

Virkning af bestøvning på frugtsætning og udbytte i 'Cox's Orange'

The effect of pollination on fruit set and yield in the apple 'Cox's Orange Pippin'

Poul Hansen

Resumé

Den initiale og endelige frugtsætning, udtrykt ved antallet af frugter pr. blomstrende spore henholdsvis 4 uger efter begyndende blomstring samt efter junifaldet, har i gennemsnit af en række forsøg gennem 4 år været henholdsvis 1,5 og 0,9 frugt pr. blomsterklasse. Der er en betydelig vekselvirkning mellem mark og år, nogle marker synes generelt at ligge lavere end andre, mens de 4 år ikke har været signifikant forskellige. Udsætning af bestøvere i træerne under blomstringen giver i gns. en 50 pct. forøgelse af initial og endelig sætning såvel som af antallet af frugter pr. træ. Virkningen er størst i træer med en ringe blomstring. Virkningen aftager stærkt i en afstand af 5–10 træer (10–20 m) fra bestøvere. Hvis der allerede er bestøvere inden for de nærmeste par rækker, er virkningen af bestøvere i træerne ringe. Ved håndbestøvning fås i gennemsnit en initial sætning på 90 pct. af de håndbestøvede blomster. Virkningen af en ekstra bestøvning er stadig tydelig, når den udføres 3–4 dage efter at blomsterne er åbnet, hvis det er i et år med en udstrakt blomstringsperiode (køligt vejr). Men ved en kortvarig blomstring er virkningen allerede aftaget betydeligt efter to dage. Kerneantallet i normalt udviklede frugter varierer en del mellem forsøgene, men forøges tydeligt ved ekstra bestøvning.

Nøgleord: Æbler, 'Cox's Orange', bestøvning, frugtsætning, udbytte, kerneantal.

Forklaringer:

Pollen = blomsterstøv.

Fertilitet = en blomsts kapacitet til at udvikle frugt, når den er bestøvet med det rette pollen på rette tidspunkt.

Sterilitet = manglende evne til frugtsætning.

Selvferil, selvsteril = kan, henholdsvis kan ikke, befrugtes med eget pollen.

EPP = effektiv bestøvnings (pollinerings) periode (= æganlægs levetid efter at blomsten er åbnet ÷ den tid, som det tager pollenrør at vokse ned til ægget).

Initial sætning = antal frugter pr. blomsterklasse 4 uger efter begyndende blomstring.

Endelig sætning = antal frugter pr. blomsterklasse efter 15/7.

Junifald = Endelig sætning ÷ initial sætning.

Summary

The initial and final fruit set expressed as the number of fruits per flower cluster were measured in different experiments (fields) during four years. As an average, initial and final values of 1.5 and 0.9 fruit per flower cluster were found (table 2). Some fields (exp. 5 and 6) may have been generally lower, whereas years hardly differed significantly (table 3). Pollinator branches placed in the trees during bloom as an average increased initial set, final set and number of fruits per tree by 50 p.c. (table 2). The effect was most pronounced at the lower blossom densities (figure 2). The effect of pollinator branches decreased considerably at a distance of 5–10 trees (10–20 m) from the pollinators (table 4). However, when pollinators were already planted within the next couple of tree rows, additional pollinator branches placed within the row in question had only a slight effect on the fruit set (table 5). By additional hand pollination an average initial fruit set of 90 p.c. of the pollinated flowers was found. In a cool year with an extended period of bloom an effect of additional pollination is still obvious 3–4 days after the flowers have opened, whereas in a year with a rapid bloom the effect has dropped considerably already after two days (figures 3 and 4). The number of seeds per fruit after June drop is increased by pollinator branches or by hand pollination (table 6).

It is concluded that pollinators placed in tree rows with only a few trees apart in many cases would increase the yield at blossom densities of 50 p.c. of maximum or less, if pollinators are not already present within the next couple of rows. On the other hand, at a heavy bloom fruit thinning would be necessary to ensure a proper fruit size.

Key words: Apple, 'Cox's Orange Pippin', pollination, fruit set, yield, seed number.

Indledning

Æblesorten 'Cox's Orange' har værdifulde frugt-egenskaber, men udbyttet er ikke altid tilfredsstillende. Ifølge engelske undersøgelser kan en af de væsentligste årsager hertil være 1) for dårlig bestøvning på grund af for lidt fremmed pollen (figur 1), dvs. for få bestøvertræer. 2) Pollenoverførslen afhænger især af insektaktiviteten i blomstringstiden, den falder kraftigt ved temperaturer under 13–14°C (Stapel, 1939). Insektaktiviteten er dog næppe meget anderledes i 'Cox's Orange' end i andre sorter. Et vist 3) antal blomster er naturligvis en forudsætning for et tilfredsstillende udbytte. En lav blomstertæthed kan dog i nogen grad modvirkes af, at der ansættes flere frugter pr. blomsterklase, men dette sker kun under særlig gode bestøvningsforhold (Hansen, 1980). 4) Sterile blomster, især på grund af sen nattefrost eller kulde, er ifølge de engelske undersøgelser en af de andre væsentlige faktorer, som i særlig grad kan være med til at reducere udbyttet hos 'Cox's Orange'. Blomsterkvaliteten kan være forringet i træer med en tæt og kraftig skudvækst eller året efter en stor bæring. Derved afkortes

formentlig 5) den effektive bestøvningsperiode, EPP (Hansen, 1980). Chancen for en effektiv bestøvning formindskes, så at en dårlig frugtsætning kan blive resultatet. 6) Junifaldet udgør hos 'Cox's Orange' i 'gennemsnit' ca. 30 pct. af de initialt ansatte frugter, når den initiale sætning er lav-moderat, men er betydeligt større ved en høj initial sætning (Hansen, 1980). I de enkelte tilfælde vil dog en række faktorer påvirke frugtsætningsforløbet. Afkastningen af unge frugter øges således ved en kraftig skudvækstaktivitet på grund af konkurrence med skud og frugter. Afkastningen kan også fremmes af høje temperaturer, ligesom behandling med udtyndingsmidler eller vækstregulerende stoffer spiller ind (Grauslund, 1978a, 1978b).

