

Fenologi hos europeisk lärk från Sudeterna

Försök S21F1981487 från Remningstorp

Mateusz Liziniewicz, Giovanni Bozza, Edward Carlsson, Andreas
Helmersson



Hösfärgad lärkkvist. Foto: Pixabay

Innehåll

Förord	3
Summary	4
Sammanfattning	5
Introduktion	6
Material och Metod	7
Försök	7
Planterat material	8
Mätningar	8
Analys.....	9
Resultat	9
Fenotypiska data.....	9
Genetiska egenskaper.....	14
Diskussion	14
Referenser	16
Bilaga 1	18



skogforsk

Uppsala Science Park, 751 83 Uppsala
skogforsk@skogforsk.se
skogforsk.se

Kvalitetsgranskning (Intern peer review) har genomförts september 2023 av Thomas Kraft, Programchef. Därefter har Magnus Thor, Forskningschef, granskat och godkänt publikationen för publicering 22 januari 2024.

Redaktör: Caroline Rothpfeffer, caroline.rothpfeffer@skogforsk.se

©Skogforsk 2023 ISSN 1404-305X

Förord

Detta arbete har finansierats av Hildur & Sven Wingquists stiftelse för skogsvetenskaplig forskning inom projektet "Studie av fenologiska egenskaper i ett avkommeförsök med sudetisk lärk". Stiftelsen har därmed stött idén att utvärdera ett av försöken i serien med europeiska lärkar från Sudeterna för att studera deras tillväxt och fenologiegenskaper. Dessa egenskaper är viktiga för trädens anpassning till klimatet. Vi tackar för stödet och vill samtidigt tacka alla kollegor på Skogforsk vilka hjälpt till att samla in material och utföra mätningar under våren och hösten 2022.

Mateusz Liziniewicz, Svalöv 2023-01-28

Summary

Historically, larch breeding in Sweden started already in the 1940's but due to a low interest in larch planting the breeding program was of low intensity. The current breeding base for European larch is limited to 200 clones in archives. Out of them ca 20 have been considered as worth including in future breeding and as a material for an establishment of seed-orchards. Several European larch trials planted in Sweden in 1950's and 1960's was subjected to serious damage caused by a pathogen *Lachnenulla wilkommii* causing larch canker. Thus, hybrids of European larch and Japanese larch has been recommended for practical forestry as they have been found to be resistant to pathogen. In this case, the resistance comes from a Japanese parent in a hybrid. There are 70 Japanese larch clones in the breeding program. It has been recommended that the number of clones in larch breeding needs to be increased to increase genetic gain and increase genetic diversity of the population.

In 2019, four experiments with European larch were planted in southern Sweden. The experiments contain progenies from 77 European larches from Sudety in Poland and comparison material from Sweden. This origin has been found to be superior to other provenances in respect to growth and quality, and it has not been so seriously affected by larch canker. The origin of tested larches represents ca 50°N latitude. The overall goal of the series was to increase several available European larches for the breeding program.

In the current study, four years after planting, we have studied height, quality and phenology traits at the experiment located at the Remningstorp estate in southern Sweden (latitude 58.5°N) which is the northmost experiment out of four planted.

The goal was to quantify genetic parameters and genetic variation for the traits of planted European larches from Sudety and compare them with material that have been already tested in Sweden. Recognition of this is an important criterion for a selection of superior individuals into the breeding program. The selected individuals cannot have growth properties that increase the risk of damage.

The results showed a good survival rate and height growth of newly tested families. Both parameters were greater for a larch from Sudety than for other tested groups. The heritability of height trait was low as well as genetic coefficient of variation which makes it difficult to select a superior genotype now. However, this was just a preliminary measurement done just in one of the experiments out of four planted. A positive effect of first-generation seed orchard was about 4 percent.

Sammanfattning

Lärkförädlingen i Sverige startade på 1940-talet men på grund av det låga intresset för att plantera lärk drevs förädlingsprogrammet med låg intensitet. Den nuvarande baspopulationen för europeisk lärk är begränsad till 200 kloner i klonarkiv. Av dessa har ca 20 ansetts vara önskvärda att inkludera i framtida förädling och som material för etablering av fröodlingar. Flera europeiska lärkförsök som planterades i Sverige på 1950- och 1960-talen utsattes för allvarliga skador orsakade av en patogen *Lachnenulla wilkommii* vilken orsakar lärkkräfta. Därefter har hybrider mellan europeisk lärk och japansk lärk rekommenderats för praktiskt skogsbruk eftersom de visat sig vara resistent mot lärkkräfta. Idag finns ca 70 japanska lärkkloner i förädlingsprogrammet. Det rekommenderas att antalet av både europeiska och japanska kloner i populationen bör ökas för att öka den genetiska vinsten och mångfalden.

Under 2019 planterades fyra försök med europeisk lärk i södra Sverige. Försöken innehåller avkommor från 77 europeiska lärkar från Sudeterna i Polen och jämförelsematerial från Sverige. Detta ursprung har visat sig vara överlägset andra härkomster med avseende på tillväxt och kvalitet, och det har inte påverkats så allvarligt av lärkkräfta. Det övergripande målet med serien var att öka antalet tillgängliga europeiska lärkar för förädlingsprogrammet.

I den aktuella studien, fyra år efter plantering, har vi studerat höjd, kvalitet och fenologiska egenskaper hos lärkarna. Lärkarna växer på fastigheten Remningstorp i södra Sverige (latitud 58,5°N) vilket är det nordligaste i studiens fyra upprepningar.

Målet med försöket var att kvantifiera genetiska parametrar och genetisk variation för egenskaperna hos planterad europeisk lärk från Sudeterna och jämföra dem med material som redan är testat i Sverige. Dessa egenskaper är viktiga för urvalet av individer att använda i den fortsatta förädlingen.

