

# Äppelträd på egen rot

En litteraturstudie om användning, erfarenheter och förökning av rotäkta äpplen och ett praktiskt försök till sticklingsförökning av dessa.

Examensarbete för utbildningsprogrammet till trädgårdsmästare, Överby trädgårdsskola, Yrkesinstitutet Sydväst, vuxenklassen 2006.



foto: Hilma Kinnanen 15.4.2007, MTT, Piikkiö

Martti Hildén 9.12.2007

Handledare: Carina Emtö, Gerd Lönegren  
Överby trädgårdsskola, Inspektorsgränd 3,  
02940 Esbo

## Innehållsförteckning

1. Sammanfattning .....	3
2. English summary .....	4
3. Inledning .....	5
3.1. Förökning av äpple .....	5
3.2. Rotäta äpplen – varför? .....	5
3.3. Förökning av rotäta äpplen .....	6
4. Förökningsmetoder .....	6
4.1. Sticklingsföreökning .....	7
4.1.1. Vintersticklingar .....	7
4.1.1.1. Sticklingarnas ursprung .....	7
4.1.1.2. Skörden av skott .....	8
4.1.1.3. Behandling av skotten .....	8
4.1.1.4. Drivning .....	8
4.1.2. Sommarsticklingar .....	9
4.2. Mikroförökning .....	10
4.2.1. Mikroförökning av äpple .....	10
4.3. Kupning .....	12
4.4. Rotsticklingar .....	12
4.5. "Rotamma" .....	13
5. Stickningsförsök – material och metoder .....	13
5.1. Vintersticklingar .....	13
5.1.1. Växtmaterial .....	13
5.1.2. Behandling av sticklingarna .....	13
5.1.3. Odlingsutrustning .....	14
5.1.4. Odlingsförhållanden .....	14
5.2. Sommarsticklingar .....	15
5.2.1. Växtmaterial .....	15
5.2.2. Behandling av sticklingarna .....	15
5.2.3. Odlingsutrustning och förhållanden .....	15
6. Resultat .....	15
6.1. Vintersticklingar .....	15
6.1.2. Rotning av grundstam A2 .....	15
6.2. Sommarsticklingar .....	17
6.3. Orsaker till misslyckande och förslag till förbättring av försöksupplägget .....	18
7. Diskussion .....	19
7.1. Idén bakom rotäta äpplen .....	19
7.2. Behovet för forskning av förökningsmetoder i Finland .....	21
8. Slutord och tack .....	22
9. Referenser .....	22

# Äppelträd på egen rot

Författarens adress: Martti Hildén,  
Vanikkovägen 72, 04240 Tallmo



3 mature 'Cox's Orange Pippin' own-root trees grown as a tripod  
foto: Hugh Ermen 1987

## 1. Sammanfattning

Jag behandlar litteraturuppgifter om användning och egenskaper av rotäktä äpplen. Det har visats sig att rotäktä träd har en mängd goda egenskaper i livskraft, sjukdomsresistens, skördens regelbundenhet och fruktkvalitet. Dessutom växer ett nytt träd med samma sortegenskaper upp efter en skada på ovanjordiska delar. Då tillväxtkontroll genom en dvärgväxande grundstam saknas, måste styrningen av tillväxten skötas genom odlingstekniska åtgärder: sparsam användning av kvävegödsling och bevattning, balanserad beskärning under sommaren, nedböjning av unga grenar och tät plantering.

Förökningen av rotäktä äpplen är ett problem, då skott från odlingsorter rotar sig dåligt. Metoder för att förbättra rotningen av sticklingar har undersökts djupgående i England, på forskningsstationerna i Long Ashton, East Malling och Brogdale. Mera arbete behövs ännu för att utarbeta metoder för en ekonomiskt lönsam produktion av rotäktä äpplen. Sticklingsförökning av våra finska äppelsorter har inte undersökts.

Jag beskriver mera djupgående metoderna för rotningen av äppelsticklingar. Till dessa hör användning av IBA-hormon (indol-3-smörsyra), beskärning av skottbaserna (wounding), drivning av rotningen med bottenvärme och hämning av knoppsprickningen genom låga lufttemperaturer. Mikroförökning har i dag blivit en viktig metod att producera stora mängder av friska plantor med säkerställt ursprung och mikroförökningsmetoder undersöks aktivt på olika håll i världen. Rotningen av mikroskott av äpple är dock inte lätt utan liknande svårigheter uppträder, som vid rotningen av vanliga sticklingar. På MTT:s forskningsstation i Laukaa mikroförökas 10 olika rotäktä äppelsorter. Jag behandlar också möjligheterna till förökning av rotäktä äpplen från rotsticklingar och från kupade stubbskott. Ytterligare kan man få fram rotäktä äppelträd genom att ympa på en mycket svagväxande grundstam ('M27'). Grundstammen fungerar som en slags amma för skottet (nursing root), tills den bildar egna rötter.

Jag gjorde ett rotningsexperiment med vintersticklingar av 8 finska äppelsorter och grundstammen 'A2', med utnyttjande av ovannämnda metoder. Försöket misslyckades troligen på grund av att lufttemperaturen inte kunde kontrolleras, vilket ledde till snabb knoppsprickning före någon rotning hade ägt rum. Endast skott av den lätt rotade "A2" överlevde till 50%. Större skott och skott behandlade med IBA eller "videvatten" (ett legendariskt naturligt rotningssmedel) verkade klara sig något bättre. Skillnaderna var dock inte signifikanta beroende på de låga frekvenserna. Ett litet försök med sommarsticklingar visade en tydlig skillnad i bildningen av kallus i skottbasen mellan olika äppelsorter. Också lösningsbehandling med IBA, videvatten och vattenkontroll verkade ha olika effekt på kallusbildningen.

I diskussionen behandlar jag användningsmöjligheter av de rotäktä äpplena och behovet att utarbeta effektiva metoder för lönsam förökning. Egenrotade äppelträd kan tänkas ha ett speciellt värde i hemmaträdgårdar, i odlingen vid utkanten av fruktodlingsområdet och vid ekologisk odling. Sticklingsförökningen av de finska äppelsorterna borde undersökas. Jag hoppas att jag själv har möjlighet att fortsätta med detta intressanta arbete.

# Apple trees growing on their own roots

Address of the author: Martti Hildén,  
Vanikontie 72, FIN-04240, Talma, FINLAND



'Red Devil' on own-roots cropping heavily  
foto: Hugh Ermen 1992

## 2. English summary

I cite literature for the use and characteristics of own-rooted apples. The own-rooted trees have been reported for many good qualities: life vigour, disease resistance, fruit setting, fruit quality and re-growth true to the variety after damage to the trunk. In absence of growth control through dwarfing rootstocks, the growth management of own-rooted trees has to be done by cultural methods such as: careful use of nitrogen and irrigation, right and timely pruning (summer), bending down young branches and use of crowded planting.

A problem with own-rooted trees remains in propagation, as it is difficult to root cuttings from apple varieties. A great deal of research on the methodology of rooting apple cuttings has been done in England, at research station in Long Ashton, East Malling and Brogdale. There is however still insufficient knowledge about feasible techniques of propagating own-rooted trees from cuttings. No work has been done so far with the varieties cultivated in Finland.

I concentrate my paper on describing the methods of rooting apple cuttings. These involve the use of IBA-hormone (indolyl butyric acid), wounding of the cutting base, bottom heat in the rooting bins and withholding budburst by low air temperatures. Micro propagation has today become an important means of propagating large numbers of plants with certified variety, origin and free from disease. Rooting apple micro cuttings confronts similar problems as rooting normal cuttings and is by no means a straight forward process. Research in rooting micro cuttings has been done at different research stations round the world. In Finland MTT Agrifood Research Finland, Laukaa Research Station micro propagates today 10 own-rooted apple varieties (6 fruit trees). I further consider the propagation of own-rooted apple from root cuttings and from coppice shoots. In these cases you need to have an own-rooted tree to begin with. The nurse root method, however, involves the use of grafting onto a weak rootstock ('M27') that cannot meet the requirements of the scion. This promotes the development of adventitious roots on the scion itself.

