

Mykorrhizasvampar

– hur påverkar kvävenedfall och skogsbruk?

- Kvävegödsling har stor inverkan på artsammansättningen av mykorrhizasvampar. Vissa arter, t.ex. pepparriskan, ökar i förekomst på trädens rotspetsar, medan många andra, t.ex. spindel-skivlingar, försvinner efter kvävegödsling.
- I södra Sverige, där kvävedepositionen är högst, har artsammansättningen på trädens rotspetsar troligen redan förskjutits mot kvävegynnade mykorrhizasvampar. Kvävegödsling av skogsmark förvärrar läget för känsliga svampar.
- Skärmföryngrade ungskogar har en högre artrikedom av mykorrhizasvampar än kalavverkade, planterade ungskogar, och en artsammansättning som i högre grad påminner om gamla, ej brukade skogar.
- Gamla, produktiva skogar bör skyddas för att bevara långsamtväxande mykorrhizasvampar med begränsad spridningsförmåga. Gamla skogar som ej påverkats av kvävenedfall eller skogsgödsling är dubbelt värdefulla.

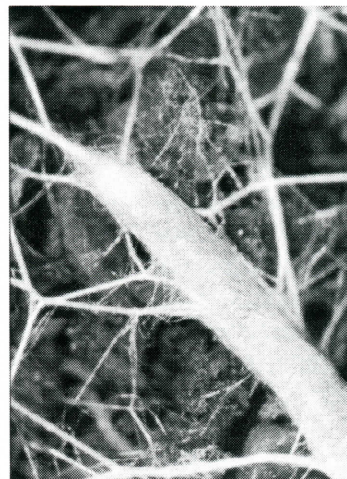


Foto: Andy Taylor

Fruktkroppen (här en flugsvamp) är bara en liten del av hela svampen. I jorden växer resten, tunna svamptrådar som tillsammans med rötter bildar mykorrhiza (bilden till höger).

Tänk dig att du en vacker höstdag går på svamputflykt med din farfarsfar! Skulle ni kunna fylla svampkorgen med samma svampar som han i sin ungdom? Vilken inverkan har luftföroreningar haft? Vilken roll spelar det moderna skogsbruket? Hur stor del av skogens alla arter av mykorrhizasvampar upptäcker ni på er svamptur? I detta Fakta Skog presenteras resultat från olika projekt som nyligen sammanfattats i en avhandling från SLU.

Mykorrhiza – samspel mellan svampar och växter

Mykorrhiza är ett intimt samarbete mellan svampar och växters rötter. Genom mykorrhizan ökar växten sitt mineralnärings- och vattenuptag och i gengäld förser den svampen med kolhydrater. *Fruktkroppen*, dvs. det du och din farfarsfar fyller svampkorgen med, utgör bara en liten del av svampen, högst några få procent. Resten består av mikrometertunna svamptrådar, hyfer, som finns på och i trädens rotspetsar eller växer i marken (figur 1).

I Sverige finns ca 1000 svampar som bildar mykorrhiza med våra barr och lövträd. Exempel på grupper som huvudsakligen bildar mykorrhiza är flugsvampar, kremlor, riskor, soppar, spindel- och trådskiplingar. Många av dessa är uppskattade matsvampar, t.ex. kantarell, karljohan och sillkremla. Det stora flertalet mykorrhizasvampar för dock en mindre glamorös tillvaro i form av t.ex. filt- eller skinnliknade fruktkroppar som lätt förbises.

Svåra att studera

Det mesta av vad vi vet om mykorrhizasvamparnas ekologi baseras på inventeringar av fruktkroppar. Skålet till detta är att det fram till nu har varit svårt, och i många fall omöjligt, att särskilja och artidentifiera svampar när de växer på rötterna eller som hyfer i marken. Tack vare de senaste årens utveckling inom molekylärbiologisk forskning är det nu möjligt att artidentifiera även mycket små mängder av svamphyfer, som t.ex. i mykorrhizarotspetsar, var och en knappt större än ett knapptålhuvud. Jag har därför använt mig av molekylärbiologiska metoder för att



Illustration: Peter Roberntz

FIGUR 1. Fruktkroppen utgör bara några få procent av svampen, resten finns på och i rotspetsarna och i marken.

kunna artidentifiera mykorrhizasvampar på enskilda rotspetsar.

