

Optimalt plukketidspunkt for Aroma og Elstar

Karl Kaack og Marianne Bertelsen

Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri
Danmarks JordbrugsForskning

Havebrug nr. 172 • Juni 2006

Det er vigtigt, at æbler plukkes på korrekt tidspunkt. Ved høst på optimalt tidspunkt kan æblerne nemlig lagres bedst muligt og bevare en god kvalitet efter lagring, og samtidig er risikoen for lagersygdomme minimeret. Der har i mange år været arbejdet intensivt med at udvikle bedre metoder til at forudsige høsttidspunktet, hvor vejrforhold over frugtens udviklingsstadier til egentlige målinger af kvalitetsparametre har været inddraget uden brugbart resultat.

I projektet "Optimeret høsttidspunkt" var formålet at udvikle en model for optimalt høsttidspunkt for sorterne Aroma og Elstar.

I projektet blev der registreret æblestørrelse/diameter, vægt, modningsforløb, fasthed, opløseligt tørstof (Brix) og stivelsesindeks for æblesorterne Aroma og Elstar gennem 3 år i 2002, 2003 og 2004. Ud fra resultaterne blev der ved statistiske analyser opstillet en model, som forventes at kunne anvendes i erhvervsmæssig frugtavl med henblik på optimale høst- og opbevaringsforhold.

Kvalitetsegenskaber

Streifindekset er baseret på alment anvendelige kvalitetsegenskaber, hvor fasthed opløseligt tørstof og stivelse måles. De kvalitetsegenskaber, som er

registreret hos æblerne, gennemgås kort nedenfor.

Opløseligt tørstof

Opløseligt tørstof (OT) i æbler, (der kan måles ved brug af et refraktometer og angives i vægtprocent (% w/w)), består hovedsageligt af glukose, fruktose, sukrose, sorbitol, æblesyre og i mindre omfang af mineralske salte. Flere undersøgelser har vist, at sød smag er derfor af meget stor betydning for forbrugernes valg af æbler. Måling af opløseligt tørstof er et godt mål for æblernes sødhed og dermed et godt mål for en af æblernes vigtigste smagegenskaber. Indholdet af opløseligt tørstof i æbler er normalt fra 9 til 15 %.

Fasthed

Æblers fasthed udtrykkes ved det maksimale tryk i kg/cm², der bruges for at presse en metalcylinder med en konkav endeflade og en diameter på 11 mm ned i æblet på et sted, hvor skrællen er fjernet. Den væsentligste årsag til at inddrage fasthedsmålinger i bestemmelse af optimalt modningstidspunkt er, at denne egenskab har nøje sammenhæng med æblernes tekstur, som forbrugerne har store forventninger til, når de spiser et æble.

Stivelse

Glukose, der dannes ved fotosyntese i æbletræernes

blade, omdannes til stivelse, som indgår i opbygning af stivelseskorn i kloroplasterne (grønkornene). Herfra sker der efterfølgende transport (i form af monosakkarider) til æblet, hvor stoffet indbygges i æblernes stivelseskorn. Indbygningen af stivelse i æblet tiltager efter en s-formet kurve og når maksimum omkring 110-120 dage efter bestøvning, og kort tid før æblets modning indledes. Æbler indeholder normalt 1,5 til 3,0 g stivelse pr 100 g friskvægt. Indholdet er højest i den yderste del tæt på skrællen og mindst inde ved kernehuset. Frugtens stivelsesindhold nedbrydes igen under modningen. Processen begynder typisk 2-3 uger før dannelsen af ethylen, og dermed også inden aromadannelse og betydelige farveændringer igangsættes. Den gradvise nedbrydning af stivelse resulterer i et øget indhold af opløselige sukkerstoffer, og det er medvirkende til, at indholdet af opløseligt tørstof (brix) stiger under modning og lagring.

Stivelsesindeks

Når udskårne skiver af æbler lægges i en opløsning af jod og kaliumjodid, farves stivelsen blåsort. Derved fremkaldes karakteristiske, sortsspecifikke mønstre af farvet stivelse. Hvis æblet er umodent og derfor indeholder meget stivelse, vil hele skærefladerne blive blå, svarende til en karakter på 1.

