

Framtagning av optimala lagringsbetingelser i ULO- lager samt optimala plockningstider för äpplesorterna 'Aroma' och 'Amorosa'.

1. Bakgrund

Ungefär en tredjedel av alla odlade frukter, bär och grönsaker blir aldrig konsumerade! Detta sorgliga faktum innebär ett enormt slöseri med resurser över hela jorden. De förlopp, som skadar fruktens kvalitet, kan bromsas upp genom lagring vid optimal temperatur och/eller förvaring i lämplig atmosfär, exempelvis ULO-lagring, varvid atmosfärens sammansättning förändras så att syrehalten reduceras och koldioxidhalten ökas. ULO-lagring kan förbättra lagringsdugligheten hos exempelvis äpple (genom att minska svampangrepp och lagringssjukdomar) och bevara fruktkvaliteten (fasthet, sockerhalt, skalfärg och C-vitaminhalt) (Ben Arie, et al., 1993)

En av de viktigaste äpplesorterna i Sverige är 'Aroma' (tillsammans med den röda mutanten 'Amorosa', även kallad 'Röd Aroma'). Sorten har ett stort handelsvärde för svensk odling, med 20% av den totala äpplesköörden. 'Aroma' uppfattas som en mycket välsmakande sort, och efterfrågan är stor både på marknaden och hos konsumenterna. Odlarna är intresserade av att öka produktionen ytterligare men det finns dessvärre två allvarliga problem med 'Aroma': hög känslighet för stötskador och låg resistens mot lagringssjukdomar. ULO-lagring kan vara en lösning på båda dessa problem (Goffings & herregod, 1994; Harb, et al., 2000). Ett tidigare försök vid SLU visar nämligen att ULO-lagring kan minska känsligheten för stötskador, samt minska bortfall orsakade av lagringssjukdomar med 20-25 % (Tahir & Ericsson 2003).

Trots att man gjort flera försök rörande viktiga faktorer som påverkar lönsamheten hos svensk fruktproduktion, finns det mycket begränsad information om hur svenska äpplesorter reagerar på ULO-lagring. Kapaciteten för ULO-lagring har byggts ut den senaste tiden i Sverige och eftersom denna utveckling fortsätter kommer spetskompetens inom detta forskningsområde att efterfrågas alltmer.

2. Syfte

Genom att öka kunskapen om ULO-lagring och ta fram optimala lagringsbetingelser och optimala plockningstider för äpplesorterna 'Aroma' och 'Amorosa' kan vi:

- Förlänga lagringstiden
- Minska lagringsförlusterna
- Tillgodose marknadens och konsumenternas krav på hög kvalitet hos äpplen
- Öka lönsamheten för svensk fruktproduktion och bemöta konkurrensen från importerad frukt

3. Material och Metoder

3.1. Bestämningen av optimala skördetidpunkten

Undersökningen genomfördes åren 2004-2005 med sorterna 'Aroma' och 'Amorosa'. Försöksträden var inte äldre än 10 år vid undersökningens början. Skötseln i övrigt var den som normalt förekommer i en fruktodling. Femton försöksträd utvaldes slumpmässigt på förhand under sommaren bland ett relativt stort antal träd i två olika odlingar, i Kivik och Lund. Tidpunkten för plockning av det första provet bestämdes med hänsyn till den allmänna utvecklingen hos frukten, och varierade något mellan åren (± 3 dagar). Varannan dag plockades två äpplen från varje markerat träd. Frukterna analyserades enligt nedan:

- Fruktfärg med färgmätare (Minolta Chromameter CR 200): Rödfärg bedömdes som Hue angle (h°) och L. Låga h -värden betyder att frukten har en bra röd färg och högre L -värden betyder att frukt har en attraktiv färg.
- Grundfärgens utveckling bedömdes okulärt enligt en skala där 0 = mörkt grön, och 9 = helt gul färg. Täckfärg bedömdes okulärt i procent.
- Förändring i fruktfasthet pektinbrytning medför reducerad fasthet vilket mäts med penetrometer (märket Effigi, 11.1 mm i diameter), och föreställdes i kg/cm^2 .