I årene 1975–78 er der foretaget undersøgelser over bestøvning og frugtsætning i danske 'Cox's Orange' plantninger. I en foreløbig opgørelse af de to første års resultater blev det konkluderet, at den naturlige frugtsætning kan variere betydeligt, og at udsætning af bestøvergrene kan øge frugtsætningen betydeligt (Hansen, 1977). Nogle virkninger af vækst, bæring og blomstertæthed er og-

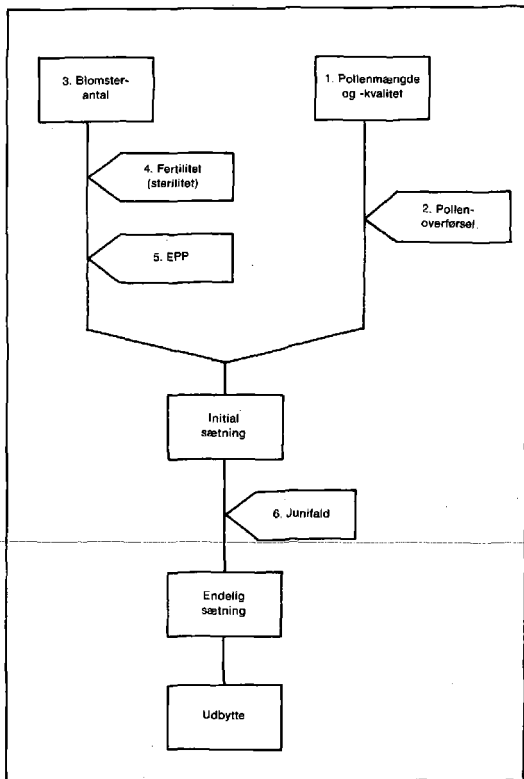


Fig. 1. Frugtsætnings-determinanter. Efter Williams & Wilson 1970.

så fundet i materialet (Hansen, 1980). I det følgende behandles de 4 års resultater med særligt henblik på virkningen af ekstra bestøvning samt forekomsten af sterile blomster (punkt 1 og 4 ovenfor). Desuden foretages en samlet vurdering af de mulige årsager til variationerne i naturlig frugtsætning.

Materialer og metoder

Plantninger (forsøg)

Tabel 1 viser en oversigt over de forskellige plantninger (forsøg). Nr. 4–8 var i Korkendrup (Østfyn), resten på Blangstedgård ved Odense.

Ekstra bestøvning

Frugtsætning, evt. udbytte og frugtstørrelse er målt på 8–10 træer pr. forsøg. I 1976–78 blev det

samme gjort i 8–10 andre træer, hvor der under blomstringen var anbragt bestøvergrene. I grenvinklerne blev der anbragt en spand med vand og heri 1–1,5 m lange, rigtblomstrende grene af mindst 2 sorter. Evt. blev der suppleret med friske grene i løbet af blomstringen, så at der var nyåbnede bestøverblomster i Cox-træernes samlede blomstringsperiode. Grene af 'Golden Delicious', 'James Grieve', 'Lobo' eller 'Spartan' blev brugt som bestøvere. Der var mindst 10 træers afstand mellem forsøgstræerne med og uden bestøvergrene i samme mark. I de fleste tilfælde var træerne inden for samme forsøgsled delt i to blokke.

I forsøg 1 og 2a indgik der ud over bestøvere i hvert træ også forsøgsled med andre forhold og afstande mellem bestøvere og Cox-træer. I forsøg 1 var der i en række på 92 træer, plantet med 2 m afstand mellem træerne, anbragt bestøvergrene i træ nr. 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 21, 25, 70, 74, 83, 84, 85, 86, 87, 88 og 89, mens træerne nr. 39–55 blev regnet som ubehandlede. Der var blomstrende 'Golden Delicious' i 2 rækker afstand (10 m). I forsøg 2a var der ikke bestøvere i umiddelbar nærhed. Træafstanden var også her 2 m, og der var anbragt bestøvergrene i træ nr. 3, 4, 5, 6, 10, 39, 46, 50, 51, 52 og 53. Træerne nr. 21–28 tjente som ubehandlede.

I forsøg 2b, 1977 og 1978, blev ekstra bestøvning ikke opnået ved hjælp af bestøvergrene, men med nabotræer af 'Ingrid Marie'.

I forsøg 10 blev 60 kar-træer i 1978 delt i 5 hold, hvoraf det ene stod nær blomstrende bestøvere (forskellige sorter) i hele blomstringsperioden. De øvrige 4 hold var flyttet, så der var en afstand af mindst 75 m fra bestøvere. De blev flyttet tilbage til bestøvertræer på forskellige tidspunkter under blomstringen, et enkelt hold dog først efter dens ophør.

