

Resistenstest av poppel

Slutrapport 2015 av Energimyndighetens projekt 35136-1
2015-06-22

Lars Göran Stener och Johan Westin, Skogforsk

e-post: lars-goran.stener@skogforsk.se, johan.westin@skogforsk.se



SKOGFORSK



Energimyndigheten

Syfte

Studien syftar till att förbättra odlingssäkerheten för det poppelmaterial som används i södra Sverige idag och att ge ett underlag för urval av nya kommersiella kloner i hela Sverige, genom test av resistens avseende *Melampsora larici-populina* (bladrost) och *Xanthomonas populi* (bakteriekräfta).

Bakgrund

Allmänt

I bl.a. Belgien, Holland och Frankrike där poppel används i relativt stor omfattning är resistens mot bl.a. bakteriekräfta och bladrostsvampar ett viktigt led vid framtagning av genetiskt bra kloner för kommersiellt bruk (Steenackers et al. 1996).

I Sverige är kunskapen om resistens mot olika patogener tämligen dålig för de poppelkloner som valts ut eller kandiderar att bli valda för kommersiell odling, vilket är en allvarlig brist. Den information som finns, baseras enbart på okulära skadebedömningar i samband med tillväxtmätningar av de enskilda träden i fältförsöken. Eftersom patogenskadorna varierar kraftigt mellan olika år (exempelvis gynnas bladrostsvampar de år då luftfuktigheten är hög (Pinon et al. 2006), kan det innebära att skadorna är obetydliga just de åren då försöken mäts. De kloner som idag rekommenderas till kommersiell användning kan alltså vara väldigt känsliga mot specifika patogener utan att vi vet om det.

Kloner, som selekterats för kommersiellt bruk baserat på produktion och vitalitet i fältförsök, bör därför resistenstestas under kontrollerade former för att minska risken för ekonomiska bakslag som kan bli en följd av enskilda kloners låga patogenresistens. Betydelsen av detta har nu accentuerats i Sverige inte bara p.g.a. det ökade odlingsintresset för poppel utan också mot bakgrund av kommande klimatförändring. En höjd medeltemperatur i samband med en prognostiserad ökad nederbörd innebär sannolikt ett ökat infektionstryck från olika patogener (Yanchuk & Allard 2009).

Bladrost (*Melampsora larici-populina*) och bakteriekräfta (*Xanthomonas populi*) hör till de mest allvarliga patogenhoten mot poppelodlingar (Isebrands & Richardson 2014). Visserligen har *Xanthomonas populi*, vad vi känner till, ännu inte observerats i Sverige, men eftersom den anses som mycket allvarlig på kontinenten, så bör den i förebyggande syfte även testas på svenskt material.

Bakteriekräfta

Bakteriekräfta infekterar träden via färsk sår och bladskaftsärr och sprids sedan i barkvävnaden som ofta spricker upp. Kloner som är mycket känsliga dör ofta genom strangulering redan andra året efter infektionen. På mindre mottagliga kloner syns ofta inledningsvis en yttre vävnadsskada som på kloner med hög motståndskraft övervallas helt av frisk vävnad (Sabet & Dowson 1952). Ved som infekterats går inte att använda som faner eller för vidare trämekanisk behandling. Kambiemineraren *Phytobia carbonaria* gör gångar under barken som underlättar patogenens spridning i träden och möjligen kan insekten även överföra bakterien mellan träd. *Paranthrene tabaniformis* är en annan insekt som har rapporterats ha samband med infektion av bakteriekräfta. Spridning av kräftan mellan olika länder sker i första hand genom smittat plantmaterial. Infekterad ved anses dock inte utgöra någon infektionsrisk. Även om patogenen oftast inte ger sig till känna förrän via ca 10 års ålder kan yngre träd vara smittade och därmed utgöra en spridningskälla till närliggande poppelodlingar (Steenackers et al. 1990, 1996). Att ta bort infekterade träd är ett sätt att reducera infektionsrisken, men principiellt bör kommersiellt material utgöras av kloner som har hög motståndskraft (Gremmen & Koster 1972).