- Förändring i fruktens smak: sockerhalten ökar när frukten mognar. Löslig torrsubstans (SSC) bestäms med refraktometer (%). Fruktens syrlighet (äpplesyra) minskar också. Saftens innehåll av titrerbar syra bestämdes, 0,5 NaOH pH. 8,2.
- Stärkelse nedbrytning (SNB): ett äpple klyvs mitt itu och läggs i jodlösning, den klivna ytan färgas mörkblå om frukten är rik på stärkelse, annars förblir ytan färglös. Stärkelsenedbrytningen graderas i tio steg där 0 = ingen SNB, och 10 = helt stärkelsefri.
- Etenproduktion: tre plockade frukter placerades i tättslutande burkar under en timme. En ml luft sögs upp från burkarna med en spruta och sprutades in i en gaskromatografi (GC).
- Streif index beräknades enligt formeln $\text{fasthet} / (\text{stärkelsevärde} * \text{SSC})$ (Streif, 1996).

Alla resultat bearbetades statistiskt med hjälp av variansanalys, för varje egenskap vid varje undersökningstillfälle för sig. Vid variansanalyserna jämfördes olika provplocknings datum och frukt kvalitetsparametrar. Duncans test beräknades för att se vilka jämförelser som gav signifikanta skillnader i frukt kvalitetsparametrarna. Baserat på våra analyser av frukt kvaliteten under kontinuerlig provtagning, plockades sedan frukterna för ULO-lagring under tre olika mognadstadiet, när Streif index hade värdena 0,28-0,30, 0,18-0,22 samt 0,08-0,11 (Tabell 1).

Tabell 1. Skördetidpunkter för 'Aroma' och 'Amorosa' i respektive odlingsområde.

Produktionsområde	1.e plockning			2.e plockning			3. plockning		
	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006
Lund	09/10	09/11		09/16	09/16	09/15	09/22	09/26	
Kivik	09/17	09/16		09/23	09/19	09/19	09/29	09/27	

3.2. Lagring

SLU har köpt 8 amerikanska klimatkamrar från NINO-lab (foton nedan). Dessa kamrar har sedan anpassats för användning för ULO-lagring av frukt. Varje kammare rymmer 400 stycken äpplen. Kamrarna, som har luftreningsfilter, kan programmeras för att uppnå önskad temperatur, atmosfär (syre-, koldioxid- och kvävehalt) och fuktighet.

Sextio alldeles friska och jämna frukter per försöksled (sort, område och plockningstid - bara en plockningstid i år 2006), plockades och transporterades omgående till SLU-Balsgård. Frukten placerades efter vägning och märkning i ULO-lagringskammare enligt projektplanen (Tabell 2). Som kontroll inlagrades även frukter i det kommersiella ULO-lagret hos Svenska Äpplen i Kivik. Frukt lagrades också i två olika kylagringskammare (1°C respektive 3°C och 90% RH). Vi använde tre block per försöksled, varje block sattes i en plastförpackning. Fruktarna lagrades under 160 dagar varefter de togs ut ur skåpen, vägdes och viktförlusten beräknades. Från varje försöksled sparades 10 frukter i 18°C och 75% RH under en vecka för utvärdering av fruktens hållbarhet i butiken "shelf life" (foton nedan). Lagringsdugligheten bestämdes enligt andelen skrumpen frukt, frukt med skalbränna, kärnhusbrunt och fysiologisk nedbrytning utanför kärnhuszonen samt andelen ruttet frukt.

Tabell 2. Försöksplan (ULO- lagringsbetingelser).

Skåp	2004	2005	2006
1	1 °C (1% O ₂ + 3% CO ₂)	1 °C (3% O ₂ + 1% CO ₂)	3 °C (1% O ₂ + 1% CO ₂)
2	1 °C (3% O ₂ + 3% CO ₂)	1 °C (3% O ₂ + 3% CO ₂)	3 °C (1% O ₂ + 2% CO ₂)
3	3 °C (1% O ₂ + 3% CO ₂)	3 °C (3% O ₂ + 1% CO ₂)	3 °C (1% O ₂ + 3% CO ₂)
4	3 °C (3% O ₂ + 3% CO ₂)	3 °C (3% O ₂ + 3% CO ₂)	3 °C (2% O ₂ + 1% CO ₂)
5	1 °C (1% O ₂ + 3% CO ₂)	3 °C (1% O ₂ + 1% CO ₂)	3 °C (2% O ₂ + 2% CO ₂)
6	1 °C (3% O ₂ + 3% CO ₂)	3 °C (1% O ₂ + 2% CO ₂)	3 °C (2% O ₂ + 3% CO ₂)
7	3 °C (2% O ₂ + 2% CO ₂)	3 °C (2% O ₂ + 1% CO ₂)	3 °C (3% O ₂ + 1% CO ₂)
8	3 °C (3% O ₂ + 2% CO ₂)	3 °C (2% O ₂ + 3% CO ₂)	3 °C (3% O ₂ + 2% CO ₂)



