



Projekttitel

SLU Partnerskap Alnarps projekt nr: 1332

Projekttitel på svenska enligt projektansökan: Genetisk variation, klimatanpassning och skadebild hos ek i etableringsfasen

Projekttitel på engelska enligt projektansökan: Genetic variation, climate adaptation and damages on oak during the establishment phase

Projektledare: Jörg Brunet

Författare till rapporten: Jörg Brunet & Johan Kroon

Fakultet: Skogsvetenskapliga fakulteten

Institution: Sydsvensk skogsvetenskap

Projekttid: 1 April 2021 – 31 december 2024

Projektpartners: Skogforsk, Skogsstyrelsen Region Syd

Projektsammanfattning

Kunskapen om ekarnas genetiska egenskaper såsom vitalitet, härdighet, produktion och stamkvalitet är fortfarande mycket bristfällig i Sverige. Vid skogsodling av ek används idag främst skogsek (*Quercus robur*), men det finns även två andra intressanta ekarter för det svenska skogsbruket, nämligen bergesk (*Q. petraea*) och Nordamerikansk rödek (*Q. rubra*). Detta projekt syftade till att utvärdera dessa tre ekarter i två nyanlagda avkommeförsök i Skåne och Blekinge med fokus på plantornas etablering, tillväxt och eventuella skador. Fältförsöken är idag de enda i Sverige för systematisk utvärdering av dessa tre ekarter. Resultaten från de första fem växtperioderna (2020-2024) visar en hög plantöverlevnad på över 90 % i båda försöken med små skillnader mellan ekarterna. Plantornas medelhöjd efter tre år skilde sig inte mellan arterna med undantag för en något högre tillväxt för rödek i Tranemåla. Rödek visade också på en något större apikal dominans efter tre år än skogs- och bergesk. Omfattningen av skador har hittills varit relativt liten. Gnagskydd av plast har skyddat stammarna väl och det har varit få insektsangrepp. Angrepp av mjöldagg är vanliga på skogs- och bergesk men verkar inte påverka plantornas vitalitet i någon större omfattning. Genom försökens framgångsrika etablering finns goda förutsättningar att få värdefull kunskap om val av skogsodlingsmaterial av ek i södra Sverige och försöken kommer att ge ett bra forsknings- och förädlingsunderlag för lång tid framöver.

Abstract

The knowledge of genetic properties of oaks, such as vitality, hardiness, production and stem quality, of various noble hardwoods is today deficient in Sweden. In forest cultivation of oak, interest has so far been concentrated on pedunculate oak (*Quercus robur*), but there are also two other interesting oak species, namely sessile oak (*Q. petraea*) and northern red oak (*Q. rubra*). This project aimed to evaluate these three oak species in two newly established offspring trials in Skåne and Blekinge with a focus on the plants' establishment, growth and possible damage. The field trials are currently the only ones in Sweden for systematic evaluation of these three oak species. The results from the first five growing seasons (2020-2024) show a high plant survival of over 90% in both trials with small differences between the oak species. The average height of the plants after three years did not differ between the species with the exception of a slightly higher growth for red oak in Tranemåla. Red oak also showed a slightly greater apical dominance after three years than forest and mountain oak. The extent of insect and rodent damage has so far been relatively small. Attacks of powdery mildew are common on pedunculate oak and sessile oak, but do not seem to affect the vitality of the plants to any great extent. The project will provide valuable knowledge on selection of oak material in Swedish forestry for the coming decades.



Försöket i Tranemåla i juni 2024.

Bakgrund

Vid odling av ek är omloppstiden längre än för övriga skogsträd i Sverige och det ekonomiska utfallet är starkt avhängigt av den timmerkvalitet som slutprodukten erhåller. Därför är det väsentligt att man utgår från ett bra odlingsmaterial. Förutom att materialet i sig själv skall ha en hög produktionspotential och producera virke av god kvalitet är det av största vikt att materialet är väl anpassat till det klimat där det skall odlas. Detta gäller ekars förmåga att växa väl under hela omloppstiden där pågående klimatförändringar kan påverka både tillväxt och vitalitet. Vid skogsodling av ek har hittills intresset koncentrerats till skogsek (*Quercus robur*). Men det finns även två andra intressanta ekarter för det svenska skogsbruket, nämligen bergesk (*Q. petraea*) och rödek (*Q. rubra*), varav bergesken förekommer naturligt i södra Sverige medan rödek har planterats i begränsad omfattning under främst 1940-1960-talen. Tillgång till ett bra genetiskt material för olika trädslag ökar även handlingsfriheten inför valet av trädslag vid nyetablering av skog.

