

Optimal skördetidpunkt och ULO-betingelser förbättrar lagringspotential hos 'Clara Frijs'- och 'Carola'- päron

Optimal harvest date and ULO-storage conditions improve storage potential for 'Clara Frijs' and 'Carola' pears

Anna Nilsson



Optimal skördetidpunkt och ULO-betingelser förbättrar lagringspotential hos ´Clara Frijs´- och ´Carola´- päron

Optimal harvest date and ULO-storage conditions improve storage potential for ´Clara Frijs´ and ´Carola´ pears

Anna Nilsson

Handledare: Ibrahim Tahir, Institutionen för växtförädling, SLU, Alnarp

Examinator: Marie Olsson, Institutionen för växtförädling, SLU, Alnarp

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: kandidatarbete i Trädgårdsvetenskap

Kurskod: EX0495

Program/utbildning: Trädgårdsingenjörsprogrammet inriktning odling

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2013

Omslagsbild: Ibrahim Tahir 2013

Självständigt arbete vid LTJ-fakulteten, SLU

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: päron, optimal skördetidpunkt, ULO-lagring, kvalitet, lagringssjukdom

Sveriges lantbruksuniversitet

Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för Landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap

Institution för Biosystem och Teknologi

Område Hortikultur

Innehållsförteckning

Förord	4
Sammanfattning	4
Summary	5
1. Bakgrund	6
1.1. Päron	6
1.2. Päron – näringsvärde	6
1.3. Päron i världen	6
1.4. Päronproduktion i Sverige	7
1.5. Päronsorter i Sverige	7
1.6. Päronlagring i Sverige	8
2. Litteraturgenomgång	9
2.1. Päron – frukt	9
2.1.1. Pre-pollination	9
2.1.2. Post-pollination	9
2.2. Fruktkvalitet	10
2.3. Förlust	11
2.4. Faktorer som påverkar fruktkvaliteten	13
2.4.1. Innan skörd	13
2.4.2. Skörd	14
2.4.3. Efter skörd	14
2.5. Hur kan fruktkvaliteten bevaras?	15
2.5.1. Plocka i rätt tid	15

2.5.2. Behandla efter skörd	16
2.5.3. Lagra i optimal temperatur och under optimala ULO- betingelser	17
3. Syfte	18
4. Material och metod	18
4.1. Avgränsning	18
4.2. Växtmaterial	18
4.3. Lagring	19
4.4. Statistisk analys	20
5. Resultat	20
5.1. Fruktkvalitetsändringar under skördeperioden	20
5.2. Effekt av skördetidpunkter och kyl-lagringsvillkor på fruktkvaliteten och lagringsdugligheten	22
5.3. Effekt av olika ULO-lagringsbetingelser	31
6. Diskussion	36
6.1. Vilket trädmognadsindex passar dessa sorter?	36
6.2. Optimala skördetidpunkter för de två sorterna	37
6.3. Vilka kyl-lagringsvillkor passar dessa sorter?	37
6.4. Vilka ULO-lagringsbetingelser passar dessa sorter?	37
7. Referenser	38
8. Bilagor	42

Förord

Ett stort tack till min handledare Ibrahim Tahir för all hjälp jag fått under arbetets gång med fakta, statistik, resultatanalyser med mera! Utan din hjälp hade jag inte rott detta i hamn. Tack till min kursledare Lotta Nordmark och till Salla Marttila för matnyttig information om hur ett kandidatarbete ska skrivas!

Tack även till Lars-Olof Börjesson på Äppelriket i Kivik för svar på mina frågor om päronlagring! Till sist, ett stort tack till min sambo Alex som fått stå ut med mig under denna lärorika men något stressiga process!

Sammanfattning

Svensk päronproduktion kan utvecklas och förbättras. För att lagrade päron ska vara av högsta kvalitet ska skörd ske i rätt tid, frukten ska lagras i rätt temperatur och ULO-lagringsbetingelserna ska vara rätt sammansatta.

Försök utfördes på päronsorterna 'Clara Frijs' och 'Carola' för att få fram optimal skördetidpunkt, lagringstemperatur och ULO-betingelser för respektive sort. Efter kontinuerlig provtagning och analyser av fruktkvaliteten (fasthet, löslig torrsubstans "SSC", stärkelsebrytning, syrahalt, smak och färg) plockades frukten under sex olika mognadsstadier under perioden 17/8 – 17/9 för 'Clara Frijs' och 24/8 – 24/9 för 'Carola'. Frukten lagrades i två kylkameror med 1°C respektive 3°C. Ytterligare frukt plockades, vid två olika mognadsstadier, för ULO-lagring. 'Clara Frijs' plockades 30/8 och 5/9, medan 'Carola' plockades 11/9 och 17/9. Denna frukt lagrades under sju olika ULO-betingelser: Skåp 1: 1% O₂ + 1% CO₂, skåp 2: 1% O₂ + 2% CO₂, skåp 3: 1% O₂ + 3% CO₂, skåp 4: 2% O₂ + 2% CO₂, skåp 5: 1% O₂ + 0,5% CO₂, skåp 6: 2% O₂ + 0,5% CO₂ och skåp 7: 2% O₂ + 1% CO₂. Efter avslutad lagring kontrollerades fruktens kvalitetsparametrar och förluster till följd av svampangrepp, sjukdomar och vattenavgivning noterades.

Rekommenderad skördetid för 'Clara Frijs' är 30/8 – 5/9 och för 'Carola' 5/9 – 11/9 eftersom resultaten efter lagring visade låga förluster och bra kvalitet för frukt som skördats under dessa perioder. Rekommenderad lagringstemperatur är 1°C för båda päronsorterna eftersom kvaliteten bevarades bäst vid den låga temperaturen. För 'Clara Frijs' resulterade ULO-lagring i 1% O₂ + 0,5% CO₂ i bäst resultat och för 'Carola' var det ULO-lagring i 2% O₂ + 0,5% CO₂ som gav bäst resultat. Generellt visade 'Clara Frijs' högre totalförlust än 'Carola'

oavsett skåpen. 'Carola' tappade mindre av sin kvalitet under ULO-lagring i jämförelse med 'Clara Frijs'.

Summary

Swedish pear production can be developed and improved. To get pears with high quality after storage harvest date, storage temperature and ULO conditions must be accurate.

'Clara Frijs' and 'Carola' were studied for optimal harvest date, storage temperature and ULO conditions. The fruit was harvested at six different maturity stages and was stored at either 1°C or 3°C. Even more fruit was harvested at two different maturity stages and was stored at different ULO conditions. When the storage period was over fruit quality was analysed and losses noted.

Recommended harvest date for 'Clara Frijs' is 30/8-5/9 and for 'Carola' 5/9-11/9. Storage temperature should be 1°C. Recommended ULO conditions for 'Clara Frijs' are 1% O₂ + 0.5% CO₂ and for 'Carola' 2% O₂ + 0.5% CO₂. In total 'Clara Frijs' suffered more losses than 'Carola', regardless of ULO conditions.

1. Bakgrund

1.1. Päron

Päron, *Pyrus communis* L., är medlem av Rosaceae-familjen (Chen, 2013). Frukterna är ofta gröna, ibland med röda inslag. Vid mognad övergår färgen i gulare nyanser. Formen är ofta avlångt rundad och smalare upptill. Storlek, färg, form, textur och smak varierar beroende på sort.

1.2. Päron-näringsvärde

Vatteninnehållet i ett päron uppgår, enligt Livsmedelsverket (2013), till 84,5%. 100 gram färskt päron har ett energi-innehåll bestående av 226 kJ och 54 kcal, 0,1 g fett, 3,9 g fibrer och 9,8 g socker. Päron är relativt rika på kalcium (12mg/100g), kalium (106mg/100g), fosfor (11mg/100g) och vitamin C (5 mg/100g). De innehåller även mindre mängder av bland annat magnesium, vitamin E och beta-karoten (Livsmedelsverket, 2013).

1.3. Päron i världen

Päron kommer, enligt WST (2013), ursprungligen från västra och sydvästra Kina. Därifrån har de, längs olika bergskedjor, spridits österut och västerut. Det finns belägg för att det odlades päron i Europa redan på 1000-talet f. Kr. (WST, 2013). I Kina är päron, enligt Janick (2002), en symbol för rättvisa, renhet, visdom och ett längre liv. I Korea symboliserar päronfrukten renhet, ädelhet och elegans och själva päronträdet står för trygghet. Det finns ett flertal koreanska legender som talar om att päron förbättrar kvinnors fertilitet och ger tur på tentor, ökad visdom samt bättre hälsa (Janick, 2002).

Päronproduktion i norra Europa ses, enligt Bunemann et al. (2002), generellt som en bisyssla till äppelproduktion, även om Holland och Belgien har utökat sina arealer för päronodling de senaste åren. Dessa ökningarna beror till störst del på nyplantering av sorterna 'Conference' och 'Williams'. Upp till 75% av Hollands päronodlingar beräknas vara planterade med 'Conference' (Bunemann et al., 2002).

Det produceras, enligt FAO (2013), cirka 24 miljoner ton päron i hela världen och medelavkastningen ligger på ca 14,8 ton/ha. Kontinenterna har varierande produktivitet med Nord- och Sydamerika i topp med 27,5 ton/ha, därefter Oceanien (Australien och Nya

Zeeland) med 19 ton/ha och sedan kommer Europa med 17,6 ton/ha. Lägst produktivitet har Asien med 13,8 ton/ha och Afrika med 11,4 ton/ha. I Europa finns den största produktionen, räknat i ton, i Italien (926 542 ton) och Spanien (502 209 ton) men de europeiska länderna med högst produktivitet är Schweiz (69,4 ton/ha), Slovenien (55,2 ton/ha) och Holland (40,1 ton/ha). Bland de skandinaviska länderna ligger Danmark i topp med produktion på 28 950 ton och produktivitet på ca 20 ton/ha (FAO, 2013).

1.4. Päronproduktion i Sverige

Päronet kom till Sverige under medeltiden (www.kiviks.se). Nu uppgår den odlade arealen i Sverige till cirka 155 hektar och dessa avkastar 2 452 ton per år, vilket ger en produktivitet på cirka 15 ton/ha (SJV, 2011). Vid jämförelse med andra nordeuropeiska länder, exempelvis Schweiz och Holland, motsvarar Sveriges produktivitet cirka 26% respektive 45% (FAO, 2013), vilket tyder på att avkastningen bör kunna ökas, fruktkvaliteten förbättras och lagringsbetingelserna utvecklas även i Sverige. Goda resultat kan uppnås genom val av nya lämpliga sorter och grundstammar samt förändrad odlingsteknik och produktionssystemet kan anpassas till jordtyp, klimat och växtmaterial (Tromp et al., 2005).

Enligt Börjesson (2013), har svensk päronproduktion minskat markant de senaste åren till följd av dålig lönsamhet. En teori till orsaken är att 'Conference' dominerar marknaden och andra päronsorter blir anonyma, vilket leder till att 'Conference' bestämmer prisnivån på svenska päron. Päronproduktionen inom Äppelriket ligger på 350-750 ton/år, det kan variera kraftigt mellan säsongerna. Börjesson tror dock att det finns stor potential för svenska päron om lagringsmöjligheterna är de rätta och det fokuseras på ett fåtal sorter. Ett exempel på strategi är att 'Clara Frijs' säljs sex-åtta veckor, sedan 'Carola' under november/december och slutligen 'Alexander Lucas' under vinter och vår (Börjesson, 2013).

1.5. Päronsorter i Sverige

Inom svensk päronodling finns det, enligt Nybom (2012), för tillfället tre huvudsorter. 'Clara Frijs' skördas under slutet av augusti och första halvan av september, 'Carola' skördas under andra halvan av september och 'Alexander Lucas' skördas under första halvan av oktober. Viss odling av bland annat sorterna 'Greve Moltke', 'Herzogin Elza', 'Concorde' och 'Conference' förekommer också (Nybom, 2012).

´Clara Frijs´ är, enligt Tahir (2013), den vanligaste päronsorten i Sverige och beräknas uppta ca 36% av landets totala päronodlingsareal. Frukterna blir medelstora och runda med tunt skal. Grundfärgen är gröngul och fruktköttet är vitt, saftigt, relativt sött och svagt syrligt (Tahir, 2013). Enligt Pedersen och Daugaard (2000) betraktas ´Clara Frijs´ som ett av våra finaste ätpäron med mycket god smak. Tillväxten är medelkraftig och frukten mognar under september och oktober. Tyvärr är ´Clara Frijs´ mer mottaglig för sjukdomar än många andra päronsorter (Pedersen & Daugaard, 2000) och är känslig för skorv och *Gloeosporium*-rötor (Tahir, 2013). Sorten är väl anpassad till de låga sommartemperaturer som ofta förekommer i Skandinavien men fruktstorleken har visat tendens att öka under varma somrar (Bertelsen, 2002). Är vädret kallt under de första fyra veckorna efter blomning försämras fruktutvecklingen och sorten trivs i allmänhet bäst på varma och näringsrika jordar (Tahir, 2013).

Päronsorten ´Carola´ registrerades, enligt Nybom (2012), på 1980-talet efter att den förädlats fram på Balsgård. Frukterna är gröna, stora och har en ”typisk” päronform. Fruktköttet är fast och krispigt med mycket god smak (Nybom, 2012). Carola är, enligt Tahir (2013), en av huvudsorterna inom svensk yrkesodling och odlas på ca 10% av den svenska päronodlingsarealen. Träden växer relativt kraftigt och har god motståndskraft mot skorv. Sorten trivs bra på näringsrika och varma jordar (Tahir, 2013). ´Carola´ passar även bra i hemträdgården eftersom trädet, enligt Nybom (2012), är lättodlat och friskt. Om frukten ska lagras bör den skördas i andra halvan av september. Vid direktkonsumtion kan den skördas något senare. Sorten är hårdig till zon II (Nybom, 2012).

1.6. Päronlagring i Sverige

Många nordiska länder har inte tillgång till optimala lagringsmöjligheter för päron (Bunemann et al., 2002). Päron bör, till skillnad från äpplen, kylas omgående till $-0,5^{\circ}\text{C}$ i en relativ luftfuktighet på över 90%. Detta är inte alltid lätt att uppnå och tillämpas vanligtvis inte ens av större päronproducenter och odlarkooperativ. Därför förekommer det ofta att päron i dessa länder har en icke acceptabel inre kvalitet och även importerad frukt behandlas felaktigt (Bunemann et al., 2002).

