

Petra Fransson

## Skogsgödsling och mykorrhizasvampar

- Näringsoptimering förskjuter kraftigt artsammansättningen hos mykorrhizasvamparna i marken. Vissa vanliga arter försvinner nästan helt, medan andra arter blir mer vanliga.
- Svampmångfalden, eller det totala antalet arter, minskar inte med näringsoptimeringen. Det är annars en vanlig effekt efter gödsling.
- Skogsgödsling i större skala påverkar symbiosen (samspelet) mellan träd och mykorrhizasvamp. Av skogsträdens kortrötter är 95–100 procent koloniserade av mykorrhizasvampar och denna symbios är livsviktig för skogarnas långsiktiga hälsa och produktivitet.



Foto: Andy Taylor

*Gulbrun spindling  
en av våra många  
spindlingar. Denna  
grupp av svampar  
blir mindre vanlig  
när marken tillförs  
gödning i form  
näringsoptimerad  
gödsling.*

Det finns ett stort intresse, främst hos de större skogsbolagen, för att öka produktionen av virke genom att gödsla. Våra skogar har utvecklats under förhållanden där kväve har varit det huvudsakliga begränsande näringsämnet sedan lång tid tillbaka och gödning påverkar, förutom trädutväxten, stora delar av det skogliga ekosystemet. Regeringens mål att bibehålla eller öka den biologiska mångfalden och vikten av att skogsgödningen inte innebär en negativ påverkan på miljön gör att det fortfarande finns ett stort behov av att undersöka gödningens effekter på skogsekosystemen.

I det här numret av Fakta Skog presenterar jag en studie av näringsoptimerad gödning och dess effekter på mykorrhizasamhället i marken. Jag tar också översiktligt upp vad som händer med svampar vid gödning, samt vilka effekter det kan ha på biologisk mångfald och näringsomsättning.

### Svampar samlar in näring

I marken spelar mikroorganismerna en central roll för omsättningen av olika näringsämnen. Mykorrhizasvampar lever i ett intimt samspel med en eller flera värdväxter. Viasvamparna sker det huvudsakliga upptaget av näring till träden, och svampen kan ta upp både organiska och oorganiska näringsämnen. Trädet förser svamparna med kol, som används till energi och till att bygga upp biomassa. I marken finns en komplex väv av sammanlänkade näringskedjor, och det

är mycket troligt att organismerna påverkas om näringsstillförseln förändras genom gödning.

### Näringsoptimering ändrar artsammansättningen...

På Flakaliden i Västerbotten undersökte jag hur samhällsstruktur och artmångfald hos mykorrhizasvampar påverkas av gödning i form av näringsoptimering. Vad menar jag då med näringsoptimering? Skillnaden mot konventionell gödning (en eller flera doser av fast gödsel) är att näringen tillsätts kontinuerligt under växtsäsongen i samband med bevattning. Mängden näringsämnen är också anpassad till vad trädet behöver för att växa optimalt. Detta är ett sätt att minimera läckage av t.ex. lättlösligt nitrat. Produktionssiffrorna för den gödslade skogen på Flakaliden visar goda resultat. Men vad händer under mark, med mykorrhizasvamparna?

Undersökningen gjordes genom att samla in rotprover och titta på mykorrhizarotspetsarna. En jämförelse av tre behandlingar; kontroll, bevattning och näringsbevattning (totalt 825 kg kväve/ha under tio år) visade att hela samhällsstrukturen förskjuts kraftigt som ett resultat av näringsbevattningen. Vissa svamparter, som är vanliga på kontrollytorna, utgör en mycket mindre del av samhällena på de näringsbevattade ytorna. Det gäller t.ex. gultråds-skinnet, *Piloderma croceum*, en mycket vanlig art av skinnsvampar som bildar små och svår funna fruktkroppar.