Förekomst av svampangrepp och lagringssjukdomar besiktigades okulärt. Fruktkvalitet kontrollerades på 10 frukter/försöksled genom mätning av fruktfärg, fruktfasthet, sockerinnehåll och syrainnehåll. Smakpanelen bestod av fyra personer med god kännedom om frukt. Deltagarna fick ange ett värde för det allmänna smakomdömet i skala 0-10, där 10 betyder utmärkt smak och 0 var mycket dålig smak. Förekomst av svampangrepp och lagringssjukdomar samt fruktkvaliteten kontrollerades ytterligare en gång efter förvaring i rumstemperatur 'shelf life'.

4. Resultat och diskussion

4.1. Bestämning av optimal skördetidpunkt

När frukten mognar ökar fruktsockerinnehållet och färgen utvecklas, samtidigt som fruktfastheten och stärkelsehalten minskar.

4.1.1. 'Aroma'

Under perioden 14-22 september 2004 och 16-20 september 2005, visade frukten långsam förändring i fasthet, sockerhalt och stärkelse. Andningsnivån och etenproduktion ökade snabbt fem dagar efter denna period. Stärkelsenedbrytningen var korrelerad med ändringarna i andningsnivå. Röd färg utvecklades med 12 %. Sen plockning (8-15 dagar efter denna period) förbättrade färgen med bara 10 % (Tabell 3).

4.1.2. 'Amorosa'

Under perioden 12-20 september 2004 och 16-20 september 2005, visade frukten långsam förändring i fasthet, sockerhalt och stärkelse. Frukten visade två maximala andningsnivåer, en under denna period och en annan fem dagar efter perioden. En vecka efter denna period ökade etenproduktionen snabbt. Stärkelsenedbrytningen sammanföll inte med vare sig förändringar i andningsnivån eller i sockerhalten. Röd färg utvecklades i slutet av perioden med 25 % (Tabell 4).

4.1.3. Slutsats

En analys av fruktkvalitetsparametrar visar att det under en kort period av frukten utveckling sker mycket små förändringarna av dessa parametrar medan perioderna före och efter uppvisar snabbare förändringar (Tabell 3, 4). Frukt, som plockades under en period med relativt lite förändring i de olika kvalitetsparametrarna, hade bra lagringsduglighet (mindre vikt förlust och mindre angrepp av lagringssjukdomar) samt acceptabel kvalitet och färg efter lagringen. Ett mogenhetsindex utarbetades, baserat på fem mogenhetsparametrar (fasthet, sockerinnehåll, grundfärg, stärkelse, och Streif index) (Fig. 1 och 2; samt Tabell 5).



Stärkelseinnehåll som visar optimalskördetidpunkten för Aroma



Grundfärg som visar optimalskördetidpunkten för Aroma

Fig. 1, Mogenhetsindex för 'Aroma' som är lämplig för ULO- lagring.

Stärkelseinnehåll som visar optimalskördetidpunkten för Amorosa



Grundfärg som visar optimalskördetidpunkten för Amorosa

Fig. 2. Mogenhetsindex för 'Amorosa' som är lämplig för ULO- lagring**Tabell 3. Analys av olika kvalitetsparametrar hos 'Aroma' vid skilda plockningstidpunkter**

År	Datum	Fasthet	SSC %	Stärkelse	Färg H	Streif index	Andning CO2
2004	04-sep	9,2	9,8	2,5	101,3	0,38	0,55
	08-sep	8,8	10,0	2,3	108,0	0,38	0,61
	12-sep	9,0	10,0	3,0	102,7	0,30	0,51
	16-sep	8,3	10,6	3,4	98,3	0,23	0,63
	18-sep	8,0	10,8	4,2	98,0	0,18	0,69
	20-sep	8,2	11,3	4,3	86,7	0,17	0,87
	22-sep	7,8	11,2	5	80,0	0,14	0,89
	27-sep	6,9	11,8	7,1	76,3	0,08	1,32
	LSD 0.05	0,5	0,5	0,9	10,3	0,05	0,48
2005	02-sep	8,6	9,5	1,4	91,0	0,66	0,71
	05-sep	7,7	10,7	1,8	81,0	0,41	0,65
	08-sep	7,6	11,3	2,6	81,0	0,26	0,52
	12-sep	7,5	11,4	3,0	75,0	0,22	0,49
	16-sep	7,4	11,4	3,7	67,0	0,18	0,50
	20-sep	7,5	11,4	4,0	61,0	0,16	0,60
	23-sep	7,0	12,2	4,8	60,0	0,12	0,89
	26-sep	6,9	12,1	5,0	57,0	0,11	1,41
	LSD 0.05	0,4	0,6	0,7	7,4	0,04	0,37