På Äppelriket i Kivik lagras, enligt Börjesson (2013), samtliga päronsorter i samma kylrum. Äppelriket och andra packerier i Sverige saknar tyvärr optimala ULO-betingelser för olika päronsorter. Om ´Clara Frijs´-skörden blir stor placeras en del av denna sort i ULO-lager,

vilket förlänger försäljningsperioden. Detta kan även tillämpas för andra sorter vid behov. Det finns svenska odlare som säljer 'Alexander Lucas' till butik ända in i april (Börjesson, 2013).

2. Litteraturgenomgång

2.1. Päron-frukt

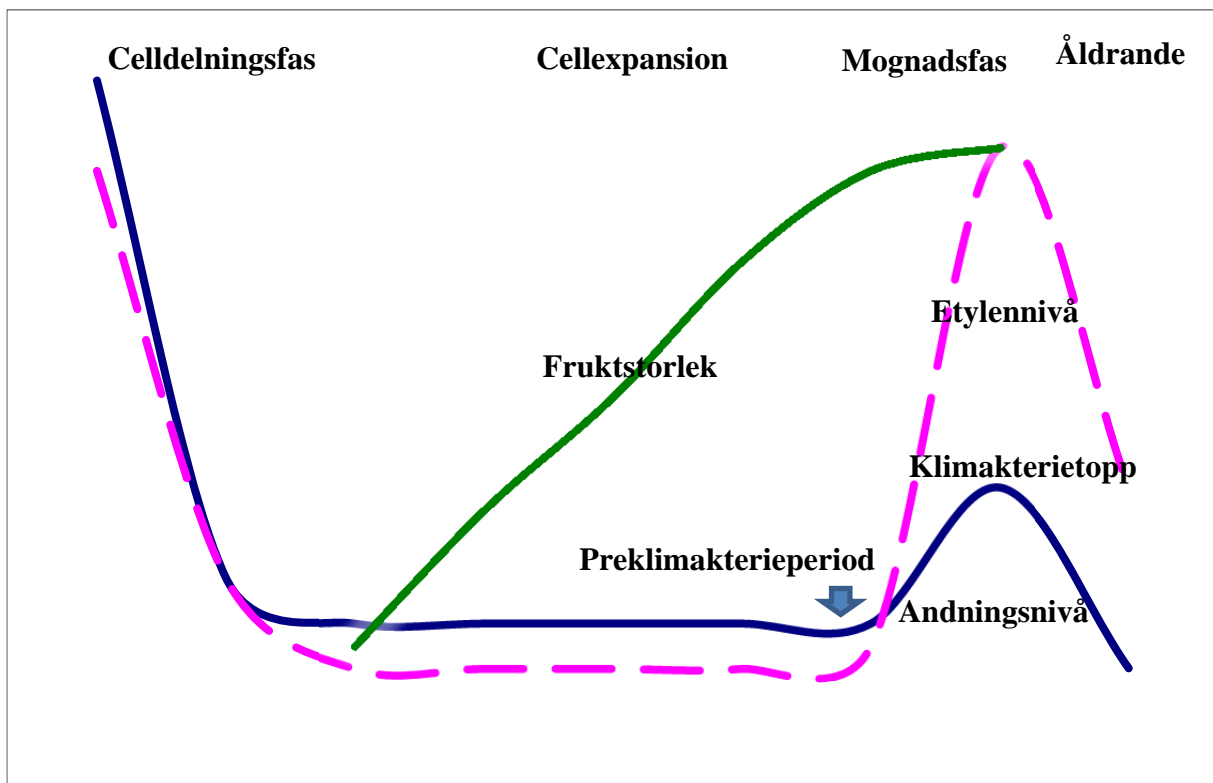
2.1.1. Pre-pollination

De allra flesta päronsorter är självsterila, vilket innebär att de kräver pollinering för att bära frukt (Nybom, 2012). Pollinering innebär att pollen transporteras från en päronsorts ståndare till en annan sorts märke (Tahir, 2013). I yrkesodlingar kan otillräcklig pollinering, enligt Nybom (2012), orsaka stora bekymmer. Fruktsättningen kan också minska avsevärt om träd som ska pollinera varandra inte står tillräckligt tätt (Nybom, 2012). Pollineringstidpunkten har, enligt Tahir (2013), också stor betydelse för en lyckad fruktsättning och måste infalla under perioden då äggen är mottagliga för pollen, den så kallade Effektiva Pollinerings-Perioden (EPP). Denna periods varaktighet skiftar beroende på sort, trädstatus och temperatur (Tahir, 2013). En effektiv pollination bidrar till ökat innehåll av kalcium i frukten och därmed bättre motståndskraft mot lagringssjukdomar (Tahir, 2006).

2.1.2. Post-pollination

Fruktsättningen startar, enligt Tahir (2013), då äggcellerna befruktats med kompatibelt pollen. Kort därefter faller obefruktade blommor bort och lite senare faller även långsamt växande frukter och de som har få frön bort eftersom deras konkurrensförmåga är sämre. Svagväxande grundstam, måttlig temperatur, bra ljusstillgänglighet och tillräcklig kvävetillförsel förbättrar fruktsättningen. Frukten livscykel delas in i tre fysiologiska stadier och den första benämns tillväxtfas. Den inleds med en snabb celldelning under 7-9 veckor. Efter detta inleds cellförstoringen då cellväggarna tunnas ut, cellplasman minskar och vakuolen utgör cellens största del. I början av processen krävs mycket energi, eftersom nya celler bildas, och det är viktigt att det finns tillgängliga näringsämnen. Eftersom energi bildas via andningen är andningsnivån hög under celldelningen och när cellförstoringen inleds minskar energibehovet och andningen avtar. Även etenproduktionen är låg. Livscykelns andra stadium kallas mognadsfas och under denna förändras många kvalitetsparametrar (Tahir, 2013). Frukten mjuknar och får, enligt Jordbruksverket (2003), tilltalande doft och smak. Stärkelsen omvandlas till socker, fruktsyror bryts ner och aromämnen bildas. Fruktfärgen ändras från

grön till gul, röd eller orange. Klimakteriska frukter kännetecknas bland annat av ett utpräglat mognadsförlopp och de stora och snabba förändringarna under denna period kräver energi som fås genom andningen. Därför ökar andningen avsevärt under den slutliga mognadsprocessen (Jordbruksverket, 2003). Enligt Tahir (2013) tilltar även etenproduktionen kraftigt kort därefter. Frukten når sin klimakterietopp och mognar. Det tredje stadiet i fruktens livscykel är åldrandet. Under denna period börjar frukten förbruka sitt näringslager och kvaliteten försämras därför. Andning och etenproduktion avtar (Tahir, 2013).



Schematiska kurvor som visar andningshastigheten hos klimakteriska frukter (Tahir, 2013).

2.2. Fruktkvalitet

Kvalitet är ett begrepp som, enligt Jordbruksverket (2003), under senare tid blivit allt viktigare för producenter likväl som konsumenter av jordbruks- och trädgårdsprodukter. Beroende på till vem i kedjan av producenter, grossister och konsumenter frågan "Vad är kvalitet?" ställs kan svaren skilja sig åt väsentligt (Jordbruksverket, 2003).

Kvalitet är inte en ensam, väldefinierad egenskap utan en kombination av många och då flera mätmetoder kombineras ökar chanserna för att en korrekt bedömning av kvaliteten kan genomföras (Abbot, 1999). Kvalitetskriterier kan, enligt Wills et al. (2007), delas in i externa

och interna faktorer. Externa faktorer kan till exempel vara storlek, färg, form och ytliga skador/defekter. Interna faktorer innefattar bland annat textur, smak och näringsinnehåll (Wills et al., 2007). Jordbruksverket (2003) delar in kvalitet i sensorisk och inre kvalitet. Sensorisk kvalitet kan ses, kännas, smakas och luktas och innefattar bland annat storlek, färg, form, textur och typkaraktäristik. Till sensorisk kvalitet räknas även avsaknad av yttre defekter, skadedjur och patogenangrepp. Inre kvalitet baseras på innehåll av näringsämnen, antioxidanter och bioaktiva ämnen, alltså ämnen som kan vara viktiga för människors hälsa och välbefinnande (Jordbruksverket, 2003).

Kvalitetskriterier för päron som befinner sig i lagret skiljer sig, enligt Zerbini (2002), från kriterierna för de päron som är färdiga för konsumtion. I det första fallet avgörs kvaliteten baserat på avsaknad eller förekomst av defekter, skador och sjukdomar. Ät-färdiga päron bedöms utifrån textur, balansen mellan sötma och syrlighet och hur väl utvecklad den karaktäristiska ”päronsmaken” är. Frukten textur påverkas av ett flertal olika faktorer, exempelvis skördetidpunkt, lagringsbetingelser och lagringstidens längd. Om päron lagras för lång period kan frukten få en torr och sträv textur när den mjuknar (Zerbini, 2002). Päron kräver, enligt Sugar (2002), kylbehandling efter skörd för att utveckla kapacitet att mogna. Längden på denna behandling beror på sort, mognadsgrad vid skörd, atmosfär i lagret samt fruktens näringsstatus. Ju mognare frukten är vid skörd desto kortare köldperiod krävs för att frukten ska utveckla mognadskapacitet (Sugar, 2002). Ett moget päron karaktäriseras av en saftig och smörig textur och sortspezifisk arom och smak (Chen, 2013). Metoder för att mäta kvalitet och kvalitetsrelaterade egenskaper har, enligt Abbot (1999), utvecklats under många år. Användning av mätinstrument är att föredra framför sensorisk kvalitetsuppskattning eftersom individuella åsikter undviks och ett gemensamt språk kan användas av forskare, producenter och konsumenter (Abbot, 1999).

2.3. Förlust

Kvalitetsförsämring hos frukt efter skörd kan, enligt Wills et al. (2007), delas upp i fyra generella, sammanhängande faktorer. Förluster kan uppkomma på grund av pågående metabolism, vattenstress, mekaniska skador och mikrobiella skador (Wills et al., 2007). Förlustfaktorerna kan även, baserat på orsak, delas in i tre klasser: mekaniska skador, fysiologiska skador (lagringssjukdomar) och biologiska skador (orsakade av skadeinsekter och patogener) (Ferguson et al., 1999).

Mekaniska skador orsakas, enligt Tahir (2006), av tryck, stötar och vibrationer under ett eller flera moment, till exempel skörd, transport, paketering, sortering och lagring. Dessa skador upplevs som oattraktiva av slutkonsumenten och ökar även risken för lagringsjukdomar. Hur känslig frukten är för mekaniska skador beror exempelvis på sort, mognadsgrad, storlek, skördetidpunkt, lagringsmetod och odlingsåtgärder. Skadade områden är ofta mjuka, bruna och mer känsliga för infektioner (Tahir, 2006).

Defekter under långtidslagring av päron kan, enligt Franck et al. (2007), orsaka stora ekonomiska förluster. Särskilt allvarligt blir det när skadad frukt inte kan skiljas visuellt från oskadd, utan måste delas först. En typisk kategori pärondefekter relateras till brunfärgning av fruktköttet och förekomsten av kratrar inne i frukten. Tre olika symptom förekommer: brunfärgat fruktkött, inre kratrar eller en kombination av de båda. Ibland beror dessa symptom på åldrande och ibland orsakas de av för hög CO₂-halt i den omgivande atmosfären (Franck et al., 2007). Bland vissa päronsorter, till exempel 'Conference', ökar, enligt Sugar (2002), förekomsten av kärnhusbrunt. Åkomman tros vara ett resultat av syrefattig metabolism under lagringstiden och förvärras därför av högre CO₂-halter i kombination med lägre O₂-halter i lagret. Val av skördetidpunkt och hur lång tid det tar innan nedkyllning av skörden sker kan också påverka förekomsten av kärnhusbrunt (Sugar, 2002).

Den vanligaste fysiologiska skadan i päronlagring är, enligt Sugar (2002), skalbränna. Den drabbar många av de päronsorter som lagras världen över. Fruktmognad vid skörd påverkar pärons känslighet för skalbränna. Med ökad mognadsgrad minskar risken för att frukten drabbas (Sugar, 2002).

Problem med svampangrepp i lagrade päron förekommer i alla päronproducerande länder och generellt orsakar *Penicillium expansum* (blåmögel) och *Botrytis cinerea* (gråmögel) störst problem (Sugar, 2002). Även *Gloeosporium*-röta och *Monilia laxa* eller *Monilia fructigena* orsakar stora ekonomiska förluster, bland annat i svensk päronproduktion (Tahir, 2006). Svamppatogener kan infektera via naturliga öppningar, som stomata och lenticeller, via sår och via blomman (Laidou & Thanassoulopoulos, 2002).

Frukts känslighet för *Gloeosporium*-rötter ökar med lagringstiden och är, enligt Tahir (2006), ett allvarligt problem i svenska fruktlager. De två vanligaste *Gloeosporium*-rötterna i Sverige är bitterröta och lagringssjukdomen Bull's eye. Bitterrötan orsakas av *Colletotrichum gloeosporioides* och de första symptomen är små, bruna, insjunkna fläckar som på mogen

frukt kan omges av en rödaktig ring. Infekterad frukt som tagits ur lagret har vanligtvis större, mer insjunkna rötfläckar och det förekommer ofta blöta krämfärgade sporsamlingar. Lagringssjukdomen Bull's eye orsakas av *Neofabraea sp.* Infektionen sker i odlingen och utvecklas sedan långsamt i kylager. Symptomen blir vanligtvis synliga efter en längre tids lagring, under transport och/eller i butik. Fläckarna är ofta bruna med ljusare mitt och kan vara släta eller insjunkna. Den röt-angripna fruktvävnaden är relativt fast men kan även bli mjölig (Tahir, 2006).

Blåmögel orsakas av *Penicillium expansum* och visar sig, enligt Sass (1993), ofta i slutet av lagringsperioden. Infekterad frukt får vanligtvis en grön-blå färg vilken ändras till ljusbrun, mörkgul eller grönbrun, beroende på fruktens ursprungliga färg (Sass, 1993). Det infekterade området mjuknar, sprider sig snabbt och förstör hela frukten och under fuktiga förhållanden bildas blågröna konidieansamlingar på fruktens yta och en karaktäristisk, mustig arom uppträder (Onions, 1998).

