

# Långtidslagring av plommon (*Prunus domestica*) i ULO-lager fördubblar efterfrågan på svenskodlade plommon

## 1. Bakgrund

Plommon (*Prunus domestica*) är en mycket nyttig frukt och har uppmärksammats framförallt för innehållet av fiber och antioxidanter (Kim et al. 2003). Den svenska produktionen av plommon uppgår till 495 ton fördelat på 170 ha (SJV 2003). Anledningen till denna blygsamma produktion är bl. a kort skörde- och försäljningsperiod (juli-september), dålig kännedom om svenskodlade sorters mognadsförlopp, lagringsduglighet och givetvis en stark konkurrens från importerad frukt. Det finns stora möjligheter till att öka den svenska plommonodlingen och samtidigt stärka den inhemska produktionens konkurrenskraft.

Många plommonsorтер har en relativt kort period under vilken konsumtionskvaliteten är som bäst. Omogen och för tidigt plockad frukt är dåligt färgad, har ojämn inre mognad och fadd smak samt hög inre nedbrytning. För sent plockad frukt blir däremot omgående mjuk och geléartad och lätt angripen av olika patogener. Skördetidpunkten har därför stor betydelse för den slutliga kvaliteten liksom möjligheten till långtidslagring (Peirs, et al. 2000, Rato, et al. 2005). Förändringarna i mognadsprocessen kan avläsas i olika parametrar som används för att bestämma optimal skördetidpunkt för inlagring i ULO-lager (Crisosto, et al. 2004). De svenska plommonsorterna är inte undersökta avseende mognadsförloppet. Det har heller inte gjorts några systematiska studier över optimala skördetidpunkter för de olika sorterna.

CA eller ULO-lagring, där syrehalten reduceras och koldioxidhalten ökas, är den mest effektiva lagringsmetoden. Förutom att plommonen kan lagras under mycket lång tid minskas också risken för inre skador orsakade av låg temperatur (Taylor 1996). Kemiska behandlingar vid skörd är inte önskvärdt på grund av skadliga effekter på miljö och konsumenthälsa. Därför måste det utvecklas alternativa effektiva metoder, som kan minska svampangrepp på plommon under lagring. En sådan metod är uppvärmning efter skörd, vilket kan fördröja fruktmognad, bevara fruktkvaliteten, förhindra svampangrepp (Laurie 1998) och minska stötskador (Serrano et al. 2004).

## 2. Projekt mål:

- Att undersöka mognadsprocessen hos olika sorter och bestämma den optimala skördetidpunkten med hjälp av en mer korrekt mognadsindex.
- Att utveckla fruktkvalitet vid skörd och under kort försäljningsperiod samt att förlänga lagringsperiod för plommon med hjälp av lagring i optimala CA- eller ULO- betingelser.
- Att förbättra innehållet av antioxidanter hos lagrade plommon.

## 3. Material och metoder

**3.1. Sorter:** Under säsongerna 2006, 2007, 2008, skördades plommon från kommersiella odlingar i Kivik. Sju sorters plommon (Anita, Emil, Jubileum, Opal, Vallor, Viktoria och Vision) plockades från tre träd av varje sort. Fyra andra sorter (Violeta, Monark, IVE och B 0403) undersöktes också under 2006 och 2007. Resultat från denna del finns redovisade i rapporter från 2006 och 2007.

**3.2. Mognadsprocessen:** Mognadsprocessen för varje sort undersöktes enligt följande analyser:

- **Eten produktion:** Nio frukter/sort plockades tidigt på morgonen och transporterades i kylväska (5°C) till Alnarp där varje frukt omplacerades i en 0,5 L glasburk (9 burkar per sort). Burkarna lufttättslutades med gummipropp under 2 timmar vid 20°C. För att mäta etylenkvantiteten sögs det upp 1 ml från burkens innehåll med hjälp av en gas spruta och tömdes i en GC (gaskromatografi, 6850 Agilent, USA).
- **Fruktvikt:** 50 frukter/sort plockas och mättes varje dag under skördeperioden (två veckor).
- **Fruktkvalitet:** Vid varje skördetid, dels direkt efter lagring samt 5 dagar därefter under 10°C, undersöktes fruktkvaliteten genom att genomföra analyser på 20 frukter:

- Fruktfärgen (hue vinkel ( $h^\circ$ )) mättes med hjälp av en färgmätare (Minolta CR-200), där gul ger  $h^\circ=90$ , grön  $h^\circ=180$ , blå  $h^\circ=270$  och röd  $h^\circ=0$ . L-mängden visar färgbelysning.
- Sockerinnehållet (Torrs substans %, TS) mättes med hjälp av en refraktometer.
- Syrainnehållet (TA %) mättes genom titrering med NaOH (0,5 N).
- Fastheten (N) mättes med hjälp av en penetrometer.
- Fenol-, askorbinsyra och karotenoidinnehållet mättes med hjälp av en HPLC.
- **Kvalitetsbedömning:** En smakpanel bestående av fem erfarna provsmakare testade samtliga plommonsorтер dels när de befann sig i olika mognadsstadium, samt efter lagring i varje lagringsmetod. Bedömningen utfördes efter 5 dagar under  $10^\circ\text{C}$ .
- **Lagringsförlust:** För att kunna bedöma vikt förlusten under lagringen, vägdes frukten både innan och efter lagring, andelen rutten frukt registrerades procentuellt.

**3.3. Lagring:** Frukt plockades (900 frukter/tid) vid fyra olika tider:

- När man började kunna mäta etenproduktionen, då var frukttäckfärgen mindre än 40%, fastheten hård och sockerhalten låg.
- Tre dagar därefter, när täckfärgen var mellan 40-50%, fastheten nästan hård och sockerhalten nästa låg.
- Sex dagar därefter, när täckfärgen var 70 %, fastheten nästan mjuk och sockerhalten lagom.
- När etenproduktionen visade en snabb ökning.