Tabell 4. Analys av olika kvalitetsparametrar hos 'Amorosa' vid skilda plockningstidpunkter.

År	Datum	Fasthet	SSC	Stärkelse	Färg	Streif index	Andning
2004	04-sep	9,3	9,8	2,0	95,7	0,47	0,39
	08-sep	8,8	9,3	3,1	92,7	0,31	0,53
	12-sep	7,9	10,1	3,5	87,0	0,22	0,58
	16-sep	8	10,3	4,2	82,3	0,18	0,74
	18-sep	7,7	10,6	4,4	63,0	0,17	1,14
	20-sep	7,9	11,0	4,9	40,2	0,15	1,12
	22-sep	7,0	11,2	6,2	43,3	0,10	1,01
	27-sep	6,0	11,1	7,6	49,0	0,07	1,47
	LSD 0.05	0,5	0,5	1,0	11,2	0,05	0,24
2005	02-sep	8,6	9,5	1,4	91,0	0,65	0,50
	05-sep	8,0	10,7	1,8	81,0	0,42	0,45
	08-sep	7,6	11,3	2,6	81,0	0,26	0,61
	12-sep	7,5	11,4	2,9	75,0	0,23	0,65
	16-sep	7,4	11,4	3,6	67,0	0,18	0,70
	20-sep	7,5	11,4	4	61,0	0,16	0,69
	23-sep	7,0	12,2	4,5	60,0	0,13	0,93
	26-sep	6,9	12,1	5,0	57,0	0,11	1,12
	LSD 0.05	<i>0,4</i>	<i>0,6</i>	<i>0,7</i>	<i>7,4</i>	<i>0,04</i>	<i>0,22</i>

Tabell 5. Mogenhetsindex för 'Aroma' och 'Amorosa' som lämpliga för ULO lagring

Parametrar	Aroma			Amorosa		
	Tidig	optimal	Sen	Tidig	optimal	Sen
Grundfärg	<6,0	6,0	8,5	<6,0	6,5	8,0
Fasthet	>9,0	8,5	6,5	>8,5	8,0	6,0
Socket	<10,0	11,0	>12,0	<10,0	10,5	>12,0
Stärkelse	<3,0	4,0	>4,5	<3,0	4,5	>5,0
Streif index	>0,3	0,20	<0,12	>0,28	0,19	<0,1

4.2. Sorternas lagringsduglighet

4.2.1, Effekt av skördetidpunkten

Skördetidpunkten hade en tydlig effekt på båda sorternas lagringsduglighet oavsett lagringsmetod eller produktionsområde. Frukt av 'Aroma' eller 'Amorosa', som plockades under den utvalda optimala skördetidpunkten, visade liten viktförlust och mindre svampangrepp under lagring.

