

Slutredovisning av projektet: Produktionsmetodens betydelse vid etablering av träd i stadsmiljö (*Projekt nr H0656461*)

Anna Levinsson, Bengt Persson

Slutsatser

- ❖ Vid vårplantering är det fullt möjligt att plantera träd av alla de testade produktionsmetoderna.
- ❖ Finrotsstimulerande åtgärder i plantskolorna gör så att träden framför allt upplever mindre vattenstress under första året efter omplantering.
- ❖ De fördelar som de finrotsstimulerande åtgärderna har är mer framträdande på platser där vattentillgången är god.
- ❖ Platsen och arten har större betydelse för ett trädets tillväxt efter utplantering än produktionsmetoden.
- ❖ Hur lång tid det tar för träd att återfå ”normal” tillväxt efter utplantering, är beroende på art och plats.
- ❖ Ett trädets rotstruktur avgör inte hur arten reagerar, i form av tillväxt och vattenupptagning, på olika behandlingar i plantskolorna. Vissa produktionsmetoder är alltså inte särskilt gynnsamma för vissa arter.

Bakgrund

Fördelarna med träd i städerna är många. De bidrar med skugga, binder koldioxid, sänker temperaturer och höjer dessutom det estetiska värdet på en plats. Eftersom städer växer och utvecklas kontinuerligt, och gamla stadsträd dör och behöver ersättas, ökar också behovet av att plantera nya träd i våra städer. Emellertid misslyckas ofta trädplanteringar, och träden etableras aldrig. Platsbrist ovan och under mark, kompakteringar, begränsad vattentillgång på grund av dräneringar och hårda ytmaterial som leder bort vatten från rötterna, före lite skötsel och låg näringstillgång brukar anges som orsaker. De senaste åren har man därför genom tekniska lösningar försökt att skapa mer gynnsamma växtplatser för träden. Men, för en lyckad etablering är det också viktigt att plantmaterialet är av god kvalitet eftersom träd oftast har en lägre vitalitet, och därmed en nedsatt förmåga att hantera stress, under etableringen. De är också mindre resistenta mot torka och mer känsliga för sjukdomar och onormala temperaturer. Därför är det viktigt att träden får en god och snabb etablering.

Det har många gånger rapporterats om misslyckade etableringsförsök i urbana miljöer och vattenbrist är den vanligaste orsaken. När ett träd tas från plantskolan och planteras på en ny plats, sker oundvikligen en stor eller liten störning i rötternas vattenupptagningsförmåga, oavsett planteringsplatsens växtförhållanden. Störningen kan bero på minskning av finrotssystemet eller på att rötterna tillfälligt förlorar kontakten med det substrat som de växer i. Under den första tiden efter omplantering måste träden förlita sig på det befintliga rotsystemet för vatten- och näringsupptag. Därför är kvaliteten på rotsystemen vid plantering av avgörande betydelse för trädets överlevnad och fortsatta utveckling. Särskilt påtagligt blir detta vid plantering av träd i stadsmiljö, då vattentillgången är begränsad och transpirationen

ofta större, på grund av den torrare luften, vilket ger en vattenstress som drivs fram av både ovan- och underjordiska förhållanden.

Idag produceras träd i plantskolor på en mängd sätt, från de traditionella frilandsodlingarna till mer avancerade metoder, där målet är att främja finrotsbildning så att rötterna snabbt ska få en god funktion. Rötterna beskärs på olika sätt, utformningen och material på krukor varierar och träden planteras i olika substrat vilket leder till att rotsystemen ser väldigt olika ut vid planteringstillfället. Vissa av dessa system kallas för företableringssystem av Gröna Näringens Riksförbund (GRO). Exempel på sådana är depåodlingar och Root Control Bag-odlingar. Det finns dock inget säkert samband mellan rotsystemets storlek och hur väl träden etableras och tillväxer. Tidigare försök visar varierande resultat. Vissa studier har visat att vattenupptagningskapaciteten var bättre i krukodlade träd med mycket finrötter än i klumpade träd med färre finrötter de första åren efter plantering. I andra studier har negativa samband funnits mellan skotttillväxt och rotvolym, då vattentillgången var begränsad för nyplanterade träd. I Sverige har dock inga sådana försök gjorts tidigare men har efterfrågats av både plantskolor och beställare.