Resultaten visade på god överlevnad och höjdtillväxt för de testade familjerna. Båda egenskaperna var bättre för lärkar från Sudeterna än för andra grupper i testet. Ärftligheten för höjdegenskapen var låg liksom den genetiska variationskoefficienten, vilket gör det svårt att välja en överlägsen genotyp i nuläget. Detta var dock endast en preliminär mätning vilken endast genomfördes i ett av de fyra försöken. En positiv effekt efter första generationens förädling var en ökad höjdtillväxt på cirka 4 procent.

Introduktion

Europeisk lärk (*Larix decidua*) förekommer naturligt i Alperna, Sudeterna och Tatrabergen där den är av högt ekonomiskt värde. I Sverige är den betraktad som ett främmande trädslag och de äldre bestånden har drabbats av lärkkrafta (*Lachnellula willkommii* (Hartig.)) som gett den europeiska lärken ett dåligt rykte (Kiellander 1958, Kiellander 1966, Kiellander & Lindgren 1978). Senare studier visar att sjukdomen har stor påverkan framför allt på lärk från vissa lokaler i Alperna som sedan planterades på kustnära lokaler i Sverige med hög fuktighet (Fries 2017, Karlman & Karlsson 2015, Pâques 2013). Karlman och Karlsson (2015) visade en stor tillväxtpotential hos europeisk lärk från Sudeterna i mellersta och norra Sverige och att de resultaten korresponderade väl med andra europeiska studier. Studierna har visat att dessa provenienser har hög tillväxt, bra kvalitet och hög fenotypisk¹ plasticitet det vill säga har hög förmåga att anpassa sig till varierande ekologiska förhållanden. I en försökserie från 1960-talet, den så kallade Simak-serien, hade europeisk lärk från Sudeterna högre höjd än provenienser från Alperna och de var mest lämpliga för användningen i mellersta Sverige upp till latitud 63° N (Karlman & Karlsson 2012). Schober (1977, 1985) visade att lärken från Alperna har haft tre till fem gånger större risk att drabbas av lärkkrafta än lärken från Sudeterna. Desjardins (1994) bekräftade genom två försök i Frankrike, att polska provenienser från Sudeterna var överlägsna i tillväxt och resistens mot lärkkrafta, jämfört med många andra provenienser. Trots detta bestod ett lågt intresse för europeisk lärk i Sverige.

Förädlingen av olika lärkarter har varit sparsam i Sverige och för södra Sverige baseras den praktiska genetiska kunskapen fortfarande i stor utsträckning på den forskning som främst utfördes under 1950- och 1960-talen (Kiellander & Lindgren 1978). Det finns ganska bra kunskap om ca fem kloner av japansk lärk (*Larix kampferi*) och ett tjugotal av europeiska lärkkloner (*L. decidua*) (Malm & Stener 2002) vilket ger små möjligheter för utveckling av förädlade material och för ökade genetiska vinster. Flera försök drabbades av omfattande skador av lärkkrafta vilket orsakade att förädling och användning av lärk fokuserades på hybrider mellan europeisk och japansk lärk vilka är resistenta mot sjukdomen (Paques, 2002). Resistensen mot sjukdomen har bekräftats komma från de japanska föräldrarterna i hybriderna. Det finns stor potential för utveckling av en förädlingspopulation av rena europeiska lärkar och parallellt även fortsätta med hybriderna genom att utöka förädlingsbasen av överlägsna individer av båda sorterna.

Fenologi är en tidsstudie av upprepande biologiska händelser, deras orsaker och deras variation mellan olika år (Lieth 1974). De viktigaste fenologiska händelserna för träd är knoppsprickningen på våren, bladens/barrens färgskiftning på hösten samt blad/barrfällning. I det norra tempererade klimatområdet regleras trädutväxtens början och avslutning av temperatur och fotoperiodens längd (Haabjoerg 1978). Tillväxtrytmen är starkt genetiskt betingad och av stor betydelse för plantans förmåga att överleva och utvecklas i olika lokalklimat. Ett flertal studier har visat att provenienser som flyttas norrut påbörjar respektive avslutar tillväxten senare än lokalt material (Stener 2007). För tydligt förflyttat material gäller det motsatta förhållandet, d.v.s. tillväxten påbörjas

¹ Fenologi handlar om årligt återkommande faser i naturen, såsom lövsprickning, blomning, fruktsättning, höstlövsfärger, lövfällning, djurs vintervila och reproduktion, flyttfåglarnas ankomst och avfärd etc.

respektive avslutas tidigare. Början och slutet av tillväxtperioden är kritisk för det enskilda trädets utveckling. Alltför tidig start eller alltför sen avslutning kan bli ödesdiger för trädet eftersom det då lätt skadas av vår- eller höstfroster. Det är endast individer som lyckas anpassa sin tillväxtrytm till klimatet som överlever. Det räcker dock inte med att vara anpassad till ett "medelklimat" utan träden måste också klara av extremsituationer. Den naturliga anpassningen till extremklimat är troligen starkt styrd av sådana extrema förlopp (Koski & Selkainaho 1982).

En dålig klimatisk anpassning ökar sannolikheten för att materialet skadas av vår- eller höstfroster. Härdigheten, d.v.s. förmågan att klara av låga temperaturer under vinterperioden, påverkas också negativt om träden inte hinner invintra i tid. Klimatskador kan yttra sig som tillväxtnedsättningar, kvalitetsdefekter eller som ökad avgång, vilka samtliga leder till mer eller mindre allvarliga ekonomiska konsekvenser.

Betydelsen av trädens klimatanpassning har nu accentuerats inte minst mot bakgrund av den pågående klimatförändringen. Bland annat prognosticeras att medeltemperaturen i Sverige kommer öka 3 - 5°C fram till år 2100, vilket leder till en förlängd vegetationsperiod med upp till 100 dagar i södra Sverige och 40 dagar i norra (Brázdil, m.fl. 2010, Jönsson & Barring 2011).

