

## Synpunkter på artikeln "Fantastiska fakta om svampar" av Jesper Nyström i Forskning och Framsteg Nr. 5, 2020.

Vi läste med förväntan ovan nämnda artikel, men blev bekymrade över flera felaktiga påståenden. "Hoppet står till vetenskapen" säger Viveka Ljungström i ledaren i samma nummer av FoF. Tidningen beskriver på sin hemsida att "Vi undviker lösa spekulationer och pseudovetenskap – det finns så mycket i den riktiga vetenskapen som är tillräckligt spännande och överraskande". Vi läsare föreställer oss att FoF lever upp till sina ambitioner.

Men lever texten upp till strävan att ge en allsidig belysning av fakta? Här koncentrerar vi oss helt på stycket (sidorna 38-39) om "Skogens hemliga nätverk" som handlar om mykorrhiza-symbiosens roll i skogsekosystem. Först vill vi ge en liten bakgrund, innan vi diskuterar vad som saknar saklig grund.

Det var känt redan innan 1990-talet att olika växter kunde bilda mykorrhiza med samma svamp och således skapa en förbindelse. Ett exempel är Erik Björkmans studie (1960) av tallört, som helt saknar klorofyll och därmed fotosyntes, men får kol från närstående träd via en mykorrhiza-svamp. Senare visade Kristina Arnebrant m.fl. (1993) att kväve, som fixerats genom biologisk kvävefixering av aktinobakterier i rotknölar hos klibbal, kunde föras via ett gemensamt mykorrhiza-mycel till tallplantor. Det som ledde till störst uppmärksamhet var dock det som Jesper Nyström (JN) beskriver, nämligen artikeln av Suzanne Simard m.fl. (1997). Ett framsteg var att de följde kol i bägge riktningarna från utplanterade små plantor genom att inmärka fotosyntes-produkterna i den ena växten med radioaktiv  $^{14}\text{CO}_2$  och den andra med icke-radioaktiv  $^{13}\text{CO}_2$ . På det sättet påvisades ett nettoflöde i den ena riktningen. Nettoflödet påverkades om den ena växten beskuggades. Därutöver finns forskning som visar hur kväve, fosfor och vatten transporteras i mycelet, oftast från marken till svampens värdväxt. Så långt är det inga större fel med JN:s beskrivning förutom att det inte var stora gamla träd som studerades av Simard m.fl. utan endast utplanterade unga plantor (notera att titeln på artikeln innehåller "tree species" och att den inte beskriver studier av "trees"). Växter sitter inte sällan samman med gemensamma mykorrhiza-mycel och kolföreningar och näringsämnen kan transporteras mellan dem, därom råder inget tvivel.

Däremot finns det stora osäkerheter om betydelsen av dessa förbindelser. Det saknas således saklig grund för följande påståenden:

- 1) Vatten, socker, kväve, fosfor och viktiga mineralämnen flödar från de äldre träden till de små plantorna via mykorrhizan, vilket fyrfaldigar de små plantornas överlevnadschanser.
- 2) En förvånande upptäckt är att de äldre träden känner igen sin egen avkomma – de kan alltså avgöra vilka trädplantor i omgivningen som kommer från deras egna frön. Dessa plantor favoriseras och får extra mycket näring och blir större än övriga plantor.

Vad gäller påstående 1) vill vi börja med slutet på meningen. I näringsfattiga skogar, till vilka en stor majoritet av de svenska skogarna måste räknas, växer små plantor dåligt i närvaron av stora, äldre träd och deras mykorrhiza, oaktat om plantorna är

avkomma till de stora träden eller inte. Det är tvärtom så att fler småplantor självföryngras och växer bättre om mykorrhiza-förbindelsen med de stora träden avbryts. I klassiska försök, där ytor om ca. 10 m<sup>2</sup> avgränsades genom att rötterna från omgivande träd skars av, såg man denna positiva effekt på skogsföryngringen på de rotbeskurna ytorna (Romell & Malmström 1945), där ektomykorrhiza-svamparna inte bildade några fruktkroppar alls (Romell 1938). Det bör kanske påpekas att ljusförhållandena i skogen inte påverkades av rotbeskärningen, men konkurrensen om det för tillväxten begränsade kvävet från de stora träden och deras mykorrhiza-svampar försvann. I ett annat försök ringbarkade vi alla tallar på 900 m<sup>2</sup> stora ytor för att skatta hur stor del av markens avgivning av koldioxid, som kom från trädrotterna och deras mykorrhiza-svampar (Högberg m.fl. 2001); vi fann att de stod för hälften av markens respiration. Ringbarkningen bröt strömmen av socker från trädkronornas fotosyntes och bildningen av fruktkroppar av mykorrhiza-svampar blev därför nära nog noll, men en kraftig självföryngring av små tallplantor tog fart redan åren innan de ringbarkade träden tappat sina barr (Axelsson m.fl. 2014). Även i detta mer sentida experiment eliminerades de stora träden och deras mykorrhiza som konkurrenter om kväve, vilket återigen visade sig gynna skogsföryngringen. JN säger att plantor växer fyrfalt bättre i av närvaron av stora, äldre träd, men resultat från näringsfattig boreal skog pekar tvärtom tydligt i motsatt riktning. Ruuska m.fl. (2008) visade att plantor växer upp till hela 10 gånger bättre med ökande avstånd från äldre träd.