For at undersøge om der forekom sterile blomster, blev der i de fleste forsøg afmærket 32 blomstrende sporer, hvor blomsterne blev håndbestøvet med 'Golden Delicious'-pollen, enten den dag blomsterne var åbnede eller næste dag (Williams & Wilson, 1970). I 1976 blev der herudover håndbestøvet blomster i to senere blomstringsstadier (se figur 4). Håndbestøvning er undersøgt på de

Tabel 1. Oversigt over forsøg (plantninger)
Experiments

Forsøg <i>Exp.</i>	Træalder i 1976 <i>Tree age</i>	Grund- stamme <i>Rootstock</i>	Bemærkninger <i>Notes</i>
1	5	M 26	God vækst
2	10	M 2	Fuld bæring
3	18	M 7	Moderat bæring
4	28	-	Kraftig bæring, meget ringe skudvækst
5	12	-	Ret tætte træer, især 1977-78
6	10	M 2	Tætte; tynde, lange skud; bladfald
7	10	M 2	Moderat bæring og vækst
8	10	M 4	Moderat bæring og vækst
9	10	M 2	Samme mark som forsøg 6
10	2-3	MM 106 M 26	Karforsøg

træer, hvor den naturlige sætning (uden bestøvergrene) også er registreret.

Målinger

Frugtsætningen er bestemt ved, at der blev afmærket 4-8 blomstrende sporer pr. træ umiddelbart før blomstringen. I 1976 var der i alt 32 sporer pr. forsøgsled, ellers mindst 50. Hver blomsterklasse blev udtyndet til 4 blomster, midterblomsten blev altid fjernet. Frugterne blev talt for hver blomsterklasse ca. 4 uger efter begyndende blomstring og igen efter junifald. Herved fås værdier for henholdsvis den *initiale* sætning, som er et udtryk for bestøvningen, og for den *endelige* sætning (*Williams & Wilson, 1970*).

I forsøg 10 blev der ud fra antal blomsterklaser pr. træ, antal frugter faldet af ved junifald og antal af høstede frugter pr. træ, beregnet værdier for initial og endelig sætning. Det samme blev gjort på 5 sporer pr. træ afmærket ved det samme udviklingsstadium og håndbestøvet i forbindelse med tilbageflytningen til bestøvertreer.

Kernerne blev i nogle tilfælde talt i frugter fra de mærkede sporer, udtaget efter junifald. Blomstring blev bedømt efter en skala fra 0-100, hvor 100 angiver, at alle sporer blomstrer. Udbytte og frugtstørrelse (på 50 frugter) blev i nogle tilfælde bestemt for hvert forsøgstræ.

Resultater

Variationer i naturlig sætning

Den naturlige sætning kan variere en del mellem forsøg (plantninger) inden for samme år, eller fra år til år i samme plantning (ubehandlet, tabel 2). Som et gennemsnit af alle undersøgelser nærmer den naturlige, initiale sætning sig til 1,5 frugt pr. blomsterklasse, mens den endelige sætning ligger lidt under 1 frugt pr. klasse. Særlig lave værdier optræder for forsøg 6 i 1975. I øvrigt synes frugtsætningen generelt særlig lav i forsøg 5 og 6 (tabel 3). Derimod er der næppe nogen tydelig, generel forskel mellem de 4 år. Det må bemærkes, at der ikke i de 4 år var synlige tegn på nattefrost-skader.

I 1975 blev der foretaget jord- og blad-analyser i de forskellige forsøg. Men der kunne ikke etableres tydelige sammenhænge mellem næringsstof-niveauer og frugtsætnings-niveauer. Der blev også bestemt bladmængde på de mærkede sporer. Den var i forsøg 7, hvor den endelige sætning var relativt høj, på 1,2 g bladtørstof pr. spore, mens den i de andre forsøg var på 0,7-0,8 g tørstof pr. spore.

Virkning af bestøvergrene

Når der sættes bestøvergrene i træerne under blomstringen fås en varierende, men i gennemsnit

Tabel 2. Oversigt over blomstertæthed, frugtsætning og bæring i de udførte forsøg. U = ubehandlet, G = bestøvergrene udsat, H = håndbestøvet. LSD (mellem forsøg) 0,5 eller mindre for frugtsætning
Blossom density, fruit set, and yield in different experiments during four years. U = control, G = pollinator branches placed in the trees during bloom, H = hand pollinated.

