

Problem med fruktsättningen på dina äppleträd? DNA-analyser visar vilka äpplesorter som kan pollinera varandra

HILDE NYBOM, JASNA SEHIC, ANNA ZBOROWSKA OCH LARISA GARKAVA-GUSTAVSSON

Äppleträd dignande av vacker och välsmakande frukt... ja, detta ser nog alla framför sig när de planterar nyinköpta äppleträd. Men det finns många fallgropar. Förutom alla de vanliga problemen med olämplig jord, torka, vårfrost, otrevliga insektsangrepp och ännu otrevligare svampsjukdomar, så finns det ytterligare ett besvärande faktum. Nämligen att blommorna måste pollineras! Och detta pollen måste komma från en annan äpplesort – annars kan inte pollenslangen växa ner genom blommans pistill och utföra en befruktning (Nybom m.fl. 2007a).

I en yrkesodling är pollineringen sällan något problem. Odlaren planterar kompatibla sorter (sorter som kan pollinera varandra) tillräckligt nära på fältet, eller sätter in ett antal små träd av prydnadsaplar vars enda uppgift är att förse de övriga träden med pollen (Nybom m.fl. 2007b). Dessutom placerar man ofta ut kupor med honungsbin för att underlätta transporterandet av pollen mellan blommorna.

Men i hemträdgården ser det anorlunda ut! Här har man ofta bara ett eller två äppleträd och när man eventuellt ska köpa ett träd till, är det viktigt att det passar ihop med befintliga träd. Har grannarna också äppleträd är problemet sällan stort, men bor man lite ensligt så riskerar man att få ett rejält skördebortfall om det saknas lämpliga sorter i närheten.

Självsterilitetsgener

På den gamla 'goda' tiden var man tvungen att handpollinera äpplesorter i olika kombinationer för att utröna hur de egentligen hade det med kompatibiliteten. På senare tid har



I sortsamlingarna på Balsgård finns sammanlagt cirka 550 olika äpplesorter. För en stor del av dessa sorter har vi med hjälp av DNA-analys fastställt vilka S-gener de har. Denna kunskap är viktig inom växtförädlingen. Baserat på denna information, kan vi nämligen undvika att korsa två sorter som inte kan producera frön tillsammans.

man istället analyserat pollenhämmande proteiner i äppelblommornas stift, och kommit fram till att det finns minst 25–30 olika självsterilitetsgener, vanligen förkortat S-gener. Diploida äpplesorter har två olika S-gener, medan triploida har tre och tetraploida upp till fyra. För maximal fruktsättning bör de två sorterna i ett tilltänkt "par" ha helt olika S-gener. Har de en gemensam S-gen, blir det visserligen fruktsättning men oftast sämre än vad sorterna egentligen kan åstadkomma.

DNA-baserade analyser

För drygt ett 20-tal av S-generna finns det numera DNA-analyser som kan visa vilka S-gener en viss äpplesort har. Dess analyser kan utföras på exempelvis ett litet blad, och man behöver alltså inga blommor alls.

Hittills har ett 180-tal sorter undersökts på SLU-Balsgård för sammanlagt 17 av de vanligare S-generna. Tyvärr har vi inte hittat alla generna hos de undersökta sorterna. Trots många försök, har sålunda ännu inget laboratorium i världen lyckats ta fram en metod för att identifiera den ena S-genen hos



Villands glasäpple är en gammal lokalsort med okänd härstamning. Här har vi bara lyckats identifiera en S-gen och det är dessutom en av de allra vanligaste, S_5 .



Alfa 68 från Alnarp är något så ovanligt som en tetraploid sort, den har alltså dubbelt så många kromosomer (68 stycken) som en vanlig diploid sort (34 kromosomer). Vi har hittat tre olika S-gener hos Alfa 68: S_2 , S_3 , S_5 . Mamma Belle de Boskoop (triploid) har själv också S_2 , S_3 , S_5 och har sannolikt bidragit med en äggcell som haft alla dessa tre S-gener. Som pappa har Filippa uppgivits, men denna sort har S_7 , S_{24} och ingen av dessa S-gener hittar vi hos Alfa 68. Detta stämmer alltså inte; antingen är det en annan sort som är pappa, eller så har något annat blivit fel.

James Grieve. Likaså har Ingrid Marie, undersökt både i Holland och på Balsgård, en okänd gen – kanske rent av samma som James Grieve? Eftersom både James Grieve och Ingrid Marie har varit viktiga inom svensk yrkesodling, kan man misstänka att släktskap



Äpplesorten Kim är framförädlad på Balsgård, och har S-generna S_5 och S_{25} . Den förstnämnda kommer från pappa Ingrid Marie (S_5 , S_7) och den sistnämnda från mamma Cortland (S_5 , S_{25}).

med just dessa sorter är orsaken till många av de andra icke-identifierade generna i vårt sortmaterial.

