



ALNARP

Hur påverkas tomatens smak av sort, ympning och yttre faktorer?

SIRI CASPERSEN, INSTITUTIONEN FÖR BIOSYSTEM OCH TEKNOLOGI, SLU

MARIE HANSON, HUSHÅLLNINGSSÄLLSKAPET VÄST

*Ympning av tomatplantor på grundstammar med god resistens mot sjukdomar är vanligt i ekologisk tomatodling. Vid odling i jord kan annars rotsjukdomen korkrot, orsakad av svampen *Pyrenochaeta lycopersici*, leda till kraftigt reducerade skördar. En del odlare upplever emellertid att tomater från ympade plantor inte är lika goda jämfört med tomater från oymgade plantor. Vad är anledningarna till detta? Och kan man göra något för att förbättra smaken i de fall där tomater från ympade plantor upplevs smaka sämre? Genom denna litteraturstudie ville vi undersöka vilka faktorer som styr smaken hos tomat, och hur olika smaksparametrar påverkas av ympning.*

Tomatens smak åter i fokus

Vid förädlingen av nya tomatorter har fokus länge legat på faktorer som jämn färg, hög skörd, lång hållbarhet och resistens mot sjukdomar. Smaken har inte varit prioriterad vid urvalet och har därmed kunnat försämrats. I en undersökning bland svenska konsumenterna angav mer än hälften av de svarande för lite smak som en viktig orsak till att de var missnöjda med kvaliteten på de tomater de köpt (Fernqvist & Hunter 2012). Som en följd av ökade konsumentkrav på mer välsmakande tomater är smaken idag en viktig faktor vid förädlingen av nya sorter, samtidigt som gamla tomatorter åter har blivit populära i många länder.

Socker, syror och flyktiga ämnen ger smak

Den smaken vi upplever när vi äter en tomat är en kombination av smak och arom.

Tillräckligt med socker (glukos, fruktos) och organiska syror (citronsyra, äppelsyra) samt rätt balans mellan dessa är en förutsättning för god tomat smak. Aminosyror, främst glutaminsyra, kan ha en smakhöjande effekt. Tomaternas innehåll av lösli-

torrs substans bestäms i huvudsak av socker och organiska syror, och används därför ofta som ett mått på tomatkvalitet.

Flyktiga ämnen är viktiga för den karakteristiska tomat smaken. Mer än 400 flyktiga ämnen har identifierats i tomat och tomatprodukter men endast ett fåtal av dessa förekommer i större mängder. Man har tidigare antagit att det främst är de senare som bidrar till tomaternas smak medan ämnen som finns i lägre koncentrationer endast spelar en roll som bakgrundstoner. Flyktiga ämnen kan även påverka den upplevda intensiteten av sötna och syra, medan socker och syror i sin tur kan främja smaksintensiteten (Beckles 2012, Tieman m.fl. 2012). Den upplevda smaken är alltså ett komplext samspel mellan olika faktorer.

I en italiensk undersökning jämfördes 13 tomatorter av både konsumenter och en tränad sensorisk panel (Piombino m.fl. 2013). De flyktiga ämnen som visade det starkaste sambandet med god smak, 2-isobutylthiazol och cis-3-hexen-1-ol, hade örtiga eller grönsaksliknande odörer. Ämnen med fruktiga och feta odörer, särskilt 6-methyl-5-hepten-ol, men även 2-butanol och benzylalkohol, visade däremot ett negativt samband med god smak.

I en amerikansk studie där 170 konsumenter fick testa 66 gamla tomatorter kom man fram till att socker och syror, i kombination med sex flyktiga ämnen (Tabell 1), var tillräckligt för att göra en modell för smaksintensiteten hos tomat (Tieman m.fl. 2012).

Styrs smaken av sort eller miljö?

Både sorten och miljön är viktiga för smaken. Körsbärstomater rankas ofta bland de mest välsmakande tomaterna av både konsument- och tränade smakpaneler (Piombino m.fl. 2013). När smaken jämfördes för åtta tomatorter som odlades på



tre olika fält i Italien varierade emellertid både sötna, syrlighet och salta starkt mellan fälten (Carli m.fl. 2011).