Vid praktisk skogsträdförädling är det viktigt att inte bara ha information om individernas tillväxt- och stamkvalitetsegenskaper utan också om deras fenologiska egenskaper, d.v.s. när tillväxten initieras respektive avslutas. På basis av sådan information finns möjlighet att selektera och fördela materialet till regioner där det är väl anpassat till rådande klimat. Förutsättningarna för selektion är goda, eftersom det finns en stor genetisk variation i såväl produktions- och kvalitetsegenskaper som i tillväxtrytmegenskaper (t.ex. Wang & Tigerstedt 1993). En viktig fråga som måste besvaras är om en selektion av de genetiskt bästa individerna resulterar i ett material som växer alltför länge på hösten. Egenskapen har inte studerats i stor utsträckning och fler studier behövs för att verifiera den hypotesen.

Denna studie genomfördes för att få kunskap om olika lärkmaterials tillväxtstart på våren respektive invintring på hösten, vilket i framtiden ger underlag för

- a) att fördela de genetiskt bästa individerna till olika förädlingspopulationer och
- b) för kontroll av om urvalet av de genetiskt bästa individerna utgörs av lärk som har en lång tillväxtperiod.

Dessutom kommer utförda mätningar efter fyra år i fält, möjliggöra skattning av de genetiska korrelationerna med mätningar över tid för att bestämma en optimal urvalsålder för lärk.

Material och Metod

Försök

Data till studien samlades in i ett genetiskt försök nr S21F1961487 i Remningstorp. Försöket planterades våren 2019 (Lat 58° 47'N, Long 13° 62'E) med 14 ytor. I varje yta planterades ca 120 ettåriga plantor. Planteringsförbandet var 2,0 x 2,0 m. Försöket stängslades före plantering.

Planterat material

I försöket planterades avkommor från 77 plusträd av europeisk lärk (*Larix decidua*) utvalda i polska Sudeterna tillsammans med 14 svenska lärksorter. Frön från 42 plusträd samlades in från de sudetiska fröodlingarna (FP). Resterande frön, från 35 plusträd, hade sitt ursprung i naturliga bestånd (FB).

De svenska europeiska sorterna bestod av åtta halvsyskonfamiljer som samlades in i från Skogforsks klonarkiv i Ekebo vilka har en känd mor och en pollenmix av kända europeiska fäder. Fyra sorter av hybridlärk ingick. Av dessa var två från svenska fröodlingar, Maglehem (FP-51, Sverige) och Trolleholm (FP- 743) och två från danska, Holbaek (FP-203) och Fårefolden (FP-201). Två sibiriska plantagefrösorter ingick också vilka kom från fröodlingarna Tapico (FP-356) och Dammsjön (FP-124). Alla sorter planterades randomiserat över hela försöksytan.

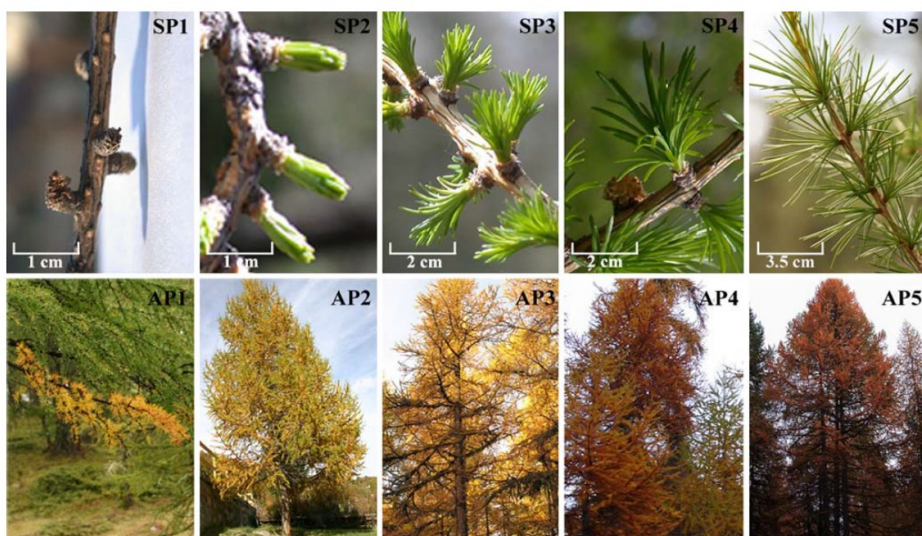
Sammanlagt planterades 1299 plantor varav 1116 sudetiska lärkar (SL) och 183 svenska varav 96 var europeiska lärk från korsningsfrö från Ekebos arkiv (EL_SE), 57 var hybridlärk (HL) och 30 var sibiriska lärk (SL).

Mätningar

I våren 2022 registrerades vårfenologi (VF22) för samtliga plantor i försöket. Den första inventering utfördes den 19 april (VF22_1) och den andra den 26 april (VF22_2). Inventeringen skedde enligt skalan som presenteras i Figur 1 som utvecklades av Migliavacca *m.fl.* (2008).

För alla plantor mättes höjd och kvalitet den 3 november 2022 (H22, Q22) och höstfenologi (HF22_1) skattades enligt skalan i Figur 1. Den andra fenologi skattningen utfördes den 10 november 2022 (HF22_2). Följande kvalitetklasser användes:

1. en rak stam utan kvalitetförstörningar
2. en krokig stam
3. dubbelstam över 1 m
4. dubbelstam under 1 m
5. buskträd, många stammar
6. sprötkvistar på stammen



Figur 1. Utvecklingsstadier för lärkens vår- och höstfenologi (Migliavacca, m.fl. 2008).

