

## Kväve utarmar svampfloran – vitaliseringsgödsling inget botemedel

- Mykorrhizasvampar är känsliga för kväve. Vid hög kvävetillförsel uteblir fruktkroppsproduktionen helt.
- I Centraleuropa har luftföroreningarna redan reducerat svampmängden i skogen och i Sverige finns det tecken som tyder på att artsammansättningen håller på att förändras.
- I ett försök i Halland reducerades fruktkroppsproduktionen med 50 % efter vitaliseringsgödsling.
- Det finns ingen klar koppling mellan antalet fruktkroppar och mängden mykorrhiza i marken.
- Förnaredbrytande svampar påverkas i betydligt mindre utsträckning av kvävegödsling.



**V**i plockar dem i våra svampkorgar – kantareller, soppar, kremlor. De hör hösten till, och säkerligen skulle många av oss känna saknad om fruktkropparna uteblev. Kanske inser vi också svamparnas stora betydelse för träden och att fruktkropparna bara utgör en kortvarig spridningsfas i svampens liv.

### Träd och svamp i samarbete

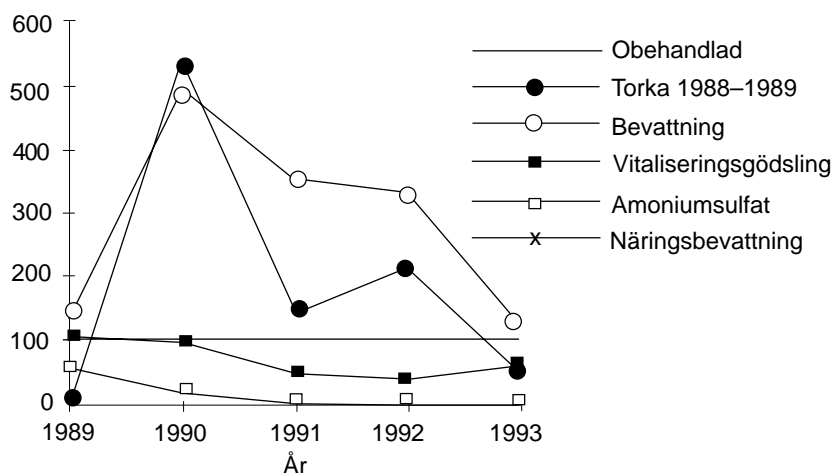
De flesta svampar vi samlar under höstpromenaderna i skogen är s.k. mykorrhizasvampar. Mykorrhizan innebär långtgående samarbete (symbios) mellan träd och svamp. Trädens rotspetsar är nämligen infekterade av svamphyfer (svampens underjordiska delar), som också strålar ut i omgivande mark och bildar ett omfattande nätverk, så kallat markmycel. Mykorrhizan hjälper därmed träden med närings- och vattenupptag, och svampen får i gengäld kolhydrater som träden bildat genom fotosyntesen. Alla träd, ja faktiskt de flesta landväxter, är infekterade av mykorrhiza.

### Fruktkropparna försvinner

Kväve är normalt det ämne som begränsar produktionen i våra skogs ekosystem. Därför kan det ske stora förändringar i artsammansättningen om kvävetillgången ökar. En del arter gynnas, andra missgynnas. När det gäller mykorrhizasvamparna reduceras fruktkroppsbildningen hos i stort sett alla arter, även om en del är tåligare än andra. I ett försök i Skogaby i Halland gödslades ett granbestånd med 100 kg kväve per ha och år. Gödningen skedde dels i form av enbart ammoniumsulfat, dels i form av ammoniumnitrat inklusive övriga nödvändiga näringsämnen. I den senare behandlingen tillfördes också vatten i optimal mängd.

Kvävetillförseln gjorde att fruktkroppsbildningen hos mykorrhizaarterna uteblev helt efter fyra års behandling, likaså de följande tre åren. Detta skedde oavsett om enbart kväve eller om en balanserad näringslösning och vatten tillfördes. Förnandedbrytande svampar påverkades däremot inte av kvävetillförseln, utom möjligen 1994 då det fanns en tendens till minskad fruktkroppproduktion. De flesta