Plockad frukt kylades ner och transporterades till Balsgård, där det lagrades i kyl-, kontrollatmosfär- (CA), och ULO-lagring, enligt tabellen nedan:

<u>Kyllagring</u>	<u>ULO-lagring 0,5-1,0 ° C</u>	<u>Kontroll atmosfär 0,5-1,0 ° C</u>
0,5 ° C	1% O <sub>2</sub> + 1% CO <sub>2</sub>	2% O <sub>2</sub> + 1% CO <sub>2</sub>
1,0 ° C	1% O <sub>2</sub> + 2,5% CO <sub>2</sub>	2% O <sub>2</sub> + 2,5% CO <sub>2</sub>
2,0 ° C	1% O <sub>2</sub> + 3,5% CO <sub>2</sub>	2% O <sub>2</sub> + 3,5% CO <sub>2</sub>
	1% O <sub>2</sub> + 5% CO <sub>2</sub>	2% O <sub>2</sub> + 5% CO <sub>2</sub>
		2% O <sub>2</sub> + 10% CO <sub>2</sub>
		2% O <sub>2</sub> + 12,5 % CO <sub>2</sub>
		3% O <sub>2</sub> + 2,5% CO <sub>2</sub>
		3% O <sub>2</sub> + 5% CO <sub>2</sub>
		3% O <sub>2</sub> + 10 % CO <sub>2</sub>

Ytterligare sex grupper (150 frukter/grupp) plockades. Tre av dessa värmdes upp i varm luft ( $40^\circ\text{C}$ ) under 3 timmar medan de resterande tre sattes i plastlådor och doppades i  $50^\circ\text{C}$  varmvatten under två minuter. Alla behandlade frukter lagrades i kyllagring med  $0,5^\circ\text{C}$  och 95% RH. Efter lagring kontrollerade man frukt kvaliteten och förekomsten av svampangrepp.

**3.4. Statistik:** Analyser av variationen (GLM) beräknades med hjälp av SAS (Microsoft Inc., USA, 1999). GLM analysen utfördes genom att undersöka skillnaderna mellan medelvärdena, med hjälp av LSD-test vid  $P<0,05$ . Regressionsanalys och Pearsonkorrelation genomfördes med hjälp av SAS för att utvärdera förhållandet mellan ändringarna i kvalitetsparametrarna.

#### 4. Resultat och diskussion:

**4.1. Mognadsprocessen hos sorterna:** Etenproduktionsmönstret definierades för varje plommonsorтер (Fig. 1). Alla sorter, förutom Emil, hade ett eget klimakteriumpunkt. I slutet av skördeperioden visade dock även Emil en ökning i etenproduktionen (Fig.1). De plommonsorтер som har studerats kan delas in i tre klasser enligt etenproduktionen vid mognadsfasen; mycket låg (Jubileum), låg (Anita och Vision), och ganska hög (Opal, Emil, Vallor och Viktoria) (Tabell 1). Information om etenproduktionsnivå är mycket viktig för bestämning av optimal skördetidspunkt och även för efterskörd behandling av frukt, detta för att kunna undvika att lagra sorter med låg etenproduktion tillsammans med sorter som producerar eten på hög nivå.

**4.2. Kvalitetsutvecklingen under skördeperioden:** under skördeperioden (ca 14 dagar) hade Anita, Jubileum och Vallor sorterna en regelbunden viktökning. Emil och Viktorias frukt vikt

**Tabell 1. Klassificering av plommonsorterna enligt etenproduktion (medeltal 2006-2008).**

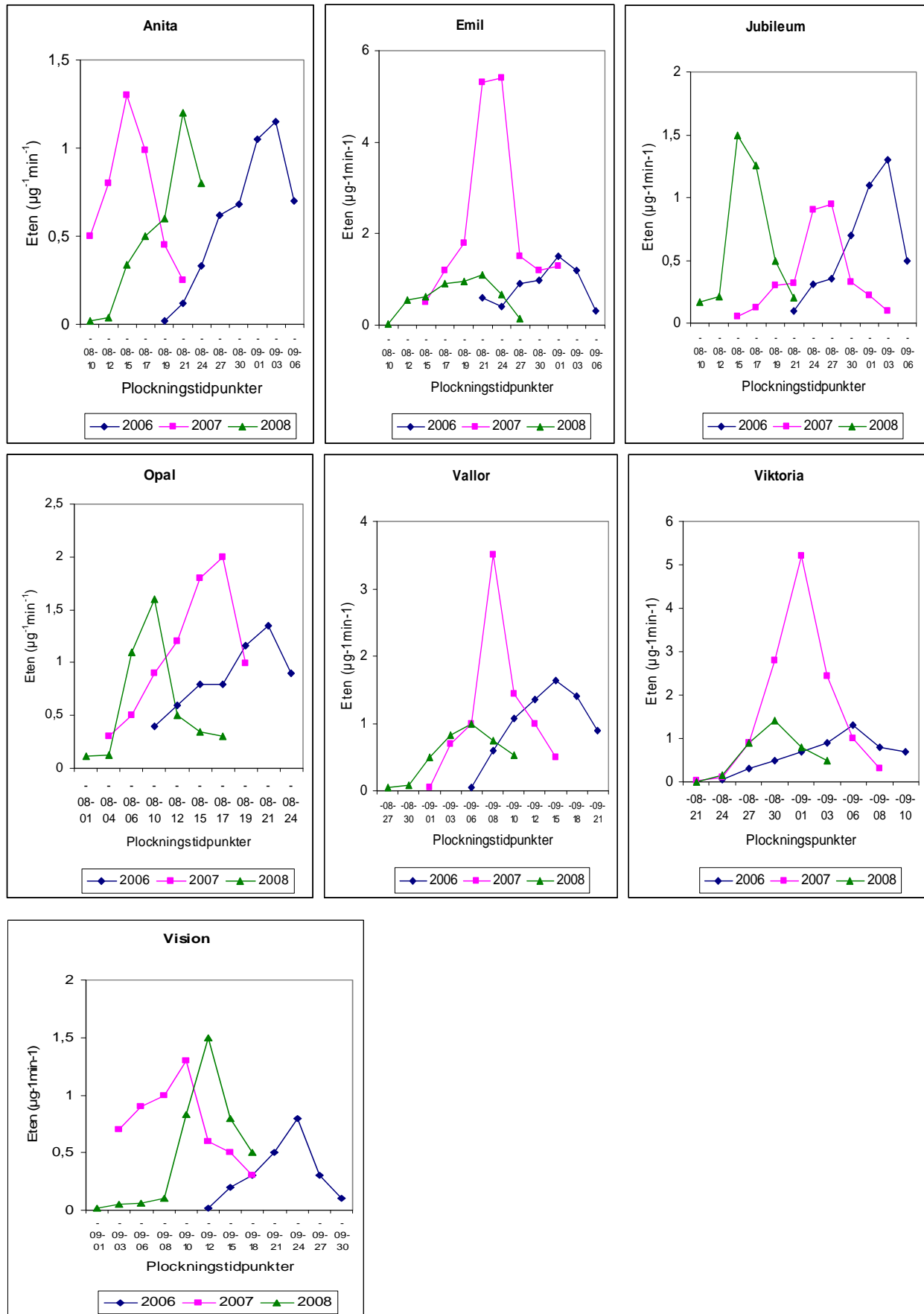
Klass	Sort	Etenproduktion ( $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ )		
		Minimum vid skörd	Maximum vid skörd	Medeltal vid skörd
Mycket låg	Jubileum	0,05	1,0	0,6
Låg	Anita	0,05	1,3	1,6
	Vision	0,03	1,2	1,7
Ganska hög	Emil	0,4	5,8	11,1
	Opal	0,16	2,6	5,4
	Vallor	0,05	3,0	4,3
	Viktoria	0,03	2,8	5,2