Skillnader i innehållet av socker och syror spelar en stor roll för skillnaderna i smak mellan sorter. I en spansk studie jämfördes innehållet av olika ämnen för fyra gamla och två moderna sorter som odlades på friland eller i skugghus (Cebolla-Cornejo m.fl. 2011). För innehållet av socker var både sort och miljö viktigt. Tomaterna som odlades i skugghus hade lägre nivåer av glukos och fruktos, och högre nivåer av äppelsyra, jämfört med tomater som odlades på friland. Innehållet av citronsyra och glutaminsyra berodde däremot främst på sorten.

Tabell 1. Viktiga ämnen för tomatens smakintensitet enligt den amerikanska medelkonsumenten (Tieman m.fl. 2012).

Typ av ämne	Namn
Socker	fruktos
Organisk syra	citronsyra
Flyktigt ämne	2-butylacetat
"	cis-3-hexen-1-ol
"	3-methyl-1-butanol
"	2-methylbutanal
"	1-octen-3-one
"	trans,trans-2,4-decadienal

Även skillnader i innehållet av flyktiga ämnen kan förklara en stor del av skillnaden i smak mellan olika sorter (Krumbein & Auerswald 1998). I en tysk studie såg man att medan innehållet av vissa flyktiga ämnen endast skilde sig mellan sorter, påverkades ett antal andra främst av miljön (Krumbein & Schwarz 2013). Cebolla-Cornejo m.fl. (2011) drog slutsatsen att sorten var den avgörande faktorn både för tomaternas arom och för innehållet av de 12 flyktiga ämnen som undersöktes. Koncentrationen av 2-isobutylthiazol, som har identifierats som en avgörande faktor för arom och god smak, bestämdes helt av sorten. Endast för två ämnen (hexanal och methylsalicylat) hade miljön betydelse.

Hur påverkas smaken av yttre faktorer?

Ljus

Hög ljusinstrålning ökar mängden fotosyntesprodukter och tomaternas socker-innehåll, men verkar ha mindre effekt på mängden organiska syror (Dorais m.fl. 2001). När sockerhalten ökar i förhållandet till halten av organiska syror får tomaterna en sötare smak. Även innehållet av flyktiga ämnen kan påverkas när ljus-tillgången reduceras (tabell 2). Dålig ljuskvalitet kan ge upphov till sämre smak för tomat som producerats tidigt eller sent på säsongen i växthus i nordliga områden (Beckles 2012).

Växtnäring

I en svensk studie gav både ammonium och organiska gödselmedel högre halter av socker och syror i tomaterna och därmed en mer positiv smaksbedömning jämfört med när nitrat användes som kvävekälla (Heeb m.fl. 2005). Kaliumtillsats har visats ge högre innehåll av löslig torrsubstans för ett antal tomatersorter (Beckles 2012).

Tabell 2. Exempel på ändringar i innehåll av flyktiga ämnen i tomat som följer av skuggning samt av ympning av Piccolino (P) och Classy (C) på Maxifort (M) och Brigeor (B) (Krumbein & Schwarz 2013).

Ympning ökade	Ympning sänkte	Skuggning ökade
methylsalicylat – oljig doft	benzaldehyd – mandeldoft (PM)	cis-3-hexenal – frisk grön/söt smak
guaiacol – söt doft (PB, CB, CM)	β-ionone – violdoft (CB)	hexanal – grön/gräsaktig ton
eugenol – kryddig doft (PB)	geranylacetone – tomatdoft (CB)	3-methyl-1-butanol
		6-methyl-5-hepten-2-on

Saltstress

En klassisk metod för att öka innehållet av löslig torrsubstans i tomat är att öka näringslösningens ledningstal. Saltstress reducerar frukternas vattenhalt och ökar därmed koncentrationen av socker och organiska syror. Samtidigt reduceras emellertid frukternas storlek och därmed skörden. Tomater som odlades i näringslösning med tillsats av koksalt hade ett ökat innehåll av socker, organiska syror och aminosyror samt mera sötna, syrlighet, umami (den femte grundsmaken) och tomat smak (Zushi & Matsuzoe 2011).