Bladrost

Bladrost av arten *Melampsora larici-populina* är den vanligaste, mest allvarliga och mest spridda bladpatogen som förekommer hos poppelsläktet. Kraftiga rostangrepp kan orsaka tidig bladfällning, ökad frostkänslighet, försenad knoppsprickning och en försämrad allmän vitalitet med ökad risk för skador av sekundära patogener såsom *Dothichiza populea*, med reducerad tillväxt och sämre överlevnad som följd (Steenackers et al. 1996, Butin 1983). Exempelvis uppskattades biomassaproduktionen på klonen Beaupré minska med 20-30% året efter ett kraftigt angrepp och med upp till 50-60% de följande åren (Gastine et al. 2003).

Melampsora larici-populina skapar lätt nya kombinationer, som uppstår i den sexuella fasen på mellanvärderna som är lärk (Frey et al. 2005, Cellerino 1999). Många och komplexa stammar finns i monoklonplanteringar av hybridpoppel, få och enkla i *Populus nigra*, som av den anledningen fått ett ökat intresse. Hur kraftiga bladinfektionerna blir, beror bl.a. på förekomsten av lärk. Med tilltagande avstånd mellan lärk och poppel, desto senare på säsongen infekteras poppeln, vilket minskar rostens skadeeffekter (Isebrands & Richardson 2014).

Skogsträdsförädling

Det finns en stor genetisk variation i resistens och den är dessutom starkt genetiskt styrd, vilket ger goda förutsättningar för att ta fram motståndskraftiga kloner genom praktisk förädling (Butin 1983, Steenackers 1966, Rajora et al. 1994). Kloner av *P. trichocarpa* och *P. maximowiczii* som är de mest intressanta arterna i Skandinavien kommer dock aldrig vara helt resistenta, men genom förädling som omfattar korsningar mellan bra föräldrar och testning av avkommor för urval av de genetisk bästa klonerna kan motståndskraften ökas.

Eftersom arter är olika motståndskraftiga mot olika patogener används ofta mellanartskorsningar för att få fram kloner som är mer generellt resistenta. Tidigare var förädlingsarbetet i Sydeuropa främst koncentrerat på *P. deltoides* x *P. trichocarpa* med sikte på en fullständig resistens, vilken ofta verkar mot specifika patogenraser (Steenackers et al. 1996, Pinon & Frey 2005). Denna resistens har dock en tendens att brytas ned genom att patogenerna utvecklar nya stammar. Exempelvis kan nämnas de inledningsvis resistenta klonerna Boulare och Beaupré, båda *P. trichocarpa* x *P. deltoides*, som användes på stora arealer i Belgien, Holland och Frankrike. I slutet på 1980-talet och början av 1990-talet drabbades dessa kloner av kraftiga *Melampsora*-angrepp och såväl unga som äldre bestånd dog. Idag finns inga kloner som kan betraktas som helt resistenta och förädlingsarbetet är numera inriktat mot partiell istället för specifik resistens. Det är alltså fråga om en generell resistens som verkar mot alla raser och genotyper av rostsvampen. Man vill också förädla för tolerans, d.v.s. klonens förmåga att upprätthålla tillväxt trots att den är mottaglig för patogenen.

Metod

Allmänt

INBO (The Research Institute for Nature and Forest) i Geraardsbergen, Belgien under ledning av Dr Marijke Steenackers är ledande i Europa avseende resistenstestning av poppel, vilket var anledningen till att poppelmaterialet testades där.

Totalt 38 kloner (tabell 3) valdes för resistenstest. Där ingår 12 av de totalt 13 kloner som rekommenderas för kommersiell odling i södra Sverige samt 11 och 15 nyvalda kloner som är tänkbara för användning i Norrland respektive södra Sverige. Från varje klon togs drygt 30 st 25 cm långa grenbitar (sticklingar), från ett-åriga poppelspröt i klonarkiv vid Skogsforsks forskningsstationer i Ekebo, Svalöv respektive Sävar, Umeå. Materialet skickades till INBO i två omgångar. Den första i februari 2012. Observationer från testerna av *Melampsora* gjordes efter ett och två tillväxtsåsonger (september 2012 resp. 2013) och för *Xanthomonas* efter tre år (september

2014). Den andra sändningen gjordes i februari 2013 och de kontrollerades också för *Melampsora* resistens efter ett och två tillväxtsåonger (september 2013 resp. 2014). Resultat för *Xanthomonas* resistens kommer för dessa kloner inte att erhållas förrän hösten 2015.