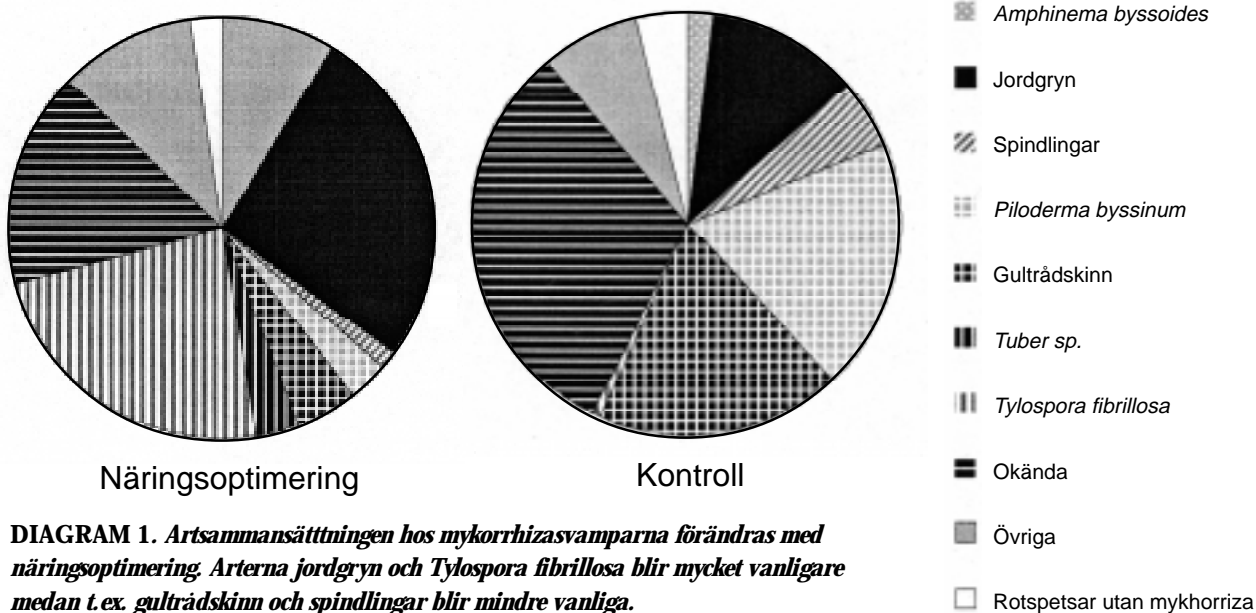
Två andra skinnsvampar, *Tylospora fibrillosa* och *Amphinema byssoides*, är väldigt vanliga på näringsytorna, liksom jordgryn. Enbart bevattning hade liten inverkan och samhällena på dessa ytor liknar de på kontrollytorna.

### ...men minskar inte mångfalden

Däremot minskade inte antalet arter med näringsbevattningen, trots att en förlust av artmångfald är just det som många andra undersökningar har funnit. Det fanns stora variationer i artsammansättning mellan de olika ytorna, något som antagligen är karaktäristiskt för många mykorrhizasamhällen i skogsekosystem. Totalt hittades över 60 arter eller typer. En stor artrikedom är vanlig i våra svenska barrskogar. Två tredjedelar av samhällena utgjordes av arter som inte bildar ovanjordiska fruktkroppar eller saknar kända fruktkroppar.

Andelen rötter som var koloniserade av svampar låg nära 100 procent för de flesta ytorna. Det innebär att den största delen av trädets näringsupptagning går via svamparna och deras hyfer som sträcker sig ut i marken från finrötterna.

Olika arter av mykorrhizasvampar växer i olika delar av jorden. Svampen jordgryn visade sig vara vanligare i den organiska delen av jorden än i mineraljorden. *Tylospora fibrillosa* visade det motsatta mönstret. Svamparternas varierande förmåga att utnyttja organiska och oorganiska



näringsämnen kan vara en förklaring till att arterna finns i olika delar av markprofilen.

## Gödsling påverkar markens mikroorganismer

Växter, djur och mikroorganismer som lever i skogsmarken är anpassade till näringsfattiga förhållanden. Vid gödsling av skog får man inte enbart en ökning av trädproduktionen. Genom att tillföra stora mängder oorganiskt kväve påverkas alla levande organismer och de processer som har med upptagning och omsättning av näring att göra. Mykorrhizasvamparna har visat sig vara känsliga för förändringar i markens näringsstatus. Mycel, ett nätverk av svamptrådar, sträcker sig ut i marken från rotspetsarna och förändringar i mängden näringsämnen har i vissa fall minskat mängden mycel som svampen bildar. Det kan i sin tur påverka värdträdets tillgång till näring.

Tidigare publicerade undersökningar av gödslingseffekter på svampar visar att valet av gödsel, samt hur ofta man tillsätter det, har stor betydelse för vilket resultat man får. En kontinuerlig tillförsel av mindre mängder gödsel, som på Flakaliden, borde ge mindre störningar (t.ex. toxiska chocker) och minska läckaget av näringsämnen, jämfört med fastgödsel som ges i större doser.

