



# Optimal tomatkvalitet- effekter av lagringsförhållanden på tomat (*Solanum lycopersicum*)

Sveriges Lantbruksuniversitet

Elin Lorén

Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap

Självständigt arbete vid LTJ-fakulteten, SLU

Trädgårdsingenjörsprogrammet – Marknad

Alnarp, 2013

**Titel:**

Optimal tomatkvalitet – effekter av lagringsförhållanden på tomat (*Solanum lycopersicum*)

Optimal tomato quality - Effects of storage conditions on tomatoes (*Solanum lycopersicum*)

**Författare:** Elin Lorén

**Handledare:** Lars Mogren, Biosystem och Teknologi, SLU

**Examinator:** Marie Olsson, Växtförädling, SLU

**Serienamn:** Självständigt arbete vid LTJ fakulteten, SLU

**Kurstitel:** Kandidatarbete i trädgårdsvetenskap

**Kurskod:** EXO495

**Omfattning:** 15 hp

**Nivå och fördjupning:** G2E

**Utgivningsort:** Alnarp

**Utgivningsår:** 2013

SLU, Sveriges Lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap

Nyckelord: tomat, lagring, temperatur, etylen, socker/syra, sjukdomar

## FÖRORD

Jag skulle vilja börja med att tacka min handledare Lars Mogren för uppmuntran, inspiration och stöd genom arbetet. Tack även till Karl-Erik Gustavsson som tillät mig göra det praktiska försöket. Till sist vill jag tacka mina nära och kära som gett mig stöd under min tid på Alnarp, ni gör min vardag guld värd. Tack!

## SAMMANFATTNING

Kvalitetsfaktorer som påverkar tomater är smak, utseende (färg, storlek, form), fasthet och näringsinnehåll. Smaken bestäms av den kemiska sammansättningen i tomaten, då främst av totalt lösliga ämnen, titrerbar syra, pH samt förhållandet mellan socker och syra.

Tomat skördas under hela mognadsfasen men för att få fram en så optimal kvalitet som möjligt bör de skördas mogna men fortfarande gröna, tomater är mogna redan innan de fått en röd färg, för att sedan låta mognas fram till den röda färgen i 20 °C.

Ju senare de skördas desto högre blir förhållandet mellan socker och syra i frukten vilket ger upphov till en mer aromatisk tomat och därigenom få en bättre smakkvalitet. Oftast skördas tomater och mognas fram med hjälp av etylen, ett naturligt hormon som påskyndar mognadsprocessen. Ifall man mognar fram tomaten direkt, utan att först lagra den i lägre temperaturer, påverkas smakkvaliteten genom att tomaten blir mer aromatisk. Oavsett ifall det sker med eller utan etylen.

Postharvest hantering av tomat är en svår men betydelsefull uppgift, för att få fram en så bra tomatkvalitet som möjligt. Framförallt fysiska skador är vanligt förekommande såsom tryck-, skär-, skav- och vibrationsskador under hela hanteringskedjan från produktionsplats till konsument. Frukten kan även angripas av svampar och bakterier vilket kan förvärras om tomaten redan har en skada. Ifall temperaturen sjunker under 12,5 °C finns det risk att köldskador uppstår, då vanligen röta.

Det praktiska försöket visar att miniplommtomaten San Mazzo har högre sockerinnehåll än kvisttomaten Racimo. Den titrerbara syran är även den högre hos miniplommtomaten men minskar mot slutet av försöksperioden. Likaså minskar den titrerbara syran hos kvisttomaten mot försökets slut. Däremot skiljer sig pH inte nämnvärt mellan de olika tomatsorterna under försöksperioden.

## SUMMARY

Quality factors affecting tomatoes are taste, appearance (color, size, shape), firmness and nutritional content. The taste is determined by the chemical composition of the tomato, mainly by total soluble solids, titratable acid, pH and the ratio between sugar and acids.

Tomatoes are harvested during the ripening, but to obtain an optimal quality, they should be harvested mature green and then ripen at 20 °C. The later tomatoes are harvested, the higher the ratio between sugar and acids in the fruit, which results in a more aromatic tomato and therefore a better taste quality. Usually tomatoes are harvested unripe and later let to ripen with the help of ethylene, a natural hormone that speeds up the ripening process. If the tomatoes are allowed to ripen directly without previous storage in low temperatures, the taste quality becomes more aromatic. No matter if it is done with or without ethylene.

Postharvest handling to obtain a good tomato quality is a difficult, but important task.

Physical damage is common, such as pressure, cutting, scuffs and vibration damage throughout the handling chain from the production site to the consumer. But the fruit can also be attacked by fungi and bacteria which are more at risk if the tomato already has an injury. If the temperature drops below 12.5 °C, there is a risk that cold injuries occur.

The practical experiment showed that the babyplum tomato San Mazzo has higher sugar content than the vine tomato Racimo. The titratable acid was higher in the babyplum tomato but decreased towards the end of the trial period. Similarly, the titratable acid in the vine tomato decreased in the end of the experiment. pH however, did not differ considerably between the different varieties of tomatoes during the trial period.

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	Sida
1. Introduktion.....	1
1.1 Bakgrund.....	1
1.2 Syfte och frågeställning .....	2
2. Material och metod .....	3
2.1 Praktiskt försök .....	3
2.2 Litteraturstudie .....	4
3. Resultat av litteraturstudie .....	5
3.1 Temperatur .....	5
3.2 Etylen .....	6
3.3 Socker och syra .....	7
3.4 Skador, sjukdomar och svinn.....	8
4. Resultat av praktiskt försök .....	11
5. Diskussion.....	15
6. Slutsats .....	17
7. Referenser .....	18

# 1. INTRODUKTION

## 1.1 BAKGRUND

Tomat (*Solanum lycopersicum*) tillhör familjen Solanaceae, potatisväxter. Släktet *Solanum* är ett av de största i växtriket med minst 1500 arter spridda över hela världen. Tomat är en frukt och bär därför sina fröer inom sig (Widén & Widén, 2008). Tomaten är klimakterisk och är därför känslig för och påverkas av etylen (Wills et al., 2007).

Mognadsgrad vid skörd är en viktig faktor för att förlänga och optimera kvaliteten hos tomat (Kader, 1986). Genom att skörda frukten vid olika tidpunkter under mognadsfasen kan man få fram olika kvaliteter beroende på vad frukten skall användas till. Färska tomater kan skördas gröna, gröna men mer mogna, när de börjar få en färgskiftning (gulorange), orangeröda eller fullt röda (Shewfelt, 1987; Wills et al., 2007). Oftast skördas tomaterna innan de fått färg eftersom det finns risk att de hunnit bli fullt mogna innan de når konsumenten (Shewfelt, 1987).

