

Nya skorvresistenta äppleselektioner - utvärdering av smak samt typ av skorvresistens

Introduktion

I konventionella äppleodlingar förekommer stora mängder bekämpningsmedel mot främst svampsjukdomar men även mot insekter och ogräs. Detta leder till föroreningar i naturen samt påverkan på organismer som egentligen inte är målet för bekämpningen. Speciellt på Österlen, där stora delar av fruktodlingen ligger på vattenskyddsområden, kan ett ökat miljömedvetande innebära alltmer allvarliga restriktioner för fruktodlarnas kemikalieanvändning. De som arbetar i odlingen exponeras dessutom själva för kemikalier och det kan även finnas bekämpningsmedelsrester i den frukt som konsumeras.

Modern svensk yrkesodling av äpple har under senare år blivit allt mer inriktad på IP (integrerade produktionssystem) odling. Ett ökande intresse för ekologisk odling kan också noteras. Både IP-odling och ekologisk odling ställer emellertid stora krav på val av lämpligt sortmaterial. I områden med mycket torrt klimat, som t ex nordvästra USA, kan välkända äpplesorter odlas framgångsrikt med ekologiska produktionsmetoder eftersom trycket av speciellt äppleskorv (*Venturia inaequalis*) är relativt lågt (Reganold et al. 2001). I fuktigare klimatområden, dit de nordiska länderna hör, blir såväl avkastning som kvalitet undermåliga när de vanliga handelssorterna odlas med kraftigt minskad bekämpning (DeEll & Prange 1992, Jönsson 2006, Jönsson manuskript under bearbetning).

Tillgång på sorter med resistens eller åtminstone tolerans mot den vanligaste svampsjukdomen, dvs äppleskorv, är en förutsättning för att de gamla kemikalieberoende odlingsmetoderna ska kunna ersättas med moderna och miljövänliga metoder. Intresset för att utveckla friskare äpplesorter har glädjande nog ökat markant under senare år (Sansavini et al. 2005). En sammanfattning från 1998 tar upp 57 äppleförädlingsprojekt fördelade på 25 olika länder (Ballard 1998). Nästan samtliga har som främsta mål att utveckla sorter med god motståndskraft mot sjukdomar och helst också mot skadeinsekter. I Norden har äppleförädling bedrivits framförallt på Balsgård-SLU i Sverige (Nybom 2004a), samt i något mindre omfattning i Njøs i Norge samt i Pikkiiö i Finland. Det svenska förädlingsprogrammet har resulterat i flera viktiga handelssorter som Aroma, Amorosa (Röd Aroma), Alice, Katja och Kim. Under det senaste decenniet har vi även arbetat med skorvresistens från framför allt Vf-genen, vilket resulterat i den nya handelssorten Frida och hemträdgårdssorten Fredrik (Nybom 2004b).

På Balsgård planteras årligen ett 15-tal nya äppleselektioner samt mätarsorter (vanligen Aroma och Discovery) i jämförande avkastningsförsök. Dessa selektioner har valts ut i våra fröplantskvarter där de odlats med minimal användning av bekämpningsmedel. De utvalda selektionerna har alla god fältresistens mot skorv, och en del av dem förefaller ha ärvt en total, monogent betingad skorvresistens. Varje sort/selektion representeras av 3–4 träd, som ympats upp på Bemali eller M26. Några av de mest lovande av dessa selektioner har förökats upp och

satts ut hos olika provodlare, dels i mindre satsningar under perioden 1996–1999, dels i en större satsning 2002.

Den mest kända resistensgenen inom äppelförädling är Vf-genen mot äppleskorv. Denna gen har fått sitt namn av *Venturia* och *Malus floribunda*, dvs den art som man först hittade resistensgenen hos. Just Vf-genen har visat sig vara effektiv mot 6 av de 8 hittills kända skorvraserna. En av de raser, som Vf-genen inte skyddar mot, har dessvärre spridit sig i stora delar av Central- och Västeuropa. I Sverige har vi ännu bara enstaka indikationer på att denna ras skulle hittat hit. För framtida odling och växtförädling är det av stor vikt att identifiera typen av resistens, särskilt när det föreligger risk att alltför ensidigt utnyttjande av en viss resistenskälla kan leda till bruten resistens. En säker identifiering av skorvresistensen erhålls endast med DNA-markörer (Gianfranceschi et al. 1996, 1998, Cheng et al. 1998, Hemmat et al. 2002, 2003).

