

Släktforskning bland svenska äppelsorter – ny teknik avslöjar gamla släktband

JONAS SKYTTE AF SÄTRA, INGER HJALMARSSON, LARISA GARKAVA-GUSTAVSSON

Äppelodling har en lång historia i Sverige. Genom århundradena har det uppstått en rik flora av sorter runt om i landet, vissa mer framgångsrika än andra. I början av 1900-talet påbörjades försöksverksamhet med frukt i Alnarp, ett arbete som även resulterade i några nya sorter. Senare följde ett renodlat växtförädlingsprogram på Balsgård, som släppte sin första sort 'Alice' 1963. Men det är först nu som vi med tillgång till moderna genetiska markörer på allvar har kunnat påbörja släktforskningen bland gamla såväl som moderna äppelsorter.

De första klonarkiven

Under 1900-talet ledde den snabba spridningen av moderna äppelsorter, inhemska såväl som utländska, till farhågor om att gamla sorter skulle gå förlorade. Situationen var densamma som för många andra grödor, och i slutet av 1970-talet beslutade dåvarande Nordiska Genbanken att inventera vilka gamla äppelsorter som fanns i Sverige. Redan under 1800-talet hade pionjären Olof Eneroth systematiskt börjat beskriva de äppelsorter som då odlades i landet. Nordiska Genbankens inventering resulterade i en uppdaterad beskrivning av de svenska kulturavssorterna, författad av pomologen Anton Nilsson, liksom ett antal lokala klonarkiv som etablerades runt om i landet.

Teknikskiftet

Det tjugonde århundradet har inneburit stora tekniska landvinningar för växtförädlingen. En viktig del av den moderna genetiken bygger på genetiska markörer, som ger oss en möjlighet att förstå den genetiska variationen som ligger till grund för hur t.ex. ett äpple ser ut. Genom amerikanska och europeiska

samarbetsprojekt har mängden tillgängliga genetiska markörer utökats markant. De markörer som tidigare fanns tillgängliga var mycket användbara för att bland annat identifiera genetiskt identiska individer, men hade begränsad användbarhet för mer detaljerade studier.

Numera finns genetiska markörer som förutom att vara direkt användbara i växtförädlingen kan användas för att identifiera en äppelsorts föräldrar, syskon och halvsyskon. En del gamla svenska sorter har undersökts med sådana moderna markörer genom internationella forskningsprojekt, men långt ifrån alla.

Målet för det GroGrund finansierade projektet "Accelererad och kostnadseffektiv växtförädling i äpple" (2018–2021) är att systematiskt implementera moderna genetiska markörer för äppelförädling i Sverige. Det första steget inom projektet har varit att inventera de svenska kulturavssorterna.

En central samling i Alnarp

År 2000 etablerades Programmet för Odlad Mångfald (Pom) som genomförde en nationell inventering och samlade in svenska kulturavssorter, primärt från de lokala klonarkiven, för att etablera en central samling vid Nationella genbanken i Alnarp. Där finns idag mer än tvåhundra svenska kulturavssorter av äpple representerade.

Ett stort antal träd från de lokala klonarkiven samt förädlingskollektionen på Balsgård och Elitplantstationen analyserades med genetiska markörer i slutet av 2000-talet. På den tiden fanns det bara enklare genetiska markörer tillgängliga, vilket gjorde att analysen främst kunde användas för att identifiera genetiskt



Bild 1. Frukt av 'Flädie' i den centrala samlingen i Alnarp.

identiska träd. Analyserna identifierade ett par sorter som föreföll vara genetiskt identiska men förekom med olika namn (synonyma sorter), men också ett par fall där träd av samma sort inte var genetiskt identiska (en av individerna var en annan sort).

Detta var viktig information som bidrog till att etablera den centrala samlingen och ledde bland annat till en del försiktighetsåtgärder. Till exempel blev det tydligt att det fanns ett behov av en noggrannare undersökning av samlingen, framför allt innan man börjar använda den som referensmaterial eller för vidare uppförökning.