Den vanligaste S-generna i de sorter som undersökts på Balsgård är S_1 , S_2 , S_3 , S_5 och S_7 , medan övriga förekommer hos endast 1–5% av sorterna. Vad innebär då denna överrepresentation av vissa S-gener för odlingen av äpplen? I de flesta fall är det inga problem; planterar man 3–4 olika sorters äppleträd, så är det ändå mycket liten chans att alla ska ha helt identiska S-gener. Men situationen kan bli lite annorlunda om man väljer att plantera äpplesorter som är nära släkt med varandra. Är man exempelvis intresserad av ekologisk odling, vill man kanske ha sorter som är skorvresistenta och merparten av dessa kommer ur ganska närbesläktade förädlingslinjer. Här är det alltså läge att noga kontrollera vilka S-gener de tilltänkta sorterna har.

De äpplesorter som undersökts på Balsgård återfinns i tabellen (Nybom m.fl. 2007, Garkava-Gustavsson m.fl. 2008, Røen och Nybom 2010,

Garkava-Gustavsson, Sehic och Zborowska, opubl. data). I denna tabell har vi även tagit med några sorter som har analyserats utomlands, men som kan vara intressanta för svenska odlare (Broothaerts m.fl. 2004, Matsumoto m.fl. 2007, Melounova m.fl. 2008). Dessutom måste man tänka på att triploida sorter som Belle de Boskoop, Close, Gravenstein, Holsteiner Cox, Mutsu och Ribston, är olämpliga som pollinatörer eftersom de har dålig pollenkvalitet. I tabellen har vi markerat kända triploider som 3x. I princip är det bara triploida (eller tetraploida) sorter som kan ha tre olika S-alleler. Dock har vi hos en förmodat diploid sort, Sunrise, hittat tre S-alleler. Om denna trots allt verkligen är triploid eller om något har blivit fel på laboratoriet eller i datahanteringen vet vi inte än, så den är markerad '3x?' i tabellen.

Tabell över förekomsten av olika S-gener hos äpplesorter. Om inget annat anges, har sorterna undersökts på Balsgård. Några relevanta sorter undersökta utomlands (markerade Br, Ma eller Me i tabellen) har också tagits med. Triploida äpplesorter (nästan helt pollensterila och kan inte användas som pollinerare) är märkta '3x', och den enda tetraploida äpplesorten '4x'.