2.4. Faktorer som påverkar fruktkvaliteten

2.4.1. Innan skörd

Odlingsmetoden har, enligt Sass (1993), betydelse för fruktkvaliteten. Odlingsmetod innefattar bland annat val av grundstam, trädform och avstånd mellan träd och rader. Även näringsbalansen i odlingen påverkar fruktens kvalitet (Sass, 1993). Enligt Jordbruksverket (2003) är det tre näringsämnen som det är extra viktigt att kontrollera och reglera i odlingen – kväve, kalium och kalcium. En alltför hög kvävehalt resulterar i frukt med ett lågt torrsubstansinnehåll och som därför har kortare hållbarhet. Kalium behövs i fotosyntesen och är även viktigt för växternas vattenbalans, både före och efter skörd. Kalcium stärker cellväggarna och fördröjer därmed mognad och åldrande (Jordbruksverket, 2003). Försök har visat att frukt som innehåller tillräckliga mängder kalcium inte i lika hög grad utvecklar fysiologiska sjukdomar och därmed kan lagras längre perioder innan de bryts ner eller ruttnar (Conway, 1984). En effektiv pollination ökar fruktens kalciuminnehåll, medan sen fruktsättning orsakar lägre innehåll av kalcium (Tahir, 2006).

Utveckling av defekter under mognad och lagring beror på en rad faktorer innan skörd, såsom klimatförutsättningar och skördeutbyte (Franck et al., 2007). Utgångskvaliteten på den produkt som skördas har stor betydelse för hållbarheten efter skörd och, enligt

Jordbruksverket (2003), påverkas denna av ett antal olika faktorer. Exempel på sådana faktorer är jordmån, temperatur, vattentillgång, instrålning, näringsbalans och angrepp av svampar, bakterier, insekter och virus (Jordbruksverket, 2003). För att undvika framtida lagringssjukdomar bör odlare, enligt Sholberg och Conway (2004), välja sjukdomsresistenta sorter så långt det är möjligt och, med hjälp av blad- och jordanalyser, upprätthålla en lämplig näringsbalans. Bevattnings ska tillämpas efter behov, likaså åtgärder mot skadeinsekter och sjukdomar (Sholberg och Conway, 2004) Beskärning kan påverka fruktens kvalitet och lagringsduglighet och fruktfästhet, fruktfärg och innehåll av kalcium, flavonoider och socker varierar beroende på var i trädets krona frukten växer (Ferguson et al., 1995). Kartgallring är ofta önskvärd i päronodling för att förbättra fruktens storlek (Theron, 2011). Marktäckning ökar fruktens kvalitet och lagringspotential genom att förbättra markens näringsbalans samt trädets näringsstatus och vegetativa tillväxt (Bramlage, 1993).

2.4.2. Skörd

Om frukten ska lagras är det viktigt att skörden sker vid lämplig mognadsgrad för lagring, vilken kan vara olika beroende på päronsort (Sholberg och Conway, 2004). Det är av största vikt att undvika att frukten utsätts för mekaniska skador vid skörden (Wills et al, 2007). Sådana skador kan, enligt Jordbruksverket (2003), påverka kvaliteten negativt på mer än ett sätt. Skadorna i sig gör att produkten upplevs som oattraktiv och av dålig kvalitet. Skador kan betraktas som sår på frukten, vilka leder till ökad avgivning av etylengas samt snabbare avgivning av vatten, då det skyddande ytterlagret är skadat (Jordbruksverket, 2003). Dessa skador kan även bli inkörsportar för skadliga mikroorganismer och leda till stora kvalitetsproblem (Wills et al., 2007). Mekaniska skador medför att frukten åldras snabbare och får en förkortad hållbarhet (Jordbruksverket, 2003).

2.4.3. Efter skörd

Växtvävnad lever och har cellandning även efter skörd men, enligt Jordbruksverket (2003), avbryts tillförseln av energi och vatten i samma stund som frukten skördas. Därefter måste växtvävnaden livnära sig på lagrad näring och i samband med detta inleds åldrandeprocessen. Eftersom olika ämnen konsumeras, samtidigt som de inte kan ersättas, förlorar frukten så småningom en del av de ämnen som är viktiga för dess utveckling av karaktäristisk smak, textur, arom och färg. Förvaring efter skörd handlar till stor del om att bromsa hastigheten på detta åldrande (Jordbruksverket, 2003).

Frukten bör kylas omgående efter skörd och frukt som är defekt på något vis ska sorteras bort innan inlagring (Wills et al., 2007). Sortering av skörden är nödvändigt för att säkerställa den enhetliga kvaliteten som efterfrågas av marknaden (Abbot, 1999). Medelstora frukter lämpar sig bäst för långtidslagring eftersom små och stora päron har något sämre kvalitet och frukt som är mogen eller nästan mogen har kortast hållbarhet och bör därför säljas först (Tahir, 2013). För att minska risken för lagringssjukdomar är det viktigt att upprätthålla god hygien i paketeringsutrymmen samt undvika smittspridning via kontaminerat vatten (Sholberg och Conway, 2004). Frukt som förpackas direkt efter uttag från lagret kan skadas och, enligt Tahir (2013), kan en mellanlagring vid relativt låg luftfuktighet under några dagar innan leverans till butik motverka dessa skador. Mellanlagringen medför att ett yttre lager av stötskaderesistenta celler bildas som bidrar till att risken för stötskador på frukten minskar (Tahir, 2013). En god fruktkvalitet kan, enligt Jordbruksverket (2003), relativt snabbt förvandlas till dålig kvalitet om produkterna hanteras ovarsamt i butiken. Detta problem kan motverkas något om produkterna levereras i lådor som kan exponeras direkt i butiken. Minskad hantering innebär mindre risk för skador på frukten (Jordbruksverket, 2003).

2.5. Hur kan fruktkvaliteten bevaras?

2.5.1. Plocka i rätt tid

Päron är, enligt Sugar (2002), känsliga för många betingelser under växtsäsong och lagring, vilket påverkar deras kvalitet efter skörd. Det finns en stor variation bland olika päronsorters reaktioner på olika betingelser och behandlingar. Päron är en klimakterisk frukt vilket innebär att respirationen ökar kraftigt precis innan mognaden. För att uppnå jämn mognad och bevara kvaliteten under kylagringen bör päron sköras kort innan den kraftiga respirationsökningen inträffar, d.v.s. klimakterietoppen (Sugar, 2002).

Skördetidpunkten är, enligt Sass (1993), den viktigaste odlingsfaktorn, då den har stor betydelse för lagringsresultatet. Nackdelarna med för tidig skörd är bland annat mindre skördeutbyte, dålig smak och färg och mindre fruktstorlek (Sass, 1993). Tiden före mognad tillverkas, enligt Jordbruksverket (2003), en mängd enzymer i frukten. När fruktmognaden sedan startar bildar dessa enzymer ämnen som bidrar till fruktens karaktäristiska smak och arom. Sköras frukten för tidigt bildas inte dessa enzymer vilket leder till att frukten aldrig kan utvecklas och mogna till fullgod kvalitet (Jordbruksverket, 2003). För sen skörd, å andra sidan, resulterar i sämre lagringspotential, mer rötter samt att fruktköttet mjuknar snabbare

vilket medför sämre transporttålighet och ett kortare "shelf-life" (Sass, 1993). Andra försök har även de visat att försenad skörd resulterar i att frukten mjuknar snabbare, innehållet av titrerbara syror minskar och känslighet för angrepp, främst *Gloeosporium*, ökar (Blaszcyk, 2010).

Vid fruktmognaden sker yttre och inre förändringar som, enligt Tahir (2013), kan mätas för att bestämma mognadsstadiet. Resultaten av mätningarna kallas mognadsindex och delas in i synliga och osynliga index. Till synliga mognadsindex räknas bland annat: antal dagar efter full blom, hur lätt frukten släpper från grenen, förändringar i fruktfärg, fruktkött och kärnfärg, utveckling av täckfärg och förändringar i fruktfasthet. Osynliga mognadsindex måste studeras med olika mätutrustningar eller kemiska reaktioner. Det som mäts är biokemiska förändringar som sker i frukten i samband med mognaden. De osynliga mognadsindexen är ofta mer exakta vid mognadsuppskattning än de synliga mognadsindexen. Exempel på osynliga mognadsindex är stärkelsebrytning, fruktsötma och mängden koldioxid frukten avger vid andningen. För att bestämma den optimala skördetidpunkten har en tysk forskare utvecklat en mätmetod som kombinerar mer än ett mognadsindex. Metoden heter Streif-index och kan beräknas med följande formel: $\text{Streif-index} = \text{fasthet}/(\text{socker} \times \text{stärkelse})$ (Streif, 1996). För frukt som skall ULO-lagras bör skörden ske när Streif-index ligger mellan 0,22 och 0,18. Vid kylagring är 0,17 - 0,11 lämpligt. Frukt med ett Streif-index lägre än 0,11 tål endast lagring under en mycket kort period (Tahir, 2013).

2.5.2. Behandla efter skörd

Vid skörden avbryts tillförseln av energi till frukten och enligt Tahir (2013) inleds en åldrandeprocess när lagrad energi används för den fortsatta andningen. Om frukten behandlas felaktigt efter skörden, t.ex. under transporter, sortering och lagring, påskyndas åldrandeprocessen vilket leder till stora förluster. För att undvika förluster är det viktigt att skörda varsamt och undvika stötskador. Personalen bör informeras om riskerna med dessa skador och uppmanas att hantera frukten varsamt under samtliga moment. Transportvägarna i odlingen ska vara så jämna som möjligt och traktorer med breda däck bör användas för att minska vibrationerna under transport (Tahir, 2013).

Nedkylning av frukten bör ske omgående efter skörd för att minska respirationen så fort som möjligt (Franck et al., 2007). Snabb nedkylning av frukten är extra viktigt då skörd sker vid varm väderlek (Jordbruksverket, 2003). Förpackad frukt är bättre skyddad mot mekaniska

skador, extrema temperaturer och vattenavdunstning men det är viktigt att se till så att plastfilmen som används inte är för tät, då det kan gynna mögelbildning (Tahir, 2013). Förpackningar skyddar produkterna under distribution, lagring och försäljning, men de måste då, enligt Jordbruksverket (2003), ha tillräcklig mekanisk styrka för att kunna skydda produkten, även vid väta. Förpackningarna ska vara utformade så att de stabiliserar produkterna mot rörelse under transport för att undvika stötskador. Likaså bör utformningen vara av sådan karaktär att snabb nedkyllning av produkten är möjlig även då den är paketerad (Jordbruksverket, 2003).

2.5.3. Lagra i optimal temperatur och under optimala betingelser

Kommersiella producenter och grossister modifierar temperatur, luftfuktighet och gassammansättning i lagrets atmosfär under lagring och transporter för att kontrollera och undvika nedbrytning (Sholberg och Conway, 2004). Optimala lagringsvillkor är, enligt Franck et al. (2007), alltid en kompromiss. För att minimera fruktens metaboliska aktiviteter bör temperaturen sänkas, samtidigt som köld- och frysskador måste undvikas. Minskad O₂-halt i lagret saktar ner respirationen men det är samtidigt viktigt att se till så att anaeroba reaktioner, med fermentering som följd, undviks. Högre CO₂-halt bevarar fruktfärgen men kan även orsaka vissa lagringssjukdomar (Franck et al., 2007). Betingelserna i lagret bör vara ogynnsamma för patogentillväxt och generellt är låga temperaturer önskvärda eftersom detta saktar ner svamptillväxt avsevärt och därmed minskar förekomsten av rötter (Sholberg och Conway, 2004). CA- och ULO-lagring ska alltid kombineras med kyla eftersom de aldrig kan ersätta den effekt som låga temperaturer har och är temperaturen i lagret för hög ökar dessutom risken för att skadliga organismer växer till (Jordbruksverket, 2003).

Enligt Wills et al. (2007) bevaras fruktens kvalitet bäst då temperaturen i lagret ligger på en nivå precis över produktens gräns för köldskador. Metabolism hos frukt innefattar ett flertal enzymatiska reaktioner. Hastigheten hos dessa reaktioner kan sänkas avsevärt vid lagring i lägre temperaturer vilket leder till att produkternas nedbrytning går långsammare (Wills et al., 2007). Lagring i kontrollerad atmosfär är fördelaktigt för bevarande av fruktfasthet, syra-innehåll och grön skalfärg och betingelserna i CA-lager för päron varierar beroende på päronsort men ligger på 1-3% O₂ och 0-5% CO₂ (Blaszcyk, 2010). Det är optimalt om lagret och de olika lagringsutrymmena utformas så att endast sorter med samma behov och förutsättningar lagras tillsammans (Sass, 1993).

För att undvika att lagrad frukt drabbas av etylen-skador är det, enligt Jordbruksverket (2003), viktigt att ha så låg temperatur som möjligt i lagret. Etylenproduktion samt dess effekter minskar ju lägre temperaturen är. För att det etylen som finns och bildas i lagret ska vädras bort är god ventilation ett måste. Produkter som avger stora mängder etylen bör inte förvaras med etylenkänsliga produkter. Containerar med organiskt material ska undvikas i lagerbyggnaden eftersom allt organiskt material som bryts ner avger etylen, likaså får inte avgaser eller rök komma in i lagret. Rök från förbränning av organiskt material, inklusive bensin, innehåller etylen (Jordbruksverket, 2003).

3. Syfte

Målsättningen med detta arbete var att i förlängningen tillgodose marknadens och konsumenternas krav på högkvalitativ frukt samt öka lönsamheten för svensk fruktproduktion och bemöta konkurrensen från importerade päron. För att nå målen har bästa skördetidpunkten för päronsorterna 'Clara Frijs' och 'Carola' samt optimala ULO- betingelser för var och en av de ovannämnda sorterna bestämts. Effekten av plockningstidpunkter och ULO- betingelser på fruktkvaliteten har också undersökts.

Hypotesen är att päron bör skördas när kvalitetsparametrarna ligger på en så stabil nivå som möjligt samt att optimala ULO-betingelser kan minimera förlusterna och bevara kvaliteten hos päron.