Når æblets indhold af stivelse er brugt, sker der ingen blåsort farvning, æblet forbliver hvidt, og i den situation tildeles prøven karakteren 10.

Streifindeks

Det har været naturligt at undersøge, om en kombination af flere kvalitetsindikatorer i et fælles indeks kan modvirke eller måske endog eliminere den naturlige, velkendte og betydelige variation i de enkelte kvalitetsegenskaber. Mest udbredt er det såkaldte Streifindeks (SFI), der kombinerer målinger af fasthed (F), opløseligt tørstof (OT) og stivelsesindeks (SI).

$$SFI = F/(OT)*SI$$

Under æblernes udvikling på træet og under lagring aftager fastheden (F), hvorimod opløseligt tørstof (OT) og stivelsesindekset (SI) begge forøges. Dette betyder, at streifindekset aftager i takt med æblets modning.

Titrerbar syre

Æblers indhold af organiske syrer måles som gram æblesyre pr. 100 g æble. Da æbler også indeholder mineralske salte af organiske syrer som æblesyre og citronsyre, er totalindholdet af syre væsentligt højere, hvis disse salte regnes med i kvantitative angivelser af syreindhold. I hele perioden fra begyndende modning på træet

til udtag efter ULO- eller CA-lagring aftager indholdet af æblesyre, som er omkring 1 g pr. 100 g æble på plukketidspunktet til værdier på omkring 0,4 g/100 g æble. Æblernes indhold af titrerbar syre anvendes ikke ved beregning af Streifindekset, men indholdet af æblesyre bestemt ved titrering af formalede æbler med NaOH er en meget udbredt og anvendt kvalitetsegenskab.

Temperatursum

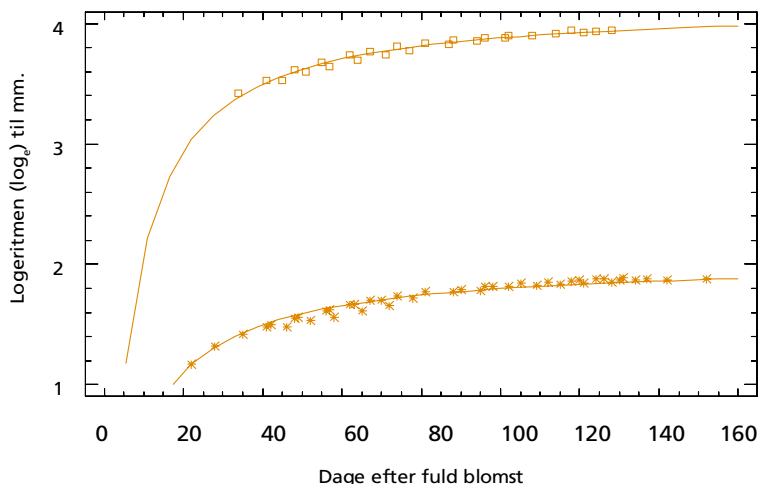
Minimums- og maksimumstemperaturer fra dagen for fuld blomst indtil sidste plukkedag er anvendt til beregning af døgnets gennemsnitstemperatur, der er summeret til omkring 2200 døgngrader Celsius (°C) uden brug af basistemperatur, som ikke var nødvendig i de tre forsøgsår.

Statistiske modeller

Til at beskrive sammenhængen mellem æblers diameter og temperatursummen blev anvendt en Gompertz funktion. Funktionen bygger på forudsætninger om, at mængden af substrater som vand, kuldioxid og plantenæringsstoffer er ubegrænset, at væksthastigheden er proportional med frugt-tørstoffet, og at den specifikke væksthastighed er konstant.

Resultater

Væksthastigheden var meget høj for begge sorter (firkant = Aroma; stjerne = Elstar) i den første del af sæsonen, og den aftog betydeligt i den sidste del af perioden (figur 1). Forklaringen på forløbet af kurverne er, at de fleste celler i æbler dannes umiddelbart efter bestøvningen i blomstringsperioden,



Figur 1. Logaritmen (\log_e) til æblediameteren i relation til antal dage efter fuld blomst hos Aroma (firkanter) og Elstar (stjerner).

hvorefter celler og cellemellemrum fortrinsvis kan fyldes op med henholdsvis vand og luft i den resterende del tilvækstperioden. Kurverne for de to sorter kan beskrives matematisk ud fra æblediameteren og antallet af dage efter fuld blomst til plukning (defb): ↓



Logaritmen (diameteren for Aroma) = eksponent $(0,764 - 13,28/\text{defbAroma})$; $R^2 = 98\%$
 Logaritmen (diameteren for Elstar) = eksponent $(0,709 - 12,20/\text{defbElstar})$; $R^2 = 98\%$.