Analys

En linjär modell användes för att skatta varianser, ta fram genetiska parametrar samt för att skatta genetiska avelsvärden för testade plusträd. En allmänt GCA-modell (general combining ability) användes:

$$y_{ijk} = \mu + Yta_i + Mor_j + \varepsilon_{ij}$$

där y_{ijk} är observation k i yta Yta_i för plusträd Mor_j , μ är försöksmedelvärde och ε_{ijk} är slumpmässig felterm för observation ijk , $NID(0, \sigma_\varepsilon^2)$. Både yta- och kloneffekt var slumpmässiga (*random factor*) i analysen. Effekterna av yta togs bort från modellen när svårigheter att konvergera uppdagades, det vill säga när modellen inte kunde skatta varianser. Beräkningarna utfördes för höjd (H4), vårfenologi (VF_1, VF_2), höstfenologi (HF_1, HF_2) och kvalitet (Q).

Heritabiliteten beräknades som:

$$H^2 = \frac{4 \cdot \sigma_G^2}{(\sigma_G^2 + \sigma_\varepsilon^2)}$$

där σ_G^2 är genotypisk varians för kloner och σ_ε^2 är en miljövariens. Utifrån genotypisk varians beräknades genetisk variationskoefficient (CV_G):

$$CV_G = \frac{\sqrt{\sigma_G^2}}{\bar{x}}$$

där σ_ε^2 är en miljövariens och \bar{x} är det aritmetiska medelvärdet.

Genotypiska korrelationer (r_G) mellan olika egenskaper i respektive försök skattades enligt formel:

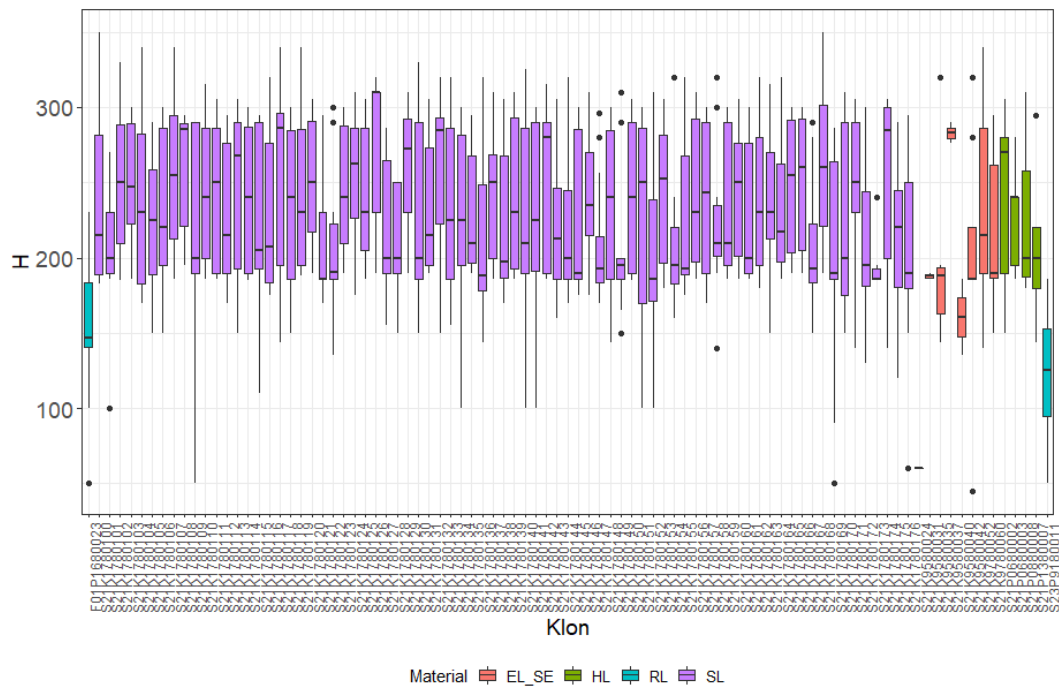
$$r_G = \frac{\sigma_{G1G2}}{\sigma_{G1}\sigma_{G2}}$$

där σ_{G1G2} är genetisk kovarians mellan två egenskaper och $\sigma_{G1}\sigma_{G2}$ är produkten mellan genotypiska standardavvikelse av två variabler.