**Tabell 2. Plommonkvalitetsparametrar vid skörd (medeltal 2006-2008).**

Sort	Kontr oll tid	Fruktvikt (g)	Fruktfärg ( $h^\circ$ mängd)	Fasthet (N)	SSC (%)	TA (%)	SSC/TA	Kvalitet bedömnin g
Anita	I	54,2 a	26 a	28,0 d	11,9 a	1,2 c	9,9 a	2,0 a
	II	59,4 b	24 a	23,0 c	13,2 b	1,0 b	13,2 b	3,6 b
	III	64,7 c	22 a	19,0 b	13,7 b	0,7 a	19,6 c	3,5 b
	IV	67,5 c	19 a	14,0 a	14,1 b	0,6 a	23,5 d	2,5 a
Emil	I	46,4 a	76 b	21,0 c	12,0 a	0,5 b	24,0 a	3,8 ab
	II	53,0 b	63 b	16,0 b	13,3 b	0,5 b	26,6 a	4,3 b
	III	56,3 b	45 a	10,0 a	14,6 c	0,4 a	36,5 b	3,3 a
	IV	58,2 b	32 a	8,0 a	14,8 c	0,4 a	37,0 b	3,5 ab
Jubileum	I	66,7 a	104 d	36,0 c	12,5 a	1,80 b	6,9 a	2,9 a
	II	70,1 b	71 c	29,0 b	12,8 a	1,78 b	7,2 a	3,0 a
	III	69,9 b	44 b	23,0 b	14,3 b	1,68 a	8,5 b	3,5 a
	IV	73,5 c	25 a	14,5 a	14,4 b	1,60 a	9,0 b	4,3 b
Opal	I	18,7 a	108 d	16,2 c	12,2 a	1,56 b	7,8 a	3,0 b
	II	18,0 a	84 c	12,3 b	12,5 a	1,56 b	8,0 a	3,5 b
	III	20,2 a	51 b	8,6 b	12,3 a	1,24 a	9,9 b	1,8 a
	IV	23,7 b	10 a	6,8 a	13,8 b	1,00 a	13,8 c	1,0 a
Vallor	I	37,3 a	82 d	38,6 b	12,5 a	2,29 b	5,5 a	2,7 a
	II	43,7 b	63 c	28,5 b	13,3 b	2,08 a	6,4 b	4,0 b
	III	52,1 c	21 b	13,6 a	16,0 c	2,14 a	7,5 c	4,3 b
	IV	59,7 d	2 a	10,4 a	18,1 d	2,17 a	8,3 d	4,0 b
Viktoria	I	34,3 a	107 d	23,1 c	12,9 a	1,61 b	8,0 a	2,9 a
	II	38,0 b	74 c	18,2 b	13,3 a	1,63 b	8,2 a	4,0 b
	III	39,8 b	29 b	16,1 b	14,4 b	1,05 a	13,7 b	4,5 b
	IV	42,4 b	10 a	8,6 a	14,7 b	1,09 a	13,5 b	3,0 a
Vision	I	49,3 a	37 c	45,6 c	11,6 a	1,78 b	6,5 a	1,7 a
	II	50,4 a	10 b	36,5 b	12,7 b	1,70 b	7,5 b	4,2 b
	III	51,9 a	14 b	22,0 a	13,9 c	1,63 ab	8,5 c	3,7 b
	IV	57,8 b	0,3 a	16,8 a	16,2 d	1,53 a	10,6 d	3,0 b

visade på en ökning i början av perioden, med 25% respektive 15%, medan de därefter gav osignifikanta värden. Opal och Vision sorterna visade på obetydande förändringar ända fram tills sista skörd datumet då frukten hade nått sin slutgiltiga storlek (Tabell 2). Skalfärgen utvecklades hos alla sorter under skördeperioden. Jubileum, Vallor och Vision fick en regelbunden utveckling under hela perioden medan Emil, Opal och Viktorias skalfärg utvecklades enbart under periodens andra halva. Alla sorter, förutom Anita, hade låga hue vinkel värden ( $h^\circ$ ) (bättre färg) under den sista skördetiden (Tabell 2). Under första halvan av skördeperioden minskade fastheten betydligt med 20-25%, därefter uppstod en minskning med 25-50% (förutom Vallor) (Tabell 2). Sockerhalten (Torrsustans TS) ökade regelbundet under skördeperioden hos Emil, Vallor och Vision, medan det, under andra halvan av perioden, visade en signifikant ökning hos Jubileum,