Sammenhængen mellem æblevægt og temperatursum for Aroma og Elstar er nemmere at bruge til praktiske formål (figur 2), fordi disse kurver er rette linier, der kan skrives på en mere enkel måde, end det er tilfældet for diameteren:

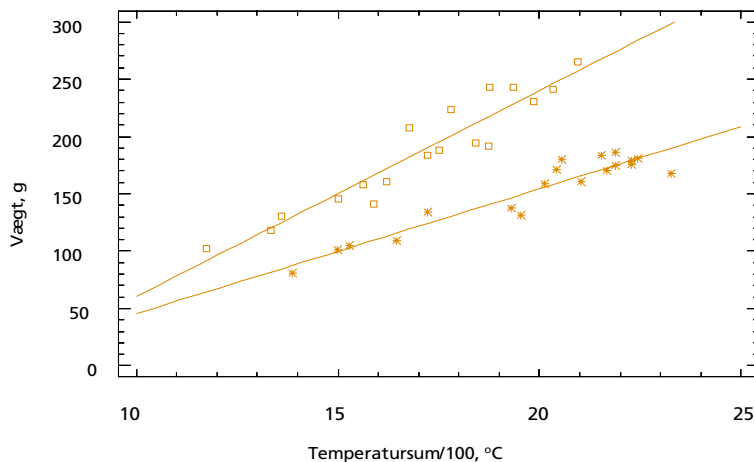
Æblevægt Aroma = $-119,51 + 0,179 \times \text{temperatursum}$; $R^2 = 89\%$

Æblevægt Elstar = $-63,55 + 0,109 \times \text{temperatursum}$; $R^2 = 90\%$

Sammenhængen mellem Streifindeks for høst af Aroma og Elstar og temperatursummen i de tre høstår 2002, 2003 og 2004 er vist i figur 3. Formlerne for disse kurver er:

Streifindeks Aroma = $2,60 - 0,001284 \times \text{temperatursum}$; $R^2 = 90\%$

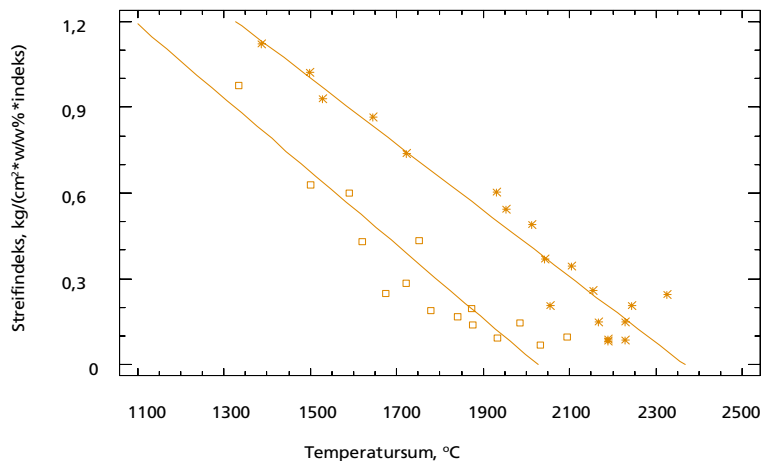
Streifindeks Elstar = $2,74 - 0,001156 \times \text{temperatursum}$; $R^2 = 94\%$



Figur 2. Æblevægt i relation til temperatursum for Aroma (firkanter) og Elstar (stjerner).