Det råder brist på inhemskt skogsodlingsmaterial för många lövträdslag, vilket kompenseras genom import av såväl frö som plantor från andra delar av Europa. Vi vet dock inte huruvida sådant material är lämpligt att använda i Sverige. Att använda ett odlingsmaterial som förflyttats långt från växtplatsen är ett risktagande. Eftersom södra Sverige utgör nordgräns för de ädla lövträdens naturliga utbredningsområde är det sannolikt extra viktigt att ha kontroll på genetiska egenskaper som är kopplade till klimatisk anpassning. För en skogsägare är det viktigt om en ungskog kan etableras snabbt och säkert. Detta gynnas av ek som är väl klimatiskt anpassad och uppvisar en snabb ungdomstillväxt samt har genomgående rak stam. Kunskap om proveniensens betydelse och olika frökällors odlingsvärde av ek i Sverige är idag mycket bristfällig. I en studie om forskningsresultat på ek i Europa finns ingen referens till svenska studier (Eriksson 2015). Även om kunskapsläget för svensk ek är begränsat så finns det resultat från ek i andra delar av Europa där tydliga skillnader i tillväxttrym och tillväxt har kunnat påvisas beroende på skillnader i materialets ursprung. Exempelvis visar studier på bergesk i Frankrike tydliga samband mellan fenologi (bladutveckling), härkomstaltitud och temperaturklimat (Vitasse et al. 2009; Alberto et al. 2011).

För våra ädellövträdslag är det få undersökningar som har på genetisk grund kvantifierat skillnader i arvbarhet och genetisk variation för viktiga egenskaper såsom vitalitet, hårdighet, skador, produktion och stamkvalitet under svenska förhållanden. Det finns således goda skäl för att bedriva forskning för vår inhemska ek (skogsek och bergesk) med sikte på att erbjuda samhället och skogsägare ett plantmaterial som är väl testat för att klara framtida klimatutmaningar. Bättre förståelse av de olika ekarternas skadebild kommer att vara avgörande för större användning av ek i skogsbruket. Skillnader mellan skogsek och bergesk skulle kunna vara vägledande för vilken av arterna som passar bäst för skogsodling i framtiden. Mjöldagg har till exempel pekats ut att ha stor effekt på etablering av framförallt skogsek, medan bergesken verkar vara mindre drabbad (Marçais & Desprez-Loustau 2012).

Skogforsk har under 2020 anlagt två genetiska fältförsök för att avkommepröva skogsek, bergesk och rödek. Försöken har dimensionerats för att kunna skatta genetiska parametrar med avkomor från många föräldrar. Att analysera hur det genetiska uttrycket varierar mellan bördigare brunjord på moränlera och mindre

bördig podsol på urbergsmorän är viktigt för att bedöma klonernas användbarhet på olika ståndorter. De två nya ekförsöken som ingår i detta projekt erbjuder en unik möjlighet att studera skillnader och genetisk variation mellan, såväl som inom, olika ekarter. Genom att följa försöken från etablering kommer de att få en viktig dokumentation för att fortsatt kunna fungera som ett bra forsknings- och förädlingsunderlag.

I Europa verkar rödek vara mindre skadedrabbad än de inhemska ekarterna och skulle kunna vara ett viktigt trädslag för att klimatanpassa skogbruket under ändrade växtförhållanden (Dyderski et al. 2020; Demeter et al. 2021). Rödek kan ha utvecklat en resistens mot mjöldagg i sitt ursprungliga nordamerikanska utbredningsområde. Den är därför ett viktigt referensträdslag i avkommeförsöken för att bidra med information om skillnader i tillväxt, ekologi och skadeangrepp mellan inhemska och införda trädslag.

