

Kvalitet och lagring av frukt

IBRAHIM TAHIR

Modern svensk yrkesodling av frukt har, under senare år, blivit allt mer undertryckt av konkurrensen med importerad frukt, vilket har resulterat i ojämn och ofta dålig lönsamhet. För att stärka konkurrenskraften för svensk frukt och erbjuda konsumenter unika produkter, måste fruktkvaliteten bevaras och efterskörd-förluster minimeras genom vidareutveckling av lagringsteknologin och fastställning av optimal mognadsnivå för varje enskild sort. Dessutom bör kompetensen hos fruktodlare höjas, särskilt avseende fruktens utveckling och kvalitetsför-sämring.

Fruktkvalitet och lagringspotential

Bra fruktkvalitet har varit det främsta målet för producenter, säljare och konsumenter på senare tid. En amerikansk studie har visat att förbättringen av äppelkvaliteten med 1 % ökade efterfrågan med 60 % medan minskningen av priset med 1 % ökade efterfrågan med 1 %. En undersökning utförd vid SLU visade att 87 % av konsumentens missnöjet orsakas av dålig fruktkvalitet (Fernqvist et al., 2011).

Fruktkvalitet är en kombination av alla egenskaper som fastställer konsumentens acceptans. Det är ett komplext begrepp som innehåller sensoriska egenskaper (t.ex. utseende, smak och arom) och näringsvärde (t.ex. antioxidanter). De faktorer som påverkar fruktkvaliteten vid skörd och efter lagring kan delas in i två kategorier:

- före skörd: inkluderar effekter av grundstäm, näringstillförsel, bevattning, beskärning, tillväxtreglering, kartgallring, blomreduktion, markbehandling, ogräsbekämpning, trädålder mm.
- efter skörd: inkluderar inverkan av skördetidpunkt och lagringsförhållande.

Inverkan av föreskördfaktorer på frukt-kvalitet och lagringsduglighet

I samarbete med Äppelriket, Kiviks Musteri och fruktodlare, har effekten av föreskördfaktorer på frukt-kvalitet och lagringsduglighet undersökts vid SLU i flera studier (Ericsson m.fl. 1996; Tahir m.fl., 2005, 2007, 2010; Hansson m.fl., 2012; Tahir och Nybom, 2013). Resultaten visar:

- Svag- eller ganska svag-växande grundstäm (M9 och M27 samt M26) förbättrar äppelkvaliteten (t.ex. smak och färg).
- Överskott av kväve (N) kan minska den röda färgen hos äpple, speciellt om överskottet inträffar sent under växt-säsongen. Fruktens fast-het minskar vid skörd och efter lagring och känsligheten för lagringsjukdomar (t.ex. korkfläcksjuka hos päron och prick-sjuka hos äpple) ökar. Låga kvävevärden ger småfallande frukt. Brist på fosfor ökar fruktkänsligheten för stötskador, låg temperaturnedbrytning och svampangrepp. Kaliumgödsling påverkar syrahalten och fruktsmaken negativt. Kalciumbrist har stora negativa effekter på frukt-kvaliteten och orsakar flera fysiologiska sjukdomar under lagring, bl.a. pricksjuka, nedbrytning av lenticeller och glassighet. Vid svår magnesiumbrist får frukten otillfredsstäl-lande färg och får svårt att mogna.
- Brist på vatten påverkar fruktfärgen och smaken negativt. För mycket bevattning



Bild 1. Svenska äpple



Bild 2. Svenska päron och plummon

hämmar fruktfärgen.

- Skottbeskärning och kartgallring kan förbättra äppelkvaliteten (t.ex. färgen) genom att förbättra ljusspridningen inom kronan, öka kolhydratproduktionen och justera konkurrensen mellan frukt och blad. Bladantalet per frukt spelar en viktig roll för fruktens kvalitetsutveckling under säsongen. Bäst kvalitet uppnås om trädet har upp till 40 blad per frukt. Radikal kartgallring kan orsaka lågt kalciuminnehåll och därmed låg lagring-potential. Därför rekommenderas extra kalciumsprutning vid mekanisk kartgall-ring eller blomreduktion.
- Markbehandling: marktäckning med alu-miniumfolie (eller liknande reflekterade

material) har ökat skörden, förbättrat den röda färgen, minskat fruktkänsligheten mot stötskador och svampangrepp under lagring.

- En kraftig växande krona på äldre träd kan försämra färgen. Frukt från unga träd (yngre än 6 år) mognar tidigare, har högre sockerinnehåll samt är känsligare för stötskador. Dessa frukter visar lägre lagringspotential.

