

SANNA BLACK-SAMUELSSON • LUISA GHELARDINI

## Fenologi hos alm visar samband med almsjuka

- Almar angrips alltmer av almsjukan. Antalet insjuknade och döda träd har ökat påfallande senaste åren. Ett komplext samspel mellan trädet, svampen (*Ophiostoma novo-ulmi*), almsplintborren (*Scolytus* spp., insekten som överför svampen till trädet) och den omgivande miljön, avgör om trädet blir smittat eller inte.
- Träd med tidig knoppsprickning på våren och sydligt ursprung löper lägst risk att bli smittade.
- Hos träd med tidig knoppsprickning har vårveden hunnit övergå i sen ved, vars trängre och mer grupperade kärl försvårar spridningen av svampens sporer i trädet. Om den sena veden har bildats före perioden då almsplintborrharna som intensivast söker föda i trädkronan, minskar mottagligheten för almsjukan.
- Knopparnas vila hos alm är jämförelsevis ytlig och bryts enbart av temperaturen. Nordligt och högt belägna träd kräver mest kyla för att knoppsprickning skall ske.



Figur 1. En död alm i centrala Uppsala, sommaren 2007. Några månader senare höggs trädet ner. Spridningen av almsjuka har ökat explosionsartat i Sverige de senaste åren. Foto: Luisa Ghelardini.

**A**lmsjukan har gäckat forskarna alltsedan den första pandemin 1919 i Europa och Nordamerika. I Sverige upptäcktes almsjukan på 1950-talet. Den aggressiva svamparten *Ophiostoma novo-ulmi* förekommer idag upp till Mälardalen. Hittills har inga resistenta träd observerats, men mottagligheten för almsjuka varierar. Tidpunkten för knoppsprickning är en faktor som avgör om trädet blir smittat eller inte.

### Fenologiforskning för förädling

Tidpunkten för knoppsprickning, dvs. då knopparnas vila upphör och blad-anlagens tillväxt påbörjas, är en fenologisk egenskap. Fenologi är studierna av återkommande säsongsberoende biologiska fenomen och förändringar. Kunskap om tillväxtperioden är viktig i förädlingen av skogsträd, eftersom risken för frostsador i kyliga klimat ökar om skottskjutningen startar för tidigt på våren eller avslutas för sent på hösten. Knoppsprickningen hos många lövträd beror av en kombination av luftens temperatur och antalet ljusstimmar per dag.

### Knoppsprickning kräver kyla

För att studera vilka faktorer i miljön som styr knoppsprickning hos alm gjordes inom ett EU-projekt (RES GEN CT 96–78) en serie försök i fält och i klimatkammare med kontrollerad odlingsmiljö. I ett av fältförsöken undersöktes almar från



Figur 2. Resultat från fältförsök och kontrollerade odlingsmiljöer visar att knopparnas vila hos alm är förhållandevis yttlig och bryts enbart av temperaturen. Nordligt och högt belägna träd kräver störst mängd kyla för att knoppsprickning skall ske. Bilden visar det specifika fenologiska stadiet som användes i försöken för att precisera knoppsprickning.

Foto: Eric Collin.

### Spridning och förekomst av almsjukan

Almsjuka sprids antingen genom att rötterna hos ett smittat träd växer samman med dem hos närbelägna friska träd, eller också genom smitta via almsplintborren (*Scolytus* spp.). Denna art sprider svampens sporer vid näringsgnag i barken på levande grenar i almekronan. Almsplintborren förökar sig i skadade eller i nyligen döda eller avvertrade träd. Sporererna gror och bildar mycel som växer i almens kärsträngar. Även enskilda celler bildas som kan flyta med vätskeströmmar metervis per dygn.

Spridningen sker snabbt och huvudsakligen i de yttersta årsringarna. Trädet försvarar sig bland annat genom att täppa till ledningsbanorna (thyllbildning) vilket förhindrar att vatten transporteras. Bladen i de översta grenarna vissnar först och blir

gulbruna. Därefter sprids angreppet vidare i trädet som slutligen dör.