4. Material och metod

4.1. Avgränsning

Användning av eftersköldsbehandlingar, såsom varmvatten, fungicider och kalciumdoppning, behandlas inte i detta arbete eftersom dessa metoder inte är tillåtna i Sverige. För att begränsa arbetet ytterligare tas inte heller fruktens kvalitet efter förvaring i rumstemperatur (s.k. shelf-life) upp. Fruktens uppbyggnad och inre processer har endast tagits upp i korta drag.

4.2. Växtmaterial

Undersökningen genomfördes på sorterna 'Clara Frijs' och 'Carola' under år 2012. Träden som användes i försöket var inte äldre än 25 år då undersökningen inleddes. Skötseln av dessa träd följde normala rutiner i en fruktodling. Under sommaren valdes slumpmässigt femton

försöksträd per sort ut i en relativt stor odling i Kivik. Frukten allmänna utveckling bestämde tidpunkten för plockning av det första provet. Sedan plockades fem päron från varje markerat träd två gånger per vecka och frukterna analyserades. Följande analyser genomfördes:

- **Fruktfärg:**
 - Grundfärgens utveckling bedömdes okulärt enligt skala 0 till 9 där 0 = mörkt grön och 9 = helt gul färg.
 - Täckfärgen noterades i procent.
 - Färgmätare användes också för att bedöma färgen. Kulören visas i CI (color index) 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 i diameter. Pektinbrytning medför reducerad fasthet.
- Förändring av fruktsmak mättes. Den lösliga torrsubstansen (SSC) bestämdes med refraktometer och angavs i procent. Fruktsaftens innehåll av titrerbar syra bestämdes också med 0,5 N natriumhydroxid (NaOH) till pH 8,2.
- Nedbrytning av stärkelse (SNB) bedömdes med hjälp av jodtest då frukten tudelas och läggs i jodlösning. Är frukten stärkelsesrik färgas den klivna ytan mörkblå, annars sker ingen färgförändring. Stärkelsenedbrytningen graderas enligt en skala med tio steg där 0 = ingen SNB och 10 = helt fri från stärkelse (bilaga 1).
- Streif-index räknades ut enligt formeln: $\text{fasthet}/(\text{stärkelsevärde} \times \text{löslig torrsubstans})$.

4.3. Lagring

Efter kontinuerlig provtagning och analyser av fruktkvaliteten plockades sedan frukterna, 180 st per datum och sort, under sex olika mognadstadiet baserat på grundfärgsförändring och Streif-index. Plockdatum för 'Clara Frijs' var 17/8, 24/8, 30/8, 5/9, 11/9 och 17/9. 'Carola' plockades 24/8, 30/8, 5/9, 11/9, 17/9 och 24/9. Frukterna transporterades till Balsgård och delades upp i två olika kylskåp, ett med temperaturen 1°C och 90% luftfuktighet och ett annat med temperaturen 3°C och 90% luftfuktighet, under tolv veckor. Ytterligare frukt, 90 st per sort, skåp och datum, plockades vid två mognadstadiet för ULO-lagring. Plockdatum i denna del av försöket var för 'Clara Frijs' 30/8 och 5/9 och för 'Carola' 11/9 och 17/9. Denna frukt lagrades på Balsgård i 20 veckor under sju olika betingelser. Skåp 1: 1 % O₂ + 1 % CO₂, skåp

2: 1 % O₂ + 2 % CO₂, skåp 3: 1 % O₂ + 3 % CO₂, skåp 4: 2 % O₂ + 2 % CO₂, skåp 5: 1 % O₂ + 0,5 % CO₂, skåp 6: 2 % O₂ + 0,5 % CO₂ och skåp 7: 2 % O₂ + 1 % CO₂. ULO-skåpen är anpassade för att användas vid ULO-lagring av frukt (bilaga 2). De 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 togs frukterna ut ur skåpen och viktförlusten beräknades genom vägning. Lagringsdugligheten bestämdes med hänsyn till andelen skrumpnad frukt, rutten frukt och frukt med fysiologiska sjukdomar. Förekomsten av lagringssjukdomar och svampsjukdomar besiktigades visuellt. Tio frukter per försöksled kontrollerades angående frukt kvalitet genom mätning av smak, utseende, färg, fasthet, sockerinhåll och syrainnehåll.

4.4. Statistisk analys

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

5. Resultat

5.1. Frukt kvalitetsändringar under skördeperioden

Likvärdiga effekter kunde uppmätas hos 'Clara Frijs' och 'Carola' då olika skördetidpunkter jämfördes (Tabell 1.1. och 1.2. $p < 0,05$). Fruktens fasthet, syrahalt och färgindex minskade med senare skörd hos båda sorterna, medan innehållet av löslig torrsubstans (SSC) ökade och smaken förbättrades. Grundfärgen, som bedömdes utifrån en skala från 0 till 9 (mörkt grön till gul färg) ökade. Dessutom ökade stärkelse nedbrytningen (SNB) och därmed minskade Streifindex hos båda sorterna.

Hos 'Clara Frijs' skedde en signifikant minskning av fastheten från den 24/8 till den 30/8, sedan låg fastheten på en relativt konstant nivå fram till den 17/9 då den började minska signifikant igen (Tabell 1.1.). SSC låg på ungefär samma nivå under hela skördeperioden, undantaget en liten ökning vid sista skördetillfället, alltså 17/9 (Tabell 1.1.). Syrahalten i

frukten minskade konstant. Dock avstannade minskningen något och syrahalten låg på nästan samma nivå vid skörd den 30/8 och den 5/9 men sedan tilltog minskningen igen (Tabell 1.1.). Frukt som skördades den 30/8 och 5/9 visade tecken på långsammare hastighet hos SNB jämfört med frukt som skördades innan denna period eller mot slutet av skördeperioden (Tabell 1.1.). Förändringar i Streif-index var minst vid skörd mellan den 30/8 och den 11/9 men vid skörd den 17/9 kunde en rejäl minskning noteras (Tabell 1.1.). Smaken hos ´Clara Frijs´ förbättrades med senare skörd, dock skedde förändringarna väldigt långsamt från den 30/8 till den 5/9. Från den 11/9 till den 17/9 skedde en stor smakförbättring då värdet ändrades från 24,5 till 35,0 (Tabell 1.1.). Den största förändringen i grundfärg noterades vid skörd den 11/9 (Tabell 1.1.). CI låg på en relativt konstant nivå fram till den 11/9, när en avsevärd minskning noterades (Tabell 1.1.).

Tabell 1. Kvalitetsutveckling hos päron under skördeperioden 2012.

1.1. Clara Frijs

Datum	Fasthet Km.cm ⁻²	SSC ^x %	Syra halt %	SNB ^x	Streif index ^x	Smak (SSC/syra)	Grund färg 1-9	CI ^x
17.08	11,3 a ^z	10,8 b	0,87 a	2,3 d	0,47 a	11,9 d	2,7 c	(-) 8,5 c
24.08	10,8 a	10,3 b	0,64 b	3,0 d	0,35 a	15,1 d	3,3 c	(-) 8,2 c
30.08	9,5 b	10,3 b	0,52 c	4,0 c	0,22 b	19,7 c	3,7 c	(-) 8,6 c
05.09	9,2 b	10,6 b	0,50 cd	4,3 c	0,20 b	20,4 bc	4,0 bc	(-) 8,3 c
11.09	9,0 b	10,7 b	0,40 de	5,3 b	0,17 b	24,5 b	6,0 ab	(-) 6,4 b
17.09	7,7 c	13,2 a	0,37 e	7,0 a	0,08 c	35,0 a	6,3 a	(-) 1,7 a

1.2. Carola

Datum	Fasthet Km.cm ⁻²	SSC ^x %	Syra halt %	SNB ^x	Streif index ^x	Smak (SSC/syra)	Grund färg ^x 1-9	CI ^x
24.08	11,8 a ^z	10,7 c	1,01 a	1,0 e	1,1 a	10,5 e	3,0 d	(-) 5,9 b
30.08	11,7 ab	11,2 bc	0,85 b	2,0 d	0,52 b	13,2 d	3,3 cd	(-) 5,4 ab
05.09	11,0 bc	11,6 b	0,88 b	3,3 c	0,28 c	13,1 de	3,7 cd	(-) 4,7 ab
11.09	10,7 c	11,9 b	0,76 c	4,1 b	0,22 c	31,1 b	4,7 bc	(-) 4,5 ab
17.09	9,6 d	13,2 a	0,43 d	5,0 b	0,15 d	30,7 b	5,3 ab	(-) 3,3 ab
24.09	8,1 e	13,3 a	0,34 d	7,0 a	0,07 e	39,1 a	6,3 a	(-) 2,6 a

z. värden som följs av olika bokstäver visar signifikanta skillnader vid $p < 0,05$.

x. SSC: lösligtorrsubstans, SNB: Stärkelsenedbrytning. Streif index = fasthet/(SNB*SSC).

Grundfärg. 1. Mörkgrön och 9 helt gul. CI. Färg index $((1000 \times a^*) / (L^* \times b^*))$, där a står för röd eller grön färg, b för gul färg och L för färgljushet.

Även hos ´Carola´ avstannade minskning i fruktfasthet något vid skörd mellan den 30/8 och den 11/9, därefter skedde en signifikant minskning av fastheten (Tabell 1.2.). SSC visade inga

större förändringar, dock kunde en mer markant ökning noteras efter den 17/9 (Tabell 1.2.). Syrahalten visade minst tendens att förändras fram till den 11/9 och därefter kunde en avsevärd minskning noteras, från 0,76% (den 11/9) till 0,34% (den 17/9) (Tabell 1.2.). SNB ökade med senare skörd. Ökningshastigheten visade en tydligt låg nivå (Tabell 1.2.). Smaken förbättrades relativt långsamt i början men från den 11/9 skedde en stor smakförbättring (Tabell 1.2.). Grundfärgen uppvisade en relativt jämn ökning under skördeperioden och likaså visade CI upp jämna värden, dock med en konstant minskning i takt med senare skörd (Tabell 1.2.). För 'Carola' kunde störst förändring i Streif-index noteras vid de första skördetillfällena, därefter hade minskningen relativt låg hastighet (Tabell 1.2.).

5.2. Effekt av olika skördetidpunkter och kylagringsvillkor på fruktkvaliteten och lagringsdugligheten

Efter kylagring i 1°C respektive 3°C under tre månader kontrollerades och analyserades frukten för att bedöma sorternas lagringsduglighet baserat på förluster och kvalitetsändringar.

Förluster orsakade av svampangrepp, sjukdomar och vattenavgivning hos 'Clara Frijs' påverkades av olika plockningstider. Förekomsten av sjukdomar var större hos frukt som plockats under de första skördetillfällena (fram till 5/9) medan svampangrepp var vanligare i senare skördad frukt och viktförlusten minskade också med senare skörd (Fig. 1, $p < 0,05$). Minst totala förluster hos 'Clara Frijs' noterades för frukt som plockats i mitten av skördeperioden, 5/9 för frukt som lagrades i 1°C och 30/8 för frukt som lagrades i 3°C (Fig. 2, $p < 0,05$). Frukt som plockades under denna period visade bättre kvalitet (Tabell 2.1.) eftersom fruktkvaliteten kunde bevaras på bättre nivå. En jämförelse mellan tabell 1.1. och 2.1. visar att fastheten och syrahalten minskade med respektive 19% och 40% medan smaken förbättrades med 270% i frukten som plockades under den första veckan av september och lagrades i 1°C.

Hos 'Carola' visade resultaten att förekomsten av fysiologiska sjukdomar ökade hos tidigt plockade frukter medan svampangrepp ökade med senare skörd. Viktförlusterna var relativt höga för frukt som skördats i början av skördeperioden (Fig.3, $p < 0,05$). Frukt som skördats antingen i början eller i slutet av skördeperioden visade högre totalförluster jämfört med frukt som skördats under perioden 5/9-11/9 (Fig. 2, $p < 0,05$). Frukt som plockades under denna period visade också bättre kvalitet (Tabell 2.2.) eftersom fruktkvaliteten kunde bevaras på bättre nivå. En jämförelse mellan tabell 1.2. och 2.2. visar att fastheten och syrahalten

minskade med respektive 25% och 17% medan smaken förbättrades med 50% i frukten som plockades under den andra veckan av september och lagrades i 1°C .

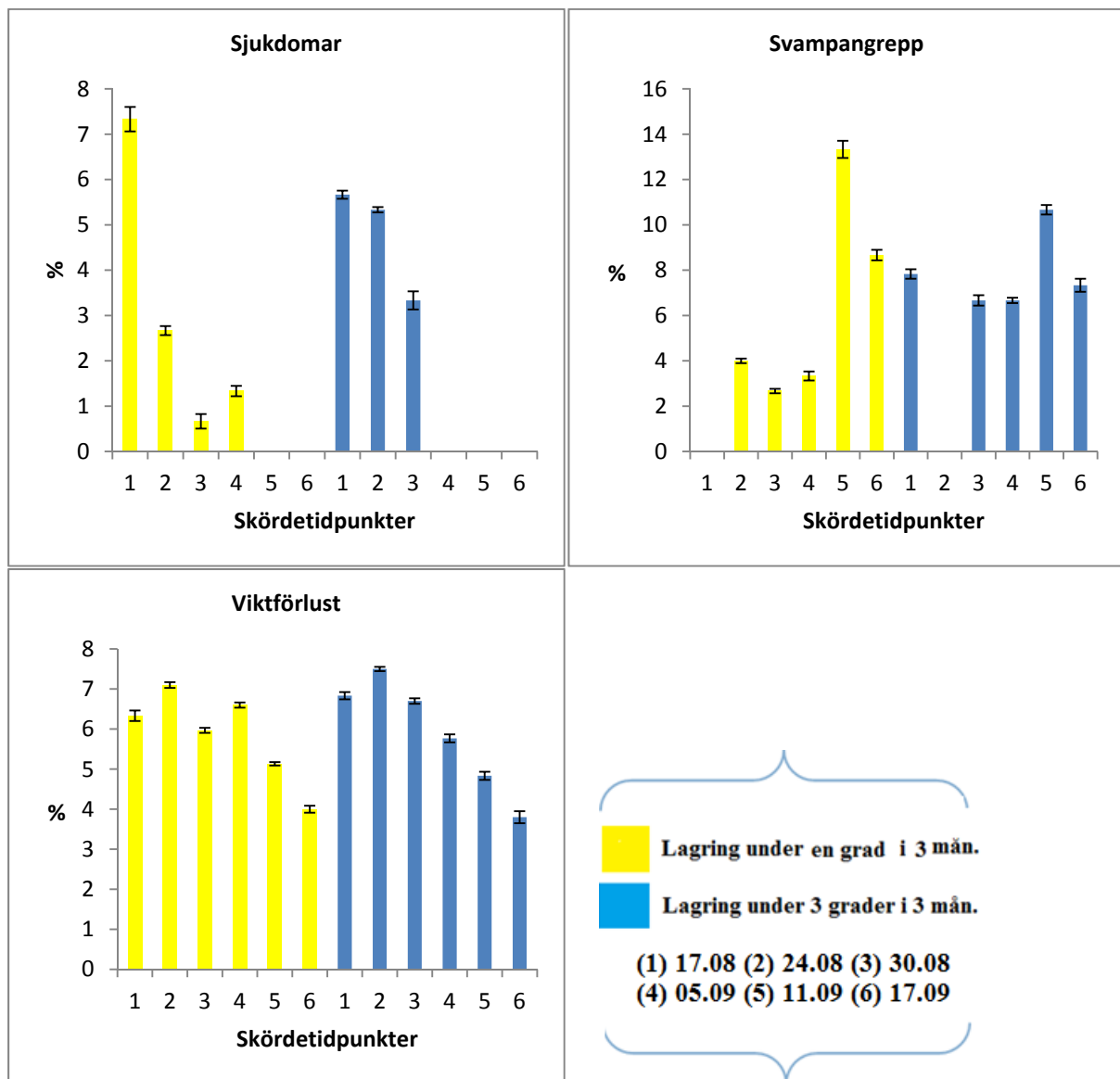


Fig. 1. Effekt av skördetidpunkter på förlust under kylagring, Clara Frijs, 2012.

