

Framtagning av optimala plockningstider samt optimala lagringsbetingelser i ULO-lager för några päronsorter.

“Determination of optimal harvesting dates and ULO-storage conditions of some pear varieties”.

Inledning

Den svenska produktionen av päron (*Pyrus communis*) uppgår till 2452 ton fördelat på 155 ha (SJV, 2011). Anledningen till denna blygsamma produktion är bl.a. den korta skörde- och försäljningsperioden, dålig kännedom om svenskodlade sorters mognadsförlopp och lagringsduglighet samt givetvis en stark konkurrens från importerad frukt, från både högproduktiva länder som Holland och Italien samt lågkostnads länder som Polen.

Stark profilering, unika produkter, hög kvalitet och ett jämnt varuutbud är några av de faktorer som den svenska fruktbranschen eftersträvar. Fortfarande odlas det dock i Sverige, till övervägande del, smakrika och fräscha produkter med högt antioxidantinnehåll vilket gör det möjligt att profilera svensk frukt. För att dessa kriterier ska kunna uppfyllas måste frukten plockas under optimal tidpunkt och lagras med optimala lagringsbetingelser (Zerbini, 2002). Det är med andra ord nödvändigt att finna andra marknadsfördelar för att fortsättningsvis få möjlighet att njuta av svenska päron.

Den vanligaste päronsorten i Sverige är **'Clara Frijs'** som utgör ca 36 % av den totala arealen päronodling i Sverige. 'Clara Frijs' 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 dessvärre är sorten både känslig för lagringssjukdomar och har kort hållbarhet i butik, s.k. 'shelf life', något som orsakar problem i distributionskedjan. **'Carola'** är också en populär svensk sort som mognar i september-oktober. Sorten kan snabbt förlora sin goda kvalitet under olämplig lagring.

De biologiska processer som skadar pärons kvalitet efter skörd kan bromsas upp genom att lagra frukten vid optimal temperatur och/eller kontrollerad atmosfär. ULO-lagring (Ultra Low Oxygen) kan även förlänga hållbarheten i butik (shelf life) genom att fördröja förändringar i fasthet, färg, sockerhalt, C-vitamin och organiska syror (Awad and Jager, 2003).

Kapaciteten för ULO-lagring har därför byggts ut i Sverige, vilket möjliggör en jämn tillgång på högkvalitativ svensk frukt under större delen av året. För att till fullo utnyttja branschens stora investeringar i lager och distribution krävs emellertid detaljerade kunskaper om varje sorts optimala behandling vid och efter skörd samt under lagring, eftersom ULO-lagringens effekt på hållbarhet och kvalitet emellertid är starkt beroende av att optimala koncentrationer av de olika gaskomponenterna används. För hög halt av CO₂ respektive för låg halt av O₂ kan orsaka skador vilka försämrar smaken. Varje sort reagerar dock olika varför lagringsdugligheten varierar starkt.

Förutom gasblandningens sammansättning har även skördetidspunkten stor betydelse för lagringsresultatet. I och med att päron är klimakteriska frukter är det andningen och etylenproduktionen som styr mognadsprocessen. Under det s.k. preklimakteriet, som pågår en relativt kort tid innan mognaden inleds, är andningsnivån låg. Eftersom den slutliga mognadsprocessen är energikrävande sker en plötslig andningsökning och strax därefter når också etylenproduktionen sitt maximum. Frukten når klimakterietoppen och frukten mognar. Att plocka päronen under klimakteriefasen (där fruktandning och etenproduktion redan har ökat) gör det omöjligt att skjuta upp kvalitetsförsämringen även om frukten lagras i ULO-lagring. Optimal skördetidpunkt infaller i preklimakteriefasen, då förändringarna i etylenproduktionen och kvalitetsparametrarna är mycket små (Kader, 2003). Päron bör

skördas när 25 % av frukten börjar producera etylen för att minimera lagringsröta och förbättra kvalitén (Sugar, 2002).

Utöver etylenproduktionen och andningsnivån kan även ändringarna i många andra kvalitetsparametrar användas som index för bestämning av den optimala skördetidpunkten (preklimakteriet period), t.ex. skalfärg (färg ändras från grönt till gult), stärkelseinnehåll (som omvandlas till socker), fruktköttfasthet (pektininnehållet bryts ned och frukten blir mjukare) och smak (fruktsyror bryts ned och sockerhalten ökar) (Peirs *et al.*, 2002; Willats *et al.*, 2001).

Målsättningen med detta projekt är att i förlängningen tillgodose marknadens och konsumenternas krav på högkvalitativ frukt samt öka lönsamheten för svensk päronproduktion och bemöta konkurrensen från importerad frukt.

Projektet syftar därmed till att:

1. bestämma den bästa skördetidpunkten för päronsorterna 'Clara Frijs' och 'Carola', avseende hållbarhet och kvalitet efter lagring i kyllager respektive ULO-lager.
2. bestämma optimala ULO- betingelser (temperatur, respektive koldioxid- och syrehalt) för var och en av de ovannämnda sorterna.
3. rekommendera ett korrekt mognadsindex som passar var och en av de två sorterna.

Material och metod

Bestämning av optimal skördetidpunkt och mognhetsprocess

Sorter: Undersökningen genomfördes på sorterna 'Clara Frijs' och 'Carola' under två säsongar (2011 och 2012). Under sommaren valdes slumpmässigt femton försöksträd per sort ut i en odling i Kivik. Skötseln av dessa träd följde normala rutiner i en fruktodling.