Syfte

Projektets övergripande målsättning är att förbättra odlingsmaterialet för ek. Projektet syftar till att utvärdera de nyanlagda genetiska försöken med skogsek, bergsek och rödek under de första åren efter planteringen (2020-2024). Idag finns inga andra svenska fältförsök för systematisk utvärdering av dessa arter. Därför saknas vetenskapligt underlag för att bedöma odlingsvärdet under likartade förhållanden i Sverige. Med tanke på att kunskapen om den genetiska variationen och klimatanpassning hos dessa trädslag är liten så är det särskilt viktigt att kunna följa försöken redan från etableringsfasen.

Metod

I projektet undersöks två avkommeförsök med bergsek, skogsek och rödek som etablerats av Skogforsk i Tranemåla norr om Svängsta i Blekinge och i Gryderup på Trolleholms gods i västra Skåne. Försöksytan i Tranemåla etablerades på frisk skogsmark efter avverkning av ett ca 75-årigt granbestånd (urbergsmorän, G28). Försöket i Gryderup anlades på åkermark (lerskiffer-urbergsmorän). De båda försöken planterades under våren 2020 med avkommor (familjer) från ca 50 bergekar, 80 skogsekar och 30 rödekar med ursprung från svenska bestånd, samt referensfamiljer av bergsek från Danmark, Tyskland och Kroatien. I Tranemåla planterades ca 6 000 plantor och i Gryderup planterades ca 10 000 plantor. Varje försöksplanta märktes individuellt i plantskolan och planterades ut med en fullständig randomisering i en rad- och rutdesign för enkel mätning i fält (enligt Skogforsks praxis). Skogs- och bergsek blandades i rutorna medan rödek planterades i enskilda rutor då den förväntas ha en högre tillväxt än de inhemska arterna (bilaga 1). Försöken hägnades och hägnens funktion har kontrollerats regelbundet. I Tranemåla observerades älg i försöket vid två tillfällen och hägnet lagades, men inga större skador observerades på ekplantorna.

Genomförande

Projektet har genomförts gemensamt av Skogforsk i Ekebo och SLU i Alnarp. Därutöver har Skogsstyrelsen i Hässleholm medverkat genom att inventera skadeinsekter vid ett tillfälle och Linnéuniversitetet har bidragit med en analys av mjöldagg. Alla odlingskostnader och etablering av försöken har betalats av

Skogforsk (via extern finansiering av bland annat Tranemålastiftelsen). Johan Kroon på Skogforsk har haft den övergripande ledningen för projektet. På SLU Alnarp har Jörg Brunet ansvarat för projektet och haft ett särskilt ansvar för försöket i Tranemåla.

Under projekttiden har fokus legat på klimatanpassning (bedömning av vitalitet), tillväxtrytm (vår- och höstfenologi), skaderegistrering samt vegetationskontroll inklusive en första röjning i Tranemåla. Projektet omfattade följande moment:

- En klimatstation har installerats i varje försök och klimatdata kommer framöver att användas vid analys av försöksdata.
- En vegetationsinventering gjordes i utvalda försöksblock i båda försöken under sommaren 2021 för att bedöma negativa effekter av konkurrerande vegetation på ekplantorna. För att säkerställa försöksplantornas etablering och överlevnad har röjning av konkurrerande fältskikt och vedväxter genomförts vid behov. I Gryderup gjordes detta maskinellt längs med planteringsraderna. På den ojämna och steniga moränmarken i Tranemåla röjdes konkurrerande vegetation runt individuella plantor. Där röjdes under 2021 och 2022 främst örnbräken, hallon och kruståtel samt konkurrerande vedväxter. Under 2023 och 2024 behövdes endast röjning av vedväxter och örnbräken. Dessa åtgärder gjordes främst för att öka överlevnaden av plantor där toppskotten hade dött och som därför ofta blev överväxta av örnbräken och hallon.
- Mätningar av tillväxt har skett hösten 2021, 2022 och 2024. Planthöjden mättes från markhöjd till toppknopp. Nedan redovisas resultat efter tre växtsäsonger (2022). Kvalitetskontroll pågår för närvarande för mätningarna gjorda hösten 2024.
- Fenologiska mätningar har gjorts hösten 2020, våren 2021, hösten 2021, våren 2022 samt hösten 2024. Vårfenologi har mätts efter bladutvecklingen på ek (Derory et al. 2006). Höstfenologi har undersökts genom mätning av gulfärgning och bladfällning på ek (Vitasse et al. 2009).
- Svampangrepp inventerades under sommar och höst 2021, 2022 samt hösten 2024. Analys av mjöldagg och artbestämning har skett med DNA-analyser.
- En fältinventering av insekts- och övriga skador på bladen gjordes 31 maj 2021 i Gryderup och 9 juni 2021 i Tranemåla av Gunnar Isacsson, Skogsstyrelsen.