Skördetidpunkt

Fruktens fysiologiska mognad vid skördetidpunkten är avgörande för frukt-kvaliteten. Om frukten får mogna på plantan ökar importen av socker i de sena mognadstadierna (Beckles 2012). När frukterna skördas omogna går man alltså miste om en stor del av sockerimporten och den viktigaste sockerkällan blir nedbrytningen av stärkelse efter skörden. Även innehållet av flyktiga ämnen är högre för tomat som har fått mogna på plantan (Maul m.fl. 1998). Tomater som har fått mogna klart efter plockning har ofta mindre intensiv tomat smak och är mindre söta än tomat som har fått mogna på plantan (Kader m.fl. 1977).

Lagringstemperatur

Även behandlingen av tomaterna efter skörd är viktig för smaken. Tomater får köldskador vid lagringstemperaturer under 12,5 °C, och gröna tomat är mer utsatta för köldskador jämfört med röda (Beckles 2012). Produktionen av socker, flyktiga ämnen, vitamin C och antioxidanter i de skördade frukterna hämmas också av låga temperaturer. Att skörda mognare tomat, som redan har en hög sockerhalt, reducerar problemen med försämrade smak på grund av kylningen. Svenska konsumenter angav relativt liten, eller ingen, skillnad i smak för tomat av sorterna Arvento och Tiesto som skördats röda och

lagrats under två dygn vid 7 eller 21 °C (Fernqvist & Hunter 2012).

Ympning kan öka stresstolerans och skörd

Ympning på en sjukdomsresistent eller kraftigväxande grundstam används ofta för att öka tomatplantans tolerans mot rot-sjukdomar eller olika typer av stress, som till exempel temperaturstress, torkstress eller saltstress. I Sverige är korkrot ett allvarligt problem för ekologiska tomatodlare och ympning på resistent grundstam är en vanlig åtgärd.

Exempel på vanliga grundstammar är Maxifort och Beaufort, som är korsningar mellan vanlig tomat *S. lycopersici* och den vilda arten *S. habrochaites*.

I försök både i växthus och i fält har ympade tomatplantor ofta gett högre skörd jämfört med oympade. Fruktutvecklingen kan emellertid försenas med några dagar för ympade plantor. Ympning på vissa grundstammar kan öka upptaget av vatten och växtnäringsämnen. Anledningen kan vara att grundstammen har ett mer välutvecklat och kraftigväxande rotsystem, men även ett ökat behov av vatten och näring hos ädelsorten.

Hur påverkas smak och kvalitet av ympning?

Från litteraturen rapporteras motstridande effekter av ympning på kvaliteten av tomat och andra grönsaksfrukter (Rouphael m.fl. 2010). Ibland har en försämrade smak noterats för tomat från ympade plantor (Sjöstedt 2006). I en undersökning i Florida där Brandywine ympades på Multifort och Survivor fick man lägre kundpreferens och mindre tomat smak för ympade plantor i 2010, men inte i 2011 som var ett varmare och torrare år (Barrett m.fl. 2012).

Tomaternas innehåll av löslig torrsubstans och/eller socker är ofta lägre, eller inte signifikant ändrad, för ympade plantor (Pogonyi m.fl. 2005, Khah m.fl. 2006, Nicoletto m.fl. 2013). I ett ungerskt växt-

husförsök där Lemance ympades på Beaufort ökade skörden och fruktvikten medan sockerhalten var 25% lägre jämfört med oympade plantor (Pogonyi m.fl. 2005). När cocktailtomaten Piccolino och klasttomaten Classy ympades på grundstammarna Brigeor och Maxifort i ett tyskt växthusförsök reducerades sockerhalten i tomaterna med 6–11% jämfört med tomater från oympade plantor (Krumbein & Schwarz 2013). Den starkväxande grundstammen Maxifort gav tomater med lägre sockerhalt jämfört med Brigeor.

Innehållet av titrerbara syror ökar däremot ofta, eller ändras ej signifikant, i tomater från ympade plantor (Pogonyi m.fl. 2005, Khah m.fl. 2006, Barrett m.fl. 2012, Krumbein & Schwarz 2013). Balansen mellan socker och titrerbara syror kan därmed påverkas, och tomaterna riskerar att bli mindre söta och mera syrliga.

