

Plukketidspunktets afhængighed af temperaturen i æblernes vækstperiode

Plukketidsprognoser

Af K. SANDVAD

Æblernes rigtige plukketidspunkt er for frugtavleren et årligt tilbagevendende problem, idet der savnes eksakte kriterier på det optimale modningsstadium, hvor såvel frugtens velsmag som dens holdbarhed er størst. Med den ret lange opbevaringstid, man i nutiden er indstillet på, spiller modenheden ved indsætning på lageret en overordentlig stor rolle, idet både for tidlig og for sen plukning kan føre til betydelige forstyrrelser i lagerfrugtens udvikling.

I et nyligt publiceret arbejde (EGGERT 1960) er der redegjort for et plukketids- og opbevaringsforsøg, som udførtes i årene 1951-58 med sorten McIntosh ved University of Maine, U.S.A. Over en periode på 3-4 uger plukkedes 2 gange ugentlig en prøve til indsætning på lager ved 0°C, hvorved den optimale plukketid med henblik på opbevaring på kølelager kunne fastlægges. Som eksempel kan nævnes året 1954, hvor der i prøven, som var plukket den 28. september, kun forekom 5 pct. lagersyge efter 4 måneders forløb, medens der i prøverne plukket henholdsvis 3 dage før og 4 dage efter fandtes 20 pct., og i prøverne fra een uge før og een uge efter var der henholdsvis 40 og 70 pct. angrebne frugter.

Ud fra de således fundne optimale plukkedatoer beregnedes det antal dage, frugten havde brugt til sin udvikling fra afblomstring til plukning. Dette dageantal blev for hvert år sammenholdt med temperatursummerne for 10, 20, 30 etc. op til 90 dage efter afblomstringen, og man fandt, at 92 pct. af den totale variation i udviklingstiden skyldtes regression på temperatursummen for de første 40 dage efter afblomstring. Benyttelse af enten færre eller flere dages temperaturobservationer ved beregningerne førte til ringere resultater.

For at belyse metodens eventuelle anvendelighed under danske forhold og med andre sorter, redegøres i det følgende for en undersøgelse over foreliggende data om afblomstrings- og plukketidspunkter hos en række almindelige æblesorter ved statens forsøgsstation, Blangstedgaard.

Materiale og metoder

Undersøgelsen, der gælder årene 1941 til 1956, omfatter sorterne Transparente blanche, Filippa, Cox's Orange, Ingrid Marie og Bramley's Seedling. Sorterne er valgt således, at såvel tidligt som middel og sildigt modnende typer er repræsenterede.

Transparente blanche og Cox's Orange var plantet 1933, Ingrid Marie 1935, Filippa og Bramley 1928. I en enkelt række a 10 til 30 træer af hver sort er afblomstringsdatoen hvert år noteret som led i forsøgsstationens almindelige fænologiske observationer. Kriteriet for afblomstring er det stadium, hvor praktisk talt alle kronblade er faldet. Plukketidspunktet afgøres ved et skøn over frugtens modenhed, og plukkedatoerne for de samme træer som ovenfor nævnt er benyttet ved undersøgelsen.

Afblomstrings- og plukkedatoerne er opført i tabel 1.