Status på den centrala samlingen år 2018

Våren 2013 planterades de första äppelträden i den centrala samlingen. Fem år senare samlade man in blad från 215 träd och analyserade dem med ett modernt markörsystem för detaljerade analyser. Många av de misstänkta synonyma sortnamn som uppdagats vid den tidigare analysen av träden i de lokala klonarkiven kunde bekräftas som genetiskt identiska även i den centrala samlingen (se tabell 1). Det finns dock en del frågetecken som kräver vidare studier. En del träd i den centrala samlingen är inte vad de utger sig för att vara. Frågan är om fel sort har hamnat i den centrala samlingen eller om själva sorten är felaktigt namngiven.

Omfattande föräldraskap

Med det äldre markörsystemet kunde man främst bekräfta kända eller misstänkta föräldrar till en sort. Tack vare det stora antalet markörer som ingick i analysen med det nya markörsystemet och de avancerade statistiska beräkningar har man kunnat identifiera möjliga föräldrar inom samlingen för en del sorter, samt ett par fall där båda föräldrarna kunnat identifieras (se tabell 2).

Det kan vara intressant att notera att dessa tre sorter hade relativt många avkommor: 'Gimmersta', 'Grågylling' och 'Virginskt Rosenäpple'. 'Grågylling' och 'Virginskt Rosenäpple' är sorter som är mycket gamla och som har varit spridda över en stor del av landet. 'Gimmersta' är däremot en relativt okänd lokalsort.

'Gimmersta' och 'Vit Astrakan'

Vid en första anblick kan det förefalla udda att en okänd lokalsort som 'Gimmersta' är den sort i samlingen som har flest avkommor. Det blir ännu märkligare med tanke på att en i gamla tider mycket spridd sort, 'Vit Astrakan', för närvarande saknas i samlingen. En möjlig förklaring är att 'Gimmersta' är synonym med 'Vit

Astrakan', även om det behövs vidare undersökningar av äldre trädav 'Gimmersta' i de lokala klonarkiven och på Gimmersta gård för att utreda om just det trädet i den centrala samlingen är en sammanblandning eller om 'Gimmersta' verkligen är synonym med 'Vit Astrakan'.

'Oranie'

Den genetiska analysen av centrala samlingen har klargjort ytterligare några släktskap. Pomologen Carl G. Dahl spekulerade på 1940-talet om sorten 'Kaniker' kan ha varit förälder till 'Oranie'. Nu verkar inte så vara fallet, däremot tyder den genetiska analysen på att de skulle kunna vara halvsyskon, förmodligen med ovan nämnda 'Gimmersta'/'Vit Astrakan' som gemensam förälder.

'Flädie'

Enligt Carl G. Dahl ska sorten 'Flädie' ha kommit från ett frö av 'Gravensteiner'. Man har nu kunnat konstatera att det inte stämmer, men föräldrarna till 'Flädie' är fortfarande okända. Nu är Dahl i gott sällskap, för i Danmark finns ytterligare fall där 'Gravensteiner' har påstått vara den ena föräldern. Danska studier med genetiska markörer kunde dock inte heller bekräfta något föräldraskap. Det är inte så konstigt eftersom 'Gravensteiner' är en s.k. triploid sort, det vill säga att plantan har tre kopior av alla kromosomer och därför är sannolikheten väldigt liten för att den ska kunna generera någon avkomma.

'Sparreholm'

Andra tidiga spekulationer har visat sig vara korrekta. Ett exempel är sorten 'Sparreholm' som upptäcktes av trädgårdsmästaren L.G. Hedlund år 1860 och som trodde att ena föräldern var av astrakan-typ och den andra 'Rosenhäger'. Mycket riktigt visar den genetiska analysen att den ena föräldern även här är 'Gimmersta'/'Vit Astrakan' och bekräftar 'Rosenhäger' som den andra föräldern.

Till sist

Att kurerat genbanksmaterial är äkta Sisyfos-arbete, de nya studierna har löst en del gåtor men också skapat nya frågor. Dessutom är den centrala samlingen inte statisk, utan växer kontinuerligt. Vi lär alltså få anledning att fortsätta studera de gamla äppelsorternas släktskap.