När man talar om tomatkvalitet finns det många olika faktorer att bedöma. Vanligen är det smak, utseende (färg, storlek, form), fasthet och näringsinnehåll (Kader et al., 1978; Kader, 1986). Smaken bestäms av den kemiska sammansättningen av totalt lösliga ämnen, titrerbar syra, pH samt förhållandet mellan socker och syra (Kader et al., 1978; Roberts et al., 2002).

Tomat bör skördas när frukten är grön och börjar få gulorangea fläckar på skalet och sedan genom en etylenbehandling nå full mognad (Wills et al., 2007). Desto senare tomaten skördas desto mer färg och arom får frukten (Shewfelt, 1987), men frukten skulle samtidigt bli mjukare och risk för att skador skulle uppstå samt en lägre lagringsmöjlighet (Kader et al., 1978). Tomater som skördas vid ett tidigare skede under mognadsfasen tenderar att behålla sin fasthet och anta en ljusare färgnyans vid full mognad än dem som skördas vid ett senare skede (Shewfelt et al., 1987). Tomater som skördas mogna men gröna får en bättre smak ifall de får mogna direkt istället för att lagras kallare (kring 12 °C) under en period innan de mognas fram. De tomater som mognat fram direkt innehöll en lägre halt titrerbar syra (Kader et al., 1987).

Genom att undvika att produkten utsätts för låga temperaturer, under 10 °C, under hela postharvesthanteringen förhindrar inte bara förluster på grund av köldskador utan förhindrar även att smaken kommer att försämrans (Kader et al., 1978).

Många av de problemen som är förknippade med tomatens smakkvalitet kan vara relaterade till mognadsgraden vid skörd. För att få fram en så bra tomatsmak som möjligt bör man vänta med att skörda tomaten till den är näst intill fullt mogen och sedan varsamt frakta frukten från produktionsplatsen till konsumenten (Kader et al., 1978).

## 1.2 SYFTE OCH FRÅGESTÄLLNING

Syftet med arbetet är en fördjupad studie om hur lagringsförhållanden hos tomater påverkar kvalitet, smak (socker och syra) och mognad.

- Vilka är faktorerna som avgör vad kvalitet hos tomater är?
- Vilka är de optimala förhållandena för att få fram en tomat som har högsta möjliga kvalitet?
- Vilka är de största problemen med lagring som ger försämrad kvalitet?

### Praktiskt försök

Genom ett försök där kvisttomater och körsbärstomater lagrats i olika temperaturer under 14 dygns tid för att se om någon skillnad i socker och syra innehållet uppstår under lagringsperioden.



## 2. MATERIAL OCH METODER

### 2.1 PRAKTISKT FÖRSÖK

Försöket gick ut på att se hur socker och syra varierade när tomaterna lagrades i olika temperaturer. De temperaturer som valdes var 8 °C, 18 °C och 26 °C. De tomater som lagrats i 18 °C, förvarades i ett rum utan kontrollerad temperatur med vid mätningarna var temperaturen 18 °C +/- 0,5 °C. Temperaturen gick ner någon grad under helgen men inte så mycket att det borde inverka på resultatet av försöket då det rörde sig om ca 2 °C. Två tomatsorter valdes en kvisttomat av sorten Racimo och en miniplommontomat av sorten San Mazzo, båda odlade i Spanien. De införskaffades fullt mogna och syftet med det var att se hur man som konsument skall lagra sin tomat för att den skall hålla så länge som möjligt. De två olika sorterna valdes för att se ifall det fanns någon skillnad mellan dem samt respektive inom sorten hur de reagerar på de olika lagringsförhållandena det vill säga temperaturen. Under det här försöket var bara temperaturen som kontrollerades. Försöket pågick i 14 dygn med 4 mättillfällen.

Innan försöket startades sköljdes tomaterna med kranvatten och kvistresten togs bort för att förhindra skador på andra frukter. Tomaterna delades upp och förvarades i mörka plastpåsar, för att ljus inte skulle inverka, i sina tilldelade temperaturer. Innan mätningarna av socker och syra började acklimatiserades tomaterna i sin angivna temperatur i fyra dygn.

När mätningen startades togs två tomater av varje sort och temperatur fram, det vill säga totalt tolv stycken. För att mätningen skulle kunna utföras behövdes vätskan ur tomaterna, detta erhöles genom att hacka upp tomaterna till en jämn massa. För att skilja vätskan från massan fylldes ett rör med 22 g tomatmassa för kvisttomat och 15 g för miniplommontomat och sedan kördes i en centrifug som höll 4 °C, 8000 varv/min i 30 minuter. Efter centrifugen la sig de fasta partiklarna i botten av röret och vätskan ovanpå. Det var då möjligt att hälla upp vätskan från de olika tomaterna i olika provrör som märktes upp för att inte blandas ihop med varandra.

Vid mätningarna av titrerbar syra gjordes dubbelprover på varje frukt. För att mäta titrerbar syra i lösningen används en automatisk titreringsmaskin (Schott Instruments TitroLine easy). Två prover från varje tomat analyserades genom att ta 2 ml tomatvätska och tillsätta 8 ml avjoniserat vatten. Allt tillsattes via pipett för att få samma mängd vid alla prov, och sedan

blandades lösningen ordentligt innan pH mättes i vätskan. Därefter tillsattes 50 mM NaOH (natrium hydroxid) automatiskt tills pH blev 8,2. Då stannade maskinen och angav hur många ml NaOH som tillsatts för att pH 8,2 skulle uppnås. Det var alltså fyra prover från varje temperatur (8 °C, 18 °C, 26 °C) som mättes.

För att mäta socker används en refraktometer (ICEL RFM 80 Digital Refractometer). Den mäter koncentrationen lösta ämnen i en lösning, vilket till större delen är sockerarter, det vill säga kolhydrater. För att få ett resultat lades en droppe tomatvätska över sensorn som sedan läste av, och resultatet angavs i procent av brytningsindexet. Vid mätningarna av socker gjordes endast en mätning per frukt.