Det är inte bara viktigt att träden har ett rotsystem som har god förmåga till vattenupptagning vid plantering. För att etableras måste de också ha god förmåga till rotåterbildningskapacitet. Detta så att träden ska få god förankring och helt kunna koppla sig till platsens vattencykel. Först då kan de räknas som fullt etablerade. Tidigare studier har visat att rotstrukturen kan spela stor roll för hur väl en planta fungerar efter plantering, eftersom det är en av faktorerna som avgör hur god rotåterbildningskapaciteten är. Olika arter anses ha antingen god eller svag rotåterbildningskapacitet, beroende på ifall de har fibrösa eller grova rotsystem. Beroende på vilken kategori de tillhör kan de därför hänföras antingen till den lättetablerade eller den svåretablerade gruppen. Vilken betydelse rotstrukturen har för hur en art svarar på olika produktionsmetoder är däremot inte klarlagt och sådan information kan vara viktig i framtida val av produktionsmetod.

Målsättningar och hypoteser

Projektets syfte var att undersöka vilken betydelse produktionsmetoden har för nyplanterade trädets utveckling och etablering i stadsmiljö, med särskilt fokus på trädets vattenupptagningskapacitet och tillväxt. Målsättningen var att utvärdera ifall det finns någon produktionsmetod som är mer lämplig för de torra ståndorter som de urbana planteringsplatserna ofta utgör. Vi ville även testa vilken betydelse produktionsmetoden har för olika arter. Projektets ambition var slutligen att jämföra olika sätt att mäta etablering, för att kunna diskutera olika metoders lämplighet. För att kunna undersöka detta sattes följande hypoteser upp:

- Träd som behandlats med finrotsstimulerande åtgärder i plantskolan har lägre vattenstress efter utplantering än traditionellt odlade träd.
- Arter med fibrösa rotsystem är mer mottagliga för finrotsstimulerande åtgärder än arter med grova rotsystem.
- Olika arter reagerar olika, med hänseende till tillväxt och vattenupptagningsförmåga, på plantskolors produktionsmetoder.

- Finrotsstimulerande åtgärder har störst effekt på ståndorter med god vattentillgång.

Inom projektet besvaras inte frågor kring långsiktig utveckling av träd av olika produktionsmetoder. Det ryms heller inte undersökningar kring vilken betydelse årstiden kan ha för olika produktionsmetoders lämplighet.

Material och metod

Försöksupplägg och plantmaterial

Försöken startade på våren 2007. 140 träd av arterna rödek (*Quercus rubra*) och körsbär (*Prunus avium*) valdes ut från två svenska plantskolor. Urvalet gjordes med hjälp av stamomfångsmätningar och visuella bedömningar av kronorna, och ambitionen var att träden skulle vara så lika som möjligt. Träden hade ett stamomfång på 14-17 cm och kronorna var jämna. Dess höjd var ca fyra meter. Alla träd i studien frösåddes 1999, och var tre gånger omplanterade. Före bladutvecklingen 2007 delades träden slumpvis in i fem olika kategorier och behandlades sedan under växtsäsongen utifrån de olika kategorierna. Kategorierna var: barrotade (BR), klumpade (KL), rotbeskurna (RB), depåodlade (DO) och Root Control Bagodlade (RCB). De barrotade och klumpade träden lämnades ostörda på det fält där de stod. Rotbeskurna träd beskars i marken utan att lyftas, och lämnades kvar på fältet, tillsammans med de barrotade och de klumpade. Träden som skulle depåodlas togs upp och skickades med klump till en plantskola som producerar träd med den metoden. Där installerades de i 1 meter i diameter stora Superoot® (the Caledonian Tree Company, Edinburgh, United Kingdom) krukor placerade på mypexmatta, fyllda med en torv/sandblandning. RCB-träden lyftes och transporterades som barrotade till en plantskola som använder den metoden. Där beskars rötterna och därefter installerades träden i torvfyllda tygkrukor (Smart Pot®, High Caliper, Oklahoma, USA) som sattes i marken. RCB-krukorna var 35 cm i diameter. Alla träden blev droppbevattnade under det år då de därefter stod kvar i plantskolorna, och de depåodlade träden hade dessutom dysbevattning i kronorna.