Referenser:

- Skytte af Sättra, J.; Troglio, M.; Odilbekov, F.; Sehic, J.; Mattisson, H.; Hjalmarsson, I.; Ingvarsson, P. K.; Garkava-Gustavsson, L. (2020) *Genetic Status of the Swedish Central collection of heirloom apple cultivars* Scientia Horticulturae <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109599>
- Larsen, B., Toldam-Andersen, T.B., Pedersen, C., Ørgaard, M., 2017. Unravelling genetic diversity and cultivar parentage in the Danish apple gene bank collection. *Tree Genet. Genomes* 13. <https://doi.org/10.1007/s11295-016-1087-7>
- Hjalmarsson, I. (red.) 2019. Äldre äpplesorter för dagens trädgårdar. Nationella genbankens klonarkivsvårdare rekommenderar. SLU, 175 sid.

Tabell 1. Genetiskt identiska (synonyma) sorter i den Svenska Centrala Samlingen av kulturarvssorter av äpplen.

Sort1	Sort2	Sort3	Sort4
'Grågylling'	'Grågylling, Skokloster'	'Rödgylling'	'Hedemoraäpple'
'Ullströmsäpple'	'Gislaved'	'Hagbyberga'	
'Cox's Orange Pippin'	'Skälbyäpple'		
'Alexander'	'Annero'		
'Aspa'	'Eneroths Klaräpple'		
'Brita Horn'	'Ringstad'		
'Suislepp'	'Gul Höstkalvill'		
'Kristinaäpple'	'Nådig Frun'		
'Vitgylling'	'Ramsta'		
'Särsö'	'Spässerud'		
'Sjöholmsäpple'	'Äs Baron'	'Stor Klar Astrakan'	
'Transparante Blanche'	'Tistads Vaxgylling'		
'Kavlås'	'Wickstrands Favorit'		

Tabell 2. Identifierade förälder-förälder-barn kombinationer inom den Svenska Centrala samlingen. Det går inte att säga vem som är mamma eller pappa på grund av begränsningar i markörsystemet.

Avkomma	Möjlig förälder 1	Möjlig förälder 2
'Adelhill'	'Alexander'	'Oranie'
'Åkerö'	'Grågylling'	'Vitgylling'
'Bläsingepäpple'	'Stenkyrke'	'Summer Pearmain'
'Edsele'	'Rosenhäger'	'Vitgylling'
'Fredriksdalsäpple'	'Ullströmsäpple'	'Klockhammarsäpple'
'Frösvidal'	'Hampus'	'Grågylling'
'Grönsö'	'Grågylling'	'Vitgylling'
'Hanaskogsäpple'	'Oranie'	'Vitgylling'
'Hornsberg'	'Hampus'	'Gimmersta'
'Mälardalens Vitgylling'	'Klockhammarsäpple'	'Vitgylling'
'Mölnbacka Skogsäpple'	'Holmserudsäpple'	'Rosenhäger'
'Råby Rubin'	'Sävstaholm'	Maglemer'
'Sandbergs Röda'	'Grågylling'	'Vitgylling'
'Sjöholmsäpple'	'Gimmersta'	'Vitgylling'
'Sparreholm'	'Gimmersta'	'Rosenhäger'
'Stäringe Karin'	'Gimmersta'	'Grågylling'
'Gestreifter Wintercalvill'	'Holmserudsäpple'	'Rosenhäger'
'Transparante Blanche'	'Aspa'	'Vitgylling'