## 2.2 LITTERATURSTUDIE

Genom användning av de databaser som SLUs bibliotek rekommenderar har jag fått fram artiklar som jag baserar mitt arbete på. Framst använde jag mig av Web of Knowledge, ScienceDirect, Scopus och Google Scholar. Även boken *Postharvest an introduction to the physiology and handling of fruits, vegetables and ornamentals* (Wills et al., 2007) användes.

### 3. RESULTAT AV LITTERATURSTUDIE

#### 3.1 TEMPERATUR

Det är känt att temperatur är en av de faktorer som påverkar grödor, vilket leder till försämring av kvalitet och därmed ger förluster. Genom att känna till detta går det att förutsäga en produkts kvalitet under lagring vid en viss temperatur (Thorne & Alvarez, 1982). Tillsammans med temperatur är relativ luftfuktighet, som bör ligga över 80 %, de främsta miljöbetingade orsakerna till förluster av skörden (Castro et al., 2005).

Den optimala temperaturen för att mogna fram gröna tomater är 20 °C (Kader, 1986; Maul, 2000). Om man vill fördröja mognaden bör de lagras i 12,5 °C istället (Maul, 2000). Skulle temperaturen falla under 12,5 °C finns det risk för köldskador på frukten (Kader et al., 1978; Kader & Kasmire, 1984). 12,5 °C är även den lägsta temperaturen som ger bra smak och färg till tomaterna (Kader, 1986). Fullt mogna tomater kan lagras en längre tid om de lagras i hög luftfuktighet ; 85-95 % (Castro et al., 2005) och låg temperatur; 10 °C (Maul, 2000).

Mellan 12,5 °C och 25 °C ökar mognaden av tomaten fortare ju högre temperatur det är (Kader, 1986). När temperaturen är över 36 °C kommer mognadsfasen att fördröjas, och överstiger temperaturen 40 °C kommer tomaten att bli förstörd och inte kunna återgå till mognadsfasen genom att sänka temperaturen (Lu et al., 2010).

En högre temperatur medför att respirationen ökar (Atta-Aly, 1992). En förhöjd respiration gör att etylenproduktionen ökar (Workman & Pratt, 1957) vilket medför att mognaden kommer att gå fortare (Kader & Kasmire, 1984).

Att under ett fåtal dagar förvara tomaterna i en kallare temperatur (dock inte under gränsen för köldskador) kan medföra att grossisterna minskar sina förluster av partiet genom att fastheten på tomaten bevaras. Detta gäller tomater som skördats just innan de fått färgskiftning (Shewfelt, 1987). Enligt Wills et al. (2007) kan tomat lagras i 10 °C i högst 3 veckor för att behålla optimal kvalitet. Lagrar man orangeröda tomater i sex dagar i rumstemperatur kommer socker och titrerbar syra att minska i fruktjuicen (Winsor, 1962). Tomater som förvarats i 20 °C har högre intensitet av tomatsmak, arom och sötma efter 12 dagars lagring jämfört med dem som lagrats i lägre temperaturer (Maul, 2000). Mellan 12 – 27 °C är färg

och fasthet bra indikatorer på tomaters kvalitet . Trots detta finns det inget tydligt samband mellan färgskiftningar och temperatur hos tomater enligt Thorne & Alvarez (1982).

### 3.2 ETYLEN

Etylen är ett naturligt hormon som främjar mognaden hos hortikulturella växter i olika omfattning (Kader & Kasmire, 1984). Hormonet påverkar frukten genom förändringar i textur, färg och andra processer som sker under mognadsfasen (WSU, 2010). Etylen används för att få en snabbare och en mer jämn mognad. Genom en snabbare mognad kan tiden mellan skörd och försäljning bli kortare, vilket medför att smaken och näringsinnehållet blir bättre för konsumenten (Kader & Kasmire, 1984).

Etylen mäts och tillförs i ppm (part per million). Tomat påverkas i relativt stor grad av etylen, redan vid 1-10 ppm startar senescensen. För att en etylenbehandling ska verka krävs det att fruktens egen etylenproduktion inte ännu kommit i gång (Kader & Kasmire, 1984). Tomater som behandlas med etylen bör alltså sköras just innan frukten antagit en gulorange färg (Shewfelt, 1987). Etylentillförseln bör vara kontinuerlig under frammognaden för bästa kvalitet (Wills et al., 2007).

Tomater har en relativt låg etylenproduktion i jämförelse med andra klimakteriska frukter. Det är i slutet av mognadsprocessen som den högsta koncentrationen av etylen utvecklas (Workman & Pratt, 1957).

Vid användning av etylen finns det två saker som är viktiga att tänka på nämligen (1) producerar grödan naturligt etylen (2) kommer grödan att reagera på etylen (WSU, 2010). Det är framförallt klimakteriska frukter som påverkas av etylen (Wills et al., 2007).

För att grödan ska reagera på etylen krävs det att den har rätt stadie i mognadsfasen, men även temperatur, koncentrationen etylen och under hur lång tid produkten utsätts för behandlingen påverkar resultatet (WSU, 2010). Det är vid 20 °C som etylenproduktionen är som högst. Ökar temperaturen från 20 °C till 30 °C kommer etylenproduktionen att avta (Atta-Aly, 1992). Redan 1957 kom Workman & Pratt fram till att etylenproduktionen fortsätter att öka efter att respirationen minskat och fram tills frukten är övermogen.

Att använda etylenbehandling påverkade inte smaken av tomaterna när de jämfördes med tomater som skördats vid samma tillfälle då etylenbehandling uteblev. Trots detta hade de frukter som utsatts för etylen ett högre innehåll av syra (Kader et al., 1978).

### 3.3 SOCKER OCH SYRA

Smak hos tomater påverkas av socker- och syranivåerna i frukten (Kader, 1977; Malundo, 1994). Kader et al. (1977) visade att sötma inte enbart beror på socker, utan även av förhållandet mellan socker och syra i tomaten. De två huvudsakliga syrorna i tomat är citronsyra och äpplesyra. Citronsyra finns i större mängd i tomater, och den är häften så sur som äpplesyra (Petro-Turza, 1987). Syrainnehållet ökar fram till dess frukten börjar få en färgskiftning mot gulorange för att sedan minska (Winsor, 1979). Innehållet av syra var som lägst när frukten var fullt mogen (Gautier et al., 2008). De sockerarter som är vanligt förekommande är fruktos och glukos (Petro-Turza, 1987) samt sukros (Wills et al., 2007). Smak kvaliteten ändras genom förhållandet mellan socker och syra, vilken generellt ökar under sommaren (Gautier et al., 2008), dock minskar det vid skuggning av frukten. Sockerinnehållet i fruktjuicen ökar under hela mognadsfasen (Winsor, 1979).