Resultat och diskussion

Det finns än så länge inga analyser för skillnader mellan olika härkomster inom en ekart. Resultaten som redovisas här jämför därför endast mätvärden mellan de tre planterade arterna och mellan de två försökslokalerna.

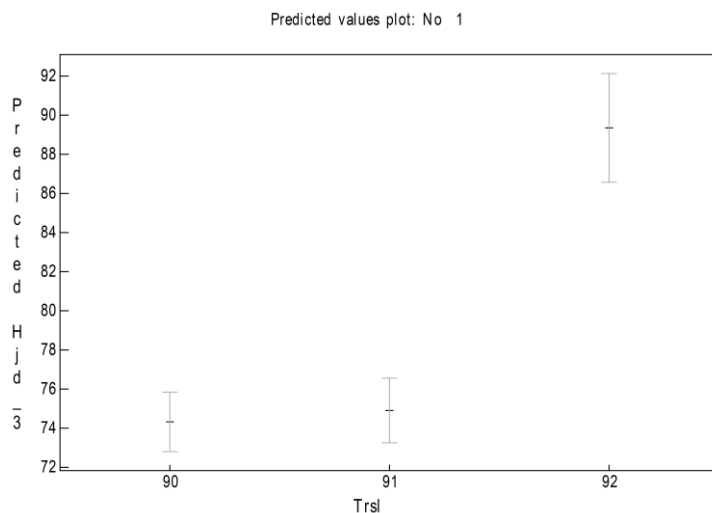
Etablering och plantöverlevnad

Etableringen av båda försöken blev lyckad och plantöverlevnaden är mycket hög. Preliminära resultat från mätningarna hösten 2024 visar en överlevnad på ca 94% i Tranemåla och ca 98% i Gryderup efter fem växtperioder. Skillnader i överlevnad mellan arterna är små. Den höga överlevnaden beror förmodligen på en kombination av omsorgsfull plantering, frånvaro av långa torkperioder och upprepad vegetationskontroll. Därmed finns goda förutsättningar för att uppnå försökens målsättning i framtiden.

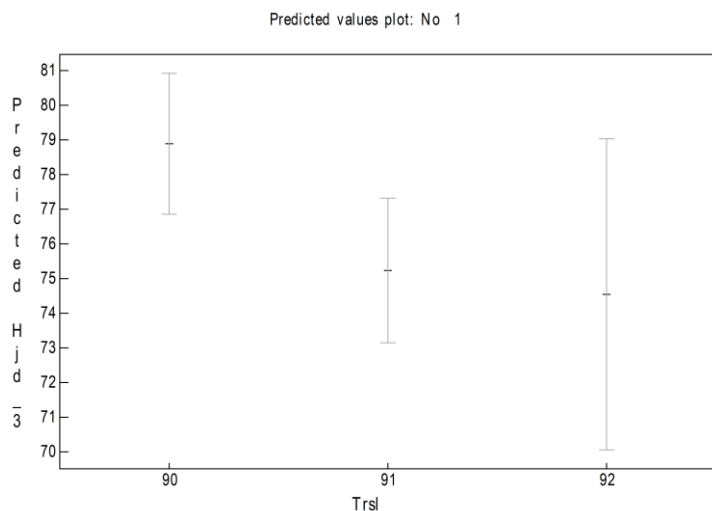
Planthöjd

Medelhöjden för levande plantor i Tranemåla hösten 2022 efter tre växtsäsonger skiljde sig inte signifikant mellan skogs- och bergesk (74 resp. 75 cm), men var med 89 cm signifikant högre för rödek (se figur 1). I Gryderup fanns inga signifikanta skillnader i medelhöjd mellan arterna. Medelhöjden var 79 cm för skogsek, och 75 cm för både bergesk och rödek. Den förväntade högre tillväxten på Gryderups bördigare mark syns därmed ännu inte efter tre år. Rödekens snabbare tillväxt i Tranemåla verkar hålla i sig också efter 5 år (se figur 2), men resultaten från senaste mätningen är inte analyserade än. Det finns en större variation i planthöjd för rödek i båda försöken, jämfört de två inhemska ekarterna (figur 1).

a) Tranemåla



b) Gryderup



Figur 1. Genomsnittlig planthöjd (cm, med medelfelsskattningar) efter tre växtperioder hösten 2022. Skogsek: 90, bergesk: 91, rödek: 92.