Lite Teknisk Fördjupning

Äpple är normalt diploid, dvs. har två kopior av varje kromosom precis som t.ex. människor. En del sorter är däremot triploida, vilket innebär att de har tre kopior av varje kromosom. Det är ovanligt att triploida äppelsorter uppstår men trots det innehåller den centrala samlingen en relativt stor andel triploida sorter, ca 10%. Eftersom triploida individer generellt sett är mer livskraftiga och får större frukter än diploida dito har de förmodligen favoriserats historiskt. Exempel på välkända triploida sorter är 'Gravensteiner' och 'Belle de Boskoop'. Problemet med triploida sorter är att de fungerar dåligt som föräldrar, både vid naturliga korsningar och vid växtförädling. När nya pollenkorn och äggceller (s.k. könsceller) bildas delas kromosomerna från föräldern upp i två delar, och varje köns cell behöver få exakt en kopia av varje kromosom. Hos diploida äppelsorter, liksom andra diploida växter och djur, fungerar detta oftast utmärkt. Hos triploida äppelsorter, med tre kromosomer, är det däremot i princip omöjligt att dela arvs massan så att en köns cell får endast en kopia av alla kromosomer. Alltså producerar triploida sorter mycket sällan någon avkomma, och används heller inte i växtförädling i någon större omfattning. Vid försöksstationen i Alnarp pågick under 1900-talets första hälft ett målmedvetet arbete för att korsa fram en tetraploid sort, dvs. med fyra kopior av varje kromosom. 1953 släpptes sorten 'Alfa 68' som sägs vara världens första tetraploida äppelsort från medveten förädling. Det är idag ovanligt att nya triploida eller tetraploida sorter lanseras från växtförädlingsprogram, bland annat eftersom frukterna anses vara för stora för dagens marknad.

Genetiska markörer kan utvecklas för de delar av arvs massan (DNA) som skiljer sig åt mellan olika individer i en viss grupp av en organism, t.ex. en samling kulturarvssorter. De ger oss information om vilka *alleler* som finns vid ett visst *locus* hos en organism. 'Locus' kommer från latinet och kan översättas som 'plats', ett locus är alltså en specifik plats i arvs massan. 'Allel' är en förkortning av grekiskans allelomorph och betyder ungefär 'annan form', när vi talar om olika alleler menar vi alltså att det kan finnas två eller flera olika varianter av arvs massan på en viss plats. Ett locus kan syfta på en gen, det locus som styr ABO-blodgrupp hos människa har t.ex. allelerna A, B och 0. Däremot är det stor sannolikhet att ett locus som vi studerar med en *molekylär* genetisk markör inte befinner sig på en gen, eftersom en majoritet av arvs massan utgörs av annat än gener hos de flesta växter och djur. En 'molekylär' genetisk markör är en markör som baseras på olika typer av analys i laboratorium. I det här arbetet har vi använt två olika molekylära genetiska markörer. Den äldre tekniken som nämns kallas SSR-markör ("Simple Sequence Repeats"). I en samling av olika äppelsorter, t.ex. en genbank, kan varje locus ha många olika alleler vilket gör att man kan identifiera en individs genetiska fingeravtryck med relativt få markörer. Däremot krävs det relativt mycket arbete för att utveckla nya markörer, så i det här arbetet användes bara 12 stycken SSR-markörer. Den nyare tekniken som nämns i artikeln är en s.k. SNP-array ("Single Nucleotide Polymorphism"), "array" i den ungefärliga betydelsen "matris", möjligen eftersom systemet ser ut som en matris utritad på en glasskiva. Dessa har vanligen bara två alleler för varje markör, men i gengäld innehåller varje "array" flera tusen markörer. Det är tack vare det mycket stora antalet markörer som vi kan ägna oss åt exempelvis släktforskning, men det gör det också möjligt att hitta nya gener som styr olika egenskaper.

- Faktabladet är utarbetat inom LTV-fakultetens område Växtförädling <https://www.slu.se/institutioner/vaxtforadling/>
- Projektet är finansierat av Jordbruksverket och GroGrund projektet "Accelererad och kostnadseffektiv äpplesortutveckling genom genombaserad växtförädling" <https://www.slu.se/centrumbildningar-och-projekt/grogrund/projekt/accelererad-och-kostnadseffektiv-applesortutveckling-genom-genombaserad-vaxtforadling/>
- Författare: Jonas Skytte af Sättra; jonas.skytte.af.sattra@slu.se; Institutionen för växtförädling, Alnarp
Inger Hjalmarsson; inger.hjalmarsson@slu.se; Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning, Alnarp
Larisa Gustavsson; larisa.gustavsson@slu.se; Institutionen för växtförädling, Alnarp
- Övrig publicering inom projektet
- Webbadress till Epsilon: <https://pub.epsilon.slu.se/>