

Genetiskt modifierade insektsresistenta träd – Fördelar, risker och miljöpåverkan

För att tillgodose en ökad efterfrågan av skogsprodukter i framtiden tros en allt större del av skogsråvaran att produceras på intensiv brukade plantager. Under sådana förhållanden kan man förvänta sig ökade angrepp från skadegörare och patogener vilket kan komma att kräva en allt effektivare bekämpning. Begränsning av skadegörare kan uppnås bland annat genom förädling för insektsresistens, till exempel genom genetisk modifiering.

Genetisk modifiering för insektsresistens kan ha en rad fördelar jämfört med traditionell växtförädling. Till exempel är genetisk modifiering en relativt snabb process som kan vara mer specifik jämfört med traditionella metoder. Målet med genetisk modifiering för insektsresistens är att introducera resistens mot utvalda målorganismer genom att låta växterna producera eget insekticid. Jämfört med andra bekämpningsme-

toder såsom besprutning kan detta i teorin ha motsvarande effekter på skadegrad samtidigt som det också minskar effekten på icke målorganismer.

Medan genetisk modifiering för insektsresistens på vissa håll i världen är vida utbredd inom jordbruket så är liknande användning fortfarande ovanlig inom kommersiellt skogsbruk. Kunskapen är ännu begränsad om hur effektiv introducerad insektsresistens i träd är, samt vilka eventuella miljöeffekter som kan uppstå vid en sådan användning. Givet den ännu begränsade användningen så finns därmed fortfarande möjligheten att utvärdera fördelar och risker före ett stortskaligt användande.

I ett FORMAS-finansierat projekt har effekterna av genetisk modifiering för insektsresistens i hybridpar (*Populus tremula* × *Populus tremuloides*) på skadegrad och realiserade tillväxtfördelar, samt på icke målorganismer på land och i vattenmiljöer studerats. Dessa studier utfördes genom en serie försök i växthus samt i naturliga miljöer i fält.



Foto: Petter Axelsson

Figur 1. Bladbaggen *Chrysomela tremula* (ovan) är tillsammans med *Phratora vitellinae* två allvarliga skadegörare på asp-plantager vilka visat sig vara mottagliga för introducerad insektsresistens i genetiskt modifierade asphybrider

Asp-hybriden och modifiering

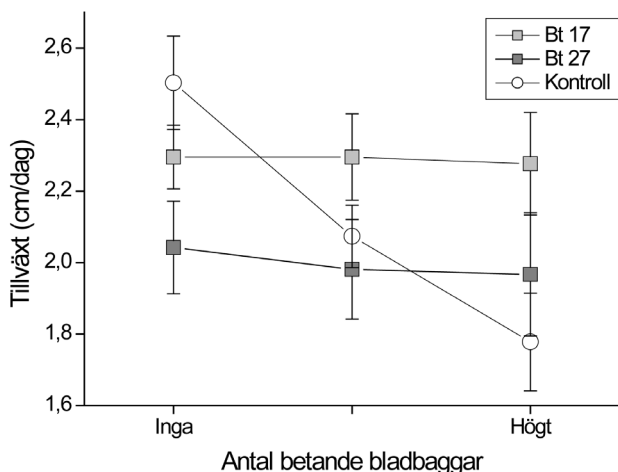
Den modifierade asphybriden som används i försöken har tagits fram vid det franska forskningsinstitutet INRA. Grundlinjen består av en hybrid mellan *Populus tremula* och *P. tremuloides* vilken modifierats med hjälp av en bakteriell vektor. De franska forskarna har i och med detta kunnat introducera DNA från en specifik ras av jordbakterien *Bacillus thuringiensis* (Bt) in i asphybriden. Detta DNA möjliggör för växten att producera ett protein vilket verkar toxiskt mot vissa skalbaggar. Modifieringen har sedan tidigare visats ge ett effektivt skydd mot bladbaggen *Chrysomela tremula* (Fig 1). Som kontroll i försöken användes icke modifierade plantor från samma hybrid.

Effekter på målorganismer och tillväxtfördelar

I växthus studerade vi hur effektiv den introducerade resistensen är mot angrepp från bladbaggen *Phratora vitellinae* samt hur ett intensifierat betningstryck av denna bladbagge påverkar plantornas tillväxt. Vuxna bladbaggar portionerades ut på plantorna i olika antal för att simulera variation i skadetryck. Vi tittade på bladskador, plantornas tillväxt och antal överlevande baggar.

Både bladskadorna och baggarnas överlevnad var lägre på insektsresistenta plantor vilket indikerar att den introducerade resistensen är effektivt mot denna bladbagge. Både *P. vitellinae* och den tidigare utvärderade *C. tremula* anses vara allvarliga skadegörare i asplantager. Att båda arterna är mottagliga för den introducerade resistensen ger stöd för att genetisk modifiering för insektsresistens kan vara en gångbar metod för att minska skadorna från dessa skadegörare.