Bördighet och sjukdomsresistens är emellertid inte egenskaper som 'säljer' frukten, utan i stället är det faktorer som utseende, smak, konsistens och saftighet som avgör huruvida konsumenten uppskattar en sort och vill köpa den igen (Hampson & Quamme 2000, Hampson et al. 2000). Konsumentacceptans bör därför undersökas i tester där olika sorter avsmakas samtidigt av ett antal presumtiva konsumenter. På äpplemarknaden i Kivik 2002 testades möjligheten att erhålla informativa och statistiskt giltiga data genom storskaliga konsumenttester, där varje testperson fick bedöma fem olika sorter (Jönsson 2004).

Detta SLF/GRO-finansierade projektet startades i maj 2003 och pågick till och med skörden 2006. I projektet ingick (1) fortsatt arbete med redan planterade avkastningsförsök på Balsgård och observationsförsök hos några provodlare runt om i Skåne, (2) identifiering av resistensgener i förädlingsmaterial och sortkandidater, samt (3) tester av konsumentacceptans för ett antal skorvresistenta sorter och selektioner.

Material och Metoder

Avkastningsförsök på Balsgård

Träden har skötts enligt vedertagna metoder för äppleodling, dvs med bekämpning, beskärning, gödning och gräsklippning. Noteringar har dessutom gjorts under sensommaren rörande trädens storlek (stamdiameter), växtform, växtstyrka och sundhet, samt bladverkets utformning och hälsostatus. Vi har även gjort en subjektiv bedömning av avkastningsmängden i förhållande till trädstorlek, samt noteringar om hur frukten sitter fördelad i träden. Under sensommaren och hösten har all frukt plockats in vartefter den blivit plockmogen. För varje selektion finns det två-fyra träd. All frukt har plockats separat från varje träd för sig, samt vägts och räknats. Dessutom har alla frukter med fruktmögel (monilia) noterats. En låda med 20-30 frukter av varje selektion har lagrats in i vanligt kyllager. Frukten har bedömts avseende utseende, smak och konsistens samt hälsostatus vid inlagringen, samt utvärderats vid flera tillfällen senare under säsongen för att undersöka lagringsbarheten. Totalt har ett 70-tal olika

selektioner analyserats men urval har gjorts kontinuerligt så att vissa selektioner kunnat avföras när de visat sig inte längre hålla måttet.

Observationsförsök hos provodlare

Provodlingar med de under 90-talet planterade Balsgårds-selektionerna har besökts. De mest lovande selektionerna samt de nya sorterna Frida och Fredrik finns hos Hans Ekdala i Östa Sönnarslöv men vi har även besökt äldre provodlingar i Vik och Röddingeberg där det också finns några intressanta selektioner. En ny uppsättning med 18 selektioner planterades ut 2002 i fyra yrkesodlingar; hos John Orelind i Vik, hos Martin Engelbrecht i Jonstorp, hos Erland Mårtensson i Hammenhög samt hos Staffan Gedenryd i Österslöv. Dessa odlingar har besökts 1-3 ggr om året. Vid dessa besök har varje träd inspekterats och anteckningar förts angående framför allt växtsätt, avkastning, sundhet och fruktkvalitet. Vid flertalet besök har fruktkonsulent Krister Trulsson (under 2006 även fruktkonsulent Henrik Stridh) samt fruktodlingens ägare deltagit i bedömningen. En del av dessa sorter och selektioner har dessutom plockats ner för försäljning i gårdsbutik. Med varje påse försåld frukt följer ett protokoll, där köparen fyller i betyg för fruktens utseende, smak och konsistens.