Kvävenedfall - ett hot?

I slutet av 1980-talet kom alarmerande rapporter från bl.a. holländska forskare. Genom att jämföra protokoll från inventeringar av fruktkroppar i början av seklet med nutida undersökningar, fann man att antalet arter av mykorrhizasvampar hade minskat drastiskt i flera områden i Central- och Västeuropa. Kvävet, som är en bristvara i av människan opåverkade skogar, föreslogs vara en orsak, då nedfallet av kväve kraftigt ökat under andra hälften av seklet. Dessutom visade flera kvävegödslingsförsök på liknande effekter på fruktkroppsbildningen.

Skogsbrukets påverkan?

Andra tänkbara orsaker till minskningen är t.ex. markförsurning och ett intensivare markutnyttjande i det moderna skogsbruket. För att motverka den pågående markförsurning och läckaget av vissa mineralnäringsämnen från skogsmark har bl.a. Skogsstyrelsen förordat "vitaliseringsgödsling" av skog, framförallt i sydvästra Sverige. Den vitaliseringsgödsel som prövats består av kalk kompletterad med alla för träden viktiga näringsämnen utom kväve.

För att studera hur mykorrhizasvamparna på trädens rötter reagerar på ovanstående faktorer har jag använt mig av olika fältförsök där skogen

antingen gödslats med kväve, vitaliseringsgödsel eller föryngrats med olika skogskötselmetoder.

Gödsling ger färre fruktkroppar

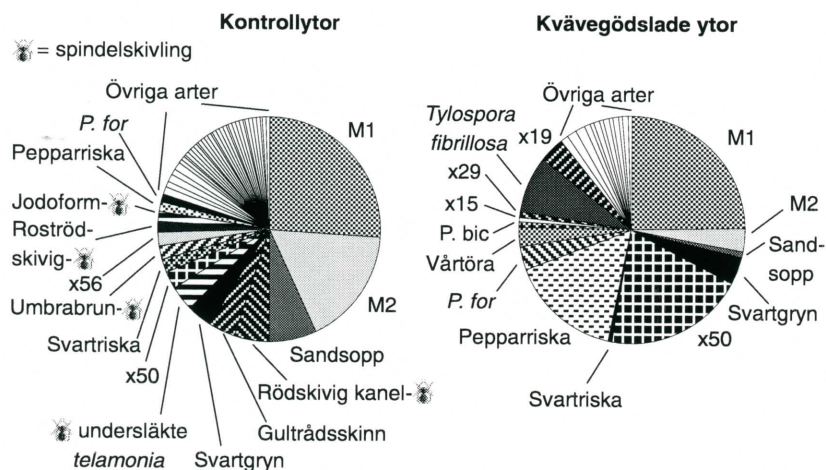
Effekten av kvävegödsling undersöktes i två fältförsök. Det ena försöket var beläget i Skogaby i Hallands län, det andra i Norrliden i Västerbotten. I Skogaby visade Wiklund m.fl. att en årlig gödselgiva med 100 kg kväve/ha medförde att fruktkroppproduktionen i stort sett upphörde inom ett par år efter behandlingens början.

Intressant är att vitaliseringsgödslingen visade sig ha en liknande effekt och gav en bestående minskning av fruktkroppproduktionen med uppemot 50 procent. Mina undersökningar visade att *andelen* mykorrhizakoloniserade rötter inte minskade i något av försöken i Skogaby eller Norrliden. I stort sett samtliga finrotspetsar (ca 25 miljarder på en yta av 100x100 m i Skogaby!) koloniserades av svamp inom kort efter att de bildats. Däremot minskade *antalet* mykorrhizarotspetsar som följd av både kväve- och vitaliseringsgödslingen, vilket delvis kan förklara den drastiska minskningen av mykorrhizafruktkroppar. En annan tänkbar orsak är att gödslingen medfört förändringar i artsammansättningen så att kvävekänsliga, fruktkroppsbildande arter minskat i förekomst på rötterna.

Eftersom vitaliseringsgödslet inte innehåller något kväve måste sådana kväveeffekter vara indirekta, t.ex. genom en ökad kväveminalisering. Några säkra bevis för detta finns dock ännu inte.