Den simulerade variationen i skadetryck påverkade dock i vilken utsträckning de minskade skadorna överfördes till plantornas tillväxt. Medan höjdtillväxt i kontrollplantorna minskade med ett ökat antal bladbaggar så hade insektsresistenta plantor en jämförbar höjdtillväxt oavsett skadetryck (Fig 2). I linje med detta gav den introducerade insektsresistensen tillväxtfördelar bara under det högre skadetrycket som användes under försöket, men inte under låga nivåer



Figur 2. Vid försök med simulerat betningstryck visades att tillväxten hos icke resistenta asplantor (Kontroll) minskade med ett ökat antal betande bladbaggar medan plantor genetiskt modifierade för insektsresistens (Bt 17 och Bt27) bibehöll sin tillväxt oavsett betningstryck.

av skadegörare. Våra resultat visar därmed på hur det bakomliggande skadetrycket är en viktig faktor som sannolikt kan komma att påverka det realiserade utfallet i form av tillväxtfördelar.

Ett småskaligt fältförsök med insektsresistenta plantor i krukor visade på en liknande skadereduktion som i växthusmiljö. Insektsresistenta plantor fick mindre bladskador jämfört med kontrollplantor. Trots de minskade bladskadorna visade insektsresistenta plantor inga fördelar i form av biomassatillväxt. Troligtvis är anledningen till detta att skadetrycket från mottagliga insekter var för lågt för att påverka plantorna i någon högre grad. I fältförsöket hittade vi också bladskador orsakade av lövrullaren *Byctiscus populi* på insektsresistenta plantor såväl som kontrollplantor (Fig 3). Detta indikerar att denna skalbagge trots sitt släktskap med de mottagliga skalbaggar inte påverkas av den introducerade resistensen.

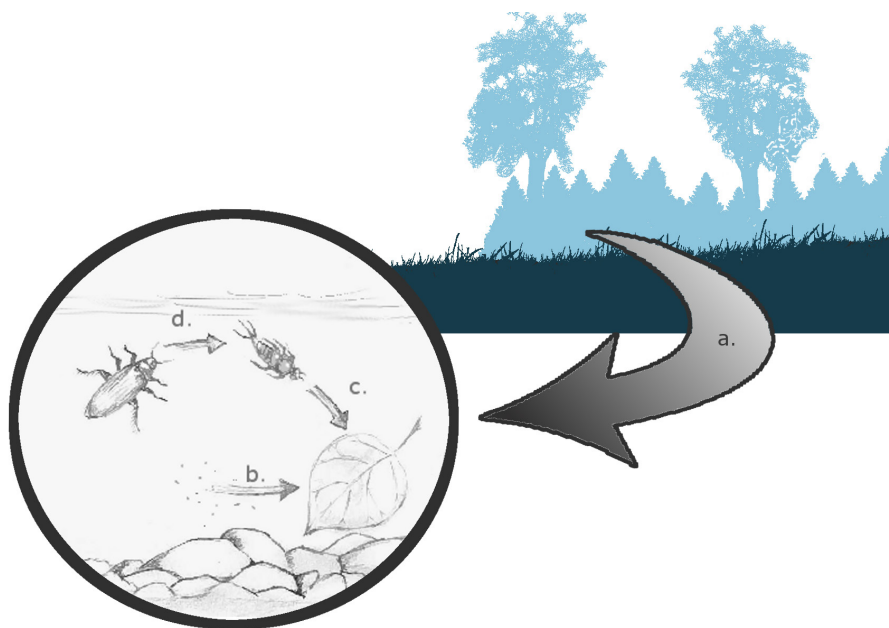


Figur 3. Vid ett småskaligt fältförsök med asplantor i krukor visade det sig att lövrullaren *Byctiscus populi* trots sitt släktskap med de mottagliga bladbaggar (*P. vitellinae* och *C. tremula*) orsakade bladskador på insektsresistenta plantor såväl som kontrollplantor.

Effekter på icke-målorganismer

Att undersöka hur icke-målorganismer påverkas av genetisk modifiering för insektsresistens är viktigt, inte bara för effekten på den totala skadegraden, utan också för att minimera risken för oförutsedda effekter på andra organismer eller ekosystem (Fig 4.).