Förluster orsakade av svampangrepp, sjukdomar och vattenavgivning hos 'Clara Frijs' påverkades inte signifikant av olika lagringstemperaturer (Fig.4, $p < 0,05$). Hos 'Carola' visade resultaten för svampangrepp och sjukdomar inte på några signifikanta skillnader mellan de olika lagringstemperaturerna. Men viktförlusten och totalförlusten var mindre efter lagring i 1°C jämfört med lagring i 3°C (Fig. 4, $p < 0,05$ samt bilaga 3 och 4).

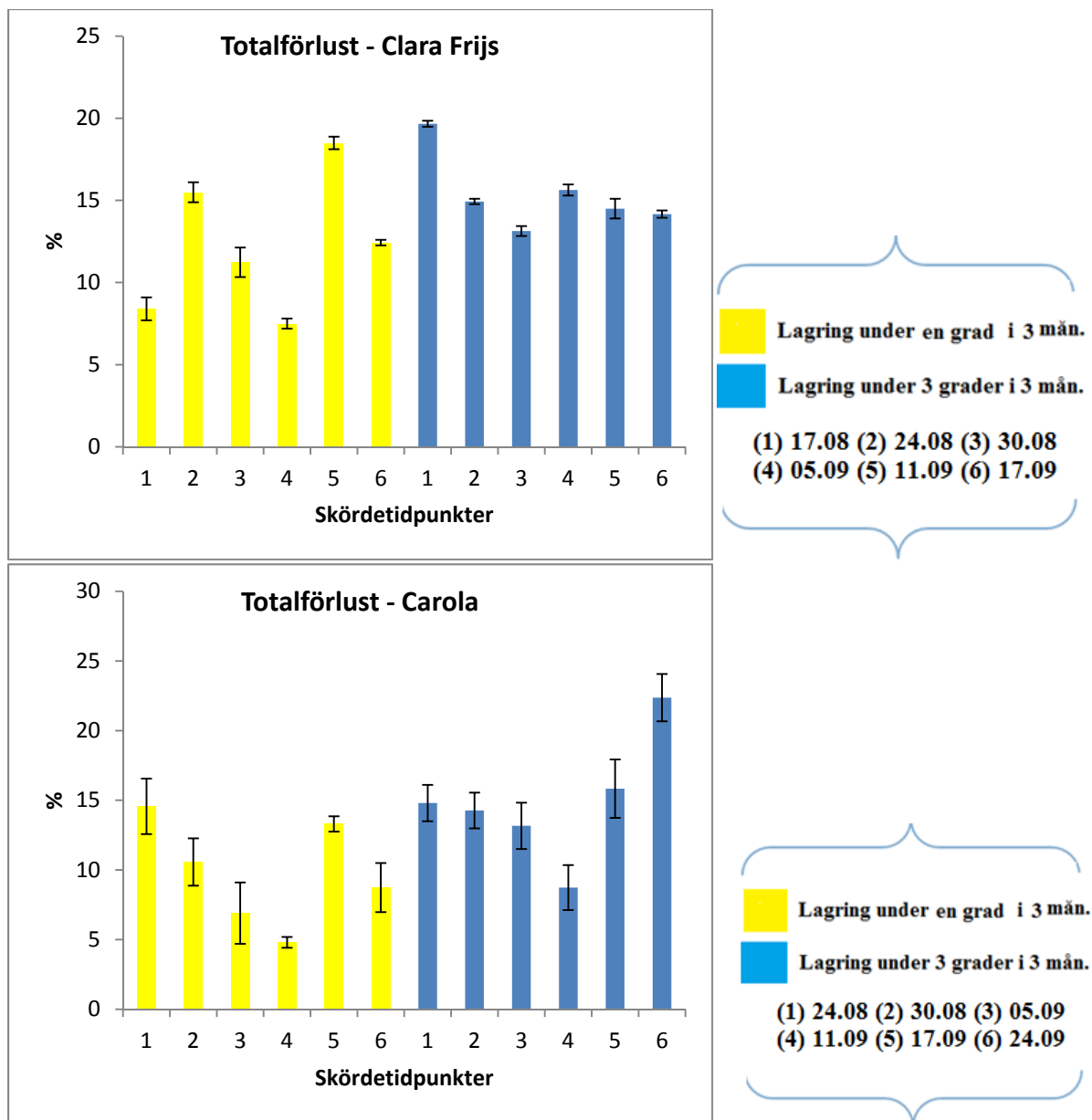


Fig. 2. Effekt av skördetidpunkter på totalförlust under kylagring, 2012.

Både hos 'Clara Frijs' och 'Carola' var fruktfastheten och syrahalten något högre vid lagring i den lägre temperaturen (Fig. 4, $p < 0,05$). Analys av 'Clara Frijs' och 'Carola' visade att SSC inte påverkades av kylagringstemperaturen (Fig.4, $p < 0,05$). Smaken var nästan uteslutande bättre hos de 'Clara Frijs' som lagrats i 1°C jämfört med 3°C. För 'Carola' uppmättes högre smakvärden hos den frukt som lagrats i 3°C jämfört med frukt som lagrats i 1°C (Fig.4, $p < 0,05$). Grundfärgen på 'Clara Frijs' utvecklades mer vid lagring i 3°C än vid lagring i 1°C. Hos 'Carola' noterades ingen signifikant differens i grundfärgutveckling mellan de två olika temperaturerna (Fig.4, $p < 0,05$). Resultaten visade inte på någon signifikant skillnad i CI

mellan de olika lagringstemperaturerna för någon av de två päronsorterna (Fig.4, $p < 0,05$ samt bilaga 3 och 4).

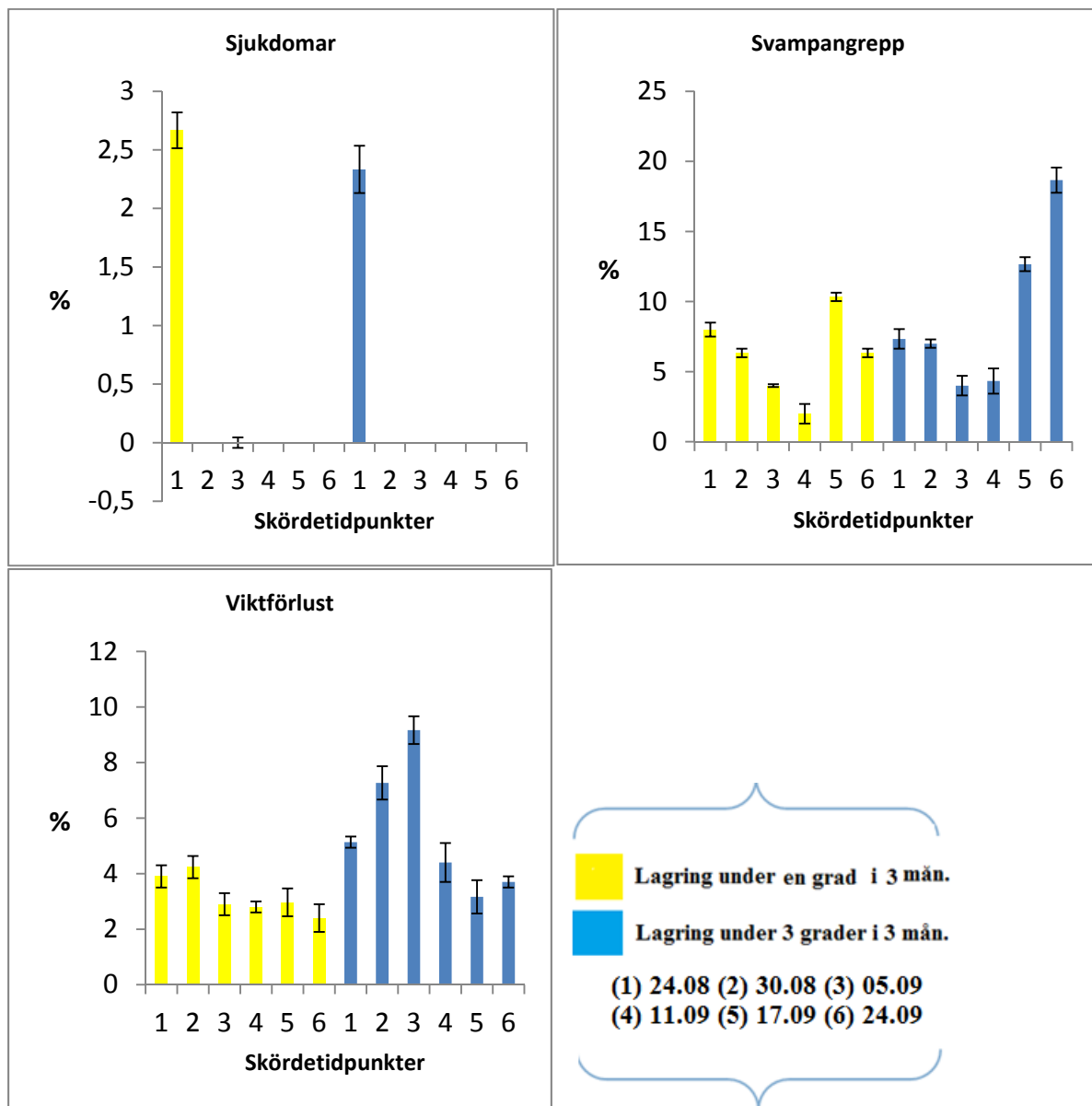


Fig. 3. Effekt av skördetidpunkter på förlust under kylagring, Carola, 2012.

‘Clara Frijs’ tenderade att vara fastast om de skördats vid andra eller tredje skördetillfället (24/8 och 30/8). Denna sort visade större tendens att förlora avsevärt mycket fasthet om den skördats vid de sista skördetillfällena än vad ‘Carola’ gjorde. För ‘Carola’ var det frukten som skördats vid de första skördetillfällena (24/8 och 30/8) som uppvisade högst fasthet efter kylagringen, trots att resultaten inte visade signifikanta skillnader (Tabell 2 samt bilaga 5 och 6).

Allra högst smakvärde noterades för 'Clara Frijs' och 'Carola' som plockats vid de två sista skördetillfällena (11/9 och 17/9) respektive (17/9 och 24/9). Hos 'Clara Frijs' var syrahalten

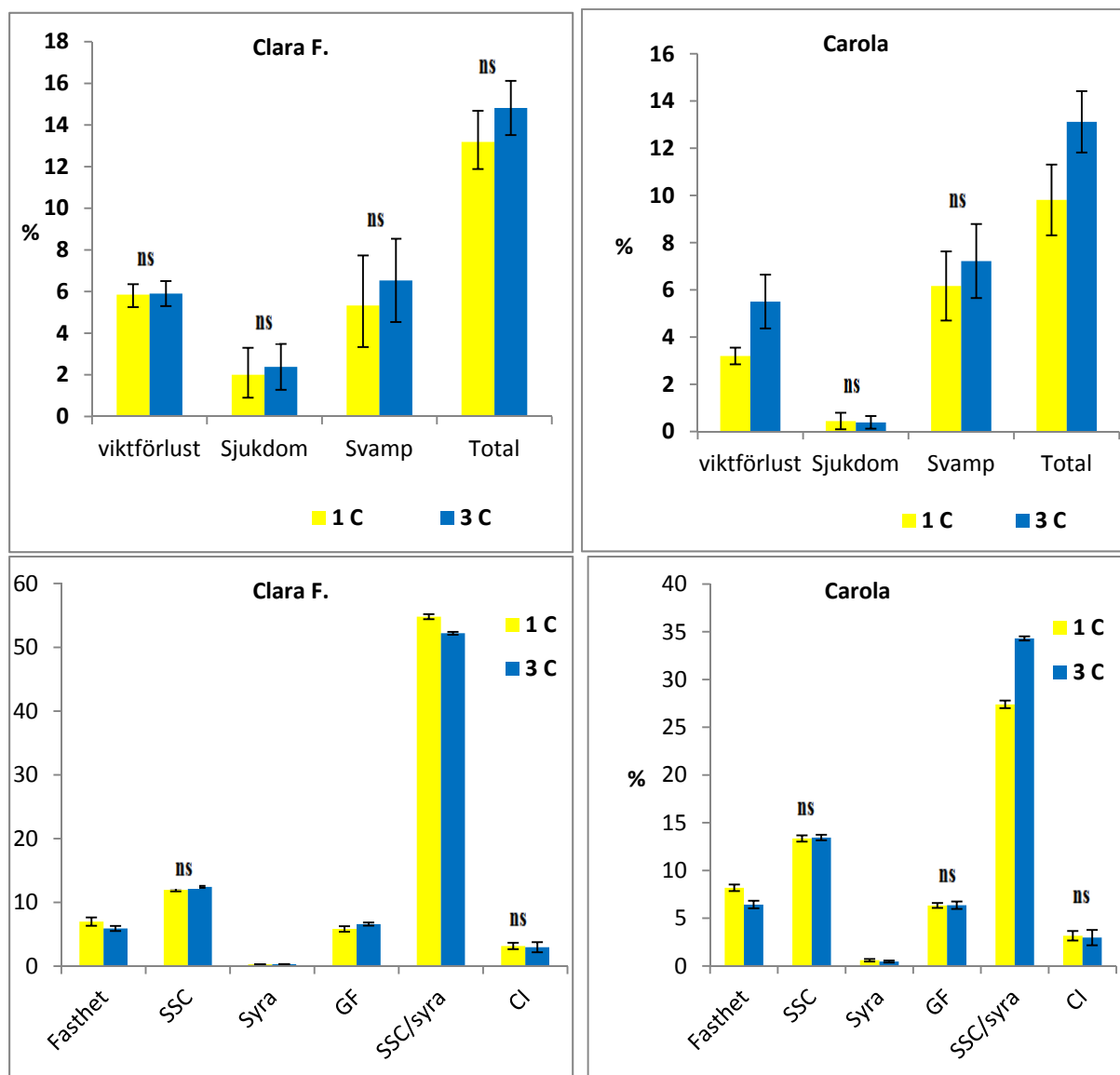


Fig. 4. Effekt av lagringstemperaturen på förlust och fruktqualität under kylagring, 2012.