Test af model

For at teste modellerne ovenfor blev der i 2005 plukket æbler fra de samme træer, hvorfra der var høstet æbler i 2002 til 2004. Der blev beregnet frugt vægt for otte høstdage ved brug af temperatursum, global indstråling, potential fordampning, nedbør om morgenen og jordtemperaturer. Konklusionen var, at temperatursummen giver det mest sikre resultat. Frugt vægten på plukketidspunkt blev beregnet til 147, som også var den gennemsnitlige vægt ved høst af Aroma fra forsøgstreerne. Ved brug af temperatursum, potentiel fordampning, jordtemperatur i 10 cm jorddybde og



Figur 3. Streifindeks hos Aroma (firkanter) og Elstar (stjerner) i relation til temperatursum.

tiden med våd overflade blev fundet værdier, som er gengivet i tabel 1, som viser konstanter, hældningskoefficienter, procent indeholdt variation, signifikansniveau og standardafvigelse (SE) for tre lokaliteter beregnet ved brug af modeller og data fra forsøgsarealet i Årsløv.

Det blev derfor konkluderet, at den opstillede model på basis af temperatursum må forventes, at være anvendelig for æbler af Aroma og Elstar dyrket på Midt-fyn, Sydvestsjælland og på Fejø ved fremtidige beregninger af det optimale høsttidspunkt ud fra Streifindekset.

Table 1 Test af modeller ved brug af Streifindeks 2002 - 2004

Klimavariation	Lokalitet	"Skæringspunkt (w/w%)"	Hældning (w/w %/ unit)	R ² %	P ^a	SE ^b
Temperatursum (°C)	1	2.71	-0.001151	96.4	***	0.06
Temperatursum (°C)	2	2.33	-0.000994	92.8	***	0.10
Temperatursum (°C)	3	2.76	-0.001169	81.4	***	0.16
Potential fordampning (mm)	1	3.45	-0.0077839	93.0	***	0.09
Potential fordampning (mm)	2	2.89	-0.0066324	92.5	***	0.10
Potential fordampning (mm)	3	3.76	-0.008584	86.6	***	0.14
Jordtemperatur i 10 cm dybde (°C)	1	2.64	-0.001107	94.6	***	0.08
Jordtemperatur i 10 cm dybde (°C)	2	2.23	-0.000943	90.4	***	0.11
Jordtemperatur i 10 cm dybde (°C)	3	2.75	-0.001155	84.3	***	0.15
Våd overflade (min)	1	2.20	0.000036	87.6	***	0.12
Våd overflade (min)	2	1.96	-0.000032	84.7	***	0.14
Våd overflade (min)	3	2.24	-0.000037	77.6	***	0.18

^a * P < 0.05, ** P < 0.01, *** P < 0.001, ns ikke signifikant; SE^b standardafvigelse; ^c Temperatursum = $\sum(\text{maximum temperatur} + \text{minimum temperatur})/2$

Resume

Ny viden om betydningen af klimaparametre for vækst og modenhed hos æbler gør det muligt, at forudsige tidspunktet for plukning af æblesorterne Aroma og Elstar. En model kan opstilles for, hvornår æblerne har tilstrækkelig modenhed (Streifindekset) beregnet ud fra temperatursummen fra datoen for maksimal blomstring for hver sort. Modellen er testet på resultater fra forsøg, der har vist, at modellen gælder for æbler af sorterne Aroma og Elstar dyrket på Midtyn, Sydvestsjælland og Fejø.

Grøn Viden indeholder informationer fra Danmarks JordbrugsForskning.

Grøn Viden udkommer i en mark-, en husdyr- og en havebrugsserie, der alle henvender sig til konsulenter og interesserede jordbrugere.

Abonnement tegnes hos
Danmarks JordbrugsForskning
Forskningscenter Foulum
Postboks 50, 8830 Tjele
Tlf. 89 99 10 28 / www.agrsci.dk

Prisen for 2006:
Markbrugsserien kr. 272,50
Husdyrbrugsserien kr. 225,00
Havebrugsserien kr. 187,50.

Adresseændringer meddeles særskilt til postvæsenet.

Michael Laustsen (ansv. red.)
Jette Ilkjær (red.)

Layout og tryk:
DigiSource Danmark A/S

ISSN 0903-0719 - Havebrug

Forfattere:
Karl Kaack og Marianne Bertelsen

Afdeling for Havebrugsproduktion
Forskningscenter Årslev

Grøn Viden