År Year	Forsøg Exp.	Blomster- tæthed Blossom density		Antal frugter/blomsterklase initial initial set			endelig final set			Antal frugter/træ Number of fruits/tree		g pr. frugt g/fruit	
		U	G	U	G	H	U	G	H	U	G	U	G
1975	3	-	-	1,4	-	3,9	0,7	-	1,3	-	-	-	-
	4	-	-	1,3	-	3,4	1,0 ^c	-	2,1	-	-	-	-
	5	-	-	1,0	-	3,7	0,6	-	1,5	-	-	-	-
	6	-	-	0,2	-	3,5	0,1	-	2,5	-	-	-	-
	7	-	-	1,8	-	3,8	1,4	-	2,9	-	-	-	-
	8	-	-	2,0	-	4,0	1,1	-	1,9	-	-	-	-
1976	1	76	-	1,9	2,2	3,5	1,4	1,5	2,0	280 ^d	310 ^d	106	97
	2a	66	-	2,0	2,6*	3,6	1,1	1,7*	2,5	290	544*	90	59*
	2b	16	-	1,7	2,3*	-	1,5	1,7	-	-	-	-	-
	3	46	-	1,0	-	3,6	0,8	-	2,8	-	-	-	-
	4	100	-	2,1	3,1*	3,8	0,8	1,1	2,8	510	1193*	63	48*
	5	56	-	0,8	2,1*	3,1	0,6	1,6*	2,6	307	948*	84	57*
	6	42	-	1,3	2,8*	3,6	0,9	2,0*	2,6	305	654*	71	56*
	7	12	-	1,2	1,9*	3,9	0,9	1,7*	3,5	-	-	-	-
8	38	-	1,5	2,3*	3,8	1,1	1,8*	3,2	-	-	-	-	
1977	1	33	20	1,6	2,2*	3,5	1,3	1,7*	1,8	203 ^d	139	111	105
	2a	69	44	2,2	3,0	3,7	0,9	2,2*	2,3	604 ^d	592 ^d	82	82
	2b	74	61	2,7	3,2*	-	1,0	1,6*	-	600 ^d	714 ^{d*}	84	90
	5	88	87	0,8	1,0	-	0,5	0,7	-	565	655	74	69
	6	67	54	0,9	1,2	3,8	0,4	0,7	1,1	438	-	72	-
	1978	1	79	72	1,4	1,8	3,5	0,8	1,1	1,3	551 ^d	485 ^d	95
2a	63	67	1,4	1,8	3,7	1,1	1,3	3,0	817 ^d	840 ^d	81	78	
2b	34	18	1,4	2,5*	-	1,2	2,4*	-	646 ^d	452	83	81	
5	36	27	1,0	1,8	3,2	0,8 ^c	1,2 ^c	1,8	510	546	81	74	
6	36	29	1,2	2,0	3,8	0,6 ^c	1,2 ^c	1,8	-	-	-	-	
1975	Gns. (av.)	-	-	1,3	-	3,7	0,8	-	2,0	-	-	-	-
76+77+78	-	-	-	1,5	2,2	3,6	0,9	1,5	2,4	100 ^a	141 ^a	100 ^b	154 ^b

* træer med bestøvergrene (G) afviger signifikant fra ubehandlede (U)

^a Gns. af relative tal for antal frugter

^b Som a, men korrigeret for forskelle i blomstertæthed

^c Sprøjtet med udtyndingsmiddel (carbaryl)

^d Indbefatter også frugter fjernet ved håndudtynding efter junifald

meget klar forøgelse af initial og endelig sætning såvel som af frugtantal pr. træ på ca. 50 pct. i forhold til ubehandlet (tabel 2). I en del tilfælde fører det til en for stor sætning, så at der fås for små frugter, hvis der ikke udtyndes. Men i 5 ud af

18 tilfælde, nemlig forsøg 7 i 1976, forsøg 1 i 1977, forsøg 2b, 5 og 6 i 1978 har der formentlig været en positiv effekt af ekstra bestøvere, idet frugtantal er forøget, uden at frugterne er blevet for små. Det omfatter i alle tilfælde træer, hvor blom-

Tabel 3. Sted- og årsvariation i frugtsætningen. U og G, se tabel 1

Variation in initial and final set between sites and years

År Year	Forsøg (plantning) Site	Initial sætning Initial set		Endelig sætning Final set	
		U	G	U	G
1976-78	1	1,6	2,1	1,2	1,4
1976-78	2a	1,9	2,5	1,0	1,7
1976-78	2b	1,9	2,7	1,2	1,9
1976-78	5	0,9	1,6	0,6	1,2
1976-78	6	1,1	1,9	0,6	1,3
1975	3-4-5-6-7-8	1,3	-	0,8	-
1976	3-4-5-6-7-8	1,3	-	0,9	-
1976	1-2a-2b-5-6	1,5	2,4	1,1	1,7
1977	1-2a-2b-5-6	1,6	2,1	0,8	1,4
1978	1-2a-2b-5-6	1,3	2,0	0,9	1,4

stertætheden har været moderat-ringe. En sammenstilling af resultaterne som i figur 2 tyder da også på, at den endelige sætning pr. blomsterklasse øges kraftigst af ekstra bestøvere især ved de lavere blomstringsintensiteter. Den endelige sætning pr. blomsterklasse varierer langt mindre med blomstertætheden ved 'normal' bestøvning. Ønskes der en endelig sætning på ca. 0,5 frugt pr. spore for træet som helhed, dvs. i gennemsnit for alle sporer (den prikkede linie i figur 2), vil der i almindelighed være en nyttevirkning af ekstra bestøvere ved blomstertætheder på 40-50 pct. eller derunder.

Forskellig afstand mellem bestøvergrene er undersøgt i to forsøg på Blangstedgård. I det ene tilfælde var der ikke permanente bestøvere i umiddelbar nærhed (tabel 4). Kun i 1977 reduceres frugtsætningen, når bestøvergrene i hvert 3. træ sammenlignes med bestøvergrene i hvert træ. Bestøvergrene i hvert 6. træ giver imidlertid i begge år et betydeligt fald i frugtsætningen.

I et andet forsøg med bestøvertræer to rækker borte var der en langt mindre virkning af bestøvergrene i rækken (tabel 5).

Virkning af håndbestøvning

Håndbestøvning lige efter blomsterne er åbnet,

antal frugter
pr. blomsterklasse

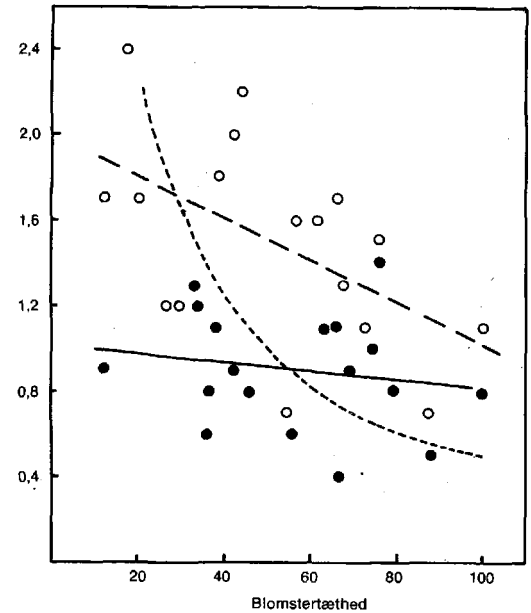


Fig. 2. Endelig sætning som funktion af blomstertæthed. Resultater fra 1976, 1977 og 1978 (se tabel 2).