Inverkan av efterskördfaktorer på fruktkvalitet och lagringsduglighet

Skördetidpunkten och lagringsförhållandet är de viktigaste efterskördfaktorerna som påverkar fruktkvalitet och lagringspotential. För tidig skörd orsakar olika lagringsjukdomar bl.a. pricksjuka och skalbränna. Försenad skörd försämrar smaken, fastheten och frukttoleransen mot olika sjukdomar. Lagring vid för låga temperaturer och/eller olämplig atmosfär har negativa effekter på fruktsmaken och näringsinnehållet och leder till olika fysiologiska sjukdomar. Därför är förståelsen för de morfologiska och fysiologiska förändringar som inträffar när ett kart utvecklas till en mogen frukt, mycket viktigt för att kunna plocka frukt i rätt tid och optimera fruktbehandlingen efter skörd.

Efter pollinering och befruktning, börjar frukten växa i tre olika steg:

1. En snabb celledelning startar och pågår i 2 veckor hos plommon, 4-5 veckor hos äpple och 7-9 veckor hos päron. Denna fas är mycket viktig för att få en hög skörd och bra kvalitet och därför måste tillväxtreglering, rotbeskärning, näring- och vattenbrist samt hög konkurrens med ogräs undvikas. När celledelningen upphör blir cellväggarna tunnare, cellplasman mindre och intercellulära utrymmen bredare. I denna fas växer cellerna i storlek och därmed ökar fruktvikten.
2. Steg två kan delas in i två delar:
 - 2.1. Trädognadsfasen: där många kvalitetsparametrar utvecklas. Frukten blir mjukare (pektinbrytning) och sötare (stärkelseinnehållet omvandlas till socker). Frukten får bättre färg eftersom klorofyllet (grön färg) bryts ner och antocyaner (röd färg) dyker upp. Fruktsmaken förbättras pga. nedbrytningen av fenolämnen och syror.
 - 2.2. Ätmognadsfasen: där fruktkvaliteten,



Bild. 3. Maskinell blomreduktion och marktäckning med aluminiumfolie förbättrar fruktens lagringspotential

inklusive bildning av aromämnen, när en maxnivå.

3. Äldrandefas: här börjar frukten förbruka sina näringsämnen och fruktslivsmedelvärdet försämras. Därmed börjar olika fysiologiska sjukdomar uppstå medan resistansen mot patogen minskar.



Bild. 4. Marktäckningseffekt på fruktkvalitet

Två viktiga processer styr fruktens utveckling, andning samt produktion av mognadshormon (etylen).

Frukten är en levande del av växten och fortsätter andas även efter plockning. Andningsnivån är högst under celledelningen, sedan minskar den stadigt under fruktutvecklingen. I slutet av trädognadsfasen när andningshastigheten sin miniminivå och kallas för preklimakteriumsperioden. Ätmognadsfasen börjar när andningshastigheten plötsligt ökar och når sin maximinivå. Denna ökning kallas andningsklimakterium. Sedan minskar andningshastigheten igen och då startar

äldrandefasen. Etylenet börjar också produceras vid trädognadsfasen på mycket låga nivåer. Men när preklimakteriumsperioden upphör ökar etylenproduktionen och frukten mognar.

Genom andningen bryter frukten ner sitt näringsämnesinnehåll såsom stärkelse, socker och organiska syror) för att frigöra energi. För att bevara fruktkvaliteten efter skörden, måste andningshastigheten och etylenproduktionen behållas på den lägsta nivån och därmed skjuta upp äldrandefasen. De två viktiga åtgärder som förhindrar ökning i andningen och etylenproduktionen är nedkylning och justering av lagringsatmosfären (låg syrehalt och hög koldioxidhalt).

Att skjuta upp äldrandefasen efter att frukten har nått andningsklimakterium är omöjligt. Men om frukten plockas under preklimakteriumsperioden, dvs. vid lägsta andningsnivån och etylenproduktion samt långsammaste ämnesomsättningsprocess (ändring i socker, syra och fasthet), kan perioden förlängas och klimakterietoppen samt äldrandefasen fördröjas.

Preklimakteriumsperioden kan bestämmas med hjälp av flertalet förändringar (mognadsindex) som sker i frukten. De viktigaste indexen är:

- Ökning i andningsnivån kan mätas med gaskromatografi alternativt koldioxidmätare. Olika fruktslag och sorter har olika andningsnivåer som betecknar preklimakteriumsperioden.
- Ökning i etylenproduktionen kan också mätas med gaskromatografi. För att bestämma optimala skördetidpunkten för

äpple bör hälften av frukten visa 0,1 μ l stryk etylen.

