

## DA-mätare

En ny icke destruktiv metod för bestämning av fruktens mognadsgrad och lagringspotential

IBRAHIM TAHIR

Fastställandet av fruktens mognad vid skördetidpunkten är en förutsättning för att frukten ska uppnå maximal hållbarhet och att svinnet under lagringen och försäljningen minimeras. I Sverige bestäms mognadsnivån vanligen med olika destruktiva metoder bl.a. Streif index som baseras på en formel med parametrarna löslig torrsbstans, stärkelsenedbrytning och fasthet. Dessa parametrar brukar i sin tur bedömmas på ett godtyckligt urval av frukt. Eftersom de analyserade frukterna sällan representerar hela variationen i mognad inom odlingen eller i lagern, blir de destruktiva och tidskrävande metoderna trubbiga och kan resultera i betydande bortfall av frukt under lagringen. För att ersätta dessa metoder med mer noggranna och snabbare metoder har vi testat möjligheten att bestämma skördetidpunkten, lagringspotentialen och försäljningsperioden för tre äppelsorter (Discovery, Aroma och Ingrid Marie) och en päronsort (Clara Frijs), med hjälp av den icke destruktiva metoden, DA-mätare.

DA-mätaren (D för difference och A för absorbance) är en bärbar spektrometer som mäter klorofyllets nedbrytning under skalet. Mätaren bedömer skillnaden i absorbens mellan två våglängder (670 och 720 nm) som ligger nära absorbensstoppen för klorofyll a. DA-indexet (IAD-värdet) visar att skillnaden minskar successivt under fruktmognaden och uppnår ett minimum värde när frukten är helt mogen. Varje fruktslag och sort har ett specifikt IAD-värde vid olika mognadsfaser. Dessa värden påverkas inte av olika åtgärder i fält eller efter skörd. Detta är en stor fördel jämfört med andra icke destruktiva tekniker som kräver åtminstone årlig omkalibrering.

### Bestämning av fruktmognadsgraden med hjälp av destruktiva mognadsindex

Äppellagringspotentialen är starkt kopplad till mognadsgraden vid skörd (Genard and Gouble, 2005). När fruktutväxten p.g.a. cell-delning och cellförstoring upphör, börjar frukten mogna. Mogenheten sker i två olika faser; trädsmognad och ättningsmognad. Under trädsmog-



Bild 1. DA-mätare kan användas i fält för att fastställa den optimala skördetidpunkten, i packeriet för en noggrann sortering efter mognadsgrad, och under kyl- respektive ULO-lagring för att bestämma fruktens lagringspotential.

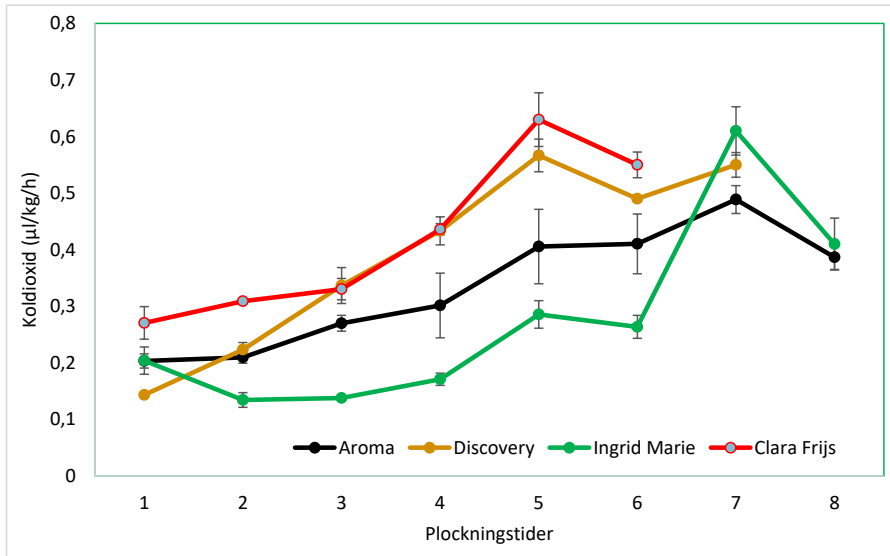
nadsfasen sker en kvalitetsutveckling medan fruktandningen visar en mycket låg nivå. Denna fas, som kallas preklimatekteriet, pågår under en relativt kort tid innan ättningsfasen inleds av en plötslig och snabbt ökad andning. Frukten når klimakterietoppen och mognar därmed helt (Sass, 1999). Flera studier har visat att äpple och päron som plockas i preklimatekteriefasen (innan koldioxidproduktionen ökar) har störst lagringspotential (de Castro et al., 2007; Bulens et al., 2010). I denna studie mättes andningsnivån under skördeperioden för alla undersökta sorter. Resultaten visade att koldioxidproduktionen ökade under andra halvan av plockningsperioden och nådde toppen i slutet av perioden innan det började minska (Figur 1). Således är andningsnivå ett noggrant mognadsindex (Sass, 1993). Mognadsnivån kan också bestämmas enligt kvalitetsutvecklingen. När frukten mognar minskar fastheten och stärkelseinnehållet medan den lösliga torrsbstansen ökar. Dessa förändringar kan avläsas i olika praktiska och destruktiva parametrar bl.a. mjukhet, smakförbättring och