Final fruit set (number of fruits per flower cluster) versus blossom densities.

- -- : + bestøvergrene (+ pollinator branches)
- -- : - bestøvergrene (- pollinator branches)
- ... : teoretisk kurve for 0,5 frugt i gns. af alle træets sporer (0.5 fruit/spur)

giver i alle tilfælde en høj initial sætning (tabel 2), i gennemsnit 3,6 frugter pr. blomsterstand á 4 blomster, dvs. 90 pct. Meget få blomster har altså været sterile i de 4 år, hvor der heller ikke forekom kritisk nattefrost. Også den endelige sætning er høj på håndbestøvede sporer, men disse værdier kan næppe regnes for typiske, idet de vil være påvirket af det øvrige træ, hvor sporerne blev bestøvet 'normalt'.

Blomstringsperiode og bestøvningstidspunkt

Blomstringsperiodens længde er meget påvirket af vejrforholdene (figur 3). I det kølige år er blomstringen udstrakt over ca. 14 dage, mens den i det varme år er afsluttet på ca. 8 dage.

Tabel 4. Frugtsætning, frugtantal og -størrelse ved forskellig fordeling af bestøvergrene. Forsøg 2a. *Blossom density, initial and final set, number of fruits per tree and fruit size at different distribution of pollinator branches. Trees 2 metres apart*

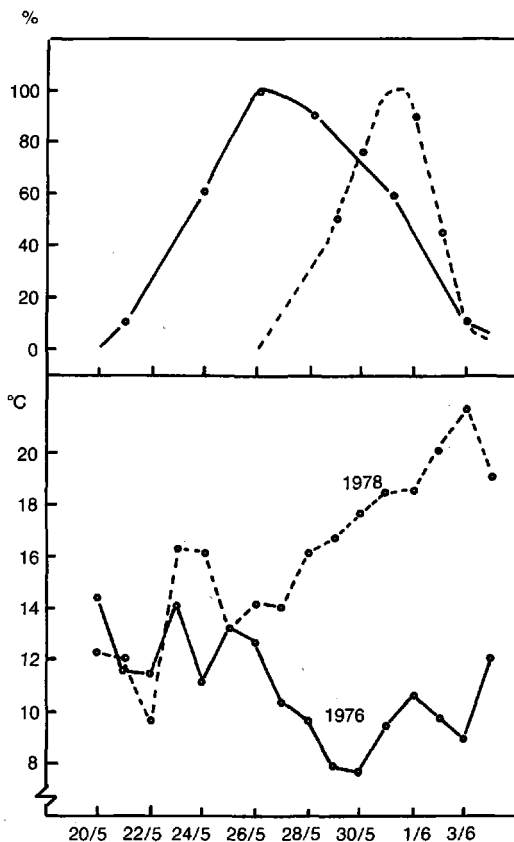
År Year		Bestøvergrene (Pollinator branches)				LSD
		i hvert træ in all trees	i hvert 3. træ 3rd tree	i hvert 6. træ 6th tree	i hvert Ingen Control	
1976	Blomstertæthed	75	70	70	70	
	Initial sætning	2,56	2,52	2,00	1,95	0,42
	Endelig sætning	1,66	1,52	1,09	1,13	0,36
	Antal fr. pr. træ	544	533	447	290	156
	g/frugt	59	66	67	90	8
1977	Blomstertæthed	44	49	54	69	i.s.
	Initial sætning	2,98	2,60	2,63	2,19	i.s.
	Endelig sætning	2,21	1,60	1,19	0,85	0,47
	Antal fr. pr. træ	592 ^d	652 ^d	558 ^d	604 ^d	i.s.
	Relativt ^e g/frugt	13,5	13,3	10,3	8,8	
		82	81	82	82	i.s.

^d Inclusive frugter fjernet ved håndudtynding efter julfald

^e Antal frugter pr. træ divideret med blomstertæthed

Tabel 5. Frugtsætning ved forskellig fordeling af bestøvergrene. Forsøg 1, gns. af 1976, 1977 og 1978. *Initial and final fruit set at different distribution of pollinator branches. Trees 2 metres apart. Otherwise flowering 'Golden Delicious' at a distance of 10 metres. Av. of three years*

	Bestøvergrene (Pollinator branches)				LSD
	i hvert træ in all trees	i hvert 4. træ 4th tree	i hvert 10. træ 10th tree	i hvert Ingen Control	
Initial sætning	2,07	1,94	1,76	1,62	0,20
Endelig sætning	1,45	1,43	1,34	1,20	0,17



Figur 3. Blomsterudvikling (pct. af blomster i stadium 'fuld blomst') og temperatur under blomstringen i to afvigende år.

Flower development (per cent of flowers in stage 'full bloom') and temperature during bloom in two years.

Dette har også betydning for virkningen af en bestøvning (figur 4). I det kølige år, 1976, er der endnu 3-4 dage efter, at blomsterne er åbnet, næsten fuld effekt af en håndbestøvning. I 1978, derimod, er effekten af en ekstra bestøvning allerede mindsket efter 1 dag og mindsket betydeligt efter 2 dage. Virkningen på kerneantal i de høstede frugter kommer gennemgående senere end virkningen på frugtsætningen.