Identifiering av resistensgener

Analyserna omfattade totalt 8 olika DNA-markörer samt 36 olika äpplesorter, kloner (= amerikanska skorvrasindikatorer) samt selektioner (huvudsakligen från Balsgårds äppleförädlingsprogram). Följande sorter har analyserats (inom parentes den resistensskälla de har enligt litteraturuppgifter eller kunde förmodas ha baserat på härstamningen): OR42T173 (okänd, indikator ras 2), Geneva SR (Vr, Va?), TSR18T13 (okänd, indikator ras 4), OR48T70 (okänd, indikator ras 5), Freedom (Vf), Rouville (Vm), OR45T132 (okänd, indikator ras 5), Zhigulevskoe (?), Prima (Vf), Coop28 (Vf Vf, dvs homozygot), Prairiefire (Vb), Florina (Vf Vg), 16-36-193 Sovjet (Vm?), 18-13-27 Sovjet (Va?), Antonovka Kamenitscha (Va? Vb), Fredrik (Vf?), K:0963 (Vf?), K:1002 (Vf?), Frida (Vf?), K:1016 (Vf?), K:1058 (Vf?), K:1107 (Vf?), K:1160 (Vf?), K:1181 (Vf?), K:1210 (Vf?), K:1301 (Vf?), K:1325 (Vf?), K:1343 (Vf?), K:1430 (Va?), Antonovka Pamtorutka (Va?), Antonovka Polotora Funtovaja (Va?), Dolgo Crab (?), Angold (Va), Reka (Vr), Rubinola (Vf), Reglindis (Va? Vf?).

Endast tre av de undersökta DNA-markörerna gav riktigt tydliga resultat. M18 (Gianfranceschi et al., 1996) användes för att identifiera sorter med Vf-resistens, och är en CAPS (cleaved amplified polymorphic sequences) markör. Vm-resistens identifierades med markör B12 (Cheng et al., 1998), som är en så kallad SCAR (sequence characterized amplified region). För Vr-resistens använde vi CH02b10 (Gianfranceschi et al. 1998, Hemmat et al. 2002), som är en mikrosatellit-DNA markör. Vi har även försökt analysera förekomsten av generna Va, Vb och Vx men DNA-markörerna för dessa gener (Hemmat et al. 2002, 2003) gav inte tillfredsställande resultat, i huvudsak säkert beroende på att de baseras på RAPD (random amplified polymorphic DNA) som producerar väldigt 'täta' bandmönster vilket försvårar identifieringen av enskilda band.

Konsumentacceptans

Ett stort avsmakningstest genomfördes i Kivik i samband med äpplemarknaden 27/9 och 28/9 2003. Följande sorter testades: K:1016, K:1160 och K:1210 samt Frida och Fredrik från Balsgård, Rubinola och Vanda från Tjeckien, Dayton, Redfree, Scarlet O'Hara, Williams Pride och Coop 12 från USA, Reglindis från Tyskland och Waleria från Polen. Dessutom var Aroma med som referens. Frukten hade plockats på träd, som växte antingen på Balsgård eller på försöksstationen i Kivik. När det gäller Fredrik samt K-selektionerna hade frukt dessutom erhållits på försöksträden hos Ekdala i Östra Sönnarslöv. Ett par dagar innan smaktestet utfördes en del analyser på Balsgård av fem frukter per sort; fasthet mättes med penetrometer och sockerhalt med refraktometer. Dessutom bedömdes form, grundfärgen (mörkgrön, grön, grön med gult och gul) och täckfärgen (procentuell täckning av frukten).

Vid själva konsumenttestet delades sorterna in i fyra grupper så att vare konsument provsmakade fem äpplesorter varav en var Aroma. Provsmakningen genomfördes som ett blindtest där sorterna var försedda med ett nummer. Varje person fyllde även i några enkätfrågor med personliga uppgifter om ålder (10-30, 30-50 och över 50 år), kön, tillgång till hemodlade äpplen, äpplekonsumtion (max 5/år, 1/månad, 1/vecka, ett par per vecka, 1 eller flera per dag) och om de föredrog att köpa ekologiskt odlad frukt samt om de var villiga att betala fem kronor mer per kilo jämfört med icke ekologisk frukt. Därefter fick våra testpersoner bedöma frukten för de fem sorterna genom att rita in ett kryss på en 10 cm lång, ograderad linje. I den vänstra änden stod 'mycket fullt', 'mycket löst', 'mycket torrt', 'inte alls gott' och 'mycket dåligt' för i tur ordning utseende, fasthet, saftighet, smak respektive helhetsintryck. I den högra änden stod för samma egenskaper 'mycket fint', 'alltför fast', 'alltför saftigt', 'mycket gott' samt 'mycket bra'.