I made a rooting experiment with hardwood cuttings of 8 Finnish apple varieties and the rootstock 'A2' following methods mentioned above. This experiment failed most probably because it was done too late in the season; air temperatures could not be controlled, which in turn led to rapid budburst before rooting. The only surviving cuttings were those of the rootstock 'A2', which is very easily rooted. From the 30 'A2' cuttings 50 % rooted. These were more often the larger ones and those treated with IBA or "willow water" (a legendary natural rooting agent), but the difference does not reach significance on account of the low frequencies. A small experiment with softwood cuttings showed clear difference between callus growths on different apple varieties. Liquid solutions of IBA, willow water and water control seemed also to have different effects.

I discuss the possibility of using own-rooted apples and hence the need of finding out effective methods of propagation. The own-rooted trees have special values for home gardens, but there may be additional usage in the commercial production at the edge of the fruit cultivation area (Finland) and in ecologic farming. The rooting of apple cuttings should be tested for the Finnish apple varieties. I very much hope to be able to continue with such experiments myself.

I want to express my special gratitude to Hilma Kinnanen from MTT, Piikkiö, who helped me so willingly with the practicalities of the experiment work and to Hugh Ermen, the father of the own root fruit tree project in England, who gave me valuable hints for literature and information on personal experiences by e-mail. I also thank Ursula Twomey from East Malling and Marjatta Mikkonen from the Finnish Museum of Natural History for help with literature, Antero Järvinen and Risto A. Väisänen (FMNH) for advice on statistic analysing, the supervisors of my work and other staff at the gardening school Överby trädgårdsskola, the staff at MTT research stations in Piikkiö and Laukaa, and student Curt Lönnberg and my brother Pentti Hildén for showing interest at my work.

## 3. Inledning

### 3.1. Förökning av äpple

Äpplet hör till de urgamla nyttoväxterna, som brukades redan i de första stora civilisationerna i Mindre Asien och Kina (Atkinson & Else 2003). De första bevisen är förkolnade frukter från Anatolien i Turkiet daterade till 6500 f. Kr. Äppelsorter är kloner, som förökas vegetativt från moderplantan och behåller därigenom de önskade sortegenskaperna. Den vanliga metoden att producera äppelplantor, är att ympa odlingssorten på en grundstam av annat ursprung. En metod, som utvecklades redan i fruktodlingens hemtrakter och importerades via Palestina och Egypten till antikens Grekland och Romarriket. Ympningsmetodiken, inte just förändrad under århundradenas gång, finns redan beskriven i många romerska skrifter. Till en början ympade man ädelkvistar av den önskade sorten på vilda träd (Gröndahl 2002) och på frösådda plantor men åtminstone sedan 1500-talet kände man till den vegetativa förökningen av grundstammar, för grundstammen 'Paradise' finns nämnd i en skrift 1536. Den ursprungliga orsaken till det krångliga förfarandet med ympning, är att äppelträd (och en del andra frukträd i rosväxtfamiljen) är svåra att få att rota sig som sticklingar. Sekundärt har grundstammens inverkan på äppelplantan använts, speciellt för att åstadkomma träd i mindre format med hjälp av svagväxande grundstammar. Idag används både frögrundstammar och klongrundstammar. Klongrundstammar förökas vanligen från stubbskott som kupas eller myllas ned för att åstadkomma rotbildning.

### 3.2. Rotäkta äpplen – varför?

Genom användningen av en grundstam kan man åstadkomma önskvärda egenskaper hos trädet men kombinationen grundstam och ädelskott är ingalunda problemfri. Grundstam och träd av ädelsorten är genetiskt olika. I värsta fall kan detta te sig i form av inkompatibilitet mellan dessa, som förhindrar eller stör sammanväxningen vid ympningen. Även i lyckade kombinationer, råder det ofta någon form av obalans mellan parternas livsfunktioner, vilket har en mängd inte fullt kända inverknings på trädets utformning och egenskaper (Ermen 2000). Det har visats sig att rotäkta äppelträd har en mängd goda egenskaper i livskraft, sjukdomsresistens, skördens regelbundenhet, fruktqualitet. Dessutom växer ett nytt träd med samma sortegenskaper upp efter en skada på ovanjordiska delar. Rotäkta träd, speciellt svagväxande sorter, kan därför rekommenderas för bruk i hemmaträdgårdar. Inom den kommersiella äppelodlingen kunde egenrotade träd kan ha speciella fördelar i områden med stora klimatiska krav, såsom i utkanten av fruktodlingsområdet, eller vid den ekologiska odlingen.



Comparison of 'Cox's Orange Pippin' trees growing on 'M9' dwarf rootstocks (left) own-roots (right)  
foto: Hugh Ermen 1991

### 3.2. Förökning av rotäta äpplen

Äppelsticklingar rotar sig dåligt och det är alltså svårt att effektivt föröka rotäta äpplen. På basen av litteratur behandlar jag metoder för vegetativ förökning av äpplen, speciellt med hänsyn på produktionen av rotäta äpplen. Framför allt fäster jag uppmärksamhet på sticklingsförökningen. Metoder för att förbättra rotningen av sticklingar har undersökts djupgående i England, på forskningsstationerna i Long Ashton, East Malling och Brogdale. Jag har inte hittat uppgifter om försök på sticklingsförökning från Finland och jag ser ett behov till undersökningen av möjligheterna till sticklingsförökning av våra inhemska äppelsorter. Det egna försöksarbetet med äppelsticklingar förra våren och sommaren misslyckades troligen på grund av att lufttemperaturen inte kunde kontrolleras, vilket ledde till snabb knoppsprickning före någon rotning hade ägt rum. Jag beskriver försöksupplägget, orsakerna till missen och utsikterna för nya undersökningar med en förbättrad kontroll av omgivningsfaktorerna.

### 4. Förökningsmetoder

För att bevarade önskade egenskaper hos vare sig ädelsort eller grundstam måste dessa förökas vegetativt utan utbyte av arvsanlag. Till grundstammar valde man ursprungligen ut träd som lätt kunde vegetativt förökas. I dag väljs grundstammar ut främst på basen av andra karaktärer och vissa av de nya grundstammarna är inte så lätta att föröka på traditionella sätt. Det har alltså uppstått ett behov att kunna föröka äpplen på nya sätt. Kunskapen i dessa förökningsätt har nu förbättrat också möjligheterna att producera äpplen på egen rot. I dagens läge sker ingen storskalig produktion av egenrotade äppelträd. (Hugh Ermen producerade dock ca 950 egenrotade år 2007!)

## 4.1. Sticklingsförökning

Jag beskriver i huvuddrag metoderna för sticklingsförökning enligt det set schema som främst utarbetats på försöksstationen East Malling i Kent i England (Howard 1981, Webster 1995, Ermen pers. inf.). Både förvedade s.k. vintersticklingar och färsk mjuka skott s.k. sommarsticklingar har använts. Även halvt förvedade sticklingar från sensommaren har använts med framgång i ett försök i Norge (Hansen 1989). Många av de faktorer som inverkar på rotningen är samma för både vinter- och sommarsticklingar.

### 4.1.1. Vintersticklingar

Som vintersticklingar används skott som tagits under viloperioden, från lövfällningen på hösten till tiden före knoppsprickningen på våren. Vid stickning används årsskotten, som bildats under den föregående sommaren.

#### 4.1.1.1. Sticklingarnas ursprung

Beskäring av äppelträd resulterar ohjälpligt i att en massa skott som bara slängs. Man kunde tänkas sig att dessa skulle utgöra material för sticklingsförökningen. Det har dock visat sig att sticklingarnas ursprung och kvalitet är av stor vikt.