I en italiensk undersökning påverkades dock varken sötna, syrlighet eller tomat smak när den gamla sorten Cuore di Bue (Oxhjärta) ympades på Beaufort eller Maxifort i ett växthusförsök (Di Gioia m.fl. 2010). Även i detta försök fick man en ökad skörd från ympade plantor, men varken den lösliga torrsubstanshalten eller mängden av titrerbara syror i tomaterna påverkades signifikant. Innehållet av vitamin C var emellertid lägre i tomater från ympade plantor (Di Gioia m.fl. 2010). Nicoletto m.fl. (2013) noterade att ympning gav lägre halter av både vitamin C, fenoliska ämnen och antioxidanter.

Man vet fortfarande litet om hur ympning påverkar tomaternas innehåll av flyktiga ämnen. Halterna av vissa flyktiga ämnen sjönk i tomater från Piccolino och Classy ympade på Brigeor eller Maxifort (tabell 2). Emellertid ökade innehållet av två ämnen som bildas från lignin, *methylsalicylat*, som har en oljig doft, och *guaiacol*, som har en söt doft och bidrar till tomaternas sötna. Ökningen av methylsalicylat var stark och förekom oberoende av ädelsort och grundstam. Methylsalicylat har tidigare visat ett negativt samband med tomat smak (Krumbein & Auerswald 1998). Eftersom inga smaktester gjordes i det tyska försöket kunde man emellertid inte bedöma hur smaken påverkades av ändringarna i kvalitetsparametrar.

Betydelsen av grundstam/ädel-sort och odlingsförhållanden

Smak och övrig frukt kvalitet påverkas

både av ädelsorten och av grundstammen (Rouphael m.fl. 2010). Nicoletto m.fl. (2013) fann skillnader mellan olika kombinationer av ädelsort och grundstam både i torrsubstanshalt och i innehåll av karotenoider och fenoliska syror. Kombinationen av grundstam och ädelsort påverkar även balansen mellan växthormoner, och därmed kommunikationen mellan rot och skott.

I en svensk studie jämfördes fyra ädelsorter och grundstammarna Beaufort, Maxifort, Big Force och Big Power på tre gårdar under två år (Sjöstedt 2007). Varje kombination av ädelsort och grundstam odlades på åtminstone en gård under ett av åren. Beaufort gav vanligen de mest smärrika tomaterna, medan Big Force gav bra resultat med Belissimo som ädelsort.

För samma ädelsort/grundstam-kombination kan kvaliteten emellertid variera mellan olika år (t.ex. Barrett m.fl. 2012). Miljön kan alltså vara lika viktigt som kombinationen av grundstam och ädelsort. I en jordansk studie jämfördes tomater som odlades i jord med högt ledningstal med tomater som odlades i tuff med näringsbevattnings (Quaryoti m.fl. 2007). Ympning ökade skörden i båda systemen, men både tomaternas lösliga torrsubstanshalt och innehållet av vitamin C, lycopen och β -karoten sjönk för ympade plantor som odlades i tuff med näringsbevattnings. Kvaliteten försämrades däremot inte för ympade plantor som odlades i jord. Skillnaden i ympningens inverkan på kvaliteten förklarades med att plantorna i jord (Lt 12–14 dS m⁻¹) utsattes för saltstress i motsats till plantorna i tuff (Lt 3.5 dS m⁻¹).

Med undantag av saltstress vet man emellertid lite om hur tomaternas kvalitet påverkas av samspelet mellan ympning och yttre faktorer. Khah m.fl. (2006) fann en ökning av titrerbara syror för tomater (cv. Big red) som ympats på He-Man under fältförhållanden med hög solinstrålning. Ingen ökning av titrerbara syror observerades emellertid för ympade plantor som odlades i vid lägre ljusintensitet i växthus. Även klimatet verkar alltså vara viktigt för hur ympningen påverkar tomatkvaliteten.

Diskussion

Vår genomgång av litteraturen har inte gett några entydiga svar kring ympningens inverkan på tomaternas smak och kvalitet. En orsak till den stora variationen kan vara att försöken har gjorts i oli-



ka typer av produktionssystem och/eller i olika miljöer (Rouphael m.fl. 2010). Resultaten kan även ha påverkats av valet av grundstam och ädelsort samt av tomaternas mognadsgrad.

