

NY FORSKNING GER HOPP OM ALMENS FRAMTIDA ÅTERKOMST

Johanna Witzell

Almsjuka fortsätter att vinna terräng. Som en av de mest allvarliga sjukdomar på skogsträd på norra halvklotet har den härjat i två stora epidemier och dödat stora almar. Medan borttagning av sjuka träd pågår på ön Gotland, har utrotning av almsjuka genom att fälla sjuka träd visat sig vara verkningslös i resten av Sverige och i andra länder. Den internationella forskningen har under senare tid fokuserat på förädling, biologisk bekämpning och studier kring almsjukasvamparnas arvsmassa.

År 2013 hölls konferensen ”Alm efter 100 år med almsjukan” i Florens, Italien. Konferensen markerade almsjukans 100-åriga historia i Europa. Syftet var att byta information och sammanfatta de senaste forskningsrönen kring almarnas tillstånd i världen, samt presentera nya möjligheter att motverka almsjukans spridning (Santini & Faccoli 2015).

Konferensens sammanfattning var generellt hoppfull. Kunskapsläget bedömdes vara avsevärt bättre än under den tidigare konferensen som hölls i Spanien tio år tidi-



Figur 1. Konferensdeltagare betraktar planterade almkloner i Italien. Foto: Johanna Witzell.

gare. Trots att almarnas snabba återkomst som ett alternativt trädslag för storskaligt skogsbruk och för naturvård fortfarande ser mycket osäker ut, har stora framsteg gjorts framförallt när det gäller återintroduktion av toleranta almkloner i parker och tätortsnära skogar.

Även efter konferensen har aktiv forskning pågått för att hitta nya möjligheter att bekämpa almsjukan. I denna artikel sammanfattas några resultat från de senaste årens forskning kring almsjuka. I praktiken har lovande resultat uppnåtts framförallt genom förädlingsprogram (Martín m. fl. 2015a) och genom användande av icke-sjukdomsalstrande svampar som vaccin (Postma & Goossen-van de Geijn 2016). I framtiden kan studier kring almsjukasvampens arvsmassa avslöja svampens sårbarhet (Comeau m. fl. 2014).

Resistensförädling är mödosamt men ger resultat

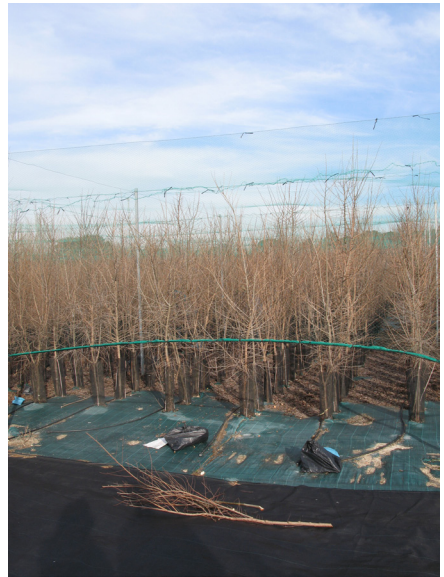
Den hittills uppnådda framgången i återkomsten av almar som ornamentala träd baseras på förädlingsarbete. Det första förädlingsprogrammet startades 1928 i Nederländerna och följdes av flera program i andra europeiska länder som Italien och Spanien, samt i USA (Martín m. fl. 2015a).

Genom att korsa europeiska almar med asiatiska almar (t ex *U. pumila*, *U. wallichiana*) har man kunnat ta fram korsningar (arthybrider) som uppvisar hög tolerans mot almsjukan. Många asiatiska almar tål almsjukan bättre än våra almar. Toleranta kloner som tagits fram genom korsningar och bakkorsningar säljs på marknaden som "resistenta" almar för att användas som ornamentala träd. Även dessa almar kan bli angripna men sjukdomens spridning begränsas effektivt. Nackdelen med hybri-

dalmar är dock att deras egenskaper även annars avviker från våra almar, t ex är formen inte lika vacker som i inhemska arter (figur 1) och även funktionella egenskaper som kapacitet att hysa biologisk mångfald kan vara begränsade på grund av ändrade resistensegenskaper (Martín m. fl. 2013).