Da bestøvningsforholdene ved fri bestøvning kan variere i løbet af blomstringsperioden, kan mærkning af sporer af forskellig udviklingsstrin på de samme træer give forskellige frugtsætnings-

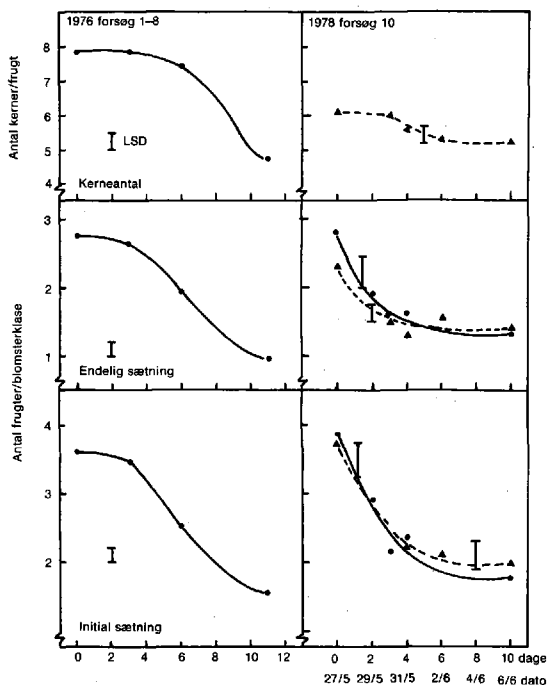


Fig. 4. Virkning af tidspunkt for ekstra bestøvning på kerneantal og frugtsætning.

The effect of time for additional pollination on number of seeds per fruit, final and initial fruit set.

—•—•—: Håndbestøvning af mærkede sporer på forskelligt tidspunkt efter at blomsterne er åbnet (= dag 0).

Hand pollination at different times. 0 = day of flower opening.

▲---▲: Træer flyttet nær til bestøvere på forskellig tidspunkt (dato) under eller efter blomstringen.

Trees transferred from a distant (75 m) to a close proximity of pollinators at different times during bloom.

værdier. I forsøg 6, 1976, blev fundet forskelle i initial og endelig sætning på ca. 35 pct. ved mærkning af sporer på to tidspunkter.

Bestøvning og kerneantal

Kerneantallet i høstede frugter efter fri bestøvning kan variere en del mellem forskellige plantninger, med gns. omkring 5 (tabel 6). Det er dog

ikke muligt at etablere en klar sammenhæng mellem sætningsniveauet og kerneantallet i de ansatte frugter (se også figur 4). Men bestøvergrene og i endnu højere grad håndbestøvning giver tydeligt højere kerneantal med gennemsnitligt 7 kerner eller mere pr. frugt (tabel 6).

I et forsøg med dækning af træer med insekttæt net under blomstringen i 1978 blev antallet af frugter reduceret til 12 pr. træ sammenlignet med 340 pr. træ ved fri bestøvning. Samtidig var det gennemsnitlige kerneantal pr. frugt reduceret til 1,5, og 21 pct. af frugterne var helt uden kerner.

Tabel 6. Kerneantal pr. frugt i endeligt ansatte frugter i forskellige forsøg og ved forskellige bestøvningsgrader. U, G, H: se tabel 2.

Number of seeds per fruit. Explanation see table 2.

Forsøg	1975		1976		
	U	H	U	G	H
1			6,8	7,5	8,4
2a			4,1	6,6*	7,8
3	5,0	6,6	5,7	—	7,5
4	5,5	6,7	3,7	6,8*	7,4
5	4,5	7,6	5,0	7,0*	7,9
6	—	7,5	3,1	7,1*	7,5
7	6,0	7,5	6,3	7,8*	8,1
8	4,3	7,6	3,5	6,3*	8,0
Gns. (Av.)	5,1	7,2	4,8	7,0	7,8

Diskussion

Variation i frugtsætning og årsager hertil

Resultaterne viser, at frugtsætningen efter fri bestøvning kan variere en del (tabel 2). Det samme er fundet i engelske og hollandske undersøgelser (Williams & Wilson, 1970, Wertheim, 1971).

I engelske undersøgelser er den endelige sætning ofte under 0,5 frugt pr. blomsterklasse, dvs. noget lavere end gennemsnittet på 0,9 frugt pr. blomsterklasse i nærværende undersøgelser.

Sterilitet. Forekomsten af sterile blomster kan være med til at forklare variationer i naturlig frugtsætning. I en engelsk undersøgelse i 1974 var over 70 pct. af æganlæggen ikke befrugtningdygtige (Williams, 1975). Ofte er der fundet mere end 25 pct. sterile blomster (Williams, 1976 a). I

nattefrost-udsatte områder er der ofte mere end 50 pct. sterile blomster; ved håndbestøvningsundersøgelser gennem 5 år varierede den initiale sætning mellem 22 og 100 pct. af de undersøgte blomster (Williams, 1970). I en tidligere dansk undersøgelse gav håndbestøvning i et år en endelig sætning på 70–80 pct., i et andet år på 21 pct. (Backer, 1928). I de 4 år i nærværende undersøgelser har håndbestøvning oftest givet en initial sætning på over 90 pct. (tabel 2), og den naturlige sætning har varieret relativt lidt mellem årene (tabel 3). Sterile blomster har derfor næppe i større omfang været årsag til variationer i frugtsætningen i disse 4 år. Måske skyldes det generelt lavere sætningsniveau i England hyppigere nattefrostskader end her. I 1974 var 'Cox's Orange'-udbytterne dog også i Danmark meget lave p.gr.a. nattefrost lige inden blomstringen.