Tabel 1. Afblomstrings- og plukkedato for 5 æblesorter
Blangstedgaard 1941—56

År	Transparente blanche		Filippa		Cox's Orange		Ingrid Marie		Bramley	
	afbl.	plukn.	afbl.	plukn.	afbl.	plukn.	afbl.	plukn.	afbl.	plukn.
1941.....	11/6	13/8	10/6	20/9	15/6	10/10	13/6	8/10	12/6	3/10
1942.....	6/6	17/8	6/6	23/9	9/6	13/10	9/6	18/10	6/6	15/10
1943.....	20/5	3/8	21/5	10/9	26/5	28/9	25/5	27/9	18/5	1/10
1944.....	2/6	16/8	2/6	23/9	6/6	6/10	7/6	3/10	2/6	13/10
1945.....	18/5	4/8	18/5	11/9	24/5	28/9	21/5	29/9	18/5	29/9
1946.....	20/5	7/8	25/5	14/9	27/5	5/10	27/5	1/10	23/5	3/10
1947.....	28/5	29/7	28/5	5/9	30/5	23/9	30/5	23/9	26/5	2/10
1948.....	20/5	30/7	18/5	14/9	10/5	25/9	20/5	23/9	17/5	20/9
1949.....	25/5	3/8	27/5	9/9	28/5	24/9	28/5	24/9	25/5	4/10
1950.....	23/5	—	23/5	20/9	25/5	—	27/5	7/10	22/5	9/10
1951.....	5/6	14/8	5/6	28/9	8/6	9/10	10/6	9/10	4/6	10/10
1952.....	27/5	6/8	27/5	27/9	31/5	10/10	2/6	18/10	24/5	9/10
1953.....	23/5	28/7	24/5	7/9	24/5	25/9	24/5	18/9	23/5	2/10
1954.....	31/5	6/8	30/5	20/9	31/5	5/10	31/5	1/10	30/5	14/10
1955.....	15/6	18/8	10/6	22/9	16/6	28/9	15/6	3/10	15/6	7/10
1956.....	5/6	14/8	8/6	26/9	8/6	3/10	30/5	10/10	5/6	11/10

Temperaturmålingerne er foretaget ved Meteorologisk Instituts station på Blangstedgaard, hvortil afstanden fra observations-træerne i intet tilfælde overskrider en halv kilometer. Som et døgn's middeltemperatur er benyttet gennemsnittet af maksimum- og minimum aflæsningen, der erfaringsmæssigt er et ret godt udtryk for den virkelige middeltemperatur. De således fremkomne middeltemperaturer er summerede over henholdsvis 30, 40, 50,

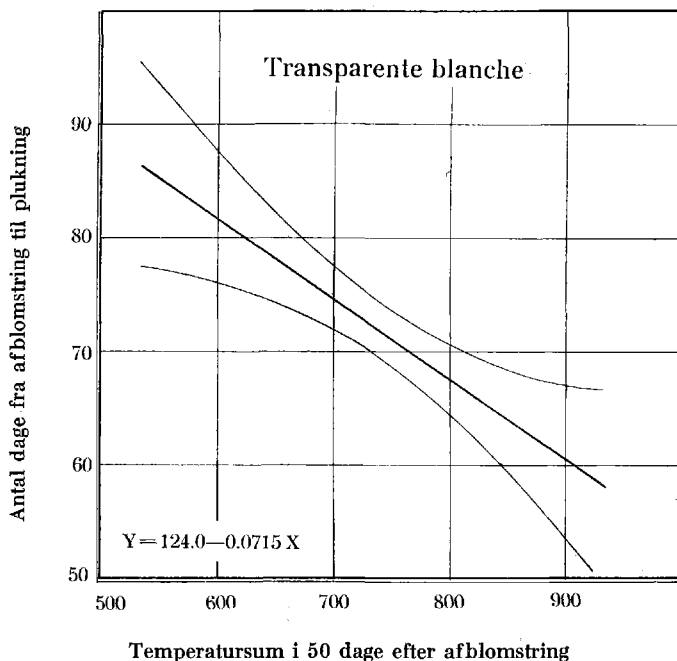
Tabel 2. Regressionsligninger for temperaturens indflydelse på tiden fra afblomstring til frugtplukning