Att smak och kvalitet kan försämrats vid ympning bekräftas emellertid av ett antal studier. Både innehållet av löslig torrsubstans, socker, vitamin C och antioxidanter är ofta lägre i ympade plantor, samtidigt som halten av syror ofta är oförändrad eller högre. Mer syror i förhållande till socker skulle kunna bidra till att smaken upplevs som sämre.

En ökad upptagning av vatten och näring i ympade plantor kan leda till en ökad tillväxt och skörd, med en mer utspädd och därmed lägre torrsubstanshalt som följd. En bidragande orsak till en lägre torrsubstanshalt i ympade plantor kan även vara en lägre fotosyntes. Både ökning och minskning av fotosyntesen har rapporterats för ympade plantor (Krumbein & Schwarz 2013).

Är risken för en smaksförsämring för ympade plantor högre i perioder med lägre ljusinstrålning? Bland de odlare och rådgivare som vi har intervjuat är det flera som påpekar risken för detta (Hanson & Caspersen 2014). Krumbein & Schwarz (2013) visade att både fotosyntesen och sockerhalten sjönk vid ympning under skuggade förhållanden, något som skulle kunna bidra till sämre smak.

En bidragande orsak till den observerade skillnaden i smak mellan oympade och ympade plantor skulle kunna vara att oympade plantor med korkrotsangrepp har en försämrad upptagning av vatten och näring. Därmed får plantorna en begränsad tillväxt och skörd, men kanske även en

högre koncentration av löslig torrsubstans och socker i tomaterna jämfört med ympade plantor.

En vanlig metod för att förbättra tomaternas torrsubstanshalt, kvalitet och smak vid odling i näringslösning är att öka ledningstalet genom att tillsätta koksalt. Många av de tillfrågade odlarna och rådgivarna tar upp ledningstalet och salthalten/gödslingen som viktiga faktorer för en god smak (Hanson & Caspersen 2014). I ekologisk odling, där man använder organiska gödselmedel som kan innehålla mycket ammonium, natrium och klor, har man ofta redan ett relativt högt ledningstal och en ökad risk för pistillröta. Att öka ledningstalet ytterligare bör alltså göras med försiktighet i ekologisk tomatodling.

Även flyktiga ämnen är mycket viktiga för tomaternas smak. Ympning ökade tomaternas innehåll av det flyktiga ämnet methylsalicylat (Krumbein & Schwarz 2013) som har en oljig doft och som tidigare har angetts som negativt för smaken (Krumbein & Auerswald 1998). Det är mycket troligt att ändringar i tomaternas innehåll av metylsalicylat och/eller andra flyktiga ämnen vid ympning kan påverka smaken. Ännu så länge saknas emellertid studier som kopplar samman smak med ändringar i innehållet av flyktiga ämnen hos ympade tomatplantor.

Referenser:

Barrett CE, Zhao X, Sims CA, Brecht JK, Dreyer EQ, Gao Z 2012 Fruit composition and sensory attributes of organic heirloom tomatoes as affected by grafting. *HortTechnology* 22, 804-809.
Beckles D 2012 Factors affecting the postharvest soluble solids and sugar content of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit. *Postharvest Biology and Technology* 63, 129-140.