Ns. Ej signifikant

högst hos frukt som skördats i början av skördeperioden. Syrahalten blev lägre med senare skörd. Även hos 'Carola' visade syrahalten tendens att bli lägre under lagring i frukt som skördats senare under skördeperioden (Tabell 2.1 och 2.2).

Högst grundfärgsvärde för 'Clara Frijs' noterades för den frukt som skördats vid sista skördetillfället (17/9) och som därefter lagrades i 3°C, dock var skillnaderna ej signifikanta.

Tabell 2. Effekt av skördetidpunkten på fruktkvalitet efter tre månader i kylagring 2012.

2.1. Clara Frijs

Skördetidpunkt	Fasthet Kg. cm ⁻²		SSC ^x %		Syrahalt %		Smak SSC/syra		Grundfärg ^x 1-9		CI ^x	
	1 °C	3 °C	1 °C	3 °C	1 °C	3 °C	1 °C	3 °C	1 °C	3 °C	1 °C	3 °C
17.08	6,7 b ^z	6,4 a	13,0 a	13,2 a	0,56 a	0,69a	23 c	20d	4,0b	5,3a	-4,2ab	-1,6a
24.08	6,9 ab	6,9 a	11,9ab	12,8ab	0,38 b	0,30b	32 bc	44c	5,3ab	6,7a	1,6 a	-2,4a
30.08	7,6 a	6,8 a	11,9ab	12,5abc	0,28 c	0,28b	51 b	44c	5,0ab	6,3a	-5,7b	-3,0a
05.09	7,2 ab	6,8 a	11,9ab	12,9 ab	0,25cd	0,29b	46 bc	43c	6,7ab	6,7a	-4,0ab	-2,5a
11.09	7,2 ab	5,0 b	12,0ab	11,8 bc	0,14cd	0,18c	81 a	66b	7,3a	6,3a	-3,9ab	-3,6a
17.09	4,7 c	4,7 b	11,4 b	11,4 c	0,12 d	0,12c	97 a	96a	6,7ab	8,3a	-4,0ab	-3,8a

2.2. Carola

24.08	9,0 a ^z	8,4 a	11,9b	12,2 b	0,93 a	0,85a	13c	14d	6,0b	6,7ab	-4,4a	-4,2a
30.08	8,6 ab	6,0 b	13,4ab	14,2 a	0,80b	0,49b	17c	33c	6,0b	5,3b	-4,3a	-0,6a
05.09	7,0 d	5,7 b	13,5ab	13,8a	0,72c	0,48b	19c	30c	6,3ab	6,7ab	-3,0a	-4,8a
11.09	8,0 bc	6,8 b	13,4ab	13,1ab	0,47d	0,47b	28b	29c	6,7ab	6,7ab	-2,0a	-1,6a
17.09	7,4 cd	5,8 b	13,2ab	13,1ab	0,35e	0,31c	41a	58a	7,3a	7,0a	-3,2a	-3,3a
24.09	7,3 cd	6,5 b	14,3a	13,3ab	0,29e	0,20d	46a	44b	7,0ab	7,7a	-2,1a	-3,3a

z. värden som följs av olika bokstäver visar signifikanta skillnader vid $p < 0,05$.

x. SSC: lösligtorrsubstans, Grundfärg. 1. Mörkgrön och 9 helt gul. CI. Färg index $((1000 \times a^*) / (L^* \times b^*))$, där a står för röd eller grön färg, b för gul färg och L för färgljushet.

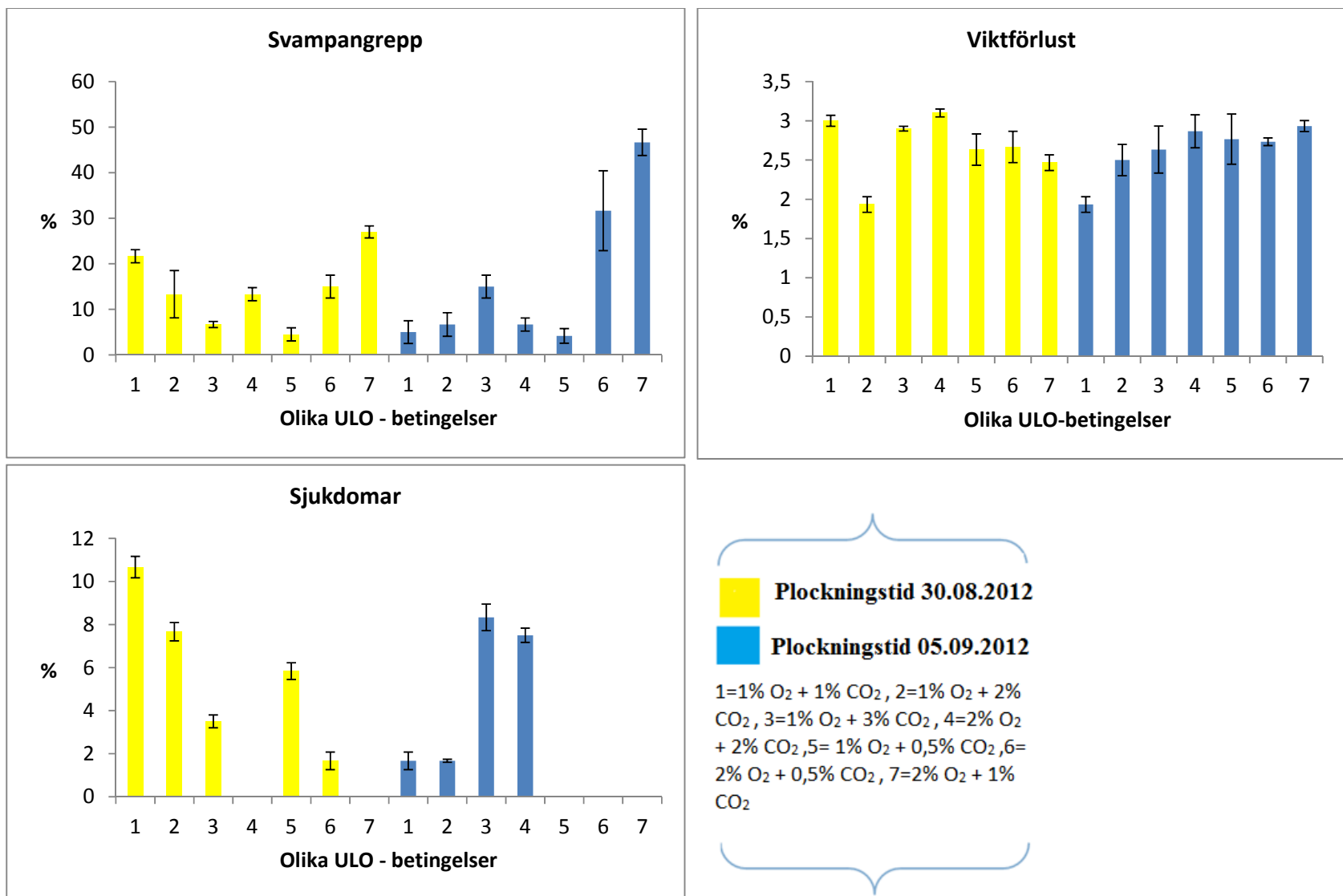


Fig. 5. Effekt av ULO-lagringsbetingelser på förlust under ULO- lagring, Clara Frijs, 2012.

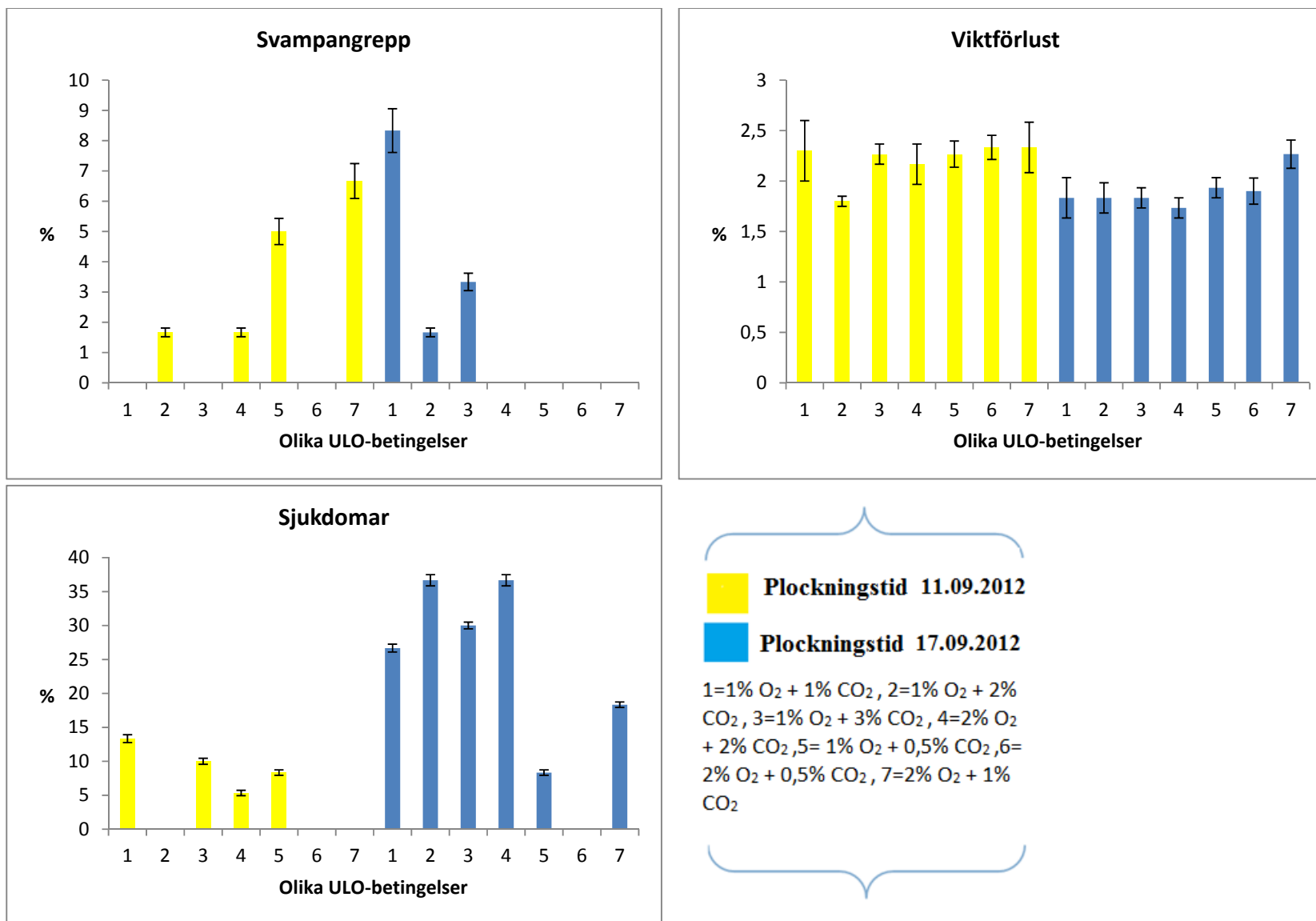


Fig. 6. Effekt av ULO-lagringsbetingelser på förlust under ULO- lagring, Carola, 2012.