**Fig. 1. Etenproduktions mönster hos olika plommonsorter under mognadsperiod.**



Viktoria och Opal. Ingen större förändring uppstod hos Anita (Tabell 2). Hos alla sorter minskade syrahalten (TA) under skördeperiodens andra halva. Tidigare plockade frukter innehöll en mindre socker/syra (TS/TA) kvot, som stadigt ökade under perioden (Tabell 2). En kvalitetsbedömning visade att frukter från sorterna Emil och Opal måste plockas i början av skördeperioden för att kunna få en högre konsumenters acceptans, sorterna Anita, Vallor, Viktoria och Vision, måste plockas i mitten av perioden medan Jubileum sorten måste plockas så sent som möjligt dock innan klimakteriumpunkten (Tabell 2) för att nå liknande kvalitetsgrad. Koncentrationen av torrs substans (TS) och syrainnehåll (TA) kan fastställa konsumenternas acceptans (Rato, et al., 2004), förhållandet TS:TA hade en större effekt på kvaliteten än syra- eller sockerhalten var för sig. TS:TA förhållandet är korrelerade med plommons smak intensitet (Crisosto, et al., 2007). Våra resultat visade dock att en kraftig minskning i fruktens fasthet kan minska konsumentens acceptans även om förhållandet TS:TA är ganska bra (Tabell 2).

**4.3. Bestämning av optimal skördetidpunkt:** Eftersom etenproduktionen är den mest noggranna mognadsindexen hos klimakteriumfrukt (Sass, 1993), bedömde vi verkningsgraden hos andra mer praktiska mognadsindex beroende på ändringar i den interna etenkoncentrationen (IEC).

Perioden mellan fullständig blomning och skörd kan inte används som mognadsindex eftersom varje sort behöver olika perioder under olika säsonger för att nå klimakteriumpunkten. Emil, Vallor, Viktoria och Vision plommon nådde klimakteriumpunkten på samma tider under 2007 och 2008, medan denna punkt nåddes 7-10 dagar senare under 2006. Anita, Jubileum och Opal nådde klimakteriumpunkten tidigt under 2008, sent under 2007 och ännu senare under 2006 (Fig.1). Ökningen i IEC visade ett starkt samband med ändringar i fruktvikten hos Anita, Jubileum och Opal och ett svagt samband hos Vallor, Viktoria och Vision, inget samband hittades hos Emil. Sambandet mellan ökning i IEC och minskning i fastheten var starkt hos Anita, Vallor, Viktoria och Vision och svagt hos de andra tre sorterna. Sockerhalten ökade tydligt i samband med en ökning av IEC hos Anita, Opal, Viktoria och Vision, syrainnehållet hos Anita minskade däremot tydligt med ökningen av IEC. Där fanns inget samband mellan ändringen i etenproduktionen och ändringen i TS hos Jubileum och i TA hos Jubileum och Vallor. Skallfärgsändringar hos Jubileum, Opal, Vallor och Vision visade ett starkt samband med ökningen av IEC medan korrelationen var svag hos Viktoria och inget samband alls hittades hos Anita och Emil (Tabell 3.). Baserat på dessa korrelationer, bör Anita och Jubileum plockas enligt ändringar i fruktvikt och fasthet; Vallor, Vision och Viktoria enligt fasthet och skallfärg; och Opal enligt fruktvikt, TS och skallfärg. Det var svårt att hitta rätt mer praktisk mognadsindex för Emil, sorten plockades dock enligt TS/TA relationen. Noggrannheten av vårt val undersöktes med hjälp av en bedömning av fruktens lagringsduglighet.

**4.4. Sorternas lagringsduglighet:** Plockningstidpunkten hade en signifikant effekt på viktförlusten vid lagring och under försäljning (shelf life) hos sorterna Anita och Jubileum. Ingen signifikant effekt hittades hos Opal, Vallor och Viktoria, även sorterna Emil och Vision visade en osäker relation mellan viktförlusten och plockningstidpunkten (Tabell 4). Den procentuella andelen rutten frukt (svampangrepp, koldioxid skador, nedkylnings skador) påverkades starkt av plockningstidpunkten hos Jubileum, Opal, Viktoria och Vision, medan sambandet var svagt eller osäkert hos andra sorter. Plockningstidpunkten påverkade fruktens fasthet, smak och färg hos alla sorter efter kylning och försäljningsperiod (Tabell 4). För att kunna lagra Anita på ett säkert sätt, måste plommon plockas när fruktvikten når upp till 60g, dessutom får frukten inte bli mjukare än 22 N. Smaken hos Emil plommon bör visa 25 i sambandet TS/TA vid optimal skördetidpunkt. För att Jubileum plommon ska ha bra lagringsduglighet måste frukten plockas när det väger 75g och inte är mjukare än 15 N, sorten Opal kan plockas när frukten är 20g, TS/TA är 9 och h° mängden är 70. En högre lagringsduglighet kan fås hos Vallor, Viktoria och Vision om det plockas när fruktfastheten når 25, 17, och 29 N respektive och när färgen (som h° mängd) är 63, 70, och 10 (Tabell 4).