Flera mindre avsmakningstest genomfördes dessutom 2004-2006 på Balsgård, Alnarp och Kivik, i samband med kurser och föredrag om äpplen. Deltagarna fyllde i en enkät och bedömde utseende, saftighet, fasthet, smak och helhetsintryck enligt en femgradig skala.

Resultat

Redovisning av resultaten

Ett antal vetenskapliga och populärvetenskapliga publikationer (angivna med fet text i referenslistan) har baserats på arbetet inom detta projekt. Vissa resultat, framför allt beträffande avkastnings- och observationsförsöken, har dessutom förmedlats på ett antal fältvandringar för intresserade odlare. Dyliga fältvandringar har hållits på Balsgård 2004 (31 augusti och 6 oktober), 2005 (8 sept) och 2006 (14 sept). Skriftlig dokumentation om de provodlade sorterna har delats ut till varje deltagare. I samband med fältvandringarna på Balsgård, har även avsmakningstester genomförts. Dessutom hölls en informationsdag med fältvandring för medlemmar i GRO 6 sept 2006. Fältvandringar har även anordnats hos våra provodlare; på Ekdala fruktodling i Östra Sönnarslöv 2003 (9 sept), 2004 (16 sept) samt 2005

(14 sept), samt på Orelund i Vik (14 sept 2005) och i Jonstorp (14 sept 2005).

Avkastnings- och observationsförsök

En sammanställning av skördedata samt en del kvalitetsparametrar redovisas i Jansson (2005). Resultaten från avkastnings- och observationsförsöken har dock främst använts för urval av de selektioner som kommer att gå vidare i testprogrammet. Fyra nya selektioner (alla med Vf-resistens) har sålunda ympats upp och planterats ut i Östra Sönnarslöv; K: 1177, K:1181, K:1222 och K:1325.

Mest lovande just nu förefaller K:1160 (finns redan i både avkastnings- och observationsförsök), som är en Vf-resistent Katjakorsning som mognar i mitten av september och som utmärker sig för god avkastning, jämn fruktstorlek samt mycket goda omdömen i konsumenttester 2002, 2003 och 2006. En annan intressant selektion är augustimognande B:0654 (Gyllenkroks astrakan x Worcesterpearmain) som mognar i slutet av augusti och har bra avkastning samt sunda frukter med påfallande lite fruktmögel. Mest känd är denna selektion dock för att den har ovanligt låg halt av det allergiframkallande proteinet Mal d 1 (Persson et al., manuskript under bearbetning). Andra selektioner av stort intresse är B:1377 (Discovery fri avblomning) och K:1343 (Vf-resistens) som båda mognar i mitten av augusti), samt K:1016 (Vf-resistens, triploid, mognar i början av oktober) och pelaräpplesorterna K:1522p och M:3008p.

Resistensgener

Den inom modern äppleförädling helt dominerande Vf-genen fanns, som väntat, hos flertalet av de undersökta skorvresistenta sorterna/selektionerna (Mattisson & Nybom 2005, Nybom & Mattisson 2005). Totalt återfanns denna gen hos 21 av de analyserade sorterna. Således fann vi att Balsgårds nya sorter, Frida och Fredrik, har Vf-genen, liksom många av våra övriga selektioner (K:0963–K:1430). Vm-genen hittade vi hos två av de amerikanska skorvras-indikator-sorterna, nämligen OR48T70 och OR45T132 (indikatorer för ras 5), samt hos den kanadensiska sorten Rouville, den amerikanska Prairiefire (om vilken man tidigare skrivit att den borde ha Vb), och selektionen 16-36-193 Sovjet.