## Behöver vi artmångfald?

En stor artmångfald bland marklevande organismer har av vissa fors-

kare ansetts vara ett bevis på att flera arter har samma funktion i ekosystemet och att det därför inte spelar så stor roll om ett antal arter försvinner – funktionen kommer ändå att finnas där. För mykorrhizasvampar är variationen i funktion väldigt stor inom vissa arter och det är därför svårt att förutsäga hur ett samhälle kommer att reagera på förändringar. Mycket av den kunskap som vi har om enskilda svamparters fysiologi och funktion baseras på ett litet antal arter som är lätta att arbeta med på laboratoriet och som växer snabbt. Det kan vara svårt att bedöma om de resultat som kommer fram vid laboratorieförsöken gäller i de komplexa svampsamhällen som finns ute i fält. Om den relativa förekomsten av arter förskjuts drastiskt kan det innebära att svampsamhällets funktioner förändras.

Svampars förmåga att utnyttja näringsämnen från förna och annat organiskt material beror på deras förmåga att producera nedbrytande ämnen som antingen släpps ut utanför svamphyferna eller sitter bundna vid cellväggarna. Arterna skiljer sig åt, vissa är anpassade till mer tuffa förhållanden. Om produktionen av svampmycel minskar kan svamparnas förmåga att utnyttja olika näringskällor minska.

Vad händer om vi gödslar skogen och får en förskjutning av samhälls-

strukturen? Kanske kommer vi på kort sikt att ha samma funktion när det gäller upptagning och cirkulering av näringsämnen – mykorrhizasvamparnas viktigaste funktion. Men vad händer i ett längre tidsperspektiv, om skogen utsätts för andra förändringar eller påfrestningar än gödsling, och vi redan har förlorat ett antal svamparter som var anpassade till de näringsfattiga förhållanden som präglade marken under mycket lång tid?

## Rotprover eller fruktkroppsinventeringar?

Ett antal undersökningar av kväveeffekter på mykorrhizasvamparnas samhällsstruktur har gjorts baserat på fruktkroppsinventeringar. Att samla in fruktkroppar är ett relativt enkelt sätt att studera svampar. Inventerar man förekomsten av fruktkroppar under en följd av år hittar man ofta 50–100 arter.

Det senaste decenniets forskning har dock visat att förekomsten av fruktkroppar dåligt avspeglar vad som finns i marken. Fruktkropparna som bildas under en liten del av året visar inte nödvändigtvis vad som är vanligast på själva rotspetsarna. Många svamparter bildar inte ens fruktkroppar, eller så bildas fruktkropparna under jord och är därför omöjliga att hitta. De studier som gjorts i svensk skog pekar på att omkring 75 procent av mykorrhizamängden i

Land	Trädslag	Ålder (år)	Kvävegiva (kg/ha tot)	Metod	Påverkan
Sverige	tall	130	460-680	ECM	-
Sverige	tall	135	3x600	ECM	-/0
Sverige	gran	110	3x40	fk	-/0/+
Sverige	bok	90-100	250-750	fk	-
Sverige	tall	25	13x20-80	fk	-/+
Sverige	gran	70-90	5x35	fk, ECM	-/0
Sverige	gran	30	3x100	ECM	-/0
Finland	tall, gran	-	400+600	fk	+
Finland	tall	60-110	200	fk	-/+
Ryssland	tall	ungskog	2x60	fk	-/0
Storbritannien	sitkagran	-	3x75-300	ECM	-
Nederländerna	div.	-	N-deposition	fk	-
Frankrike	bok	90	2x100	ECM	-/0
Tyskland	tall	35/110	3x100/800/1500/3000	fk, ECM	-

**TABELL 1. En sammanfattande tabell över tidigare resultat från undersökningar av hur gödsling påverkar mykorrhizasvampar. Resultaten från flera undersökningar visar att svamparna påverkas negativt av gödsling. I några fall har inga förändringar uppmäts, i andra fall har vissa arter ökat i förekomst. ECM = mykorrhizarotspetsar, fk = fruktkroppar, - = negativ påverkan eller minskning, 0 = ingen effekt, + = ökning**

mark utgörs av arter som förbises i fruktkroppsinventeringar; främst skinnsvampar (*Corticicæer*), jordgryn (*Cenococcum geophilum*) och förmodligen vissa andra sporsäcksvampar. Dessutom har svamparna olika strategier för sin fruktkroppsbyggnad. Två arter som är lika vanliga i marken kan därför ha mycket olika fruktkroppsproduktion. Kort sagt, fruktkroppar visar på att dessa arter förekommer men mycket information saknas. Bara ett fåtal studier av svamparnas samhällsstruktur har baserats på undersökningar av mykorrhizarotspetsar.

Trots att vanligt förekommande arter kan saknas i fruktkroppsinventeringar ger dessa undersökningar värdefull information om att gödslingen faktiskt påverkar svamparna nere i marken. Studier som syftar till att undersöka mykorrhizasamhällets funktioner och betydelse i skogsmark måste dock identifiera de dominerande svamparterna genom att titta på rotspetsarna.