A) Kraftig beskäring av moderplantorna förbättrar rotningförmågan, så att de bästa sticklingarna fås från starkt beskurna häckplantor eller ännu bättre från stubbskott från kupade bänkar (Howard 1984). (För annorlunda resultat se också Child & Hughes 1978.)

B) Marknära (basala) skott rotar sig bättre än högt belägna toppskott (Howard 1984).

C) Större och tjockare skott (längd > 60 cm) med mera reservnäring rotar sig bättre än svagare skott (Howard 1984).

D). Årsskottets bas med ledrosetten, som bildats under vårens långsamma tillväxt, rotar sig bättre än den distala delen av skottet (Howard, Harrison-Murray & MacKenzie 1984).

E) Etiolering av skotten genom mörkläggnings av moderplantorna under skotttillväxten i växtsäsongens början (2-3 veckor) eller blekning av skottbaserna (svart tejp) ökar rotningförmågan i sticklingar (Howard 1984).

F) Ringbarkning av skottbasen under tillväxtperioden speciellt tillsammans med etiolering ökar rotningförmågan (Delargy & Wright 1978).

#### 4.1.1.2. Skörden av skott

Hos äpple visar sticklingarna en tydlig säsongbetonad variation i rottningsförmågan, så att sticklingar rotar sig medelmåttigt på hösten, mycket dåligt under midvintern och bäst på senvintern och våren (Bassuk, Howard 1980). [Variationen har visat sig korrelera med mängden av fenoliska rottnings-kofaktorer (verkar tillsammans med auxin-hormonet vid rotbildningen) i saven. Ökningen av mängden kofaktorer föregås av en ökning av glukosiden phlorisin och en enzymaktivitet av polyfenoloxidas, vilka antagligen verkar som precursorer till rottnings-kofaktorerna.] Rottningsförmågan varierar på samma sätt även i skott som skördats på hösten och i skott där knopparna avlägsnats, så en rottningsframkallande stimulus måste alltså uppstå i själva skottvävnaden.

Man rekommenderar ändå att skörda skotten kort innan stickningen och inte lagra en längre tid på kyl. Lagring på kyl främjar till snabbare knoppsprickning, då skotten tagits ut från lager (Howard & Cheffins 1978). Tidig knoppsprickning är menligt för rotningen. För vårens stickning är alltså den bästa tidpunkten för skörd av skott i slutet av februari.

Om skotten förvaras på lager rotar sig vågrätt lagrade bättre än upprätt lagrade (Smith & Wareing 1971).

Framgången med stickning på hösten efter lövfällningen borde också utredas i finska förhållanden.

#### 4.1.1.3. Behandling av skotten

Rotning av skotten kan stimuleras med olika behandlingar före stickningen.

A) Behandling med auxin-hormonet IBA (indol-3-smörsyra) förbättrar rotningen. Bästa resultat har man fått genom att doppa skottbaserna i 5 sekunder på < 1 cm djup i en lösning med 2 500 ppm IBA upplöst i 50 % etanol (Howard 1985).

B) Rotningen förbättras också genom att skära snitt i skottbasen (wounding). Den starkaste reaktionen har man fått genom att klyva skottbasen i mitten, nerifrån upp, ca 2 cm långt. Nästa lika bra resultat får man med ett djupt sidosnitt (ca 1/3 av skottets tjocklek) in i centralcyllindern och mörgen och arbetet går mycket snabbare (Howard, Harrison-Murray & MacKenzie 1984).

#### 4.1.1.4. Drivning

A) Rotningen kan klart effektiveras genom att uppvärma växtunderlaget med bottenvärme (25°-30°C) (Child & Hughes 1978, Howard 1984). Den höga temperaturen ökar ämnesomsättningen, som förbrukar både syre och skottets näringsreserver. På grund av risken för syrebrist bör växtunderlaget vara poröst och stor noggrannhet måste fästas vid bevattningen. Helst skall man undvika bevattning och bevara fukten i underlaget genom att minimera avdunstningen genom att upprätthålla en hög luftfuktighet (plasttunnel, dys- l. dimbevattning). För att inte utplåna skottets



näringsreserver bör man inte förlänga perioden med bottenvärme mer än vad som behövs för att sätta igång rotningen (2-4 veckor) (Howard & Cheffins 1978).

B) Skotttillväxten konkurrerar effektivt om näringsreserverna med rotbildningen och det är elementärt att dröja knoppsprickningen tills rötternas tillväxt har kommit i gång. Man kan hindra knoppsprickning genom att hålla lufttemperaturen ovanför växtunderlaget lågt (0°-5°C). Hos oss i Finland, kunde man utnyttja låga temperaturer utomhus, genom att påbörja odlingen tillräckligt tidigt i ett kallväxthus eller utföra odlingen med bottenvärme i något kylutrymme (sticklingarna behöver inte ljus före knoppsprickningen).

Efter rotningen måste sticklingarna planteras varsamt på ett skyddat läge, där de inte utsätts för vind eller markrörelser (Howard & Cheffins 1978).

#### 4.1.2. Sommarsticklingar

Sommarsticklingar är mjuka, färska skott som tas då skotten hunnit växa till sig (5-20 cm i juni) men har ännu inte förvedats.

Samma egenskaper och behandlingar av skotten förbättrar rotningen av sommarsticklingar (Howard, Harrison-Murray & Arjyal 1985) och vintersticklingar: a) kraftig beskärning av moderplantorna, b) användningen av basala skott, c) etiolering av skotten genom mörkläggning av moderplantorna eller blekning av skottbaserna.

Skotten bör skördas då luftfuktigheten är hög och avdunstningen liten (t.ex. tidigt på morgonen) och placeras i en fuktad plastpåse för transport.

Överflödiga blad avlägsnas (1 assimilerande blad räcker) för att minska på avdunstningen. Behandling med IBA förbättrar rotningen.

Uppodlingen av sommarsticklingar sker under den varmaste årstiden. För att undvika slokande av de mjuka, rotlösa sticklingarna bör odlingen ske i hög luftfuktighet och med kontroll av temperaturen. Odlingen utförs i plasttunnlar på växthusbord med dys- eller än bättre med dimbevattning och skuggning. Bottenvärme kan vara onödig då temperaturerna under odlingen ändå ligger högt.

Sommarsticklingar rotar sig i lyckade fall först på sensommaren eller hösten. Sommarstickning kan tänkas vara en olämplig metod för äppelförökningen i Finland, då plantorna snart måste lagras och odlingen vidare kan fortsätta först följande säsong.

## 4.2. Mikroförökning

Mikroförökning har i dag blivit en viktig metod att snabbt producera stora mängder av friska plantor med säkerställt ursprung (Haapala & Niskanen 1992, Webster 1995). Mikroförökning utförs i en steril miljö i ett laboratorium och har fått sitt namn av att kulturen påbörjas från en liten mängd odifferentierade celler, som ofta tagits fram med skalpell inifrån knoppar eller skottspetsar. Meristemcellerna odlas på sterilt odlingsunderlag sammanställt ofta av bindemedlet agar och komplicerade näringslösningar med makro- och mikronäringsämnen, sockrar, organiska syror, hormoner, vitaminer, m.m. I kontrollerade ljus- och värmeförhållanden, sterilt inneslutna i sina små kärl på hyllorna i odlingsutrymmet, differentieras meristemcellerna så småningom till växtvävnader: skott, blad och rötter.

Det finns forskningsresultat, delvis på äpple, som visar att odlingsframgången i mikrokulturer kan variera beroende på var på plantan meristemcellerna tagits. Vissa resultat tyder på att rotskott skulle utgöra det bästa utgångsmaterialet för mikrokulturer av fruktträd.

Många växter från tempererade områden behåller en årstidsrytmik ofta länge även konstgjorda förhållanden, vilket kan ställa till med problem för produktionen. Tillväxtfasen måste speciellt observeras vid odlingsstarten.

Odlingsunderlagen måste skräddarsys för varje växt och t.o.m. för varje enskild äppelsort. Det är omöjligt att hitta entydiga rekommendationer på näringslösningarnas sammansättning från de olika forskningsresultaten.