Mognadsprocessen: undersökningen av mognadsprocessutveckling startades då etylenproduktionen blev mätbar, frukttäckfärgen var helt mörk grön, fastheten mycket hård och sockerhalten för låg. Undersökningen slutades då etylenproduktionen visade en snabb ökning. I fem veckor, plockades tre päron från varje markerat träd tidigt på morgonen, två gånger per vecka. Frukten transporterades i kylväska (5°C) till Alnarp och analyserades enligt följande:

- **Etylenproduktion:** nio frukter/sort 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 glas spruta och tömdes i en GC (gaskromatografi, 6850 Agilent, USA).
- **Fruktkvalitet:** fruktkvalitetsparametrar undersöktes på 30 frukter per sort:
 - Fruktfärgen mättes med hjälp av en färgmätare (Minolta CR-200). Kulören visas i CI (färgindex) som räknas ut med formeln: $CI = (1000 \times a) / (L \times b)$. De olika bokstäverna i formeln representerar färger: +a = röd, -a = grön, L =färgljushet, +b = gul och -b = blå (Camelo and Gomez, 2004).
 - Förändring i fruktfasthet mättes med penetrometer av märket Effigi, 11,1 mm.
 - Den lösliga torrsubstansen (SSC) bestämdes med refraktometer och angavs i procent. Fruktsaftens innehåll av titrerbar syra bestämdes också med 0,5 N (NaOH) till pH 8,2.
 - Nedbrytning av stärkelse (SNB) bedömdes med hjälp av jodtest då frukten utdelades och doppades i jodlösning. Stärkelsenedbrytningen graderas enligt en skala med tio steg där 1= ingen SNB och 10 = helt fri från stärkelse.
 - En smakpanel fick bedöma smaken (en forskare, en odlare, en student och två medarbetare) enligt en skala mellan 1-10, där 1= mycket dålig smak och 10= mycket bra smak. Smaken avgjordes även av en smakindex $((100 \times \text{syra})/\text{SSC})$. Resultatet från båda

bedömningsmetoderna jämfördes och det visade sig att päron vars smakindex låg mellan 3-7 bedömdes ha bäst smak av smakpanelen. Smakindex högre än 7 bedömdes ha för sur smak och ett index på mindre än 3 bedömdes vara smaklöst.

- Streif-index räknades ut enligt formeln: $\text{fasthet}/(\text{stärkelsevärde} \times \text{löslig torrsubstans})$ (Streif, 1996).

Bedömningen av kvalitetparametrar veckovis räknades som genomsnitt av två provtagningstillfällen i sex veckor.

Bestämningen av sorternas lagringsduglighet

Kyllagring: i mitten av varje vecka, plockades 300 frukt per sort från samma markerade träd och transporterades till Balsgård, där de vägdes och lagrades i 0,5 - 1 °C respektive 3 °C och 95% relativ luftfuktighet under 12 veckor.

ULO-lagring: vid två tillfällen mitt i undersökningsperiod plockades ytterligare 630 frukt per sort, och transporterades till Balsgård. Frukten utdelades i sju grupper. Varje grupp lagrades i ett av följande ULO-skåp: skåp 1: 1 kPa O₂ + 1 kPa CO₂, skåp 2: 1 kPa O₂ + 2 kPa CO₂, skåp 3: 1 kPa O₂ + 3 kPa CO₂, skåp 4: 2 kPa O₂ + 2 kPa CO₂, skåp 5: 1 kPa O₂ + 0,5 kPa CO₂, skåp 6: 2 kPa O₂ + 0,5 kPa CO₂ och skåp 7: 2 kPa O₂ + 1 kPa CO₂. ULO-skåpen har luftreningsfilter och kan programmeras för att uppnå önskad atmosfär, temperatur och fuktighet. Efter vägning och märkning placerades frukten i de olika skåpen. Tre block per försöksled användes, varje block placerades i plastförpackning. Efter avslutad lagringsperiod (22 veckor senare) togs frukterna ut ur skåpen och viktförlusten beräknades.

Lagringsdugligheten bestämdes med hänsyn till andelen skrumpnad frukt, rutten frukt och frukt med fysiologiska sjukdomar. Förekomsten av lagringssjukdomar och svampsjukdomar besiktigades visuellt. Fruktkvaliteten (smak, färg, fasthet, sockerinnehåll och syrainnehåll) bedömdes på 10 frukter per försöksled enligt ovannämnt analys.

Statistik analys:

Med hjälp av variansanalys (ANOVA) bearbetades alla resultat statistiskt, varje egenskap vid varje undersökningstillfälle för sig. Olika provplockningsdatum och fruktkvalitetsparametrar jämfördes vid variansanalyserna med programmet MINITAB 16. För att se vilka jämförelser som gav signifikanta skillnader i fruktkvalitetsparametrarna användes Tukey-test.

Resultat

Mognadsprocessutveckling

Likvärdiga förändringar kunde uppmätas hos 'Clara Frijs' och 'Carola' då olika skördetidpunkter jämfördes (Tabell 1). Med senare skörd hos båda sorterna ökade innehållet av löslig torrsubstans (SSC) och färgindex medan minskade fruktens fasthet, stärkelseinnehåll och syrahalt. Därmed minskade Streif-index och smaken förbättrades.

Tabell 1. Kvalitetutvecklingen hos päron under skördeperioden 2011-2012.