Europeisk och nationell lagstiftning styr vilken typ av växtmaterial kan användas i skogsförnyring och ett viktigt mål är att bevara den inhemska, genetiska mångfalden. I Spanien har man därför sedan 1990-talet arbetat systematiskt för att bevara den inhemska almpopulationens genetiska mångfald.

Inhemska lundalmkloner (*U. minor*) har inkluderats i resistensförädlingsprogram där almklonernas tolerans mot almsjuka har utvärderats i fleråriga tester och



Figur 2. Almsamling i Madrid. Almarnas mottaglighet för almsjukaangrepp studeras i upprepade tester och enbart de mest toleranta väljs ut för förädling. Foto: Johanna Witzell.

i olika miljöer (Martín m. fl. 2015a; figur 2). Arbetet har varit tidskrävande bland annat eftersom almar måste vara minst fyra år gamla innan deras tolerans pålitligt kan utvärderas (Solla m. fl. 2005). Spanska forskare har dock kunnat ta fram ett antal toleranta kloner bland inhemska lundalmar. Under de kommande åren skall dessa kloner användas i försök att beskoga utvalda områden och därmed återinföra alm som ett realistiskt alternativ för naturvård och skogsbruk. Det är dock viktigt att bevara hög genetisk variation bland toleranta kloner och förädlingsarbete är därmed inte avslutat.

Även i Italien man lyckats ta fram och patentera kloner som uppvisar hög tolerans mot almsjuka och som dessutom har andra

önskvärda egenskaper (Santini & Faccoli 2014).

Laboratoriestudier avslöjar mekanismer

Under de senaste årtiondena har utvecklingen av molekylärbio-logiska verktyg gett forskare nya möjligheter att studera vad som händer i almsjukasvampen och almar när de samverkar (Bernier m. fl. 2015). Med hjälp av molekylärbio-logiska metoder har man kunna upptäcka gener som uttrycks i motståndskraftiga eller mottagliga almar i almsjukasvampens närvaro. Kunskap om almsjukasvampens gener kan hjälpa oss att bättre förstå hur den lyckas skada almar. Genom att studera almsjukasvampens arvs-massa kan vi även få information om almsjukasvampens ursprung.



Figur 3. Kemiskt krig mellan svampar på odlingsmedium: den orangea endofytsvampen skickar ut kemiska signaler som stoppar den vita almsjukasvampens tillväxt. Foto: Kathrin Blumenstein.

”Goda” svampar kan hjälpa almar

Som alla träd, hyser även almar osynliga svampar i sina vävnader (blad, bark och ved) (Martín m. fl. 2013). Dessa mikroskopiska svampar kallas endofytsvampar. Endofytsvampar kan ha positiva effekter på trädens hälsa. Genom att utsöndra kemikalier in i vävnader och orsaka förändringar i värdväxtens ämnes-sättning kan de förändra vävnadernas tolerans mot skador orsakade av torka, frost, växtätare eller sjukdomsalstrande

svampar. Därmed kan endofytsvampar utgöra en hittills okänd del i trädens försvar mot olika skador (Witzell m. fl. 2014).

Studier har dock visat att det finns få vedlevande endofytsvampar i almar som i upprepade tester har visat sig vara tåliga mot almsjukan (Martín m. fl. 2013, 2015b). Detta tyder på att de egenskaper som gör veden mer motståndskraftig mot skadesvampar även kan påverka symbiontiska endofytsvampar negativt. Däremot återfanns ett fåtal enskilda endofytsvampar mycket oftare i almkloner som visade god resistens mot almsjukan. När dessa endofyter studerades vidare i laboratorieförhållanden, upptäcktes att de kunde hindra almsjukasvampens tillväxt genom att utsöndra kemikalier till sin omgivning (figur 3) eller genom att växa snabbare. Eftersom olika endofytsvampar kan motverka almsjukasvampen på olika sätt, skulle en blandning av flera svampar eventuellt ge bästa skydd (Blumenstein 2015).