**Tabell. 3. Korrelationer mellan ändringar i mognadsindex under skördeperioden (2006 – 2008 medeltal). \* signifikant vid  $P < 0,1$ , \*\* vid  $P < 0,05$ , och \*\*\* vid  $p < 0,01$ .**

Sort	Index	Fasthet	Socketthalt	Färg (h°)	Syrlighet	Eten
Anita	Fruktvikt	- 0,92 ***	0,79 **	ns	- 0,93 ***	0,88 ***
	Fasthet		- 0,73 **	- 0,45 *	0,81 ***	- 0,83 ***
	Socketthalt			ns	- 0,86 ***	0,85 ***
	Färg(h°)				ns	ns
	Syrlighet					- 0,92 ***
Emil	Fruktvikt	- 0,70 **	0,83 ***	- 0,95 ***	- 0,56 *	ns
	Fasthet		- 0,88 ***	0,62 **	0,78 **	- 0,60 *
	Socketthalt			- 0,77**	- 0,78 **	0,64 **
	Färg(h°)				0,50 *	ns
	Syrlighet					- 0,71 **
Jubileum	Fruktvikt	-0,79 **	0,46 *	- 0,91 ***	- 0,58 *	0,89 ***
	Fasthet		- 0,64 **	0,75 **	0,55 *	- 0,68 **
	Socketthalt			- 0,62 **	- 0,67 **	ns
	Färg(h°)				0,72 **	- 0,85 ***
	Syrlighet					ns
Opal	Fruktvikt	- 0,44 *	0,72 **	- 0,80 **	- 0,72 **	0,89 ***
	Fasthet		- 0,72 **	0,73 **	0,51 *	- 0,60 *
	Socketthalt			- 0,92 ***	- 0,45 *	0,84 ***
	Färg(h°)				0,62 **	- 0,88 ***
	Syrlighet					- 0,69 **
Vallor	Fruktvikt	- 0,76 **	0,77 **	- 0,75 **	- 0,56 *	0,76 **
	Fasthet		- 0,70 **	0,92 ***	ns	- 0,96 ***
	Socketthalt			- 0,79 **	ns	0,69 **
	Färg(h°)				ns	- 0,86 ***
	Syrlighet					ns
Viktoria	Fruktvikt	- 0,81 ***	0,45 *	- 0,91 ***	- 0,89 ***	0,72 **
	Fasthet		- 0,76 **	0,6 *	0,59 *	- 0,84 ***
	Socketthalt			ns	ns	0,82 ***
	Färg(h°)				0,92 ***	- 0,66 **
	Syrlighet					- 0,56 *
Vision	Fruktvikt	- 0,84 ***	0,70 **	- 0,77 **	- 0,74 **	0,77 **
	Fasthet		- 0,87 ***	0,82 ***	0,50 *	- 0,90 ***
	Socketthalt			- 0,90 ***	ns	0,93 ***
	Färg(h°)				ns	- 0,86 ***
	Syrlighet					- 0,56 *

Kyllagringstemperaturen påverkade fastheten, smaken och färgen hos alla sorter. Motståndet mot lagringssjukdomar samt viktförlusten påverkades av temperaturen medan motståndet och viktförlusten hos andra sorter visade en svag eller ingen reaktion mot lagringstemperaturen (Tabell 4). Baserat på mindre rutten frukt och viktförlust, samt högre fasthet, TS/TA och bättre färg, var lämplig kylagringstemperatur för Anita och Vision 0,5-1,0°C medan det för de andra sorterna var 1,0°C.

Bästa CA betingelserna för Anita var 2,0 % O<sub>2</sub> + 5 CO<sub>2</sub>. Lagring av Anita plommon med dessa betingelser under två månader minskade förlusten med 65 %, det förbättrade dessutom fastheten med 100 %, syrligheten med 50 % och smaken med 200 %. Det hade ingen effekt på sockerhalten jämfört med kylagring. ULO lagring med 1,0 % O<sub>2</sub> + 3,5 % minskade viktförlusten med 50 %, andelen rutten frukt med 25 %, och förbättrade fastheten med 50 % jämfört med CA lagring (Tabell 5). Emilplommon kan lagras under 5 veckor i CA lagring med betingelserna

**Tabell 4. Plommonlagringsdugligheten (medeltal 2006-2008, för bättre tre plockningstidpunkter).  
Mängden följes av olika bokstäver visar signifikant skillnader.**