Carli P, Barone A, Fogliani V, Frusciante L, Ercolano M 2011 Dissection of genetic and environmental factors involved in tomato organoleptic quality. *BMC Plant Biology* 11:58.
Cebolla-Cornejo J, Roselló S, Valcárcel M, Serrano E, Beltrán J, Nuez F 2011 Evaluation of genotype and environment effects on taste and aroma flavor components of Spanish fresh tomato varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 59, 2440-2450.
Di Gioia F, Serio F, Buttaro D, Ayala O, Santamaria P 2010 Influence of rootstock on vegetative growth, fruit yield, and quality in "Cuore de Bue", an heirloom tomato. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 85, 477-482.
Dorais M, Papadopoulos AP, Gosselin A 2001 Greenhouse tomato fruit quality. *Horticultural Reviews* 26, 239-319.
Fernqvist F, Hunter E 2012 Who's to blame for tasteless tomatoes? The effect of tomato chilling on consumers' taste perceptions. *European Journal of Horticultural Sciences* 77, 193-198.
Hanson M, Caspersen S 2014 Hur kan ympade tomaterna få en godare smak? LTV-fakultetens faktablad 2014:10.
Heeb A, Lundegård B, Ericsson T, Savage GP 2005 Nitrogen form affects yield and taste of tomatoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 85, 1405-1414.
Kader AA, Stevens MA, Albright-Holton M, Morris LL, Algazi M 1977 Effect of fruit ripeness when picked on flavor and composition in fresh market tomatoes. *Journal and American Society of Horticultural Sciences* 102, 724-731.
Khan EM, Kakava E, Mavromatis A, Chachalis D, Goulas C 2006 Effect of grafting on growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in greenhouse and open-field. *Journal of Applied Horticulture* 8, 3-7.
Krumbein A, Auerswald H 1998 Characterization of aroma volatiles in tomatoes by sensory analysis. *Nahrung/Food* 42, 395-399.
Krumbein A, Schwarz D 2013 Grafting: A possibility to enhance health-promoting and flavour com-

pounds in tomato fruits of shaded plants? *Scientia Horticulturae* 149, 97-107.

Maul F, Sargent SA, Balaban MO, Baldwin EA, Huber DJ, Sims CA 1998 Aroma volatile profiles from ripe tomatoes are influenced by physiological maturity at harvest: An application for electronic nose technology. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 123, 1094-1101.
Nicoletto C, Tosini F, Sambo P 2013 Effect of grafting on biochemical and nutritional traits of "Cuore di Bue" tomatoes harvested at different ripening stages. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science* 63, 114-122.
Piombino P, Sinesio F, Moneta E, Cammareri M, Genovese A, Lisanti MT, Mogno MR, Peparario M, Termolino P, Moio L, Grandillo S 2013 50, 409-419.
Quaryouti MM, Qawasmi H, Hamdan H, Edwan M 2007 Tomato fruit yield and quality traits as affected by grafting and growing system. *Acta Horticulturae* 741, 199-206.
Rouphael Y, Schwarz D, Krumbein A, Colla G 2010 Impact of grafting on product quality of fruit vegetables. *Scientia Horticulturae* 127, 172-179.
Sjöstedt K 2006 Påverkas tomatens sötna, syra och tomat smak vid ympning på olika grundstammar? Tillgänglig: http://fredmedjorden.se/files/Rapport_tomat_2.pdf [2014-15-05]
Sjöstedt K 2007 Smakrika tomaterna genom rätt val av grundstam, är det möjligt? Tillgänglig: <http://www.academia.edu/1434731/> [2014-15-05]
Tieman D, Bliss P, McIntyre LM, Blandon-Ubeda A, Bies D, Odabasi AZ, Rodriguez GR, van der Knaap E, Taylor MG, Goulet C, Mageroy MH, Snyder DJ, Colquhoun T, Muskowitz H, Clark DG, Sims C, Bartoshuk L, Klee HJ 2012 The chemical interactions underlying tomato flavor preferences. *Current Biology* 22, 1035-1039.
Zushi K, Matsuzoe N 2011 Utilization of correlation network analysis to identify differences in sensory attributes and organoleptic compositions of tomato cultivars grown under salt stress. *Scientia Horticulturae* 129, 18-26.

Faktaruta

Faktabladet är utarbetat inom Institutionen för biosystem och teknologi vid LTV-fakulteten, <http://www.slu.se/bt>

Projektet är finansierat av Tillväxt Trädgård, <http://tillvaxttradgard.slu.se>

Projektsvarig: Marie Hanson, marie.hanson@hushallningssallskapet.se

epsilon.slu.se

Tillväxt Trädgård

Är ett projekt som syftar till att ge förutsättningar för ökad konkurrenskraft och tillväxt inom trädgårdsnäringsen genom nytänkande och samarbete.

Projektet finansieras av Europeiska jordbruksfonden för landsbygdsutveckling: Europa investerar i landsbygdsområden, SLU, LTV-fakulteten Alnarp, LRF/GRO, Hushållningssällskapen i Malmöhus, Halland och Kristianstad, Lovang Lantbrukskonsult AB, Mäster Grön samt Prysek.