På våren 2008 flyttades träden från plantskolorna och planterades ut på två platser. På båda platserna placerades träden i randomiserade artspecifika block, med ett träd av varje produktionsmetod per block. 20 träd av varje art placerades längs med två parallella gator i Malmö stad, med en art per gata. Träden ersatte almar som gått bort av almsjuka, och sattes på samma platser utan att någon markförberedning, förutom stubbortagning, föregicks. Runt träden hölls en ca en meter i diameter stor cirkel gräsfri med hjälp av grus. Platsen är delvis skuggad av hyreshus under delar av dagen, och träden planterades i en ca 3 meter bred gräslist, som oregelbundet bryts av gångstigar och körvägar. På ena långsidan av gräslisten går en fordonstrafikerad gata, och på andra sidan trottoar. Träden sköttes av Malmö stad och ingick under de två första åren efter plantering i deras etableringsskötselprogram, vilket innebar att de vattnades varannan vecka.

40 träd av varje art planterades på försöksfälten på Lantbruksuniversiteten i Alnarp. Träden stod i rader. Det var fyra meter mellan träden, och 4,5 meter mellan raderna. Träden stod relativt skyddade från vind i soligt läge. En mypexmatta lades på marken för att förhindra ogräskonkurrens och droppbevattning installerades. Under de två första åren efter utplantering

kontrollerades vattenhalten i jorden regelbundet och bevattningen modifierades därefter, så att träden skulle ha en jämn och god vattentillgång.

10 träd av varje art planterades inte, utan lämnades för rotstudier. Dessa tvättades rena från all jord, besiktigades visuellt och därefter klipptes alla rötter mindre än 2 cm i diameter av för närmare studier.

Under den period som försöket varade tillfördes ingen näring till träden på någon av platserna, och det förekom ingen beskärning.

Mätningarna

Under sista året i plantskolan och under de tre första åren efter plantering så gjordes regelbundna mätningar av träden. Stamomfång, skottillväxt och bladarea bestämdes årligen. Stamomfånget mättes en meter över rothalsen, vid samma punkt vid varje tillfälle. Skottillväxten mättes på två laterala och två terminala skott i varje väderstreck, i mittendelen av kronan. Nio blad från varje träd samlades in, scannades och bladarean analyserades i Image J.

Skottvattenpotentialen och konduktansen mättes upprepade gånger under säsongerna. Vattenpotentialen mättes under varma, torra dagar då vattenstressen förväntades vara som störst, och därefter i den följande gryningen. Syftet var att undersöka hur bra träden kunde hantera vattenupptagningen under en stressig dag och hur väl de kunde återhämta sig. Syftet med konduktansmätningarna var att kontrollera att träden var kapabla att transpirera så att eventuella höga vattenpotentialvärden inte var ett resultat av stängda klyvöppningar.

Rotsystemens volym och densitet bedömdes visuellt. De bortplockade finrötterna scannades sedan i WhinRhizo och den totala finrotslängden bestämdes.

Resultat

Överlevnaden var mycket god för alla produktionsmetoderna. Ett RCB-odlat körsbärsträd dog under sista året i plantskolan och en barrotad ek överlevde inte den första vintern i Malmö.

Vattenpotential

Skillnaderna mellan produktionsmetoderna i skottvattenpotentialen var framför allt märkbar under första året efter plantering. På Alnarp hade depåodlade, RCB- och rotbeskurna ekar signifikant bättre värden än barrotade träd vid varje dagsmätning under 2008 (dagsmätningar: $p < 0.0001$, $p < 0.0001$, $p = 0.001$, gryningsmätningar: $p = 0.005$, $p < 0.0001$, 0.035). De tre företableringssystemen hade över säsongen medelvärden på dagsmätningarna på mellan -0.9 till -1.1 medan de barrotade rödekarna hade ett medelvärde över säsongen på -1.63MPa. De depåodlade körsbären hade högre vattenpotential än de barrotade vid varje dagsmätning på Alnarp under 2008 ($p = 0.014$, $p = 0.034$, $p = 0.017$), med säsongsmedel på -1.11MPa, medan barrotade hade ett säsongsmedel på -1.48MPa.

I Malmö hade de depåodlade och de rotbeskurna rödekarna signifikant bättre vattenpotential än de barrotade och klumpade vid säsongens första dagsmätning ($p = 0,001$). Under den andra

säsongen efter plantering fanns där skillnader i vattenpotential för rödekarna vid tre av de tio mättillfällena. Vid samtliga av dessa tillfällen hade då RCB-odlade rödekar signifikant bättre vattenpotential än rotbeskurna och barrotade rödekar. I övrigt var där inga skillnader mellan produktionsmetoderna, för någon av arterna, vid något av mättillfällena.