Figur 2. Försöket i Tranemåla i oktober 2024, sedd norrifrån. Blocken med den höstfärgade rödeken syns tydligt. Främre delen av hägnet är oplanterad.

Stamform

Bedömningen av stamformen (apikal dominans) efter tre växtperioder hösten 2022 visade signifikanta skillnader mellan alla tre arter i Gryderup, där rödek hade den bästa stamformen och skogseken den sämsta. Även i Tranemåla skilde sig arterna åt, åter med rödeken i topp men här visade bergeken sämre form än skogseken.

Fenologi

Fenologiska skattningar på hösten efter första växtsäsongen visar i både Tranemåla och Gryderup att bergeken faller bladen senare än skogs- och rödek. Bedömningar på våren 2021 indikerade att skogsekens knoppsprickning sker något senare än hos de två andra ekarterna.

Mjöldagg

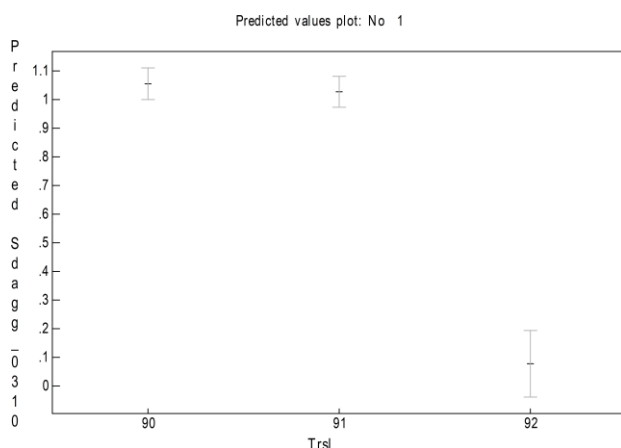
I Tranemåla hade skogs- och bergek hösten 2022 i genomsnitt angrepp av klass 1, där mindre än 25 % av plantbladytan hade mjöldagg. Inga angrepp noterades på rödek. I Gryderup hade skogs- och bergek hösten 2022 främst angrepp av klass 2, där 25-50 % av bladytan hade mjöldagg. Skogsek var något mer angripen än bergek (Figur 3). Inte heller i Gryderup var rödeken angripen av mjöldagg.

Johanna Witzell och Daniel Knapp på Linnéuniversitetet analyserade under hösten 2024 genotypen från 28 bladprov med mjöldagg från försöken och fanns arten *Erysiphe alphitoides* i alla prov, förutom i ett bladprov från en kroatisk bergek där istället arten *Erysiphe quercicola* hittades.

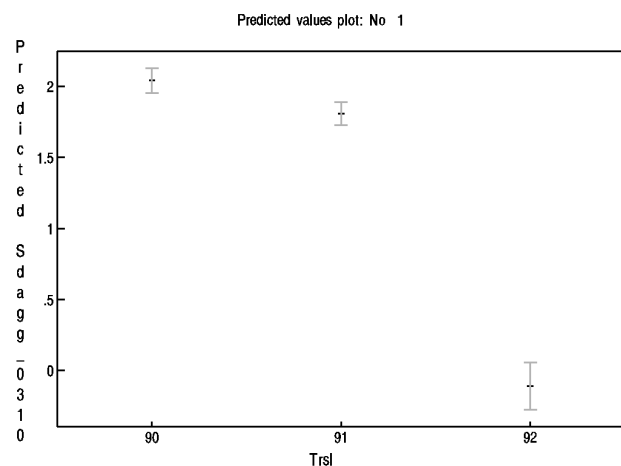


Figur 3. Mjöldagg på skogsek, Tranemåla, september 2021.

a) Tranemåla



b) Gryderup



Figur 4. Mjöldagg i oktober 2022. Angrepp av mjöldagg bedöms i procent (%) av plantors bladyta. 1= <25 %, 2= 25-50 %, 3= > 50-75 %, 4= >75%. Klassmedelvärden med medelfelsskattningar visas. Skogsek: 90, bergkek: 91, rödek: 92.