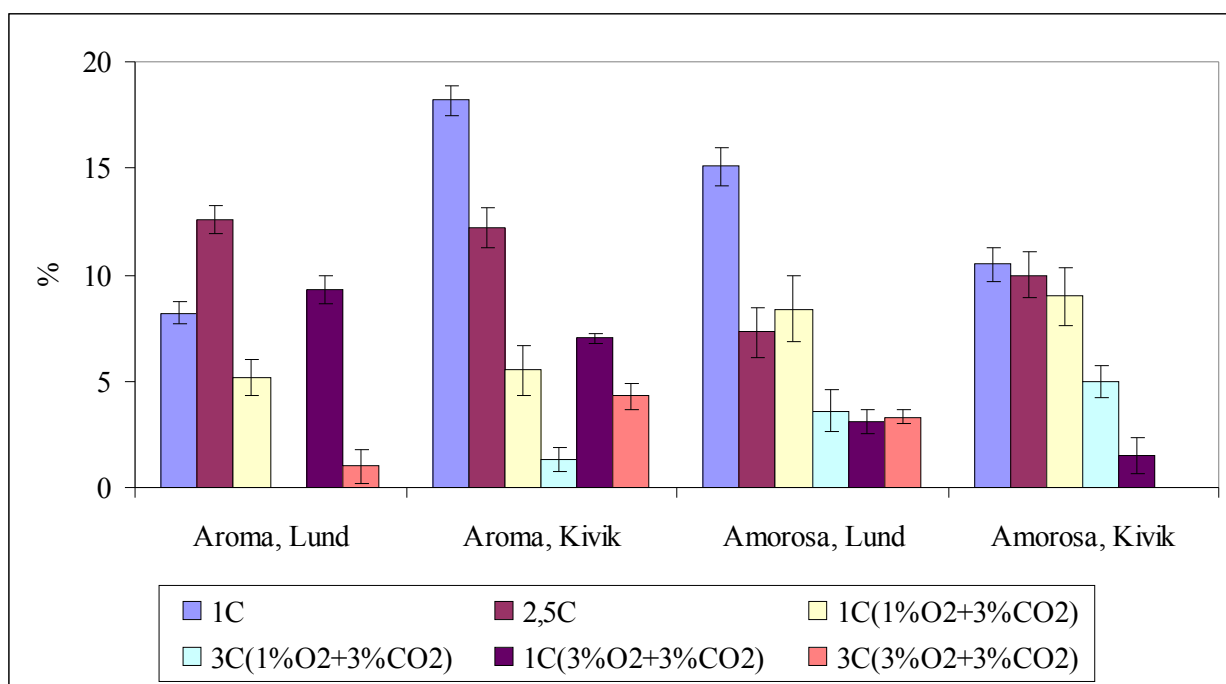
Frukten hade bättre smak och sockerinhåll. För tidigt plockad frukt hade större viktförluster under lagring eftersom skalets vaxlager ännu inte färdigbildats. Sent plockad frukt hade sämre lagringsduglighet (sämre smak och högre viktförlust) (Tabell 6).

4.2.2. Effekt av lagringstemperatur

'Aroma' och 'Amorosa' äpplen var känsliga för lagring vid låg temperatur (1°C) i vanlig kylklagring. Detta bekräftades under 2004 och 2005 då äpplena som lagrades i 1°C drabbades av mjuk skalbränna (deep scald) och fruktköttensnedbrytning orsakad av låg temperatur. När äpplena lagrades vid 2-3°C minskade förekomsten av mjuk skalbränna. Låg temperatur orsakade också mer svampangrepp, troligtvis beroende på att fruktskador som mjuk skalbränna utgör inkörsport för olika svampsjukdomar (Fig. 3). På grund av dessa resultat använde vi 2006 endast lagring i 2-2,5 °C. De olika lagringstemperaturerna hade däremot liten inverkan på smaken och kvaliteten.

Tabell 6. Effekt av skördetidpunkten på äppelagringsdugligheten (medeltal 2004 & 2005)

Sort	Område	ploc knin gstid	Vikt förlust %			Rutten frukt %			Smak (0 – 9)		
			NA 2,5°C	1% O ₂ + 3%CO ₂	3% O ₂ + 3%CO ₂	NA 2,5°C	1% O ₂ + 3%CO ₂	3% O ₂ + 3%CO ₂	NA 2,5°C	1% O ₂ + 3%CO ₂	3% O ₂ + 3%CO ₂
A R O M A	Lund	1,a	6,0	3,4	3,7	23,3	3,5	2,6	5,5	7,0	6,1
		2,a	4,9	2,0	2,9	12,6	0,0	1,0	7,4	8,9	8,3
		3,e	5,4	3,1	3,4	46,5	5,2	3,5	6,7	8,3	8,5
	Kivik	1,a	7,0	2,8	2,4	16,1	3,0	10,7	6,4	6,2	6,9
		2,e	4,5	2,2	2,1	12,2	1,3	4,3	7,9	8,7	7,9
		3,e	6,0	2,9	2,5	20,0	7,9	0,0	7,3	8,1	5,8
A M O R O S A	Lund	1,e	5,3	4,1	2,9	13,0	8,3	5,9	6,5	6,0	6,9
		2,e	4,8	2,6	1,5	7,3	3,6	3,3	7,1	8,9	8,7
		3,e	4,0	3,0	2,6	15,0	15,0	9,2	7,5	7,3	7,2
	Kivik	1,e	7,2	3,7	3,1	16,5	4,3	5,0	5,6	6,7	5,0
		2,e	5,0	2,0	2,4	10,0	5,0	0,0	7,1	8,3	8,3
		3,e	6,0	3,3	2,7	13,8	9,8	0,0	6,4	7,5	6,9
LSD 0,05			0,6	0,5	0,5	7,2	4,5	4,5	0,8	1,8	1,8