En spridningsväg för almsjukan är att olika sorters lövved, smittad av insekter, och ur vilken almsplintborrar kläcks, transporteras mellan länder för att användas till bränsle. Upplag med almved är ytterligare en spridningskälla, liksom när smittad almved under vintern transporteras från landsbygden in till staden. Nästkommande vår sprids almsjukan till friska träd när almsplintborrarna svärmar.

Spridningen av almsjuka ökar hela tiden i Sverige. De första fallen av döda almar på Gotland upptäcktes hösten 2005. I Skåne har bekämpningen av almsjuka pågått under många år, men trots detta fortsätter spridningen explosionsartat.

Europa (skogsalm *Ulmus glabra*, lundalm *U. minor*, och vresalm *U. laevis*). Samtliga är mottagliga för almsjukan, eftersom de till skillnad från asiatiska arter (*U. pumila*, *U. parvifolia*, och *U. macrocarpa*) inte har utvecklats tillsammans med svamparna.

Ju mindre kyla trädet fick, desto mer värme behövdes för knoppsprickning att ske (Figur 2). Kylan beräknades från ett specifikt datum som det antal dagar med en medeltemperatur av  $\leq 5^{\circ}\text{C}$  som krävdes för att knopparna skulle nå ett definierat stadium. Almarna hade jämförelsevis låga krav på kyla för att bryta knopparnas vintervila. Lundalmen, med

den mest sydliga utbredningen av almarna i Europa, behövde minst kyla för knoppsprickning.

### Ursprung men inte fotoperiod styr knoppsprickning

I ett annat fältförsök visade det sig att tidpunkten för knoppsprickningen och den värme som krävdes var direkt beroende av trädens ursprung. Träd från nordligare latituder och högre altituder behövde längre period av kyla för att bryta knopparnas vintervila. Ytterligare data, den här gången från odling i klimatkammare under olika temperaturer och ljusförhållanden, avslöjade att fotoperioden inte hade någon effekt på knoppsprickning, vare sig för de europeiska eller asiatiska almarna.

### Tidig knoppsprickning minskar risken för almsjuka

Märkligt nog verkar risken att drabbas av almsjukan vara förknippad med tidpunkten på våren för knoppsprickning. I ett fältförsök i Antella, Italien, inokulerades almar med svampen *O. novo-ulmi* (Figur 3). Symptom på smitta registrerades som andelen avlödade träd två månader senare, och nästföljande vår som andelen döda träd. Hybriden *U. minor* x *U. pumila* var minst, och skogsalm mest mottaglig för almsjukan. Mottagligheten hos lundalm varierade kraftigt och överlag insjuknade arten mindre än förväntat. Påfallande för samtliga arter var att de allra minst drabbade träden hade den tidigaste knoppsprickningen (Figur 4). För lundalm, med det största försöksmaterialet, hade träden med det mest sydliga ursprunget den tidigaste knoppsprickningen, och därmed den lägsta risken att insjukna.



Figur 3. En lösning av sporer från den aggressiva svampen *Ophiostoma novo-ulmi*, som orsakar almsjukan, sprutas in direkt i vedens kärn. Genom att manuellt smitta trädet kan forskarna undersöka hur mottagligt trädet är för almsjuka. Foto: Alberto Santini.

### Vedens egenskaper påverkar svampens spridning i trädet

Almar är mottagliga för almsjukan under en begränsad period under våren. En förklaring ligger i almens vedegenskaper: I vårveden sker tillväxten snabbt, de stora och jämnt spridda kärnen bildar väl definierade ringar. Fördelen med bandporigheten är att trädet effektivt transporterar vatten och näring i den yttersta årsringen. Vårvedens struktur gör samtidigt almen mer sårbar för almsjuka eftersom svampens sporer lätt diffunderar in i trädet och blockerar ledningsbanorna. Trädet försvarar sig bland annat genom att täppa till ledningsbanorna (thyllbildning). Därmed förhindras transporten av vatten i trädet varvid de översta grenarna börjar vissna.

Den sena veden karaktäriseras av trånga och grupperade kärn. Svampens sporer får svårare att sprida sig i trädet, och infektionen kan stoppas. Thyllbildningen omfattar en mindre del av ledningsbanorna, vilket gör att vatten fortfarande kan transporteras i trädet. Det innebär att om den sena veden bildas före perioden då almsplintborrharna som intensivast söker föda i trädkronan, minskar trädets mottaglighet för almsjukan.