Gnagar- och insektsangrepp

Gnagskydden som alla plantor förseddes med var mycket effektiva på att förhindra skador på stammarna. Gunnar Isacsson noterade gnag på bladen av vecklarlarver på ett mindre antal plantor under sin inventering. Sammanlagd har skadorna av insekter och gnagare varit av liten omfattning i försöken. På betydligt fler plantor i båda försöken noterade han skador på bladen som möjligen hade orsakats av vårfröst. Frostskador observerades till exempel även våren 2024 i Tranemåla.

Slutsatser

Försöksmaterialet ger en unik möjlighet att utvärdera svensk bergkek och skogsek med olika ursprung, men också att jämföra dessa arter med den amerikanska rödeken. Genom utvärdering av ekarnas olika geografiska ursprung kommer projektet bidra till att bedöma proveniensens betydelse för anpassning, skadebild och tillväxt. Detta kommer att kunna ge ett bättre beslutsunderlag vid beståndsinsamling för odling av inhemsk bergkek och skogsek.

Referenser

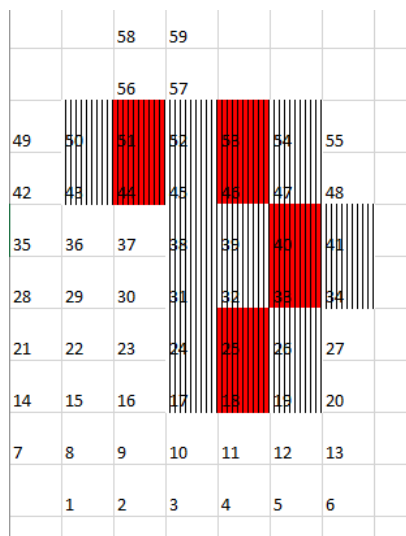
- Alberto F., Bouffier L., Louvet J.M., Lamy J.B., Delzon S. & Kremer A. (2011) Adaptive responses for seed and leaf phenology in natural populations of sessile oak along an altitudinal gradient. *Journal of Evolutionary Biology* 24, 1442-1454.
- Demeter L., Molnár Á.P., Öllerer K., Csóka G., Kiš A., Vadász C., Horváth F. & Molnár Z. (2021) Rethinking the natural regeneration failure of pedunculate oak: The pathogen mildew hypothesis. *Biological Conservation* 253, 108928.
- Derory J., Leger P., Garcia V., Schaeffer J., Hauser M.T., Salin F., Luschnig C., Plomion C., Glossl J. & Kremer A. (2006) Transcriptome analysis of bud burst in sessile oak (*Quercus petraea*). *New Phytologist* 170, 723-738.
- Dyderski M.K., Chmura D., Dylewski Ł., Horodecki P., Jagodziński A.M., Pietras M., Robakowski P. & Woziwoda B. (2020) Biological Flora of the British Isles: *Quercus rubra*. *Journal of Ecology* 108, 1199-1225.
- Eriksson G. (2015) *Quercus petraea* and *Quercus robur*: recent genetic research. *Studia Forestalia Slovenica*, 146. ISBN 978-961-6993-01-2 (pdf). Slovenian Forestry Institute. The Silva Slovenica Publishing Centre, Ljubljana.
- Marçais B. & Desprez-Loustau M.-L. (2012) European oak powdery mildew: impact on trees, effects of environmental factors, and potential effects of climate change. *Annals of Forest Science* 71, 633-642.
- Vitasse Y., Delzon S., Dufrêne E., Pontaillet J.-Y., Louvet J.-M., Kremer A. & Michalet R. (2009) Leaf phenology sensitivity to temperature in European trees: Do within-species populations exhibit similar responses? *Agricultural and Forest Meteorology* 149, 735-744.



Tranemåla i juni 2024.

Bilaga 1. Försöksplaner där block med rödek är markerade i rött och block där alla variabler mäts är markerade med svarta linjer.

a) Tranemåla, försök 1495



b) Gryderup, försök 1496