stärkelsenedbrytning (Delong et al., 2009).

Bland de destruktiva mognadsindex, som man kan välja till någon äppel- respektive päronsort, är de som visar stark eller mycket stark korrelation med etylen- eller koldioxidproduktion. Hos de fyra undersökta sorterna visade andningsnivån en stark eller mycket stark positiv korrelation med stärkelsenedbrytningen medan Streif indexet och fastheten var starkt korrelerade med andningsnivån (Tabell 1). Detta innebär att dessa tre index kan användas för att bestämma den optimala skördetidpunkten till de sorterna. Trots att löslig torrsbstans korrelerade signifikant med andningsnivån hos alla sorter utom 'Ingrid Marie', var korrelationerna svaga (Tabell 1).

### Bestämning av mognadsgraden med hjälp av icke destruktivt mognadsindex

För alla fyra undersökta sorterna visade IAD värdet en mycket stark negativ korrelation med mognadsnivåerna (skördetidpunkter) (Tabell 2). Den negativa korrelationen innebär



Figur 1. Andningsnivå hos undersökta sorter vid plockningstillfällena, 2016.

Tabell 1. Korrelationen mellan olika destruktiva mognadsindex och andningsnivån, 2016.

Sort	Faktor	Fasthet	SSC	SNB	Streif index
'Discovery'	r	-0,851	0,604	0,920	-0,782
	R <sup>2</sup>	72,5	36,5	84,7	61,2
	P	0,000	0,004	0,000	0,000
'Aroma'	r	-0,605	0,805	0,757	-0,758
	R <sup>2</sup>	63,3	65,0	57,3	57,3
	P	0,000	0,000	0,000	0,000
'Ingrid Marie'	r	-0,618	0,063	0,84	-0,450
	R <sup>2</sup>	38,0	0,4	71,1	21,0
	P	0,001	ns	0,000	0,025
'Clara Frijs'	r	-0,862	0,559	0,88	-0,871
	R <sup>2</sup>	74,3	31,2	78,0	76,0
	P	0,000	0,016	0,000	0,000

SSC: löslig torrsubstans, SNB: stärkelsebrytning, Streif index=(fasthet/(SSC\*SNB))

Tabell 2. Korrelationer mellan klorofyllnedbrytning (IAD) och skördetidpunkt, andningsnivå, stärkelsebrytning och Streif index hos tre äpple- och en päronsört 2016.

Sort	Faktor	Korrelationen mellan klorofyllnedbrytning (IAD) och			
		Skördetidpunkt	Andningsnivå	Stärkelsebrytning	Streif index
Discovery	r	0,98	-0,87	-0,93	0,86
	R <sup>2</sup>	0,000	0,000	0,000	0,000
	P	96%	76%	88%	74%
Aroma	r	0,90	-0,77	-0,86	0,88
	R <sup>2</sup>	0,000	0,000	0,000	0,000
	P	80%	57%	73%	77%
Ingrid Marie	r	0,97	-0,84	-0,94	0,81
	R <sup>2</sup>	0,000	0,000	0,000	0,000
	P	94%	70%	88%	65%
Clara Frijs	r	0,97	-0,92	-0,93	0,93
	R <sup>2</sup>	0,000	0,000	0,000	0,000
	P	93%	84%	87%	95%

att det sker en tydlig minskning av klorofyllinnehållet under skalet med fruktmogenheten.