Bladrost

Testerna av *Melampsora larici-populina* genomfördes genom att ca 20 st sticklingar per klon planterades på friland vid INBO i Gerardsbergen. Där har man under årens lopp byggt upp ett högt infektionstryck från *Melampsora* med hjälp av värdväxlande lärkar i plantskolan. Bladrostskadorna utifrån dessa naturliga infektioner (Figur 1) klassificerades enligt tabell 1 och presenteras i Tabell 3.

Tabell 1. Klassificering av naturlig infektion av *Melampsora* på plantorna.

Class	Description
0	No uredinia on the plant (qualitative resistance)
0.5	Few uredinia. Hard to detect
1	Slight infection of the leaves. Up to 25% of total tree height
1.5	Slight infection of the leaves. Up to 50% of total tree height
2	Infection of the leaves up to 75% of total tree height
2.5	Infection of the leaves up to 75% of total tree height and beginning of black discoloration
3	More than 75% of leaves infected and black discoloration of the lower 25% leaves and beginning of leaf shrivelling
3.5	More than 75% of leaves infected and black discoloration of the lower 50% leaves and up to 25% leaf shedding
4	Black discoloration of the lower 50% leaves and shrivelling of up to 75% of the leaves and up to 50% leaf shedding
4.5	Up to 75% leaf shedding
5	More than 75% leaf shedding



Figur 1. Frilandsarkiv vid INBO, Gerardsbergen, Belgien med planter som testas för *Melampsora* resistens.

Bakteriekräfta

Testerna av *Xanthomonas populi* gjordes på fem sticklingar per klon, vilka planterades i ett separat arkiv. Efter två års tillväxt (ca 2 meters höjd), gjordes två små sår på stammen vid 1/3 respektive 2/3 av totalhöjden, varvid ett aggressivt isolat av bakteriekräftan tillfördes. Skadeklassificeringen gjordes påföljande höst enligt tabell 2. Se även skadebild i figur 2.

Tabell 2. Klassificering av *Xanthomonas* skador.

Class	Description
0	No reaction after inoculation
1	Wound completely overgrown by callus. Surrounding tissues appear healthy with no further extension of diseased area
2	Wound not completely overgrown. No swelling of tissue evident and no further extension of diseased area
3	Wound not completely overgrown. Swelling of tissue adjacent to place of inoculation and further extension from original place of inoculation is evident
4	Wound not completely overgrown. Secondary swellings are present at some distance from the original place of inoculation, but not visibly connected with the primary inoculation
5	Wound not overgrown and callus tissues when cut show "glassy" texture. Infection spreads from original place of inoculation to larger parts of the stem. Extensive areas of the shoot surface are damaged, and stems often die or break as a result



Figur 2. *Xanthomonas* skadad poppelstam (klass 5) efter artificiell infektion.

Resultat

Resultatet av resistenstesterna framgår av tabell 3 där färgmarkeringen indikerar tre resistensgrupper: Orange (grå) markering indikerar kloner som har acceptabel resistens för både *Melampsora* och *Xanthomonas*. Grön (mörkgrå) markering avser acceptabel resistens för *Melampsora* och gul (mycket ljus grå) markering är kloner som anses vara känsliga för båda patogentyperna.

Av de 12 selekterade klonerna är det fem som kan betraktas ha god till acceptabel resistens mot både *Melampsora* och *Xanthomonas*. Klonerna S23K9040019 och S23K9040025 har visat dålig resistens i förökningsbädden vid Skogforsks forskningsstation i Ekebo, vilket verifieras av resultatet från resistenstesten. Från mätningar av 2010 års försökserie med bl.a. poppel (se ”Analys av 2010 års försökserie med olika hybridasp- och poppelkloner på 13 olika lokaler från latitud 56-65”) framgår att klon S216PPL52 haft en mycket dålig överlevnad vilket innebär att den inte ska användas kommersiellt framöver. Av de nya sydliga kandidaterna är det 3 med acceptabel bladrostresistens men där finns ännu inga resultat för kräftresistens.