Temperaturen summeret i antal dage efter afbl.	Regressionsligning $Y = a + bx$	Korrelations- koefficient	Mindste sikre afvigelser i dage 5 pct. niveau	
			middel	ekstrem
<i>Transparente blanche</i>				
30	111.0 — 0.0949X	—0.641	2.28	5.89
40	115.3 — 0.0759X	—0.738	2.02	4.60
50	124.0 — 0.0715x	—0.763	1.91	4.09
60	121.2 — 0.0567X	—0.686	2.17	4.75
<i>Filippa</i>				
30	178.5 — 0.1588X	—0.755	2.77	6.86
40	187.7 — 0.1295X	—0.898	2.80	5.37
50	205.3 — 0.1357X	—0.874	2.00	4.48
60	209.6 — 0.1082x	—0.885	1.96	4.36
70	212.4 — 0.0940X	—0.869	2.11	4.79
<i>Cox's Orange</i>				
30	170.6 — 0.1102X	—0.631	3.23	7.20
40	191.1 — 0.1148X	—0.748	2.77	6.73
50	194.3 — 0.0942x	—0.750	2.75	5.57
60	198.0 — 0.0816X	—0.721	2.88	6.31
70	205.6 — 0.0762X	—0.729	2.84	6.61
<i>Ingrid Marie</i>				
30	184.3 — 0.1397X	—0.625	3.26	8.65
40	200.1 — 0.1279X	—0.739	2.81	7.22
50	202.6 — 0.1042x	—0.738	2.81	6.16
60	207.0 — 0.0904X	—0.707	2.94	6.83
70	217.4 — 0.0862X	—0.730	2.84	7.04
<i>Bramley's Seedling</i>				
30	193.5 — 0.1506X	—0.713	2.90	7.33
40	198.3 — 0.1167X	—0.783	2.68	5.88
50	217.9 — 0.1180x	—0.854	2.16	4.64
60	221.2 — 0.1008X	—0.830	2.31	5.19
70	219.8 — 0.0840X	—0.792	2.53	5.75

60 og 70 dage fra afblomstringsdatoen til sammenholdelse med frugtens udviklingstid i antal dage fra afblomstring til plukning.

Ved den statistiske behandling af de fundne data er her for sammenlignelighedens skyld fulgt samme fremgangsmåde, som er benyttet i Eggert's arbejde.

Fig. 1.



Resultater og diskussion

Resultaterne af regressions- og korrelationsberegningerne mellem temperatursummerne og udviklingstiden er opført i tabel 2.

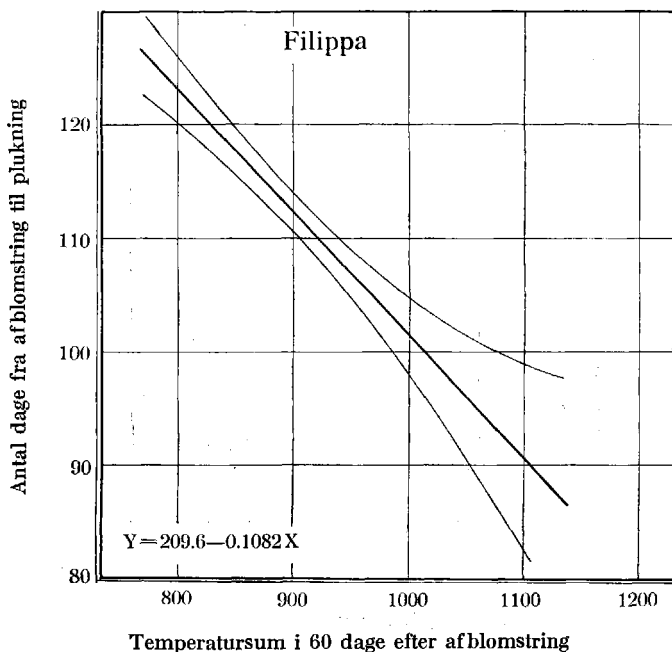
Korrelationer: Korrelationskoefficienterne i tabellens tredje kolonne viser for alle sorterne en stigning fra 30 til 50 dages temperatursum, hvorefter de igen aftager, undtagen hos Filippa, hvor korrelationen når sin højeste værdi efter 60 dage. Til sammenligning fandt Eggert hos sorten McIntosh den højeste korrelation allerede efter 40 dage, men da middeltemperaturen i staten

Maine er lidt højere end her, bliver summen i 40 dage der ret nær den samme som i 50 dage her i landet.

Under danske forhold er det således temperaturen i de første 50-60 dage efter afblomstring, der har den væsentligste betydning for frugtens udviklingstid indtil modenhed, og temperaturens forløb udover disse 50-60 dage har en mere underordnet betydning, som det fremgår af de faldende korrelationskoefficienter.