Andel (%) jämfört med obehandlade ytor

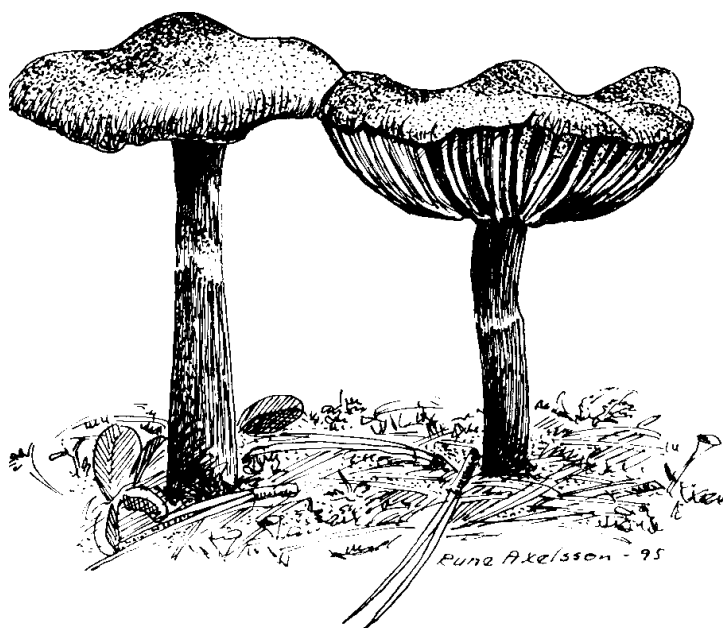


**FIGUR 1. Fruktkroppproduktion på obehandlade ytor (100%) och effekten av ökad respektive minskad vatten- och näringsstillgång. På de ytor som näringsbevattnats började fruktkroppsräkningen 1991, och antalet har sedan dess varit noll. Av den anledningen syns inte linjen för näringsbevattning i diagrammet.**

större fruktkroppar på skogsmark utgörs av mykorrhizabildare, t.ex. kremlor, riskor, soppar, flugsvampar, spindelskivlingar, kantareller och taggsvampar. Förnandedbrytare utgörs ofta av mindre arter som nagelskivlingar, hättor och bläcksvampar. Det finns även en del större arter och några s.k. matsvampar, t.ex. champinjoner, vissa musseroner, fjällskivlingar och murklor. Men varför reagerar då dessa ekologiska grupper så olika?

### Kolförsörjning på olika sätt

Mykorrhizasvamparna är troligen helt beroende av den energi de får från träden i form av kolhydrater. Andra svamparter skaffar sig kol genom nedbrytning av dött organiskt material (förna) eller lever som parasiter. Här ligger skillnaden. Någonting händer mykorrhizasvamparna i samspelet med träden när kvävetillgången ökar, men hur detta sker är fortfarande oklart.



**FIGUR 2. Spindelskivlingarna är en svampgrupp som reagerar kraftigt på kvävegödsling. Den här arten, Cortinarius brunneus, förekommer i Skogaby.**

Det finns olika möjliga förklaringar. En av dem skulle kunna vara att det ökade kväveupptaget främst lokaliseras till trädens biomassa ovan mark, och att den koldioxid som tas upp används till att bygga upp stam, grenar och barr, medan tilldelningen av kol till rot- och svampbiomassa minskar. En annan alternativ förklaring är att tillgängligt kol i rötterna används för upptag av kväve istället för svamptillväxt. Det finns också en hypotes om att ökat kväveupptag minskar produktionen av tillväxthormonet auxin. Detta leder till att symbiosen blir störd.