Kväve ändrar artsammansättningen

För att mer grundligt undersöka effekter av kvävegödsling har jag använt mig av DNA-teknik. Genom att jämföra svamp-DNA från mykorrhizarotspetsar med DNA från fruktkroppar har arterna på rotspetsarna bestämts. Under 1994-96 samlades rotspetsar in från norrlidenförsöket, där kvävegödsling pågick sedan början av 70-talet. Dosen är här lägre (30 kg/hektar och år), vilket ungefär motsvarar kvävenedfallet i sydvästra



FIGUR 2. Frekvens av rotspetsar med olika mykorrhizasvampar på obehandlade kontrolltytor och på kvävegödslade ytor. Vetenskapligt namn (kursiv) har använts där svenska namn saknas. "x" följt av nummer står för ännu oidentifierade arter. M1 och M2 tillhör sannolikt släktet skinnsvampar. *P. for*= *Phialocephala fortinii*, *P. bic*= *Piceirhiza bicolorata*.

Sverige. Liksom i Skogaby har kvävegödslingen medfört en kraftig minskning av antalet fruktkroppar, antalet rotspetsar har minskat och andelen rotspetsar med mykorrhiza är oförändrad (nära 100 procent).

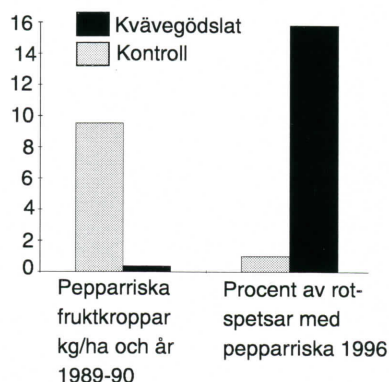
På kvävegödslade ytor förekommer i stort sett endast fruktkroppar av pepparriska. Figur 2 visar hur artsammansättningen av svampar på finrotspetsarna skiljer sig markant mellan obehandlade kontrolltytor och kvävegödslade ytor. Frekvensen av rotspetsar med t.ex. pepparriska och en art ur släktet skinnsvampar (*Tylospora fibrillosa*) var högre på kväveytor än i obehandlade kontrolltytor. En motsvarande minskning av andelen mykorrhizarotspetsar på kväveytor noterades för arter ur släktet spindelskivlingar, gultrådsskinn (*Piloderma croceum*), sandsopp och några ännu oidentifierade svampar som tros tillhöra släktet skinnsvampar. Av dessa arter är spindelskivlingarna de som bildar mest fruktkroppar på obehandlade kontrolltytor.

Den minskade förekomsten av dessa arter på rotspetsarna är alltså en ytterligare förklaring till varför vissa arter minskar i fruktkroppsinventeringarna i kvävebelastad eller vitaliseringsgödslad skogsmark.

Ökad kvävetillgång = omfördelning av resurser?

En annan möjlig förklaring till var-

för vissa svampar upphör att bilda fruktkroppar efter kvävegödsling är att de fördelar sina resurser olika vid ökad tillgång på kväve. Det skulle kunna innebära att t.ex. näringsupptag och tillväxt på rötterna prioriteras framför fruktkroppsbildning. Trots att en arts fruktkroppar minskar i antal eller helt försvinner kan arten alltså finnas kvar på rotspetsarna i marken. Ett exempel är pepparriska. Trots att förekomsten av pepparriska på rotspetsarna är högre i kvävebehandlade ytor är produktionen av fruktkroppar lägre (fig. 3).



FIGUR 3. Förekomst av pepparriska på rotspetsar (procent av alla rotspetsar) och produktion av pepparriskor (torrvikt av fruktkroppar) på obehandlade kontrolltytor och kvävegödslade ytor i Norrliiden.