Påståendet 1) ger också det felaktiga intrycket att stora mängder vatten och näring flödar från stora träd till små plantor. Inom växter och i mycel flödar vatten från högre till lägre vattenpotential. Transpirationen flyttar vatten från fuktig mark via växten till torr luft. Denna transport drivs av ångtrycksdeficiten i luften. Stora träd kan inte flytta sitt eget vatten till små plantor givet att de stora träden generellt är utsatta för torrare luft, speciellt högst upp i trädkronorna.

I fallet våra näringsfattiga skogar och den allmänt dåliga självföryngringen när skogarna är slutna, så talar således inget för att de stora träden aktivt bidrar till de små plantornas överlevnad och tillväxt. En orsak till detta kan vara att mykorrhiza-myceliet i sig är en kraftig sänka för kväve (det näringsämne som begränsar tillväxten) under dessa förhållanden (Näsholm m.fl. 2013). När det råder kvävebrist, allokera nämligen träden mer kol (socker) till sina rötter och mykorrhiza-svampar, kolföreningar som de använder som energikälla och som byggstenar i sina celler (Högberg m.fl. 2010). Detta kol skulle kunna möjliggöra tillväxt av svamp-myceliet, om samtidigt mer kväve fanns tillgängligt. Experimentella data visar dock att svampen nyttjar mer kväve för sin egen fysiologi p.g.a. sin goda tillgång på kol, vilket gör att mindre kväve allokeras från svampen till träden (Näsholm m.fl. 2013, 2014, Hasselquist m.fl. 2016). Hasselquist m.fl. (2016) visade att beskuggning av träden, vilket minskade kol-strömmen till deras mykorrhiza-svampar, samtidigt ökade flödet av kväve i den motsatta riktningen. Slutsatsen av denna forskning är att i näringsfattig boreal skog konkurrerar de stora träden med sin egen avkomma. I näringsrikare förhållanden kan mykorrhiza-symbiosen fungera annorlunda och andra faktorer vara begränsande för tillväxten hos trädplantor, t.ex. tillgången på ljus. Konkurrensförhållandena varierar också med skogens ålder och är som starkast i medelålders skogar (Kyaschenko m.fl. 2017).

Vad gäller påstående 2) betyder det ovanstående att även detta påstående faller som en beskrivning av realia i våra skogar. I den enda studie vi känner av hur släktskap mellan växter skulle kunna vara involverat, studerade man inte trädets avkomma utan återigen små plantor (Pickles m.fl. 2017). En viktig slutsats man drog var att kvantiteterna av kol som transporterades mellan plantorna var så små, att de sannolikt inte var av stor betydelse. Vi har inte hittat något som bekräftar att träden känner igen sin egen avkomma och gynnar denna via mykorrhiza-svamparna.

FoF "undviker lösa spekulationer och pseudovetenskap". Det har inte JN gjort i sin artikel, som dessutom illustreras med bildtexten "Mykorrhiza – en kärleksförklaring mellan växtrötter och svamptrådar". Vi får allt djupare kunskaper om mykorrhizasymbiosens genetiska reglering och dess komplexa reaktioner på variationer i omvärlden. Symbiosen kan vara till fördel för den ena parten eller bägge parterna temporärt eller mer permanent, men inte på de sätt som JN beskriver. Vad gäller den eventuella evolutionära fördelen av symbiosen i kvävefattig boreal skog, kan den vara att träden och svamparna gemensamt skapar ett system, som är så kvävefattigt, att andra konkurrerande organismer har svårt att sluta sina livscyklar och därmed utestängs. Mer näringskrävande arter kan tillfälligt blomma upp efter avverkning, brand eller stormfällning, då mykorrhiza-mycelet dör och bryts ned, varvid det bundna kvävet frigörs (Högberg et al. 2017). I den nya skogen återtar symbiosen sin funktion och kvävet blir alltmer svårtillgängligt för växterna.