Den højeste korrelation ($-0,885$) er fundet hos Filippa efter 60 dages temperatursum, men selv denne når ikke op på samme høj-

Fig. 2.



de ($-0,959$) som i Eggert's McIntosh. Den væsentligste årsag til de lavere korrelationskoefficienter i det danske materiale må nok først og fremmest søges i usikkerheden ved at bestemme det optimale plukketidspunkt. Medens dette i det amerikanske materiale – som foran nævnt – blev fastlagt som det tidspunkt, hvor frugten var bedst egnet til opbevaring på kølelager, er det her af-

gjort ved et skøn over æblernes modenhed på grundlag af størrelsen og farven, kærnerens brunfarvning, plukkelethed m.m.

Regressioner: I 2. kolonne i tabel 2 er angivet regressionsligningerne for hver sort og for de forskellige antal dage, hvorover temperaturen summeredes. Tabellens to sidste kolonner viser regressionsligningernes konfidenceområde på 5 pct. niveauet i såvel et normalt som i ekstreme år. Et normalt år har en temperatursum, der er lig med gennemsnittet af de 16 undersøgelsesår, og ekstreme år er beregnet som år, hvor temperatursummen efter 30 dage afveg $\pm 80^{\circ}\text{C}$, efter 40 og 50 dage $\pm 100^{\circ}\text{C}$, efter 60 dage $\pm 120^{\circ}\text{C}$ og efter 70 dage $\pm 140^{\circ}\text{C}$ fra normalen.

Regressionsligningernes anvendelighed som hjælpemiddel til fastlæggelse af det optimale plukketidspunkt må bero på en høj korrelation og et snævert konfidenceområde. Det fremgår da af tabel 2, at de bedst egnede ligninger fremkommer efter 50 (Filippa 60) dages temperatursum.

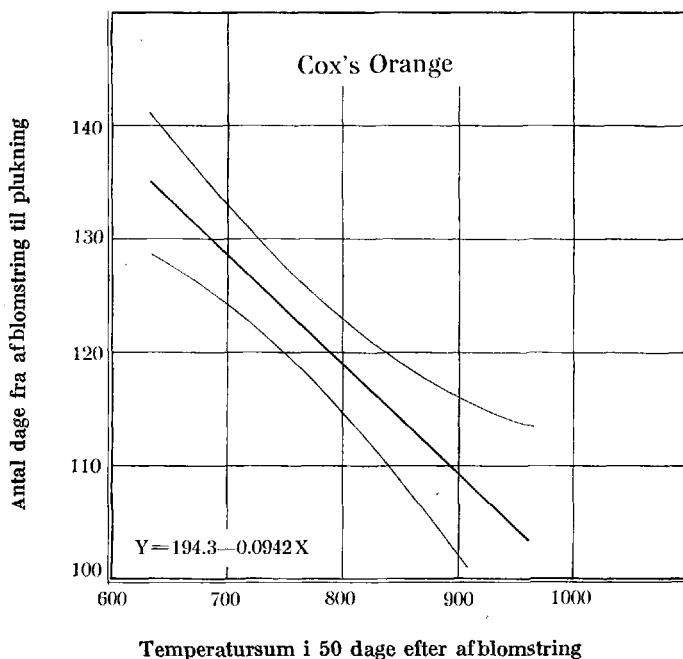
Tabel 3. Variansanalyser på regressionerne

Variationsårsag	Kvadrat- sum	Frie værdier	Varians	F	P = 1 pct.	P = 0,1 pct.
<i>Transparente blanche</i>						
Regression	218	1	218	18,2	9,07	17,82
Rest	156	13	12,0			
Total	374	14				
<i>Filippa</i>						
Regression	685	1	685	50,4	8,86	17,14
Rest	191	14	13,6			
Total	876	15				
<i>Coax'Orange</i>						
Regression	407	1	407	16,7	9,07	17,82
Rest	317	13	24,4			
Total	724	14				
<i>Ingrid Marie</i>						
Regression	464	1	464	16,7	8,86	17,14
Rest	389	14	27,8			
Total	853	15				
<i>Bramley's Seedling</i>						
Regression	616	1	616	37,6	8,86	17,14
Rest	229	14	16,4			
Total	845	15				