Konduktans

Där fanns skillnader i konduktansmätningarna för rödek på Alnarp under den första säsongen efter plantering, då depå- och RCB-odlade rödekar hade bättre konduktans än barrotade och klumpade träd. I övrigt fanns där inga skillnader i konduktans mellan produktionsmetoderna för någon av arterna, på någon av platserna.

Bladarea

Under första året efter plantering var minskningen i bladarea ansenlig för båda arterna, på båda platserna (Figur 1). De depåodlade rödekarna på Alnarp utgjorde ett undantag med endast en 4 % minskning av bladarean, jämfört med den som de obehandlade träden hade i plantskolan. Under de följande åren var där dock ingen skillnad mellan produktionsmetoderna för någon av arterna, på någon av platserna. Bladareareduktionen minskade för vart år på Alnarp, och tre år efter plantering var det ingen skillnad mellan plantskoleårets bladarea och någon av arternas och produktionsmetodernas bladarea. I Malmö var däremot bladarean fortfarande tydligt reducerad även tre år efter plantering.

Skottillväxt

Skottillväxten var starkt reducerad för båda arterna på båda platserna, under det första året efter plantering (Figur 2). Efter skottillväxten 2010 hade RCB, rotbeskurna och klumpade körsbär på Alnarp en skottillväxt som motsvarade den som de obehandlade träden hade i plantskolan under 2007. Barrotade och depåodlade hade fortfarande signifikant lägre tillväxt. Året därpå var där dock ingen skillnad mellan produktionsmetoderna för körsbär på Alnarp. Rödekarna hade däremot fortfarande en starkt reducerad tillväxt 2011 för alla produktionsmetoder på Alnarp.

I Malmö hade ingen av produktionsmetoderna för någon av arterna återfått den tillväxt som de hade i plantskolan, då försöksperioden var över år 2011.

Rötterna

Samtliga rotsystem var väl förgrenade, hade huvudrötter i alla riktningar och visade inga tecken på rotsnurr (Figur 3). De traditionella produktionsmetoderna gav rotsystem med liten mängd finrötter för båda arterna. Båda arterna reagerade starkt på depå- och RCB-odling, med kraftig ökning av finrotstillväxt. Arterna reagerade dock olika på rotbeskärning. För körsbär så var det denna produktionsmetod som genererade det allra kraftigaste rotsystemet medan rödek inte reagerade alls på den behandlingen. De rotbeskurna rödekarnas rotsystem skilde sig inte från de vanliga klumpade trädens.

Diskussion

Trots stora skillnader i rotsystemens utseende och totala finrotslängd så var skillnaderna mellan produktionsmetoderna inte särskilt stora. Mätningar av vattenpotentialen visade att där fanns skillnader mellan produktionsmetoderna, och att träd av de produktionsmetoder som verkar finrotsstimulerande var mindre vattenstressade än de traditionellt producerade träden. Alla produktionsmetoder hade dock värden som befanns inom spektrat för låg till måttlig vattenstress, och skillnaderna mellan produktionsmetoderna var endast mätbara under första säsongen efter plantering. Detta dessutom trots att Malmö vid många av mättillfällena hade väldigt begränsad vattentillgång. Skillnader mellan metoderna var mer utpräglad på Alnarp, där vattentillgången var god under hela försöket. Resultaten antyder att produktionsmetoderna hade störst påverkan där vattentillgången var god, men att alla de testade produktionsmetoderna kan leverera träd som kan överleva och etableras, då vattenstressen på platsen inte är alltför allvarlig. Vad som händer vid ett sådant scenario kan inte försöket svara på men resultaten indikerar att skillnaderna mellan produktionsmetoderna har mindre effekt ju torrare planteringsplatsen är.

Konduktansmätningarna visar också att träden inte var mer stressade än att de kunde upprätthålla transpirationen genom hela försöket. Etableringsprocessen delas ibland in i två faser; under den initiala fasen måste träden förlita sig på det befintliga rotsystemet för vattenupptagning och i denna fas befinner sig träden i vad som kallas för planteringschock. Om denna inte är alltför allvarlig så övergår träden i etableringsfasen, den fas då rotåterbildningen sker och då träden helt kopplas till den hydrologiska cykel som finns på platsen så att de inte längre behöver extra tillförsel av vatten. Resultaten indikerar att den initiala planteringschocken endast höll i sig under det första året och att träden av alla produktionsmetoder, på båda platserna, hade acklimatiserat sig till de rådande förhållandena efter det året och kunde övergå till etableringsfasen.