I studien gjord av Castro et al. (2005) visades generellt sett att ju högre syrahalt tomaten hade desto mindre sötma hade den. Tomat som mognas fram genom användning av etylen har en högre halt syra i sig än de som mognas utan etylen i 20 °C (Kader, 1986). Lurie & Klein (1990) och Wills et al. (2007) menar på att det minskande innehållet av titrerbar syra under lagring skulle kunna vara relaterat till högre respiration under mognadsfasen då organiska syror används vid respirationen.

Tomater som får mogna direkt i 20 °C har en högre andel reducerade sockerarter än de tomater som först lagrats i 7 dagar i 12,5 °C och sedan mognat fram (Kader 1978). Innehållet av totalt lösta ämnen i en vätska är en indikator på sötma (Žnidarčič, 2010). Att skörda tomaterna i ett något senare skede medför att sockerackumulering ökar i frukten (Kader et al., 1978).

Enligt Gautier et al. (2008) är pH kurvan spegelvänd mot den titrerbara syrans kurva, pH-kurvan minskar till ett minimum när frukten börjar fått en färgskiftning och är som högst när frukten är fullt mogen. Syrainnehållet i tomater ökar något just efter skörd för att sedan minska under hela lagringsperioden (Castro et al., 2005). Andelen syra i frukten minskar

gradvis från och med att röda pigment utvecklas i skalet (Winsor, 1962). Den titrerbara syran är dock som högst när frukten når stadiet då den tar färg och har sitt minimum då frukten är fullt mogen (Gautier et al., 2008). Frukt som lagras i låg temperatur, 10 °C, har ett lägre förhållande mellan socker och syra än dem som lagrats i högre temperaturer (Kader et al., 1978). Däremot rapporterar Žnidarčič et al. (2010) att totalt lösta ämnen inte ändras nämnvärt hos tomater som lagrade i 5 °C.

Kader et al. (1978) visade genom en studie att om man jämför frukter som skördats omogna, gröna men mogna och antydna till röda finner man ingen egentlig skillnad när det gäller titrerbara syror (citronsyra) efter frukterna mognat fram i 20 °C, innehållet ligger kring 0,3 %. Vid etylenbehandling i 20 °C förändrades inte innehållet nämnvärt mellan dem och de som mognats fram utan etylenbehandling, innehållet ligger även där kring 0,3 %. I båda fallen är det den omogna frukten som har störst innehåll av syra. De frukter som låtit mogna fram på plantan innehåller 0,29 – 0,32 % titrerbar syra (Kader et al., 1978).

Det finns även inte heller någon stor skillnad i förhållandet mellan socker och syra hos tomater i olika mognadsstadier. Frukt som mognat fram i 20 °C har en något högre procenthalt (10,0 %) än de tomater som mognat fram med hjälp av etylen (9,5 %) (Kader et al., 1978). Förhållandet mellan socker och syra var högst hos tomater som skördats fullt mogna (Roberts et al., 2002).

### 3.4 SKADOR, SJUKDOMAR OCH SVINN

Fysiska skador är den största orsaken till att tomaters kvalitet blir sämre. De kan uppkomma under hela odlingsprocessen men ökar vid skörd och hantering och kan vara skär-, tryck-, eller vibrationsskador (Kader, 1986). Skärskador uppstår av vassa kanter i containern då frukten transporteras, men kan även vara från naglar eller frukter där kvisten sitter kvar på. Det finns även en risk för skavskador genom friktion mot smuts som sand, övriga tomater och ytor i containern. Det medför att tomaterna ser fula ut men kan även öka respirationen, etylenproduktion och svinn samt ge en sämre smak (MacLeod et al., 1976). Köldskador kan uppkomma vid temperaturer som understiger 12,5 °C. Exempel på köldskador är ojämn mognad, mjukhet och förluster på grund av mörka pigmentförändringar på skalet (Kader et al., 1978). Att kyla ner tomaterna direkt efter skörd för att fördröja mognaden får

konsekvenser genom en sämre mognad och kan senare under lagring vid högre temperaturer få rötskador (Castro et al., 2005). En optimal temperatur, 20 °C, är det bästa sättet att behålla kvaliteten på tomater och få en så jämn mognad som möjligt oavsett skador (MacLeod et al., 1976).

Omogna frukter har större risk att drabbas av fysiska skador. Ju senare man skördar gröna tomater, men innan de börjar få en färgskiftning, desto mindre är risken för skador (MacLeod et al., 1976). Mogna gröna tomater är mer resistent mot patogener än fullt mogna. De två vanligaste förekommande mikroorganismerna som orsakar förluster är bakterier och svampar. Virus och nematoder kan även de orsaka förluster men försämrar inte tomatkvaliteten (Bartz et al., 2009). Nedan tas några av de mest förekommande bakterierna och svamparna upp och vad de orsakar för skada.

**Soft rot**, den vanligaste bakterien är *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*. Den orsakar röta i saftiga växtdelar, särskilt under blöta förhållanden. Små sår gör det möjligt för bakterien att ta sig genom vaxskiktet på tomaten som annars inte angrips. För att undvika bakterien bör man inte skörda våt eller fuktig frukt och se till att frukten är helt torr innan den paketeras (Bartz et al., 2009).

**Sour-rot**, orsakas av bakterier som producerar mjölksyra till exempel *Lactobacillus* spp. eller *Leuconostoc* spp. Effekten av bakterien blir en mjuk röta men i såret är vätskan sur. Dessa organismer finns naturligt i naturen. Kan även förekomma som svampen *Geotrichum candidum* som är en jästsvamp. Tillväxten är en tjock geléartad massa som växer på skadorna hos tomaten. I början är skadorna vattniga men efterhand blir de belagda med svampar och förblir en relativt fast yta. Bästa sättet för att undvika ett angrepp från både bakterier och svampar är att hålla fältet rent och ta bort utgallrade växtdelar (Bartz et al., 2009).

**Buckeye rot**, orsakas av svampen *Phytophthora*. Bildar en cirkulär vattning röta som med tiden mörknar i centrum och/eller växer igen med ett glest vitt mycel. Utvecklas ofta nära marken på våta odlingsplatser. Viktigt med växtföljd på minst 3 år för att undvika angrepp, det är även att ha en väl-dränerat jord (Bartz et al., 2009).