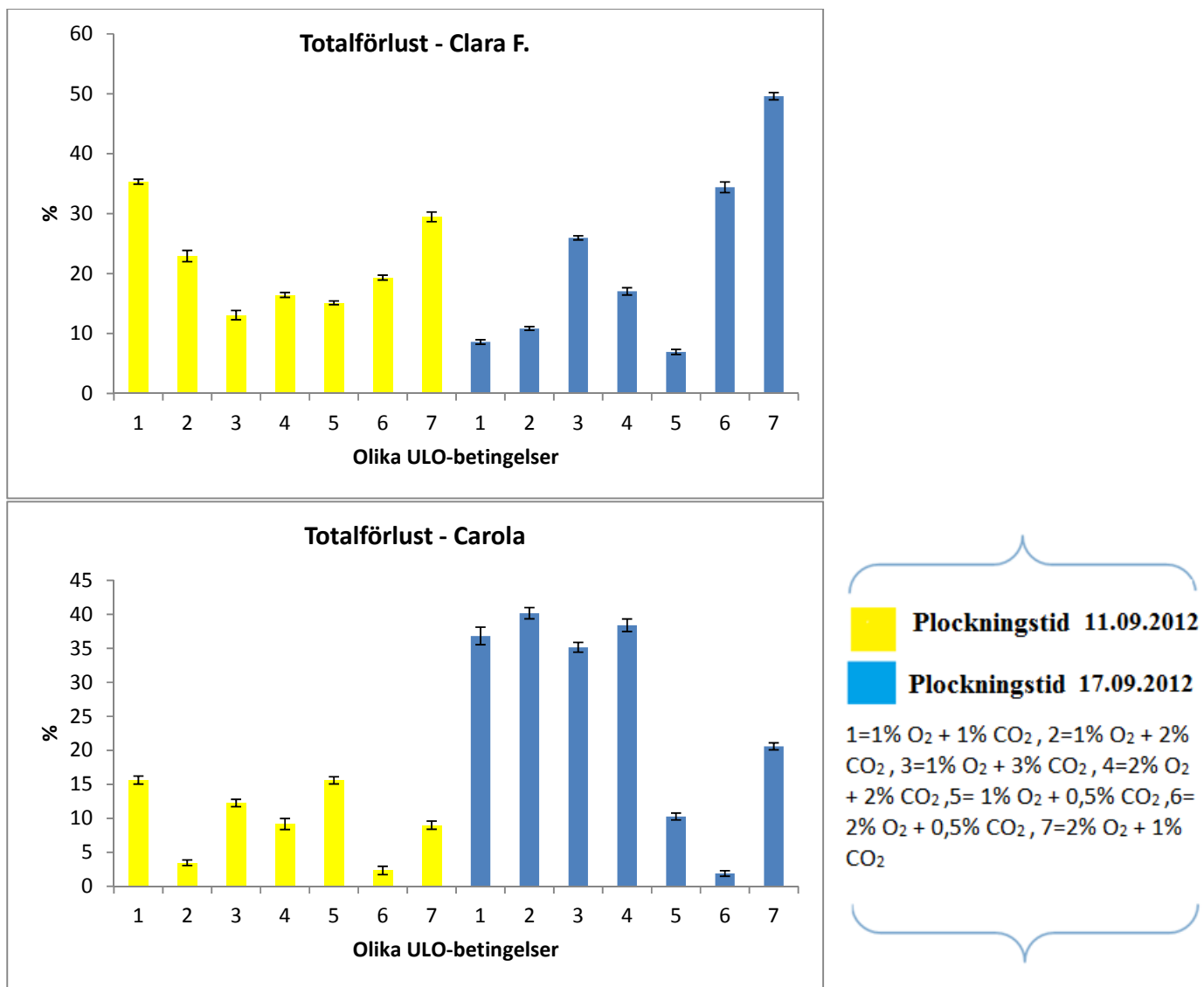


Fig. 7. Effekt av ULO-lagringsbetingelser på totalförlust under ULO-lagring, 2012.

Detta värde uppgick till 8,3 på en 9-gradig skala. Lägst värde (4,0) uppmättes hos den frukt som skördats vid första skördetillfället (17/8) och som sedan lagrades i 1°C (Tabell 2.1).

Hos 'Carola' noterades ingen signifikant differens i grundfärgutveckling mellan de två olika temperaturerna. Men precis som hos 'Clara Frijs' uppmättes även hos 'Carola' det högsta grundfärgvärdet hos den frukt som skördats vid sista skördetillfället (24/9) och som sedan lagrades i 3°C. Dock noterades även det lägsta värdet (5,3) hos frukt som lagrats i 3°C, men som skördats vid andra skördetillfället (30/8). Procentuellt skedde störst grundfärgsutveckling hos den frukt som skördats tidigt och avtog sedan med senare skörd (Tabell 2 samt bilaga 5 och 6).

CI för 'Clara Frijs' uppvisade lägst värden (-5,7) hos den frukt som skördats i mitten av skördeperioden (30/8). Även hos 'Carola' uppmättes det lägsta CI-värdet (-4,8) hos den frukt som skördats i mitten av skördeperioden (5/9) (Tabell 2 samt bilaga 5 och 6).

5.3. Effekt av olika ULO-lagringsbetingelser

För 'Clara Frijs' som ULO-lagrats var förekomsten av svampangrepp, för båda skördetillfällena, minst efter lagring under betingelserna 1% O₂ + 0,5% CO₂. Mest svampangrepp noterades hos frukt som lagrats i 2% O₂ + 1% CO₂ (Fig. 5, p<0,05). Sjukdomar var minst förekommande efter lagring i 2% O₂ + 1% CO₂. Hos 'Clara Frijs' som skördats den 5/9 var förekomsten av sjukdomar minst efter lagring i 1% O₂ + 0,5% CO₂. Högst förekomst av sjukdomar efter lagring för frukt som skördats 30/8 noterades för betingelserna 1% O₂ + 1% CO₂ och för frukt som skördats 5/9 var förekomsten högst vid 1% O₂ + 3% CO₂ (Fig. 5, p<0,05). Frukt som skördats 30/8 och lagrats i skåpen med 1% O₂ + 1% CO₂, 1% O₂ + 3% CO₂ och 2% O₂ + 2% CO₂ visade hög viktförlust medan lagring i 1% O₂ + 2% CO₂ minskade viktförlusten. Frukt som skördats 5/9 och lagrades i 1% O₂ + 1% CO₂ visade minst viktförlust. Inga klara skillnader noterades mellan de övriga skåpen (Fig. 5, p<0,05). Den totala förlusten var minst efter lagring i 1% O₂ + 0,5% CO₂ för båda skördetillfällena (Fig. 7, p<0,05 och bilaga 7).

Hos 'Carola' var förekomsten av svampangrepp minst i 2% O₂ + 0,5% CO₂ för båda skördetillfällena. Mest svampangrepp noterades hos frukt som skördats 17/9 och lagrats i 1% O₂ + 1% CO₂ (Fig. 6, p<0,05). Minst sjukdomar förekom hos frukt som lagrats i 2% O₂ + 0,5% CO₂ för båda skördetillfällena. Generellt drabbades frukten som skördats 17/9 av mer

sjukdomar än den frukt som skördats 11/9, oberoende av lagringsbetingelser (Fig. 6, $p < 0,05$). Inga signifikanta skillnader i viktförlust kunde noteras mellan de olika skåpen, trots att frukt som skördats 11/7 och lagrats 1% O₂ + 2% CO₂ visade mindre viktförlust och frukt som skördats 17/9 och lagrats i 2% O₂ + 1% CO₂ visade större viktförlust (Fig. 6, $p < 0,05$). Lägst totalförlust uppvisades i 2% O₂ + 0,5% CO₂ för båda skördetillfällena. Generellt var totalförlusterna efter lagring lägst hos den frukt som skördats tidigt (11/9) (Fig. 7, $p < 0,05$ och bilaga 7).

För 'Clara Frijs' som skördats 30/8 kunde inga signifikanta skillnader i fasthet noteras mellan de olika ULO-lagringsbetingelserna. För frukt som skördats 5/9 var fastheten högst efter lagring i 1% O₂ + 1% CO₂ och 1% O₂ + 0,5% CO₂ (Tabell 3.1.). De olika betingelserna hade ingen tydlig effekt på SSC, syrahalt och smak (Tabell 3.1.). Bäst utseende hade frukt från båda skördetillfällena efter lagring i 1% O₂ + 1%, 2% eller 0,5% CO₂ (Tabell 3.1.). Grundfärgen utvecklades mest vid lagring i 2% O₂ + 1% CO₂. Sämst grundfärg noterades efter lagring i 1% O₂ + 3% CO₂ för båda skördetillfällena, likaså sämst utseende på frukten (Tabell 3.1.). 'Clara Frijs' som skördats 30/8 visade lägst totalförlust (Fig.8, $p < 0,05$) och behöll mest kvalitet vid ULO-lagring jämfört med frukt som skördats 5/9 (en jämförelse mellan tabell 1.1. och 3.1.).

De olika lagringsbetingelserna hade ingen signifikant effekt på SSC, utseende och färg hos 'Carola' (Tabell 3.2.). Lägst fasthet uppmättes hos frukt som lagrats i 2% O₂ + 1% CO₂ (Tabell 3.2.). Syrahalten var högst hos frukt som skördats 17/9 och lagrats i 1% O₂ + 0,5% CO₂ (Tabell 3.2.). Eftersom resultaten inte visade på någon signifikant skillnad i sockerinnehåll mellan skåpen, betyder bäst smak mindre SSC/syra kvot, vilket uppmättes i frukt som lagrats i relativt låg koldioxidhalt (2% O₂ + 0,5% CO₂ eller 1% O₂ + 0,5% CO₂) (Tabell 3.2.). 'Carola' som skördats 11/9 visade lägst totalförlust (Fig.8, $p < 0,05$) och behöll mest kvalitet vid ULO-lagring jämfört med frukt som skördats 17/9 (en jämförelse mellan tabell 1.2. och 3.2.).

Tabell 3. Effekt av ULO-betingelser på fruktkvalitet etter fem måneder i ULO-lagring 2012.

3.1. Clara Frijs

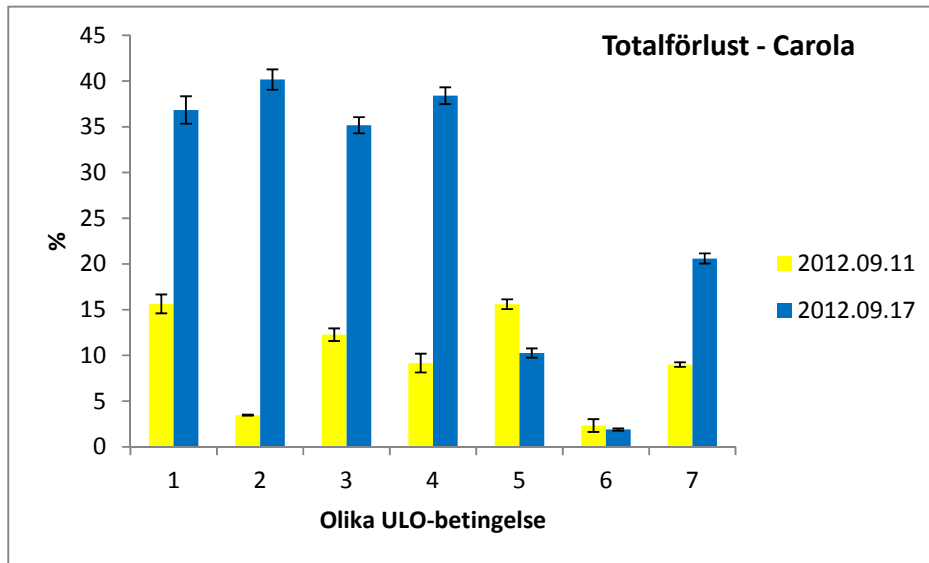
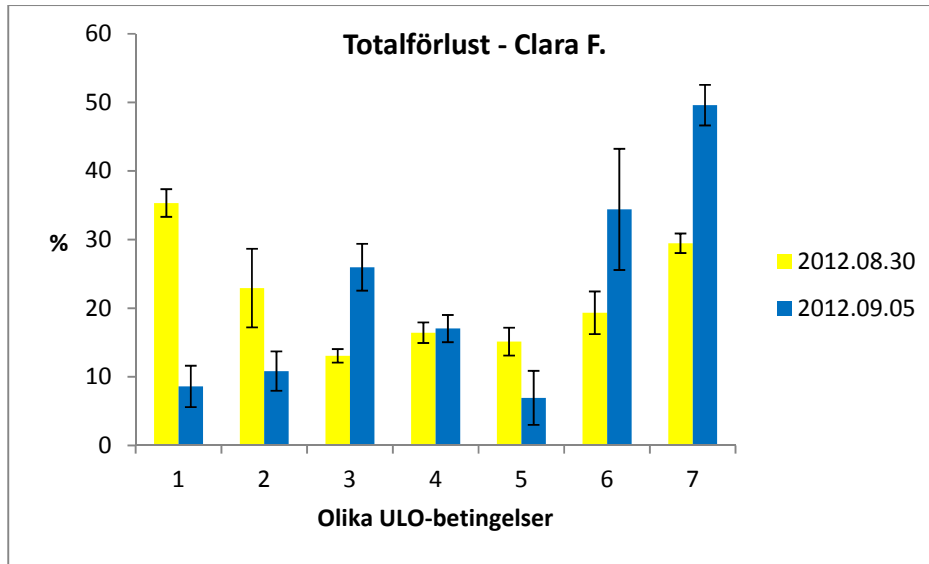
ULO betingelse %		Fasthet Kg cm ⁻²		SSC ^x %		Syrahalt %		Smak SSC/syra		Utseende 1-10		Grundfärg ^x 1-9		CI ^x	
O ₂	CO ₂	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
1	1	8,5 a ^z	8,6 a	11,4 a	11,4 a	0,34ab	0,32a	68 a	72 bc	7,7 a	7,2 a	6,7 ab	5,7bcd	-1,5abc	-3,7bc
1	2	8,6 a	7,6 bc	11,0 a	10,7 ab	0,36a	0,26 b	61 b	80 bc	7,2 ab	6,8 ab	6,7 ab	6,5abc	-3,2c	-4,4c
1	3	8,3 a	6,9 c	10,7 a	10,2 b	0,30bc	0,30ab	75 ab	70 bc	4,1 c	4,2 d	4,3 c	4,2 d	-6,4d	-7,3d
2	2	8,2 a	7,3 c	11,3 a	10,3 b	0,32ab	0,32ab	71 ab	64 c	4,2 c	4,6 cd	6,3 bc	4,3 cd	-2,2bc	-4,7c
1	0,5	7,8 ab	8,2 ab	10,7 a	10,7 ab	0,30bc	0,22c	74 ab	100 b	6,9 ab	6,7abc	5,6 bc	6,3abc	-3,1c	-3,1abc
2	0,5	7,6 ab	7,3 c	10,6 a	10,1 b	0,34a	0,10 d	61 b	230 a	5,0 bc	4,3 d	7,4 ab	6,7ab	-0,4ab	-1,5ab
2	1	6,5 b	7,1 c	10,6 a	10,2 a	0,26c	0,34 a	81 a	61 c	4,2 c	4,7bcd	8,7 a	8,6a	-0,3a	-1,4a

3.2. Carola

ULO betingelse %		Fasthet Kg cm ⁻²		SSC ^x %		Syrahalt %		Smak SSC/syra		Utseende 1-10		Grundfärg ^x 1-9		CI ^x	
O ₂	CO ₂	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
1	1	8,2 a ^z	7,4 a	13,0 a	12,9 a	0,47 a	0,38 d	28 d	35 c	7,3 a	6,7 a	3,7 a	3,7 a	-5,5 b	-4,6 a
1	2	7,8 ab	7,7 a	12,8 a	13,3 a	0,38 c	0,29 f	34 b	45 b	7,3 a	6,7 a	4,0 a	3,7 a	-4,8 b	-4,1 a
1	3	7,7 ab	7,4 a	13,1 a	13,5 a	0,43 b	0,43 c	31 c	32 cd	7,7 a	7,7 a	3,3 a	3,7 a	-5,1 b	-4,2 a
2	2	7,7 ab	7,8 a	12,7 a	13,4 a	0,38 c	0,47 b	34 b	29 d	6,7 a	7,3 a	3,7 a	3,7 a	-4,6 ab	-4,5 a
1	0,5	8,1 a	6,0 b	12,9 a	13,6 a	0,43 b	0,75 a	30 cd	18 e	7,3 a	6,7 a	3,7 a	4,0 a	-4,7 ab	-2,1 a
2	0,5	6,4 bc	6,5 ab	12,3 a	12,8 a	0,44 b	0,24 g	28 d	53 a	7,0 a	7,0 a	4,0 a	4,0 a	-3,9 ab	-2,6 a
2	1	5,6 c	5,3 b	12,1 a	12,8 a	0,31 d	0,37 e	39 a	36 c	7,3 a	7,0 a	4,0 a	4,0 a	-2,6 a	-2,6 a

z. värden som följs av olika bokstäver visar signifikanta skillnader vid $p < 0,05$.

x. SSC: lösligtorrsubstans, Grundfärg. 1. Mörkgrön och 9 helt gul. CI. Färg index $((1000 \times a^*) / (L^* \times b^*))$, där a står för röd eller grön färg, b för gul färg och L för färgljushet.