1.1. Clara Frijs

Datum	Fasthet ^x	SSC ^x	Syra ^x	SNB ^x	Streif index	Smak ^x	Färgindex ^x
17.08	12,1 a ^z	11,0 bc	1,02 a	2,3 e	0,49 a	9,3 a	- 7,7 b
24.08	11,3 b	10,6 c	0,75 b	3,0 de	0,36 b	7,0 b	- 8,2 b
30.08	10,1 c	11,4 bc	0,65 c	3,3 cd	0,27 c	5,6 c	- 7,1 b
05.09.	9,2 cd	11,3 bc	0,62 c	4,0 bc	0,21 cd	5,5 c	- 6,6 b
11.09	8,3 d	12,2 ab	0,47 d	4,7 b	0,15 d	4,0 d	- 6,3 b
17.09	7,1 e	13,2 a	0,49 d	7,3 a	0,07 e	3,7 d	- 1,7 a
År x datum	0.000	0.000	ns	0.000	0,001	ns	0.000

1.2. Carola

Datum	Fasthet	SSC	Syra	SNB	Streif index	Smak	Färgindex
24.08	11,2 a	10,0 c	1,01 a	1,0 e	1,01 a	10,2 a	- 2,4 a
30.08	10,7 a	10,3 c	0,85 b	2,5 d	0,44 b	8,3 b	- 4,1 bc
05.09.	10,1 b	11,0 bc	0,87 b	3,8 c	0,23 c	8,0 b	- 4,0 abc
11.09	9,5 c	11,9 b	0,75 c	4,0 c	0,21 c	6,4 c	- 4,7 c
17.09	9,2 c	12,0 b	0,42 d	5,6 b	0,15 c	3,6 d	- 2,5 ab
24.09	7,8 d	13,9 a	0,43 d	7,2 a	0,07 d	3,1 d	- 3,0 ab
År x datum	0,000	0,000	ns	ns	ns	ns	ns

1.3. Korrelationen mellan etylenproduktionen vid skörd och mognadsindexen 2011-2012.

Päronsort	Etylen & fasthet	Etylen & SSC	Etylen & Syra	Etylen & SNB	Etylen & Streif index	Etylen & Smak	Etylen & Färgindex
Clara Frijs	0,714 **	0,351 ns	0,753 **	0,587 *	0,876 ***	0,361 ns	0,384 ns
Carola	0,691 **	0,633 **	0,591 *	0,661 **	0,798 ***	0,414 ns	0,392 ns

z. värdena följas med olika bokstäver visar signifikanta skillnader vid $p < 0,05$. x. smak = (syrahalt * 100)/SSC. SSC: löslig torrs substans, SNB. Stärkelsenedbrytning. Streif index = fasthet/(SNB*SSC). Färg index $((1000 \times a^*)/(L^* \times b^*))$, där står för röd eller grön färg, b för gul färg och L för färgljushet. ***, **, * signifikanta korrelationer vid 0,001; 0,01; 0,05 respektive. ns. Ej signifikant.

Hos 'Clara Frijs' skedde en signifikant fasthetminskning från 17/8 till 30/8, sedan låg fastheten på en relativt konstant nivå fram tills den 11/9. Därefter började den minska signifikant igen (Tabell 1.1). SSC låg på ungefär samma nivå under hela skördeperioden, undantaget en bra ökning som skedde vid de två sista skördetillfällena, alltså vid 11/9 till 17/9 (Tabell 1.1). Frukten syrahalt minskade konstant. Dock avstannade minskningen något och syrahalten låg på nästan samma nivå vid skörden under perioden mellan 30/08 och 5/9, sedan tilltog minskningen igen (Tabell 1.1). Fukt som skördades mellan den 24/8 och 5/9 visade tecken på långsammare hastighet hos SNB jämfört med fukt som skördades innan denna period, eller mot slutet av skördeperioden (Tabell 1.1). Förändringar i Streif-index var mindre vid skörden mellan den 30/8 och den 11/9 jämfört med förändringarna som skedde tidigare samt efteråt (Tabell 1.1). Smakindexförbättringen skedde väldigt långsamt från den 30/8 till den 5/9 (Tabell 1.1). Färgindex låg på en relativt konstant nivå fram till den 17/9, när en avsevärd ökning noterades (Tabell 1.1).

Även hos 'Carola' noterades en ständig minskning i fruktfastheten under perioden mellan 24/8 och 11/9, därefter skedde en långsam minskning under en vecka, innan förändringarna satte fart igen (Tabell 1.2). SSC visade inga större förändringar, dock kunde en markant ökning noteras efter den 17/9 (Tabell 1.2). Syrahalten visade signifikanta minskningar vid tre tillfällen, den 30/8, den 11/9 och den 17/9. Mellan dessa plockningstider visade syrahalten inga signifikanta ändringar (Tabell 1.2). Stärkelsenedbrytningshastigheten visade en tydligt låg nivå vid skörd mellan 5/9 och 11/9 (Tabell 1.2). Smaken förbättrade relativt långsamt i början, men från den 11/9 skedde en större smakförändring. Färgindexet visade på en jämn förändring. För 'Carola' kunde störst förändring i Streif-index noteras vid de första och andra skördetillfällena, därefter noterades ingen signifikant minskning innan den 24/9 (Tabell 1.2).

I 'Clara Frijs' noterades en mycket stark korrelation ($p < 0,001$) mellan etylenproduktionen och Streif index. En stark korrelation ($p < 0,01$) visades mellan etylenproduktionen samt både syrahaltförändringen och fasthetminskningen. Inga signifikanta korrelationer kunde noteras mellan etylenproduktionen och ändringarna i smaken, färgen och sockerhalten (Tabell 1.3).