Sort	S-gener		S-gener
Ahrista Br	S ₃ S ₁₀	Dronning Louise	S ₇ S ₉
Alfa 68 (4x)	S ₂ S ₃ S ₅ S ₇	Druväpple	S ₂ S ₇
Alice	S ₃ S ₅	Edsele	S ₁ S ₂
Alnarps favorit (3x)	S ₅ S ₁₀ S ₇	Eir	S ₂₄ S ₇
Angold Me	S ₂ S ₇	Eldrött duväpple (Pigeon)	S ₇ S ₁₀
Annero	S ₅ S ₇	Elise	S ₅ S ₇
Aroma	S ₅ S ₇	Elstar, Elshof Br	S ₃ S ₅
Arvidsäpple	S ₂ S ₇	Eriksäpple	S ₂ S ₇
Aspa	S ₃ S ₅	Eva-Lotta	S ₂₅ S ₇
Astrakan, Gyllenkrok's	S ₃ S ₂₂	Fagerö	S ₂ S ₇
Astrakan, vit	S ₇ S ₂₂	Farmors juläpple	S ₃ S ₇
Astrakan, röd	S ₃ S ₇	Fiholms Ribston	S ₇ S ₁₀
Astrakan, stor klar	S ₇ S ₂₂	Fiholms äpple	S ₁ S ₇
Backatorpsäpple	S ₂ S ₇	Filippa	S ₇ S ₂₄
Baggetorpsäpple	S ₇ S ₇	Flädie	S ₁ S ₇
Beauty of Bath	S ₁ S ₄	Fläskrotaäpple	S ₇ S ₇
Belle de Boskoop	S ₂ S ₃ S ₅	Fredrik	S ₃ S ₇
Bergvik	S ₇ S ₁₀	Fredriksdalsäpple	S ₂₈ S ₇
Birgit Bonnier	S ₂ S ₅	Frida	S ₃ S ₇
Björnegårdsäpple	S ₇ S ₇	Frösvidalsäpple	S ₇ S ₇
Boiken	S ₃ S ₁₆	Frösåker (3x)	S ₁ S ₅ S ₇
Bosebo sötäpple (3x)	S ₇ S ₂₈ S ₇	Fullerö	S ₅ S ₇
Brunnsäpple, Hallands	S ₃ S ₇	Förlovningsäpple	S ₂₀ S ₇
Bäckmans favorit	S ₇ S ₇	Fågelsta/Tynnelsöäpple	S ₇ S ₇
Börringeäpple	S ₁ S ₃	Gloster Br	S ₄ S ₂₈
Cellini	S ₁₀ S ₂₂	Golden Delicious Br	S ₂ S ₃
Charlamovsky	S ₃ S ₂₈	Granatäpple	S ₇ S ₁₀
Close (3x)	S ₃ S ₁₀ S ₇	Granatäpple fr. Kungsbacka	S ₃ S ₅
Cludius äpple (3x)	S ₂ S ₂₂ S ₇	Gravensteiner	S ₄ S ₁₃ S ₂₀
Cortland	S ₅ S ₂₅	Greve Pärs bordsäpple	S ₃ S ₂₂
Cox Orange	S ₅ S ₉	Grindstugan	S ₁ S ₅
Cox Pomona	S ₁ S ₅	Grågylling	S ₂ S ₂₀
Delcorf	S ₃ S ₁₀	Gubbäpple	S ₁₆ S ₇
Discovery	S ₁ S ₂₄	Gul Richard	S ₂₀ S ₂₄
Domö favorit	S ₁ S ₅	Guldborg	S ₃ S ₂₀
Dottervikinga	S ₉ S ₇	Guldparmän	S ₁ S ₃
Drakenberg	S ₂ S ₇	Gunilla Bohuslän	S ₇ S ₇
		Gölanäpple	S ₄ S ₇
		Göteborgs flickäpple	S ₇ S ₇
		Hampus	S ₄ S ₇
		Hanaskog	S ₃ S ₇
		Hannaäpple	S ₅ S ₇
		Hedenlunda	S ₁₆ S ₇
		Himmelstalund	S ₃ S ₄
		Holländaräpple (3x)	S ₁ S ₂ S ₇
		Holmserudsäpple	S ₁₆ S ₇
		Hugoäpple	S ₇ S ₂₈
		Idunn	S ₅ S ₇
		Ingrid Marie	S ₅ S ₇
		Ivö	S ₃ S ₇
		James Grieve	S ₅ S ₇
		Johannes röd höst	S ₃ S ₂₄
		Jonagold (3x) Br	S ₂ S ₃ S ₉
		Jonathan	S ₇ S ₉
		Josefiner	S ₂₈ S ₇
		Julyred	S ₁₆ S ₂₄
		Järnäpple, rött (3x)	S ₂ S ₇ S ₇
		Kalmare glasäpple (3x)	S ₂ S ₃ S ₁₀
		Kaneläpple, rött	S ₂₄ S ₇
		Katja	S ₅ S ₂₄
		Katinka	S ₅ S ₇
		Kavlås	S ₂₈ S ₇
		Klockerstäpple	S ₁ S ₃
		Kollerudsäpple	S ₇ S ₂₈
		Kramforsäpple	S ₁ S ₂₀
		Kim	S ₅ S ₂₅
		Kinnekulle kantäpple (3x)	S ₁ S ₁₀ S ₄
		Kronprins	S ₂₈ S ₇
		Krusenberg	S ₂ S ₇
		Landskronaäpple	S ₅ S ₇
		Larsmässeäpple	S ₇ S ₇
		Laxtons superb	S ₅ S ₂₂
		Lillemansäpple, Rydaholm	S ₃ S ₇
		Linda	S ₁ S ₇
		Linnés äpple fr. Stenbrohult	S ₃ S ₇
		Lobo	S ₁₀ S ₂₂
		Lyckaäpple	S ₇ S ₇
		Madam Palm	S ₇ S ₇
		Malmbergs gylling	S ₁ S ₁₆
		Mantet Ma	S ₇ S ₂₅
		Maypole	S ₁₀ S ₁₆
		Melon	S ₇ S ₇
		Melonkalvill	S ₂ S ₇
		Menigasker	S ₅ S ₉
		Mio	S ₂ S ₇
		Mutsu	S ₂ S ₃ S ₂₀
		Mälsåker	S ₃ S ₅
		Mölbacka skogsäpple	S ₂ S ₇
		Nanna	S ₂ S ₂₄
		Nestesöt	S ₁ S ₇
		Noors glasäpple	S ₁ S ₃
		Norrstack (3x)	S ₄ S ₇ S ₇