Skogsförnyringen

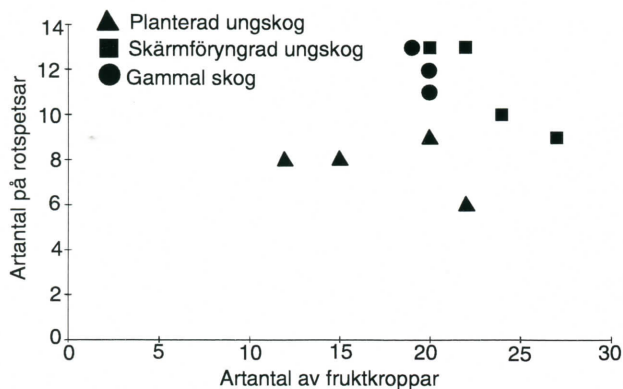
För att undersöka hur olika skogsförnyringmetoder påverkar artsammansättningen hos mykorrhizasvampar undersöktes 1995-1996 åtta 40-åriga tallskogar i Siljansfors. Hälften av dessa hade förnygrats genom kalavverkning och plantering, vilket är den dominerande förnyringmetoden i Sverige. Resten av tallungskogarna förnygrades genom att ställa en högskärm av gamla tallar. Skärmträden i dessa skogar avverkades under 1960-talet, efter att det nya beståndet etablerats. Dessutom undersöktes tre 150 år gamla talldominerade skogar, som det ej bedrivits skogsbruk på under mer än ett sekel.

Skärmträd ger fler arter

Inventeringarna av fruktkroppar och av mykorrhizarötter i Siljansfors visade att högskärmsförnygrade tallungskogar hade en högre artrikedom än kalavverkade, planterade tallungskogar (fig. 4) och en artsammansättning som i högre grad påminner om gamla, ej brukade skogar (visas ej i detta Fakta Skog). En trolig förklaring till att högskärmsförnygrade skogar hade en högre artrikedom än planterade skogar är att skärmställningen gynnade arter som var vanliga innan dessa skogar förnygrades. Dessa arter kunde tillfälligt överleva på de gamla trädens rötter, och sen successivt etablera sig i det nya beståndet. Förutom dessa arter anlände troligen sporspridda mykorrhizasvampar från omgivande bestånd. I de skärmförnygrade skogarna var alltså förekomsten högre både av arter som är vanliga i gamla skogar samt arter som är vanliga i planterade skogar.

Fruktkroppen – en liten del av svampen

Hur bra visar fruktkroppsinventeringar av vad som finns under markytan, dvs. förekomsten av svampar på rotspetsarna? I Siljansforsstudien inventerades både fruktkroppar och mykorrhizasvampar, vilket gör det möjligt att göra jämförelser. Det visade sig att bara en liten del av arterna på rotspetsarna producerade stora synliga fruktkroppar (fig. 5). Fruktkroppsinventeringar ger alltså en skev bild av vad som döljer sig under marken, och hur svamparna egentli-



FIGUR 4. Artrikedom (=antal arter) av fruktkroppar och på mykorrhizarotspetsar per försöksyta i Siljansfors försökspark.

gen påverkas av skogsbruk, luftföroreningar mm.

Naturvård i skogsbruket

Kvävededfallet, framförallt i södra Sverige, är troligtvis det allvarligaste hotet mot artrikedomen och artsammansättningen av mykorrhizasvamparna. För att bevara kvävekänsliga arter bör därför kväveutsläppen minskas. Kvävegödsling av skogsmark bör

arter likt i södra Sverige.

Den högre artrikedomen och den mer gammelskogsliga artsammansättningen i högskärmsföryngrade skogar än planterade skogar antyder att det går att aktivt bevara och skapa artrika svampskogar. Gamla produktiva skogar, av vilka en bråkdel är skyddade i Sverige, behöver dock troligen skyddas för att bevara t.ex.

undvikas i redan belastade områden. Mindre förorenade områden tål kanske enstaka kvävegödslingar. Å andra sidan har gödslingen här en större effekt, eftersom florans av mykorrhizasvampar inte ställt om sig till kvävegynnade

långsamtväxande mykorrhizasvampar med dålig spridningsförmåga.

En vacker höstdag...