Resultat

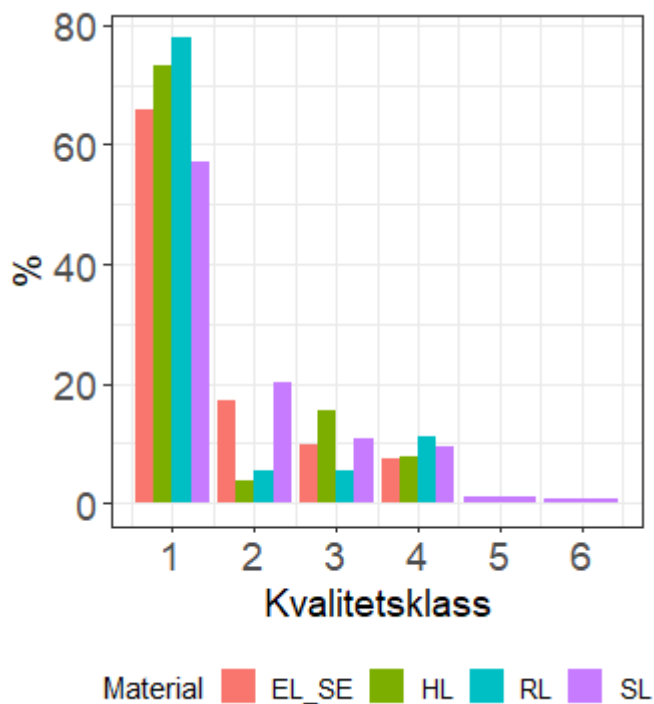
Fenotypiska data

Fyra år efter plantering var medelöverlevnaden för hela försöket ca 70 procent. Medelöverlevnaden hos sudetisk lärk (SL) var 74 procent medan den endast var 49 procent för svenska. Bland svenska sorter hade den sibiriska lärken en överlevnad på ca 57 procent, hybridlärken på 49 procent och europeisk lärk på 46 procent. Medelhöjden för hela försöket var 2,3 m. I medel var sudetisk lärk 2,3 m hög. Medelhöjden hos hybridlärken (HL) och den europeisk lärken från Sverige (EL_SE) var 2,3 m respektive 2,1 m. Snittet för sibirisk lärk (RL) var 1,4 m. Det fanns variationer inom samt mellan familjer och mellan olika grupper (Figur 2). De 42 sudetiska lärkarna insamlade i fröodling var i snitt 4 procent högre än avkommor av de 35 sorter vilkas frö insamlades i naturliga bestånd.



Figur 2. Höjdspridning mellan olika familjer. Moderklon-beteckning på x-axeln och höjd vid 4 års ålder på y-axeln för europeisk lärk från Sverige (EL_SE), hybridlärk (HL), sibirisk lärk (RL) och europeisk lärk från Sudeterna (SL).

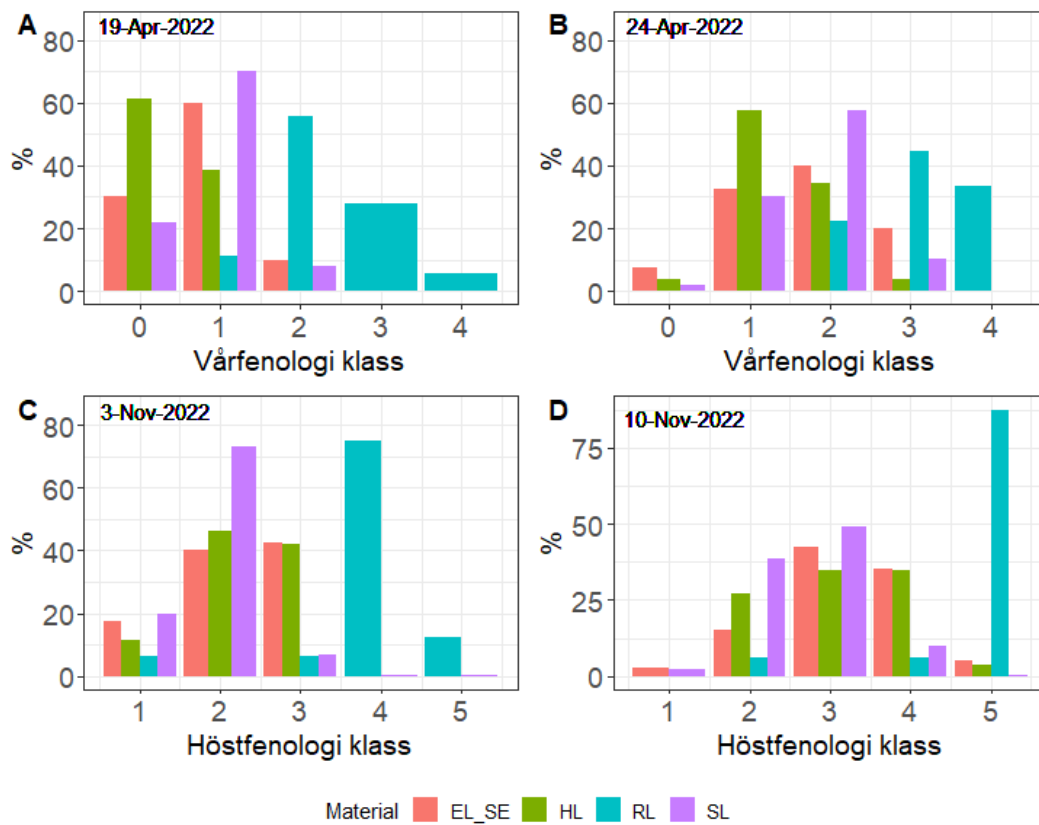
I övrigt hörde minst 60 procent av träden till kvalitetsklass 1 (Figur 3). För SL gruppen var andelen strax under 60 procent. Ungefär 20 procent av SL-träden var krokiga och ca 20 procent hade dubbeltopp som var lika frekvent i nedre som i övre stamdelen. Alla svenska sorter hade över 60 procent enstammiga träd (klass 1). Andelen krokiga träd var lägre än 5 procent för hybridlärk och sibirisk lärk medan de för europeisk lärk från Sverige var ca 20 procent, liksom för sudetisk lärk. Andra defekter (klass >4) fanns endast i SL gruppen.