En mycket stark korrelation ($p < 0,001$) märktes hos 'Carola' mellan etylenproduktionen och Streif index. Etylenproduktionen visade på en stark korrelation ($p < 0,01$) med var och en av följande parametrar; stärkelsenedbrytning, fasthetminskning och sockerhaltökning. Inga eller svaga signifikanta korrelationer kunde noteras mellan etylenproduktionen och ändringarna i andra mognadsindex (Tabell 1.3).

Effekten av olika skördetidpunkter på fruktkvaliteten och lagringsdugligheten

Olika plockningstider påverkade lagringsförluster som orsakades av svampangrepp och vattenavgivning hos 'Clara Frijs'. Tidiga plockningstider (fram till den 5/9) visade mindre svampangrepp hos frukter jämfört med senare plockningstider. Inget klart samband mellan plockningstid och förekomsten av sjukdomar noterades (Tabell 2.1). Minst totala förluster registrerades hos 'Clara Frijs' för frukt som plockats i mitten av skördeperioden (30/8 – 5/9) (Fig. 1, $p < 0,05$). Frukt som plockades under denna period hade också bättre kvalitet och god smak efter kylagring (Tabell 2.1). En jämförelse mellan tabell 1.1 och 2.1 demonstrerar att fastheten, SSC och syrahalten hos frukt som plockades under första veckan av september visade mindre ändringar under kylagring jämfört med frukt som plockades under andra tillfällen. Frukten som plockades senare tappade smaken.

Hos 'Carola' visade resultaten att förekomsten av fysiologiska sjukdomar ökade hos tidigt plockade frukter medan svampangreppen ökade vid senare skörd (Tabell 2.2). Frukt som skördats antingen i början eller i slutet av skördeperioden visade högre totalförluster och oacceptabel smak jämfört med frukt som skördats under perioden 5/9-11/9 (Fig. 1, $p < 0,05$; Tabell 2.2).

Tabell 2. Effekt av skördetidpunkten och lagringstemperatur på fruktkvalitet och lagringsduglighet efter tolv veckor i kylagring 2011-2012.

2.1. Clara Frijs

Datum	Fasthet	SSC	Syra	Smak	Färgindex	Viktförlust	Svampangrepp	Sjuka
17.08	6,1 b	12,1 a	0,61 a	5,1 a	- 1,7 a	6,1 a	4,2 b	3,2 a
24.08	6,7 ab	11,8 ab	0,43 b	3,6 b	- 1,0 a	4,6 b	2,5 b	2,0 ab'
30.08	7,5 a	11,4 b	0,37 c	3,2 b	- 2,8 a	4,6 b	3,8 b	1,0 b
05.09	7,4 a	11,5 ab	0,39 c	3,4 b	- 2,8 a	4,2 b	4,2 b	0,3 b
11.09	7,4 a	11,8 ab	0,26 d	2,2 c	- 2,3 a	4,3 b	8,4 a	1,3 ab
17.09	6,9 ab	11,1 b	0,23 d	2,1 c	- 2,4 a	4,0 b	10,4 a	0,2 b
0,5-1°C	7,4 a	11,7 a	0,41 a	3,5 a	- 2,0 a	4,6 a	4,1 b	1,2 a
3 °C	6,6 b	11,6 a	0,35 b	3,0 a	- 2,3 a	4,7 a	7,0 a	1,4 a

2.2. Carola

Datum	Fasthet	SSC	Syra	Smak	Färgindex	Viktförlust	Svampangrepp	Sjuka
24.08	6,4 b	12,2 a	0,95 a	8,0 a	- 2,6 b	4,3 a	4,7 b	1,2 a
30.08	7,1 ab	12,9 a	0,67 b	5,2 b	- 1,3 ab	4,2 a	3,3 b	0,0 b
05.09	7,8 a	13,1 a	0,65 b	5,0 b	- 2,1 ab	3,9 ab	4,5 b	0,0 b
11.09	7,5 a	12,9 a	0,54 c	4,1 c	- 2,0 ab	2,9 ab	4,1 b	0,0 b
17.09	6,9 ab	12,9 a	0,42 d	3,2 d	- 0,4 a	2,7 ab	9,1 a	0,0 b
24.09	6,6 b	12,4 a	0,39 d	3,1 d	- a,9 ab	2,5 b	8,7 a	0,0 b
0,5-1°C	7,5 a	12,8 a	0,68 a	5,3 a	- 1,8 a	2,6 b	5,0 b	0,2 a
3 °C	6,5 b	12,7 a	0,52 b	4,1 b	- 1,3 a	4,3 a	6,4 a	0,2 a

Effekten av olika kylagringstemperaturer på fruktkvaliteten och lagringsdugligheten

Förluster som orsakades av sjukdomar och vattenavgivning hos 'Clara Frijs' påverkades inte signifikant av olika lagringstemperaturer. Lagring i 3 °C ökade svampangreppen med 71% och de totala förlusterna med 32% jämfört med lagring i 0,5-1,0 °C (Tabell 2.1 och Fig.1). Hos 'Carola' visade resultaten för sjukdomar inte på några signifikanta skillnader mellan de olika lagringstemperaturerna. Men viktförlusten, svampangreppen och totalförlusten efter lagring i 0,5-1,0 °C var 65%, 28% och 40% respektive, alltså mindre än vid lagring i 3 °C (Tabell 2.2 och Fig.1).