**Fig. 3. Låg lagringstemperatur ökar förlusten och svampangrepp under lagringstid och shelf life (2004 & 2005 medeltal).**

4.2.1. Effekt av lagringsbetingelser

4.2.3.1. ULO- lagringseffekt

ULO-lagring var bättre i alla försöksled jämfört med traditionell kylagring vad gäller minskad total lagringsförlust och förbättrade smak och frukt kvalitet. För 'Amoroosa' äpplen resulterade ULO-lagring i 10% fastare frukt, 15-20% bättre syra /socker förhållande samt 25% bättre smak. När det gäller 'Aroma' äpplen, resulterade ULO-lagring i 25% fastare frukt, 20% bättre syra / socker förhållande samt 50% bättre smak (Tabell 7).

Tabell 7. ULO- lagringens inverkan på lagringsdugligheten mätt i procent lagringsförlust respektive smak (2004-2006 medeltal).

Område	Behandling	Under lagringstid				Shelf life		
		Totalförlust	Fasthet	SSC/Syra	Smak	Totalförlust	Fasthet	Smak
Aroma Lund	Kyllagring	14,3	3,7	4,0	5,2	20,1	2,5	3,4
	1% O ₂ + 2% CO ₂	4,4	5,4	4,6	7,0	5,0	5,7	7,0
Aroma Kivik	Kyllagring	16,2	3,7	4,4	3,4	17,9	2,5	3,4
	1% O ₂ + 2% CO ₂	5,4	4,9	5,5	7,0	4,8	5,0	5,8
LSD 0,05		5,9	0,7	0,9	1,0	2,2	0,4	0,9
Amorosa Lund	Kyllagring	27,5	3,8	4,8	4,3	23,3	2,0	3,6
	1% O ₂ + 2% CO ₂	5,5	5,4	5,9	7,0	4,5	5,3	6,2
Amorosa Kivik	Kyllagring	24,8	3,7	6,2	4,3	17,6	1,3	2,9
	1% O ₂ + 2% CO ₂	5,3	5,2	6,0	7,4	5,4	5,3	5,5
LSD 0,05		6,7	0,7	0,8	1,0	2,7	0,5	0,9

4.2.3.2. Effekt av olika ULO- lagringsbetingelser

4.2.3.2.1. 'Amarosa'

De nio olika lagringsbetingelserna påverkade inte viktförlusterna hos de undersökta äpplena. Svampangrepp och lagringssjukdomar förhindrades totalt med lagring vid 2-2,5 °C och 1% O₂ och 2-3% CO₂. Denna behandling orsakade minimala förändringar i fruktfasthet och smak. De olika ULO- lagringsbetingelserna påverkade inte syra- eller sockerinhåll. Våra resultat påvisade signifikanta skillnader mellan behandlingarna medan däremot inga signifikanta effekter noterades vad gäller produktionsområde, säsong, eller interaktionen mellan dessa. Kontroll av fruktens hållbarhet i butiken (shelf life) bekräftade den positiva effekten av ovannämnda lagringsbetingelser, med minimala svampangrepp och förändringar i fruktqualität (Tabell 8 och 9).

4.2.3.2.2. 'Aroma'

De olika ULO- lagringsbetingelserna hade vissa signifikanta effekter på viktförlusterna hos de undersökta äpplena. Högre syrehalt ökade viktförlusten, särskilt när frukten lagrades vid 2-2,5 °C. Svampangrepp och lagringssjukdomar förhindrades totalt med lagring vid 2-2,5 °C och 1% O₂ och 2% CO₂. Frukt som lagrades med dessa lagringsbetingelser visade minimala ändringar i fasthet och sockerinhåll. Högre CO₂ halten med 1% och syrehalten med samma procent lite förbättrade fruktens lagringsduglighet. Bättre förhållande mellan syra och socker, samt bättre smak noterades i dessa frukter. De här lagringsbetingelserna ger också den bästa hållbarheten i butik. För 'Aroma' förekom det stora signifikanta skillnaden mellan behandlingar och mellan produktionsområden, samt interaktionen mellan dessa (Tabell 8 och 9).