Norrviken	S ₅ S ₂	Siv	S ₂₄ S ₂	Sörmlandsäpple	S ₂ S ₂₈
Nystorpsäpple	S ₁₆ S ₂	Sjögersta pipping	S ₁ S ₂	Tegnéräpple	S ₇ S ₂
Odenstäpple	S ₂ S ₇	Slätthultsäpple	S ₁ S ₃	Tersmeden	S ₇ S ₂
Oranie	S ₃ S ₇	Snilsäpple	S ₁₆ S ₂	Tornpipping	S ₁ S ₇
Oretorp	S ₁ S ₃	Snövit	S ₃ S ₂	Topas Br	S ₂ S ₅
Per Brahes bordsäpple (3x)	S ₃ S ₇ S ₂	Sparreholm	S ₂₂ S ₂	Trogsta	S ₂₂ S ₂₈
Prima Br	S ₂ S ₁₀	Spässerud	S ₁ S ₇	Urshults kungsäpple (3x)	S ₂₈ S ₂ S ₂
Prinsessäpple	S ₁ S ₂	Stenbock	S ₃ S ₂₂	Vallda	S ₇ S ₂
Rajka Me	S ₅ S ₇	Stenbergäpple	S ₁ S ₂	Vanda Br, Me	S ₅ S ₇
Rescue	S ₇ S ₂₈	Stenkyrke	S ₂ S ₅	Veseäpple	S ₅ S ₂₀
Ribston	S ₁ S ₉ S ₂₁	Stinas äpple	S ₇ S ₂₂	Villands glasäpple	S ₅ S ₂
Ringstad	S ₁ S ₂₀	Storkrisken	S ₁ S ₂	Vista Bella	S ₁₀ S ₂₄
Risäter	S ₃ S ₇	Stäringe	S ₇ S ₂	Vittsjö	S ₃ S ₂
Rosenhäger	S ₂ S ₂	Stäringe Karin	S ₂ S ₂₂	Vrams järnäpple (3x)	S ₂₀ S ₂ S ₂
Rubinola	S ₂ S ₃	Suislepper	S ₂ S ₂₄	Värmlands paradisäpple	S ₂₈ S ₂
Rubinstep	S ₂ S ₄	Summerred Br	S ₂ S ₉	Värmlands sötäpple	S ₄ S ₂₀
Rudaäpple	S ₁ S ₂	Sundsäpple	S ₄ S ₂	Wealthy	S ₃ S ₉
Rödluvan	S ₇ S ₂	Svanetorp	S ₁₀ S ₂₈	Worcesterparmän	S ₂ S ₂₄
Salaholmsäpple (3x)	S ₃ S ₇ S ₂	Sunrise (3x?)	S ₃ S ₁₀ S ₂₄	Åkerö	S ₁ S ₂
Sandbergs röda	S ₁ S ₂	Sylvia	S ₃ S ₂₄	Ökna lökäpple	S ₃ S ₁₆
Signe Tillisch	S ₅ S ₂	Särsö	S ₁ S ₇	Ökna vita vintergylling	S ₂ S ₃
Silva	S ₁ S ₂	Sävstaholm	S ₁ S ₂	Ölands kungsäpple	S ₇ S ₂

Referenser

- Broothaerts W, Van Nerum I, Keulemans J (2004) Update on and review of the incompatibility (S-) genotypes of apple cultivars. *HortScience* 39: 943–947 (sorter markerade Br i tabellen).
- Garkava-Gustavsson L, Kolodinska Brantestam A, Sehic J, Nybom H (2008) Molecular characterisation of indigenous Swedish apple cultivars based on SSR and S-allele analysis. *Hereditas* 145: 99–112.
- Matsumoto S, Eguchi T, Bessho H, Abe K (2007) Determination and confirmation of S-RNase genotype of apple pollinators and cultivars. *J. Horticult. Biotechnol.* 82: 323–329 (sorter markerade Ma i tabellen).
- Melounova M, Vejl P, Sedlak P, Blazek J, Zoufala J, Milec Z, Blazkova H (2005) Alleles controlling apple skin colour and incompatibility in new Czech apple varieties with different degrees of resistance against *Venturia inaequalis* CKE. *Plant Soil Environ.* 51: 65–73 (sorter markerade Me i tabellen).
- Nybom H, Sehic J, Garkava-Gustavsson L (2007a) Vem pollinerar vem – undersökning av S-gener hos svenska äpplesorter. *Pomologen* 7 (4): 22–27.
- Nybom H, Sehic J, Garkava-Gustavsson L (2007b) Självsterilitetsgener hos äpple. *Frukt & Bär* 2007 (23): 22–23.
- Nybom H, Sehic J, Garkava-Gustavsson L (2008) Self-incompatibility alleles in 104 apple cultivars grown in Northern Europe. *J. Horticult. Sci. Biotechnol.* 83: 339–344.
- Røen D, Nybom H (2010) S-allel og pollinering hos eplesorter. *Norsk Frukt og Bær* 13(6): 26–27.

Faktabladet är utarbetat inom
LTJ-fakultetens område för Växtförädling och bioteknik, Balsgård
www.slu.se/balsgard

Projektet är finansierat av Formas (www.formas.se) och Jordbruksverket (www.sjv.se)

Projektansvarig Hilde Nybom, hilde.nybom@slu.se

<http://epsilon.slu.se>