Ljusets kvalitet och kvantitet och dagslängden påverkar också mikrokulturens utveckling. Temperaturen kan användas på samma sätt som i vanlig växtodling, att hasta eller dröja livsfunktionerna.

### 4.2.1. Mikroförökning av äpple

En del växter (t.ex. jordgubbe) rotar sig lätt redan i mikrokulturen, in vitro, medan andra bildar endast skott och blad. Äpplen är besvärliga att få att rota sig och speciella svårigheter har framträtt vid aklimatisering av rotade plantor till vanliga odlingssubstrat och -förhållanden. En bättre metod kan vara den som tillämpas på MTT:s forskningsstation i Laukaa, där man sticker någon centimeter långa mikroskott (efter 3 dagar i en IBA-sockerlösning i mörker) i vanligt växtunderlag (växttorv, perlit) för rotning. Sticklingarna placeras i propagatorer, skuggas och aklimatiseras så småningom. Processen är inte problemfri utan stöter på liknande svårigheter som rotningen av sommarsticklingar; många små mikrosticklingar går under. I Laukaa mikroförökas 10 olika rotäta äppelsorter, varav 6 fruktträd (Hokka o.a. 2007). De säljs vidare till plantskolor för uppodling som småplantor (< 30 cm) till ett pris på 2,70 € st.

Ett frågetecken med användningen av mikroplantor är uppkomsten av vissa epigenetiska (icke ärftliga) förändringar hos plantorna. Bland fruktträden kan mikroförökning framkalla s.k. ungdomliga karaktärer (induced juvenility), såsom tendensen till kraftig bildning av rotskott

(suckers) och rotknottor (burrknottning) i barken. Egenskapen kan bestå länge och vara problematisk vid odlingen (Jones & Webster 1993). Mikroplantor har därför inte rekommenderats för omfattande bruk inom fruktträdsproduktionen om andra metoder finns att tillgå (Webster 1995). Mikroförökningen är ett aktivt forskningsområde inom växtproduktionen i dag och vi kan förvänta oss framsteg både inom förökningen och i kvaliteten på mikroplantor av fruktträden.

## Omajuuriset omenapuut

- Juuri ja latvus ovat samaa puuta
- Erinomainen uusiutumiskyky
- Kehittyy nopeasti pikkutaimesta myyntikuntoon
- Puun kasvua säätelee lajikkeen oma perimä



### 4.3. Kupning

Kupning är det traditionella sättet att föröka kloner av grundstammar (Krannila 1996). Jordmånen i moderträdslandet får gärna vara sandig och lätt och platsen fri från växtsjukdomar. Unga träd får växa några år och kapas sedan ned till marknivån. Stubbskott som växer fram på försommaren myllas ned i flere omgångar och bildar adventivrötter vid skottbasen. På senhösten putsar man bort myllan kring stubbarna och skär loss skotten så lågt nere som möjligt. Hos oss tas de buntade skotten in på kyllager i sand och planteras ut på fältet på våren för att växa till sig. Skotten odlas i 1-2 växtsäsonger på friland, för att bli tillräckligt kraftiga för ympning. Samma moderplantor orkar producera nya stubbskott i årtal på goda ställen.

Det är möjligt att en del ädelsorter kunde förökas genom kupning av stubbskott. Odlingssorternas sämre rotbildningsförmåga utgör dock troligen ett hinder för en effektiv plantproduktion för de flesta sorter. Metoden är också arbetskrävande då den förutsätter upprättande och skötsel av ett moderplantsland.

### 4.4. Rotsticklingar

Rotsticklingar är en säker metod att föröka även rotäktade äppelträd (Ermen 2000, Ermen pers. inf.). Den brukas inte så mycket i den kommersiella produktionen av frukträd, då den är ganska arbetskrävande. Lämpligast kan rötter tas tillvara vid flyttningen av barrotade plantor. Goda rotsticklingar kan växa till en 50 cm piskplanta på en sommar.

Bästa rotsticklingar tas från unga växande träd. Rötterna bör vara 5-10 mm tjocka och kan klippas till 12-15 långa bitar.

Enligt gammalt vetande växer skotten bättre från rötter som lagrats upp och ner (rotändan uppåt) i sand på kyllager, än från rötter som förvarats i annat läge. (Planteringen sker dock på vanligt sätt med rotändan nedåt.)

Odling till saluduglig planta sker snabbare i en plasttunnel än på friland.

Rotsticklingar är en idealisk metod för småskalig produktion, också av rotäktade träd!



'Cox's Orange Pippin' own-root  
foto: Hugh Ermen 1987

## 4.5. "Rotamma"

En annan säker metod för produktion av rotäktä äpplen är att ympa på en mycket svagväxande grundstam, 'M27' eller 'M9' (Ermen 2000, Ermen pers. inf.). Den svaga grundstammen fungerar som en slags amma (nursing root) för skottet, men kan inte stå för skottets behov. Detta stimulerar till bildning av adventivrötter från ädelskottet då planteringen skett på lämpligt djup. Då en fungerande "egenrot" har bildats kan grundstammen avlägsnas.

Också i den här metoden är det bra att använda starka skott (>60 cm), som fås från häckplantor eller stubbar som odlas enkom för ändamålet. En del ädelsorter bildar rötter ogärna och de kan få rota sig i flere år och grundstammen kan lämnas kvar på sin plats. (Ermen anger dock att han i dag lyckas till 95 % med "nursing root"-metoden.)

Bottenvärme och odling i plasttunnel kan försnabba rotutvecklingen men rotningen kan också ske direkt på friland.

Metoden påminner mycket om vanlig produktion äppelplantor, med ympning av skotten på en grundstam. Den är dock säkert mer arbetskrävande, beroende på uppföljningen av rotbildningen och avlägsnandet av oönskade rotdelar.

## 5. Stickningsförsök – material och metoder

### 5.1. Vintersticklingar

#### 5.1.1. Växtmaterial

Kraftiga fjolårsskott samlades på MTT:s forskningsstation för trädgårdsproduktion i Pikis 22.1.-2.2.2007. Kvistarna förvarades liggande i buntar på kyllager tills sticklingsförsöket inleddes. Kvistar av 9 i Finland odlade äppelsorter användes: 7 odlingsorter - 'Lavia', 'Lobo', 'Petteri', 'Särsö', 'Sävstaholm', 'Tsaarin Kilpi' och 'Vuokko', ett prydnadsäpple 'Chestnut' och en äppelgrundstam 'A2'. Under försökets gång visade det sig att den föregående sommaren hade främjat en synnerligen kraftig generativ utveckling, så att 59 % av de till synes vegetativa skotten hade blomanlag, främst i skottspetsarna.

#### 5.1.2. Behandling av sticklingarna

Dagen före stickandet beskars den torkade snittytan från skottbaserna och äppelskotten placerad upprätt stående i kärl med skottbasen i a) vatten (kontroll), b) "videvatten" och c) havstångsextrakt på kylrum, tills preparering för stickande påbörjades.

Videvatten (Puryear 1986, Sternberg 2007, Welch) tillverkades så att ett kärl fylldes till 3/4 av upprätt ställda, ihop buntade, 10 cm stumpar från 3-10 mm tjocka fjolårs skott av korgvide *Salix viminalis* och knäckepil *Salix fragilis*. Kärlet med videskotten fylldes med kokande vatten, som fick

svalna till rumstemperatur. Äppelskotten placerades stående i kärlet tillsammans med videskotten. Havstångsextrakt tillverkades från koncentrat [Biolan-merileväuute, tillverkare Chase Organics (G. B.) Ltd.] utspädd med vatten i förhållande 1:2.

En del långa skott delades före blötläggningen så att förutom a) hela årsskott, kunde b) distala skottändor och c) proximala skottbaser testas. Sticklingarnas längd varierade från 17 till 70 cm (median 40 cm).