5. Slutsats

- Den optimala skördetidpunkten hade mycket stor betydelse för fruktens lagringsduglighet. Denna tidpunkt kunde definieras med hjälp av kontinuerlig analys av några fruktkvalitetsparametrar.
- För lyckad ULO- lagring, måste 'Amarosa' frukt plockas när fastheten, sockerinhållet och Streif index inte understiger 8,0 kg/cm², 10,5%, och 0,19 respektive. För 'Aroma' är värdena 8,5 kg/cm² fasthet, 11,0% sockerinhåll och 0,20 Streif index.
- Den lämpligaste temperaturen för både kyllagring och ULO-lagring var 2-2,5°C för båda sorterna. Den mest lämpliga ULO – lagringsbetingelser var 1-2% syrehalt och 2-3% koldioxidhalt för 'Amarosa' och 1-1,5% syrehalt och 2,0-2,5% koldioxidhalt för 'Aroma'.

- Med hjälp av ULO lagring kunde vi förlänga lagringstiden med 30%, samt öka inkomsten av hektarproduktionen med minst 40%.
- ULO-lagring (lämpliga betingelser) kan tillgodose marknaden med hög fruktkvalitet (attraktiv färg – högre L värde, fastare frukt med bättre smak (Tabell 9)), samt medföra att dessa två sorter höjer sin status i konkurrens med importerade sorter.

Tabell 8. Effekt av ULO – lagringsbetingelser på sorternas lagringsduglighet (2004- 2006).

Område	Betingelser		Viktförlust %	Rutten Frukt %	Fasthet Kg/cm ²	SSC %	Syra %	SSC/ Syra %	Smak 0-9
	O ₂	CO ₂							
Lund Aroma	1	1	2,5	5,6	4,3	12,8	0,57	4,5	5,8
	1	2	2,2	2,2	5,4	11,8	0,55	4,6	6,5
	1	3	3,0	2,2	5,6	12,7	0,63	5,0	7,1
	2	1	2,0	7,8	4,5	12,2	0,55	4,5	5,8
	2	2	3,1	4,2	4,3	11,8	0,59	5,0	6,8
	2	3	2,1	3,4	5,6	11,7	0,74	6,4	7,5
	3	1	3,9	9,1	4,7	11,7	0,54	4,6	6,0
	3	2	4,3	4,5	5,0	12,7	0,52	4,1	6,5
	3	3	3,9	3,7	5,8	12,0	0,64	5,4	5,1
Kivik Aroma	1	1	4,8	4,5	4,5	11,9	0,63	5,3	5,5
	1	2	3,2	2,2	4,9	12,0	0,60	5,0	6,7
	1	3	3,0	2,2	5,4	12,5	0,75	6,0	7,5
	2	1	4,1	8,9	4,4	11,7	0,60	5,1	6,0
	2	2	3,4	4,1	4,7	11,8	0,70	5,9	6,7
	2	3	4,5	3,3	5,8	12,0	0,81	6,8	7,3
	3	1	4,9	6,7	4,6	11,8	0,60	5,1	4,9
	3	2	3,9	12,6	4,7	11,7	0,57	4,9	7,2
	3	3	3,6	1,2	4,9	12,0	0,59	4,9	7,0
<i>LSD 0,05</i>			<i>1,8</i>	<i>5,9</i>	<i>0,7</i>	<i>0,9</i>	<i>0,13</i>		<i>1,0</i>
Lund Amorosa	1	1	3,0	6,1	5,1	11,4	0,67	5,9	6,7
	1	2	3,3	2,2	4,8	11,4	0,67	5,9	7,3
	1	3	2,4	1,7	5,4	11,8	0,78	6,6	7,1
	2	1	1,6	5,6	4,5	10,5	0,71	6,7	5,6
	2	2	1,9	4,2	5,1	11,3	0,75	6,6	7,1
	2	3	3,2	1,1	6,2	11,8	0,67	5,7	7,9
	3	1	2,8	4,1	4,8	12,1	0,74	6,1	5,7
	3	2	3,3	3,6	5,8	11,1	0,75	6,8	7,0
	3	3	2,2	5,3	5,5	11,8	0,76	6,5	6,8
Kivik Amorosa	1	1	2,7	3,1	5,2	11,1	0,72	6,5	6,3
	1	2	3,6	1,7	4,8	11,2	0,67	6,0	7,1
	1	3	3,4	2,8	5,2	12,0	1,00	8,3	7,6
	2	1	2,3	4,5	4,6	11,4	0,77	6,7	6,0
	2	2	2,7	4,5	5,6	10,8	0,83	7,7	7,1
	2	3	2,0	1,7	5,9	11,7	0,80	6,8	8,3
	3	1	3,5	7,1	4,8	11,5	0,77	6,7	6,4
	3	2	2,4	3,5	5,2	10,9	0,90	8,2	6,0
	3	3	3,3	5,7	4,9	11,8	0,92	7,9	6,1
<i>LSD 0,05</i>			<i>1,7</i>	<i>6,7</i>	<i>0,73</i>	<i>0,87</i>	<i>0,13</i>		<i>1,0</i>