Det innebär att av de i testen 12 ingående klonerna av totalt 13 som selekterats för odling i södra Sverige återstår 5 kloner med acceptabel resistens, förutsatt att OP42 godkänns för *Xanthomonas* resistens hösten 2015. Den selekterade klon som saknas i resistenstesten kommer att skickas ned

till INBO för test och kommer om klonen har acceptabel resistens också att rekommenderas för odling i södra Sverige. Huruvida de övriga tre nya kandidaterna för södra Sverige kan användas framöver beror på resultatet från kräftresistensen hösten 2015 men också på överlevnad och tillväxt i de nya försöken som anlagts 2015 (se ”Nya fälförsök med hybridasp och poppel”).

Vid odling av hybridasp rekommenderar Skogforsk en klonblandning om minst 8 kloner, där ingen av klonerna ska utgöra mer än 20 % av plantantalet i ett plantparti och alla kloner måste representeras med minst 5 % av plantantalet. Detta grundas på en bedömning av ekonomiskt risktagande utifrån risken att en eller flera kloner skulle drabbas av någon skada som är klonbunden. I princip borde samma krav ställas på en klonblandning med poppel. En viktig skillnad mellan dessa trädslag är dock hur man återföryngrar beståndet efter slutavverkning. Hybridaspens förmåga att skapa ett nytt bestånd via rotskottsuppslag efter slutavverkning kommer sannolikt att användas som föryngringsmetod i många beståndsgenerationer. Det innebär att de ursprungligen planterade klonerna behålls till skillnad från poppel där man i allmänhet efter en slutavverkning planterar med nytt material, och därmed tillför nya bättre kloner.

Av de 11 norrländska kandidaterna finns ingen som har acceptabel kräftresistens eller acceptabel bladrostresistens efter två år (Tabell 3).

Slutsatser

Vi har idag ingen kunskap om vilka av de 8 virulensstyper av *Melampsora larici-populina* som finns i Sverige, vilket är något som bör utredas i ett kommande forskningsprojekt. En ökande areal med poppel och ett förändrat klimat kommer dock sannolikt leda till att samtliga virulensstyper kommer vara frekventa här också.

Vi bedömer därför att enbart 5 av de ursprungligen 13 klonerna, som tidigare selekterats för användning som en klonblandning på milda lokaler i södra Sverige, bör användas. Fem kloner i en klonblandning vid poppelodling är visserligen i minsta laget, men är ett betydligt bättre alternativ än att använda samtliga 13 kloner, varav 7 har konstaterats vara dåliga med avseende på resistens eller överlevnad. För odling i norra Sverige kan vi idag inte rekommendera någon klon för säker odling.

Förutsatt att odling av poppel i Sverige ska öka så måste arbetet med förädling och selektion av nya odlingsvärda kloner intensifieras.

Tabell 3. Resultat från resistenttest av *Melampsora larici-populina* (M.) och *Xanthomonas populi* (X.) för olika materialtyper där Sel_SSV = selekterade kloner som idag används i södra Sverige, Ny_NSv = norrländska kandidatkloner, Ny_Ssv = sydsvenska kandidatkloner, Ref = referenskloner. Resultatet för *Melampsora* avser klassificering enligt tabell 1 efter ett respektive två års tillväxt i Gerardsbergen, Belgien. Resultatet för *Xanthomonas* avser stranguleringsindex enligt tabell 2. Kloner markerade med grönt indikerar tolerans mot respektive patogentyp. Orange anger att klonen är tolerant både för M. och X. Gult markerar icke toleranta kloner. "x-Ej" avser en klon som visat dålig överlevnad i försök anlagda år 2010.