En preventiv behandling, ”vaccinering”, med endofyter visade sig skydda unga almträd mot almsjuka i ett växthusförsök

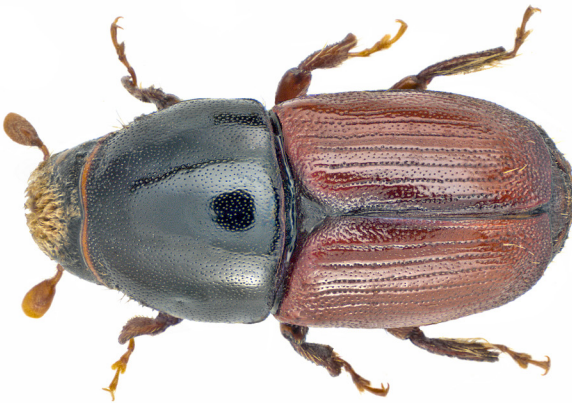
(Martín m. fl. 2015a). Denna skyddande effekt var dock inte stabil över åren, vilket kan tyda på att endofyters kapacitet att producera kemikalier mot almsjukasvampen regleras av miljöfaktorer. Mer forskning behövs dock för att kunna utvärdera huruvida endofyter eller deras kemikalier kan utgöra råmaterial eller modell för tillverkning av nya, miljövänliga växtskyddsprodukter mot almsjuka.

Vad väljer almsplintborrar?

Almsjuka sprids med almsplintborrar i släktena *Scolytus* och *Hylurgopinus* (Curculionidae, Scolytinae) som näringsgnager i almkronan (figur 4). Man har upptäckt att några av dessa insekter angriper vissa almarter framför andra, vilket kan vara en anledning till att vissa almarter har överlevt längre än andra t ex i England (Webber 2004). Skillnader i trädens smaklighet för insekter kan bero på olikheter mellan almarternas kemiska sammansättning (Pajares m. fl. 2004).

Då den kemiska sammansättningen kan variera även mellan almar som till-

hör samma art, skulle man kunna förvänta att även inom en almart kan några träd locka insekter mer än andra. En ny studie som gjordes i samarbete mellan forskare vid Lunds Universitet, SLU och Madrid Polytekniska Universitet, visade att ett enkelt test kan vara användbart om man vill testa almsplintborrarnas preferenser (Anderbrant m. fl. 2017). I tvåvalstester föredrog



Figur 4. En av flera arter almsplintborrar, *Scolytus scolytus*. Foto: U. Schmidt, Tyskland (CC BY-SA 2.0).

almsplintborrar (arten *S. multistriatus*) almar över andra lövträdarter. Däremot upptäcktes att en annan almsplintborre (*S. laevis*) inte gjorde skillnad mellan grenar från två lundalmar som i tidigare tester (i ett spanskt förädlingsprogram) hade visat hög respektive låg mottaglighet för almsjuka. Detta antyder att egenskaper hos dessa två almar, t ex den kemiska sammansättningen, som påverkar deras motståndskraft för almsjukan inte är riktade mot insekter utan mot svampar.

Resultaten var inte oväntade, eftersom det var just reaktionen mot almsjukasvampen som hade använts i förädlingsprogrammet som grund för att bestämma huruvida dessa almar var motståndskraftiga eller inte. Genom att i förädlingsprogram även testa almarnas smaklighet för almsplintborrar kan man eventuellt hitta de almkloner som har båda egenskaperna: god motståndskraft mot svampen och låg smaklighet för insekter.

Integrerat växtskydd är framtiden

Det vi ser som almsjuka är ett resultat av samverkan mellan almar, almsjukasvampar och barkborrar som sprider svampens sporer till friska träd, samt miljön som påverkar alla dessa partners. Alla partners i denna samverkan förändras ständigt, så även miljön. Därför är det inte lätt att hitta enkla, långvariga lösningar på almsjuka eller andra trädskjukdomar. Eftersom almsjuka är en komplex sjukdom, nås bäst resultat vid kontroll av almsjukan genom användning av en kombination av olika bekämpnings- och skötselmetoder enligt principer för integrerat växtskydd.