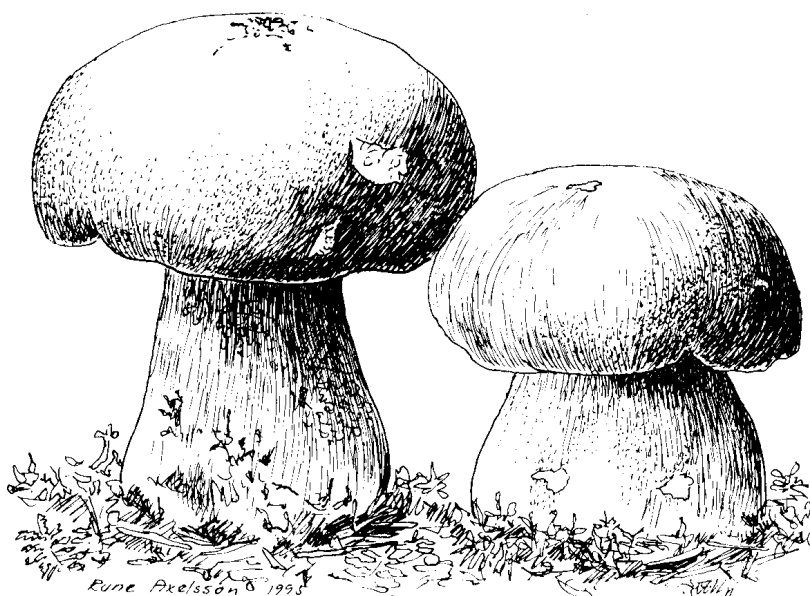
### Föroreningarnas inverkan

Den dos kväve vi tillfört i Skogaby omfattar 100 kg per ha och år är fyra till fem gånger högre än den nuvarande depositionen i Halland, och slår alltså ut svampfloran fullständigt. I Nederländerna och andra delar av Centraleuropa, med betydligt högre kvävebelastning än i Sverige, har man sett att antalet arter som producerar fruktkroppar minskat kraftigt sedan 1950-talet. Detta gäller bl.a. för den vanliga gula kantarellen. Även i experiment med lägre årlig kvävetillförsel än 100 kg per ha har man konstaterat utebliven eller minskad fruktkroppsproduktion hos mykorrhizasvampar.

Det har också visat sig att mykorrhizasvamparna tillhör en av de organismgrupper som reagerar snabbast och kraftigast på förändrad kvävetillgång. Med tanke på detta är det troligt att även kvävedepositionen i Sverige påverkat fruktkroppsbildningen hos mykorrhizasvamparna negativt. Deposition av luftföroreningar medför också markförsurning. I bokskogar i Skåne tycks svampfloran gradvis förändras på grund av sänkta pH-värden i marken.

### Balsam mot luftföroreningar

Nedfallet av kväve från luften skulle också kunna påverka träden negativt genom att joner som magnesium, kalcium och kalium lakas ut ur marken. Detta kan orsaka näringsobalans i barren, d.v.s. upptaget av dessa så kallade baskatjoner blir för litet i förhållande till upptaget av kväve. Därför har åtgärder som kalkning och vitaliseringsgödning diskuterats.



**FIGUR 3. Mykorrhizabildaren stensoppen, även känd som Karljohan, gynnas av torra somrar.**

Vitaliseringsgödning innebär att man tillför alla livsnödvändiga näringsämnen utom kväve. Askåterförsel är exempelvis en form av vitaliseringsgödning. I Skogabyförsöket användes ett kommersiellt vitaliseringsmedel ("Skog-vital"), som tillfördes försöksytorna under 1988 och 1989. Även denna behandling påverkade emellertid fruktkroppsproduktionen negativt. Under 1991, 1992 och 1993 förekom ungefär hälften så många fruktkroppar hos mykorrhizasvamparna på vitaliseringsytorna jämfört med de obehandlade ytorna.

Alla förkommande svamparter reagerade negativt på vitaliseringsgödningen. Detta kan bero på att även andra ämnen än kväve, t.ex. fosfor, missgynnar fruktkroppsbildningen. En annan förklaring kan vara att mer kväve frigjorts, och att minskningen är en effekt av ökad kvävetillgång i marken. I kalkningsförsök har man i regel också sett en minskning av antalet mykorrhizafruktkroppar. Storskalig användning av kalk eller vitaliseringsgödning i skogen leder således troligen till en minskning av antalet fruktkroppar.

### Påverkan på träden

Resultaten visar således att mykorrhizasvamparnas fruktkroppsproduktion minskar vid kvävetillförsel. Frågan är vad detta betyder för träden.

Även om det inte finns någon klar koppling mellan antalet fruktkroppar och mängden mykorrhiza tyder en bestående minskning av fruktkroppsproduktionen på att mykorrhizainfektionen har minskat. Detta skulle kunna få mycket negativa konsekvenser för träden till följd av att vatten- och näringsupptaget minskar, och därmed också tillväxten.

I Skogaby minskade rotmängden kraftigt efter gödning med kväve och svavel. Trots detta var biomassa-produktionen ovan mark 30 % högre på gödslade ytor än på obehandlade. Inte heller hade upptaget av näringsämnen påverkats negativt efter tre års behandling. Näringsbalansen i marken var däremot försämrade. Det verkar alltså som om träden i sina delar ovan jord är mycket motståndskraftiga mot obalanserad kvävetillförsel.