- Reduktionen i fruktfastheten kan bedömas med penetrometer. Frukten skalas på solig och skuggig sida och penetrometern trycks in fram till den markerade punkten på instrumentet. Penetrometern måste tryckas in försiktigt under två sekunder. Stora och sjuka frukter måste undvikas vid analysen.
- Stärkelsenedbryning (SNB) kan bedömas med jodlösning. En 0,5–1,0 cm tjock skiva från fruktens mittersta del kan läggas i jodlösning och SNB kan läsas i jämförelse med mognadskartan.
- Koncentrationen löslig torrsubstans (Brix^o) kan mätas med refraktometer. Äppelsaft, utan luftbubblor, droppas i refraktometern och Brix-värdet avläses. Frukt från hårt belastade träd eller träd som har drabbats av vattenbrist, måste undvikas.
- Streif index: den tyske forskaren J. Streif utvecklade 1996 ett mognadsindex som kombinerar tre olika kvalitetsparametrar. Streif index beräknas med följande formel: Streif index = fasthet / (löslig torrsubstans x stärkelsenedbryning).
- Icke-destruktiva metoder, med det finns flera instrument som mäter specifika fruktkvalitetsparametrar utan att skära sönder frukten. Nyligen har en icke-destruktiv fruktmognadsmätare (DA) ut-

vecklats. Det är en bärbar spektrometer som kan mäta klorofyllets nedbrytning under skalet. Värdet minskar successivt under fruktmognaden och uppnår ett minimum när frukten är helt mogen.

Utveckling av svensk frukts lagringspotential

Under de senaste tjugo åren har SLU utfört flera studier för att beskriva effekten av optimal skördetidpunkt och lämpliga efterskördåtgärder på fruktkvalitet och lagringsduglighet. Resultaten visar att:

- Olika sorter har olika andningshastigheter och etylenproduktion. Exempelvis har sorten Ingrid Marie en lägre andningsnivå och producerar mindre koldioxid jämfört med sorten Aroma. Samma förhållande gäller även för päron, där sorten Carola har lägre andningsnivå än Clara Frijs. Hos plommon har Jubileum, Iva och Monark en hög andningsnivå medan Vision, Valor och Anita har en lägre nivå. Även etylenproduktionen varierar med sorten. Exempelvis producerar Ingrid Marie mer etylen än Aroma. Valor och Carola producerar mer etylen jämfört med Jubileum respektive Clara Frijs. Sorter som producerar olika mängd koldioxid eller olika mängd etylen bör inte lagras tillsammans.
- Fruktsortering efter dess lagringspotential har mycket stor betydelse för fruktkvali-

tet efter skörd. Storfallande frukt från träd med dålig fruktsättning, frukt från kraftigväxande träd, unga träd och trädens inre delar som är kraftigt skuggade samt tidigt plockad frukt som är rik på stärkelse, är mottagliga för olika sjukdomar och bör alltid korttidslagras.

- Att fördröja skörden med två veckor efter den optimala punkten ökar svampangreppet och mjukskalbrännan mellan 100 % och 300 % hos olika äpplesorter. Det ökar mjukheten under lagring (t.ex. med 50 % hos Frida och 300 % hos Ingrid Marie). Fördröjning av skördetiden försämrar också fruktsmaken och aromen utan att visa en betydande förbättring i färgen.
- Kontrollerad atmosfär (CA) eller ultralåg syrenivå (ULO) förbättrar lagringsdugligheten hos frukten (genom att minska svampangrepp, stötskador och lagringsjukdomar) och bevarar fruktkvaliteten (fasthet, sockerhalt, skalfärg och C-vitaminhalt). Bästa resultaten av CA respektive ULO-lagring uppnås när frukten plockas vid den optimala tidpunkten.
- Extremt hög koldioxidhalt eller extremt låg syrehalt under CA-lagringen kan ge fysiologiska skador. Eftersom varje sort har specifika krav vid CA/ULO betingelser när man absolut bäst resultat om varje sort kan lagras för sig.
- Samspelet mellan syrehalten, koldioxidhalten och temperaturen bör kontrolleras under CA-lagringen. Vid till exempel riktigt låga temperaturer ökar fruktens känslighet för skador, som orsakas av en låg syrehalt. När en mycket låg syrehalt används, bör också koldioxidnivån justeras.
- De viktigaste fysiologiska sjukdomar som orsakar lagringsförluster i svensk frukt är mjukskalbränna, mösk, glassighet och pricksjuka. Svampangrepp är den enda patologiska orsaken som förstör svensk frukt under lagring.
- Känslighet för svampangrepp beror på fruktfastheten. Äpplesorter som har relativt hög köttfasthet och som långsamt tappas sin fasthet under lagring har bra tolerans mot svampangrepp.
- De svenska päronsorterna (Clara Frijs och Carola) är känsliga för skördetidpunkten. För tidig plockning förhindrar frukter från att nå full mognad. För sent plockade frukter är mer mottagliga för bruna kratrar (som orsakas av höga halter koldioxid) och kan heller inte utveckla en smörig textur. Streif index kan vara ett