Både hos 'Clara Frijs' och 'Carola' var fruktfastheten och syrahalten något högre vid lagring i den lägre temperaturen. Analys av 'Clara Frijs' och Carola visade att SSC inte påverkades av

kyllagringstemperaturen. Smaken var nästan uteslutande bättre hos de 'Clara Frijs' som lagrats i 0,5-1,0 °C jämfört med 3 °C men skillnaderna var inte signifikanta. För 'Carola' uppmättes högre smakvärden hos den frukt som lagrats i 0,5-1,0 °C jämfört med frukt som lagrats i 3 °C. Hos båda sorterna noterades ingen signifikant differens i CI mellan de olika lagringstemperaturerna (Tabell 1.1 och 1.2).

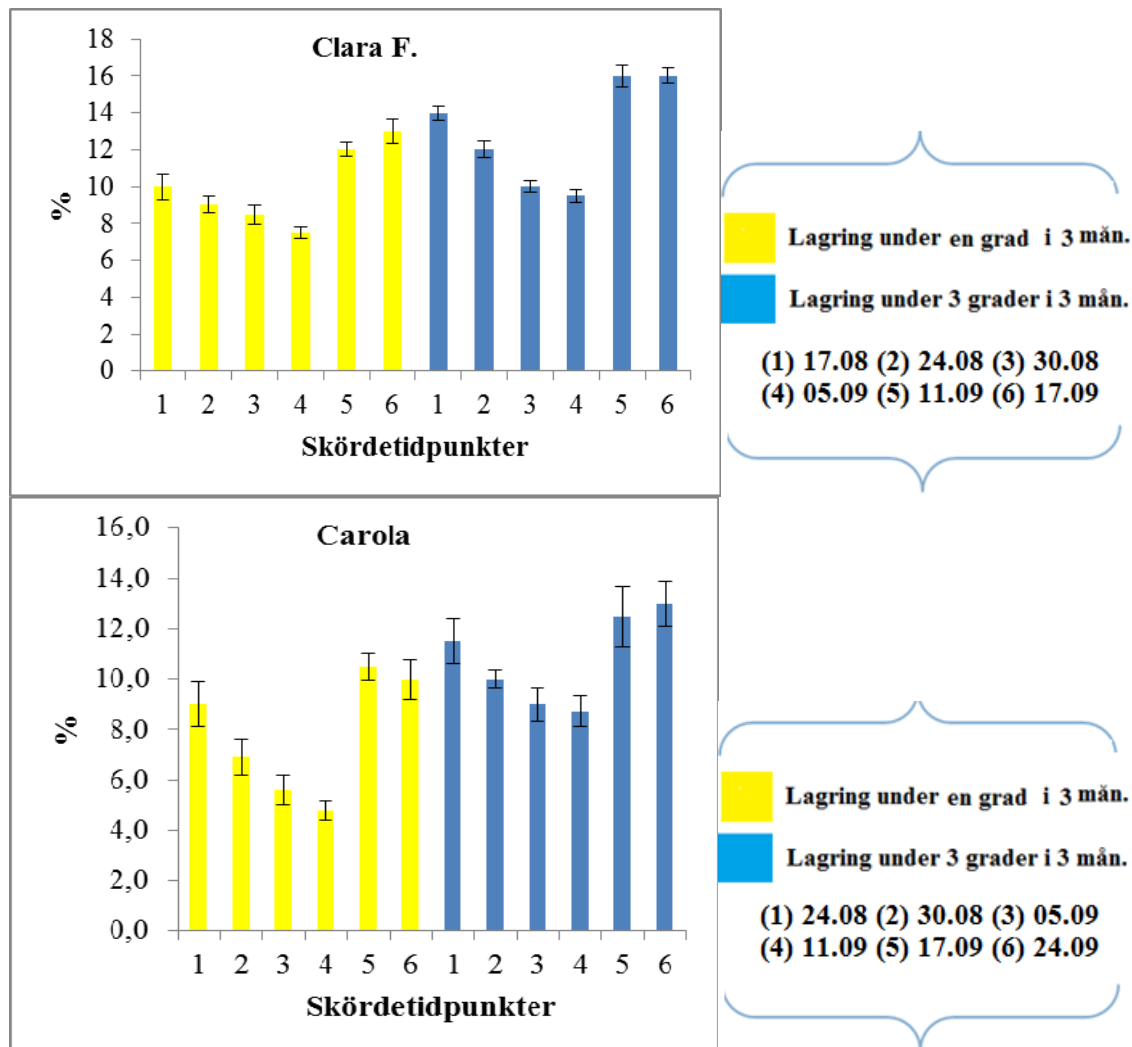


Fig. 1. Effekten av skördetidpunkter på totalförlusten under kyllagring, 2011-2012.

Effekten av olika ULO-betingelser på fruktkvaliteten och lagringsdugligheten

För 'Clara Frijs' som ULO-lagrats var förekomsten av svampangrepp och sjukdomar minst efter lagring under betingelserna 1 kPa O₂ + 0,5 kPa CO₂. Mest svampangrepp och totalförluster noterades hos frukt som lagrats i 2 kPa O₂ + 1 kPa CO₂, (Tabell 3.1 och Fig. 2, p<0,05). Lagring under 1 kPa O₂ och 0,5 eller 1 kPa CO₂ medförde minst totalförlust (Fig. 2, p<0,05). Båda betingelserna bevarade bäst fruktkvaliteten (fasthet och smak) jämfört med andra betingelser. En vecka senare plockning (5/9 istället av 30/8) ökade svampangrepp, sjukdom och totalförlust samt försämrade smaken. Sen plockning påverkade varken vikt-förlusten eller kvaliteten (Fig. 2; p<0,05; Tabell 3.1).