Före stickandet skars skottbaserna (wounding) på två olika sätt. Hälften av skottbaserna skars med a) ett sidosnitt till ungefär 1/3 av tjockleken och in i centralcyllindern och mårgen (snabbare) och hälften b) klövs centralt från basen upp (2-3 cm).

Genast efter beskärning l. sårande doppades hälften av skotten för 5 sekunder i en a) auxin-hormonlösning (2500 ppm KIBA, kalium-indol-3-smörsyra upplöst i 50 % etanol), medan hälften blev b) utan denna behandling. Efter behandlingarna stacks skotten direkt i växtunderlag.

### 5.1.3. Odlingsutrustning

De preparerade skotten (363 st.) stacks den 3.4.2007 i 30-45° lutning i plastlådor (ca 40 st./låda), med fuktat växtunderlag blandat av 4 delar gödslad och kalkad medelgrov ljus växttorv (8 kg kalk, 1 kg Y-gödsel för torv, 0,5 kg superfosfat), 2 delar vermikulit (poröst lermineral) och 1 del sand. Lådorna (innermått 50,5 x 24 x 8,5 cm) hade springor i botten för dräneringen, som täcktes med hushållspapper före tillsättningen av växtunderlaget. De fyllda lådorna vattnades över med Previcur, ett medel mot svampinfektioner. Lådorna placerades på bord (380 x 130 cm) med värmekablar i ett lager av 10 cm genom fuktad sand och ovanpå denna en underbevattningsmatta. Över bordet spändes bågar (höjd 90 cm) för ett plasttält. Innanför tältet fanns dysbevattnings-system. Provet utfördes i ett mindre glasväxthus (ca 10 x 5 m), med otillräckliga möjligheter för värmereglering.

### 5.1.4. Odlingsförhållanden

Odlingen var täckt med svart plast under de första 8 dagarna, sedan med vit "mjölkplast" som släpper igenom ljus. Luftfuktigheten i plasttunneln hölls konstant hög med dysbevattningen. Värmen i växtunderlaget varierade mellan 20-25°C under de fyra första veckorna då bottenvärmen var kopplad på och sjönk knappast därefter. Lufttemperaturen kunde inte kontrolleras tillräckligt med ventilering eller dysbevattning. Dygnet temperatur maxima varierade mellan 20° och 25° under den första veckan men var för det mesta mellan 30° och 40° under resten av försöksperioden. Också nattens lägsta temperatur var under hela försöksperioden 10° eller ovan. Detta ledde till mycket knoppsprickning redan efter den första veckan. (Pärbild tagen 15 dagar efter stickning.) Den rikliga blombildningen utplånade säkert också sticklingarna på näringsreserver. Blomknopparna avlägsnades först den 4.5. då huvuddelen av sticklingarna redan uppvisade tydliga tecken till undergång. Försöket avslutades den 5.6. - för sent för en avläsning av resultat, då nästan alla icke rotade sticklingar hade redan torkat ut och skottbaserna var långt förmultnade.

## 5.2. Sommarsticklingar

### 5.2.1. Växtmaterial

Ett litet försök gjordes också med sommarsticklingar. Kraftiga skott (> 10 cm) av 4 odlingsorter: 'Lavia' 24 st., 'Petteri' 64 st., 'Särsö' 24 st. och 'Vuokko' 72 st., samlades 7.6. på morgonen i fuktad plastpåse och ställdes i kylskåp för dagen.

### 5.2.2. Behandling av sticklingarna

På eftermiddagen preparerades skotten. A) De nedre bladen avlägsnades och endast ett nästan fullt utvecklat blad lämnades kvar överst tillika med skottspetsen med sina bladanlag. B) 1/3 av 'Petteri' och 'Vuokko' toppades dessutom.

På varje sort utfördes 3 olika behandlingar: a) 1/3 fick stå i vatten över natten, b) 1/3 fick stå i auxin-lösning (100 ppm KIBA i vatten) och c) 1/3 fick stå i videvatten (tillverkad av 10 cm stumpar av avlödade färska skott av korgvide; se tillverkning ovan).

### 5.2.3. Odlingsutrustning och förhållanden

Stickningen utfördes på morgonen 8.6. i brett med en blandning av växttorv, vermikulit och sand (se ovan). Brättena ställdes i en plasttunnel av mjölkplast med dysbevattning. Sommarsticklingarna fick stå i ett något större och högre växthus (ca 15 x 15 m) med skuggningsgardiner, så att värmeförhållandena var mera stabila än för vintersticklingarna. Försöket avslutades 25.8.2007, då en stor del av sticklingarna fortfarande var pigga och krya.

## 6. Resultat

### 6.1. Vintersticklingar

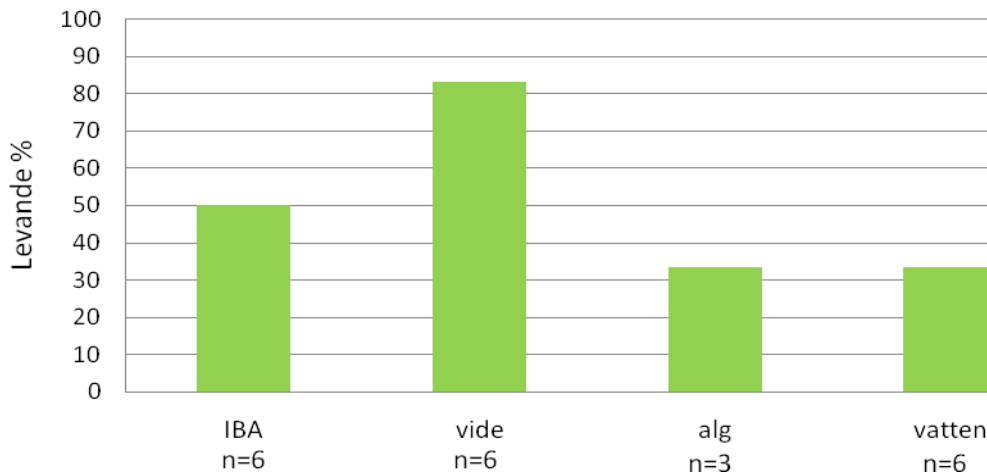
Försöket avslutades för sent för en avläsning av resultat. Många odlingsorter hade bildat kallas i skottbasen och några hade anlag till rötter men detta kunde inte längre uppskattas, då skottbaserna var redan långt förmultnade. Den rätta tidpunkten för avläsning av resultat skulle antagligen ha varit ca fyra veckor efter försökets början, då de flesta sticklingar slokade men var ännu vid liv. Endast sticklingar av grundstam A2 var vid liv den 5.6., många i kraftig tillväxt.

#### 6.1.2. Rotning av grundstam A2

Antalet sticklingar av grundstam 'A2' (30 st.), av vilka hälften hade rotat sig och var vid liv, är för litet för att ge goda svar på skillnader i den rotningsframkallande förmågan av de olika metoderna som brukades.

A) Havstångsextrakt förbättrade inte rotningen gemfört med vattenbad. Skott som hade legat i videvatten rotade sig mer än dubbelt så bra jämfört med dessa. Hormonbehandlade skott (IBA) visade också en högre rotning än sådana som behandlats med vatten eller tångextrakt men uppnådde inte samma rottingsprocent som de videvattenbehandlade. En stor del av de observerade skillnaderna kan misstänkas bero på slump, då individantalen var så låga. Endast skillnaden mellan de videvattenbehandlade och de vatten- eller tångextraktbehandlade var riktgivande (ett påstående att skillnad finns har en felmarginal på 10 %).