Det är ju sedan tidigare känt att träd minskar bladarean för att undvika vattenstress. Under de två första åren på Alnarp efter plantering så var bladarean kraftigt reducerad för samtliga produktionsmetoder, vilket indikerar att de fortfarande inte var fullt etablerade då, utan behövde kompensera för minskat vattenupptag med minskad bladarea. Eftersom tillgången på vatten var god under hela den perioden, kan man anta att minskningen i bladarea berodde på minskad upptagningsförmåga. Under tredje året efter utplantering på Alnarp återgick bladarean för båda arterna till den som producerades i plantskolan för de obehandlade metoderna, och efter fyra år efter utplantering hade samtliga körsbär på Alnarp dessutom återfått en skotttillväxt som kan jämföras med den i plantskolan. Resultaten tyder på att de RCB-, rotbeskurna och klumpade körsbären på Alnarp var etablerade efter tre säsonger och att även de två återstående (barrotade och depåodlade) var etablerade året därpå. För rödek såg det lite annorlunda ut och då mätningarna avslutades, fyra säsonger efter utplantering, hade rödekar av samtliga produktionsmetoder på Alnarp fortfarande kraftigt reducerad skotttillväxt. Resultaten antyder dock att deras möjligheter att bli etablerade var goda, då de hade en normal vattenpotential, transpirerade och kunde producera blad av normal storlek. Man kan dock anta att balansen mellan rot och krona fortfarande inte var helt återställd, eftersom skotttillväxten var så liten.

I Malmö hade samtliga träd av båda arterna fortfarande en kraftigt reducerad skotttillväxt, och en bladarea som var mycket mindre än vad som kan anses som normal. Resultaten visar tydligt att platserna hade stor effekt på hur lång tid det tog för träden att återfå en god tillväxt och att etableras på platsen. Så länge som träden måste kompensera begränsad vattenupptagning med minskad bladarea och skotttillväxt, kan inte träden anses etablerade och risken för att de drabbas hårt om en annan stress åläggs dem, ökar.

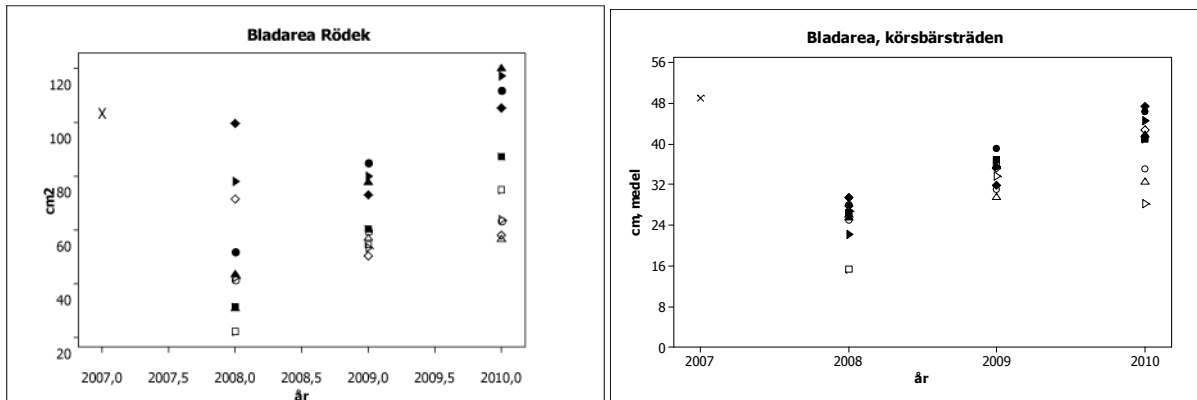
Trots att arterna till viss del visade att rotsystemen reagerat olika på de olika behandlingarna så fanns där ingen skillnad mellan arterna i hur de svarade på produktionsmetoderna. Resultaten tyder på att det inte finns produktionsmetoder som är särskilt lämpliga för arter med fibrösa-, till skillnad från grova, rotsystem.