### Almen – attraktiv och anpassningsbar

Alm utgör, tillsammans med lönn, lind, avenbok och fågelbär, totalt sett under en procent av lövskogen i Sverige, som i sin tur omfattar en knapp femtedel av det samlade virkesförrådet. Trots att almen har liten skoglig betydelse i Sverige, spelar arten ändå en viktig roll i stadsmiljöer och i trädgårdar samt som landskapsträd.

Faktum är att almen med sin imponerande trädkrona idag är ett av de mest planterade prydnadsträden i Europa och i USA. Förklaringen är delvis att almar i ovanligt hög utsträckning anpassar sig till de stressfaktorer som är typiska för stadsmiljö. Almen har ett djupt rotsystem och är stormtålig. Den är också snabbväxande och stryktålig på flera andra sätt. Den går bland annat utmärkt att beskära och överlever skador på rötterna.

### Tillämpning och tanke

Förädlarna vill kunna erbjuda ett inhemskt och genetiskt varierat material av frön och kloner för användning i städer och

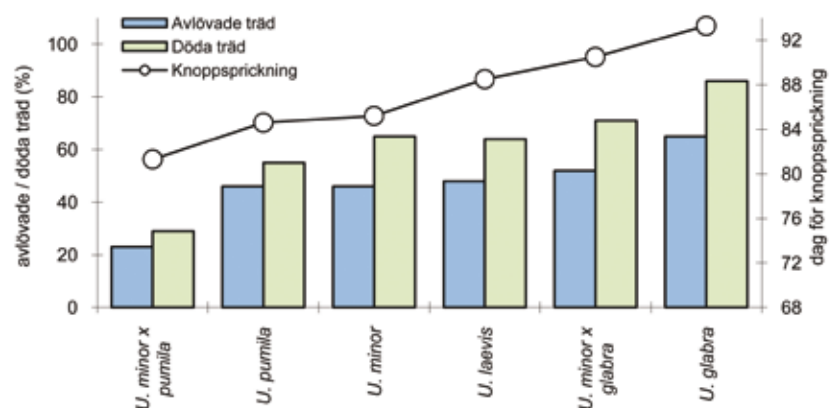
som landskapsträd. Utifrån våra resultat rekommenderar vi genotyper med tidig knoppsprickning. Förutsättningen är att urvalet inte sker på bekostnad av trädens tillväxt eller frostkänslighet. Genom fenologisk kunskap kan förädlare förhindra synkroniseringen mellan perioden då förekomsten av almsplintborrhär är hög och perioden då spridningen av svampsporer sker mest effektivt i trädet.

Liksom för andra vindpollinerade arter finns vanligtvis en hög genetisk variation inom populationer av alm. Det ger möjlighet att identifiera individer med tidig knoppsprickning vilka samtidigt är anpassade till den lokala miljön.

### Forskning framöver

Efterfrågan i Europa och USA ökar återigen på urbana träd med almens karaktärsdrag. En anledning är att några av de alternativa trädslag man använt är känsliga för patogener. Men trots outtröttliga forskningsinsatser på alm – initierade redan 1928 av holländska vetenskapskvinnor – existerar fortfarande inga helt resistent kloner. Även klonblandningar med asiatisk alm kan smittas av *O. novo-ulmi* om miljön är ogynnsam eller om almsplintborrharnas populationer är stora till följd av god tillgång på yngelmaterial (försvagade träd).

Skogen står inför långsiktiga klimatförändringar (Eriksson 2007, Koskela m.fl. 2007). I Sverige förväntas årsmedeltemperaturen öka med 2,5–4,5°C fram till år



Figur 4. Samband mellan tidpunkt för knoppsprickning och mottaglighet för almsjukan registrerat i ett fältförsök i Italien. Ju tidigare knoppsprickningen sker på våren, desto mindre är risken att träden infekteras. Hybriden *U. minor x U. pumila* är minst, och skogsalm (*U. glabra*) mest mottaglig för almsjukan. Symptom på smitta registrerades som andelen avlödade träd två månader efter inokulering med svampsporer av *Ophiostoma novo-ulmi*, och nästföljande vår som andelen döda träd. Tidpunkten för knoppsprickning (heldragen linje) är beräknad såsom antalet dagar som passerat efter första januari.