I ett labförsök där sniglar som inte är mottagliga för den inducerade resistensen fick välja mellan att äta på blad från insektsresistenta plan-



Figur 4. Miljöeffekter av genetiskt modifierade insektsresistenta växter behöver inte nödvändigtvis begränsas till miljön i vilka de används. Löv och annat organiskt material från landmiljön (a) utgör en viktig resurs för exempelvis (b) mikroorganismer och (c) nedbrytande insekter i många vattenmiljöer. Dessa organismer kan i sin tur komma att konsumeras av (d) predatorer. Introducerade substanser eller oförutsedda förändringar i exempelvis bladkemi kan komma att påverka dessa näringskedjor på oförutsedda sätt (Illustration: Petter Axelsson).

tor och kontrollplanter, föredrog de blad från insektsresistenta planter. I dessa försök konstaterades också att plantornas ursprungliga bladkemi förändrats av modifieringen. Modifierade planter hade bland annat lägre halter av vissa sekundära metaboliter som påverkar växtens mottaglighet för skadegörare. Dessa förändringar förklarar sannolikt också varför sniglarna föredrog blad från insektsresistenta planter. Detta visar på att oförutsedda förändringar i plantornas bladkemi är en viktig parameter att ta hänsyn till då det potentiellt skulle kunna motverka effekten av den introducerade resistensen.

I våra försök har vi också använt oss av invintrade löv för att undersöka hastighet i nedbrytning och för att jämföra samhällsstrukturen av nedbrytande insekter som utnyttjade bladen i naturliga vattenmiljöer. Vi konstaterade genom dessa försök att de insekts samhällen som koloniserade löv från insektsresistenta planter hade en annan sammansättning jämfört med samhällen på löv från kontrollplanter. Detta kan bero på oförutsedda effekter på andra karaktärer i bladet (bladkemi etc.) eller på en direkt effekt av den introducerade substansen. De invintrade löv som användes vid dessa försök visade dock inte

på samma förändringar i bladkemi som tidigare setts i färsk blad. Den bakomliggande orsaken till de förändringar som sågs i insekts samhällena är därmed ännu inte fastställd. Resultaten visar dock på vikten av att också beakta oförutsedda effekter på angränsande miljöer i utvärderingar av risker med genetiskt modifierade insektsresistenta växter.

Slutsatser i korthet

- Den introducerade insektsresistensen visar god potential genom minskade bladskador i växthusmiljö såväl som i fält.
- Effekter på icke mottagliga herbivorer och tätheten av mottagliga skadegörare kan komma att påverka i vilken utsträckning den introducerade insektsresistensen ger fördelar i form av tillväxt.
- Vid utvärderingar av risker med genetiskt modifierade insektsresistenta växter kan det vara viktigt att också beakta effekter på icke målorganismer i angränsande miljöer.

Petter Axelsson

Läs mer

Axelsson, EP, 2011. Target and non-target effects of genetically modified trees. Avhandling, Sveriges lantbruksuniversitet, Umeå

Axelsson, EP, Hjältén, J, LeRoy, CJ, Whitham, TG, Julkunen-Tiitto, R, Wennström, A, 2011. Leaf litter from insect-resistant transgenic trees causes changes in aquatic insect community composition. *Journal of Applied Ecology* 48: 1472-1479

Genissel, A, Leple, JC, Millet, N, Augustin, S, Jouanin, L, Pilate, G, 2003. High tolerance against *Chrysomela tremulae* of transgenic poplar plants expressing a synthetic cry3Aa gene from *Bacillus thuringiensis* ssp *tenebrionis*. *Molecular Breeding* 11: 103-110

Hjältén J, Axelsson EP, 2008. Miljökonsekvenser av GMO: skogsbruk. I: Förare J (red.). *Kunskapsöversikt avseende miljökonsekvenser av genetiskt modifierade organismer* FORMAS-rapport diariern 2008-211

van Frankenhuyzen, KU, Beardmore, T, 2004. Current status and environmental impact of transgenic forest trees. *Canadian Journal of Forest Research* 34: 1163-1180

Forskning

www.slu.se/viltfiskmiljo/biocre

Övriga i projektet

Joakim Hjältén, Institutionen för Vilt, Fisk och Miljö, Sveriges lantbruksuniversitet, Umeå

Riitta Julkunen-Tiitto, Dep. of Biology, University of Eastern Finland, Joensuu, Finland

Carri J. LeRoy, Environmental Studies Program, Evergreen State College, Washington, USA

Gilles Pilate, INRA, UR 0588 'Amélioration, Génétique et Physiologie Forestières', Orléans, Frankrike

Thomas G. Whitham, Dep. of Biological Science, Northern Arizona University, Flagstaff, Arizona, USA

Anders Wännström, Inst. för Ekologi, Miljö och Geovetenskap, Umeå Universitet

Kontakt

Petter Axelsson

Adress: Institutionen för Vilt, Fisk och Miljö, Sveriges lantbruksuniversitet, 901 83 Umeå

E-post: petter.axelsson@slu.se

Telefon: 090-7868397

Citera gärna, men ange källan: Växtskyddsnotiser 67: 5-8