Andningsnivån visade en mycket stark negativ korrelation med IAD hos Discovery, Ingrid Marie och Clara Frijs och en stark negativ korrelation hos Aroma (Tabell 2). Detta innebär att frukt med låg andningsnivå, som var minst mogna, hade ett högt IAD-värde. IAD värdet minskade successivt under fruktutvecklingen, när andningsnivån ökade, och uppnådde ett minimum värde när frukten var helt mogen. Denna korrelation bekräftar att IAD värdet kan användas som mognadsindex.

### Kan destruktiva mognadsindex ersättas med DA-mätaren

En jämförelse mellan destruktiva metoder och DA-mätare visade att det finns en tydlig korrelation mellan IAD och samtliga destruktiva mognadsindex. Fasthet och Streif index visade mycket stark positiv korrelation medan stärkelsebrytningen visade mycket stark negativ korrelation med IAD värdet (Tabell 2). Även löslig torrsubstans korrelerade negativt med IAD hos Discovery och Aroma (Tabell 2). Resultaten indikerade att det uppstår en tydlig minskning i fruktfastheten och en tydlig ökning i stärkelsebrytningen med lägre IAD (Tabell 2). Enligt dessa resultat får de destruktiva indexen ersättas med DA-meter för bestämning av den optimala skördetidpunkten för alla fyra undersökta sorter.

### Specifika IAD värden

För att bestämma IAD värdena för de undersökta sorterna, lagrades frukterna med olika IAD värden i 10-16 veckor. IAD-värdet vid skörd visade en negativ korrelation med förekomsten av fysiologiska sjukdomar, svampangrepp och den totala förlusten efter lagring hos alla undersökta sorter (Figur 2).

'Discovery' äpplen som plockades med ett IAD värde på 0,9-1,1 hade bäst fasthet och smak, samt lägst förluster jämfört med äpplen som plockades senare och hade mindre IAD värde. Resultaten för "Aroma" visade att sorten skulle ha plockats när IAD värdet var 1,5 - 1,9 för att nå bättre kvalitet och lägst förluster under lagring. 'Ingrid Marie' som hade IAD värde på 1,4 - 1,7 vid skörd visade bäst fasthet, sockerhalt och smak samt lägst förluster under lagring jämfört med tidigare eller senare skörd. Det specifika IAD värde som orsakade bäst lagringsduglighet hos 'Clara Frijs', d.v.s. bäst kvalitet och låga lagringsförluster, var 1,8 - 2,0.

