

Endofytsvampar på ek:

SKOGSTRÄDENS HEMLIGA SVAMPAR HAR MÅNGA ROLLER

Johanna Witzell

En liten bit av ekbark eller ekved kan hysa ett flertal mikroskopiska svampar. Dessa interna svampar kallas endofyter och de lever inom trädet utan att orsaka symptom. De kan bidra till trädens resistens mot skadegörare och även skydda träden mot torka. Som pionjära nedbrytare i växtmaterial är de också viktiga för kolets och näringsämnenas kretslopp i skogen. Ny forskning från SLU Alnarp visar att endofytsvamparnas mångfald i ekar kan variera beroende på trädens allmänna vitalitet. Vad innebär detta för träden och skogen?

Gåtfullt svampuniversum inom träd

Svampangrepp på träd syns ofta som fruktkroppar och trådliknande svamphyfer, eller som diverse symptom, t ex röta, vissnande grenar eller nekroser, mörka fläckar av död vävnad. Men i trädens olika vävnader gömmer sig även svampar som inte ger några som helst synliga tecken. Dessa kallas endofytsvampar (*endon* Gr. = intern, *phyton* = växt) (Schulz & Boyle 2006, Sieber 2007).

Mångfalden av skogsträdens endofytsvampar är fortfarande dåligt kartlagd men den taxonomiska variationen uppskattas vara stor: över 100 svamparter har upptäckts i vissa trädarter och fler upptäcks hela tiden (Unterseher 2011). Hittills har man hittat endofytsvampar i alla växtarter

som studerats, och i alla typer av vävnader (Porras-Alfaro & Bayman 2011, Hardoim m.fl. 2015).

Endofytsvampar sprids till träden från den omgivande miljön, dvs. från andra växter och jord. Svampsporer som hela tiden finns i luften och i vattendroppar landar på trädens bark och blad men alla svampar växer inte in i alla träd. Det är i stället trädens kvalitet som tillväxtsubstrat, mikroklimatet och skötsel som verkar styra endofytsamhällets artsammansättning (Fort m.fl. 2016). Eftersom träden lever länge ackumuleras svampinfektioner i fleråriga vävnader (bark och ved), vilket bidrar till komplexiteten hos endofytsamhällets artsammansättning.

Svårstuderade interna svampar

Att studera trädens interna svampar kräver tillgång till ett laboratorium där några, framförallt snabbväxande, endofytsvampar kan lockas ut från blad-, bark- eller vedprover till tillväxtmedium. Ytligt växande svampar och bakterier dödas först genom att proverna doppas i alkohol och klorldösning, sedan placeras bitar av proverna på tillväxtmedium, agar-gel som innehåller kolhydrater och näringsämnen. Efter ett tag växer svamphyfer från bitar och kan odlas vidare (figur 1).

Odlade svampar kan identifieras med hjälp av mikroskopi eller, som numera

allt oftare, molekylärbiologiska metoder (DNA-analyser). DNA-analys som görs direkt på ett växtprov kan avslöja även sådana svampar som inte kan odlas på agar. Båda teknikerna begränsas dock av att vävnaden som studeras förstörs i analysen. Analyser kan alltså enbart förmedla korta ögonblicksbilder av situationer. Metoder som skulle tillåta oss att följa endofytsamhällets förändringar och aktivitet direkt in i ett träd saknas fortfarande.

Små men betydelsefulla

Trots sin ringa storlek verkar endofytsvampar kunna påverka sina värdväxters egenskaper på flera olika sätt. Studier har t ex visat att endofytsvampar kan höja växters motståndskraft mot stress såsom torka (Bae m.fl. 2009) eller mot skadesvam-

par och växtätande insekter (Martín m.fl. 2013, Busby m.fl. 2016). Detta kan ske t.ex. genom att endofyter utsöndrar kemikalier som är toxiska mot skadegörare, eller genom att de aktiverar växternas egna försvarsmekanismer (Alabouvette m.fl. 2009). Å andra sidan verkar endofytsvampar ibland ändra sin livsstil och själva bli skadesvampar, om förhållanden för värdträden förändras (Korkama-Rajala m.fl. 2008, Busby m. fl. 2016, Panzavolta m.fl. 2017).

På grund av sin biologiska aktivitet kan trädendofyter ha stor betydelse för skogs ekosystemets funktioner (Newcombe 2011, Witzell & Martín 2018). Eftersom endofytsvampar finns i trädens vävnader redan när de börjar dö, anses de vara pionjära nedbrytande svampar (Müller 2001).



Figur 1. Svampar som isolerats från ekbark och ekved växer på tillväxtmedium (agar) i laboratoriet. Foto: Göran Ekeberg.