Vi fick även intressanta resultat med den mikrosatellit DNA-markör, som vi använde för Vr-resistens. Denna typ av markör producerar vanligen två olika band hos varje sort. Fyra av sorterna hade bara ett band, vilket visar att de ärvt samma band från båda föräldrarna. En selektion från Balsgård, K:1016, hade istället tre band. Den är alltså triploid, liksom många andra storfruktiga och produktiva sorter. En av de analyserade sorterna, den tyska Reka, hade ett band som är 118 kilobaspar långt. Denna sort har enligt uppgift Vr-resistens, och den är knuten till ett markörband av just denna storlek.

Konsumentacceptans

Här kommer endast de stora smaktesterna i Kivik 2002 och 2003 att redovisas (se även Jansson 2005, Jönsson 2004, Jönsson & Nybom 2006, Jönsson & Nybom under tryckning,

Jönsson & Tahir 2005). En del av de andra smaktesterna har rapporterats i ett examensarbete (Jansson 2005) och några kommer att publiceras 2007.

För varje sort beräknades medelvärdet för alla de bedömningar vi hade fått på just den sorten. Samtliga sorter fick ganska höga värden på utseende: högst låg K:1160, Aroma och Frida år 2002, samt Rubinola, K:1160 och Redfree år 2003. Det fanns också ett klart samband år 2002 mellan utseende och helhetsintryck men inte år 2003. Konsumenternas betyg på utseende och våra egna bedömningar av form och färg på de olika sorterna visade däremot inga klara samband.

Båda åren fanns det ett tydligt samband mellan konsumenternas bedömning av fasthet och det värde för fasthet som mättes med penetrometer. Bedömningen av fastheten visade dock inget samband med poängsättningen av helhetsintrycket. Aroma fick de högsta värdena för saftighet båda åren. Höga värden noterades även för Rubinola, Vanda, Fredrik, Reglindis och K:1160. Vi hittade ett tydligt samband mellan saftigheten och bedömningen av helhetsintrycket 2003, samt ett mindre tydligt samband 2002. Ett äpple som bedömdes som saftigare resulterade alltså i ett bättre helhetsintryck jämfört med ett äpple som ansågs mindre saftigt.

Rubinola fick högst poäng för smak båda åren. Högre poäng än mätarsorten Aroma noterades även för Reglindis, Scarlet O'Hara och K:1160 medan övriga hamnade under Aroma, som ju är mycket populär hos konsumenterna. Dessutom visade det sig att de sorter som fått höga poäng för smak också fick höga poäng för helhetsintryck. Vidare hittade vi ett samband 2003 mellan smak och sockerhalt (mätt med refraktometer) samt ett mellan smak och mängden röd täckfärg 2002. Alla sorter var inte helt mogna vid provsmakningen och detta påverkar självklart smakpoängen för sorter som vid ett senare tillfälle troligen skulle fått en mera positiv bedömning.

Rubinola hade högst poäng för helhetsintryck både 2002 och 2003 följt av K:1160 2002 och Aroma 2003. Lägst poäng 2002 fick K:1210 och K:1016. Dessa båda sorter var inte ätmogna och det bör ha påverkat bedömningen. 2003 var det istället två mogna sorter, Redfree och Waleria som hamnade lägst vid bedömningen. Dessa kan således strykas från listan på eventuellt lämpliga äpplesorter.

Intressant är att tre av de fyra sorter som hade högst poäng för helhetsintrycket 2002 också hade högst sockerhalt. De fyra sorterna som fick högst poäng för helhetsintrycket 2003 innefattade de två sorterna med högst sockernehåll samt två sorter med sockernehåll över medelnivån detta år. Det visade sig också att sorter som fått olika poäng för helhetsintryck de två åren, fick den högsta poängen det år de hade högst sockerhalt. Detta kan delvis bero på att utvecklingen av både sockernehåll och smakämnen ökar när äpplena mognar.

Konsumenter i olika åldersgrupper föredrog olika sorter och det fanns en viss tendens att äldre konsumenter tolererade mjuka äpplena i högre utsträckning än de två yngre konsumentgrupperna. Det fanns däremot inga klara skillnader mellan mäns och kvinnors bedömning av äpplesorterna, och tillgång på hemodlade äpplena verkade heller inte påverka bedömningen. Intresset för ekologisk odlad frukt var stort. 64 % av kvinnorna och 61 % av männen uppgav att de föredrog ekologisk frukt 2002. 42 % av kvinnorna och 43 % av männen var även beredda

att betala 5 kronor mer per kg. 2003 föredrog 75 % av kvinnorna och 64 % av männen ekologiskt odlad frukt. 51 % av kvinnorna och 46 % av männen var dessutom beredda att betala det högre priset.