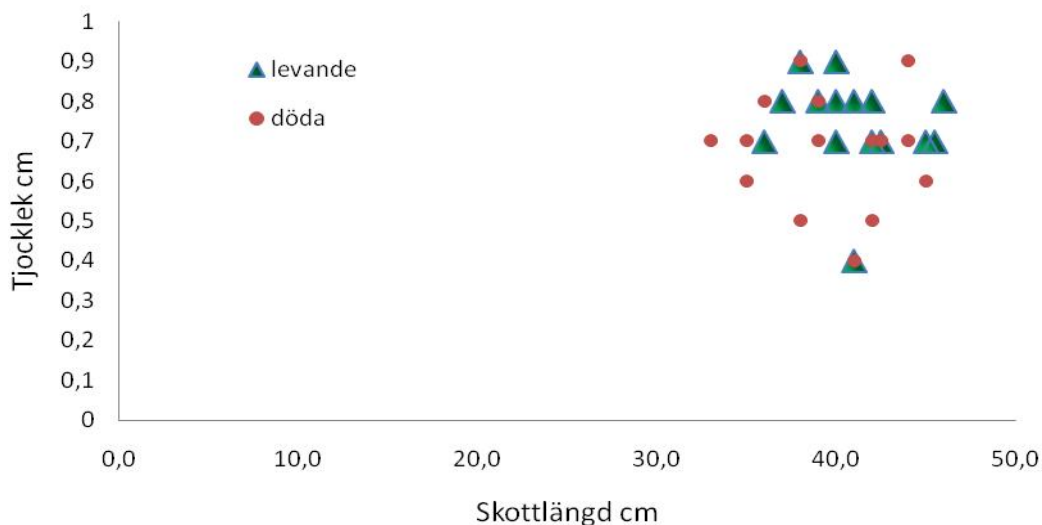
### Lösningsbehandling - överlevnad



Khi-test: vide – vatten/levande – döda, NS,  $P < 0,1$

B) Större skott rotade sig aningen bättre än de mindre. Av 5 distala skottändor hade ingen rotat sig, medan 15 av de 25 grövre basala skottdelarna (60 %) var rotade. Skillnaden i överlevnad mellan större och mindre skott (räknad på approximerad skottvolym, skottlängd x skottbasens yta) var inte fullt signifikant utan låg just under gränsen för 5 % risknivå.

### Storlek - överlevnad



Mann-Whitney-test: storlek/levande - döda, NS,  $P < 0,053$



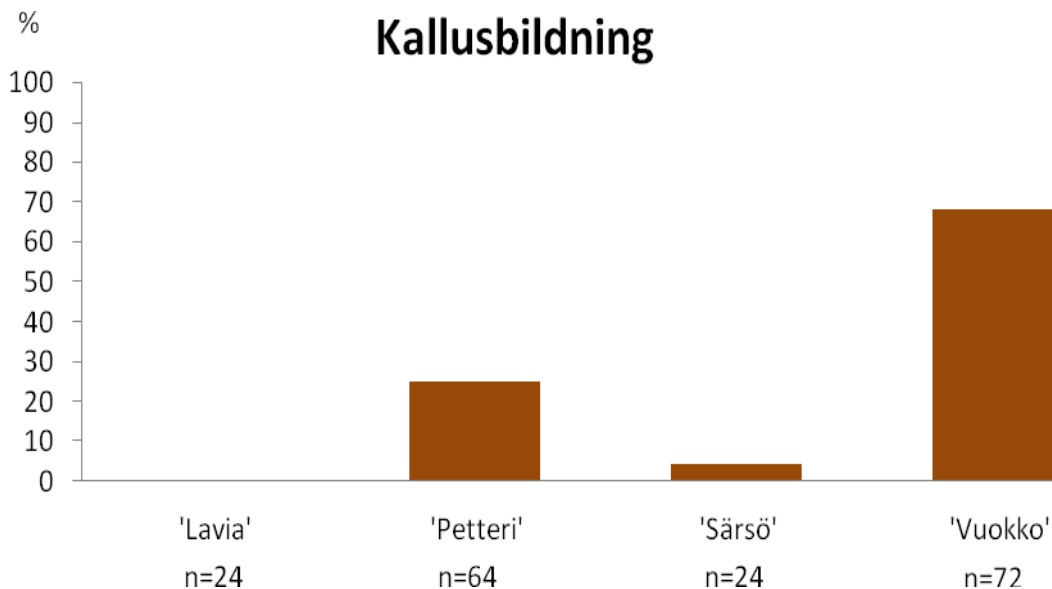
C) Ingen skillnad kunde spåras mellan prepareringen av skottbaserna. (Av de kluvna var 6 levande - 8 döda, av sidosnitten 9 levande – 7 döda).

D) Ännu mindre kunde skillnader mellan skottegenskaper eller behandlingar spåras i de olika tillväxtmåtten (antalet rötter, längden av den längsta roten, längden av 2 roten, antalet skott, längden av det längsta skottet, totala antalet blad), som uppmättes från de överlevande 15 sticklingarna.

## 6.2. Sommarsticklingar

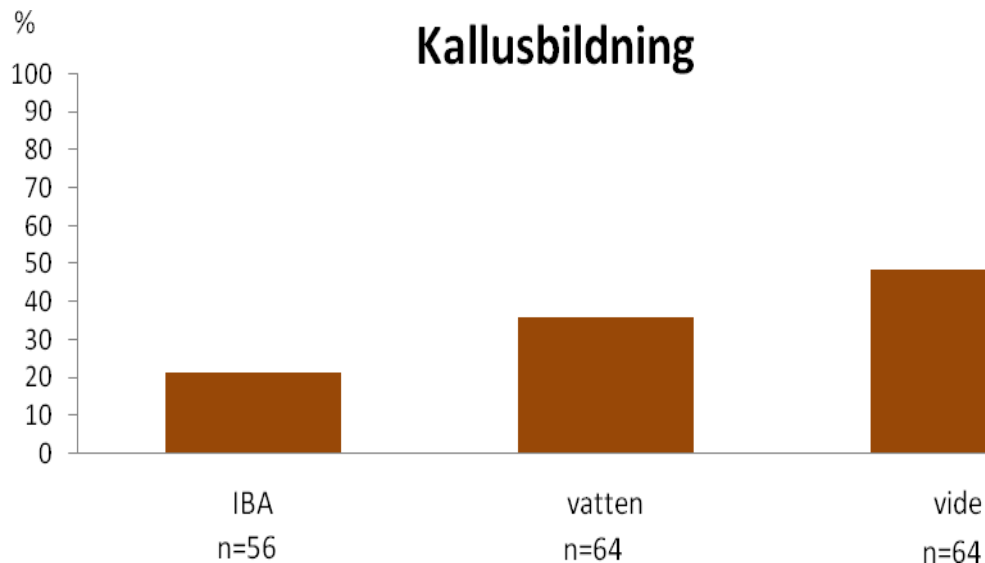
Hos sommarsticklingar kunde ingen rotning observeras efter dryga en och en halv månader efter stickandet, fast många av sticklingarna fortfarande var pigga och krya. Däremot hade många sticklingar bildat kallus i skottbasens såryta, ett utvecklingsförlopp som är ofta ett inledande skede till rotbildning.

A) Tydliga skillnader fanns i bildningen av kallus hos de olika sorterna. Hos 'Vuokko' uppvisade hela 68 % av skotten bildning av kallus och en fjärdedel av 'Petteri' likaså, medan hos 'Särsö' fanns kallus bara på en stickling och hos 'Lavia' på ingen alls. Skillnaderna var mycket signifikanta (påståendet att det finns skillnad mellan 'Vuokko' och 'Petteri' har en risknivå  $< 0,1$  %).



khi-test: kallusbildning/'Vuokko' – 'Petteri',  $P < 0,001$

B) Oftast kunde kallus observeras på skott som hade fått stå i videvatten (48 %), jämfört med vattenkontrollen (36 %). Badet i IBA var tydligen för starkt, för den försämrade resultatet (21 %). Här var skillnaden signifikant endast vid jämförelse mellan IBA och videvatten (risknivå < 1 %).



khi-test: kallusbildning/IBA – videvatten,  $P < 0,01$

C) Toppningen av skotten visade ingen som helst inverkan i försöket.