EPP. Differentieringen af æganlæg sker normalt samtidig med, at blomsten åbner (Williams, 1970). For at en befrugtning skal komme i stand, skal æganlægget holde sig funktionsdygtigt (Hartman & Howlett, 1954), indtil pollenrøret er vokset ned til det. I 1976 var blomsterne stadig befrugtsdygtige 3–4 dage efter, at de var åbnet, mens chancen for en befrugtning i den varme blomstringsperiode i 1978 allerede var aftaget 1–2 dage efter, at blomsterne var åbnet (figur 4). Hele blomstringsforløbet afkortes stærkt med stigende temperatur (figur 3), men da væksthastigheden for pollenrøret (Williams, 1970) og insektaktiviteten stiger meget stærkt med temperaturen, vil chancen for en befrugtning oftest være størst i en varm blomstringsperiode. Inden for samme år kan EPP variere mellem 4–7 dage på forskellige lokaliteter, formentlig p.gr.a. temperaturforskelle (Williams & Wilson, 1970).

Men EPP kan variere betydeligt også af andre grunde, og der kan være en betydelig årsvariation (Williams, 1966 b, 1970, Williams & Smith, 1967). EPP kan være afkortet året efter en kraftig bæring. Tætte træer med en kraftig skudvækst giver næste år en relativ lav frugtsætning (Hansen, 1980), sikkert p.gr.a. en afkortet EPP. De lave frugtsætningsværdier i forsøg 5 og 6, specielt i forsøg 6 i 1975, skyldes formentlig kraftig skudvækst og tætte træer, til dels med bladfald i som-

merens løb. Sådanne forhold kan altså være væsentlige, når variationer i den naturlige frugtsætning skal forklares.

Pollenoverførsel. Vejret, især temperaturen, spiller her en stor rolle. 'Cox's Orange' regnes normalt for selvsteril (Backer, 1928), men under forhold, hvor der overføres store mængder af dens eget pollen til støvfangene, og hvor temperaturen er omkring 20°C, kan chancen for en selvbestøvning øges (Williams & Maier, 1977). Den høje sætning i 1978, selv hvor træerne under hele blomstringen stod mindst 75 m fra bestøvere, kunne måske skyldes en vis selvbestøvning, temperaturen var relativt høj under blomstringen (fig. 3). Kerneantallet pr. frugt var ret høj.

Parthenocarpi (frugter uden frø) er fundet i enkelte tilfælde under specielle forhold (Goldwin & Schwabe, 1975). Selvbestøvning eller parthenocarpi i 'Cox's Orange' må dog regnes som undtagelser.

Temperaturen spiller især en vigtig rolle for insektaktiviteten, og herigennem kan bestøvningen påvirkes. Honningbier er oftest de vigtigste bestøvere i æbleplantager, og deres aktivitet stiger, jo højere maksimumtemperaturen når over en kritisk grænse på 13–14°C (Stapel, 1939). I en engelsk undersøgelse over 15 år var der i de 9 år kun 0,1 eller 2 dage pr. blomstringsperiode, hvor vejret kunne betinge mere end 6 timers god insektaktivitet pr. dag (Williams & Sims, 1977). Læ spiller også en rolle, kunstig læ i blomstringsperioden kan øge insektantal og -aktivitet samt frugtsætningen med 20–30 pct. (Smith & Lewis, 1972). Det kan ikke afgøres, om forskelle i insektaktivitet kan være medvirkende årsag til forskelle i frugtsætningen i nærværende undersøgelse. Betydelige forskelle i frugtsætning mellem forsøgene 4, 5 og 6, som lå i samme plantage, tyder dog ikke umiddelbart herpå.

Virkning af ekstra bestøvere

God insektaktivitet og dermed stor pollenoverførsel er ikke i sig selv nok. Som nævnt er krydsbestøvning normalt nødvendig for at opnå god frugtsætning i 'Cox's Orange'. Selv om der er pollenrør lige under støvfanget i de fleste grifler, bliver frugtsætningen kun god, hvis mindst 40 pct.

af griflerne har pollenrør fra fremmed pollen (*Williams & Wilson, 1970*). Ifølge *Wertheim (1971)* bliver frugtsætningen langt bedre efter håndbestøvning af 2–5 grifler pr. blomst end efter håndbestøvning af 1 griffel, hvor de andre grifler blev klippet af. En vis overførsel af fremmed pollen er altså nødvendig, i overensstemmelse med den gennemsnitligt ca. 50 pct. forøgelse af sætningen ved at udsætte bestøvergrene. Ved en stor blomstertæthed bliver virkningen af ekstra bestøvere på den endelige sætning mindre p.g.r.a. konkurrence mellem de unge frugter og dermed større junifald (figur 2, *Hansen, 1980*). Ifølge tabel 4 aftager virkningen af bestøvergrene, når de kun er anbragt i hvert 6. træ eller allerede i 5–10 m afstand. Blomstermængden på de anvendte bestøvergrene har dog her udgjort mindre end 20–40 pct. af et 'Cox's Orange'-træs blomstermængde. I forsøg 1 (tabel 5) var der en god bestøvervirkning af en 'Golden Delicious'-række i 10 m afstand. Engelske undersøgelser viser oftest den største bestøvervirkning inden for 10 m, især ved kort EPP og mange sterile blomster er der en tydelig bestøvningsgradient. Nogen virkning kan dog i visse tilfælde findes i indtil 30 m afstand (*Williams, 1959, 1966a, Williams & Smith, 1967*). Der anbefales en bestøverrække for hver 2 Cox-rækker, eller et bestøvertræ for hver 6 Cox-træer, hvis bestøvertræerne fordeles jævnt og består af to sorter eller *Malus*-arter, som tilsammen dækker blomstringsperioden hos 'Cox's Orange' (*Williams, 1976 b*). Hvis der ikke sørges for meget fine bestøvningsforhold i 'Cox's Orange', bliver udbyttet for lavt i 2 ud af 5 år (*Neuteboom, 1978*).