Resultaten visar att samtliga produktionsmetoder kan producera träd som har goda chanser att överleva och utvecklas, förutsatt att förhållandena på platsen är acceptabla. Om vattentillgången är alltför begränsad kan det inte kompenseras med större rotvolym. I försöket framgår inte vad som hade hänt ifall träden planterats vid en annan tid på året än tidig vår, och det kan heller inte svara på vad som hänt ifall träden utsatts för någon annan form av stress, som insektsangrepp eller onormala temperaturer, under etableringsperioden. Att studera effekten av ytterligare stressfaktorer under etableringsperioden hade därför varit intressant.

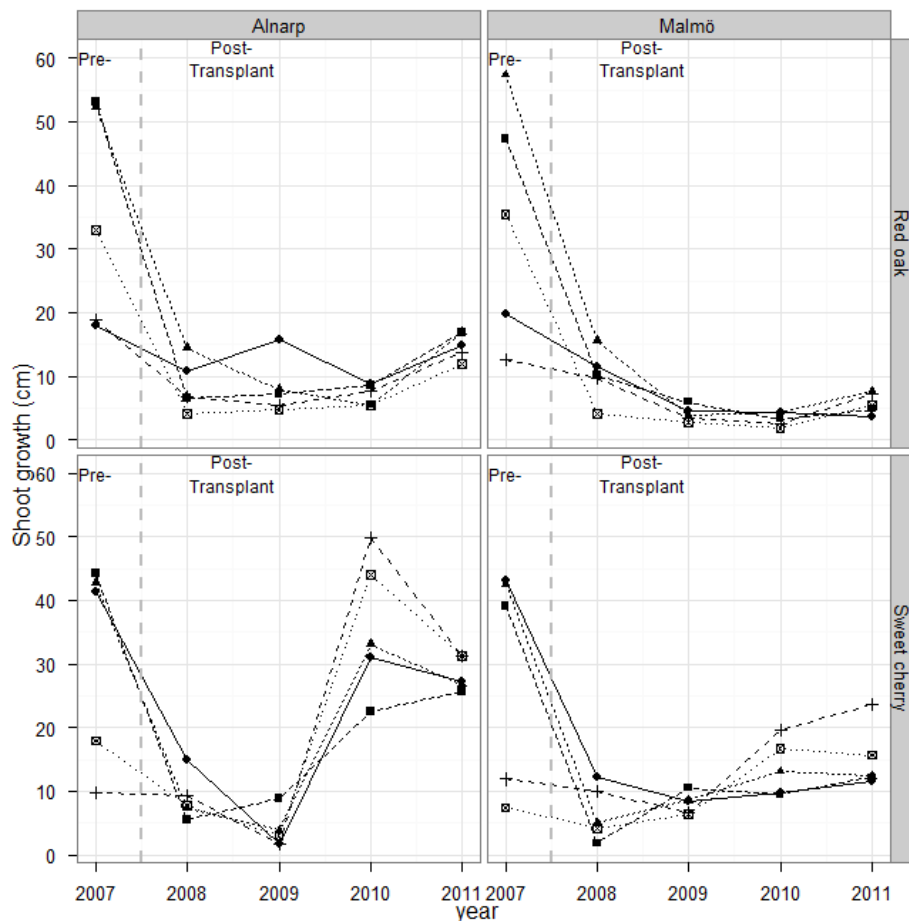
Publikationer och resultatförmedling till näringen

Knutet till projektet är en referensgrupp, bestående av representanter från Malmö stad, plantskolor, E-planta, GRO och akademien. Vid tre tillfällen har seminarier hållits då referensgruppen samlats för uppdatering kring projektets gång och diskussion kring resultaten. Dessutom har resultat från projektet kommunicerats som poster och med en konferensartikel på en internationell konferens i Chicago (Landscape Below Ground, 2008), på trädkonferens arrangerad av Malmö stad 2009, och på Svenska Trädföreningens årliga konferens 2013.