### 6.3. Orsaker till misslyckande och förslag till förbättring av försöksupplägget

Den största orsaken till misslyckandet i försöket med vintersticklingar, var antagligen de höga lufttemperaturerna, som sporrade sticklingarna till nästan omedelbar knoppsprickning. En annan omständighet med liknande negativa verkningar kunde vara den starkt generativa utvecklingen, med mycket blommor och blommande skott. Dessa fenomen förbrukade säkert snabbt sticklingarnas näringsreserver. Förvaring på kylkameror av skotten i ca två månader anses heller inte bra för rotningen.

En förbättring av odlingsförhållandena utan dyrbar utrustning, kunde uppnås helt enkelt genom en tidigare odlingsstart i slutet av februari. Skotten kunde då också samlas omedelbart före försöket. Man kunde också tänka sig att flytta odlingsstarten in på kylkameror, på underlag med bottenvärme. Sticklingarna behöver ju inte ljus, så länge som knoppsprickning kan hindras genom låga lufttemperaturer.



'Katy' own-root apple trees, kept to same size as 'M9' trees by allowing very heavy cropping  
foto: Hugh Ermen 1987

## 7. Diskussion

### 7.1. Idén bakom rotäta äpplen

Rotäta äpplen är inte en helt ny uppfinning. Ett anförande om sticklingsförökning av äpplen av Arthur Biggs kan hittas i Transactions of the Horticultural Society of London från år 1807. Endast ett fåtal sorter kunde dock fås att rota sig, förrän forskningen kom fram med kunskap om nya förökningsmetoder, rotning med hjälp av bottenvärme och rotningshormon och mikroförökning.

Det finns starka fördomar mot rotäta äpplen. Hela äppelodlingens historia har ju byggts på ympning, först på vildplantor (Gröndahl 2002) och frögrundstammar och åtminstone i ett halvt årtusende också på vegetativt förökade grundstammar (Atkinson & Else 2003). Grundstammarnas egenskaper: livskraft, tillväxthastighet, förmågan att växa ihop med skott av olika sorter, sjukdomsresistens, o.s.v. har redan länge varit föremål för växtförädlingen. Det är däremot skäl att lägga märke till, att så är inte fallet med egenrotade äppelträd! Pågrund av den besvärliga förökningen, är rotäta äpplen fortfarande en relativt ny och utforskad möjlighet inom äppelproduktionen!

Rotäta äpplen har visat sig inneha en mängd goda egenskaper i livskraft, sjukdomsresistens, skördens regelbundenhet och fruktkvalitet (Ermen 2000) och dessutom växer ett nytt träd med samma sortegenskaper upp efter en skada på ovanjordiska delar. Den enda nackdelen med rotäta träd är att de är ofta starkväxande och visar ofta också en lång period av vegetativ tillväxt förrän de uppnår skördeålder. Det finns dock bra odlingstekniska metoder att råda bot på denna

olägenhet: a) återhållsam bevattning, speciellt under perioden med vegetativ tillväxt på försommaren, b) återhållsam gödsling, speciellt kvävegödsling, c) rätt balanserad beskärning på sommaren och d) tät plantering t.ex. i speciella trefot-arrangemang (tripod). Det är skäl att uppmärksamma, att de två första metoderna sparar på resurser!



3 x 'Cox's Orange Pippin' own-root trees grown as a tripod to control vigour  
foto: Hugh Ermen 1998 och 1987

För kunskapen om äppelsorternas egenskaper, är det viktigt att kunna uppskatta t.ex. livskraft, tillväxtsätt, skörd, frukt kvalitet och motståndskraft mot sjukdomar, utan påverkan av en grundstam. Då man grundar gendatabanker och trädgårdar för bevarande av äppelsorter, borde egenrotade träd användas. Då kunde de sanna sortegenskaperna avläsas från träden. Samlingen skulle kräva ett större odlingsutrymme men trädens livslängd skulle åtminstone fördubblas.

Rotäktat träd kan säkerligen rekommenderas för bruk i hemmaträdgårdar (Hokka o.a. 2007), där de t.ex. bildar sortäktat rotskott efter gnagarskador. Speciellt naturligt svagväxande sorter kan förordas.

Inom den kommersiella äppelodlingen har konkurrensen tvingat fram en minimering av odlingsinsatserna i de viktigaste odlingsområdena för äpple. Med hjälp av dvärgväxande grundstammar har man uppnått såväl en minskning av skörde- och beskäringsarbete, som en effektivare användning av odlingsarealen. Dvärggrundstammar är troligtvis framtiden också för en hel del andra fruktträd i de huvudsakliga odlingsområdena (Atkinson, Else 2003). Här i Finland, i utkanten av fruktträdens utbredningsområde, kan saken vara något annorlunda. Odlingen av många svagväxande grundstammar har visat sig osäker, med stora förluster genom vinterskador av rotsystemen. Inom den ekologiska odlingen kan egenrotade träd också ha potentiella möjligheter genom sjukdomsresistens, mindre krav på gödsling och bevattning. Det kan alltså vara skäl att bedöma alternativa odlingsmetoder också inom den yrkesmässiga odlingen.

## 7.2. Behovet för forskning av förökningsmetoder i Finland

För att rotäta äpplen överhuvudtaget kunde bli ett alternativ, borde man kunna lösa problemen med förökningen.

I Finland mikroförökar MTT (Forskningscentralen för jordbruk och livsmedelsekonomi) på Laukaa forsknings station 10 olika rotäta äppelsorter, som säljs till plantskolor för vidare uppodling (Hokka o.a. 2007). Mikroförökning är dock inte en problemfri förökningsmetod utan rotningen av mikrosticklingar möter liknande svårigheter som rotningen av sticklingar. De lämpliga förökningsmetoderna måste skraddarsys för varje enskild äppelsort. Ett annat frågetecken med mikroplantor är vissa epigeniska (icke ärftliga) förändringar i plantorna. En kraftig bildning av rotskott och rotknottor i barken, förknippade med mikroförökningen, är ibland problematiska vid odlingen (Jones & Webster 1993). Mikroförökningen är ett aktivt forskningsområde inom växtproduktionen i dag och vi kan förvänta framsteg, också inom förökningen och kvaliteten på mikroplantor av fruktträd.

Metoderna för sticklingsförökningen av äpple har grundligt utforskats redan på 1980-talet, främst på forskningsstationen East Malling i England (Howard 1981, Webster 1995). Resultaten har i någon utsträckning använts vid produktionen av klongrundstammar men produktionen av rotäta äpplen har sedan dess varit beroende på ett fåtal entusiasters intresse (Ermen 2000, Corbett 2001-2002). Det finns inte kännedom om sticklingsförökningen av äppelsorterna som odlas i Finland. Jag anser att det skulle vara viktigt att utreda sticklingsförökningens möjligheter vid sidan om mikroförökningens. Då metodiken för sticklingsförökningen är långt utarbetad, skulle omfattande försök kunna lätt utföras med relativt små resurser. (Erfarenheter om sorternas rotningförmåga kan utvärderas redan efter 1-2 månaders odling). Vintersticklingar som kan rotas på försommaren och har en växtsäsong framför sig för en utveckling till småplantor, kan tänkas vara en mera realistisk förökningsmetod i Finland, än sommarsticklingar, som rotar sig först på sensommaren eller hösten.

Andra metoder för förökningen av rotäta äpplen, kräver mera resurser i arbete, tid och utrymme. A) En säker metod att få till stånd rotäta plantor, är att ympa på vanligt vis på en så svag grundstam (M27), att den inte kan stå för skottets behov (Ermen 2000, Ermen pers. inf.). Plantan bildar då adventivrötter från det ädla virket, som småningom ersätter grundstammen. B) En annan effektiv metod för småskalig produktion av rotäta träd är förökning från rotsticklingar (Ermen 2000, Ermen pers. inf.). C) Egenrotade träd bildar säkert också stubbskott om trädet kapas ned men huruvida skotten kan drivas till bildande av adventivrötter genom kupning är oklart.