FoF säger sig vilja införa rättningar. Det är naturligtvis svårt att göra med nuvarande format på FoF och längden på vår kommentar. Vi skulle uppskatta om FoF gav ett meningsfullt utrymme att diskutera vad det finns vetenskapligt stöd för. Ännu bättre vore om forskare återigen fick skriva artiklar i FoF! Det är beklagligt att FoF förvandlats från en tidning där forskare själva beskrev sina forskningsfält och forskning, till en där journalister klipper ihop korta intervjuer med sina egna mycket fria tolkningar.

Med bästa hälsningar,

*Peter Högberg*, professor i skoglig marklära, *Mona Nordström Högberg*, docent i markmikrobiologi, *Torgny Näsholm*, professor i skoglig ekofysiologi, institutionen för skogens ekologi och skötsel, SLU, Umeå

*Roger Finlay*, professor i skoglig mikrobiologi, *Anders Dahlberg*, professor i mykologi, *Petra Fransson*, docent i biologi, institutionen för skoglig mykologi och växtpatologi, Uppsala Bio Centre, SLU, Uppsala

*Björn Lindahl*, professor i markbiologi, institutionen för mark och miljö, SLU, Uppsala

*Alf Ekblad*, professor i biologi, institutionen för naturvetenskap och teknik, Örebro universitet.

*Anders Tunlid*, professor i mikrobiologisk ekologi, *Håkan Wallander*, professor i markbiologi och miljövetenskap, biologiska institutionen, Lunds universitet

## Referenser

- Arnebrant K m.fl. 1993 Nitrogen translocation between *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. seedlings inoculated with *Frankia* sp. and *Pinus contorta* Doug, ex Loud seedlings connected by a common ectomycorrhizal mycelium. *New Phytologist* 124, 231-242.
- Axelsson EP m.fl. 2014 Belowground competition directs spatial patterns of seedling growth in boreal pine forests in Fennoscandia. *Forests* 5, 2106-2121.
- Björkman E 1960 *Monotropia hypopitys* L. – an epiparasite on tree roots. *Physiologia Plantarum* 13, 308-327.
- Hasselquist NJ m.fl. 2016 Greater carbon allocation to ectomycorrhizal fungi reduces tree nitrogen uptake in a boreal forest. *Ecology* 897, 1012-1022.
- Högberg MN m.fl. 2010 Quantification of effects of season and nitrogen on tree below-ground transfer of carbon to ectomycorrhizal fungi and other soil organisms in a boreal pine forest. *New Phytologist* 187, 485-493.
- Högberg P m.fl. 2001 Large-scale forest girdling shows that current photosynthesis drives soil respiration. *Nature* 411, 789-792.
- Högberg P m.fl. 2017 Tamm Review: On the nature of the nitrogen limitation to plant growth in Fennoscandian boreal forests. *Forest Ecology and Management* 403, 161-185.
- Kyaschenko J m.fl. 2017 Shift in fungal communities and associated enzyme activities along an age gradient of managed *Pinus sylvestris* stands. *ISME Journal* 11, 863–874.
- Näsholm T m.fl. 2013 Are ectomycorrhizal fungi alleviating or aggravating nitrogen limitation of tree growth in boreal forests? *New Phytologist* 198, 214-221.
- Näsholm T m.fl. 2014 Är mykorrhizan en bidragande orsak till skogens kvävebrist? Rön från Sveriges lantbruksuniversitet. *Fakta Skog* 1.
- Pickles BJ m.fl. 2017 Transfer of <sup>13</sup>C between paired Douglas-fir seedlings reveals plant kinship effects and uptake of exudates by ectomycorrhizas. *New Phytologist* 214, 400–411.
- Romell LG 1938 A trenching experiment and its bearing on problems of mycotrophy. *Svensk Botanisk Tidskrift* 32, 89-99.
- Romell LG & Malmström C 1945. Henrik Hesselmanns tallhedsförsök åren 1922-1945. Statens Skogsförsöksanstalt, Stockholm.
- Ruuska J m.fl. 2008 Effect of edge stands on the development of young *Pinus sylvestris* stands in southern Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research* 23, 214-226.
- Simard S m.fl. 1997 Net transfer of carbon between ectomycorrhizal tree species in the field. *Nature* 388, 579-582.