1=1% O₂ + 1% CO₂, 2=1% O₂ + 2% CO₂, 3=1% O₂ + 3% CO₂, 4=2% O₂ + 2% CO₂, 5= 1% O₂ + 0,5% CO₂, 6= 2% O₂ + 0,5% CO₂, 7=2% O₂ + 1% CO₂

Fig. 8. Effekt av skördetidpunkter på förlust under ULO- lagring, 2012.

6. Diskussion

6.1. Vilket trädmognadsindex passar dessa sorter?

Päron mognar vid olika tidpunkter beroende på sort och väderlek och trots att det, enligt Sass (1993), alltid finns en optimal skördetid för päron, är det inte särskilt lätt att bestämma skördetiden. Den största ämnesomsättningsprocessen som sker under fruktens liv är andningen. Andning innebär nedbrytning av cellens material såsom stärkelse, pektin, socker och organiska syror. Fruktlivet kan indelas i tre stora fysiologiska stadier: tillväxt, mognad och åldrande. Andningsnivån per viktenhet är högst för omogen frukt (tillväxtstadiet), sedan minskar den stadigt med fruktens utveckling. I slutet av mognadsstadiet, ökar andningen plötsligt maximalt för att sedan minska igen, då åldrandestadiet startar. Denna ökning kallas andningens klimakteriefas (Sass, 1993).

För att pärons dessert-kvalitet ska kunna utvecklas under lagring, bör de sköras under pre-klimakterieperioden, vilket innebär att de ännu inte har börjat mogna på trädet (Garris et al., 2008). Olika studier rapporterar att päronfrukt som plockas så nära inpå slutet av pre-klimakterieperioden som möjligt alltid har högre arom och bättre lagringsduglighet (Sugar, 2002).

Pre-klimakterieperioden infaller, enligt Tahir (2006), strax innan ökningen av andningsnivån (klimakteriefasen). Under denna period har frukten lägst andningsnivå, och långsammast ämnesomsättningsprocess (ändring i socker, syre, fasthet, m.m.). Därför kan de ändringarna av olika kvalitetsparametrar vara användbara index för bestämning av pre-klimakterieperioden, d.v.s. den optimala skördetidpunkten (Tahir, 2006).

Kvalitetsparametrarna för fasthet, SNB, smak och Streif-index hos 'Clara Frijs' hade tendens att stabiliseras eller visa låg ändring under perioden mellan 30/8 till 11/9. Därför kan dessa parametrar användas som mognadsindex för denna sort. Däremot uppvisade parametrarna för SSC, syrahalt, grundfärg och CI inga signifikanta skillnader vid olika skördetidpunkter och är därför inte lämpliga att använda vid bestämning av skördetidpunkt för 'Clara Frijs'.

För 'Carola' är parametrarna syrahalt, SNB och Streif-index acceptabla mognadsindex, då de uppvisade en stabilisering i förändringstakten i mitten av skördeperioden. Fasthet, SSC, smak, grundfärg och CI bör dock inte användas vid bestämning av skördetidpunkt för 'Carola'.

6.2. Optimala skördetidpunkter för de två sorterna

Skördetidpunkten är en odlingsfaktor som har stor betydelse för fruktens lagringsduglighet och frukten bör varken skördas för tidigt eller för sent (Blaszcyk, 2010; Sass, 1993).

För 'Clara Frijs' rekommenderas perioden mellan 30/8 – 5/9 som en pre-klimakterieperiod eftersom frukt som plockades under denna period visade låg förlust och bra kvalitet samt mindre ändringar i kvalitetsparametrar under lagringen (Tahir, 2006). För 'Carola' rekommenderas perioden mellan 30/8 – 5/9 som en pre-klimakterieperiod eftersom frukt som plockades under denna period visade låg förlust och bra kvalitet samt mindre ändringar i kvalitetsparametrar under lagringen (Tahir, 2006).

6.3. Vilka kylagringsvillkor passar dessa sorter?

För 'Clara Frijs' noterades inga signifikanta skillnader i förlust för de olika lagringstemperaturerna, men totalförlusten var lägst för frukt som plockats i mitten av skördeperioden (30/8-5/9). Under denna period var förlusterna lägre efter lagring i 1°C jämfört med lagring i 3°C. Även fasthet 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).

Resultaten för 'Carola' visade att vid lagring i 1°C var viktförlust och totalförlust lägre jämfört med vid lagring i 3°C. För svampangrepp och sjukdomar noterades inga signifikanta skillnader mellan de olika lagringstemperaturerna. Fasthet och syrahalt bevarades bäst vid lagring i 1°C eftersom hastigheten på ämnesomsättningen, inklusive pektinbrytning och oxidering av organiska syror, minskade (Sass, 1993).

6.4. Vilka ULO-lagringsbetingelser passar dessa sorter?

Lägst totalförlust noterades för 'Clara Frijs' som lagrats i 1% O₂ + 0,5% CO₂, det var även under dessa betingelser som förekomsten av svampangrepp var lägst. 'Clara Frijs' är känslig för *Gloeosporium*-angrepp (Tahir, 2013). För frukt som skördats den 30/8 var förluster orsakade av sjukdomar minst förekommande efter lagring i 2% O₂ + 1 eller 2% CO₂. För frukt som skördats sex dagar senare (5/9) noterades minst sjukdomar efter lagring i 1% O₂ + 0,5% CO₂. Samma betingelser var även en av de som bevarade fruktens fasthet och utseende

bäst. Generellt uppvisades bäst resultat gällande kvalitet och förluster hos 'Clara Frijs' som lagrats i 1% O₂ + 0,5% CO₂.

För 'Carola' resulterade lagring under betingelserna 2% O₂ + 0,5% CO₂ i minst förekomst av svampangrepp och sjukdomar. Det var även vid dessa betingelser som totalförlusten blev lägst. Resultaten visade att 'Carola' lätt utvecklar bruna kratrar i fruktköttet om CO₂-halten i lageratmosfären är för hög. Toleransen för förhöjd CO₂-halt i lagret påverkas av CO₂-nivån, lagringstiden, O₂-halten och fruktens allmänna kondition, särskilt mognadsgrad, 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). Generellt var totalförlusten lägre för frukt som skördats tidigt (11/9) jämfört med skörd sex dagar senare. För sen skörd kan leda till att fruktköttet mjuknar snabbare, förekomsten av rötter ökar och lagringspotentialen blir generellt sämre (Sass, 1993).

7. Referenser

- Abbot, J.A. 1999. *Quality measurement of fruit and vegetables*. Postharvest Biology and Technology 15:207-225.
- Bertelsen, M. 2002. *Growth of 'Clara Frijs' pear in a nordic climate*. Acta Horticulturae 596:783-787.
- 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.
- Bramlage, W.J. 1993. *Interactions of orchard factors & mineral nutrition on quality of pome fruit*. Acta Horticulturae 326:15-28.
- Bunemann, G., M. Groot and H. Kemp. 2002. *Pear production in northern Europe*. Acta Horticulturae 596:71-74.
- Börjesson, L-O. 2013. Äppelriket. Kontakt via mail. info@appelriket.com 2013-04-18.

- Camelo, L. and P. Gomez. 2004. *Comparison of color indexes for tomato ripening*. Horticultura Brasileira, Brasília, 22:534-537.
- Chen, P.M. 2013. *Pear*. Mid-Columbia Agricultural Research and Extension Center. Oregon State University, Hood River, OR. <http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/107pear.pdf> 2013-04-20.
- Conway, W.S. 1984. *Preharvest factors affecting postharvest losses from disease*. Postharvest Pathology of Fruits and Vegetables 1914:11-16.
- 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.
- FAO. 2013. *Päronproduktion 2011, statistik*. Food and Agriculture Organization. <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor> 2013-04-29.
- Ferguson, I.B, R.K. Volz, F.R. Harker och C.B. Watkins. 1995. *Regulation of postharvest fruit physiology by calcium*. Acta Horticulturae 398:23-30.
- Ferguson, I.B., R.K. Volz och A. Woolf. 1999. *Preharvest factors affecting physiological disorders of fruit*. Postharvest Biology and Technology 15:255-262.
- Franck, C., J. Lammertyn, Q. TriHo, P. Verboven, B. Verlinden, B. och B.M. Nicolai. 2007. *Browning disorders in pear fruit*. Postharvest Biology and Technology 43:1-13.
- 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.
- Janick, J. 2002. *The pear in history, literature, popular culture, and art*. Acta Horticulturae 596:41-52.
- Jordbruksverket. 2003. *Kvalitet på grönsaker och frukt*. Ingår i kurspärmen "Ekologisk produktion av grönsaker". www.sjv.se
- Jordbruksverket. 2011. *Statistik* www.sjv.se

- Laidou, I.A. och C.C. Thanassoulopoulos. 2002. *Fungi that cause postharvest disease in pears*. Acta Horticulturae 596:887-890.
- Livsmedelsverket. 2013. *Näringsinnehåll i päron*. Livsmedelsverkets livsmedelsdatabas version 2013-01-10. <http://www7.slv.se/Naringssock/Naringsammen.aspx#> 2013-04-17
- Nybom, H. 2012. *Nya päronsorter från Sverige och Norge*. LTJ-fakultetens faktablad 20, SLU, Alnarp.
- Onions A.H.S. 1998. *Penicillium expansum*. IMI Descriptions of Fungi and Bacteria, nr: 10 (97).
- Pedersen, L.H. och H. Daugaard. 2000. *Frukt- og bærsorter til haven*. Groen Viden, Havebrug nr: 131.
- Sass, P. 1993. *Fruit storage*. Mezogazda Kiadó, Budapest. ISBN – 963 8160 27 6
- 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.
- Sholberg, PL. och W.S. Conway. 2004. *Postharvest Pathology*. In: Gross, KC; Wang CY; Saltveit M. *The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks*. USDA, ARS: Agricultural Handbook, 66, 130p.
- 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.I. 2006. *Control of pre- and postharvest factors to improve fruit quality and storability*. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, doctoral thesis nr: 2006 (35).

- Tahir, I.I. 2013. *Äpple, päron och plommon, odlingsmetoder med fokus på kvalitetshöjande åtgärder*. Boken är under publikation
- Theron, K.I. 2011. *Size matters: factors influencing fruit size in pear*. Acta Horticulturae 909:545-556.
- Tromp, J., A. Webster och S. Wertheim. 2005. *Fundamentals of temperate zone tree fruit production*. Backhuys Publisher, Leiden, 400p.
- 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
- WSU, Washington State University, 2013. *History of pears*.
<http://extension.wsu.edu/maritimefruit/treefruit/Pages/Pears.aspx>
- www.kiviks.se.
- Zerbini, P.E. 2002. *The quality of pear fruit*. Acta Horticulturae 596:805-810.

Bilagor



Bilaga nr. 1. Mognadskarta för stärkelsenedbrytning i äpple som använts för päron (Ibrahim Tahir, 2006), 1 = ingen stärkelsenedbrytning (SNB), 2 = början till SNB inom kärnhuszonen, 3 = starkare SNB i kärnhuszonen, 4 = ljus kärnhuszon, 5 = kärnhuszonen stärkelsefri med undantag av ledningssträngarna, 6 = kärnhuszonen stärkelsefri, början till SNB i fruktköttet, 7 = ytterligare SNB i fruktköttet, 8 = svag färgning i fruktköttet, 9 = svag färgning direkt under skalet och intill ledningssträngar, 10 = ingen färgning, stärkelsefri.



Bilaga nr. 2. ULO- skåp (foto, Ibrahim Tahir)



*Bilaga nr.3. Svampangreppen på 'Clara Frijs' respektive 'Carola' som lagrats i kylskåp
2012 (foto. Ibrahim Tahir).*



Bilaga nr.4. Sjukdomar på 'Clara Frijs' respektive 'Carola' som lagrats i kylskåp 2012 (foto. Ibrahim Tahir).



*Bilaga nr.5. Effekt av skördetidpunkter på kvaliteten hos 'Clara Frijs' respektive 'Carola'.
2012 (foto. Ibrahim Tahir).*



Bilaga nr.6. Effekt av lagringstemperatur på kvaliteten hos 'Clara Frijs' respektive 'Carola', 2012 (foto. Ibrahim Tahir).



Bilaga nr.7. Effekt av ej optimala ULO-betingelser på kvaliteten hos 'Clara Frijs' respektive 'Carola', 2012 (foto. Ibrahim Tahir).