De kan därför påverka även skogsråvarans egenskaper och lämplighet för industriella processer (Korkama-Rajala m.fl. 2008).

De osynliga, små endofytsvamparna kan alltså styra trädens tillstånd, t.ex. trädens hälsa. Bättre förståelse för endofytsvampars mångfald och biologiska aktivitet och dess reglering inom träd skulle kunna hjälpa oss att nyttja dessa svampar i skogsskydd och skogsproduktion.

Endofytsvampar i våra lövträd

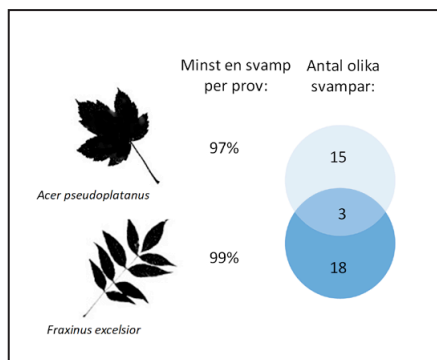
Vid SLU Alnarp pågår sedan flera år arbete för att kartlägga endofytsvamparnas mångfald i lövträd, framförallt i ek, alm och ask. En viktig forskningsfråga är huruvida endofyternas mångfald kan påverka trädens hälsa och vitalitet.

Genom att asken och almens förekomst kraftigt har minskat på grund av askskottsjuka och almsjuka, kan även dessa trädarters endofytsamhällen hotas. Trädens interna kvaliteter verkar vara viktiga för endofytsvampar (Fort m.fl. 2016) och därför kan vi inte räkna med att andra träd skulle livnära precis likadan artsammansättning av endofytsvampar som ask och

alm gör. Till exempel i en jämförelse av svampmångfalden i barken hos ask och sykomorlön som växte inom samma område upptäcktes att trots att båda trädarterna hyste ungefär lika stort antal olika svampar, var det bara några få som verkade trivas i båda trädarterna (Anderberg 2016; figur 2). Sykomorlön skulle därför inte kunna ersätta asken som habitat för svampmångfalden.

I våra tidigare studier har vi upptäckt att vedlevande endofyters mångfald är lägre i almar som är tåliga mot almsjukan än i almar som är mycket mottagliga (se Witzell 2017 för detaljer). Den låga mångfalden i ”resistenta” almar var något oväntat med tanke på alla studier som visat att endofytsvampar skyddar träden mot skadegörare. Vår hypotes är att almträd som kan motstå almsjukasvampens angrepp har förhöjt försvar mot alla svampar som försöker tränga in veden, oavsett om dessa är skadesvampar eller harmlösa endofyter (Martín m.fl. 2013).

Försvarsmekanismer kan vara aktiva även i träd som har allmänt hög vitalitet och för att ta reda på om vedlevande endofytsvampars mångfald speglar trädens allmänna vitalitet studerades endofytsvampar i unga ekar i tätortsnära miljö (Agostinelli 2012). Enligt vår förväntan var svampmångfalden i ved lägst i träd som var mest vitala (figur 3). Om andelen vitala och resistenta träd ökar kan alltså livsmiljöer för vedlevande endofytsvampar minska men vilka ekologiska konsekvenser detta kan ha är inte känt.



Figur 2. Jämförelse av endofytsvampars mångfald i ask och sykomorlön (Anderberg 2016).

Endofytsvampar i praktiskt växtskydd?

Synen på träd som en enhet vars egenskaper styrs starkt av dess gener håller på att förändras när kunskaper om mikrober ökar. Inom såväl medicinsk forskning som

inom växtvetenskap läggs allt oftare vikt vid mikrobernas betydelse, och i nyare forskning beskrivs träd och deras associerade mikrober ofta som en ekologisk enhet, holobiont (Cregger m.fl. 2018). Det finns mycket forskning som tyder på att endofytsvampar kan på olika sätt bidra till trädens hälsa och vitalitet (Koskella m.fl. 2017). Mer kunskaper behövs dock om svamparnas biologi och olika skötselåtgärders påverkan på samverkan mellan träd och deras mikrober, innan vi effektivt kan använda endofyter i den ekologiska ingenjörskonsten (ecological engineering) som nyttjar ekologiska processer för att bygga upp hållbara miljöer. ■

Referenser

Agostinelli M (2012) Variation in fungal endophyte communities of pedunculate oak (*Quercus robur* L.): spatial, temporal

and environmental aspects. Swedish University of Agricultural Sciences Master Thesis no. 195 Southern Swedish Forest Research Centre Alnarp.

Alabouvette C, Olivain C, Migheli Q & Steinberg C (2009) Microbiological control of soil-borne phytopathogenic fungi with special emphasis on wilt-inducing *Fusarium oxysporum*. *New Phytol* 184:529–44.