**Black mold rot – Svartmögel**, orsakas av många olika svampar till exempel *Alternaria arborescens*, *Stemphyllium botryosum* eller *Stemphyllium consortiale*. Skadorna är ofta insjunkna eller tillplattade områden orsakade av sprickor i frukten vilka snabbt täcks av svart

mögel. Svartmögel brukar vanligtvis inte sprida sig från frukt till frukt i förpackning. För att undvika angreppen bör tomater odlas vid tidpunkter då de inte utsätts för kyla just innan skörd, och de bör inte heller ha direkt solinstrålning som ger skalbränna på frukten (Bartz et al., 2009).

**Gray mold – Gråmögel**, orsakas av svampar bland annat *Botrytis cinerea*. En av de största orsakerna till förluster av tomater, och syns som en grå filamentös yta över skadan. Det uppkommer främst vid fuktiga förhållanden, och kan spridas inom en förpackning. För att undvika spridning bör förpackningarna lagras i en jämn temperatur så att kondens inte bildas i förpackningarna (Bartz et al., 2009).

**Target spot**, orsakas av svampen *Corynespora cassiicola* och utvecklas under lång period med hög luftfuktighet och temperatur. Skadorna syns som små, mörkt bruna fläckar som växer i storlek med tiden. Vid tidigt angrepp kan plantan avlöva sig och exponera frukter för solen, vilket medför sprickbildning hos frukten (Bartz et al., 2009).



## 4. RESULTAT AV PRAKTISKT FÖRSÖK

Det första mättillfället inträffade efter 4 dygns lagring för att frukten skulle acklimatisera sig till den tilldelade temperaturen. Då kunde inte (genom okulär besiktning) någon direkt skillnad av kvaliteten på skalet (helt slätt utan antydan till slapphet) hos någon av sorterna eller temperaturerna observeras. Däremot var fruktköttet mjukare hos miniplommtomaten San Mazzo som lagrats i 26 °C, medan de övriga visade ingen skillnad mot hur de var vid inköp.

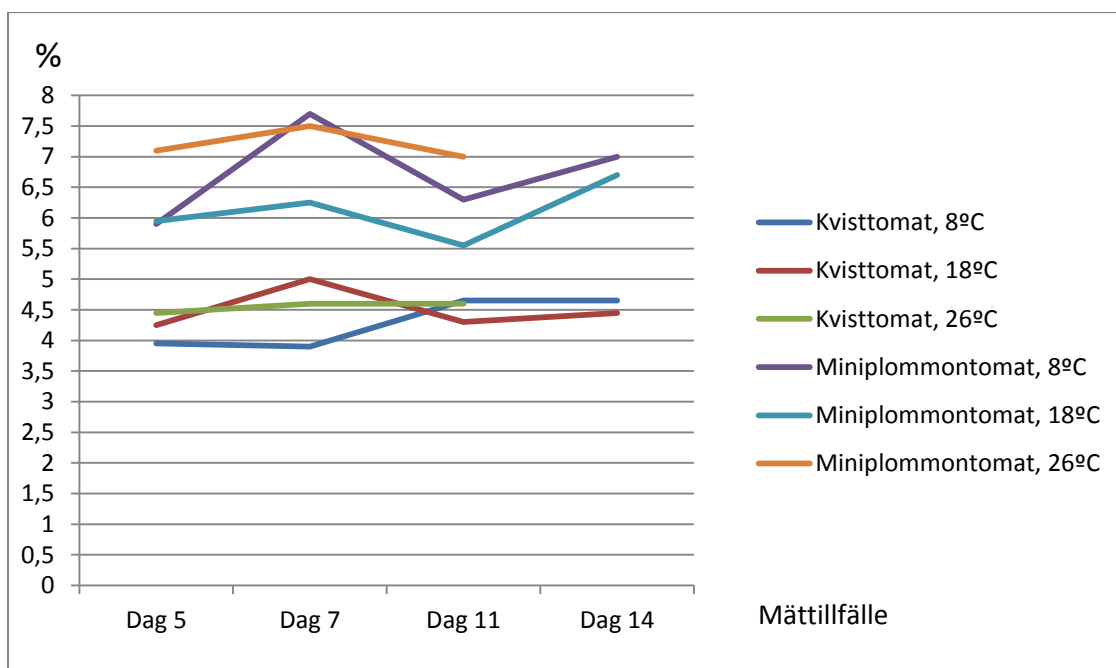
Det andra mättillfället var efter 7 dygns lagring. Det var då ingen synlig skillnad mot hur tomaterna var vid inköp för de som lagrats i 8 och 18 °C. Hos kvisttomaten Racimo som lagrats i 26 °C började skalet kännas slapt, medan hos miniplommtomaten San Mazzo som lagrats i samma temperatur var skalet fortfarande slätt. Fruktköttet hos båda tomatsorterna i 26 °C var mjukt. Hos kvisttomaten Racimo som lagrades i 8 och 18 °C var fruktköttet fortfarande fast, medan hos miniplommtomaten San Mazzo började det att bli mjukt.

Vid tredje mättillfället (inträffade efter 11 dygn) var skalet på kvisttomaten Racimo som lagrats i 8 °C fortfarande slätt. Hos de tomater som var lagrade i 18 °C började skalet bli lite slappare, medan de tomater som var lagrade i 26 °C var skalet delvis skrumpet. Hos miniplommtomaten San Mazzo lagrade i 8 °C börjar även dem få ett slapt skal precis som de som lagrats i 18 °C, och de som förvarats i 26 °C börjar skalet skrumpna på. Fruktköttet hos kvisttomaten Racimo lagrade i 18 °C börjar bli mer mjukt än fast, medan de lagrade i 8 °C fortfarande har fast fruktkött, hos dem i 26 °C är det mjukt och mosigt. Hos miniplommtomaten San Mazzo är fruktköttet mjukt hos alla tomater oavsett vilken temperatur de har lagrats i. De har även antagit en mörkare röd nyans på skalet än de i 8 och 18 °C. Ingen uppenbar färgskillnad finns hos kvisttomaten Racimo.