Klon	Typ	Testår	Trädslag	Melampsora		Xanthom.	Godkänd resistens	Utväld för odling
				År 1	År 2	År 3		
S21K766003	Sel_SSV	2012-2014	P.nigra x P.trichocarpa	2.0	2.0	3.3	x	x
S21K766005	Sel_SSV	2012-2014	P. maximowiczii x P. trichocarpa	2.0	2.0	4.4		
S21K766048	Sel_SSV	2012-2014	Balsam type	3.5	4.0	3.6		
S21K82604	Sel_SSV	2012-2014	Balsam type x P. trichocarpa	1.5	2.5	0.7	x	x
S216PPL52	Sel_SSV	2012-2014	P. trichocarpa	2.0	2.0	0.6	x-Ej	
S23K9040006	Sel_SSV	2012-2014	P.trichocarpa	1.5	2.0	4.3		
S23K9040019	Sel_SSV	2012-2014	P.trichocarpa	3.0	4.5	4.3		
S23K9040025	Sel_SSV	2012-2014	P.trichocarpa	3.0	4.5	4.2		
S23K9040073	Sel_SSV	2012-2014	P.wash x trichocarpa	2.5	4.0	2.4		
S23K9040086	Sel_SSV	2012-2014	P.maximowiczii x P. trichocarpa	2.0	2.0	3.7	x	x
S23K9040089	Sel_SSV	2012-2014	P. maximowiczii x pyramidalis	2.5	2.5	1.1	x	x
S21K766038	Sel_SSV	2013-2015	P.maximowiczii x P. trichocarpa, OP42	2.0	2.0	Test pågår	x	x
N010001	Ny_NSv	2012-2014	P. balsamifera	4.5	5.0	5.0		
N010051	Ny_NSv	2012-2014	P. balsamifera	4.5	5.0	4.8		
N010910	Ny_NSv	2012-2014	P. balsamifera	4.5	5.0	4.5		
S23K9040005	Ny_NSv	2012-2014	P. trichocarpa	2.5	4.0	4.4	(x)	
S23K9040016	Ny_NSv	2012-2014	P. trichocarpa	3.0	4.0	3.8		
S23K9040034	Ny_NSv	2012-2014	P. trichocarpa	3.5	4.5	4.3		
S23K9040037	Ny_NSv	2012-2014	P. trichocarpa	2.0	4.0	3.7	(x)	
S23K9040043	Ny_NSv	2012-2014	P. trichocarpa	3.0	4.0	4.5		
S23K9040044	Ny_NSv	2012-2014	P. trichocarpa	2.5	4.0	4.7	(x)	
S23K9040048	Ny_NSv	2012-2014	P. trichocarpa	2.5	4.0	4.1	(x)	
S23K9040085	Ny_NSv	2012-2014	P. balsamifera x P. trichocarpa	4.0	5.0	3.1		
S21K766004	Ny_Ssv	2013-2015	Balsamtyp	2.0	2.0	Test pågår	x	
S21K82602	Ny_Ssv	2013-2015	Balsamtyp x P. trichocarpa	1.5	2.0	Test pågår	x	
S21K766007	Ny_Ssv	2013-2015	P. deltoides x P. nigra	2.5	3.5	Test pågår		
S23K9040046	Ny_Ssv	2013-2015	P.trichocarpa	2.5	3.5	Test pågår		
S23K9040057	Ny_Ssv	2013-2015	P.trichocarpa	3.0	4.0	Test pågår		
S23K9040035	Ny_Ssv	2013-2015	P.trichocarpa	2.5	4.0	Test pågår		
S23K9040036	Ny_Ssv	2013-2015	P.trichocarpa	2.0	3.5	Test pågår		
S23K9040059	Ny_Ssv	2013-2015	P.trichocarpa	2.5	3.0	Test pågår		
S23K9040012	Ny_Ssv	2013-2015	P.trichocarpa	3.5	4.5	Test pågår		
S23K9040041	Ny_Ssv	2013-2015	P.trichocarpa	2.0	3.5	Test pågår		
S23K9040032	Ny_Ssv	2013-2015	P.trichocarpa	2.5	3.0	Test pågår		
S23K9040009	Ny_Ssv	2013-2015	P.trichocarpa	1.0	1.5	Test pågår	x	
S23K9040020	Ny_Ssv	2013-2015	P.trichocarpa	2.5	3.5	Test pågår		
S23K9040026	Ny_Ssv	2013-2015	P.trichocarpa	3.0	4.5	Test pågår		
S23K9040047	Ny_Ssv	2013-2015	P.trichocarpa	2.0	3.0	Test pågår		
Robusta B	Ref	2012-2014	P. deltoides x P. nigra	3.0	4.0	Ej testad		
Unal	Ref	2012-2014	P. trichocarpa x P. deltoides	4.0	4.5	Ej testad		
Ogy	Ref	2012-2014	P. deltoides x P. nigra	3.0	3.5	Ej testad		
76.004/10	Ref	2012-2014	P. deltoides x (P. trichoc. x P. delt)	2.0	3.5	Ej testad		
Beaupré	Ref	2012-2014	P. trichocarpa x P. deltoides	4.0	5.0	Ej testad		
Boelare	Ref	2012-2014	P. trichocarpa x P. deltoides	4.0	5.0	Ej testad		
Hunnegem	Ref	2012-2014	P. trichocarpa x P. deltoides	4.0	4.5	Ej testad		
Raspalje	Ref	2012-2014	P. trichocarpa x P. deltoides	3.5	4.5	Ej testad		
Rap	Ref	2012-2014	P. trichocarpa x P. deltoides	4.0	4.5	Ej testad		
87B12	Ref	2012-2014	P. deltoides	0.5	0.5	Ej testad		
Brabantica	Ref	2012-2014	P. deltoides x P. nigra	2.5	4.0	Ej testad		
Hoogvorst	Ref	2012-2014	P. trichocarpa x P. deltoides	4.0	5.0	Ej testad		
Hazendans	Ref	2012-2014	P. trichocarpa x P. deltoides	3.5	5.0	Ej testad		
A4A	Ref	2012-2014	P. deltoides x P. nigra	2.5	4.0	Ej testad		