I tabel 3 er vist variansanalyserne på de hertil svarende regressioner. Det fremgår heraf, at regressionsvarianserne for Transparente, Filippa og Bramley er signifikante på 0,1 pct. niveauet, Cox's Orange og Ingrid Marie på 1 pct. niveauet. Regressionens andel af den totale variation i udviklingstid når højest hos Filippa og Bramley med henholdsvis 78 og 73 pct., derefter følger Transparente med 58 pct., og lavest ligger Cox's Orange og Ingrid Marie med 56 pct. og 54 pct. Den tilsvarende procentdel i Eggert's McIntosh materiale var 92.

Regressionskoefficienterne er signifikant forskellige fra sort til sort.

Fig. 3.

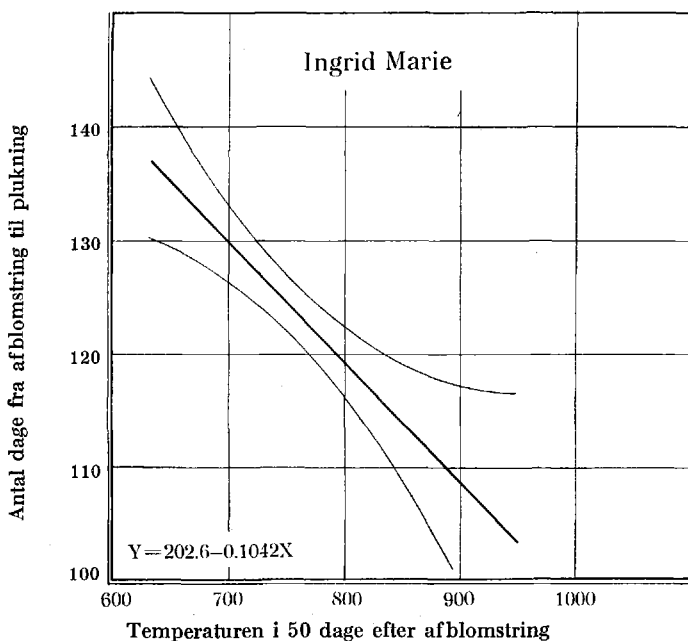


I fig. 1-5 er linieforløbet for de foretrukne regressionsligninger afbildet med de tilhørende konfidensområder, og af disse diagrammer kan man ud fra en given temperatursum direkte aflæse det antal dage, der skal hengå fra afblomstring til plukning for hver enkelt sort.

Sammenligning mellem forskellige metoder

En forudsigelse af det omtrentlige plukketidspunkt får man ved at beregne et konstant antal dage (middeltal for en årrække) mellem afblomstring og plukning. I efterfølgende tabel 4 er en sådan metode sammenlignet med Eggert's mere omstændelige regressionsberegning. Endvidere sammenlignes med Eggert's metode udført på basis af en daglig gennemsnitstemperatur beregnet som (temperatur kl. 8, 14 og 21) : 3. Metodernes egnethed er udtrykt ved den gennemsnitlige afvigelse (uden hensyn til fortegnet) mellem beregnet og fundet antal dage fra afblomstring til plukning.

Fig. 4.



Af tabel 4 fremgår det, at kun for Transparente blanche opnås en bedre tilnærmelse ved at beregne den daglige middeltemperatur som gennemsnit af morgen-, middags- og aftentemperaturen. For de andre sorters vedkommende er den bedste tilnærmelse opnået ved at benytte middeltallet mellem døgnets maksimums- og minimumstemperaturer som basis ved beregningen.