Diskussion

Utvärdering av lovande äppleselektioner och utländska sorter i jämförande odlingsförsök är en viktig del i arbetet med att utveckla och/eller introducera nya äpplesorter och därmed främja svensk yrkesodling (Jönsson & Tahir 2005, Tahir & Jönsson 2005). Genom detta SLF/GRO-finansierade projekt har vi kommit en bra bit på väg mot flera nya äpplesorter som förefaller ha potential för en ekonomiskt bärkraftig odling i Sverige.

På senare tid har sjukdomen äppleskorv fått stor uppmärksamhet. Ett antal resistensgener har identifierats, varav flertalet hos vilda äpplearter (Gianfranceschi et al. 1996, Hemmat et al. 2002). Genom upprepad återkorsning med olika handelssorter, har man nu framställt närmare ett hundratal skorvresistenta sorter. Tyvärr har det visat sig att den hittills mest utnyttjade resistensgenen, Vf, inte håller gentemot alla de olika skorvraserna. Det är därför angeläget att använda flera olika resistensgener i förädlingsprogrammen för att försäkra sig om hållbar resistens. Dessutom har gamla 'hederliga' sorter med så kallad fältresistens, dvs god om än inte total motståndskraft, också kommit till ökad användning inom korsningsprogrammen.

Med hjälp av DNA-markörer kunde vi identifiera förekomsten av Vf, Vm och Vr-generna i vårt material av olika sorter och selektioner. DNA proverna kan sedan även användas för att ta fram individspecifika bandprofiler för säker sortidentifikation med hjälp av RAPD och mikrosatellit-DNA enligt på Balsgård redan använda metoder (Garkava-Gustavsson 2006, Garkava-Gustavsson & Nybom 2004, Nybom et al. under tryckning).

Samtidigt som man arbetar med sjukdomsresistens i växtmaterialet, är det viktigt att behålla eller ännu hellre förstärka de egenskaper, som gör frukten attraktiv hos konsumenterna. Utseende, konsistens och smak är alltså viktiga faktorer som man inte får glömma bort i iveren att ta fram miljövänliga och högavkastande sorter. Utan en god acceptans är ju introduktionen av nya sorter dömd att misslyckas (Hampson & Quamme 2000, Hampson et al. 2000). Våra konsumenttest visar att sortmedelvärdena blev ganska stabila när vi hade räknat in minst 50 personers bedömningar. Eftersom vi hade 100 (år 2002) respektive 200 (år 2003) bedömningar per sort, bör värdena därför vara tillförlitliga. Det var också intressant att se att smaken var den egenskap som hade störst betydelse för den avslutningsvis givna betyget på helhetsintryck. Om vi jämför med mätarsorten Aroma var det bara Rubinola och K:1160 som var bättre. Några senmognande sorter, främst Fredrik, Frida, K:1016 och Scarlet O'Hara, hade dock troligen inte uppnått tillräcklig mognad vid de stora smaktesterna i Kivik.