Parametrar	Plock tid	Kyl-lagring	Anita I-III	Emil I-III	Jubileum II-IV	Opal I-III	Vallor II-IV	Viktoria II-IV	Vision II-IV
Viktförlust %	I	0,5	2,4 a	2,5 a	6,0 cd	4,0 a	6,0 a	5,0 a	5,5 ab
		1,0	4,9 cd	2,8 ab	7,0 d	5,1 a	5,8 a	6,3 a	6,3 b
		2,0	5,2 de	2,9 ab	6,0 cd	5,5 a	5,1 a	5,7 a	5,2 ab
	II	0,5	2,4 a	3,2 bc	5,3 b	4,3 a	5,5 a	4,8 a	5,0 ab
		1,0	4,6 cd	3,1 bc	8,4 e	5,3 a	5,8 a	5,5 a	5,3 ab
		2,0	3,7 bc	3,5 c	5,9 cd	4,4 a	5,0 a	5,2 a	5,1 ab
	III	0,5	3,4 ab	3,2 bc	4,8 bc	6,2 a	4,6 a	6,0 a	3,7 a
		1,0	6,2 e	3,5 c	3,3 a	3,8 a	5,5 a	4,7 a	6,2 b
		2,0	6,1 e	3,5 c	4,3 ab	4,9 a	6,2 a	5,6 a	6,2 b
Andel ruttan frukt %	I	0,5	8,3 ab	0,0 a	43,3 f	6,7 a	11,7 b	12,7 b	6,7 a
		1,0	11,7 b	6,7 ab	31,7 e	5,0 a	13,3 b	18,3 c	15,0 b
		2,0	13,3 bc	11,7 b	33,3 e	15,0 bc	0,0 a	18,3 c	10,0 ab
	II	0,5	3,3 a	15,0 b	16,7 c	13,3abc	10,0 b	0,0 a	11,7 abc
		1,0	15,0 c	11,7 b	18,3 cd	10,0ab	0,0 a	0,0 a	18,7 cd
		2,0	18,3 c	28,3 c	23,3 d	18,3 cd	15,0 b	11,7 b	18,3 cd
	III	0,5	6,7 ab	3,3 a	24,0 d	23,3 d	21,7 c	25,0 d	13,3 bc
		1,0	16,7 c	15,0 b	3,3 a	10,0ab	23,3 c	11,7 b	23,3 de
		2,0	18,3 c	31,7 c	10,0 b	23,3 d	25,0 c	20,0 cd	28,3 e
Fasthet	I	0,5	10,0 bc	16,2 e	19,1 f	2,2 d	7,0 ab	12,0 d	12,0 c
		1,0	7,0 abc	11,4 d	18,2 f	18 cd	9,0 b	10,0 cd	12,0 c
		2,0	5,0 ab	5,1 b	14,5 d	12 b	6,0 a	6,0 ab	5,0 a
	II	0,5	10,0 bc	15,2 e	16,6 e	17 c	22,0 e	11,0 d	12,0 c
		1,0	7,0 abc	9,8 c	14,2 d	16 bc	18,0 d	12,0 d	10,0 bc
		2,0	5,0 ab	5,7 b	9,5 b	08 a	12,0 c	6,0 a	9,0 b
	III	0,5	11,0 c	9,5 c	11,0 c	17 c	11,0 c	8,0 bc	6,0 a
		1,0	5,0 ab	6,5 b	15,0 d	12 b	7,0 ab	5,0 a	6,0 a
		2,0	3,0 a	2,8 a	2,7 a	0,6 a	6,0 a	4,0 a	5,0 a
TS/TA	I	0,5	8,3 fg	19,8 c	5,1 bc	6,6 d	16,8 b	13,6 a	17,8 bc
		1,0	8,4 g	18,7 bc	5,4 bc	5,4 c	20,9 c	18,6 cd	19,6 cd
		2,0	7,3 c	16,5 bc	3,8 a	3,8 b	23,9 d	18,6 cd	22,3 de
	II	0,5	8,1 ef	18,7 bc	6,1 cd	6,1 cd	17,2 b	16,8 bc	14,5 a
		1,0	8,1 ef	16,0 bc	5,2 bc	5,2 c	22,9 d	17,7 bcd	22,4 de
		2,0	6,9 b	18,3 bc	3,5 a	3,5 ab	22,1 cd	19,7 d	27,2 f
	III	0,5	7,9 e	11,7 a	5,6 bc	5,2 c	14,5 a	15,5 ab	15,8 ab
		1,0	7,6 d	10,7 a	7,2 d	8,0 e	17,8 b	23,2 e	21,9 de
		2,0	6,6 a	9,2 a	3,3 a	2,5 a	20,9 c	24,3 e	23,9 e
Färg (h°)	I	0,5	20,7 cd	77,3 c	23,0 a	70,0 d	5,3 bc	40,0 a	16,7 b
		1,0	17,7 b	38,3 a	73,3 b	71,0 d	7,0 c	84,7 b	9,8 ab
		2,0	14,3 a	32,7 a	9,3 a	35,3 c	1,0 b	38,0 a	7,9 ab
	II	0,5	20,0 cd	72,0 c	12,0 a	35,7 c	4,7 bc	40,0 a	23,0 e
		1,0	18,0 b	59,3 bc	68,0 b	25,3 bc	-4,0 a	91,7 b	9,3 ab
		2,0	18,0 b	53,3abc	1,8 a	13,3 ab	1,0 b	28,7 a	5,0 a
	III	0,5	21,7 d	77,7 c	3,0 a	21,0 b	1,0 b	22,0 a	11,0 ab
		1,0	20,0 cd	44,8ab	33,7 b	8,3 a	-7,3 a	24,3 a	10,7 ab
		2,0	19,0 bc	41,7ab	0,7 a	17,7 ab	1,0 b	28,3 a	5,0 a

2,0 % O<sub>2</sub> + 2,5 % CO<sub>2</sub> för att minska förlusten med 87 % och förbättra smaken med 60 % jämfört med kylagring. Sorten visade bra respons för ULO lagring med 1,0 % O<sub>2</sub> + 1,0 % CO<sub>2</sub> där viktförlusten minskades med 25 % och fastheten förbättrades med 50 % jämfört med CA (Tabell

5). CA lagring under 75 dagar visade inte någon större förbättring hos Jubileum jämfört med kylagring, medan ULO lagring med 1,0 % O<sub>2</sub> + 1,0 % CO<sub>2</sub> minskade förlusten med 50 %, förbättrade fastheten med 50 % och TS/TA med mer än 100 % jämfört med CA lagring. Under 23 dagar med betingelserna 2,0 % O<sub>2</sub> + 2,5 % CO<sub>2</sub> minskades förlusten hos Opal plommon med 70% och smaken förbättrades med 40 % jämfört med kylagring. ULO lagring med 1,0 % O<sub>2</sub> + 3,5 % CO<sub>2</sub> minskade vikt förlusten med endast 50 %, färgen förbättrades också. Att lagra Vallor under 50 dagar i CA med 2 % O<sub>2</sub> + 5 % CO<sub>2</sub> minskade förlusten med 90 %, förbättrade fastheten och smaken med 10 %. ULO lagring med 1,0 % O<sub>2</sub> + 1,0 % CO<sub>2</sub> har en stor positiv effekt på smak, fasthet och färg. Optimala CA lagringsbetingelser för Viktoria var 2,0 % O<sub>2</sub> + 5 % CO<sub>2</sub> som minskade förlusten med 68 %, förbättrade syrligheten och smaken med 50 % under 45 dagar. ULO lagring med 1,0 % O<sub>2</sub> + 1,0 % CO<sub>2</sub> förbättrade smaken med 40 % och minskade vikt förlusten med 100 % jämfört med CA. Vision sorten, som lagrades under två månader i CA lagring med 2,0 % O<sub>2</sub> + 2,5 % CO<sub>2</sub>, visade mycket bra lagringsduglighet. ULO lagring med 1,0 % O<sub>2</sub> + 3,5 % CO<sub>2</sub> minskade vikt förlusten med 100 % och förbättrade fastheten och färgen med 80 % jämfört med CA (Tabell 5).