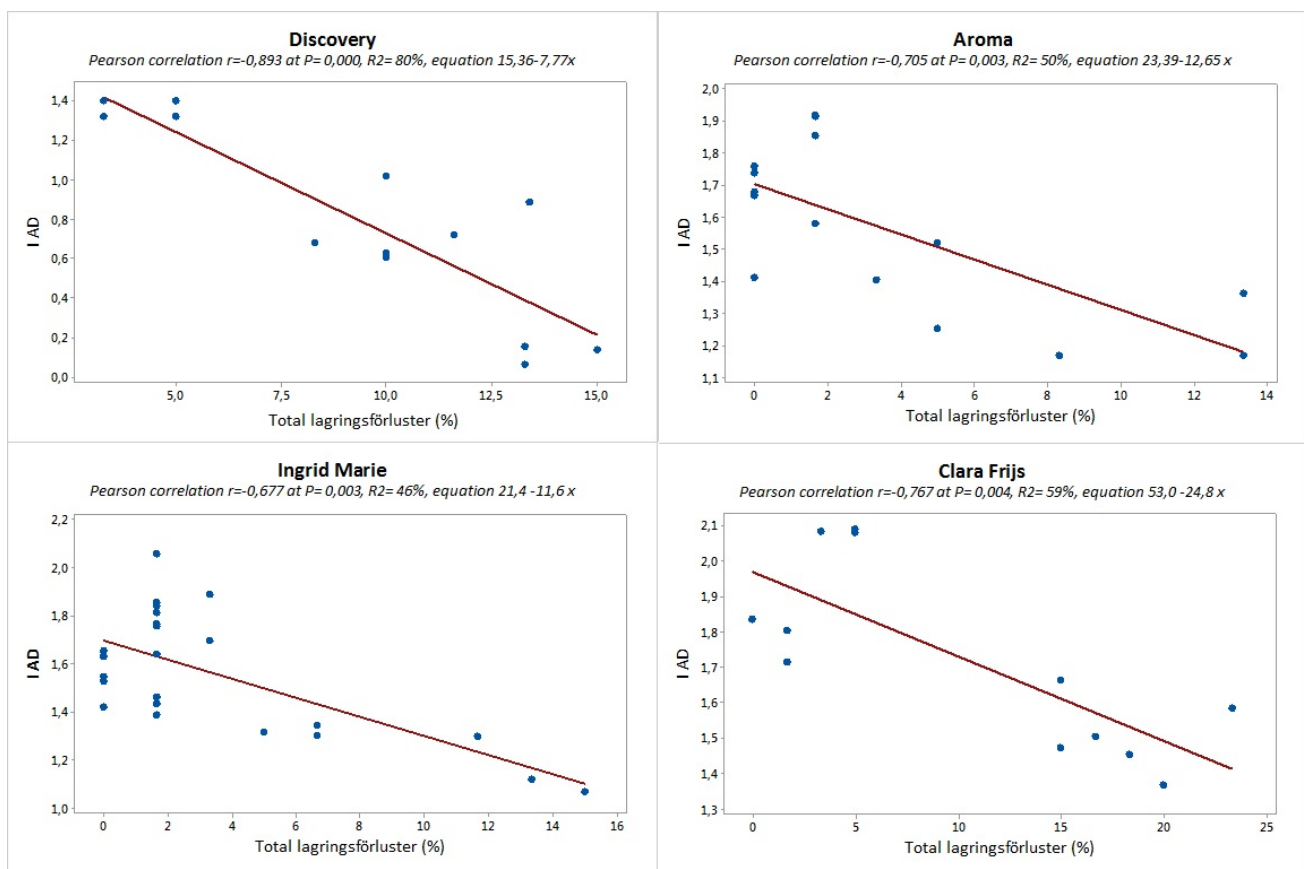
Tabell 3. Bestämningen av lagringspotential med hjälp av DA meter.

Sort	IAD vid skörd	IAD efter lagring	Total förluster (%)	Smak (0-5)
'Discovery'	1,1-1,4	0,89	3,9 b	3,5 a
		< 0,50	5,5 b	2,8 b
	0,9 -1,0	0,89	4,3 b	4,0 a
'Aroma'	1,8 - 1,9	< 0,50	8,3 a	2,5 b
		1,1-1,35	0,0 b	4,0 a
		0,8-1,1	0,0 b	3,6 b
	1,6 - 1,7	< 0,80	3,3 b	3,0 c
		1,1-1,35	0,0 b	3,9 a
		0,8-1,1	3,3 b	4,0 a
'Ingrid Marie'	1,6 - 1,7	< 0,80	8,3 a	2,8 c
		0,9 - 1,0	0,0 c	4,2 a
		< 0,9	1,7 c	4,0 a
	1,5 - 1,6	0,9 - 1,0	0,0 c	3,8 a
		< 0,9	5,0 bc	3,8 a
	1,4 - 1,5	0,9 - 1,0	6,7 b	3,8 a
< 0,9		13,3 a	2,8 b	
'Clara Frijs'	1,9 - 2,0	1,0	4,4 b	3,5 b
		0,8	1,1 b	4,5 a
		<0,5	16,1 a	2,5 c
	1,8 - 1,9	1,0	3,8 b	4,0 ab
		0,8	4,6 b	3,9 ab
		<0,5	20,0 a	2,0 c

### Fruktlagringspotential

Med lagringspotential menas den lagringsperiod där frukten kan behålla dess optimala kvalitet, utan förekomsten av fysiologiska och patologiska lagringsförluster. Denna period kan bestämmas enligt tidigare studier med hjälp av DA-meter (Ziosi et al., 2008). För att avgöra lagringspotentialen för de fyra undersökta sorterna, avslutades lagringen vid olika IAD värden.