De 4 års undersøgelser tyder på, at frugtsætningen i 'Cox's Orange' generelt er bedre her end refereret i engelske undersøgelser, måske på grund af mindre nattefrost i forbindelse med blomstringen eller mindre plantninger med kortere afstand til bestøvere. Dog viser figur 2, at det især ved ringe-moderat blomstermængde kan være en fordel ved at forbedre bestøvningsbetingelserne.

Konklusion

1. Dersom der ikke i forvejen er bestøvere inden

for de nærmeste to rækker, kan man ved lav-moderat blomstermængde øge udbyttet, uden at frugterne bliver for små ved at forbedre bestøvningsforholdene. Der kan f.eks. anbringes 1–1,5 m lange, rigtblomstrende grene af samtidigt blomstrende sorter i hvert 6. træ, eller der kan ipodes eller mellemlantes bestøvere.

2. Især hvis den effektive bestøvningsperiode er kort p.g.r.a. dårligt udviklede knopper, bør der være mulighed for en rigelig krydsbestøvning under hele blomstringen.
3. Ved forekomst af sterile blomster f.eks. på grund af sen nattefrost bør der være gode bestøvningsmuligheder uanset blomstermængden.
4. Ved rigelig blomstring og gode frugtsætningsbetingelser vil der være behov for frugtudynding også uden ekstra bestøvere.

Erkendtlighed

En tak rettes til plantageejer *Hans Hansen, Korkendrup*, for adgang til forsøgstræer og for velvillig medvirken i flere af undersøgelserne. *Eigil Jørgensen* har med stor dygtighed varetaget en betydelig del af forsøgsarbejdet og takkes for værdifuld hjælp i så henseende.

Litteratur

- Backer, T. (1928):* Nogle Undersøgelser af Pollen og Befrugtningsforholdene hos Æbler. Tidsskr. Planteavl 34, 348–365.
- Goldwin, G.K. & Schwabe, W.W. (1975):* Parthenocarpic fruit in Cox's Orange Pippin apples, obtained without hormones. J. hort. Sci. 50, 175–178.
- Grauslund, J. (1978a):* Effects of temperature, shoot tipping, and carbaryl on fruit set of apple trees. Acta Horticulturæ 80, 207–211.
- Grauslund, J. (1978b):* Frugtudynding IV. En oversigt over kemisk frugtudynding. Tidsskr. Planteavl 82, 521–539.
- Hansen, P. (1977):* Bestøvning og frugtsætning i 'Cox's Orange'. Statens Planteavlfsforsøg, 1338, meddelelse.
- Hansen, P. (1980):* Virkning af skudvækst, bæring og blomstermængde på frugtsætningen hos æbletræer. Tidsskr. Planteavl 84, 499–505.

- Hartman, F.O. & Howlett, F.S.* (1954): Fruit setting of the Delicious apple. Ohio Agricultural Experiment Station, Research Bulletin 745.
- Neuteboom, D.J.* (1978): Cox production i England. Grower Books, London, 80 p.
- Smith, B.D. & Lewis, T.* (1972): The effects of wind-breaks on the blossom-visiting fauna of apple orchards and on yield. *Ann. appl. Biol.* 72, 229-238.
- Stapel, C.* (1939): Undersøgelser over de ved frugttræers bestøvning medvirkende insekter. *Tidsskr. Planteavl* 43, 743-800.
- 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. *Mededelingen Landbouwhogeschool, Wageningen, Nederland.* 73 p.
- Williams, R.R.* (1959): The effective distance of a pollen source in a cider apple orchard. Long Ashton Research Station Report 1958, 61-63.
- Williams, R.R.* (1966a): II The effective distance of a pollinator variety. *Ibid.* 1965, 128-135.
- Williams, R.R.* (1966b): III. The effective pollination period for some apple and pear varieties. *Ibid.* 1965, 136-139.
- Williams, R.R.* (1970): Factors affecting pollination in fruit trees. I *Physiology of Tree Crops* (Ed. L. C. Luckwill, C.V. Cutting), London, p. 193-207.
- Williams, R.R.* (1975): Pollination: fruit-set and orchard design hold key. *Commercial Grower* 1975, 479-480.
- Williams, R.R.* (1976a): Sterile Cox flowers may be the most important factor in fruit set. *The Grower* 85, 882, 887.
- Williams, R.R.* (1976b): Improved pollination can lead to 20 ton-an-acre Cox yields. *The Grower* 85, 978-981.
- Williams, R.R. & Maier, M.* (1977): Pseudocompatibility after self-pollination of the apple Cox's Orange Pippin. *J. hort. Sci.* 52, 475-483.
- Williams, R.R. & Sims, F.P.* (1977): The importance of weather and variability in flowering time when deciding pollination schemes for Cox's Orange Pippin. *Experimental Horticulture* 29, 15-26.
- Williams, R.R. & Smith, B.D.* (1967): VII. Observations on factors influencing the effective distance of pollinator trees in 1966. Long Ashton Research Station Report 1966, 126-134.
- Williams, R.R. & Wilson, D.* (1970): Towards regulated cropping. *Grower Books, London,* 61 p.

Manuskript modtaget den 24. marts 1980