Hos 'Carola' var förekomsten av svampangrepp och sjukdomar minst vid lagring i 2 kPa O₂ + 0,5 kPa CO₂. Inga signifikanta skillnader i vikt-förlust kunde noteras mellan de olika skåpen (Tabell 3.2). Lägst totalförlust uppvisades vid lagring i 1 eller 2 kPa O₂ och 0,5 kPa CO₂ (Fig.2; p<0,05). Frukten som lagrats under dessa betingelser visade högre fasthet, SSC och syrahalt samt bäst smakindex (Tabell 3.2). Generellt var förlusterna efter lagring lägst hos den

frukt som skördats tidigt (11/9), dessutom var fruktkvalitet bättre (högre fasthet och bättre smak) jämfört med frukten som plockats en vecka senare (Tabell 3).

Tabell 3. Effekt av ULO-betingelser och skördetidpunkten på fruktkvalitet och lagringsduglighet efter 22 veckor i ULO-lagring 2011-2012.

3.1. Clara Frijs

Skåp	Fasthet	SSC	Syra	Smak	Färgindex	Viktförlust	Svamp	Sjuka
1	6,8 a	11,2 a	0,32 ab	2,9 b	- 3,0 ab	1,6 b	1,1 c	0,5 d
2	5,6 b	11,2 a	0,26 bc	2,3 b	- 3,5 ab	1,6 b	8,3 ab	5,3 bc
3	5,7 b	11,3 a	0,25 bc	2,3 b	- 5,5 b	1,9 ab	7,8 b	6,9 ab
4	5,8 b	11,1 a	0,27 bc	2,4 b	- 3,6 ab	2,2 ab	7,4 b	5,9 bc
5	6,8 a	10,7 a	0,37 a	3,5 a	- 4,6 b	2,5 a	0,4 c	0,0 d
6	5,8 b	10,5 a	0,29 bc	2,8 a	- 1,6 a	2,5 a	11,7 ab	1,9 cd
7	5,4 b	10,6 a	0,23 c	2,3 b	- 1,5 a	2,4 a	12,7 a	9,9 a
30.08	6,0 a	10,8 a	0,38 a	3,6 a	- 3,4 a	2,2 a	5,6 a	3,6 b
05.09	6,0 a	11,0 a	0,24 b	2,1 b	- 3,3 a	2,0 a	8,6 b	5,1 a

3.2. Carola

Skåp	Fasthet	SSC	Syra	Smak	Färgindex	Viktförlust	Svamp	Sjuka
1	7,6 b	11,8 c	0,54 b	4,6 b	- 4,2 a	1,4 d	4,0 a	12,9 bc
2	7,4 b	12,2 bc	0,37 c	3,0 c	- 4,0 a	1,5 bcd	5,5 a	20,0 ab
3	7,2 bc	12,3 bc	0,42 c	3,4 c	- 3,5 a	1,6 cd	5,0 a	21,2 a
4	6,8 c	12,1 bc	0,39 c	3,2 c	- 4,2 a	1,6 cd	7,5 a	18,4 ab
5	8,4 a	13,8 a	0,76 a	5,5 a	- 4,6 a	1,9 abc	0,0 b	1,3 d
6	8,3 a	13,2 b	0,75 a	5,7 a	- 3,7 a	2,1 a	0,0 b	0,0 d
7	5,4 d	12,3 bc	0,57 b	4,6 b	- 3,4 a	2,0 ab	4,6 a	9,5 c
11.09	7,6 a	12,6 a	0,61 a	4,9 a	- 4,6 b	1,7 a	3,1 b	7,7 b
17.09	7,0 b	12,5 a	0,45 b	3,6 b	- 3,4 a	1,6 a	4,5 a	16,1 a

Skåp 1: 1 kPa O₂ + 1 kPa CO₂, skåp 2: 1 kPa O₂ + 2 kPa CO₂, skåp 3: 1 kPa O₂ + 3 kPa CO₂, skåp 4: 2 kPa O₂ + 2 kPa CO₂, skåp 5: 1 kPa O₂ + 0,5 kPa CO₂, skåp 6: 2 kPa O₂ + 0,5 kPa CO₂ och skåp 7: 2 kPa O₂ + 1 kPa CO₂.

Diskussionen

För att pärons kvalitet ska kunna utvecklas under lagring, bör de sköras under pre-klimakterieperioden, som infaller strax innan det att ökningen av andningsnivån och etylenproduktionen inträffar (klimakteriefasen) (Garris et al., 2008). Eftersom frukten har lägst andningsnivå och långsammast ämnesomsättningsprocess under denna period, visar kvalitetsparametrarna för fasthet, syrahalt, stärkelse nedbrytning och Streif index en klar tendens att stabiliseras eller visa låg ändring. Därför kan dessa ändringar vara ett praktiskt alternativ för etylenmätning vid bestämning av pre-klimakterieperioden, d.v.s. den optimala skördetidpunkten (Tahir och Nybom, 2013).

Hos 'Clara Frijs' visade fastheten, syrahalten, smaken och Streif indexen mycket låg förändring under första vecka av september. Efter att sambandet mellan dessa parametrar och etylenproduktionen undersöktes och det visade sig ha en mycket stark korrelation ($p < 0,001$) med Streif index och bara en stark korrelation ($p < 0,01$) med fastheten och syrahalten, kan Streif index rekommenderas som en pålitlig mognadsindex för 'Clara Frijs'. Dessutom, kan man använda de andra två indexen tillsammans för säkert skull. Eftersom, uppvisade parametrar för stärkelse nedbrytning, SSC, smak och färgindex inte visade några signifikanta skillnader vid olika skördetidpunkter och hade en svag korrelation med etylenproduktionen, utesluts dessa som mognadsindex.