Resultatet visade att "Discovery" äpplen behövde lagras fram till att IAD värdet blev 0,6-0,9. Lägre värde orsakade en snabb kvalitetsförsämring och ökade förlusterna (Tabell 3). 'Aroma' skulle lagras fram till att IAD värdet blev 1,0-1,3. I annat fall uppstod en snabb kvalitetsförsämring samt högre förluster (Tabell 3). 'Ingrid Marie' fick lagras fram till att IAD värdet blev 0,8-1,0. En förlängning av lagringsperioden (då IAD värdet understeg 0,8) orsakade en snabb försämring i lagringsdugligheten (Tabell 3). För att nå bästa lagringspotential för päron skulle lagringen av 'Clara Frijs' avslutas när IAD värdet var 0,9-1,2. Att avsluta lagringen senare (när IAD värde understeg 0,8) hade en mycket negativ effekt på päronkvaliteten (Tabell 3).



Figur 2. Korrelationen mellan totala förluster efter lagring och IAD värde, 2016.



Bild 2. *Amorosa* (olika skördetidpunkter).

### Tack!

Speciellt tack till Tillväxt Trädgård för finansieringen av detta projekt, till Jan Flemming Jensen, odlingschef, Kiviks Musteri AB och till Dr. Eivind Vangdal, forskare, NIBIO, Norge för samarbete.

### Litteratur

Bulens, I., Van de Poel, B., Hertog, M., Geeraerd, A. and Nicolai, B. 2010. Modeling of ethylene biosynthesis during ripening and CA storage of 'Jonagold' apples. *Acta Hort.* 876:85–90.

de Castro, E., Biasi, W. and Mitcham, E. 2007. Quality of Pink Lady apples in relation to maturity at harvest, prestorage treatments, and controlled atmosphere during storage. *HortScience* 42:605–610.

Delong, J.M., Prange, R.K., Schotsmans, W.C., Nichols, D.S. and Harrison, P.A. 2009. Determination of the optimal pre-storage delayed cooling regime to control disorders and maintain quality in 'Honeycrisp' apples. *J. Hort. Sci. Biotechnol.* 84:410–414.

Génard, M. and Gouble, B. 2005. ETHY. A theory of fruit climacteric ethylene emission. *Plant Physiol.* 139: 531–545.

Sass, P. 1993. Fruit storage. Arpad Aranyosy (Ed), *Mezogazda Kiado*, Budapest, Hungary, 41 – 53.

Streif, J. 1996. Optimum harvest date for different apple cultivars in the 'Bodensee' area. In: de Jager A., Johnson, D., Hohn, E. (Eds). *The postharvest treatment of fruit and vegetables: Determination and prediction of optimum harvest date of apple and pears.* COST 94, Brussels, Belgium, pp 15 – 20.

Ziosi, V., Noferini, M., Fiori, G., Tadiello, A., Trainotti, L., Casadoro, G. and Costa, G. 2008. A new index based on VIS spectroscopy to characterise the progression of ripening in peach fruit. *Postharvest Biology and Technology* 49:319–329.



Författare Ibrahim Tahir  
(PhD. Docent)  
Institutionen för växtförädling  
Sveriges Lantbruksuniversitet  
P.O. Box 101, SE-230 53 Alnarp  
[ibrahim.tahir@slu.se](mailto:ibrahim.tahir@slu.se)

### Faktaruta

- Faktabladet är utarbetat inom LTV-fakultetens institution för växtförädling.
- Faktabladet är finansierat av Tillväxt Trädgård
- Projektansvarig: Ibrahim Tahir
- Författare: Ibrahim Tahir
- På webbadressen <http://epsilon.slu.se> kan detta faktablad hämtas elektroniskt

### Tillväxt Trädgård

Tillväxt Trädgård är ett samarbete mellan akademi och näringsliv med syfte att skapa tillväxt och hållbar utveckling i trädgårdsnäringslivet. Större parter är SLU, LRF Trädgård, flera Hushållningssällskap samt RISE.

Andra parter är Cascada, Lovang Lantbrukskonsult, ProGro och Växa Sverige. Samarbetet finansieras även av Europeiska jordbruksfonden för landsbygdsutveckling. [www.tillvaxttradgard.se](http://www.tillvaxttradgard.se)