Efter 14 dygns lagring inträffade det fjärde mättillfället, då hade kvisttomaten Racimo lagrade i 8 och 18 °C fortfarande slätt skal med antydan till slappare punktvis. De hade även halvfast fruktkött. San Mazzo lagrade i 8 och 18 °C hade ett slapt skal samt mjukt fruktkött. Racimo lagrade i 26 °C är mer eller mindre skrumpna i skalet, fruktköttet är mjukt, hela frukten känns mjuk och mosig. Vid det här stadiet är frukten inte lockande att äta, därför uteslöts de ur

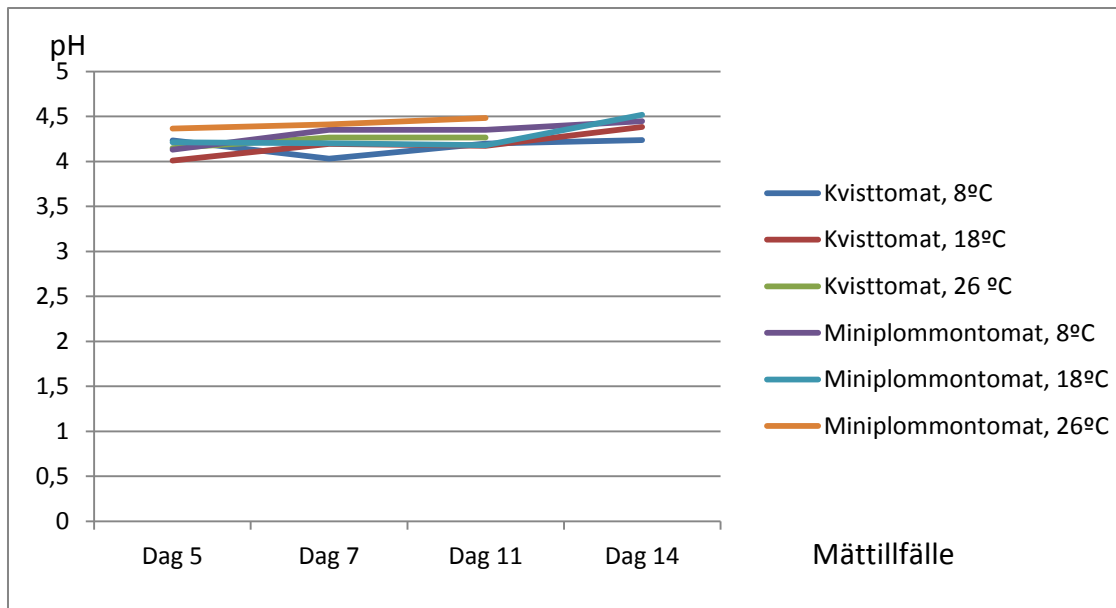
försöket. Hos miniplommontomaten San Mazzo lagrade i 26 °C är även de i dåligt skick, skrumpet skal och mjukt fruktkött, inte heller de ingick längre i försöket.

Totalt lösliga ämnen mättes bara en gång per prov medan det gjordes dubbelprover på titrerbar syra och pH. Trots att två mätningar gjordes på samma frukt varierade resultatet. Detta var fallet även om juicen innan den mättes upp, skakades om, för att ämnena skulle bli jämt fördelade. I diagrammet har medelvärdet av de två mätresultaten per prov från titrerbar syra och pH redovisats. Anledningen till att kvisttomaten Racimo och miniplommontomaten San Mazzo enbart har tre mätdagar beror på att de var i så pass dålig skick att de bedömdes som ej lockande att äta och uteslöts därför ur försöket.



**Figur 1.** Totalt lösliga ämnen i %. Visar mängden totalt lösliga ämnen i fruktjuicen under en 14 dygns period hos kvisttomaten Racimo och miniplommontomaten San Mazzo.

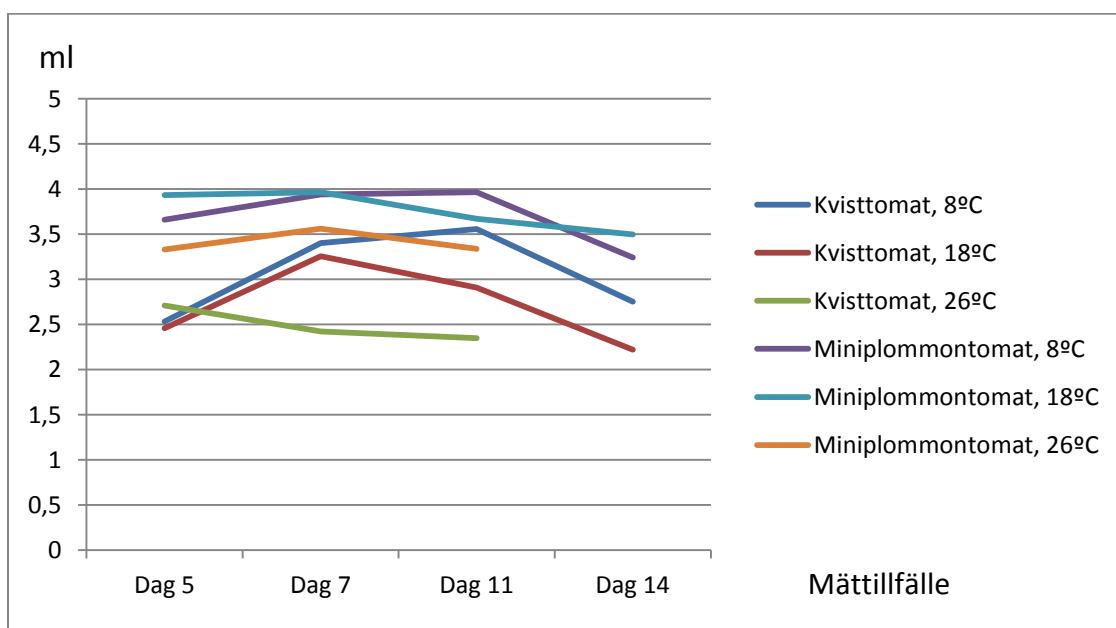
Totalt lösliga ämnen i fruktjuicen varierade mellan de två sorterna. Kvisttomaten Racimo hade lägre innehåll av socker än miniplommontomaten San Mazzo. De tomater som lagrats i 8 och 18 °C både hos kvisttomaten Racimo och miniplommontomaten San Mazzo ökade innehållet av totalt lösliga ämnen på slutet, medan i de frukter som lagrats i 26 °C minskade innehållet. Det var framför allt hos miniplommontomaten San Mazzo som var lagrade i 8 och 18 °C värdena fluktuerade mellan mättillfällena. Hos kvisttomaten Racimo förändrades inte värdena i samma utsträckning som de gjorde hos miniplommontomaten San Mazzo. Båda tomatsorterna som lagrades i 26 °C höll en jämn kurva som låg högt under hela försöksperioden.