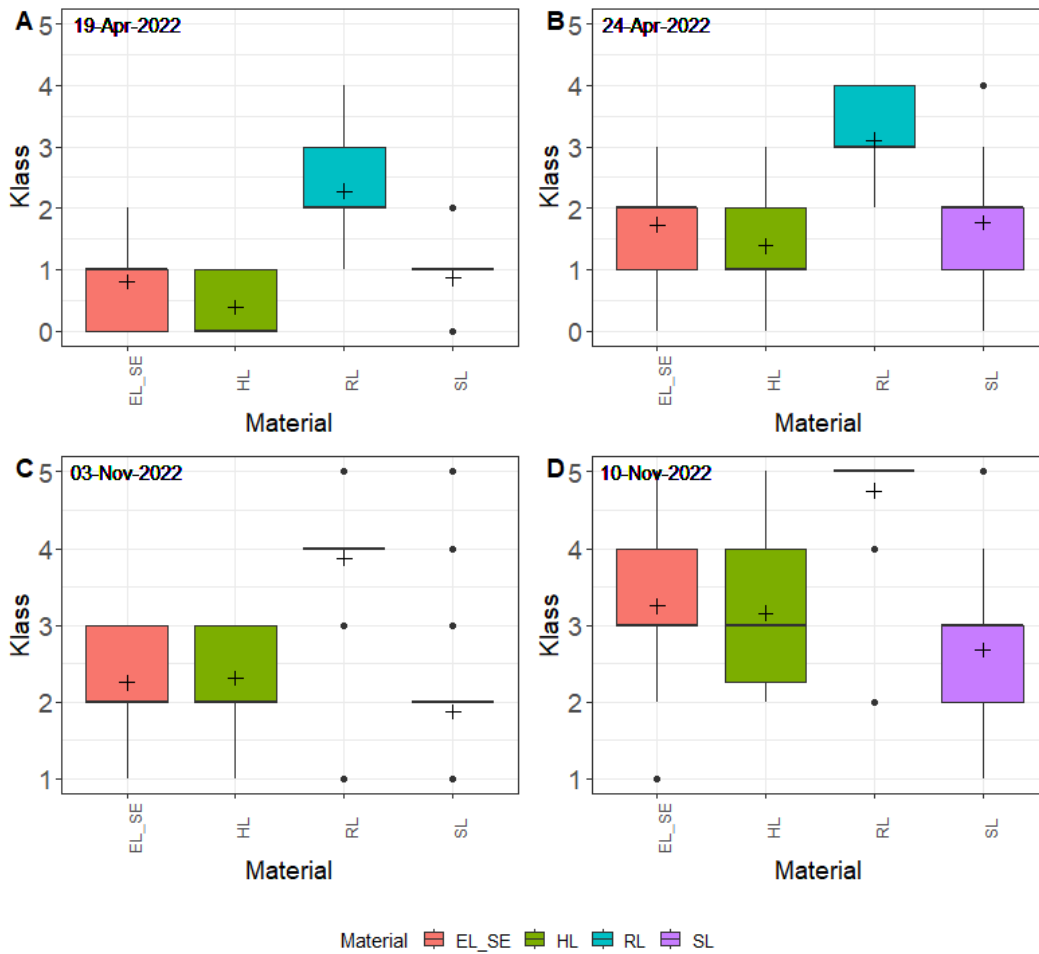
Figur 3. Andel träd i olika kvalitetsklasser inom europeisk lärk från Sverige (EL_SE), hybridlärk (HL), sibirisk lärk (RL) och europeisk lärk från Sudeterna (SL).

Enligt bedömningar av vårfenologin (utförd 19 april) var ca 60 % av hybridlärkplantorna inaktiva – klass 0 (Figur 4A och 5A). Andelen inaktiva plantor för europeisk lärk var samma för europeisk lärk från Sudeterna och svenskt material: ca 25 %. Alla plantor av sibirisk lärk hade påbörjat tillväxten redan vid den första inventeringen den 19 april. Fem dagar efter den första inventeringen hade nästan alla plantor påbörjat sin tillväxtsäsong (Figur 4B och 5B).

I den första bedömningen av höstfenologin, den 3 november, hade sibirisk lärk redan invintrat och de allra flesta plantor klassades som klass 4 eller klass 5. Det fanns en tendens till att sudetisk lärk avslutade tillväxten snabbare än den europeiska lärken från Sverige och hybridlärken, då ca 70 % av träden var klassificerades som klass 2 (Figur 4C och 5C). Vid den andra mätningen hade fördelningen inom höstfenologin jämnat ut sig (Figur 4D och 5D).



Figur 4. Andel träd i de fenologiska klasserna vid fyra bedömningstillfällen för europeisk lärk från Sverige (EL_SE), hybridlärk (HL), sibirisk lärk (RL) och europeisk lärk från Sudeter (SL). Bedömningstillfället indikeras av datumen i respektive figur. Klasserna följer skalan presenterad i Figur 1.



Figur 5. Spridning av fenologiklasser vid fyra bedömningstillfällen för europeisk lärk från Sverige (EL_SE), hybridlärk (HL), sibirisk lärk (RL) och europeisk lärk från Sudeter (SL). Boxen visar första och tredje kvartilen av data. Nedre och övre linjen ut från boxen visar minimum- och maximumvärden förutom outliers, vilka indikeras av en punkt (·). Medianen indikeras av strecket inom boxen. Medelvärde indikeras av ett plustecken (+).

Genetiska egenskaper

Höjd och kvalitet vid fyra års ålder var under låg genetisk kontroll (Tabell 1). Ärtfligheten var ca 0,1 och genetisk variationskoefficient för höjd var 3,2 %. Vårfenologi var under måttligt genetisk kontroll med heritabilitet mellan 0,22 och 0,34 (Tabell 1). Vid ett annat måttillfälle räknades en liknande ärtflighet fram för höstfenologi, då ökade den till 0,63.

Tabell 1. Genetiska parametrar av sudetisk lärk (SL) från försök. H – höjd, VF – vårfenologi första/andra observation (1, 2), HF – höstfenologi första/andra observation (1, 2), Q är kvalitet. CV är en variationskoefficient, P – fenotypiskt, G – genotypiskt, h^2 är ärtflighet.

Egenskap	Enhet	N	Medelvärde	Min	Max	CVP (%)	h^2	SE	CVG (%)
H	m	928	2,30	0,45	3,5	24	0,10	0,07	3,2
VF_1	Klass	924	0,87	0	4	66	0,22	0,09	13,5
VF_2	Klass	924	1,78	0	4	39	0,34	0,13	10,5
HF_1	Klass	927	1,93	0	5	31	0,21	0,09	6,2
HF_2	Klass	927	2,75	1	5	28	0,63	0,14	10,0
Q	Klass	933	1,7	0	6	64	<0,01	0,07	NA*

*NA – ej tillgängligt

Efter fyra år i fält var fenotypiska sambandet lågt mellan höjd och fenologi (Tabell 2). Sambanden mellan vår- och höstfenologi var också låga, likaså samt sambanden mellan kvalitet och andra variabler (Tabell 2).