Sett från ett biologiskt perspektiv behövs ”en frisk mängd av sjukdom” i skogen (Manion 2003). Dödliga sjukdomar

kan nämligen stabilisera trädpopulationens genetiska sammansättning över tiden, eftersom de oftast slår hårdast mot dominanta, konkurrenskraftiga träd och därmed tillåter att trädindivider som är mindre konkurrenskraftiga men istället har andra värdefulla egenskaper (t ex högre stresstålighet) att få flera tillfällen att sprida sina gener i trädpopulationen (Manion 2003).

Att få till en frisk mängd almsjuka i våra skogar är en stor utmaning. Genombrott i forskningen görs dock hela tiden vilket ger försiktigt hopp för almens återkomst på längre sikt. ■

Litteratur

- Anderbrant O, Yuvaraj JK, Martin JA, Gil L & Witzell J. 2017. Feeding by *Scolytus* bark beetles to test for differently susceptible elm varieties. *Journal of Applied Ecology* 141: 417–420.
- Bernier L, Aoun M, Bouvet GF, Comeau A, Dufour J, Naruzawa ES, Nigg M, Plourde KV. 2015. Genomics of the Dutch elm disease pathosystem: are we there yet? *iForest* 8:149-157.
- Blumenstein K. 2015. Endophytic fungi in elms. implications for the integrated management of Dutch elm disease. Doktorsavhandling. Sveriges lantbruksuniversitet. Acta Universitatis agriculturae Sueciae, 1652-6880 2015:106. ISBN 978-91-576-8410-3.
- Comeau AM, Dufour J, Bouvet GF, Jacobi V, Nigg M, Henrissat B, Laroche J, Levesque RC, Bernier L. 2014. Functional annotation of the *Ophiostoma novo-ulmi* genome: insights into the phytopathogenicity of the fungal agent of Dutch elm disease. *Genome Biol Evol.* 7:410-30.
- Manion, P. D. 2003. Evolution of concepts in forest pathology. *Phytopathology* 93:1052-1055.
- Martín J, Witzell J, Blumenstein K, Rozpedowska E, Helander M, Sieber T, Gil L. 2013. Resistance to Dutch elm disease

- reduces xylem endophytic fungi presence in elms (*Ulmus* spp.), PLOS ONE 8(2): e56987.
- Martín JA, Solla A, Venturas M, Collada C, Domínguez J, Miranda E, Fuentes P, Burón M, Iglesias S & Gil L. 2015a. Seven *Ulmus minor* clones tolerant to *Ophiostoma novo-ulmi* registered as forest reproductive material in Spain. iForest 8: 172-180.
- Martín JA, Macaya-Sanz D, Witzell J, Blumenstein K, Gil L. 2015b. Strong in vitro antagonism by elm xylem endophytes is not accompanied by temporally stable in planta protection against a vascular pathogen under field conditions. European Journal of Plant Pathology 142: 185-196.
- Pajares JA. 2004. Elm breeding for resistance against bark beetles. Investig Agraria: Sistemas y Recursos Forestales 13: 207-215.
- Postma J & Goossen-van de Geijn H. 2016. Twenty-four years of Dutch Trig® application to control Dutch elm disease. Bio-Control 61: 305-312.
- Santini A, Faccoli M. 2015. Dutch elm disease and elm bark beetles: a century of association iForest 8: 126-134.
- Solla A, Bohnens J, Collin E, Diamandis S, Franke A, Gil L, Burón M, Santini A, Mitterpergher L, Pinon J & van den Broeck A. 2005. Screening European elms for resistance to *Ophiostoma novo-ulmi*. Forest Science 51: 134-141.
- Webber JF. 2004. Experimental studies on factors influencing the transmission of Dutch elm disease. Investig Agraria: Sistemas y Recursos Forestales 13: 197-205.
- Witzell J, Martín JA, Blumenstein K. 2014. Ecological aspects of endophyte-based biocontrol of forest diseases. In: V.C. Verma and A.C. Gange (eds.), Advances in Endophytic Research, p. 321- 333. Springer India.

Om författaren

Johanna Witzell är docent vid Sydsvensk skogsvetenskap, SLU, Alnarp, och arbetar med skador och sjukdomar på träd.
johanna.witzell@slu.se, Tel. 040-41 51 85



Figur 5. Med forskningens hjälp kanske vi får se friska, gröna, almar även i framtiden. Foto Mats Hannerz..