Tack

Slutligen vill vi tacka alla som har hjälpt oss att genomföra denna undersökning. Speciellt tack för SLF som har finansierat försöket, Äppelriket och fruktodlaren för underbara samarbeten och referensgruppen för värdefulla råd.

Tabell 9. Effekt av ULO- lagringsbetingelser på sorternas hållbarhet i butiken 'Shelf life'.

Område	Betingelser		Aroma			Amorosa		
	O ₂	CO ₂						
Lund	1	1	2,3	3,4	63,9	2,0	4,2	64,6
	1	2	2,5	4,8	82,2	5,2	4,5	72,3
	1	3	3,0	5,0	78,5	1,9	4,4	74,4
	2	1	8,9	4,7	66,7	12,4	4,1	64,4
	2	2	9,9	4,1	62,0	1,8	4,2	67,3
	2	3	6,4	4,7	77,1	1,6	4,8	76,5
	3	1	7,5	4,1	68,2	4,5	4,4	66,7
	3	2	4,2	4,9	67,4	6,7	4,0	71,7
	3	3	4,2	5,7	66,7	1,4	5,7	72,9
Kivik	1	1	14,9	4,8	65,8	5,0	4,6	65,8
	1	2	2,5	4,7	67,9	1,3	5,4	63,9
	1	3	4,0	4,9	72,3	4,1	4,3	70,4
	2	1	8,2	3,9	63,6	14,5	4,8	67,0
	2	2	7,5	4,9	63,9	1,9	4,4	63,0
	2	3	5,5	4,5	65,3	1,6	4,7	68,2
	3	1	17,4	4,9	62,0	9,3	3,8	63,0
	3	2	4,5	3,5	64,4	0,0	4,7	68,2
	3	3	7,8	5,4	69,8	6,0	5,7	68,6
<i>LSD 0,05</i>			2,2	0,4	9,0	1,9	0,5	8,2

Referenser

- Ben-Arie, R.; et al 1993. Differential effects of CO₂ at low and high O₂ on the storage quality of two apple cultivars. *Acta Horticulturae* 326, 165 – 174.
- Chen, P.M., Mellenthin, W.M., Kelly, S.B. and Facticeau, T.J. 1981. Effects of low oxygen and temperature on quality retention of 'Bing' cherries during prolonged storage. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 106: 533-535.
- El-Goorani, A., & Sommer, N.F. 1981. Effects of modified atmospheres on postharvest pathogens of fruits and vegetables. *Hortic. Rev.* 11: 412-461.
- Goffings, G. And M. Herregods 1994. The influence of the storage conditions on some quality parameters of "Jonagold" apples. *Acta Horticulturae* 368, 1.2: 223 - 230.
- Gong, Y., Toivonen, P., Wiersma, P., Lu, C., Lau, O. 2000. Effect of freezing on activity of catalase in apple flesh tissue. *J. Agric. and food Chem.* 48: 5537-5542.
- Harb, J., Streif, J., Bangerth, F. 2000. Response of controlled atmosphere (CA) stored 'Golden Delicious' apples to the treatments with alcohol and aldehydes as aroma precursors. *Gartenbauwissenschaft.* 65: 4, 154-161.
- 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.
- Tahir, I., Ericsson, N.A. 2003. Effect of postharvest heating & CA storage on storability and quality of apple cv. 'Aroma'. *Acta Horticulturae.* 600. 1: 127 - 136.

Alnarp i 20 februari 2007

Echard Ahner
GRO

Ibrahim Tahir
SLU