Tabel 4. Gennemsnitlig afvigelse mellem beregnet og fundet antal dage fra afblomstring til plukning

	A	B	C
Transparente blanche . . .	3.9 ± 0.82	2.7 ± 0.52	2.5 ± 0.44
Filippa	6.0 ± 1.12	2.8 ± 0.56	2.8 ± 0.57
Cox's Orange	5.3 ± 1.19	3.5 ± 0.81	4.0 ± 0.81
Ingrid Marie	6.1 ± 1.03	4.4 ± 0.58	4.4 ± 0.82
Bramley's Seedling	5.1 ± 1.35	3.1 ± 0.81	3.8 ± 0.65

- A. Konstant antal dage fra afblomstring til plukning
 B. Eggert's metode på basis af (maksimum + minimum) : 2
 C. Eggert's metode på basis af (temp. kl. 8, 14 og 21) : 3

Fradrag af en basistemperatur (mindste temperatur for vækst) fra den daglige middeltemperatur forårsager blot en parallelforskydning af regressionslinierne og ændrer således intet ved overensstemmelserne mellem beregnet og fundet dageantal.

Ligningernes anvendelse

Tabel 5 viser for hvert enkelt år det antal dage, der for hver sort er forløbet mellem afblomstring og plukning. Endvidere er anført det beregnede antal dage, der svarer til årets temperatursum i de

Tabel 5. Fundet og beregnet antal dage fra afblomstring til plukning hos 5 æblesorter. Blangstedgaard 1941-56

År	Transparente blanche			Filippa			Cox's Orange			Ingrid Marie			Bramley's Seedling		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1941.	64	63	+1	103	99	+4	118	110	+8	118	112	+6	113	116	+3
1942.	73	73	0	116	117	+1	127	128	+1	127	129	+2	131	134	+3
1943.	76	74	+2	113	116	+3	126	127	+1	126	128	+2	136	136	0
1944.	76	71	+5	114	112	+2	123	123	0	119	124	+5	132	130	+2
1945.	79	74	+5	117	114	+3	128	125	+3	132	128	+4	134	136	+2
1946.	80	74	+6	113	113	0	132	125	+7	128	126	+2	133	134	+1
1947.	63	67	+4	101	103	+2	117	119	+2	117	119	+2	129	124	+5
1948.	72	76	+4	120	121	+1	130	130	0	127	132	+5	135	138	+3
1949.	71	73	+2	106	114	+8	120	126	+6	120	127	+7	132	134	+2
1950.	—	—	—	121	114	+7	—	—	—	134	125	+9	140	132	+8
1951.	71	71	0	116	112	+4	124	125	+1	122	124	+2	128	130	+2
1952.	72	76	+4	124	122	+2	133	131	+2	139	133	+6	138	139	+1
1953.	67	69	+2	107	109	+2	125	122	+3	118	122	+4	132	127	+5
1954.	68	72	+4	114	114	0	128	125	+3	124	126	+2	136	131	+5
1955.	65	64	+1	96	99	+3	105	115	+10	111	116	+5	114	119	+5
1956.	71	71	0	111	113	+2	118	124	+6	134	126	+8	128	131	+3

1. Fundne antal dage fra afblomstring til plukning.
2. Beregnede dage fra afblomstring til plukning ud fra det enkelte års temperatursum
3. Differencen mellem fundet og beregnet dageantal

første 50 (60) dage efter afblomstring, og endelig differencen mellem det fundne og det beregnede dageantal.