För 'Carola' är parametrarna fasthet, SSC, SNB och Streif-index acceptabla mognadsindex, då de visade sig ha en stabil förändringstakt i mitten av skördeperioden (5-11/09). Endast Streif index hade en mycket stark korrelation med etylenproduktionen och därför kan den rekommenderas som en pålitlig mognadsindex för 'Carola'. Stärkelsenedbrytning, fasthet och SSC kan också användas, dessa är dock mindre pålitliga index. Syrahalten, smaken och färgindexen bör dock inte användas vid bestämning av skördetidpunkten för 'Carola'.

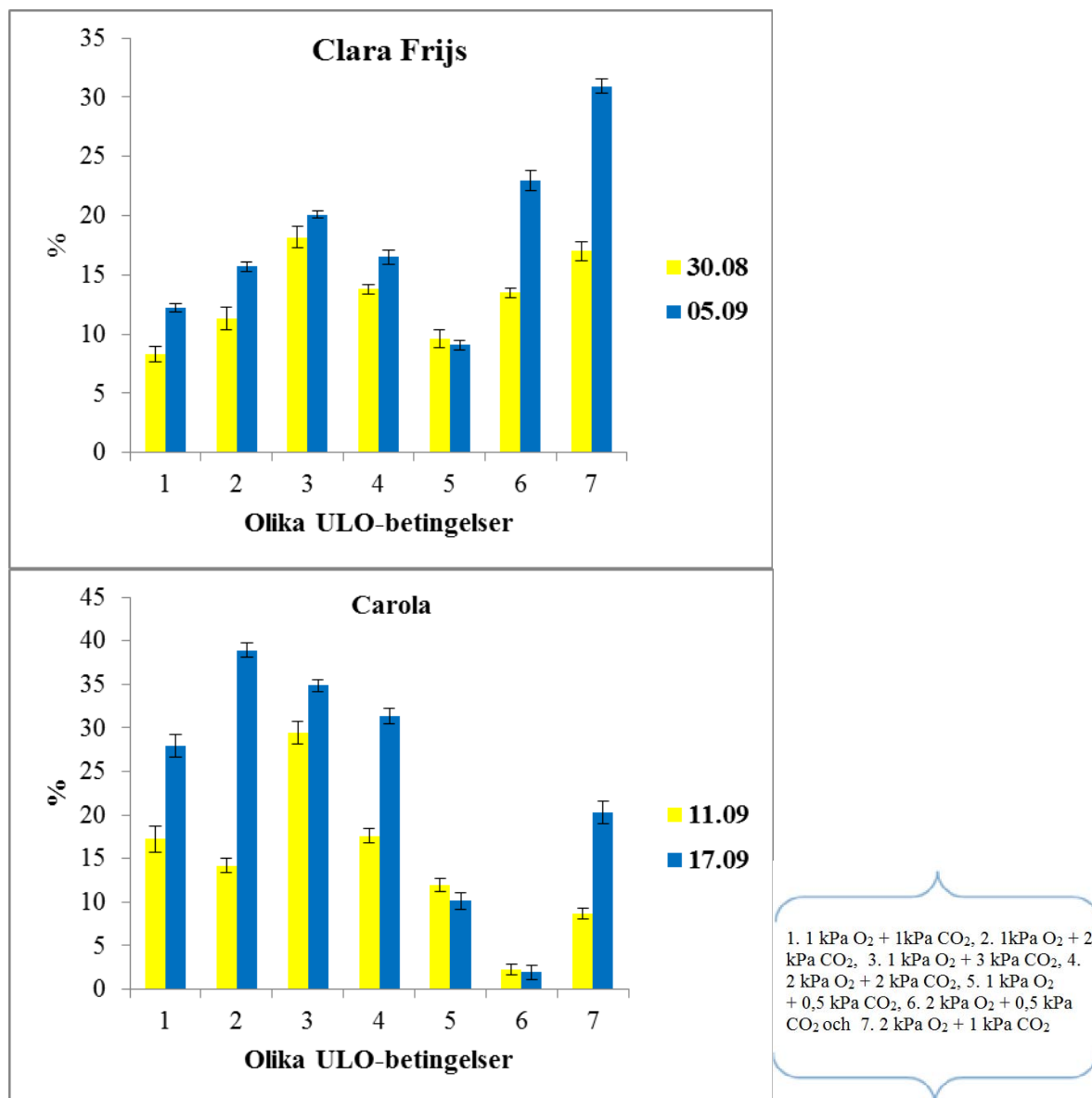


Fig.2. Effekt av skördetidpunkter på förlust under ULO- lagring, 2011-2012.

Då Streif indexen för 'Clara Frijs' ligger mellan 0,27 – 0,10, och för 'Carola' mellan 0,23 – 0,10 innebär det att frukten befinner sig i pre-klimakteriefasen. Eftersom olika studier har rapporterat att päronfrukt som plockas så nära inpå slutet av pre-klimakterieperioden som möjligt, har högre arom och lagringsduglighet (Blaszyk, 2010, Sugar, 2002), rekommenderar vi Streif index mellan 0,21 till 0,15 för ULO-lagring och mellan 0,15 -0,10 för kylslagring.