**Figur 2.** pH förändrades under 14 dygn, med 4 mättillfällen, hos kvisttomaten Racimo och miniplommontomaten San Mazzo.

pH förändringen hos de båda tomatsorterna skiljer sig inte markant från varandra. pH hos kvisttomaten Racimo höll sig mellan pH 4,0 och 4,4 och hos miniplommontomaten San Mazzo varierade värdet mellan pH 4,1 och 4,5. Således var pH relativt oförändrat oavsett vilken temperatur som tomaterna de lagrades i, eller vilken sort det var.

Miniplommontomaten San Mazzo låg lite högre i pH än kvisttomaten Racimo, men alla värden låg mellan 4,0 till 4,5 i pH. Diagrammet visar dock att pH tenderar att stiga oavsett temperatur under lagringen.



**Figur 3.** Visar åtgången av 50mM NaOH (natriumhydroxid) i ml som behövde tillsättas för att pH skulle nå 8,2 hos kvisttomaten Racimo och miniplommontomaten San Mazzo.

För kvisttomaten Racimo krävdes det mer NaOH (natriumhydroxid) i mitten av försöket för att sedan minska mängden mot slutet. De kvisttomater som lagrades i 26 °C krävde minsta mängden NaOH för att nå pH 8,2, och det var även de som krävde minst NaOH av alla kvisttomater. Det samma gäller för miniplommontomaterna, där de som lagrats i 26 °C behövde minst NaOH. Hos miniplommontomaten San Mazzo krävdes det överlag mer NaOH än kvisttomaten Racimo för att nå till pH 8,2 under hela försöket. För alla tomater såväl kvisttomaten Racimo som miniplommontomaten San Mazzo minskade åtgången av NaOH mot slutet av försöksperioden. Desto högre temperatur tomaterna var lagrade i, ju mindre NaOH krävdes vid titreringen. Detta gäller både för kvisttomaten Racimo och miniplommontomaten San Mazzo.

## 5. DISKUSSION

Den kemiska sammansättningen är en viktig del av tomatkvaliteten och smaken. Framförallt är det socker, syra, pH och förhållandet mellan socker och syra som är bidragande komponenter till smakutvecklingen. Smakkvaliteten ändras genom förhållandet mellan socker och syra (Gautier et al., 2008). Förhållandet mellan socker och syra är som högst när tomaten skördas fullt mogen (Roberts et al., 2002). Det är näst intill omöjligt att skörda tomater fullt mogna då risken är stor att de skadas under transporten. Därför gäller det att skörda tomaten vid rätt tillfälle för att tomaten skall mogna till rätt färg och inte hinna bli övermogen innan den når konsumenten.

Gautier et al. (2005) rapporterar om att i körsbärstomater låg innehållet av totalt lösliga ämnen mellan 9 till 15 %. Vid mina mätningar av miniplommontomaterna San Mazzo fluktuerade värdena en hel del mellan mätningarna. Speciellt för de som var lagrade i 8 °C, där värdena skiftade mellan 5,9 till 7,7 %. I 18 °C lagringstemperatur växlade det mellan 5,5 till 6,7 % från det lägsta och högsta värdet. De tomater som var lagrade i 26 °C skiftar inte lika mycket, utan höll en jämnare kurva. Det är möjligt att sockerinnehållet skiljer så pass mycket mellan tomaterna även om det är samma tomat-sort. Enligt samma rapport av Gautier et al. (2005) låg även innehållet för mellanstora tomater mellan 5 och 9 %. Om man jämför mina resultat från kvisttomaten Racimo håller de sig mellan 3,9 och 5,0 %, oavsett vilken temperatur de har lagrats i. Det skulle kunna vara så att det är en stabilare tomat-sort. Winsor (1962) menar på att om man lagrar orangeröda tomater i rumstemperatur kommer socker och titrerbar syra att minska i fruktjuicen. Hos kvisttomaten Racimo som lagrades i rumstemperatur ökade värdet av totalt lösliga ämnen först innan det minskade, men hos miniplommontomaten San Mazzo stämde det inte utan det högsta värdet var vid sista mätningen.

Eftersom tomaterna är inhandlade hos detaljisten så bör tomaterna vara mer eller mindre fullt mogna men trots att jag försökte välja ut tomater som hade liknande färgnyans verkar det som om de kommit olika långt i mognadsprocessen, vilket skulle kunna vara en av anledningarna till att mina resultat fluktuerar mellan de olika mätningarna. För att få ett mer pålitligt resultat skulle det varit fler antal frukter per mättillfälle samt en längre försöksperiod.

Ett sätt att få fram en bättre kvalitet på frukten är att skörda den vid ett senare skede i mognadsfasen, då förhållandet mellan socker och syra blir högre. Detta är inte möjligt vid

etylenbehandling av frukten, men använder man sig inte av etylenbehandling är det möjligt att skörda efter att tomaten fått en färgskiftning (Shewfelt, 1987). Anledningen till att det inte går för etylenbehandlade frukter är att behandlingen måste ske tidigare än fruktens egen etylenproduktion kommer igång (Kader & Kasmire, 1984), vilket sker när tomaten börjat få en färgskiftning (Shewfelt, 1987).

Enligt Gautier et al. (2008) skulle pH- och den titrerbara syrans kurvor vara spegelvända. Detta stämmer mer eller mindre överens med de resultat jag har fått under mitt försök (se figur 2 och 3) då syrainnehållet minskar medan pH ökar en aning mot försökets slut. pH hos tomater som skördats fullt mogna var aningen högre än hos dem som skördats när de just börjar ta färg (Roberts et al., 2002).