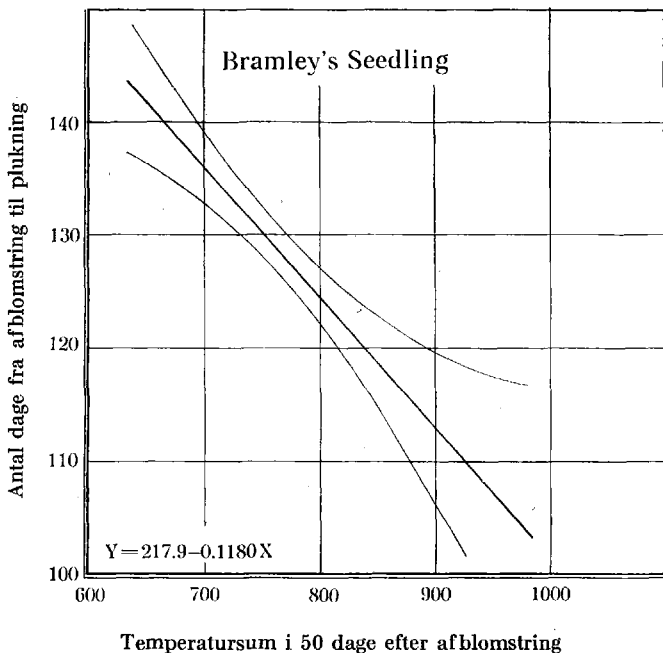
Transparente blanche. Afblomstringsdatoen har varieret mellem 18/5 og 15/6, plukkedatoen mellem 28/7 og 18/8. Det forløbne antal dage mellem afblomstring og plukning har varieret mellem 63 og 80. Korrelationen mellem dette antal dage og temperatursummen i 50 dage efter afblomstring er $-0,763$, regressionsligningen er $Y = 124,0 - 0,0715 x$, hvor x er temperatursummen i 50 dage, og Y er det beregnede antal dage fra afblomstring til plukning (kolonne 2 i tabel 5). Afvigelserne mellem det således beregnede og fundne antal dage er ikke særlig store, men i 7 af de 15 observationsår statistisk sikre (falder udenfor konfidenceområdet). Beregning på basis af morgen-, middags- og aftentemperaturen gav lidt mindre afvigelser. Metoden kan sikkert med fordel bruges for denne tidligt modnende sort.

Filippa. Afblomstringsdatoen har varieret mellem 18/5 og 19/6, plukkedatoen mellem 5/9 og 29/9 og tiden fra afblomstring til plukning mellem 96 og 124 dage. Korrelationen mellem dette dageantal og temperatursummen i 60 dage efter afblomstring er $-0,885$, og regressionsligningen er $Y = 209,6 - 0,1082 x$. Afvigelserne mellem beregnet og fundet dageantal er ret små, men man hæfter sig især ved årene 1949 og 1950, hvor afvigelserne henholdsvis var -8 og $+7$ dage. Sammenlignes disse afvigelser med procent nedfalden frugt er det fundet, at nedfaldsprocenten i 1949 var 8,9 og i 1950 19,8, medens den gennemsnitlige procent for alle 16 observationsår har været 13,2. Disse tal kan også pege i retning af, at sorten i 1949 har været plukket på et noget tidligere og i 1950 et noget senere modningsstadium end normal praksis på forsøgsstationen. For denne sorts vedkommende synes metoden således at være egnet til forudsigelse af plukketidspunktet.

Cox's Orange. Afblomstringsdatoen har varieret mellem 19/5 og 16/6, plukkedatoen mellem 23/9 og 13/10 og tiden fra afblomstring til plukning mellem 105 og 133 dage. Korrelationen mellem dette dageantal og temperatursummen i 50 dage efter afblomstring er $-0,750$, regressionsligningen er $Y = 194,3 - 0,0942 x$. Afvigelserne er statistisk sikre i 5 af de ialt 15 observationsår. En del af årsagen til disse afvigelser må sikkert søges i, at der på for-

søgsstationen til stadighed har været et ret stort antal træer af Cox's Orange, hvorfor plukningen af denne sort normalt strækker sig over en længere periode, end tilfældet er for Filipa. De benyttede observationstræer kan da være plukkede tidligt eller senere i denne periode. For eksempel er der i 1955, hvor observations-

Fig. 5.



træerne efter beregningen er plukkede 10 dage for tidligt, plukket Cox's Orange på forsøgsstationen indtil 8 dage efter observationstræernes plukning. Metodens anvendelighed overfor denne sort kan ikke umiddelbart afvises, men yderligere observationer over afblomstrings- og plukketid eventuelt kombineret med opbevaringsforsøg synes påkrævet.

Ingrid Marie. Afblomstringsdatoen har varieret mellem 20/5 og 15/6, plukkedatoen mellem 18/9 og 18/10 og tiden fra afblomstring til plukning mellem 111 og 139 dage. Korrelationen mellem dage og temperatursum i 50 dage efter afblomstring er $-0,738$,

regressionsligningen er $Y = 202,6 - 0,1042 x$. Afvigelserne mellem beregnet og fundet dageantal er statistisk sikre i 8 af de 16 observationsår. Metodens sikkerhed overfor denne sort er lidt ringere end overfor Cox's Orange.