### Skogarna blir artfattigare

Ju högre kvävedepositionen är desto artfattigare blir våra skogar på fruktkroppar av mykorrhizasvampar. Olika arter är olika känsliga för höga kvävehalter, d.v.s. den optimala kvävehalten i marken är olika för olika arter. Några arter, t.ex. pepparriska och pluggskivling, gynnas till och med av ökad kvävetillgänglighet om den ursprungliga kvävehalten i marken ligger under den halt som är optimal för dem. Men på sikt, när

kvävehalten stiger över en viss gräns, försvinner även sådana arter. Spindel-skiplingar är ett exempel på det mot-satta, de är mycket känsliga för för-höjd kvävehalt.

## Klimatet har stor betydelse

I Skogabyförsöken ingår också exper-iment med att öka respektive minska trädens vattenstress. Att vatten är viktigt för att svamparna ska bilda fruktkroppar är uppenbart för alla som förgäves letat svamp efter en torr sommar och höst. Klimatet är också det som till största delen be-stämmer svampmängden olika år. På bevattningsytorna (med undantag av dem som samtidigt tillfördes kväve) producerades under en femårspe-riod mer än dubbelt så många frukt-kroppar av mykorrhizaarter, jämfört med obehandlade ytor.

Det var emellertid stor skillnad mel-lan olika arter. Produktionen av spindelskiplingar ökade mest medan t.ex. stensoppen (Karljohan) snarare minskade i antal. Artificiell torka, som åstadkoms med hjälp av en tak-konstruktion som reducerade neder-börden med två tredjedelar, resulterade i näst intill utebliven frukt-kroppproduktion. Första året efter det att taken tagits bort femdubbla-des produktionen på dessa ytor jäm-fört med de obehandlade ytorna. Framförallt var det stensopp, pep-parriska och svartriska som ökade i antal under detta år. Följdriktigt vi-sade sig stensopp också förekomma ovanligt rikligt i Uppsalatrakten 1994 efter de torra somrarna 1993 och 1994.

Med dessa resultat i åtanke kan man tänka sig att ett förändrat klimat, t.ex. på grund av global uppvärm-ning (växthuseffekten), kan komma att förändra artsammansättningen av svamp i skogsmiljöerna.

## Litteratur

Arnolds, E. 1991. *Decline of ectomycorrhizal fungi in Europe. Agriculture, Ecosystems and Environment* 35, 209-244.

Björkman, E. 1942. Über die Bedingungen der Mykorrhiza-bildung bei Keifer und Fichte. *Symbolae Botanicae Upsalensis* VI:2, 189 pp.

Wallander, H. 1995. A new hypothesis to explain allocation of dry matter between mycorrhizal fungi and pine seedlings in relation to nutrient supply. *Plant and Soil* 168-169, 243-248.

Wiklund, K., Nilsson, L.O. and Jacobsson, S. 1995. Effect of irrigation, fertilization and artificial drought on basidioma production in a Norway spruce stand. *Can. J. Bot.* 73:200-208.

Rühling, Å. and Tyler, G. 1990. Soil factor influencing the distri-bution of macrofungi in oak forests of southern Sweden. *Holarctic Ecology* 13, 11-18.

Slankis, V., 1973. *Hormonal relationships in mycorrhizal development*. In: Ectomycor-rhizae. Edited by G.C. Marks and T.T. Kozlowski. Academic Press, New York. pp 231-298.

Författaren *Karin Wiklund* är forsk-ningsassistent vid institutionen för ekologi och miljövård, Box 7072, 750 05 UPPSALA.  
Telefon: 018-67 34 12

**Ansvarig utgivare:** Johan Elmberg  
**Redaktör:** Malin Åström

**Prenumeration och distribution:**

**Årsprenumeration:**  
**Tryck:**

SLU Info/Skog, 901 83 UMEÅ  
SLU Info, Box 7057, 750 07 UPPSALA  
Telefon: 018-67 14 56 • Telefax: 018-67 35 20  
Sveriges lantbruksuniversitet  
SLU Info/Försäljning  
Box 7075, 750 07 UPPSALA  
Telefon: 018-67 11 00 • Telefax: 018-67 28 54  
300 kr + moms (även lösnnummerförsäljning)  
Sveriges lantbruksuniversitet  
ISSN 1101-8305  
© Sveriges lantbruksuniversitet