Albrechtsen B & Witzell J (2012) Disentangling functions of fungal endophytes in forest trees. In: Paz Silva A, Sol M (ed.): *Fungi: Types, Environmental Impact and Role in Disease*. NOVA Science Publishers, pp 235–246.

Anderberg A (2016) Vårdspecifitet och diversitet av svampendofyter hos *Fraxinus excelsior* och *Acer pseudoplatanus*. Kandidatarbete, SLU.

Arnold E (2007) Understanding the diversity of foliar endophytic fungi: progress, challenges, and frontiers. *Fungal Biol Rev* 21: 51–66.



Figur 3. Vedlevande endofytsvampars mångfald kan spegla trädens allmänna vitalitet: endofytsvamparnas mångfald har upptäckts vara högre i träd som visar täcken på nedsatt vitalitet (till höger), jämfört med vitala träd (till vänster), även när träden växer nära varandra och i samma miljö. Foto: Johanna Witzell.

- Bae H, Sicher RC, Kim MS, Kim SH, Strem MD, Melnick RL & Bailey BA (2009) The beneficial endophyte *Trichoderma hamatum* isolate DIS 219b promotes growth and delays the onset of the drought response in *Theobroma cacao*. *J Exp Bot* 60: 3279–3295.
- Busby PE, Ridout M & Newcombe G (2016) Fungal endophytes: modifiers of plant disease. *Plant Mol Biol* 90: 645–655.
- Cregger AM, Veach A, Yang Z, Crouch M, Vilgalys R, Tuskan AG & Schadt C (2018). The *Populus* holobiont: Dissecting the effects of plant niches and genotype on the microbiome. *Microbiome* 6:31, 2–14.
- Fort T, Robin C, Capdevielle X, Delière L & Vacher C (2016) Foliar fungal communities strongly differ between habitat patches in a landscape mosaic. *PeerJ* 4:e2656.
- Hardoim PR, van Overbeek LS, Berg G, Pirttilä AM, Compant S, Campisano A, Döring M & Sessitsch A (2015) The hidden world within plants: ecological and evolutionary considerations for defining functioning of microbial endophytes. *Microbiol Mol Biol Rev* 79: 293–320.
- Korkama-Rajala T, Müller MM & Pennanen T (2008). Decomposition and fungi of needle litter from slow- and fast-growing Norway spruce (*Picea abies*) clones. *Microb Ecol* 56: 76–514.
- Koskella B, Meaden S, Crowther WJ, Leimu R & Metcalf CJM (2017) A signature of tree health? Shifts in the microbiome and the ecological drivers of horse chestnut bleeding canker disease. *New Phytol* 215: 737–746.
- 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: e56987.
- Müller MM, Valjakka R, Suokko A & Hantula J (2001). Diversity of endophytic fungi of single Norway spruce needles and their role as pioneer decomposers. *Mol. Ecol.* 10: 1801–1810.
- Newcombe G (2011) Endophytes in forest management: four challenges. In: Pirttilä AM, Frank AC (eds) *Endophytes of forest trees: biology and applications*, Forestry sciences 80. Springer, Berlin/Heidelberg/New York, pp 251–262.
- Panzavolta T, Panichi A, Bracalini M, Croci F, Ginetti B, Ragazzi A, Tiberi R & Moricca S (2017) Dispersal and propagule pressure of Botryosphaeriaceae species in a declining oak stand is affected by insect vectors. *Forests* 8: 228.
- Porras-Alfaro A & Bayman P (2011) Hidden fungi, emergent properties: endophytes and microbiomes. *Annu Rev Phytopathol* 49: 291–315.
- Schulz B & Boyle C (2006). What are endophytes? I: B.Schulz,C.Boyle,T.N.Sieber (Red.) *Microbial Root Endophytes, Soil Biology, Volume 9*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg. ISBN: 978-3-540-33525-2.
- Sieber TN (2007). Endophytic fungi in forest trees: are they mutualists? *Fungal Biol Rev* 21: 75–89.
- Unterseher M (2011) Diversity of fungal endophytes in temperate forest trees. *Endophytes of Forest Trees: Biology and Applications* Springer Science, p.31–46.
- Witzell J (2017). Ny forskning ger hopp om almens framtida återkomst. *Ekbladet* 32: 30–35.
- Witzell J, Martín JA (2018). Endophytes and forest health. In: A. M. Pirttilä and A. C. Frank (eds.), *Endophytes of Forest Trees*, Forestry Sciences 86, Springer International Publishing AG, Springer Nature (in press).

Om författaren

Johanna Witzell är docent vid Sydsvensk skogsvetenskap, SLU, Alnarp, och arbetar med skador och sjukdomar på träd. johanna.witzell@slu.se