Bramley's Seedling. Afbloomstringsdatoen har varieret mellem 17/5 og 15/6, plukkedatoen mellem 29/9 og 15/10 og tiden fra afblomstring til plukning mellem 128 og 140 dage. Korrelationen mellem dage og temperatursum i 50 dage efter afblomstring er $-0,854$, regressionsligningen er $Y = 217,9 - 0,1180 x$. Afvigelserne er statistisk sikre i 5 af de 16 observationsår, men kun i et enkelt år (1950) af betydelig størrelse, idet æblerne dette år efter beregningen sad 8 dage for længe på træerne. Opbevarings- og plukketidsforsøg med denne sort (MOLLS RASMUSSEN, 1958) viste, at netop dette år afveg »tidlig plukning« og »normal plukning« stærkt fra hinanden med hensyn til angreb af skold. »Tidlig plukning« (10 dage før normal) havde på ventileret lager og kølerum henholdsvis 15 og 29 pct. angreb af skold, medens »normal plukning« havde 30 og 62 pct.

Disse betydeligt højere angrebsprocenter for »normal plukning« kan tydes således, at den »normale« plukketid dette år i virkeligheden overensstemmende med beregningen har været for sent for frugtens optimale modningsgrad, og at »tidlig plukning« bedre har ramt dette tidspunkt. Metoden må således skønnes at være ret sikker overfor denne sort.

OVERSIGT

Observationer over afblomstrings- og plukkedatoer hos sorterne Transparente blanche, Filippa, Cox's Orange, Ingrid Marie og Bramley's Seedling i årene 1941 til 1956 ved statens forsøgsstation Blangstedgaard har vist, at længden af tiden fra afblomstring til plukning er stærkt afhængig af temperatursummen for de første 50-60 dage efter afblomstring. Temperatursummen er beregnet på basis af hvert døgn's middeltal mellem maksimum- og minimums-temperaturer.

Regressionerne mellem antal dage fra afblomstring til plukning og temperatursummen er højt signifikante og forårsager hos Transparente 58 pct., Filippa 78 pct., Cox's Orange 56 pct., Ingrid Marie 54 pct. og Bramley 73 pct. af den totale variation i

dette dageantal. Korrelationskoefficienten mellem de to nævnte variable størrelser er højest hos Filippa (-0,885) og lavest hos Ingrid Marie (-0,738).

På basis af de enkelte års resultater er metoden diskuteret for hver sort, og den skønnes anvendelig som hjælpemiddel ved plukketidsprognosen for Filippa, Bramley, Transparente blanche og delvis Cox's Orange, men mindre egnet overfor Ingrid Marie.

Prognosens værdi i praksis vil i de kommende år blive afprøvet ved Blangstedgaard.

SUMMARY

Data are presented for sixteen years observation at the state experiment station Blangstedgaard on the date of petal fall and harvest time of the apple varieties Transparente blanche, Filippa, Cox's Orange, Ingrid Marie and Bramley's Seedling.

Highly significant regressions and correlations are found between the length of elapsed time in days from petal fall to harvest and the temperature accumulated at 50-60 days from petal fall. This relationship accounts for 58 per cent, 78 per cent, 56 per cent, 54 per cent and 73 per cent of all variance in elapsed time from petal fall to harvest of the five varieties respectively. The coefficient of correlation is highest in Filippa (-0.885) and lowest in Ingrid Marie (-0.738).

On account of each years results the method is discussed and is found rather applicable to predict harvest time of Filippa, Bramley, Transparente blanche and partly Cox's Orange but less applicable for Ingrid Marie.

Further investigation are going on at the experiment station Blangstedgaard.

LITTERATUR

- Eggert, F. P.* (1960): The relation between heat unit accumulation and length of time required to mature McIntosh apples in Maine. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.: 76. 98-105.
- Mølls Rasmussen, P.* (1958): Forsøg med opbevaring af æbler efter forskellige plukketidspunkter. 553. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plante-kultur. Tidsskrift for Planteavl 62. 26-46.