Tabell 2. Fenotypiska korrelationer mellan variabler fyra år efter plantering (kursiverade siffror i tabellens diagonal). Genetiska korrelationer mellan variablerna redovisas i tabellens nedre del (under diagonalen). Fetstil redovisar korrelationer som skattades med bivariat-analysen, icke-fetad stil redovisar multivariatanalysen mellan variabler.

	H	VF_1	VF_2	HF_1	HF_2	Q
H	1	-0,29	-0,23	-0,26	-0,10	-0,27
VF_1	0,79	1	0,64	0,18	0,08	0,08
VF_2	0,68	0,87	1	0,10	0,11	0,09
HF_1	0,18	-0,44	-0,45	1	0,68	0,06
HF_2	-0,51	-0,39	-0,38	NA*	1	-0,05
Q	-0,53	-0,44	-0,35	0,08	<0,01	1

*NA – ej tillgängligt

Diskussion

För hela försöket var det ca 70 % av plantorna som överlevde. Överlevnaden för europeisk lärk från Sudeterna var ca 20 % högre än för andra lärkgrupper. Något som kan ha påverka resultatet av överlevande plantor var att antalet sudetiska plantor var betydligt

fler än för de övriga grupperna. Orsaken till mortaliteten i försöket var med största sannolikhet konkurrens från markvegetationen samt bristande plantvitalitet vid plantering. Dessa orsakssamband registrerades dock inte under försökets gång eller vid plantering.

Höjden var under låg genetisk kontroll med ärftlighet av 0,10. Högre ärftlighet skattades för femårig lärk planterad i 1998-årsserien (försök S21F9881314 och -F1315) där ärftligheten var 0,41 respektive 0,22 (Boije Malm & Stener 2002). Ärftligheten för tillväxtegenskaper hos hybridlärk i svenska försök har varierat mellan 0,29 och 0,42 (Stener, m.fl. 2002). Den genetiska variationskoefficienten i detta försök var endast 3,2 % vilket var lägre än i Boijes, Malms och Steners studie (2002). Ett lågt värde av den genetiska variationskoefficienten begränsar möjligheterna vid urval av nya individer inom familjer till vidare förädling eller nya fröodlingar. Försöket befinner sig dock i en tidig utvecklingsfas och det kan vara alldeles för tidigt för att dra slutgiltiga slutsatser. Dessutom är detta endast ett försök i en serie av fyra, som planterades 2019 i södra Sverige. Mätningar och utvärderingar från alla fyra försök kommer ge ett mer fullständigt underlag för framtida urval till förädling och fröodlingar.

Variationshöjden mellan familjer var väldigt låg inom gruppen med sudetisk lärk, dock fanns det vissa familjer som presterade betydligt sämre än andra. Dessa familjer bör utvärderas ytterligare innan några slutgiltiga slutsatser dras. I gruppen med europeisk lärk från Sverige var variationen mellan familjer större än bland de sudetiska lärkarna. Avkommor till vissa av de utvalda familjerna hade förhållandevis låg medelhöjd jämfört med andra inom gruppen och de sudetiska familjerna. Ett nytt urval av genotyper från de bästa sudetiska familjerna bör bidra till en förbättring av baspopulationen av europeisk lärk. Detta urval kan sedan vidareförädlas antingen som rena trädslag eller som hybrider mellan olika lärkarter. Urvalet bör utföras framåt, det vill säga avkommorna från de bästa individerna från de mest lovande familjerna används i framtiden. Att göra urvalet bakåt genom att gå tillbaka till plusträden och ympa upp dessa kan bli svårt och kostsamt eftersom ursprungsmaterialet finns i Polen. Träden med ursprung från fröodlingar var endast 4 procent högre än materialet från bestånden vilken är en bekräftelse av ganska låga genetiska vinster från plusträdsurval, det vill säga fröodling av första generationen (Jansson 2007). Högre avkommor är oftast ett resultat av bättre pollen inom en plantage då den vanligtvis är relativt isolerad från oönskat vildpollen. Samtidigt kan det vara en slumpeffekt av plusträdsurvalet. Det blir intressant att studera resultaten från de tre andra försöken för att verifiera effekten.

En större medelhöjd för hybridlärkarna än för de rena lärksorterna förutspåddes före inventeringen. Det är väl känt att hybridisering mellan japansk och europeisk lärk förbättrar höjdtillväxten jämfört med artrena korsningar mellan europeiska lärkar (Baltunis m.fl. 1998). Detta bekräftades dock inte i detta försök där hybriderna hade en något lägre medelhöjd än rena europeiska lärkar. Det förhållandevis ojämna antalet plantor kan vara en orsak till dessa skillnader.

Europeisk lärk från Sudeterna har vårfenologiska egenskaper som liknar de europeiska lärkar som redan valts ut till förädlingsprogrammet. Hos testade hybrider startade tillväxten något senare än de europeiska genotyperna. Sudetiska lärkar hade en tendens att växa något längre tid in på hösten än hybrider men skillnader avtog ganska snabbt. Andelen träd med en stam, utan dubbla toppar, var ca 80 %, medelhöjden låg på 3,20 m vilket indikerar att frostsador inte förekom ofta i försöket. Vårfenologin var under en måttligt genetisk kontroll, medan höstfenologin till en större grad, var genetisk kontrollerad, speciellt observationer som utfördes senare på hösten.