Litteratur

- Ballard JK (1998) Some significant apple breeding stations around the world. Pacific Northwest Fruit Tester's Association, 24 sidor
- Cheng FS, Weeden NF, Brown SK, Aldwinckle HS, Gardiner SE, Bus VG (1998) Development of a DNA marker for Vm, a gene conferring resistance to apple scab. *Genome* 41: 208–214.
- DeEll JR, Prange RK (1992) Postharvest quality and sensory attributes of organically and conventionally grown apples. *HortScience* 27: 1096–1099
- Garkava-Gustavsson L (2006) Forskning på Balsgård - sortbestämning med hjälp av DNA-teknik. *Pomologen* 6(1): 8–11.
- Garkava-Gustavsson L, Nybom H (2004) DNA-analyser avslöjar våra äpplesorter. *Frukt & bär* 46 (1): 12–14.
- Gianfranceschi L, Koller B, Seglias N, Kellerhals M, Gessler C (1996) Molecular selection in apple for resistance to scab caused by *Venturia inaequalis*. *Theor Appl Genet* 93: 199–204
- Gianfranceschi L, Seglias N, Tarchini R, Komjanc M, Gessler C (1998) Simple sequence repeats for the genetic analysis of apple. *Theor. Appl. Genet.* 96: 1069–1076.
- Gustavsson L, Mattisson H (2005) DNA avslöjar fruktsorten. *Frukt & Bär* 47 (3): 4–5.
- Hampson CR, Quamme HA (2000) Use of preference testing to identify tolerance limits for fruit visual attributes in apple breeding. *HortScience* 35: 921–924
- Hampson CR, Quamme HA, Hall JW, MacDonald RA, King MC, Cliff MA (2000) Sensory evaluation as a selection tool in apple breeding. *Euphytica* 111: 79–90
- Hemmat M, Brown SK, Weeden, NF (2002) Tagging and mapping scab resistant genes from R12740-7A apple. *J Amer Soc Hort Sci* 127: 365-370
- Hemmat M, Brown SK, Mehlenbacher SA, Weeden NF (2003) Identification and mapping of markers for resistance to apple scab from 'Antonovka' and 'Hansen's baccata #2'. *Acta Hort.* 622: 153–161.
- Jansson N (2005) Utvärdering av äppleselektioner med avseende på avkastning och kvalitet. Examensarbete, SLU.**
- Jönsson Å (2004) Consumer evaluation of scab resistant apple cultivars. *Acta Horticult* 663: 875–878.**
- Jönsson Å, Nybom H (2006) Smaktest av skorvresistenta äpplen. *Frukt & Bär* 48 (1): 4–5**
- Jönsson Å, Nybom H. Consumer sensory evaluation of scab-resistant apple cultivars in Sweden. *Agr Food Sci*, in press.**
- Jönsson Å (2006) Insects and insect damage in an apple orchard converted from integrated production to organic production. *Acta Agric Scand, Sect B Soil Plant Sci* 56: 70–80.
- Jönsson Å, Tahir I (2005) God smak och resistens är viktiga egenskaper för nya äpplesorter. *Frukt & Bär* 47 (1): 14–16.**

Jönsson Å, Tahir I (2005) Evaluation of scab resistant apple cultivars in Sweden. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research* 12, special ed. 'Protection of Genetic Resources of Pomological Plants and Selection of Genitors with Traits Valuable for Sustainable Fruit Production, pp 223–232.

Mattisson H, Nybom H (2005) Application of DNA markers for detection of scab resistant apple cultivars and selections. *Int J Hortic Sci* 11: 59–63.

Nybom H (2004a) Genbanker viktiga för äppleforskning på Balsgård, Ekologisk odling och sortförsök i Kivik, Nya lovande skorvresistenta sorter, Smaktester, Skördetidpunkt och lagring, Äpplets innehåll, För forskning behövs pengar. *Frukt & bär* 46 (3): 22-24.

Nybom H (2004b) 'Frida' and 'Fredrik', the first scab-resistant apple cultivars developed in Sweden. *Acta Horticult* 663: 871–874.

Nybom H, Mattisson H (2005) Flera resistensgener behövs för att bekämpa skorv. *Frukt & Bär* 47 (4): 12–13

Nybom H, Rumpunen K, Persson Hovmalm H, Marttila S, Rur M, Garkava-Gustavsson L, Olsson ME. Towards a healthier apple - chemical characterisation of an apple gene bank. *Acta Horticult*, in press

Reganold JP, Glover JD, Andrews PM, Hinman HR (2001) Sustainability of three apple production systems. *Nature* 410: 926–929

Sansavini S, Donati F, Costa F, Tartarini S (2004) Advances in apple breeding for enhanced fruit quality and resistance to biotic stresses: new varieties for the European market. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research* 12, special ed. 'Protection of Genetic Resources of Pomological Plants and Selection of Genitors with Traits Valuable for Sustainable Fruit Production, pp 13–52.

Tahir I, Jönsson Å (2005) Organic production of apple for industrial use. *Acta Horticult* 682: 723–730.