Referenser

- Butin, H. 1983. Krankheiten der wald und parkbäume. G. thieme verlag, Stuttgart, 172 pp.
- Cellerino, G.P. 1999. Review of poplar diseases. International poplar commission. FAO. Available at website www.efor.ucl.ac.be/ipc/pub/celle01/celle01.htm.
- Frey, P., Gerard, P. Feau, N., Husson, C. and Pinon, J. 2005. Variability and population biology of Melampsora rusts and poplars. pp 63-72 in: Rusts diseases on willow and poplar. Chapter 5. Pei, M.H. & McCracken A.R. eds CAC International, Wellesbourne, UK.
- Gastine, F., Berhelot, A. and Bouvet, A. 2003. La protection phytosanitaire du cultivar 'Beuapre' est-elle efficace. Informations. Forêt fiche. No 667-2.
- Gremmen, J. & Koster, R. 1972. Research on Poplar canker (*Aplanobacter populi*) in the Netherlands. European Journal of Forest Pathology. Volume 2, Issue 2: 116–124.
- Isebrands, J.G. & Richardson, J. 2014. Poplars and willows. Trees for society and environment. CABI and FAO, pp 634.
- Pinon, J. & Frey, P. 2005. Interactions between poplar clones and Melampsora populations and their implications for breeding for durable resistance. pp 139-154 in: Rusts diseases on willow and poplar. Chapter 12 Pei, M.H., & McCracken A.R. eds CAC International, Wellesbourne, UK.
- Pinon, J., Frey, P. and Husson, C. 2006. Wettability of poplar leaves influences dew formation and infection by Melampsora larici-populina. Plant Disease 90: 177-184.
- Rajora, O.P., Zsuffa, L. and Yeh, F.C. 1994. Variation, inheritance and correlations of growth characters and Melampsora leaf rust resistance in full sibs of Populus. Silvae Genetica 43,4: 219-226.
- Sabet, K.A. & Dowson, W.J. 1952. Annals of Applied Biology. Wiley Online Library.
- Steenackers, V. 1966. La selection et la creation des peupliers resistant aux diverses maladies des peupliers et plus particulierement au Aplanobacter populi. FAOCIP, Groupe de travail des maladies, Versailles, pp 30.
- Steenackers, V., Strobi, S. and Steenackers, M. 1990. Collection and distribution of poplar species, hybrids and clones. Biomass 22: 1-20.
- Steenackers, J., Steenackers, M., Steenackers, V. and Stevens, M. 1996. Poplar diseases, consequences on growth and wood quality. Biomass and Bioenergy. Vol 10, 5/6: 267-274.
- Yanchuk, A. & Allard, G. 2009. Tree improvement programmes for forest health – can they keep pace with climate changes? Unasylva. 60(231/232):50–56.