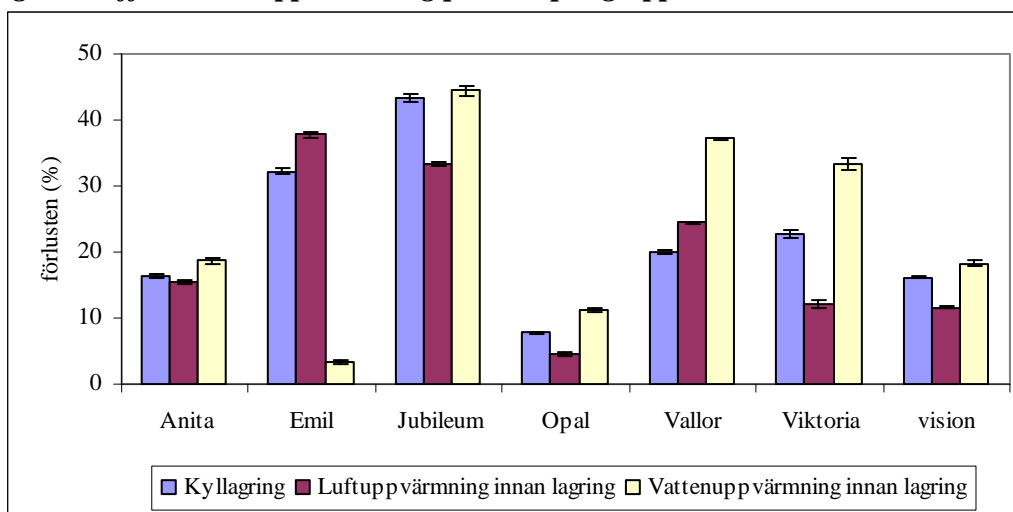
**Tabell 5. Optimala CA och ULO lagringsbetingelser (Medeltal från två säsonger).**

Sort	Lagrings metod	Bäst betingelser		Vikt förlust %	Andel ruttan frukt %	Fasthet	TS/TA	Färg		Bedömning
		O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>					h°	L	
Anita	CA	2%	5%	0,5 a	8,0 a	13,0 a	13,3 a	10,0 a	26,0 a	3,0 a
	ULO	1%	3,5%	1,0 b	5,0 b	27,0 b	13,4 a	3,0 a	28,0 a	3,8 b
Emil	CA	2%	2,5%	1,9 b	3,6 a	11,0 a	14,0 a	71,2 a	54,4 a	2,6 a
	ULO	1%	1%	1,4 a	7,0 a	23,0 b	13,0 a	53,3 a	45,5 a	4,0 b
Jubileum	CA	2%	1%	1,6 a	15,4 b	11,0 a	13,5 a	16,5 a	60,3 a	3,0 a
	ULO	1%	1%	1,4 a	7,0 a	21,0 b	16,0 b	40,3 b	55,7 a	4,2 b
Opal	CA	2%	5%	1,8 b	0,0 a	19,0 a	13,0 a	46,0 b	40,5 a	4,0 a
	ULO	1%	3,5%	0,9 a	1,8 a	19,0 a	12,4 a	22,9 a	38,4 a	4,2 a
Vallor	CA	2%	5%	1,7 a	8,7 a	13,0 a	15,4 a	5,6 b	33,0 a	3,0 a
	ULO	1%	1%	1,4 a	0,0 a	22,0 b	15,9 b	-17,0 a	31,8 b	4,2 b
Viktoria	CA	2%	5%	0,4 a	3,6 a	15,0 a	10,0 a	83,0 a	49,3 a	3,3 a
	ULO	1%	1%	1,1 b	0,0 a	14,0 a	14,0 b	77,4 a	58,3 a	4,2 b
Vision	CA	2%	2,5%	2,6 a	12,5 b	24,0 a	28,2 a	22,7 a	86,0 a	3,3 a
	ULO	1%	3,5%	3,5 a	0,0 a	43,0 b	31,3 a	11,8 a	96,5 b	4,5 b

**4.5. Uppvärmningseffekt:** Efterskörd uppvärmning visade olika resultat. Emil plommon var den enda sorten som agerade på vatten uppvärmning, då svampangreppen minskades. Luft uppvärmning hade en varierande verkningsgrad på de andra sorterna förutom Vallor. Uppvärmda Opal, Vision och Viktoria plommon visade 30-40% mindre svampangrepp jämfört med kylagring utan uppvärmning, medan Anita och Jubileum plommon visade mindre respons. Vallor sorten hade negativ respons på båda uppvärmningsmetoderna (Fig. 2).

**4.6. Plockningstidpunkts- och lagringsmetodeffekt på antioxidantinnehållet:** Det är välkänt idag att plommon är berikat med antioxidanter. Vid skörd visade våra resultat att Opal, Jubileum och Vallor sorterna var rika med C-vitaminer medan Viktoria och Vision innehöll en mindre andel C-vitaminer. I en jämförelse mellan de olika sorterna visades att Vallor, Opal och Jubileum dessutom var rika på karotenoider. Vallor och Jubileum innehöll en större andel Galliksyra (total fenol) jämfört med övriga sorter (Tabell 6). Under fruktens utvecklingsperiod ökade C-vitamin, fenol och karotenoid innehåll hos alla sorterna (Tabell 6). C-vitamin och karotenoidinnehållet var lägre hos plommon som lagrades i kylagring jämfört med ULO-lagring. ULO-lagring hade en positiv effekt på C-vitamin och Karotenoidinnehållet jämfört med CA (Tabell 7). Fenolhalten hos Jubileum, Vallor och Vision som lagrades i kylagring var högre än hos de frukter som lagrades i CA eller ULO. ULO-lagring bevarade fenol halten bättre än CA (Tabell 7).