Både vår - och höstfenologin skiljde sig åt mellan europeiska, hybrid- samt sibiriska familjer. Siberiska familjer började och avslutade utvecklingen tidigare än övriga familjer. Detta indikerar att sibiriska familjer inte är anpassade för fotoperioden på försökslokalen och att de flyttats för långt söderut i förhållande till sitt ursprung. Fotoperioden är en av de viktigaste faktorer som påverkar trädens tillväxt. Westin, m.fl. (2016) påpekade att skillnaderna mellan europeisk och sibirisk lärk, av lämpligt proveniensursprung, är små på våren men desto större på hösten. Det betyder att ett urval av lämpliga sibiriska lärkar kan vara möjliga att använda även i södra Sverige.

Studien visade att europeiska lärkar från Sudeterna har relevanta fenologiska egenskaper för klimatet i södra Sverige. De har hög överlevnad och en vital tillväxt. Stamkvaliteten är hög och de fenologiska egenskaperna skiljer sig inte från redan utvalda kloner som har används inom förädlingen och för etablering av existerande fröodlingar. Efter analysen av hela serien blir det möjligt att utföra ett primärurval av de mest lovande individerna inom de mest lovande familjerna. Slutgiltiga urval ska göras efter fem till tio tillväxtsåsonger.

Referenser

- Baltunis, B., Greenwood, M. & Eysteinnsson, T. 1998. Hybrid vigor in Larix: growth of intra- and interspecific hybrids of Larix decidua, L. laricina, and L. kaempferi after 5-years. *Silvae genetica*, **47** (5), 288-293.
- Brázdil, R., Dobrovolný, P., Luterbacher, J., Moberg, A., Pfister, C., Wheeler, D. m.fl. 2010. European climate of the past 500 years: new challenges for historical climatology. *Climatic Change*, **101** (1), 7-40.
- Desjardins, F. 1994. *Etude de deux plantations comparatives de provenances de mélèze d'Europe à l'âge de cinq ans*, Lycée d'Enseignement Général et Technologique Agricole du Chesnoy-Les Barres
- Fries, E. 2017. Den bortglömda europén. In *Skogsaktuellt*. C. Karlsson (ed.), Skogsaktuellt, online.
- Haabjoerg, A. 1978. Photoperiodic ecotypes in Scandinavian trees and shrubs [Acer platanoides, Alnus incana, Betula verrucosa, Corylus avellana, Hippophae rhamnoides, Myricaria germanica, Picea abies, Salix caprea, Sorbus aucuparia, Ulmus glabra]. *Scientific reports of the Agricultural University of Norway*.
- Jansson, G. 2007. Gains from selecting Pinus sylvestris in southern Sweden for volume per hectare. *Scandinavian Journal of Forest Research*, **22** (3), 185-192.
- Jönsson, A.M. & Bärring, L. 2011. Ensemble analysis of frost damage on vegetation caused by spring backlashes in a warmer Europe. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, **11** (2), 401-418.
- Karlman, L. & Karlsson, C. 2012. European larch – a potential exotic for northern Sweden?
- Karlman, L. & Karlsson, C. 2015. Europeisk lärk. Bortglömt trädslag med potential – även i norr. *Fakta Skog*, **14**.
- Kiellander, C.L. 1958. Hybridlärk och lärkhybrider. In H. Hedlund (Ed.). *Svenska Skogsvårdsföreningen. Skogsvårdsföreningens Tidskrift*, **4**, pp. 371-398.

- Kiellander, C.L. 1966. Om lärkträdens egenskaper och användning med särskild hänsyn till europeisk och japansk lärk / Summary: On the properties and use of larch with special reference to European and Japanese larch. . *Föreningen Skogsträdsförädling*, Årsbok 1965.
- Kiellander, C.L. & Lindgren, D. 1978. *Odlingsvärdet hos olika arter, provenienser och arthybrider av lärk i Sydsverige*.
- Koski, V. & Selkaeinaho, J. 1982. Experiments on the joint effect of heat sum and photoperiod on seedlings of *Betula pendula* [annual cycle, growing temperature, silver birch]. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae (Finland)*.
- Lieth, H. 1974. Purposes of a phenology book. In *Phenology and seasonality modeling*, Springer, pp. 3-19.
- Migliavacca, M., Cremonese, E., Colombo, R., Busetto, L., Galvagno, M., Ganis, L. *m.fl.* 2008. European larch phenology in the Alps: can we grasp the role of ecological factors by combining field observations and inverse modelling? *International journal of biometeorology*, **52** (7), 587-605.
- Pâques, L. 2013. *Forest Tree Breeding in Europe: Current State-of-the-Art and Perspectives*.
- Schober, R. 1977. Vom II. Internationalen Larchenprovenienzversuch, ein Beitrag zur Larchenherkunftsfrage. *Schriftenr Forstl Fak Univ Gottingen*.
- Schober, R. 1981. On the 1st international larch provenance trial 1944. 1. *allgemeine forst und jagdzeitung*, **152** (10), 181-194.
- Stener, L.-G. 2007. *Tidig utvärdering av fyra sydsvenska försök med olika lärkarter av olika genetiskt ursprung*. Skogforsk.
- Stener, L., Stenlid, J. & Karlsson, B. 2002 Genetic evaluation of growth, external stem quality, wood density and sensitivity to root and butt rot in a *L. eurolepis* trial in South Sweden. INRA, Unité d'Amélioration, pp. 141-153.
- Wang, T. & Tigerstedt, P. 1993. Variation of growth rhythm among families and correlation between growth rhythm and growth rate in *Betula pendula* Roth. *Scandinavian Journal of Forest Research*, **8** (1-4), 489-497.
- Westin, J., Helmersson, A. & Stener, L.-G. 2016. Arbetsrapport. *Skogforsk*, **895**, 70.

Bilaga 1



Figur A. Vårfenologi klass 1. April 2022



Figur B. Buskigt lärk, vårfenologi klass 1.
April 2022



Figur C. Bild på försöker, Oktober 2022.



Figur D. Årlig höjdtillväxt, Oktober 2022.