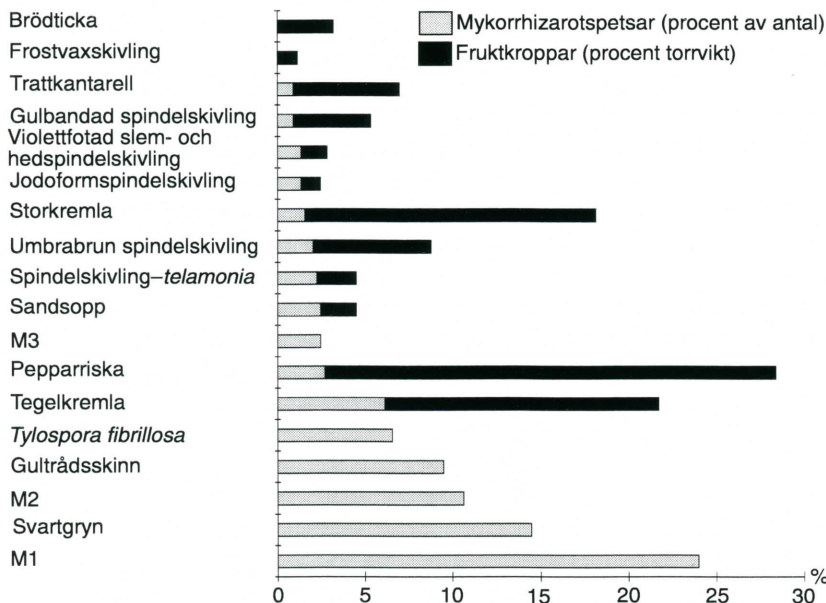
Hur går det för dig och din farfarsfar på er svamputflykt? Din farfarsfar, som har ett gott minne, kommer kanske märka att t.ex. många spindelskivlingar blivit ovanliga, medan t. ex. pepparriska och pluggskivling ökat i förekomst. Några orsaker har presenterats här. Din farfarsfar, som är en vis man, förstår dock att många faktorer samverkar. Kvävededfall, försurning (som i sin tur ökas på kvävededfallet) och skogsbruk är bara några exempel. Glädjande nog finns det nu metoder som gör att vi kan studera vad som verkligen händer, det vill säga under marken!

Ämnesord

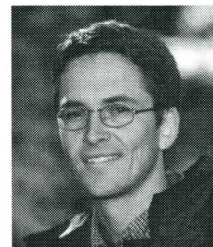
Mykorrhiza, kväve, gödsling, vitaliseringsgödsling, skogsbruk, svamp.

Litteratur

- Kårén, O. 1997. Effects of air pollution and forest regeneration methods on the community structure of ectomycorrhizal fungi. Doktorsavhandling, Inst. för Skoglig Mykologi och Patologi, SLU, Uppsala.
- Nylund, J.-E. & Kårén, O. 1994. Den perfekte entreprenören. Skog & Forskning 2/94: 4-13.



FIGUR 5. Artsammansättning av mykorrhizasvampar på rotspetsar (procent av totala antalet mykorrhizarotspetsar) eller som fruktkroppar (procent torrsvikt av total fruktkroppproduktion). M1-M3 är oidentifierade arter som tros tillhöra släktet skimsvampar. Data från 11 tallskogar i Siljansfors.



Jägmästare Ola Kårén forskar vid inst. för skoglig mykologi och patologi, SLU, Box 7026, 750 07 Uppsala. Tel. 018- 67 18 76, Fax 018- 30 92 45 E-post: ola.karen@mykopat.slu.se Internet: <http://www.mykopat.slu.se> Forskningen har bl.a. finansierats av Naturvårdsverket, SJFR, Oscar & Lili Lamms stiftelse, H. Ax:son Johnssons stiftelse och KSLA.

**FAKTA
SKOG**

Ansvarig utgivare: Johan Elmberg
Redaktör: Anna Burman

Prenumeration och distribution:

Internet:

Pris:

Tryck:

SLU Kontakt, Box 49, 230 53 ALNARP
SLU Informationsavd., Box 7057, 750 07 UPPSALA
Telefon: 018-67 21 34 • Telefax: 018-67 35 20
E-post: Anna.Burman@cf.slu.se
Sveriges lantbruksuniversitet
SLU Publikationstjänst
Box 7075, 750 07 UPPSALA
Telefon: 018-67 11 00 • Telefax: 018-67 28 54
<http://www.slu.se/forskning/fakta.html>
300 kr + moms (även lösnummersförsäljning)
Sveriges lantbruksuniversitet
ISSN 1400-7789 © SLU 1997