## 6. SLUTSATS

- De faktorer som är avgörande för tomaters kvalitet är att ha en lagringstemperatur som bör ligga runt 20 °C för att få en optimal frammognad av frukten. Men även relativ fuktighet är en faktor som spelar in, och den bör vara hög (för fullt mogna tomater >80 %). Det är viktigt att skörda tomaterna vid rätt mognadsstadium för att frukten skall hinna bli mogen innan den når konsumenten, men samtidigt inte är övermogen. De bör sköras just innan den första färgskiftningen från grön mot gulorange sker.
- De optimala förhållanden för att få fram en tomat av högsta möjliga kvalitet är att skörda dem så sent som möjligt för att få den bästa smakkvaliteten, det vill säga det optimala förhållandet mellan socker och syra. Den bästa frammognaden får man ifall man direkt lagrar tomaten i 20 °C, utan att först kyla ner produkten för att fördröja mognaden.
- Fysiska skador kan uppkomma under hela odlingsprocessen och sker oftast vid hanteringen av tomaterna. Främst är det tryck-, skär-, skav- och vibrationsskador som kan riskera att uppenbara sig vid skörd och hantering. Tomater som är mogna men gröna har lättare att stå emot patogenangrepp. Tomater kan angripas av både svamp, bakterier, virus och nematoder. Ifall det redan finns en skada på frukten är det större risk för angrepp. Om tomaten lagras under 12,5 °C finns det risk att köldskador uppstår i form av framförallt röta.
- Miniplommontomaten San Mazzo hade ett högre sockerinhåll än vad kvisttomaten Racimo hade. Genom att lagra tomaterna i högre temperatur ökade sockerinhållet i tomaten. Överlag innehöll miniplommontomaten San Mazzo både mer socker och syra om man jämför med kvisttomaten Racimo. Mot slutet av försöksperioden minskade syrainnehållet i tomaterna, och det kan vara relaterat till de organiska syror som ingår i respirationen.

## 7. REFERENSLISTA

- Atta-Aly M. A. (1992). *Effect of high temperature on ethylene biosynthesis by tomato fruit*. Postharvest Biology and Technology. Vol 2 (1):19–24.
- Bartz J. A., Sargent S. A., Mahovic M. (2009). *Guide to identifying and controlling postharvest tomato diseases in Florida*. Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida.
- Castro L.R., Vigneault C., Charles M.T., Cortez L.A.B. (2005). *Effect of cooling delay and cold-chain breakage on 'Santa Clara' tomato*. Journal of Food, Agriculture and Environment. 3:49-54.
- Gautier, H., Rocci, A., Buret, M., Grasselly, D. and Causse, M. (2005). *Fruit load or fruit position alters response to temperature and subsequently cherry tomato quality*. Journal of the Science of Food and Agriculture. 85:1009–1016.
- Gautier H., Diakou-Verdin V., Bernad C., Reich M., Buret M., Bourgaud F., Poëssel J.L., Caris-Veyrat C., Génard M. (2008). *How Does Quality (sugar, acid and nutritional quality) vary with ripening stage, temperature and irradiance?*. Journal of Agricultural and Food Chemistry 56:1241-1250.
- Kader A. A., Stevens M.A., Albright-Holton M., Morris L.L. (1977) *Effect of fruit ripeness when picked on flavor and composition in fresh market tomatoes*. Journal of the American Society for Horticultural Science. 102:724-731.
- Kader A.A., Morris L.L., Stevens M.A., Albright-Holton M. (1978). *Composition and flavor quality of fresh market tomatoes as influenced by some postharvest handling procedures*. Journal of the American Society for Horticultural Science. 103(1):6-13.
- Kader A.A., Kasmire R.F. (1984). *Effects of ethylene on horticultural commodities during postharvest handling*. Produce marketing almanac supplement. University of California.
- Kader, A. A. (1986). *Effects of postharvest handling procedures on tomato quality*. Acta Hort. (ISHS) 190:209-222.
- Lu J., Charles M.T., Vigneault C., Goyette B., Raghavan G.S.V. (2010). *Effect of heat treatment uniformity on tomato ripening and chilling injury*. Postharvest Biology and Technology 56:155–162.
- Lurie S., Klein J.D. (1990). *Heat treatment of ripening apples: Differential effects on physiology and biochemistry*. Physiologia Plantarum 78:181-186.



- MacLeod, R., Kader, A. A., Morris L. L. (1976). *Damage to fresh tomatoes can be reduced*. California Agriculture. 30 (12):10-12.
- Malundo T. M.M., Shewfelt R. L. and Scott J. W. (1995) *Flavor quality of fresh tomato (Lycopersicon esculentum Mill.) as affected by sugar and acid levels*. Postharvest Biology and Technology (1995) 6:103-110.
- Maul F., Sargent S.A., Sims C.A., Baldwin E.A., Balaban M.O., Huber D.J. (2000). *Tomato flavor and aroma quality as affected by storage temperature*. Journal of Food Science (2000) Vol. 65 (7):1228-1237.
- Petro-Turza M. (1987). *Flavor of tomato and tomato products*. Food Review International. Vol. 2 (3):309-351.
- Roberts K.P., Sargent S.A., Fox A.J. (2002). *Effects of storage temperature on ripening and postharvest quality of grape and mini-pear tomatoes*. Proceedings of the Florida State Horticultural Society. 115:80-84.
- Shewfelt R.L., Prussia S.E., Resurreccion A.V.A., Hurst W.C., Campbell D.T. (1987). *Quality changes of vine-ripened tomatoes within the postharvest handling systems*. Journal of Food Science. Vol. 52 (3):661-664.
- Thorne S. and Alvarez J.S.S. (1982). *The effect of irregular storage temperatures on firmness and surface color in tomatoes*. Journal of the Science of Food and Agriculture. 33:671-667.
- Widén M., Widén B. (2008). *Botanik – systematik, evolution och mångfald*. Studentlitteratur.
- Wills R., McGlasson B., Graham D., Joyce D. (2007). *Postharvest an introduction to the physiology and handling of fruits, vegetables and ornamentals*. 5 Ed. Oxfordshire. CABI.
- Winsor G.W., Davies J.N., Massey D.M. (1962). *Composition of tomato fruit. III. Juices from whole fruit and locules at different stages of ripeness*. Journal of the Science of Food and Agriculture. 13. 2:108-115.
- Winsor G.W. (1979). *Some factors affecting the quality and composition of tomatoes*. Quality of vegetables. Acta Horticulturae 93: 335-346.
- Workman M. & Pratt H.K. (1957). *Studies on physiology of tomato fruits. II. Ethylene production at 20 °C as related to respiration, ripening and date of harvest*. Plant Physiology. 32. 4:330-334.
- WSU. Washington State Univeristy. (2010-10-29). *Ethylene: The Ripening Hormone*. [online] Tillgänglig: <http://postharvest.tfrec.wsu.edu/pages/PC2000F> [2013-01-30]
- Žnidarčič D., Ban D., Oplanić M., Karić L., Požrl T. (2010). *Influence of postharvest temperatures on physicochemical quality of tomatoes (Lycopersicon esculentum Mill.)*. Journal of Food, Agriculture & Environment. 8 (1):21-25