## 8. Slutord och tack

Egenrotade äpplen är en ny och okänd möjlighet i Finland och vi borde därför satsa på att utreda dess för- och nackdelar. Jag hoppas att jag själv har möjligheter att fortsätta med försök av sticklingsförökningen, med ett bättre försöksupplägg och kanske också mer sporrande resultat.

Jag vill alldeles speciellt tacka Hilma Kinnanen på MTT:s forskningsstation för trädgårdsproduktion i Pikis för hennes sporrande vänlighet och hjälpsamhet med försökets praktiska utförande och Hugh Ermen, fadern av "Own Root Fruit Tree Project" i England, som gav mig värdefulla tips om litteratur och delade med sin egen erfarenhet per e-post.

Jag tackar också Ursula Twomey på East Malling och Marjatta Mikkonen på Naturhistoriska centralmuseet för hjälp med litteratursök, Antero Järvinen och Risto Väisänen (NHCM) för råd med statistiken, mina handledare och annan personal på Överby trädgårdsskola, personalen på MTT:s försöksstationer i Pikis och Laukaa och studerande Curt Lönnberg och min bror Pentti Hildén för ett intresse till mitt arbete.

## 9. Referenser

Christopher John Atkinson, Mark Andrew Else 2003: Enhancing Harvest Index in Temperate Fruit Tree Crops Through The Use of Dwarfing Rootstocks. – Proceedings of International Workshop on Cocoa Breeding for Improved Production Systems, 19-21 October 2003, Accra, Ghana: 118-132.

Nina L. Bassuk, Brian H, Howard 1980: Seasonal rooting changes in apple hardwood cuttings and their implications to nurserymen. – Combined Proceedings for 1980 from International Plant Propagators' Society 30: 289-293.

Arthur Biggs 1807: Apple trees from cuttings. – Transactions of the Horticultural Society of London, Vol. I.

R. D. Child, R. F. Hughes 1978: Factors influencing rooting in hardwood cuttings of apple cultivars. – Acta Horticulturae 79.

Phill Corbett 2001-2002: Cool Temperate, The own-root fruit tree project. – [http://www.cooltemperate.co.uk/own\\_root.shtml](http://www.cooltemperate.co.uk/own_root.shtml)

J. A. Delargy, C. E. Wright 1978: Root formation in cuttings of apple (cv. Bramley's Seedling) in relation to ringbarking and to etiolation. – New Phytologist 81: 117-127.

Hugh F. Ermen 2000: Fruit trees on their own roots; Growing apple trees on their own roots. – <http://www.orangeppin.com/own-roots.aspx>

Hugh F. Ermen: Personlig information per e-post 2007 om erfarenheter med och förökning av rotäktä äpplen.

Mia Gröndahl 2002: Äppelriket – Bokförlaget Prisma, Stockholm

Tapani Haapala, Anna-Maija Niskanen 1992: Pohjoisten puuvartisten kasvien mikrolisäys. – Valtion painatuskeskus, Opetushallitus

Egil Hansen 1982: Plantskoledrift, svensk bearbetad upplaga av Lars Rudin, Birgitta Nordström  
1993: Odling av plantskoleväxter. – Natur och Kultur/LTs förlag.

O. B. Hansen 1989: Propagating apple rootstocks by semi-hardwood cuttings. – Norwegian journal of agricultural sciences 3 (4): 351-365.

O. B. Hansen 1990: Rapid production of apple rootstocks by softwood cuttings. – Scientia Horticulturae 42 (4): 277-287.

Heikki Hokka, Virpi Lahtonen, Riitta Peränen, Pirkko Pöyhönen, Marjatta Uosukainen 2007: Laukaan toimipisteen emokasvihinnasto vuonna 2007. – MTT Laukaan toimipiste, Viljelijätiedote 1/2007

B. H. Howard, N. J. Cheffins 1978: Cultural factors affecting the establishment of the establishment of fruit rootstock hardwood cuttings. – Acta Horticulturae 79: 33-56.

B. H. Howard 1981: Propagation by leafless winter cuttings. – Plantsman 3 (2): 99-107.

B. H. Howard 1984: Plant propagation. – Annual Report of the East Malling Research Station for 1983: 77-91.

B. H. Howard, R. S. Harrison-Murray, K. A. D. MacKenzie 1984: Rooting responses to wounding winter cuttings of M.26 apple rootstock. – Journal of Horticultural Science 59 (2): 131-139.

B. H. Howard, R. S. Harrison-Murray, S. B. Arjyal 1985: Responses of apple summer cuttings to severity of stockplant pruning and to stem blenching. – Journal of Horticultural Science 60 (2): 145-152.

B. H. Howard 1985: Factors affecting the response of leafless winter cuttings of apple and plum to IBA applied in powder formulation. – Journal of Horticultural Science 60 (2): 161-168.

B. H. Howard, R. S. Harrison-Murray 1988: Effects of water status on rooting and establishment of leafless winter (hardwood) cuttings. – Acta Horticulturae 227: 134-140.

Mohammed Iqbal, Fazal Subhan, Abdul Ghafoor, Kashir Waseem, Mohammad Saleem Jilani 1999: Effects of different concentrations of Indole Butyric Acid (IBA) on root initiation and plant survival of apple cuttings. – Pakistan Journal of Biological Sciences 2 (4): 1314-1316.

Ilmatieteen laitos 2007: Ilmatilastot. – <http://www.fmi.fi/saa/tilastot.html>

Per-Olof Johansson 2007: Ta tillvara toppen! – Pomologen 7 (1): 28-29.

- O. P. Jones, Christine A. Webster 1993: Nursery performance of 'Cox' apple trees with rootstocks of M.9 from either micropropagation or improved conventional propagation from micropropagated plants. – *Journal of Horticultural Science* 68: 763-766.
- Anssi Krannila 1996: Omenapuu. – Maatiainen ry, Rakennusalan kustantajat, Helsinki
- K. A. D. MacKenzie, B. H. Howard, R. S. Harrison-Murray 1988: Anatomical features of rooting in wounded winter cuttings of the apple rootstock M.26. – *Acta Horticulturae* 227: 217-223.
- Pamela Ashworth Puryear 1986: Using willow water to root rose cuttings. – <http://www.texasroserustlers.org/articles/willow.html>
- N. G. Smith, P. F. Wareing 1971: The effect of gravity on root emergence from cuttings of some tree species. – *Forestry* 44 (2): 177-187.
- S. Sriskandarajah, R. M. Skirvin, H. Abu-Qaoud 1990: The effect of some macronutrients on adventitious root development on scion apple cultivars in vitro. – *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 21 (2): 185-189.
- Ilene Sternberg 2007: Willow Magic. – <http://www.bluestem.ca/willow-article1.htm>
- Kristian Theqvist 2004: Juurrutushormonit puuvartisille pistokkaille. – <http://www.rhodogarden.com/mixed/juurrutushormonit.html>
- A. D. Webster, V. H. Oehl, J. E. Jackson, O. P. Jones 1985: The orchard establishment, growth and precocity of four micropropagated apple scion cultivars. – *Journal of Horticultural Science* 60: 169-180.
- A. D. Webster 1995: Temperate fruit tree rootstock propagation. – *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 23: 355-372.
- Wikipedia 2007: Fruit tree propagation. – [http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Fruit\\_tree\\_propagation&oldid=170438318](http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Fruit_tree_propagation&oldid=170438318)
- E. H. Wilkinson 1973: Growing apple cultivars on their own roots. – *Fruit Present and Future, Vol. II*, The Royal Horticultural Society.
- William C. Welch: Rose propagation from cuttings. – <http://aggie-horticulture.tamu.edu/southerngarden/roseprop.html>
- Richard H. Zimmerman 1984: Rooting apple cultivars in vitro: Interactions among light, temperature, phloroglucinol and auxin. – *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 3 (4): 301-311.