Bild 5. Penetrometer



Bild 6. Jodtest och en mognadskarta (sorten Aroma).

lämpligt mognadindex för Carola medan Clara Frijs, som visar oregelbunden stärke- och sötnedbrytning, får plockas enligt den icke-destruktiva metoden (DA mätare). Båda sorterna är känsliga mot koldioxidhalten i ULO lagring. Clara Frijs kan lagras på 1 kPa syre och 0,5 kPa koldioxid medan Carola får lagras på 2 kPa syre och 0,5 kPa koldioxid.

- Många plommonsorser i Sverige har en relativt kort försäljningsperiod. För tidigt plockad frukt har ojämn inre mognad och fadd smak. För sent plockad frukt blir däremot omgående mjuk och geléartad och lätt angripen av olika patogener. Skördetidpunkten kan bestämmas med olika index, t.ex. fruktfasthet för Anita, Valor, Vision och Viktoria och socker/syra kvot för Emil, Opal och Violetta. Några plommonsorser får lätt nedkylningsskador om de lagras vid för låga temperaturer. Frukt från Jubileum, Emil och Viktoria får lätt brunt fruktkött om de lagras vid 0,5 °C eller lägre. ULO lagring är den mest effektiva lagringsmetoden. Förutom att plommon kan lagras under längre tid minskas också risken för inre skador orsakade av låg temperatur. Syrehalten kan vara 1 kPa medan koldioxidhalten rekommenderas till 1 kPa för Jubileum, Emil, Valor och Viktoria och 3,5 kPa för Anita, Opal och Vision.

Litteratur

- Bangerth, F.K., Song, J. and Streif, J. 2012. Physiological impacts of fruit ripening and storage conditions on aroma volatile formation in apple and strawberry fruit: A review. *HortScience* 47:4–10.
- Ericsson, N.-A., and Tahir, I. 1996. Studies on apple bruising: 1. Estimation of incidence and susceptibility differences in the bruising of three apple cultivars. *Acta Agric. Scand.* 46:209–213.
- Fernqvist, F., Andersson, M. och Ekelund, L. 2011. Konsumenter om äpple. *SLU-LTJ-fakultetens faktablad* 18:14.
- Hansson, D., Tahir, I. och Svensson, E. 2012. Nya ogräsbekämpningsmetoder i ekologisk och integrerad fruktodling. *SLU-LTJ rapport* 2.
- Tahir, I., Johansson, E. and Olsson, M.E. 2005. Groundcover materials improve quality and storability of Aroma apples. *Hortscience* 40:1416–1420.
- Tahir, I., Johansson, E. and Olsson, M.E. 2007. Improvement of quality and storability of apple cv. Aroma by adjustment of some pre-harvest conditions. *Scientia Hort.*, 112, 164–171.
- Tahir, I. and Olsson M. 2010. Quality and storability of five plum cultivars 'Prunus domestica L.' related to harvesting date and Ultra Low Oxygen atmosphere storage. *Acta Horticult.*, 876:109–114.
- 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, 92–101.

Thompson, A.K. 2015. Fruit and vegetable storage: Hypobaric, hyperbaric and controlled atmosphere. In: *Fruit and Vegetable Storage Hypobaric, Hyperbaric and Controlled Atmosphere*. Thompson, A.K. (Ed.) Springer International Publishing pp. 21–36.



Bild 7. DA-mätare



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

Faktaruta

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

Tillväxt Trädgård

Tillväxt Trädgård är ett samarbete mellan akademi och näringsliv med syfte att skapa tillväxt och hållbar utveckling i trädgårdsnäringen. Större parter är SLU, LRF Trädgård, flera Hushållningssällskap samt RISE. Andra parter är Cascada, Lovang Lantbrukskonsult, ProGro och Växa Sverige. Samarbetet finansieras även av Europeiska jordbruksfonden för landsbygdsutveckling. www.tillvaxtradgard.se