### Har det undersökts tidigare?

Svenska studier av hur mykorrhizasvampar påverkas av gödning har antingen utförts på fältförsök med mer extrema doser av kväve (Skogaby) eller på fältförsök där optimala mängder näring tillsätts med bevattningen (Flakaliden). Inget av dessa fältförsök liknar egentligen de förhållanden som råder i svenskt skogsbruk idag. Det finns stora luckor i vår kunskap om hur praktisk skogsgödning påverkar svamparna. Däremot finns det ett antal studier utförda i Sverige och i andra länder som ger oss en fingerisning om hur gödning, eller en förändrad näringstillförsel, kan påverka mykorrhizasvamparna och samspelen med deras värde. Erfaren-

heter från Nederländerna, ett land där kvävedefall från mänskliga källor har haft stor inverkan på skogarnas utveckling och hälsa, visar att antalet fruktkroppar som bildas minskar kraftigt med kvävedeposition. Liknande effekter har setts i undersökningar längs en nord-sydlig linje genom Europa och studier i södra Sverige. Mykorrhizasvamparna spelar en nyckelroll för trädens näringsbalans och skogarnas långsiktiga produktion och hälsa. En direkt effekt av att produktionen av fruktkroppar minskar, är att det finns färre svampar att plocka i skogen på hösten.

### Påverkan på längre sikt?

Markprocesserna, och de organismer som utgör många av dem, har en grundläggande betydelse för skogarnas liv. När det gäller svampar kan vi ute i fält observera rent kvalitativa effekter av gödning, om samhällsstrukturen påverkas eller om antalet arter minskar. Men mekanismerna bakom svamparnas funktion måste studeras under mer kontrollerade former, på laboratorier, för att förenkla och skilja ut svamparnas reaktioner.

När det gäller fältbaserade studier så utförs i skrivande stund undersökningar av skogsgödningens effekter på mykorrhizasvampar inom forskningsprogrammet "Kvävegödning 2002". Resultaten ska ligga till grund för Forest Stewardship Councils (FSC:s) certifieringsstandard avseende gödning i svenskt skogsbruk. Det saknas fortfarande kunskap om hur gödningen påverkar svamparna på lång sikt. Kan svampsamhällena återhämta sig efter gödning, och vilket tidsperspektiv talar vi om? Vi behöver mer kunskap om vad som händer ute i skogen, och dessa studier kommer att hjälpa oss en bit på vägen.

## Ämnesord

Mykorrhizasvampar, symbios, näringsoptimering, gödning, skogsbruk, kväve

## Litteratur

- Fransson P.M.A., Taylor, A.F.S. & Finlay, R.D. (2000). Effects of continuous optimal fertilisation upon a Norway spruce ectomycorrhizal community. *Tree Physiology* 20: 599-606.
- Kårén, O. 1997. Mykorrhizasvampar – hur påverkar kvävedefall och skogsbruk? *Fakta Skog nr. 6*.
- Linder, S. & Bergh, J. 1996. Näringsoptimering – granen växer ur produktionstabellerna. *Fakta Skog nr. 4*.
- Wallenda, T. & Kottke, I. 1998. Nitrogen deposition and ectomycorrhizas. *New Phytologist* 139: 169-187.

<http://www.fsc-sverige.org>



Petra Fransson är doktorand vid institutionen för skoglig mykologi och patologi, SLU, Box 7026, 750 07 Uppsala. Telefon: 018-67 27 97. E-post: Petra.Fransson@mykopat.slu.se Internet: <http://www.mykopat.slu.se>.

Undersökningen från Flakaliden kommer att ingå i en avhandling om mykorrhizasvampar och kol-kväveinteraktioner.

Ansvarig utgivare:

Redaktör:

Internet:

Prenumeration, distribution och lösnr-försäljning

Pris:

Tryck:

Göran Hallsby, institutionen för skogsskötsel, 901 83 UMEÅ

Lotta Möller, SLU informationsavdelningen, Box 7077, 750 07 UPPSALA

Telefon: 018-67 21 34 • Telefax: 018-67 35 20 • E-post: Lotta.Moller@info.slu.se

[www.slu.se/forskning/fakta.html](http://www.slu.se/forskning/fakta.html)

SLU Publikationstjänst, Box 7075, 750 07 UPPSALA

Telefon: 018-67 11 00 • Telefax: 018-67 28 54/67 35 00

E-post: Inger.Blomstedt@service.slu.se

300 kr + moms

SLU Reproenheten, Uppsala, 2000

ISSN 1400-7789 © SLU