För båda sorterna, som plockats under rekommenderade tider var förlusterna lägre efter lagring i 0,5 – 1 °C jämfört med lagring i 3 °C. Även fasthet, smak och syrahalt bevarades bättre vid lagring i den lägre temperaturen. Hastigheten på fruktens metabolism kan sänkas

avsevärt med hjälp av lagring i låga temperaturer, vilket leder till att nedbrytningen går långsammare (Wills et al., 2007).

Lägst totalförlust noterades för 'Clara Frijs' som lagrats i 1 kPa O₂ + 0,5 kPa CO₂, det var även under dessa betingelser som förekomsten av svampangrepp och sjukdomar var lägst. Samma betingelser var även en av de som bevarade fruktens fasthet och smak. För 'Carola' resulterade lagring under betingelserna 2 kPa O₂ + 0,5 kPa CO₂ i minst förekomst av svampangrepp och sjukdomar. Det var även vid dessa betingelser som totalförlusten blev lägst och kvaliteten, inklusive smaken, var bäst.

'Clara Frijs' är känslig för *Neofabraea* sp. (*Gloeosporium*-angrepp) och grönmögelröta (*Penicillium expansum*) (Bild 1). Sorten tappar snabb sin kvalitet under kylslagring och även under ULO-lagring, särskilt när den lagras vid ej optimal temperatur (högre än 1 °C) eller ej optimal atmosfär, där syre är lägre än 1 kPa och koldioxidhalten är högre än 0,5 kPa (Bild 2).

'Carola' drabbades av fysiologiska sjukdomar såsom brunt kärnhus och bruna kratrar (Bild 3). Eftersom dessa sjukdomar påverkas av fruktens mineralinnehåll (särskild Ca) (Zerbini et al., 2002), måste Carolaodling sprutas 5-6 gånger med kalcium under perioden mellan juni fram till mitten av augusti. Sen plockning och hög koldioxidhalt komplicerar också problemet.

Toleransen för förhöjd CO₂-halt i lagret påverkas av CO₂-nivån, lagringstiden, O₂-halten, mognadsnivån vid skörden och fruktens allmänna kondition. Bruna kratrar och inre brunfärgning, tros bero på syrefattig metabolism under lagringen, vilket kan orsakas av förhöjd CO₂-halt i kombination med sänkt O₂-halt i lagringsatmosfären (Elgar et al., 2003; Shang Ma och Chen, 2003; Sugar, 2002; Zerbini et al., 2002). Med ULO-lagring av de två sorterna, måste man vara väldigt noggrann med koldioxidhalten i lageratmosfären och undanröja överskottet.

Litteratur

- Awad, M.A. & de Jager, A. 2003. Influences of air and controlled atmosphere storage on the concentration of potentially healthful phenolics in apples & other fruits. *Postharvest Biol. Technol.* 27, 53-58.
- Blaszcyk, J. 2010. *Influence of harvest date and storage conditions on the changes of selected qualitative conditions of 'Concorde' pears.* *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research* 18(2):211-221.
- Camelo, L. and P. Gomez. 2004. *Comparison of color indexes for tomato ripening.* *Horticultura Brasileira*, Brasília, 22:534-537.
- Elgar, H., D.M. Burmeister och Ch.B. Waktins. 1998. Storage and handling effects on a CO₂-related internal browning disorders of 'Braeburn' apples. *HortScience* 33(4):719-722.
- Jordbruksverket. 2011. *Statistik* www.sjv.se
- Garriz, P.I., H.L. Alvarez och G.M. Colavita. 2008. *Harvest date effects on fruit quality of 'Abbé Fetel' pears.* *Acta Horticulturae* 800:1019-1025.
- Kader A.A. 2003. Physiology of CA treated produce. *Acta Horticulturae* 600, 1.2 : 349 –354.
- Piers, A., Scheerlinck, N., Perez, A.B., Jancsó, P. & Nicolai, B.M. 2002. Uncertainty analysis and modelling of the starch index during apple fruit maturation. *Postharvest Biol. Technol.* 26, 199-207.
- Shang Ma, S. och P. Chen. 2003. *Storage disorder and ripening behavior of 'Doyenne du Comice' pears in relation to storage conditions.* *Postharvest Biology and Technology* 28:281-294.
- Streif, J. 1996. *Optimum harvest date for different apple cultivars in the 'Bodensee' area.* In: de Jager A., D. Johnson, and E. Hohn (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.
- Sugar, D. 2002. *Postharvest physiology and pathology of pears.* *Acta Horticulturae* 596:833-838.
- Tahir, I. and Nybom, H. 2013. Tailoring Organic Apples by Cultivar Selection, Production System, and Post-harvest Treatment to Improve Quality and Storage Life. *HortScience* 48(1):92–101.

- Willats, W.G.T., McCartney, L., Mackie, W. & Knox J.P. 2001. Pectin: cell biology and prospects for functional analysis. *Plant molecular Biology* 47, 9-27.
- Wills, R., B., McGlasson, D. Graham och D. Joyce. 2007. *Postharvest, an introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals*, 5th edition. University of New South Wales Press Ltd. ISBN – 9780 8684 0980 1
- Zerbini, P.E. 2002. *The quality of pear fruit*. Acta Horticulturae 596:805-810.
- Zerbini, P. M. Grassi, A. Rizzolo, A. Pianezzola, G. De Colellis and A. Brambilla. 2002. Harvest maturity, mineral content and postharvest quality of 'Conference' pears stored in high or low CO₂. Acta Hort 596:839-844.

**Bild 1****Bild 2****Bild 3**