**Figur 2. Effekten av uppvärmning på svampangrepp hos de undersökta sorterna.****Tabell 6. Effekt av plockningstidpunkter på antioxidantinnehållet i olika plommonsorterna.**

Sort	Plockningstidpunkter	Askorbinsyra, mg. 100g <sup>-1</sup>	Fenol mg. 100g <sup>-1</sup>	Karotenoider, mg. 100g <sup>-1</sup>
Jubileum	II	5,3	97,0	4,6
	III	5,5	100,8	4,1
	IV	7,1	126,4	3,9
Opal	I	6,2	50,2	5,0
	II	7,8	55,0	5,2
	III	7,7	61,5	6,0
Vallor	I	6,2	132,9	5,0
	II	4,5	142,8	5,2
	III	8,1	155,6	5,9
Viktoria	I	2,9	76,9	2,4
	II	4,2	88,6	2,6
	III	4,4	95,1	2,7
Vision	I	2,0	63,8	2,9
	II	2,4	69,8	3,3
	III	2,9	88,4	5,2

**Tabell 7. Effekt av lagringsmetod på antioxidantinnehållet i olika plommonsorterna**

Sort	Lager metod	Betingelser	Askorbinsyra mg. 100g <sup>-1</sup>	Fenol mg. 100g <sup>-1</sup>	Karotenoider mg. 100g <sup>-1</sup>
Jubileum	Kyllagring	1° C	0,6	115,5	3,2
	CA	2,0 % O <sub>2</sub> + 1,0 % CO <sub>2</sub>	1,3	89,6	3,7
	ULO	1,0 % O <sub>2</sub> + 1,0 % CO <sub>2</sub>	2,3	95,6	4,3
Opal	Kyllagring	1° C	1,9	42,7	4,0
	CA	2,0 % O <sub>2</sub> + 5,0 % CO <sub>2</sub>	1,9	43,8	4,8
	ULO	1,0 % O <sub>2</sub> + 3,5 % CO <sub>2</sub>	2,9	54,4	5,2
Vallor	Kyllagring	1° C	3,7	162,5	6,1
	CA	2,0 % O <sub>2</sub> + 5,0 % CO <sub>2</sub>	2,3	113,1	5,5
	ULO	1,0 % O <sub>2</sub> + 1,0 % CO <sub>2</sub>	3,0	142,1	6,2
Viktoria	Kyllagring	1° C	0,36	94,5	2,9
	CA	2,0 % O <sub>2</sub> + 5,0 % CO <sub>2</sub>	0,77	74,5	2,3
	ULO	1,0 % O <sub>2</sub> + 1,0 % CO <sub>2</sub>	1,10	83,0	3,3
Vision	Kyllagring	0,5-1,0°C	1,4	122,1	3,3
	CA	2,0 % O <sub>2</sub> + 2,5 % CO <sub>2</sub>	1,34	70,4	3,4
	ULO	1,0 % O <sub>2</sub> + 3,5 % CO <sub>2</sub>	1,41	88,7	3,9

## 5. Publikationer och resultatförmedling till näring

Projektets resultat var mycket viktigt för näringslivet. Bestämningen av den optimala skördetidspunkten förbättrade plommons kvalitet och smak väsentligt, varvid konsumentens acceptans ökade. Detta ledde vidare till en stor förbättring i lagringsdugligheten, varvid lagringsperioden kunde förlängas med en minimum förlust. Förhållandet mellan innehållet antioxidanter och mognadsgrad och lagringsmetod kan hjälpa producenterna att förbättra fruktkvaliteten och därmed öka sin konkurrenspotential med importerad frukt samt kunna exportera plommon med hög kvalitet. Det är första gången som dessa sorter studeras på en sådan bred och detaljerad nivå. Denna information och dessa resultat framförde vi till odlare och producenter genom:

- Presentation i Fruktdag vid SLU i januari 2009.
- Populär artikel i Frukt o Bär, 2, 2006.
- Populär artikel: Långtidslagring av plommon, Frukt o Bär, 10, 2007. S. 24-25.
- Poster i International Symposium i Turkiet, Antalya, april. 2009.
- Vetenskapligt manus i Acta Hort. (Quality and Storability of Five Plum Cultivars Related to Harvest Date and Ultra Low Oxygen Atmosphere Storage), 2009.

## Tack

Jag vill tacka **SLF** för deras bidrag, vilket jag inte hade klarat detta projekt utan. Jag vill också tacka **Äppelriket och Lars-Olof Börjesson (VD)** för ett givande samarbete. Dessutom vill jag tacka Karl-Eric Gustavsson och Paul Ilk för medarbetat vid labb och på fält.

## Litteratur

- Crisosto, C.H., David, G., Gayle, M. C. and Bowerman, E., 2004. Increasing 'Blackamber' plum (*Prunus salicina* Lindell) consumer acceptance. *Postharvest Biol. Technol.* 34: 237–244.
- Crisosto, C.H., Crisosto, G.M., Echeverria, G., Puy, J., 2007. Segregation of plum and pluot cultivars according to their organoleptic characteristics. *Postharvest Biol. Technol.* 44, 271–276.
- Kim, D.O., Chun, O.K., Kim, Y.J., Moon, H.Y., and Lee, C.Y., 2003. Quantification of polyphenolics and their antioxidant capacity of fruit plums. *J.Agric.Food Chem.* 51: 6509-6515.
- Lauri, S., 1998. Postharvest heat treatments. *Postharvest Biol. Technol.* 14: 257-269.
- Peirs, A., Parmentier, V., Wustenberghs, H., Keulemans, J., Herregods, M., Nicolai, B., Jager, A. and Roy, S.K., 2000. Quality of horticultural products: storage and processing, new outlooks on postharvest biology and technology, potentiality of processing of underutilized fruits of the tropics. *Acta Hort.* 518: 145-150.
- Rato, A.E., Marreiros, H.I., Barroso, J.M., 2004. Influência do teor de cálcio dos frutos na dureza da ameixa 'Rainha Cláudia Verde' (*Prunus domestica* L.). 6–9 October 2004, Oeiras, Portugal. *hortícolas*, 69–73.
- Sass, P. 1993. *Fruit Storage*. Budapest. Ungern.
- Serrano, M., Martínez-Romero, D., Castillo, S., Guillén, F. and Valero, D., 2004. Role of calcium and heat treatments in alleviating physiological changes induced by mechanical damage in plum. *Postharvest Biol. Technol.* 34:155–167.
- SJV, 2003, statistic.
- Taylor, M.A., 1996. Internal disorders in South Africa plums. *Decid. Fruit Grower.* 46: 328-355.

**Alnarp 21 december 2009**

**Ibrahim Tahir  
(FD) Projektledare**