activity of pectin esterase and cellulase in the abscission zone of citrus leaf explants. Plant Physiol. 44:1717-1723.
70. RAUSSENDORFF-BARGEN, G. von. 1962. Indolderivate im Apfel. Planta 48: 471-482.
71. RAUSSENDORFF-BARGEN, G. von. 1962. Zur Ursache des Junifruchtfalles beim Apfel. Gartenbauwiss. 27:183-192.
72. REICHEL, M. 1964. Beobachtungen über Blütendifferenzierung, Blüheverlauf und Fruchtausatz bei einigen Apfelsorten in Raum von Halle. Kühn-Arch. 78:268-333.
73. ROEMER, K. 1965. Fruchtausatz bei der Sorte Cox Orangen-Renette im Alten Land und in Kolding. In: Acta Hort. 1964 und 1965, Mitt. OVR Jork 20: 109-140-345. Acta Hort. 20:340-345.
74. ROEMER, K. 1968, 1970. Bericht über die Beobachtungen des Blühverlaufes und des Ansatzes bei einigen Apfelsorten des niederelbischen Obstanbaugebietes in der Zeit von 1964 bis 1968. Mitt. OVR Jork 23:223-239, 25:209-215, 354-361.
75. RUDLOFF, C.F., and W. FEUCHT. 1957. Funktionelle Tendenzen der reproduktiven Organe des Apfels. I. Beziehungen zwischen Anthese, Morphologie und Fruchtungsvermögen. Gartenbauwiss. 22:26-42.
76. SCHANDERL, H. 1956. Über die Ursachen von Gewichtsunterschieden bei Samen von Kernobst. (Apfel und Birne). II. Der Einfluss verschiedener Erb- und Umweltfaktoren auf die Beziehungen zwischen Samen und Frucht. Zeit.für Pflanzenzüchtung 36:31-80.
77. SCHUMACHER, R. 1971. Ursachen des Junifalles. Schweiz.Z.Obst- u. Weinb. 107:367-368.
78. SETH, A.K., and P.F. WAREING. 1966. Hormone-directed transport of metabolites and its possible role in plant senescence. J.Exp.Bot.18:65-77.
79. SIMONS, R.K. 1963. Anatomical studies of apple fruit abscission in relation to irrigation. Proc.Amer.Soc.Hort.Sci. 83:77-87.
80. SIMONS, R.K. 1965. Tissue development in the apple associated with embryo abortion. Proc.Amer.Soc.Hort.Sci. 87:55-65.

81. SIMONS, R.K., and M.C. CHU. 1968. Ovule development in the apples as related to morphological and anatomical variation in supporting tissues. *Proc.Amer.Soc.Hort.Sci.* 92:37-49.
82. TAYLOR, B.K. 1969. The role of nutrition in fruit set and fruit growth. *J.Aust.Inst.Agric.Sci.* 35:168-174.
83. VARGA, A. 1969. Effects of growth regulators on fruit set and June drop of pears and apples. *Neth.J.Agric.Sci.* 17:229-233.
84. VESTRHEIM, S. 1965. Sevin - eit nytt tynningsmiddel for eple. *Gartneryrket* 55:1223, 1238.
85. VESTRHEIM, S. 1972. Fruktsetting hos eple. *Frukt og Bær* 19: (Under trykking).
86. VYYAN, M.C., and H.W.B. BARLOW. 1947. Use of sprays to control fruit drop, especially that of young fruit of Cox's Orange Pippin. *Ann.Rep.E.Malling Res.Sta. for 1946*, 83-87.
87. WERTHEIM, S.J. 1971. The drop of flowers and fruits in apple, with special reference to the June drop of Cox's Orange Pippin and its control with growth regulators. *Meded.Landbouwhogeschool Wageningen* 71-17.
88. WILLIAMS, M.W., and D.S. LETHAM. 1969. Effect of gibberellins and cytokinins on development of parthenocarpic apples. *Hort.Sci.* 4:215-216.
89. WILLIAMS, R.R., and D. WILSON (Ed.). 1970. Towards regulated cropping. A report of recent fruit-set experiments in British orchards. *Grower Books, London.*
90. ZWAR, J.A., W. BOTTOMLEY, and N.P. KEFFORD. 1963. Kinin activity from plant extracts. II. Partial purification and fractionation of kinins in apple extract. *Aust.J.Biol.Sci.* 16:407-415.
91. OHLERS, H. 1967. Hvor stor er frugtansætningen på vore frugttræer? *Erhvervsfrugtavl.* 34:197-199.