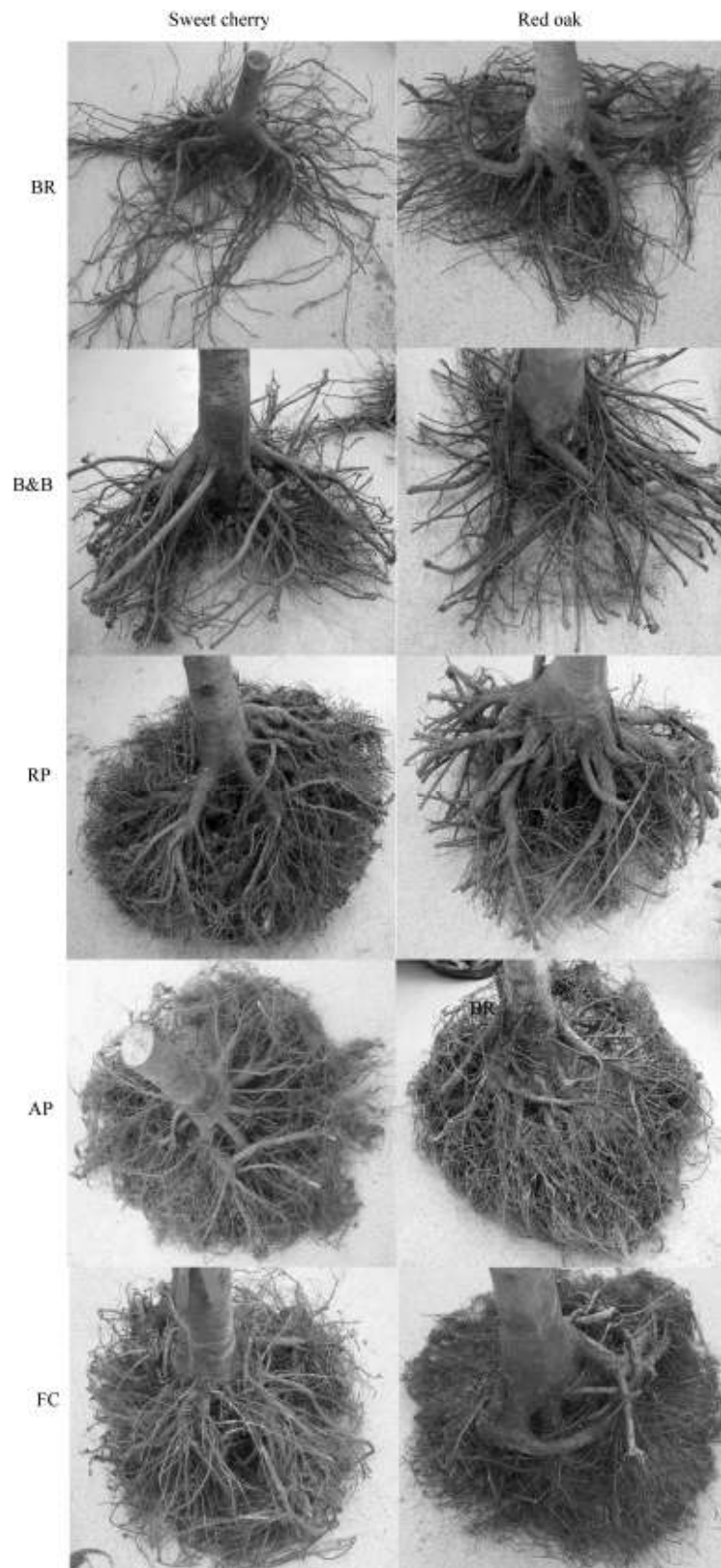
Projektet förväntas också mynna ut i fyra vetenskapliga publikationer, varav en är publicerad (<http://auf.isa-arbor.com/request.asp?JournalID=1&ArticleID=3285&Type=2>) och en är inskickad till tidskrift. Dessutom kommer projektet att generera en populärvetenskaplig artikel i Movium Fakta.



Figur 1 visar bladarean för båda arterna och platserna, under de tre första åren efter omplantering. Värdet för 2007 visar bladarean för de orörda träden i plantskolan och kan ses som ett referensvärde för normal bladarea. Symboler: ●-rotbeskurna, ▲-klumpade, ■-barrotade, ◆-depåodlade, ►-RCB-odlade. Fyllda symboler markerar alnarpträden och tomma symboler illustrerar malmöträden.



Figur 2 visar skotttillväxten för samtliga träd under hela försöksperioden. De två övre delfigurerna visar skotttillväxten för rödek och de två nedre visar skotttillväxten för körsbär. Symboler: ■-rotbeskurna, ▲-klumpade, ◆-barrotade, + -depåodlade, ☒-RCB-odlade.



Figur 3 visar rötterna, så som de såg ut vid planteringstillfället. BR – barrotade, B&B – klumpade, RP – rotbeskurna, AP – depåodlade, FC – RCB-odlade. Den vänstra kolumnen visar körsbärsträdens rotsystem och den högra visar rödekarnas rötter.