2100. Även mängden nederbörd förutsägs öka under perioden med 10–20 procent. Knoppsprickning och skottskjutning antas hos lövträden ske två till fem veckor tidigare. I och med att klimatet kommer att variera kraftigare under vår och höst tilltar risken för frostsador. Ett varmare klimat ökar troligtvis spridningen av skadesvampar såsom *Ophiostoma* eftersom vegetationsperioderna förlängs. Risken är påtaglig att klimatförändringarna ytterligare eskalerar spridningen av almsjuka.

Studier av fenologi hos alm är således betydelsefulla i flera avseenden: Dels för att observera biologiska effekter av klimatförändringarna och se hur almen reagerar på dessa. Dels för att vi ytterligare skall förstå sambandet mellan mottaglighet för smittan och tidpunkten för knoppsprickning och tillämpa dessa kunskaper i vår fortsatta kamp mot almsjukan.



Figur 5. Almsplintborrens larver skapar ett karakteristiskt gångsystem under almens bark. Foto: Ignazio Graziosi.



Figur 6. Almsjuka orsakas av en aggressiv svamp, *Ophiostoma novo-ulmi*, som blockerar vattentransporten i trädet så att det vissnar och dör. Sjukdomen sprids under sommaren av almsplintborrar. Svampens sporer fastnar på insekten och följer med när den flyger till friska almar för att äta av blad och skott i trädkronan, som därmed infekteras. Almar som står nära varandra kan smittas genom att rötterna växer samman. Almsjukan bekämpas genom att man inventerar, avverkar och destruerar smittade träd. Foto: Alberto Santini.

## Ämnesord

Alm, almsjuka, fenologi, fytotron, fältförsök, knoppsprickning, knoppvila, *Ulmus*

## Läs mer

- Anonym. 2006. Holländsk almsjuka. Jordbruksinformation 2. Jordbruksverket. ISSN 1102-8025.
- Eriksson, H. 2007. Svenskt skogsbruk möter klimatförändringar. Rapport 8, Skogsstyrelsen. ISSN 1100-0295.
- Ghelardini, L. 2007. Bud burst phenology, dormancy release and susceptibility to Dutch elm disease in elms (*Ulmus* spp.). Acta Universitatis Agriculturae Sueciae 2007: 134. ISBN 978-91-85913-33-6.
- Koskela, J., Buck, A. & Teissier du Cros, E., editors. 2007. Climate change and forest genetic diversity: Implications for sustainable forest management in Europe. Biodiversity International, Rome, Italy. 111 pp.

## Författare



Sanna Black-Samuelsson är docent i skogsgenetik vid institutionen för växtbiologi och skogsgenetik, SLU.  
Box 7080, 750 07 Uppsala.  
Tel: 018-67 33 42.  
E-post: Sanna.Black@vbsg.slu.se



Luisa Ghelardini är forskare vid institutionen för växtbiologi och skogsgenetik, SLU.  
Box 7080, 750 07 Uppsala.  
Tel: 018-67 32 41.  
E-post: Luisa.Ghelardini@vbsg.slu.se

### Fakta Skog – Om forskning vid Sveriges lantbruksuniversitet

**Redaktör:** Göran Sjöberg, SLU, Fakulteten för skogsvetenskap, 901 83 Umeå  
090-786 82 96 • Goran.Sjoberg@adm.slu.se

**Ansvarig utgivare:** Jan-Erik Hällgren, 090-786 82 38 • Jan-Erik.Hallgren@sfak.slu.se

**Webb:** www.slu.se/forskning/faktaskog

**Prenumeration:** 15 nummer per år för 340 kronor + moms.

SLU Publikationstjänst, Box 7075, 750 07, Uppsala, 018-67 11 00 • Publikationstjanst@slu.se

Elanders Tofters AB, Uppsala 2008

ISSN 1400-7789 © SLU



Universitetet som utbildar  
och forskar för livet